

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA**

**PROPOSTA DE INSTRUMENTOS PARA A REALIZAÇÃO DE  
ANÁLISE AMBIENTAL INICIAL EM ETEs À LUZ DA NBR ISO  
14001:2004: O CASO DA ETE-MONJOLINHO, SÃO CARLOS-SP**

**POLIANA ARRUDA FAJARDO**

São Carlos

2014

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA**

**PROPOSTA DE INSTRUMENTOS PARA A REALIZAÇÃO DE  
ANÁLISE AMBIENTAL INICIAL EM ETEs À LUZ DA NBR ISO  
14001:2004: O CASO DA ETE-MONJOLINHO, SÃO CARLOS-SP**

**POLIANA ARRUDA FAJARDO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Orientação: Prof. Dr. João Sérgio Cordeiro

São Carlos

2014

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

F175pi

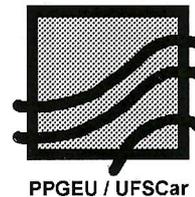
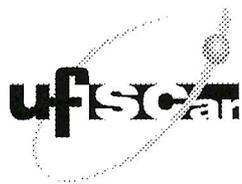
Fajardo, Poliana Arruda.

Proposta de instrumentos para a realização de análise ambiental inicial em ETEs à luz da NBR ISO 14001:2004 : O caso da ETE-Monjolinho, São Carlos-SP / Poliana Arruda Fajardo. -- São Carlos : UFSCar, 2014.  
229 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2014.

1. Engenharia urbana. 2. Análise ambiental. 3. Sistema de gestão ambiental. 4. ISO 14001. 5. ISO 14004. 6. Estação de tratamento de esgoto. I. Título.

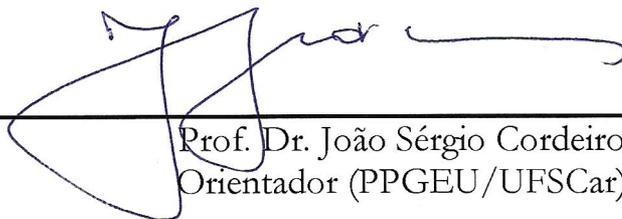
CDD: 711 (20<sup>a</sup>)



## FOLHA DE APROVAÇÃO

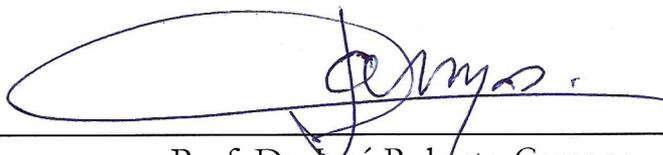
POLIANA DE ARRUDA FAJARDO

Dissertação defendida e aprovada em 04/04/2014  
pela Comissão Julgadora



---

Prof. Dr. João Sérgio Cordeiro  
Orientador (PPGEU/UFSCar)



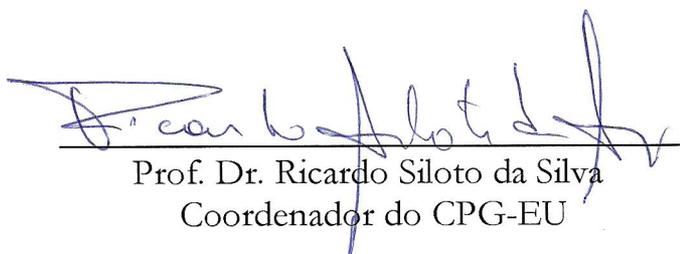
---

Prof. Dr. José Roberto Campos  
(USP-São Carlos)



---

Prof. Dr. Nêmesio Neves Batista Salvador  
(DECiv/UFSCar)



---

Prof. Dr. Ricardo Siloto da Silva  
Coordenador do CPG-EU

***Dedico:***

*À minha queridíssima e amada mãe **María de Lurdes Arruda Fajardo**, pelo amor incondicional, apoio ilimitado em toda minha trajetória, exemplo de vida para mim, meus irmãos e para toda a família. Fonte de inesgotável bondade, inspiração, perseverança, paciência, amor e tolerância.*

*Muito obrigada mãe, por me guiar pelos caminhos da vida!*

## *Agradecimentos*

*Em especial, ao Prof. Dr. João Sérgio Cordeiro, pela orientação deste trabalho, solicitude, paciência e confiança.*

*À minha mãe Maria de Lurdes Arruda Fajardo, pelo companheirismo, apoio e incentivo ao meu ingresso no Mestrado em Engenharia Urbana e ao longo de todas as etapas do curso.*

*À minha irmã Rita de Cássia Arruda Fajardo, pelo companheirismo, sugestões ao trabalho e apoio em toda esta jornada.*

*À minha irmã Márcia Arruda Fajardo Xavier, pelo companheirismo, apoio, incentivo e compreensão de minhas ausências.*

*Ao meu irmão Marcelo Arruda Fajardo, meu pai Sinésio Fajardo e à minha cunhada Eliete Pedro das Chagas, pela compreensão de minhas ausências.*

*Ao Prof. Dr. Nemésio Neves Batista Salvador e ao Prof. Dr. José Roberto Campos, pelas valiosas sugestões nos exames de qualificação e defesa deste trabalho.*

*Ao Prof. Dr. Érich Kellner e ao Prof. Dr. Jorge Akutsu, pelas valiosas contribuições para minha aprendizagem sobre tratamento de esgoto sanitário.*

*Ao SAAE, gestões de 2012 e 2013, por colaborar para a realização deste trabalho.*

*Aos gerentes da ETE-Monjolinho, nas gestões de 2012 e 2013, e a toda a equipe da Estação, que gentilmente concordaram em participar desta pesquisa, pelas informações disponibilizadas.*

*À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo financiamento concedido.*

*A todos os amigos e amigas, de perto ou de longe, que torceram por mais esta realização.*

*“Trate bem a Terra. Ela não foi dada a você por seus pais. Ela foi emprestada a você por seus filhos.”*  
*(Provérbio africano)*

## RESUMO

A construção de redes coletoras e a implantação de Estações de Tratamento de Esgoto sanitários (ETEs) não são garantias de que os problemas ambientais e de saúde pública acerca do esgoto sanitário sejam plenamente resolvidos, pois as ETEs necessitam de insumos para funcionar e geram resíduos e rejeitos durante sua operação e podem, portanto, também tornar-se fontes de poluição ambiental e causar danos à população. Além do Licenciamento Ambiental, que inclui a Licença Prévia, a Licença de Instalação e a Licença de Operação, e da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), duas ferramentas gerenciais podem auxiliar o gerenciamento das ETEs neste sentido: a NBR ISO 14001:2004, para a implantação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA), e a NBR ISO 14004:2005, que recomenda a realização de uma Análise Ambiental Inicial antes da instalação do sistema, embora não apresente instrumentos que possam ser utilizados para esta finalidade. Assim, o objetivo geral deste trabalho foi desenvolver instrumentos de auxílio à realização desta Análise em ETEs, tendo como objeto de estudo a ETE-Monjolinho - São Carlos-SP, cujo tratamento de esgoto sanitário é constituído por: tratamento preliminar, tratamento biológico com reatores UASB, flotação por ar dissolvido - precedido de floculação com coagulantes metálicos e polímeros -, desinfecção com radiação ultravioleta (UV) e por pós-aeração do esgoto tratado em escada hidráulica, antes de seu lançamento ao rio Monjolinho. A pesquisa foi realizada em quatro etapas. Na primeira, foi realizado embasamento teórico; na segunda, o conhecimento do objeto de estudo; na terceira, foram elaborados os instrumentos de Análise Ambiental Inicial e realizada sua aplicação à ETE-Monjolinho; e na quarta etapa realizaram-se a exposição e discussão dos resultados, bem como as considerações finais do trabalho. Foram obtidos oito instrumentos, e também os resultados de sua aplicação à ETE-Monjolinho. Considera-se que, por meio dos instrumentos desenvolvidos neste trabalho, as ETEs, como a ETE-Monjolinho, podem guiar-se de maneira mais apropriada em busca da instalação de um SGA e melhorar suas atividades, de forma a atender mais adequadamente aos anseios crescentes da sociedade por mais qualidade de vida e proteção e conservação ambientais.

**Palavras-chave:** Análise Ambiental Inicial. SGA. ISO 14001. ISO 14004. ETE.

## ABSTRACT

The construction of wastewater collection systems and the implantation of Wastewater Treatment Plants (WWTPs) are not guarantees that environmental and public health problems on the wastewater are fully resolved, because the WWTPs require inputs to function and generate wastes and tailings during their operation and may, thus, also become sources of environmental pollution and cause damage to the population. Besides the Environmental Licensing, which includes the Preliminary License, Installation License and Operating License, and the Environmental Impact Assessment (EIA), two management tools can assist the management of WWTPs in this way: the NBR ISO 14001:2004, for the implementation of an Environmental Management System (EMS), and NBR ISO 14004:2005, which recommends conducting an Initial Environmental Review before installing the system, although does not have tools that can be used for this purpose. Thus, the general objective of this work was to develop tools to aid in conducting this Review in WWTPs, having as object of study WWTP-Monjolinho - São Carlos-SP, which wastewater treatment consists of: preliminary treatment, biological treatment with UASB reactors, dissolved-air flotation - preceded by flocculation with metallic coagulants and polymers -, ultraviolet (UV) radiation disinfection and postaeration of treated wastewater by cascade aeration before its throwing to Monjolinho river. The research was performed in four stages. At first, it was performed theoretical background; in the second, the knowledge of the object of study; in the third, the tools of Initial Environmental Review were developed and applied to WWTP-Monjolinho; and in the fourth stage there was the presentation and discussion of the results, as well as the research finals considerations. Eight tools and also the results of their application to WWTP-Monjolinho were obtained. It is considered that, through the tools developed in this work, the WWTPs, as WWTP-Monjolinho, can guide themselves more appropriately in search of the EMS installation and improve their activities, in order to more adequately meets increasing aspirations from society for a better quality of life and environmental protection and conservation.

**Keywords:** Initial Environmental Review. EMS. ISO 14001. ISO 14004. WWTP.

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 - Insumos, resíduos e legislação de âmbito federal aplicada às ETEs   | 41 |
| Figura 2 - Composição das normas ISO no final de 2011  | 46 |
| Figura 3 - Base da abordagem da NBR ISO 14001:2004   | 49 |
| Figura 4 - Ajuda Prática para a realização de Análise Ambiental Inicial  | 62 |
| Figura 5 - ETE-Monjolinho (São Carlos-SP) – vista aérea  | 71 |
| Figura 6 - ETE-Monjolinho (São Carlos-SP) - Administração, caixa d'água e Tratamento Preliminar ao fundo                         | 72 |
| Figura 7 - Caixas de diminuição de energia na encosta do morro   | 74 |
| Figura 8 - Tratamento Preliminar. À esquerda, reator para degradação de gorduras e óleos; à direita, gradeamento e desarenadores | 75 |
| Figura 9 - Gradeamentos grosso (esquerda) e fino (direita)   | 76 |
| Figura 10 - Esteira condutora de sólidos do gradeamento para caçambas (Tratamento Preliminar)                                    | 76 |
| Figura 11 - Caçambas para armazenamento de sólidos grosseiros  | 77 |
| Figura 12 - Calha Parshal entre o gradeamento e os desarenadores   | 77 |
| Figura 13 - Desarenadores (Tratamento Preliminar)  | 78 |
| Figura 14 - Reatores UASB  | 79 |
| Figura 15 - Sistema lateral de descarte de lodo dos reatores UASB  | 79 |
| Figura 16 - Queimadores “Flare”  | 80 |
| Figura 17- Tanque de mistura rápida e unidades com polímeros e FeCl <sub>3</sub>   | 80 |
| Figura 18 - Flotador da ETE-Monjolinho   | 81 |
| Figura 19 - Canaletas para remoção de lodo no Flotador e amostra evidenciando a qualidade do efluente do processo de flotação    | 81 |
| Figura 20 - Área das centrífugas. Ao fundo, ETA de serviço   | 82 |
| Figura 21 - Centrífuga da ETE-Monjolinho   | 82 |
| Figura 22 - Caçamba com lodo desaguado   | 83 |
| Figura 23 - Área de desinfecção por UV   | 83 |
| Figura 24 - Equipamento de desinfecção por UV  | 84 |
| Figura 25 - ETA de serviço da ETE-Monjolinho   | 84 |
| Figura 26 - Calha Parshal de saída   | 85 |
| Figura 27 - Escada hidráulica  | 85 |
| Figura 28 - Esgoto tratado da ETE segue ao rio Monjolinho  | 85 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 29 - Parte da ETE-Monjolinho, concebida nas obras complementares para a interligação do sistema de coleta de bairros da cidade                | 86  |
| Figura 30 - Laboratório da ETE-Monjolinho  | 88  |
| Figura 31 - Fluxograma representativo das etapas do trabalho   | 92  |
| Figura 32 - Modelo de capa para o processo de Análise Ambiental Inicial  | 101 |
| Figura 33 - Modelo de escopo para o processo de Análise Ambiental Inicial  | 103 |
| Figura 34 - Modelo para a demonstração das unidades de tratamento e percurso das fases líquida e sólida (lodo)                                       | 105 |
| Figura 35 - Modelo para a demonstração dos insumos utilizados, resíduos e rejeitos gerados em cada etapa do tratamento de esgoto sanitário           | 107 |
| Figura 36 - Instrumento para a realização de observações durante o processo de Análise Ambiental Inicial   | 113 |
| Figura 37 - Modelo de capa para o processo de Análise Ambiental Inicial aplicado à ETE-Monjolinho  | 115 |
| Figura 38 - Modelo para a demonstração das unidades de tratamento e percurso das fases líquida e sólida (lodo) aplicado à ETE-Monjolinho             | 116 |
| Figura 39 - Modelo para demonstração dos insumos utilizados, resíduos/rejeitos gerados no Tratamento Preliminar da ETE-Monjolinho                    | 119 |
| Figura 40 - Modelo para demonstração dos insumos utilizados, resíduos/rejeitos gerados no tratamento com reatores UASB na ETE-Monjolinho.            | 126 |
| Figura 41 - Modelo para demonstração dos insumos utilizados, resíduos/rejeitos gerados no tratamento com Flotadores na ETE-Monjolinho.               | 130 |
| Figura 42 - Modelo para demonstração dos insumos utilizados, resíduos/rejeitos gerados no desaguamento de lodo por centrifugação na ETE-Monjolinho.  | 134 |
| Figura 43 - Modelo para demonstração dos insumos utilizados, resíduos/rejeitos gerados no processo de desinfecção e ETA de serviço na ETE-Monjolinho | 137 |
| Figura 44 - Modelo para demonstração dos insumos utilizados, resíduos/rejeitos gerados no laboratório da ETE-Monjolinho                              | 141 |
| Figura 45 - Quantidades mensais (t) de areia e material gradeado produzidas de janeiro a setembro de 2013 na ETE-Monjolinho, São Carlos-SP           | 193 |
| Figura 46 - Quantidades mensais (t) de lodo produzidas de janeiro a setembro de 2013 na ETE-Monjolinho, São Carlos-SP                                | 194 |

## LISTA DE QUADROS

|   |     |
|---|-----|
| Quadro 1 - Aspectos que devem ser considerados nos processos de lodos ativados, lagoas de estabilização aeróbia (aerada, facultativa) e reatores UASB | 42  |
| Quadro 2 - Parâmetros de eficiência da ETE-Monjolinho   | 87  |
| Quadro 3 - Instrumento de auxílio ao controle de insumos utilizados em cada etapa do tratamento de esgoto sanitário.                                  | 108 |
| Quadro 4 - Instrumento de auxílio ao controle de resíduos e rejeitos gerados em cada etapa do tratamento de esgoto sanitário                          | 110 |
| Quadro 5 - Instrumento de auxílio à identificação de aspectos e impactos ambientais e elaboração de indicadores ambientais                            | 112 |
| Quadro 6 - Instrumento de auxílio ao controle de insumos utilizados no Tratamento Preliminar da ETE-Monjolinho  | 120 |
| Quadro 7 - Instrumento de auxílio ao controle dos Rejeitos Sólidos Gradeados (RSG) gerados no Tratamento Preliminar da ETE-Monjolinho                 | 120 |
| Quadro 8 - Instrumento de auxílio ao controle dos Rejeitos Sólidos das Caixas de Areia (RSCA) gerados no Tratamento Preliminar da ETE-Monjolinho      | 121 |
| Quadro 9 - Instrumento de auxílio ao controle dos Resíduos sólidos flutuantes e gorduras (RSFG) gerados no Tratamento Preliminar da ETE-Monjolinho    | 122 |
| Quadro 10 - Instrumento de auxílio ao controle de insumos utilizados no tratamento com reatores UASB na ETE-Monjolinho                                | 127 |
| Quadro 11 - Instrumento de auxílio ao controle dos Resíduos Gasosos gerados no tratamento com reatores UASB na ETE-Monjolinho                         | 127 |
| Quadro 12 - Instrumento de auxílio ao controle do lodo descartado no tratamento com reatores UASB da ETE-Monjolinho                                   | 128 |
| Quadro 13 - Instrumento de auxílio ao controle de insumos utilizados no Tratamento com flotores na ETE-Monjolinho                                     | 131 |
| Quadro 14 - Instrumento de auxílio ao controle do lodo gerado no tratamento com flotores da ETE-Monjolinho  | 131 |
| Quadro 15 - Instrumento de auxílio ao controle de insumos utilizados para o desaguamento de lodo por centrifugação na ETE-Monjolinho                  | 135 |
| Quadro 16 - Instrumento de auxílio ao controle dos resíduos gerados para o desaguamento de lodo por centrifugação na ETE-Monjolinho                   | 135 |

|   |     |
|---|-----|
| Quadro 17 - Instrumento de auxílio ao controle de insumos utilizados na etapa de desinfecção na ETE-Monjolinho  | 138 |
| Quadro 18 - Instrumento de auxílio ao controle dos resíduos gerados na fase de desinfecção por UV da ETE-Monjolinho   | 138 |
| Quadro 19 - Instrumento de auxílio ao controle de insumos utilizados na ETA de serviço da ETE-Monjolinho  | 138 |
| Quadro 20 - Instrumento de auxílio ao controle dos resíduos gerados na ETA de serviço da ETE-Monjolinho   | 139 |
| Quadro 21 - Instrumento de auxílio ao controle de insumos utilizados no laboratório da ETE-Monjolinho   | 142 |
| Quadro 22 - Instrumento de auxílio ao controle da solução residual de dicromato de potássio, gerada no laboratório da ETE-Monjolinho  | 142 |
| Quadro 23 - Instrumento de auxílio ao controle do resíduo líquido resultante da análise de PAC, gerado no laboratório da ETE-Monjolinho   | 143 |
| Quadro 24 - Instrumento de auxílio ao controle dos resíduos líquidos resultantes da análise a qualidade de $FeCl_3$ e da análise da quantidade de fósforo (P) do esgoto sanitário da ETE-Monjolinho | 144 |
| Quadro 25 - Questionário de auxílio ao controle gerencial e análise de desempenho aplicado à ETE-Monjolinho   | 147 |
| Quadro 26 - Instrumento de auxílio à identificação de aspectos e impactos ambientais e elaboração de indicadores ambientais para a ETE-Monjolinho   | 187 |

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantidade de rejeitos produzidos no Tratamento Preliminar da ETE-Monjolinho e custos mensais médios e anuais com seu transporte e disposição 123

Tabela 2 - Quantidade de lodo produzido na ETE-Monjolinho e custos mensais médios e anuais com seu transporte e disposição 132

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|            |  |
|------------|--|
| ABNT       | Associação Brasileira de Normas Técnicas                               |
| ACP        | Ação Civil Pública   |
| AIA        | Avaliação de Impacto Ambiental   |
| ANA        | Agência Nacional de Águas  |
| AND        | Autoridade Nacional Designada  |
| ASI        | <i>Accreditation Services International</i>                            |
| BCo/UFSCar | Biblioteca Comunitária da UFSCar                                       |
| BSI        | <i>British Standard Institute</i>                                      |
| BS         | <i>British Standard</i>  |
| CAPES      | Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior            |
| CB         | Comitê Brasileiro  |
| CCO        | Centro de Controle e Operações   |
| CETESB     | Companhia Ambiental do Estado de São Paulo                             |
| CNEN       | Comissão Nacional de Energia Nuclear                                   |
| CIMGC      | Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima                   |
| CLT        | Consolidação das Leis do Trabalho                                      |
| CONAMA     | Conselho Nacional do Meio Ambiente                                     |
| Curva ABC  | Curva ABC  |
| DBO        | Demanda Bioquímica de Oxigênio   |
| DQO        | Demanda Química de Oxigênio  |
| EESC       | Escola de Engenharia de São Carlos                                     |
| EMBRAPA    | Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária                            |
| EPI        | Equipamento de Proteção Individual                                     |
| ETA        | Estação de Tratamento de Água  |
| ETE        | Estação de Tratamento de Esgoto sanitário                              |
| FIPAI      | Fundação para o Incremento da Pesquisa e do Aperfeiçoamento Industrial |
| FSC        | <i>Forest Stewardship Council</i>                                      |
| GLP        | Gás Liquefeito de Petróleo   |
| GEE        | Gás de Efeito Estufa   |
| GT         | Grupo de Trabalho  |

|                    |  |
|--------------------|--|
| IBAMA              | Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis   |
| IBGE               | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística                            |
| IEC                | <i>International Electrotechnical Commission</i>                           |
| INMETRO            | Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia                   |
| ISO                | <i>International Organization for Standardization</i>                      |
| ISA                | <i>International Federation of the National Standardizing Associations</i> |
| ITB                | Instituto Trata Brasil   |
| JMP                | <i>Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation</i>          |
| MMA                | Ministério do Meio Ambiente  |
| MCTI               | Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação                               |
| MDL                | Mecanismo de Desenvolvimento Limpo   |
| NBR                | Norma Brasileira   |
| ND                 | Dado não disponível  |
| NTK                | Nitrogênio total Kjeldahl  |
| OCC                | Organismos de Certificação Credenciados                                    |
| OMS                | Organização Mundial da Saúde   |
| ONG                | Organização Não-Governamental  |
| ONU                | Organização das Nações Unidas  |
| PAC                | Policloreto de Alumínio  |
| PDCA               | <i>Plan, Do, Check, Action</i>   |
| pH                 | Potencial Hidrogeniônico   |
| PNAD               | Pesquisa Nacional por amostra de domicílios                                |
| PNMA               | Política Nacional do Meio Ambiente   |
| PNRH               | Política Nacional de Recursos Hídricos                                     |
| PNUMA              | Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente                            |
| PNSB               | Pesquisa Nacional de Saneamento Básico                                     |
| PNRS               | Política Nacional de Resíduos Sólidos                                      |
| PRODES             | Programa Nacional de Despoluição das Bacias Hidrográficas                  |
| RAFA               | Reator Anaeróbico de Fluxo Ascendente                                      |
| RCE                | Redução Certificada de Emissões  |
| RFeCl <sub>3</sub> | Resíduo líquido resultante da análise da qualidade de FeCl <sub>3</sub>    |
| RGU                | Resíduos Gasosos dos Reatores UASB   |

|         |  |
|---------|--|
| RLDP    | Solução de dicromato de potássio                                   |
| RLPAC   | Resíduo líquido resultante da análise de PAC                       |
| RP      | Resíduo líquido resultante da análise da quantidade de fósforo (P) |
| SAAE    | Serviço Autônomo de Água e Esgoto                                  |
| SABESP  | Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo              |
| SAGE    | <i>Strategic Advisory Group on the Environment</i>                 |
| SEREC   | Serviços de Engenharia Consultiva SC Ltda                          |
| SC      | Subcomitês   |
| SGA     | Sistemas de Gestão Ambiental                                       |
| SGQ     | Sistemas de Gestão da Qualidade                                    |
| SNIS    | Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento                   |
| SISNAMA | Sistema Nacional do Meio Ambiente                                  |
| ST      | Sólidos Totais   |
| SWOT    | <i>Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats</i>               |
| TC      | <i>Técnic Comitees</i>   |
| TRC     | Tempo de Retenção Celular  |
| TRH     | Tempo de Retenção Hidráulico                                       |
| UASB    | <i>Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactor</i>                     |
| UGRHI   | Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos                     |
| UNFCCC  | <i>United Nations Framework Convention on Climate Change</i>       |
| UNICEF  | Fundo das Nações Unidas para a Infância                            |
| UNSCC   | <i>United Nations Standards Coordinating Committee</i>             |
| USP     | Universidade de São Paulo  |

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO.....</b>  | <b>19</b> |
| <b>2 OBJETIVOS.....</b>   | <b>22</b> |
| <b>3 EMBASAMENTO TEÓRICO.....</b>   | <b>23</b> |
| 3.1 Esgoto Sanitário: dados mundiais e panorama brasileiro.....   | 23        |
| 3.2 A legislação pertinente às ETEs.....  | 27        |
| 3.3 Etapas, insumos e saídas dos tratamentos de esgoto sanitário.....   | 38        |
| 3.4 Breve histórico da atividade de normalização.....   | 42        |
| 3.4.1 A International Organization for Standardization (ISO).....   | 44        |
| 3.4.1.1 O comitê técnico 207 (TC-207).....  | 47        |
| 3.4.1.2 A NBR ISO 14001:2004 (Sistema de Gestão Ambiental).....   | 48        |
| 3.4.1.3 Análise Ambiental Inicial (NBR ISO 14004:2005).....   | 59        |
| 3.5 Trabalhos acadêmicos relacionados a SGAs em ETEs.....   | 63        |
| 3.6 Análise crítica do Embasamento Teórico.....   | 67        |
| <b>4 A ETE-MONJOLINHO (SÃO CARLOS-SP).....</b>  | <b>70</b> |
| 4.1 O sistema de esgoto sanitário da ETE Monjolinho.....  | 73        |
| <b>5 METODOLOGIA.....</b>   | <b>89</b> |
| 5.1 Características metodológicas da pesquisa.....  | 89        |
| 5.2 Procedimentos metodológicos.....  | 91        |
| <b>6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>  | <b>99</b> |
| 6.1 Instrumentos de Análise Ambiental Inicial.....  | 99        |
| 6.1.1 Modelo de escopo para o processo de Análise Ambiental Inicial.....  | 102       |
| 6.1.2 Modelo para a demonstração das unidades de tratamento e percurso das fases líquida e sólida (lodo).....                             | 104       |
| 6.1.3 Modelo para a demonstração dos insumos utilizados, resíduos e rejeitos gerados em cada etapa do tratamento de esgoto sanitário..... | 106       |
| 6.1.4 Instrumento de auxílio ao controle de insumos utilizados em cada etapa do tratamento de esgoto sanitário.....                       | 108       |
| 6.1.5 Instrumento de auxílio ao controle de resíduos e rejeitos gerados em cada etapa do tratamento de esgoto sanitário.....              | 108       |
| 6.1.6 Questionário de auxílio ao controle gerencial e análise de desempenho.....  | 110       |

|  |            |
|--|------------|
| 6.1.7 Instrumento de auxílio à identificação de aspectos e impactos ambientais e elaboração de indicadores ambientais.....   | 111        |
| 6.1.8 Instrumento para a realização de observações durante o processo de Análise Ambiental Inicial.....  | 112        |
| 6.2 Aplicação dos instrumentos de Análise Ambiental Inicial à ETE-Monjolinho.....  | 114        |
| 6.2.1 Modelo para a demonstração das unidades de tratamento e percurso das fases líquida e sólida (lodo) aplicado à ETE-Monjolinho.....                              | 114        |
| 6.2.2 Aplicação de instrumentos relacionados aos insumos utilizados e resíduos e rejeitos gerados no Tratamento Preliminar da ETE-Monjolinho.....                    | 117        |
| 6.2.3 Aplicação de instrumentos relacionados aos insumos utilizados e resíduos e rejeitos gerados no tratamento com reatores UASB da ETE-Monjolinho.....             | 123        |
| 6.2.4 Aplicação de instrumentos relacionados aos insumos utilizados e resíduos e rejeitos gerados no processo de Flotação da ETE-Monjolinho.....                     | 129        |
| 6.2.5 Aplicação de instrumentos relacionados aos insumos utilizados e resíduos e rejeitos gerados no processo de centrifugação da ETE-Monjolinho.....                | 132        |
| 6.2.6 Aplicação de instrumentos relacionados aos insumos utilizados e resíduos e rejeitos gerados no processo de desinfecção e ETA de serviço da ETE-Monjolinho..... | 135        |
| 6.2.7 Aplicação de instrumentos relacionados aos insumos utilizados e resíduos e rejeitos gerados no laboratório da ETE-Monjolinho.....                              | 139        |
| 6.2.8 Questionário de auxílio ao controle gerencial e análise de desempenho aplicado à ETE-Monjolinho.....   | 145        |
| 6.2.8.1 Controle gerencial.....  | 156        |
| 6.2.8.2 Análise de desempenho.....   | 175        |
| 6.2.9 Aspectos, impactos e indicadores ambientais.....   | 186        |
| <b>7 RECOMENDAÇÕES À ETE-MONJOLINHO.....</b>   | <b>195</b> |
| <b>8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>   | <b>197</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>  | <b>199</b> |
| <b>APÊNDICES.....</b>  | <b>208</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>   | <b>227</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

Embora ainda seja uma visão muito forte no Brasil, a construção de redes coletoras e a implantação de Estações de Tratamento de Esgoto sanitário (ETEs) não são garantias de que os problemas ambientais e de saúde pública relacionados com o esgoto sanitário sejam plenamente resolvidos.

Isto porque as ETEs, como quaisquer atividades humanas, necessitam de insumos para funcionar e geram resíduos e rejeitos durante sua operação; logo, podem também se tornar fontes de poluição ambiental e causar danos às populações nos meios urbanos.

Há, portanto, a necessidade de uma visão gerencial não horizontal, isto é, que não considere somente questões relativas à operação e manutenção das ETEs e ao esgoto sanitário tratado. É necessário que esta visão seja mais ampla, de maneira a considerar com mais veemência também os insumos, resíduos e rejeitos do tratamento, bem como a possibilidade da geração de impactos ambientais negativos.

A destinação de rejeitos sólidos do tratamento preliminar e de lodo gerado em processos biológicos e/ou químicos, por exemplo, é um problema comum nas ETEs, já que esses geralmente seguem a aterros sanitários e lhes diminuem suas vidas úteis. Gases como CH<sub>4</sub> (metano), que é um Gás de Efeito Estufa (GEE), e o H<sub>2</sub>S (gás sulfídrico), conhecido pelo forte odor de ovo podre, também são aspectos que geram preocupação nas Estações.

Assim, as ETEs, que são sabidamente importantes para a proteção dos recursos hídricos e da natureza como um todo por devolverem aos rios, lagos e oceanos esgoto tratado com padrões bioquímicos e ecológicos aceitáveis, também devem zelar pela qualidade do ar, pela não contaminação do solo e das águas, e pela saúde de seus trabalhadores e população, principalmente a de seus entornos.

No Brasil, a Lei Nº 6938/1981, que institui a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) aborda uma série de instrumentos que devem ser utilizados para a preservação e conservação ambientais. Entre estes, a “Avaliação de Impactos Ambientais” (AIA) e o “licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras”. Além desta lei, as Resoluções do Conselho Nacional de

Meio Ambiente (CONAMA) Nº 001/86 e Nº 237/97 e a Lei Complementar Nº 140/2011 também fornecem diretrizes para o licenciamento ambiental.

No processo de licenciamento ambiental, os empreendimentos e as atividades efetiva ou potencialmente poluidoras devem apresentar o AIA, que é realizado por meio do Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (EIA-RIMA). Entre os empreendimentos que devem apresentar o AIA e, portanto, o EIA-RIMA, para o processo de licenciamento ambiental, estão as ETEs, assim como outros constituintes do sistema de saneamento ambiental (como, por exemplo, o sistema de abastecimento de água).

Outras ferramentas, todavia, podem auxiliar no gerenciamento das ETEs quanto aos possíveis impactos ambientais negativos gerados por suas atividades, como as normas ambientais da *International Organization for Standardization* (ISO). Entre estas, a norma NBR ISO 14001:2004 (“Sistemas de Gestão Ambiental - Requisitos com orientações para uso”), cujo objetivo é fornecer diretrizes à implantação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA), e a NBR ISO 14004:2005 (“Sistemas de Gestão Ambiental - Diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio”), estudadas no presente trabalho.

A NBR ISO 14001:2004 pode fornecer bons subsídios ao desenvolvimento de programas e projetos nas ETEs para a prevenção, resolução ou minimização de problemas relacionados a seus impactos ambientais negativos.

A primeira etapa para a implantação de um SGA é a definição da Política Ambiental da organização. No entanto, outra norma, a NBR ISO 14004:2005, indicada pela NBR ISO 14001:2004 para auxiliar a instalação de um SGA, recomenda que organizações que ainda não possuem o sistema realizem uma avaliação de suas posições em relação ao meio ambiente, isto é, a Análise Ambiental Inicial, que pode ser efetuada antes mesmo da definição da Política Ambiental.

Vários são os temas que podem ser considerados na Análise Ambiental Inicial e, de acordo com a NBR ISO 14004:2005, os resultados da análise, que devem ser documentados, podem auxiliar no estabelecimento do escopo do SGA e no desenvolvimento ou melhoria da Política Ambiental, além da definição de objetivos e metas ambientais de uma organização.

São vários também os instrumentos indicados pela NBR ISO 14004:2005 para se realizar a Análise Ambiental Inicial. No entanto, possivelmente

devido à diversidade de organizações, com diferentes tipos de atividades, que podem implementar um SGA, esta norma não possui uma padronização destes instrumentos.

São importantes, desta maneira, iniciativas que se dediquem à elaboração destes instrumentos, de modo a respeitar as atividades específicas das organizações, como no caso das ETEs. As Universidades podem auxiliar neste sentido, como se buscou realizar neste trabalho, em que instrumentos de auxílio à realização de Análise Ambiental Inicial foram produzidos por meio de um estudo de caso, a ETE-Monjolinho, em São Carlos-SP.

Além da possibilidade de serem utilizados como apoio a melhorias nos gerenciamentos das ETEs, direcionando-as para a gestão ambiental, instrumentos para a realização de Análise Ambiental Inicial, como os desenvolvidos nesta pesquisa, poderão ser de grande valia para as etapas posteriores de instalação de um SGA, como as de Planejamento e Execução, devido à grande quantidade de dados gerados.

Além disso, principalmente em organizações públicas, como muitas ETEs, é difícil a disponibilidade de verbas para serviços de consultoria e, portanto, é necessário que haja a maior independência possível de tais serviços.

Este trabalho visa contribuir também para o aumento do número de pesquisas científicas relacionadas a SGAs em ETEs, que ainda são escassas.

## 2 OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver instrumentos de auxílio à realização de Análise Ambiental Inicial, como definido pela norma NBR ISO 14004:2005, para a instalação de Sistemas de Gestão Ambiental, de acordo com a NBR ISO 14001:2004, em Estações de Tratamento de Esgoto sanitário, tendo como estudo de caso a ETE-Monjolinho - São Carlos-SP.

Os objetivos específicos são:

- a) definir instrumentos que auxiliem o diagnóstico ambiental de ETEs;
- b) elaborar instrumentos de auxílio à definição de indicadores ambientais em ETEs;
- c) aplicar ferramentas de gestão que auxiliem a tomada de decisão.

### **3 EMBASAMENTO TEÓRICO**

#### **3.1 Esgoto sanitário: dados mundiais e panorama brasileiro**

O Instituto Trata Brasil - ITB (2014) - disponibilizou dados que evidenciam a situação mundial no que se refere à disponibilidade de água tratada e ao esgotamento sanitário.

Em 2010, de acordo com o Relatório da Organização Mundial da Saúde (OMS) do Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) - "*Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation (JMP) - 2012*", disponibilizados pelo ITB (2014), 780 milhões de pessoas (11% da população mundial) não possuíam acesso à água potável e a expectativa para 2015 é de que 605 milhões de pessoas, isto é, 8% da população mundial, ainda não o possuirão. Além disso, a previsão é de que, em 2015, 2,4 bilhões de pessoas no mundo ainda viverão sem redes coletoras de esgoto (33% da população mundial), questões de saúde pública preocupantes.

A ausência de água potável e de coleta e tratamento de esgoto sanitário contribuem para a ocorrência de várias doenças, para as quais, muitas vezes, há uma maior vulnerabilidade infantil. Entre estas, destacam-se a pneumonia e a diarreia, as maiores responsáveis pela mortalidade infantil (entre crianças com menos de cinco anos de idade) no mundo, de acordo com relatório da UNICEF (2013).

Segundo o relatório da UNICEF (2013), estas doenças atingem principalmente países mais pobres, sendo que, em 2012, a pneumonia foi responsável por mais de três mil mortes diárias em crianças com menos de cinco anos de idade (17% do total de óbitos) e a diarreia por mais de mil e seiscentas mortes diárias em crianças desta faixa etária (9% do total de óbitos).

Entre as medidas destacadas pelo relatório como necessárias para diminuir estes números alarmantes, são considerados, além da utilização de vacinas e remédios, também o acesso ao saneamento básico adequado nas áreas mais atingidas.

De acordo com o referido relatório da UNICEF (2013), o Brasil, embora sabidamente ainda enfrente problemas em relação ao saneamento básico, destacou-se por ter tido uma queda significativa de 77% na mortalidade infantil em

22 anos: em 1990, a taxa de mortalidade infantil era 62 para cada mil nascidos vivos, em 2000, era de 33 e em 2012, passou para 14.

No entanto, no que se refere ao saneamento básico, muitas ações ainda são necessárias no Brasil para que não somente a taxa de mortalidade infantil continue diminuindo, como também porque é uma questão de saúde pública e preservação e conservação ambientais que atinge a toda a sociedade.

Desta forma, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) tem realizado estudos que visam acompanhar a evolução do saneamento básico do país por meio da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), cujos últimos dados são de 2000 e 2008. Além disso, o país conta com um Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS), realizado anualmente desde 1995 e mantido pelo Ministério das Cidades.

Comparando-se os dados obtidos pela PNSB em 2000 e 2008, constata-se que municípios com redes de coleta de esgoto sanitário passaram de 52,2 % para 55,2 %; os domicílios com real acesso a estas redes eram 33,5 % e atingiram 44%; municípios com tratamento de esgoto somavam 20,2% e passaram a 28,5%; o índice de esgoto coletado tratado passou de 35,3% para 68,8% e os municípios com rede de coleta de esgoto que ampliaram ou melhoraram seus serviços passaram de 58% em 2000 para quase 80% em 2008, sendo neste caso, o grande problema a região norte (53% em 2000 e 48% em 2008).

Apesar das melhorias, constata-se que as taxas de crescimento dos índices são baixas e há que se considerar também a população nos dois períodos, já que o crescimento no índice de domicílios com real acesso a redes coletoras e no índice de esgoto coletado tratado devem-se em parte ao crescimento populacional. Em 2000, a população era de cerca de 169.800 milhões habitantes, de acordo com o “Censo 2000” (IBGE, 2000), e em 2008, de aproximadamente 189.600 milhões habitantes, segundo estimativa do IBGE (2008).

São 20 milhões de habitantes a mais, certamente com a produção de novos domicílios que expandiram as redes coletoras e também, conseqüentemente, para municípios em que há tratamento, a quantidade de esgoto coletado tratado.

Segundo esses dados da PNSB (2008), também confirmados pelo SNIS (2008), praticamente metade dos municípios brasileiros ainda não possuía, portanto, rede coletora de esgoto sanitário em 2008, lançando seus esgotos

sanitários diretamente aos recursos hídricos e aumentando as chances de provocar doenças, como as diarreias.

Mesmo em municípios que possuem redes coletoras de esgoto, os dados da PNSB (2008) são alarmantes, já que, de modo geral, mais da metade de seus domicílios (56%) não possui acesso real a tais redes.

A região norte, por exemplo, que concentra grande parte dos recursos hídricos do Brasil e onde está a maior reserva fluvial de água do mundo e que deveria, portanto, ser exemplo quanto ao esgotamento sanitário, é a que apresenta os problemas mais graves. Somente cerca de 7% dos municípios possuíam rede coletora de esgotos em 2000 e 13,4% em 2008, sendo o real acesso a estas redes ainda pior: por volta de 2,5% dos domicílios em 2000 e apenas 3,8% em 2008.

A situação acerca do tratamento de esgoto é igualmente preocupante, pois segundo a PNSB (2008) não chega a 30% o total de municípios brasileiros que o possuem. Segundo esta pesquisa, mesmo no estado de São Paulo, em que 99,8% dos municípios eram servidos com rede coletora naquele ano, cerca de 78,4% destes tratavam seu esgoto, e alguns estados, principalmente os nordestinos, tinham índices muito baixos, chegando aos míseros valores de 1,4% no Maranhão e a 2,2% no Piauí.

Ainda, de acordo com a PNSB (2008), os índices de tratamento de esgoto ficaram superiores a 90% somente nos municípios com mais de um milhão de habitantes, o que mostra que há, portanto, enormes discrepâncias não somente entre regiões brasileiras como também entre cidades de portes diferentes.

No “Censo 2010”, realizado pelo IBGE em quase 97% dos domicílios urbanos, cujo objetivo foi conhecer a infraestrutura urbana brasileira, estes aspectos não mostraram grandes progressos. A população era de aproximadamente 190.750 milhões habitantes e as regiões Norte e Nordeste ainda eram as que apresentavam os piores indicadores em relação à coleta e tratamento de esgotos sanitários.

Segundo o IBGE (2010), a região Norte continuava apresentando problemas, chegando a a um índice de 32,2 % de seus domicílios localizados próximos a áreas com esgoto a céu aberto; em Belém - PA, a situação mostrou-se ainda mais drástica, pois 44,5%, isto é, quase a metade dos domicílios localizava-se naquele ano próxima a tais áreas, o que certamente trouxe grandes problemas de saúde pública ao município. No Nordeste este índice também apresentou-se

relativamente elevado: 26,3%. Tais índices superam a média nacional, que foi de 11%, segundo o “Censo 2010”.

Estes valores demonstram a grande distância ainda existente entre as regiões do país, pois dos 15 municípios com mais de um milhão de habitantes pesquisados, os que tiveram melhores índices se localizam principalmente nas regiões Sul e Sudeste brasileiras. Ao contrário de Belém (PA), Goiânia (GO) e Belo Horizonte (MG) apresentaram, respectivamente, por exemplo, 0,5% e 1,4% de domicílios próximos a áreas com esgoto a céu aberto, o que evidencia a discrepância entre as regiões brasileiras e os problemas do país quanto ao saneamento básico, principalmente no que se refere à coleta e tratamento de esgotos sanitários.

Novos dados do SNIS (2011) também demonstram as discrepâncias entre as regiões do Brasil e a necessidade de melhorias.

As regiões mais precárias são Norte e Nordeste com índices de atendimento populacional com rede coletora de esgoto sanitário de 9,6% e 21,3%, respectivamente. O terceiro menor índice é o da região Sul, com 36,2%, seguida do Centro-Oeste, com 47,5% e do Sudeste, que apresenta o maior índice de atendimento entre as regiões do Brasil: 73,8% (SNIS, 2011).

Trata-se de um quadro alarmante a todas as regiões, pois demonstra que ainda há grande parcela da população que tem contato com o esgoto bruto, como se evidenciou no “Censo 2010”, sendo naquele ano também o grande problema as regiões Norte, com menos de 10% de sua população servida com rede coletora de esgoto sanitário, e Nordeste, com pouco mais de 20%.

No total, segundo o SNIS (2011), somente 48,1% da população brasileira era servida até aquele ano com rede coletora de esgoto sanitário, isto é, menos da metade de uma população de cerca de 195 milhões de habitantes (segundo estimativa do IBGE (2008)).

Quanto ao tratamento de esgoto sanitário, Norte, Nordeste e Sul apresentam os piores índices: 12,7%, 30,1% e 34,6%, respectivamente. Em seguida, a região Sudeste, a mais industrializada do país, aparece com 41,2%, e o Centro-Oeste com 44% de seu esgoto tratado SNIS (2011).

No total, 37,5% do esgoto gerado no Brasil é tratado, reafirmando o lançamento de grande quantidade do esgoto gerado no país - mais de 60% - nos recursos hídricos ainda em 2011, segundo o SNIS (2011).

Ainda, de acordo com informações do ITB, em 2011 somente cerca de 4% dos municípios brasileiros - aproximadamente 200 - tinha Plano local de saneamento, conforme institui a Lei Nº 11445/2007, sendo que o prazo máximo era dezembro de 2010. Segundo o Instituto, este prazo foi então prorrogado para o ano de 2014.

Em pesquisa mais recente do IBGE quanto ao saneamento básico no Brasil, a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) (2012), havia no país, com uma população estimada pelo IBGE (2008) de 196.500 milhões de habitantes, cerca de 57% dos domicílios com acesso à rede coletora de esgoto sanitário, contra os 44% da PNSB (2008).

Há que se ressaltar que, além deste panorama geral apresentar dados preocupantes quanto ao esgotamento sanitário no Brasil, é necessário que se atente também à eficiência das ETEs brasileiras já existentes e aos problemas que muitas vezes apresentam.

### **3.2 A Legislação pertinente às ETEs**

A regulamentação dos diferentes tipos de tratamentos de esgotos no Brasil é feita pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) e cabe aos respectivos órgãos estaduais a fiscalização do cumprimento destas leis (como a CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - no estado de São Paulo, por exemplo).

Além da Política Nacional de Saneamento Básico (Lei nº 11445/2007), que *“estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico”*, as ETEs devem atender também aos seguintes requisitos legais, uma vez que há a geração de resíduos e rejeitos sólidos durante os processos de tratamento e também a possibilidade de contaminação/poluição de recursos hídricos:

- Política Nacional do Meio Ambiente - PNMA (Lei Nº 6938/81);
- Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH (Lei Nº 9433/97);
- Lei de Crimes Ambientais (Lei Nº 9605/98);
- Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS (Lei Nº 12305/2010);
- A NBR 10004/2004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) - *“Resíduos sólidos - Classificação”*;
- Resolução Nº 01/1986 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA);
- Resolução Nº 237/1997 do CONAMA;

- Resolução Nº 357/2005 do CONAMA;
- Resolução Nº 375/2006 do CONAMA;
- Resolução Nº 430/2011 do CONAMA;
- Normas do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA);
- Normas do Programa de Despoluição de Bacias Hidrográficas (PRODES), para as ETEs contempladas;
- Exigências de órgãos de controle de poluição e legislação estaduais (ex.: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB);
- Legislações municipais, como os Planos de Saneamento Básico e de Resíduos Sólidos Municipais, estes recomendados inclusive pela PNRS (Lei Nº 12305/2010).

A Política Nacional do Meio Ambiente - PNMA (Lei Nº 6938/81) apresenta uma série de instrumentos, em seu Artigo 9º, para serem utilizados para a preservação e conservação ambientais. Entre estes, podem-se destacar a Avaliação de Impactos Ambientais e o licenciamento ambiental:

Art 9º - São instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente:

[...]

III - a avaliação de impactos ambientais;

IV - o licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras;

[...]

As Resoluções CONAMA Nº 001/1986 e Nº237/1997 auxiliam na utilização desses instrumentos abordados pela PNMA (1981), uma vez que fornecem diretrizes para a realização do EIA/RIMA - instrumento da AIA -, e do licenciamento ambiental, que também devem ser efetuados pelas ETEs.

A PNMA demonstra ainda a preocupação com a preservação ambiental e da saúde humana, obrigando os poluidores, *“independentemente da existência de culpa, a indenizar ou a reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros, afetados por suas atividades”*, e delegando ao Ministério Público da União e dos Estados a função de propor ações de responsabilidade civil e criminal por tais danos (Artigo 14, § 1º). As gerências das ETEs precisam, desta maneira, estar atentas a estes aspectos da PNMA.

A Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei Nº 9433/97) transforma as bacias hidrográficas em unidades de gerenciamento, as UGRHIs (Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos), fazendo com que todos os municípios localizados em uma bacia hidrográfica sejam responsáveis pela sua manutenção e conservação:

Art. 1º A Política Nacional de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos:

[...]

V - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;

VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

[...]

Art. 8º Os Planos de Recursos Hídricos serão elaborados por bacia hidrográfica, por Estado e para o País.

[...]

Art. 31. Na implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, os Poderes Executivos do Distrito Federal e dos municípios promoverão a integração das políticas locais de saneamento básico, de uso, ocupação e conservação do solo e de meio ambiente com as políticas federal e estaduais de recursos hídricos.

Esta Política é, portanto, muito importante não somente para a conservação dos recursos hídricos como também para a qualidade da água bruta captada às Estações de Tratamento de Água (ETAs).

Neste sentido, embora não haja nesta Lei artigo específico às ETEs, estas também devem atender à PNRH, uma vez que quaisquer acidentes por falhas humanas ou operacionais podem ocasionar o lançamento de esgoto bruto - ou esgoto tratado abaixo dos índices de eficiência pré-estabelecidos - aos recursos hídricos, poluindo-os. Isto pode prejudicar a fauna e a flora locais, bem como a captação de água pelo próprio município ou por municípios adjacentes, além de poder causar problemas de saúde pública.

As punições a poluidores ambientais são abordadas, dentre outras, na Lei de Crimes Ambientais, que considera também transgressores os gerentes de pessoas jurídicas, entre outros, *“que, sabendo da conduta criminosa de outrem, deixarem de impedir a sua prática, quando poderiam agir para evitá-la”* (Artigo 2º).

Esta definição aborda com mais veemência a responsabilidade dos gerentes de pessoas jurídicas, como os gerentes de ETEs, quanto a uma possível poluição ambiental e os torna, portanto, responsáveis no caso de lançamentos de

lodos das Estações em locais inadequados (rios e solos, por exemplo) ou mesmo de esgoto bruto *in natura*, decorrentes de falhas humanas ou negligências.

O Artigo 54 da Lei de Crimes Ambientais, por exemplo, prevê pena de um a cinco anos àqueles que causarem qualquer tipo de poluição que possa prejudicar a saúde humana, os animais e a flora.

Já as sanções por infrações administrativas (Artigo 70) podem ser, entre outras, multas simples ou diárias (Artigo 72), com valores entre cinquenta e cinquenta milhões de reais (Artigo 75).

Já Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Nº 12305/2010) trata da gestão integrada de resíduos sólidos, dos instrumentos que podem ser utilizados para este fim e da responsabilidade de todos - geradores, consumidores e poder público - quanto a estes resíduos. Não são contemplados por esta lei somente os rejeitos radioativos, que seguem legislação específica.

A análise da Lei permite a afirmação de que, além dos rejeitos coletados no gradeamento e em desarenadores do tratamento preliminar - típico em ETEs -, o lodo das Estações e resíduos de laboratório - como é o caso da ETE-Monjolinho - também podem ser considerados como resíduos sólidos, já que, nos termos desta Lei, um resíduo sólido é:

material, **substância**, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, **nos estados sólido ou semissólido**, bem como gases contidos em recipientes e **líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água**, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (Artigo 3º, inciso XVI). (Destaque da autora).

Além disso, a PNRS (2010) trata especificamente dos resíduos de saneamento básico quando os define no Artigo 13º, inciso I, alínea "e":

resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea 'c' (resíduos sólidos urbanos: resíduos domiciliares e de limpeza urbana).

Tendo em vista a geração de resíduos sólidos em ETEs, bem como o fato de que o volume de esgoto sanitário gerado em uma cidade é diretamente

proporcional à água tratada utilizada pela população, a PNRS também é importante por estabelecer uma ordem de prioridade na gestão integrada de resíduos sólidos.

Isto porque esta prioridade, que deve ser *“não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos”* (Artigo 9º), pode ser utilizada pelas ETEs em trabalhos de Educação Ambiental com a população, na tentativa de diminuir o volume de esgoto sanitário gerado e também, conseqüentemente, de resíduos sólidos provenientes de seu tratamento.

Além disso, a PNRS (2010), também em seu Artigo 9º, demonstra um incentivo à utilização de resíduos sólidos para a geração de energia elétrica, algo também importante para a Educação Ambiental e ao funcionamento das ETEs, já que pode ser uma solução para o destino do lodo das Estações:

Poderão ser utilizadas tecnologias visando à recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos, desde que tenha sido comprovada sua viabilidade técnica e ambiental e com a implantação de programa de monitoramento de emissão de gases tóxicos aprovado pelo órgão ambiental (Artigo 9º, § 1º) (PNRS, 2010).

Existem muitas pesquisas acerca do destino do lodo de ETEs. Em visita no ano de 2012 à ETE de São José do Rio Preto-SP, por exemplo, pôde-se constatar a intenção de se utilizar o lodo originado do tratamento de esgoto sanitário para a geração de energia elétrica, por meio de uma usina que poderá ser construída nas próprias dependências da Estação. Pretende-se utilizar neste processo também a biomassa vegetal (galhos, podas de árvores, etc) descartada pela população da cidade.

A ETE de São José do Rio Preto-SP pretende ser autossuficiente em energia elétrica e até mesmo obter ganhos econômicos com a venda de créditos de carbono, o que pode ocorrer também com outras ETEs que realizem procedimentos semelhantes.

Além destes aspectos, a PNRS (2010) destaca em seu Artigo 20, inciso I, a importância da elaboração de Planos de gerenciamento de resíduos dos serviços públicos de saneamento básico, o que reforça, portanto, a necessidade de um melhor planejamento por parte das prefeituras e das ETEs no que se refere ao destino dos lodos e demais resíduos sólidos que as Estações geram em seus

processos. Também proíbe o lançamento de resíduos sólidos em praias, no mar ou em quaisquer corpos hídricos (Artigo 47, item I).

Pelo Artigo 54 da PNRS (2010), *“a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, observado o disposto no § 1º do art. 9º, deverá ser implantada em até 4 (quatro) anos após a data de publicação desta Lei”*, ou seja, até 2014. Além disso, é de suma importância a previsão pela Lei da elaboração de Planos municipais de resíduos sólidos, que podem permitir melhor gerenciamento quanto ao destino do lodo e também quanto ao prolongamento da vida útil dos aterros sanitários, que muitas vezes recebem os rejeitos sólidos do tratamento preliminar e o lodo gerado nos vários tipos de tratamento de esgoto sanitário.

A NBR 10004/2004 da ABNT (“Resíduos sólidos - Classificação”) *“classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente”*. A exemplo da PNRS (2010), os resíduos radioativos não são objeto desta Norma, sendo de competência exclusiva da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN).

Deste modo, os resíduos sólidos são classificados pela Norma em duas classes, sendo da Classe I os perigosos e da Classe II os não-perigosos. Estes são ainda divididos em: classe II A - não inertes e classe II B - inertes.

A Norma considera como resíduo sólido:

**Resíduos nos estados sólido e semi-sólido**, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, **bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água**, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível. (Destaque da autora).

Assim como para a PNRS (2010), a análise da NBR 10004:2004 permite a afirmação de que os rejeitos coletados no gradeamento, em desarenadores, o lodo das ETEs e resíduos de laboratório podem ser considerados como resíduos sólidos, o que reforça, portanto, a necessidade de maior atenção para sua classificação e destino também por meio desta Norma.

A PNMA (Lei Nº 6938/81) também foi a responsável pela criação do SISNAMA (Sistema Nacional do Meio Ambiente) que, entre outros órgãos, tem como órgão consultivo e deliberativo, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA),

e como órgão executor, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).

Algumas Resoluções CONAMA, como a Nº 001/86, a Nº 237/97, a 357/05, a Nº 375/06 e a Nº 430/ 2011 são importantes para as ETEs.

A Resolução CONAMA Nº 001/86 fornece diretrizes para a realização do EIA/RIMA. Em seus Artigos 5º e 6º são definidas as diretrizes gerais e as atividades técnicas, respectivamente, para o EIA:

Art. 5º. O estudo de impacto ambiental, além de atender à legislação, em especial os princípios e objetivos expressos na Lei de Política Nacional do Meio Ambiente, obedecerá às seguintes diretrizes gerais:

[...]

Art. 6º. O estudo de impacto ambiental desenvolverá, no mínimo, as seguintes atividades técnicas:

[...]

Já o Artigo 9º desta Resolução fornece diretrizes relativas ao conteúdo do RIMA e também à forma com que este deve ser apresentado:

Art. 9º. O Relatório de Impacto Ambiental - RIMA refletirá as conclusões do estudo de impacto ambiental e conterá, no mínimo:

[...]

Parágrafo único - O RIMA deve ser apresentado de forma objetiva e adequada à sua compreensão. As informações devem ser traduzidas em linguagem acessível, ilustradas por mapas, cartas, quadros, gráficos e demais técnicas de comunicação visual, de modo que se possam entender as vantagens e desvantagens do projeto, bem como todas as consequências ambientais de sua implementação.

A Resolução CONAMA Nº 237/97 regulamenta os aspectos referentes à realização do licenciamento ambiental, estabelecido pela PNMA (1981). Em seu Artigo 8º, por exemplo, define os tipos de licenças ambientais a serem expedidos pelos órgãos competentes:

Art. 8º - O Poder Público, no exercício de sua competência de controle, expedirá as seguintes licenças:

I - Licença Prévia (LP) - concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação;

II - Licença de Instalação (LI) - autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes da qual constituem motivo determinante;

III - Licença de Operação (LO) - autoriza a operação da atividade ou

empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação.

Parágrafo único - As licenças ambientais poderão ser expedidas isolada ou sucessivamente, de acordo com a natureza, características e fase do empreendimento ou atividade.

Além disso, a Resolução CONAMA Nº 237/97 possui um anexo, ao qual se refere o Artigo 2º (§ 1º), intitulado “*Atividades ou empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental*”, que inclui “*interceptores, emissários, estação elevatória e tratamento de esgoto sanitário*” na categoria “*Serviços de utilidade*”. As ETEs devem, portanto, de acordo com esta Resolução, ser submetidas ao processo de licenciamento ambiental.

Neste sentido, como as ETEs devem ser submetidas ao licenciamento ambiental, o Artigo 3º da Resolução CONAMA Nº 237/97 assume grande importância, pois define a realização do EIA/RIMA como pré-requisito para a análise de obtenção das licenças, no caso de empreendimentos e atividades considerados efetiva ou potencialmente poluidores:

Art. 3º - A licença ambiental para empreendimentos e atividades consideradas efetiva ou potencialmente causadoras de significativa degradação do meio dependerá de prévio estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto sobre o meio ambiente (EIA/RIMA), ao qual dar-se-á publicidade, garantida a realização de audiências públicas, quando couber, de acordo com a regulamentação.

[...]

As Resoluções CONAMA Nº 001/86 e Nº 237/97 são, portanto, fundamentais para as ETEs: a primeira por definir os conteúdos e formas do EIA/RIMA, e a segunda, por estabelecer as Estações como sujeitas ao licenciamento ambiental e a realização do EIA/RIMA, instrumento do AIA, como pré-requisito para a análise de obtenção das licenças.

Como o conteúdo do EIA deve incluir, de acordo com a Resolução CONAMA Nº 001/86 a identificação, análise, acompanhamento, monitoramento e medidas mitigadoras de impactos ambientais positivos e negativos, tópicos abordados no Artigo 6º da referida Resolução, as ETEs possuem no EIA/RIMA um instrumento de grande valia para suas atividades quando de sua operação, e que pode também, portanto, auxiliar a instalação posterior de um SGA, sob os pressupostos da NBR ISO 14001:2004.

Já a Resolução CONAMA Nº 357/05 deve ser seguida pelas ETEs, uma vez que classifica os corpos d'água e estabelece padrões para lançamentos de efluentes nos mesmos, como pode ser verificado, por exemplo, em seu Artigo 34:

Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água desde que obedeçam as condições e padrões previstos neste artigo, resguardadas outras exigências cabíveis [...].

A Resolução CONAMA Nº 375/06 também deve ser observada pelas ETEs que almejem destinar os lodos de seus tratamentos para uso agrícola, pois *“define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados”*, entre outras providências.

Por esta resolução, *“para terem aplicação agrícola, os lodos gerados em sistemas de tratamento de esgotos devem ser submetidos a processo de redução de patógenos e da atratividade de vetores”* (Artigo 3º), cuja orientação se dá pelo Anexo I da própria Resolução.

Esta resolução é importante também porque deixa claro o veto à utilização de alguns resíduos do tratamento de esgoto sanitário na agricultura, como: *“resíduos de gradeamento, resíduos de desarenador, material lipídico sobrenadante de caixas de gordura e lodo de esgoto não estabilizado”* (Artigo 3º, incisos III, IV, V e VII, respectivamente).

Já a Resolução CONAMA Nº 430/2011, *“dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução CONAMA nº 357/05”* e apresenta em seu Capítulo II, Seção III, as *“condições e padrões para efluentes de sistemas de tratamento de esgotos sanitários”*. Deve também, portanto, ser cumprida pelas Estações.

Já o IBAMA, autarquia federal vinculada ao Ministério do Meio Ambiente (MMA) e criada efetivamente oito anos após a origem do SISNAMA pela Lei Nº 7735/89, possui entre suas funções o poder de polícia, a fiscalização ambiental e a proposição e edição de normas e padrões de qualidade ambiental, o que também deve ser considerado pelas ETEs (IBAMA, 2013).

Além de leis, normas e resoluções - federais, estaduais e municipais - as ETEs devem se atentar também ao Programa de Despoluição de Bacias

Hidrográficas (PRODES), da Agência Nacional de Águas (ANA), outra autarquia vinculada ao MMA e criada em 2001 pela Lei Nº 9.984/2000.

O PRODES também é conhecido como "*programa de compra de esgoto tratado*", pois paga pelo esgoto efetivamente tratado - desde que cumpridas as condições previstas em contrato (metas de remoção de carga poluidora) - em vez de financiar obras ou equipamentos (ANA, 2013).

Para participar do PRODES, as ETEs devem atender aos seguintes requisitos (ANA, 2013):

- não podem ser implantadas com recursos da União;
- devem ter capacidade inicial de tratamento de ao menos 270kg de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO - carga orgânica) por dia;
- não devem ter sido iniciadas ou devem estar em fase de construção com, no máximo, 70% do orçamento executado, e;
- devem realizar ampliações ou melhorias que possam proporcionar o aumento da capacidade e/ou da eficiência de tratamento.

O processo se inicia quando a ANA lança um edital de abertura de inscrições para, em seguida, analisar as propostas dos empreendimentos inscritos (fase de habilitação). As ETEs selecionadas são passíveis de assinar um contrato com a Agência (ANA, 2013).

Os recursos são disponibilizados pela Caixa Econômica Federal, mas somente quando as ETEs contempladas estiverem funcionando plenamente e as metas estabelecidas no contrato estiverem sendo atingidas, o que é verificado pela Agência em certificações periódicas (ANA, 2013).

Além da legislação federal, estadual e municipal vigente em território brasileiro, existem compromissos de âmbito internacional, como o Protocolo de Quioto (1997), para os quais as ETEs também podem contribuir.

O Protocolo de Quioto foi concebido a partir da preocupação com a intensificação do Efeito Estufa do planeta devido à emissão de gases, principalmente o gás carbônico (CO<sub>2</sub>), sobretudo por países desenvolvidos.

De acordo com o Protocolo, os países industrializados deveriam assumir um compromisso, com vinculação legal, de reduzir suas emissões combinadas de Gases de Efeito Estufa (GEEs) em pelo menos 5% em relação aos níveis de 1990 até o período entre 2008 e 2012 (PROTOCOLO DE QUIOTO, 1997).

O Protocolo não estabelece metas de redução de GEEs para o Brasil. Entretanto, segundo o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) (2014), o documento foi assinado pelo país em 1998, tendo entrado em vigor somente em 2005.

Em seu Artigo 12, o Protocolo institui o chamado Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), cujo objetivo é auxiliar os países a cumprirem as metas estabelecidas pelo documento.

Assim define o MDL:

O objetivo do mecanismo de desenvolvimento limpo deve ser assistir às Partes não incluídas no Anexo I para que atinjam o desenvolvimento sustentável e contribuam para o objetivo final da Convenção, e assistir às Partes incluídas no Anexo I para que cumpram seus compromissos quantificados de limitação e redução de emissões [...].

As “partes incluídas no Anexo I” às quais se refere o documento são os países que possuem metas de redução de emissão de GEEs; já as “partes não incluídas no Anexo I”, são os países que não possuem tais metas.

Assim, o protocolo estabelece que, “sob o mecanismo de desenvolvimento limpo”:

- (a) As Partes não incluídas no Anexo I beneficiar-se-ão de atividades de projetos que resultem em reduções certificadas de emissões; e
- (b) As Partes incluídas no Anexo I podem utilizar as reduções certificadas de emissões, resultantes de tais atividades de projetos, para contribuir com o cumprimento de parte de seus compromissos quantificados de limitação e redução de emissões, assumidos no Artigo 3 [...].

Na prática, isto significa, segundo o *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC) (2014), que projetos de redução de emissões em países em desenvolvimento possam ganhar por meio do MDL os chamados créditos de Redução Certificada de Emissões (RCEs), cada um equivalente a uma tonelada de CO<sub>2</sub> reduzida. Estes RCEs podem então ser negociados e vendidos para países industrializados, permitindo-lhes alcançar uma parte de suas metas de redução de emissões no âmbito do Protocolo de Quioto.

Este mecanismo estimula o desenvolvimento sustentável e a redução de emissões, pois oferece certa flexibilidade aos países industrializados em como atingir suas metas de redução de emissões (UNFCCC, 2014).

Neste sentido, como há geração de GEEs em ETEs, principalmente advindos do tratamento anaeróbio, estas também podem desenvolver projetos de MDL, obedecendo as regras da Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima (CIMGC), formada por representantes de 10 Ministérios e da Casa Civil da Presidência da República, que é a Autoridade Nacional Designada (AND) no Brasil para aprovação de projetos no âmbito do MDL, segundo o MCTI (2014). Assim, as ETEs podem lucrar com a venda de RCEs e os compradores dos créditos podem atingir com maior facilidade suas metas de redução.

### **3.3 Etapas, insumos e saídas dos tratamentos de esgoto sanitário**

O Sistema de Saneamento Básico (ou Ambiental, como tem sido chamado, de maneira mais sistêmica), engloba uma série de sub-sistemas.

Estes sub-sistemas são, de acordo com a Política Nacional de Saneamento Básico (Lei Nº 11445/2007), artigo segundo, parágrafo terceiro: *“abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente”*.

No mesmo artigo, parágrafo quarto, a Lei também trata como *“princípios fundamentais do saneamento básico os serviços de drenagem e de manejo das águas pluviais, que devem estar disponíveis em todas as áreas urbanas”*.

No que se refere ao esgoto sanitário, Jordão e Pessôa (2011) apontam que, para efeito didático, os processos de tratamento (físicos, químicos e biológicos) podem ser classificados de duas maneiras: em função do material removido ou da transformação das características do esgoto sanitário, e também de acordo com o grau de eficiência obtido por um ou mais dispositivos de tratamento.

Segundo Jordão e Pessôa (2011), as unidades de tratamento podem ser classificadas de acordo com a remoção de:

- sólidos grosseiros: crivos, grades, peneiras e desintegradores;
- sólidos sedimentáveis: caixas de areia, centrifugadores e decantadores;
- óleos, graxas e sólidos flutuantes: tanques de retenção de gordura (caixas de gordura), tanques de flotação (flotadores por ar dissolvido) e decantadores com removedores de espuma;

- material miúdo em suspensão: tanques de flotação, tanques de precipitação química e filtros de areia;
- substâncias orgânicas dissolvidas, semidissolvidas e finamente particuladas: irrigação de grandes superfícies de terreno, campos de nitrificação com finalidade agrícola, campos de nitrificação sem finalidade agrícola, filtros biológicos, lagoas de estabilização, tanques de lodos ativados (de operação contínua ou por batelada), valos de oxidação, sistema de aeração prolongada, reatores anaeróbios de fluxo ascendente (reatores UASB) e tanques sépticos;
- odores: adsorção, agentes desodorizantes (processos físicos), oxidação química, torres de lavagem de gases - “*scrubbing*” (processos químicos) e passagem por leitos percoladores e de turfa (processos biológicos);
- controle de doenças de veiculação hídrica: cloração com gás cloro (e também com dióxido de cloro, hipoclorito de sódio, etc.), ozonização, irradiação (raios ultravioleta) e lagoa de maturação.

Quanto à eficiência, de acordo com Jordão e Pessoa (2011), as instalações de tratamento são classificadas em função da redução de sólidos em suspensão e da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) ou Demanda Química de Oxigênio (DQO) provenientes da eficiência de uma ou mais unidades de tratamento. Podem ser classificadas, portanto, de acordo com os referidos autores, em: Tratamento Preliminar, Primário, Secundário e Terciário. Jordão e Pessoa (2011) assim descrevem os procedimentos em cada etapa de tratamento:

No Tratamento Preliminar, há a remoção de sólidos grosseiros, gorduras e areia;

No Tratamento Primário, ocorrem processos como: sedimentação, flotação, sistemas anaeróbios (lagoa anaeróbia, tanque séptico, tanque Imhoff, reatores UASB), digestão e secagem do lodo;

No Tratamento Secundário são realizados a filtração biológica, processos de lodos ativados e lagoas de estabilização aeróbia (facultativa, aerada);

Já no Tratamento Terciário, são realizados processos de remoção de organismos patogênicos, nutrientes e tratamento avançado, este constituído por filtração final, absorção por carvão e membranas.

Todas estas etapas de tratamento realizadas nas ETEs necessitam de insumos e geram resíduos e/ou rejeitos em seus processos. Logo, as gerências e todas as equipes das ETEs precisam dedicar especial atenção a estes aspectos, de

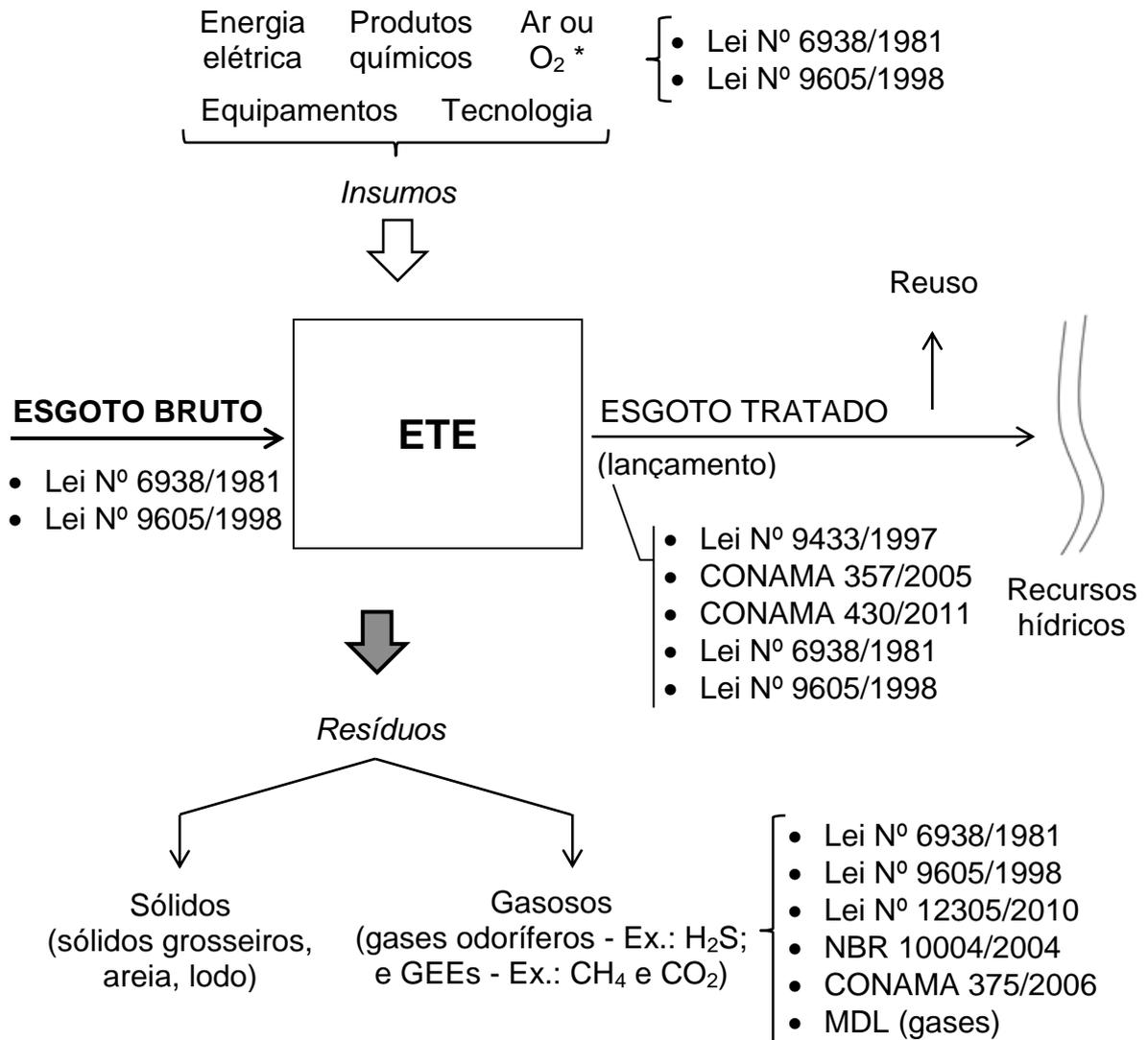
maneira que os esforços ultrapassem a “simples” remoção destes resíduos e rejeitos para aterros sanitários ou queimadores de gases.

Em termos de SGA com base na NBR ISO 14001:2004, é de fundamental importância, por exemplo, que se tenha conhecimento da legislação relacionada a todas as etapas, desde a chegada de esgoto bruto e utilização de insumos até a saída de esgoto tratado e geração de resíduos e rejeitos, de maneira a se evitar impactos ambientais negativos, como foi destacado em seção deste trabalho.

Analisando-se os diferentes mecanismos de tratamento de esgoto sanitário, pode-se dizer que, além de pessoas qualificadas às diversas funções, os insumos necessários são de modo geral: energia elétrica, produtos químicos, ar comprimido ou  $O_2$  (no caso da utilização de flutuadores e processo aeróbio), equipamentos e tecnologia. Já os resíduos produzidos são de modo geral: os rejeitos sólidos provenientes dos gradeamentos finos e grossos e dos desaneradores, lodo e gases, em particular, o biogás (gases metano e carbônico, e outros em menor quantidade), e gases de odor ruim, como o gás sulfídrico ( $H_2S$ ) e a amônia ( $NH_3$ ), entre outros, originados de atividades biológicas bacterianas (Figura 1).

Além da legislação de âmbito federal retratada na Figura 1, é imprescindível também que sejam cumpridas as Normas de saúde e segurança do trabalho, do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), para o adequado desempenho de funções dos trabalhadores das Estações. Outras normas relacionadas à saúde e segurança do trabalho também podem ser utilizadas para este fim, como a OHSAS 18001:2007 (Sistema de gestão de segurança e saúde ocupacional - Requisitos), compatível inclusive com a NBR ISO 14001:2004.

**Figura 1** - Insumos, resíduos e legislação de âmbito federal aplicada às ETEs.



**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013). \* Utilizados em flotação e processos aeróbios.

Outra questão importante é o fato de que, para cada tecnologia utilizada nas ETEs, haverá necessidades diferentes para a instalação de SGAs. Como exemplo, podem-se citar alguns aspectos que devem ser considerados em três tipos de tratamento de esgoto sanitário muito conhecidos no Brasil: lodos ativados, lagoas de estabilização aeróbia (aerada, facultativa) e reatores UASB (Quadro1).

**Quadro 1** - Aspectos que devem ser considerados nos processos de lodos ativados, lagoas de estabilização aeróbia (aerada, facultativa) e reatores UASB.

| Tratamento   | Aspectos importantes  |
|--|---|
| <b>Lodos ativados</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- gasto de energia elétrica (aeração com ar difuso ou O<sub>2</sub> puro);</li> <li>- aerossóis contendo microorganismos durante o processo de aeração;</li> <li>- volume de lodo em excesso produzido;</li> <li>- produção de espuma e gases odoríferos.</li> </ul>                                     |
| <b>Lagoas de estabilização aeróbia (aerada, facultativa)</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- volume de lodo produzido;</li> <li>- remoção de lodo;</li> <li>- contaminação do solo;</li> <li>- produção de GEEs (Ex.: CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub>).</li> </ul>  |
| <b>Reatores UASB</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- produção de gases odoríferos (Ex.: H<sub>2</sub>S);</li> <li>- produção de GEEs (Ex.: CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub>);</li> <li>- possibilidade de explosão devido ao CH<sub>4</sub>;</li> <li>- presença de sólidos grosseiros, areia e espuma;</li> <li>- corrosão interna dos reatores;</li> </ul> |

**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013). Com base em Jordão e Pessôa (2011).

O processo de lodos ativados será o que gastará mais energia elétrica entre os exemplos citados, já que há a necessidade do funcionamento de equipamentos específicos destinados à aeração com aeradores mecânicos, ar difuso ou O<sub>2</sub> puro.

No caso de Lagoas de estabilização aeróbia (aerada, facultativa), a questão que talvez exija mais atenção é a remoção de lodo do leito, uma vez que quanto maior o volume de lodo, menor a eficiência do processo.

Quanto aos reatores UASB, certamente a produção de gases odoríferos, como o H<sub>2</sub>S, e de GEEs, como o CH<sub>4</sub>, serão aspectos que exigirão cautela por parte das equipes das ETEs.

### 3.4 Breve histórico da atividade de normalização

A atividade de normalização internacional começou no início do século XX, com a criação da *International Electrotechnical Commission* (IEC) (CAJAZEIRA e BARBIERI, 2004).

A criação da IEC em 1906, em Londres (Inglaterra), ocorreu dois anos após a realização do Congresso Internacional de Elétrica, em St. Louis, EUA. Na

ocasião, os delegados do evento chegaram à conclusão de que seria importante a nomeação de uma comissão representativa para tratar de assuntos como a padronização da nomenclatura e a classificação de maquinários e aparelhos elétricos, a fim de assegurar a cooperação das sociedades técnicas por todo o mundo (IEC, 2013).

Deste modo, a IEC, responsável pela adoção de termos como o Hertz (1930), é uma das organizações mais antigas de padronização internacional, cujas atividades estão voltadas à produção de “normas internacionais e à avaliação da conformidade para todas as tecnologias elétricas, eletrônicas e afins”. A IEC está organizada em Comitês Técnicos (TCs), em um total de 95 comitês (IEC, 2013). Alguns exemplos são: TC 1- Terminologia, TC 13 - Medição e controle de energia elétrica, TC 34 - Lâmpadas e equipamentos relacionados e o TC 35 - Pilhas e baterias, entre outros.

Ao todo são cinco escritórios, sendo um deles localizado em São Paulo-SP, e 82 países membros. O primeiro escritório central da IEC localizava-se em Londres, mas foi transferido em 1948 para Genebra, na Suíça, onde permanece até os dias atuais (IEC, 2013).

Na década de 1940, embora tenha tido atividades reduzidas por conta da Segunda Guerra Mundial (cujo término se deu em 1945), a IEC era amplamente reconhecida como um órgão importante à normalização internacional e necessitava ampliar seus membros e relações. A transferência de seu escritório central para Genebra relaciona-se, portanto, ao surgimento naquele local de várias agências da Organização das Nações Unidas (ONU) e, em 1947, de outra organização: a ISO (*International Organization for Standardization*) ou Organização Internacional para Padronização (IEC, 2013).

A ISO estruturou-se de maneira muito semelhante à IEC, adotando um processo baseado no consenso aberto, democrático e voluntário, desenvolvido e aperfeiçoado pela IEC ao longo de muitos anos. Até hoje, os procedimentos para o trabalho técnico em ambas as organizações são praticamente idênticos, abrangidos pelas directivas conjuntas ISO/IEC (IEC, 2013), a exemplo do ISO/IEC JPC 2 (*Joint Project Committee 2*) e do ISO/IEC JTC 1 (*Joint Technical Committee 1*).

Além da IEC e da ISO, existem outras organizações de padronização muito conhecidas no mundo. Uma destas, cujas atividades são relativamente recentes (desde 1993) é a FSC (*Forest Stewardship Council*) - em português,

“Conselho de Manejo Florestal” -, criada “em resposta às preocupações sobre o desmatamento global e o destino das florestas mundiais” (FSC, 2013).

A FSC possui um escritório central em Bonn, na Alemanha, quatro regionais (África, Ásia, Europa e América Latina) e vários escritórios nacionais por todo o mundo, sendo que o do Brasil localiza-se em São Paulo-SP. É uma associação civil, governada por seus membros, que podem ser individuais (pessoa física) ou organizacionais (pessoa jurídica), como Organizações Não-Governamentais (ONGs) ambientais e sociais, comerciantes de madeira, organizações de povos indígenas, pequenos produtores, grupos comunitários, entre outros (FSC, 2013).

A própria FSC acredita seus organismos de certificação para a emissão de certificados para manejo florestal, cadeia de custódia e madeira controlada, que passam anualmente por auditorias internas (escritório) e externas (campo), realizadas pela ASI (*Accreditation Services International*) (FSC, 2013).

Estes organismos certificadores da FSC devem atender aos requisitos da ISO/IEC *Guide* 65: 1996 (Requisitos gerais para organismos que operam certificação de sistemas de produtos (E)), o que demonstra a influência e a importância da ISO e da IEC mesmo em outras organizações relacionadas à certificação de produtos e processos (FSC, 2013).

### **3.4.1 A *International Organization for Standardization* (ISO)**

Na década de 1940 havia uma grande preocupação mundial quanto à padronização de normas industriais, pois diretrizes que fossem comuns aos vários países poderiam facilitar as trocas comerciais internacionais de produtos e serviços.

Nas palavras da própria ISO, havia uma necessidade de “facilitar a coordenação internacional e a unificação de padrões internacionais” (ISO, 2013).

Assim, em 1946, 65 delegados de 25 países se reuniram no Instituto de Engenharia Civil em Londres para discutir o futuro da padronização internacional e decidiram criar uma organização internacional que cuidasse do assunto (ISO, 2013).

Originou-se então a ISO, organização não-governamental e sem fins lucrativos - assim como a IEC -, que iniciou oficialmente suas atividades em fevereiro de 1947 com 67 Comitês Técnicos (*Technical Committees* - TC) - grupos de

especialistas com foco em assuntos específicos - e que se estabeleceu em Genebra, Suíça (ISO, 2013).

A ISO é resultante da união de duas organizações: a ISA (*International Federation of the National Standardizing Associations*), fundada em Nova York em 1926 e administrada pela Suíça; e a UNSCC (*United Nations Standards Coordinating Committee*), que surgiu em 1944 e que era administrada pela IEC em Londres (ISO, 1997).

Pode-se dizer que, de certa forma, a ISA e a UNSCC sempre estiveram vinculadas à IEC já que, segundo a ISO (1997), o engenheiro britânico Charles Le Maistre, considerado o “pai da normalização”, e que era ligado à IEC desde a sua fundação em 1906, foi quem iniciou uma série de encontros para a fundação da ISA e se tornou também posteriormente o secretário geral da UNSCC.

Historicamente, a ISO esteve direcionada ao desenvolvimento de normas técnicas que padronizassem, por exemplo, tamanhos de roscas e parafusos, sensibilidade de filmes fotográficos e formatos de folhas de papel (MORRISON et al., 2000).

Isto não impediu, contudo, que a ISO lançasse normas relacionadas ao meio ambiente. Assim, em 1971 foram criados os dois primeiros Comitês Técnicos na área ambiental: o de “Qualidade do ar” e o de “Qualidade da água”; e em 1985, o de “Qualidade do solo” (ISO, 2013).

No que se refere às normas gerenciais, até o início da década de 1980, não havia uma preocupação da ISO neste sentido (MORRISON et al., 2000). Pode-se dizer que a necessidade da elaboração de normas voltadas à gestão surgiu após a criação de uma norma de gestão da qualidade em 1979, a BS 5750, pela *British Standard Institution* (BSI), um instituto britânico de normalização (CAJAZEIRA e BARBIERI, 2004).

Isto porque vários países seguiram o exemplo do instituto inglês e também criaram suas respectivas normas de gestão da qualidade, o que resultava não somente em custos adicionais para as exportadoras adequarem um mesmo produto a diferentes normas, como também em problemas para a circulação de produtos e serviços e na possibilidade da existência de barreiras técnicas ao comércio (CAJAZEIRA e BARBIERI, 2004).

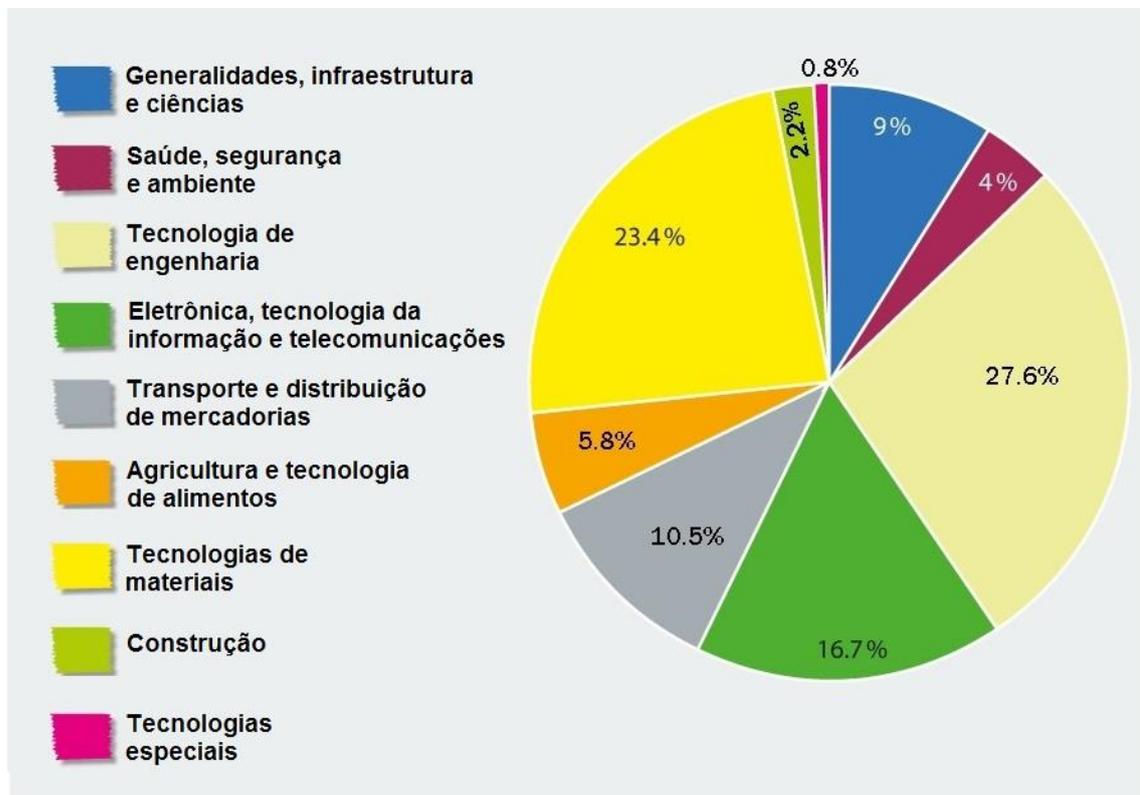
Como as exportações são realizadas em espaço internacional, a harmonização comercial de produtos e serviços pode acontecer somente mediante

normas voluntárias, pois não há como tornar obrigatório o seu uso aos vários países. Em busca de uma solução internacional, a ISO criou então, em 1986, um comitê específico para este assunto, o Comitê Técnico 176 (TC 176), que trataria da “Gestão da qualidade”, e lançou no ano seguinte sua primeira norma nesta área, a ISO 9001 (da série de normas NBR ISO 9000) (CAJAZEIRA e BARBIERI, 2004).

Posteriormente, em 1996, a ISO voltou a enfatizar a questão ambiental e lançou a ISO 14001 (Sistemas de Gestão Ambiental), que fornece subsídios para que companhias e organizações possam identificar e controlar seus respectivos impactos ambientais, de maneira a melhorar constantemente o seu desempenho ambiental. (ISO, 2013).

De acordo com a ISO (2013), atualmente, suas normas abrangem quase todos os setores de tecnologia e negócios (Figura 2), e até 2012 a ISO possuía 164 países membros (incluindo o Brasil, que é representado na Organização pela ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas) e mais de 19500 normas elaboradas.

**Figura 2** - Composição das normas ISO no final de 2011.



**Fonte:** ISO (2013). Disponível em: [http://www.iso.org/iso/home/about/the\\_iso\\_story.htm#21](http://www.iso.org/iso/home/about/the_iso_story.htm#21). Acesso em: 1 jun 2013.

De acordo com a Figura 2, há ainda hoje na ISO grande prevalência de normas voltadas principalmente a “Tecnologias de engenharia” e “Tecnologias de materiais”. As normas direcionadas a assuntos estritamente ambientais não chegam 4% do total, já que estão em uma categoria em que foram contabilizadas também as normas de saúde e segurança.

No entanto, esta atenção maior da ISO dedicada à criação de normas gerenciais de qualidade e ambientais, mesmo que em números comparativamente reduzidos, é importante porque, como afirma Morrison et al. (2000), demonstra uma certa “mudança de foco organizacional da ISO, de normas técnicas da engenharia para normas que possuem grande impacto na sociedade e em políticas públicas”.

Pode-se dizer, com uma simples análise dos acontecimentos na história da ISO e na dos movimentos ambientalistas, que a ISO também foi influenciada pelas preocupações crescentes quanto às questões ambientais. O próprio surgimento do Comitê Técnico 207 (TC 207) e de sua norma NBR ISO 14001:2004 ocorreram logo após a Rio - 92, o que é confirmado pela ISO (2009), segundo a qual:

“[...] O TC 207 foi criado em 1993, como resultado do compromisso da ISO em responder ao complexo desafio de ‘desenvolvimento sustentável’, articulado na Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1992, no Rio de Janeiro” (ISO, 2009).

É necessário, no entanto, que esta ênfase aumente e que seja dada a devida atenção para as críticas quanto às normas ambientais, a exemplo do que ocorre com a NBR ISO 14001:2004.

#### **3.4.1.1 O Comitê Técnico 207 (TC 207)**

No final da década de 1980, após o sucesso com sua norma de gestão da qualidade (BS 5750), a BSI iniciou a criação de outra norma, desta vez, voltada a Sistemas de Gestão Ambiental. Trata-se da norma BS 7750, lançada em 1992, e que gerou o mesmo fenômeno da norma anterior: vários países seguiram o exemplo da BSI e criaram suas respectivas normas sobre o assunto, o que gerou novamente restrições ao comércio internacional (CAJAZEIRA e BARBIERI, 2004).

Novamente a ISO interveio e, também em 1992, criou um grupo de assessoria para cuidar do assunto, o *Strategic Advisory Group on the Environment* (SAGE). O SAGE recomendou então a criação de um Comitê Técnico específico para a elaboração de normas de gestão ambiental pela ISO, o Comitê Técnico 207 (TC 207) (CAJAZEIRA e BARBIERI, 2004).

Assim como os outros comitês da ISO, o TC 207 está organizado em vários grupos, que dividem o trabalho de elaboração das normas: Subcomitês (SCs) e Grupos de Trabalho (GTs).

Pode-se dizer, portanto, que a Inglaterra foi a precursora dos Sistemas de Gestão Ambiental normalizados, com a elaboração da BS-7750, que previa tanto a implantação de um SGA como a certificação por parte de empresas de qualquer tamanho e ramo de atividade. Tal fato se reflete na própria estrutura do TC 207, em que as normas referentes ao SGA estão sob a responsabilidade de um subcomitê coordenado pela Inglaterra.

No Brasil, a ABNT possui um comitê para realizar discussões e organizar sugestões de instituições brasileiras para a formulação das normas da série ISO 14000 - o Comitê Brasileiro de Gestão Ambiental 38 (CB - 38), criado em abril de 1999 e cuja estrutura se assemelha ao TC 207 e seus subcomitês (ABNT, 2013).

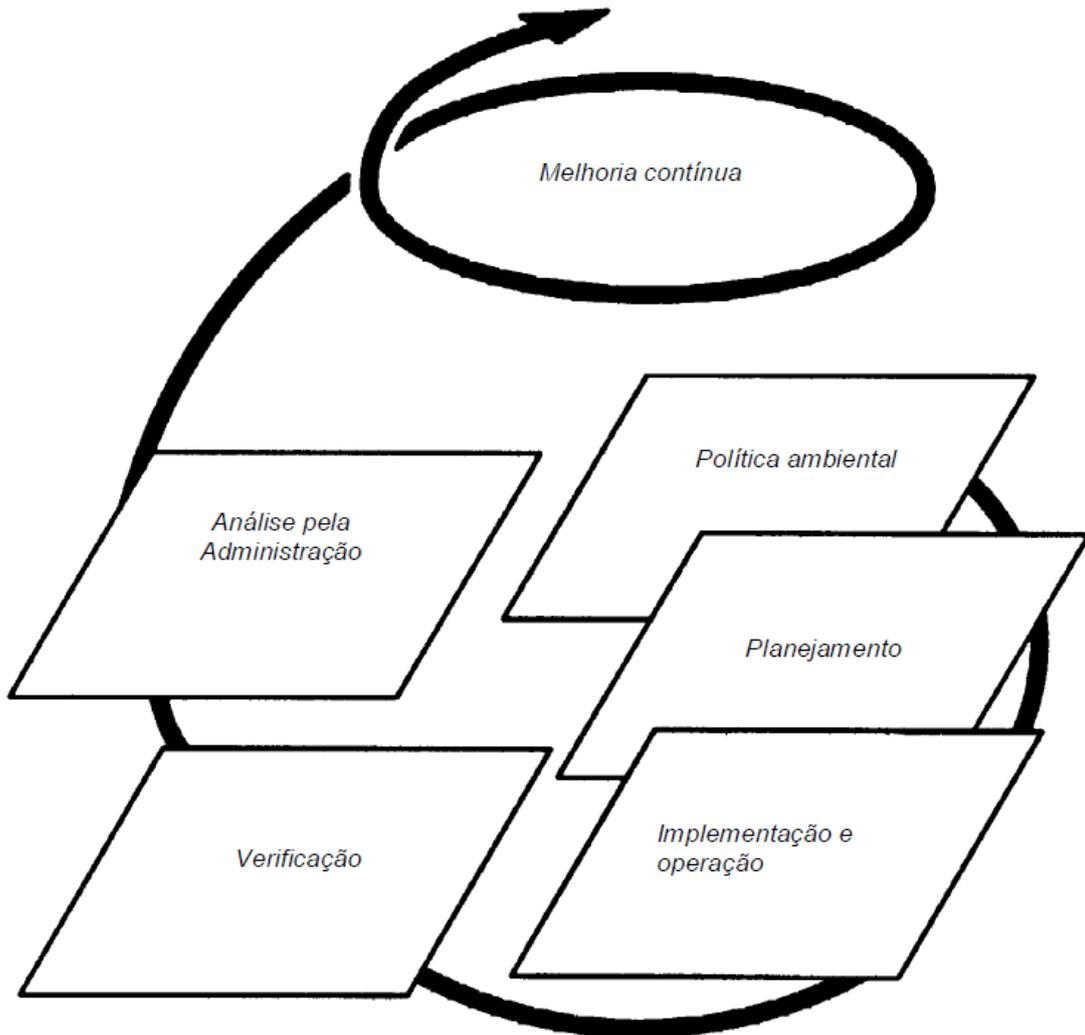
Após passarem por uma tradução pela ABNT, as normas ISO recebem o prefixo “NBR”. No caso das normas da série ISO 14000, além da abordagem de SGA, as normas também tratam das diretrizes para rótulos e declarações ambientais, avaliação do desempenho ambiental, análise do ciclo de vida, entre outros.

#### **3.4.1.2 A NBR ISO 14001:2004 (Sistema de Gestão Ambiental)**

Em sua Introdução, entre outros temas, a NBR ISO 14001:2004 aborda a pretensão de que seja aplicada a “todos os tipos e portes de organizações e para adequar-se a diferentes condições geográficas, culturais e sociais”, bem como a importância do comprometimento de todos os envolvidos com o SGA, desde a alta administração, para que haja a adequada implantação e manutenção do sistema.

Ainda neste tópic, é abordada a finalidade da norma, que “é equilibrar a proteção ambiental e a prevenção da poluição com as necessidades socioeconômicas”, e o fato de que a NBR ISO 14001:2004 baseia-se na metodologia PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) (Figura 3), de modo que haja busca constante de melhorias no SGA, ou seja, a melhoria contínua do sistema.

**Figura 3** - Base da abordagem da NBR ISO 14001:2004.



**Fonte:** NBR ISO 14001:2004.

A norma assim define resumidamente a metodologia PDCA:

- Planejar (*Plan*): estabelecer os objetivos e processos necessários para atingir os resultados em concordância com a política ambiental da organização;
- Executar (*Do*): implementar os processos;

- Verificar (*Check*): monitorar e medir os processos em conformidade com a política ambiental, objetivos, metas, requisitos legais e outros e relatar os resultados;
- Agir (*Act*): agir para continuamente melhorar o desempenho do SGA.

Além do “Prefácio” e “Introdução”, a NBR ISO 14001:2004 está organizada em quatro seções e dois anexos:

- Objetivo;
- Referências normativas;
- Termos e definições;
- Requisitos do Sistema de Gestão Ambiental;
- “Anexo A”, com orientações para uso, cujos números das subseções são correlatos aos das subseções da seção quatro para facilitar o uso da norma;
- “Anexo B”, que aborda a correspondência entre a NBR ISO 14001:2004 e a NBR ISO 9001:2000.

Após a seção “Objetivo”, segundo o qual a norma “especifica os requisitos relativos a um SGA [...], e aplica-se a aspectos ambientais que a organização identifica como aqueles que possa controlar e aqueles que possa influenciar”, há a seção “Referências normativas” que, segundo a norma, foi incluída na versão de 2004 apenas para “manter a numeração das seções idêntica à da edição anterior” (a de 1996).

As demais seções, a de número três, que elenca termos e definições, e a de número quatro, que descreve os requisitos necessários à implantação de um SGA, são fundamentais.

Algumas definições são importantes para a compreensão da norma, como: melhoria contínua (3.2), ação corretiva (3.3), meio ambiente (3.5), aspecto ambiental (3.6), impacto ambiental (3.7), SGA (3.8), objetivo ambiental (3.9), desempenho ambiental (3.10), Política ambiental (3.11), meta ambiental (3.12), auditoria interna (3.14) e não-conformidade(3.15).

Especial atenção deve ser dada à definição de meio ambiente pela NBR ISO 14001:2004, fator imprescindível para a condução das atividades no âmbito da norma. Assim, segundo a norma, meio ambiente é:

Circunvizinhança em que uma organização opera, incluindo-se ar, água, solo, recursos naturais, flora, fauna, seres humanos e suas inter-relações.  
NOTA: neste contexto, circunvizinhança estende-se do interior de uma organização para o sistema global.

Outra definição que assume importância para este termo é, “circunvizinhança”, já que considera o interior de uma organização e sua extensão para o sistema global, e não somente a região externa mais próxima à ETE.

Torna-se claro, portanto, que “meio ambiente” para a norma, considera os fatores relacionados na definição do termo - ar, água, solo, recursos naturais, flora, fauna, seres humanos e suas inter-relações -, do interior de uma organização para o ecossistema global.

Os Requisitos do SGA, na seção quatro da norma, estão organizados em seis subseções:

- 4.1 Requisitos gerais
- 4.2 Política ambiental
- 4.3 Planejamento
- 4.4 Implementação e operação
- 4.5 Verificação
- 4.6 Análise pela administração

Os Requisitos gerais versam sobre o dever das organizações de estabelecer um SGA em conformidade com os requisitos da norma, de determinar como estes requisitos serão atendidos e de definir e documentar o escopo do sistema.

Na subseção “Política ambiental”, são destacadas as características que a política deve possuir dentro do escopo definido para a instalação do SGA. Assim, a Política ambiental deve:

- a) ser apropriada à natureza, escala e impactos ambientais de suas atividades, produtos e serviços;
- b) incluir o comprometimento com a melhoria contínua e com a prevenção de poluição;
- c) incluir o comprometimento em atender aos requisitos legais aplicáveis e outros requisitos subscritos pela organização que se relacionem a seus aspectos ambientais;
- d) fornecer estrutura ao estabelecimento e análise dos objetivos e metas ambientais;
- e) ser documentada, implementada e mantida;
- f) ser comunicada a todos que trabalhem na organização ou que atuem em seu nome, e

g) estar disponível para o público.

A subseção “Planejamento” possui três itens: Aspectos ambientais, Requisitos legais e Outros e objetivos, metas e programa(s).

O item “Aspectos ambientais” orienta as organizações a estabelecerem procedimentos para identificar em suas atividades, produtos e serviços, aspectos ambientais que possam controlar e influenciar, e a determinarem quais são significativos.

É destacada também a importância da documentação e atualização destas informações, bem como o dever das organizações de assegurar que os aspectos ambientais significativos sejam considerados em seus respectivos SGAs.

O item “Requisitos legais e outros” demonstra a ênfase da norma em relação ao cumprimento de leis, normas, resoluções e quaisquer outros requisitos subscritos pelas organizações, necessários aos seus bons funcionamentos e que estejam envolvidos com os aspectos ambientais identificados.

Assim, de acordo com este item, as organizações devem estabelecer procedimentos para identificar, ter acesso e determinar como estes requisitos se aplicam aos aspectos ambientais identificados, devendo considera-los “no estabelecimento, implementação e manutenção do SGA”.

O item “Objetivos, metas e programa(s)” destaca que estes devem ser mensuráveis quando exequível e coerentes com a política ambiental, de maneira a considerar os aspectos ambientais significativos e a incluir comprometimentos com a prevenção da poluição, com o atendimento aos requisitos legais e outros requisitos e com a melhoria contínua.

Há que se ressaltar, todavia, a diferença entre objetivos e metas sob a perspectiva da NBR ISO 14001:2004, o que pode ser compreendido pelos exemplos abaixo, evidenciados por La Rovere et al. (2002), em que são retratados também a indicadores que podem ser utilizados:

- Objetivo 1: Economizar energia elétrica utilizada para acionamento de equipamentos de aeração.

Meta 1: Alcançar uma redução de 15% em dois anos.

Indicador: quantidade de eletricidade utilizada por m<sup>3</sup> de esgoto tratado no tanque de aeração.

- Objetivo 2: Economizar energia elétrica utilizada para acionamento de equipamentos de bombeamento

Meta 2: Alcançar uma redução de 10% em relação ao ano anterior.

Indicador: quantidade de eletricidade utilizada por m<sup>3</sup> de esgoto bombeado.

Percebe-se, portanto, que sob a perspectiva da NBR ISO 14001:2004, os objetivos são princípios mais genéricos que se pretende atingir; já as metas, são quantificáveis e estabelecidas em cronograma para execução.

Outro aspecto de grande importância neste item são a consideração da “visão das partes interessadas” para a definição de objetivos e metas e o estabelecimento de programas para alcançá-los, para os quais deve haver a atribuição de responsabilidades, meios para que sejam realizados e também prazos nos quais devem ser atingidos.

A próxima subseção, “Implementação e operação”, versa sobre a instalação do SGA no escopo previamente definido e é constituída por sete itens.

O primeiro destes é a definição de “Recursos, funções, responsabilidades e autoridades” para a implementação, manutenção e melhoria do SGA, em que os recursos “essenciais” que devem ser assegurados pelas organizações são: recursos humanos, financeiros, habilidades especializadas, infraestrutura organizacional e tecnologia.

De acordo com a norma, as funções, responsabilidades e autoridades definidas devem ser documentadas e comunicadas a todos, para facilitar a condução do SGA estabelecido.

O item seguinte, “Competência, treinamento e conscientização”, aborda a questão da formação dos recursos humanos das organizações por meio de treinamentos, que devem possibilitar aos funcionários a percepção da importância de estar em conformidade com a Política Ambiental estabelecida e com os requisitos de um SGA, de modo a evitar possíveis impactos ambientais associados às atividades que desempenham.

Este item demonstra, portanto, a importância da inclusão e da realização de cursos e treinamentos por todos os funcionários envolvidos para o adequado funcionamento de um SGA.

O acesso à informação por todas as pessoas envolvidas na instalação e manutenção de um SGA em uma organização é muito importante. Por isso, no próximo item, a NBR ISO 14001:2004 enfatiza, dando destaque ao acesso a informações sobre os aspectos ambientais identificados e ações do SGA como um

todo, que deve haver procedimentos de “comunicação interna entre os vários níveis e funções da organização”.

Em seu “Anexo A”, a norma cita alguns exemplos de métodos para que ocorra esta comunicação, como: reuniões regulares de grupos de trabalho, boletins informativos, quadros de aviso e intranet.

Além disso, este item aborda a importância do recebimento, documentação e resposta a comunicações provenientes de partes interessadas externas e também a necessidade do estabelecimento de métodos para comunicar a estas partes interessadas os aspectos ambientais significativos identificados, caso seja esta a decisão da organização em questão.

No Anexo A, são sugeridos também alguns mecanismos para a realização desta comunicação externa, como: relatórios anuais, boletins informativos, páginas na Internet e reuniões com a comunidade.

Em todas as seções da NBR ISO 14001:2004, a documentação e registro de ações pelas organizações que possuam um SGA são consideradas. Por isto, o próximo item refere-se à “Documentação” do processo.

A norma aponta em seu Anexo A, item A.4.4, algumas questões que devem ser consideradas para se decidir quais procedimentos serão documentados. Entre estas, destacam-se as vantagens de se diminuir os riscos de ambiguidades e desvios e a capacidade de demonstração e visibilidade.

Entre os documentos exigidos pela norma neste item estão: aquele em que se exponha a política, objetivos e metas ambientais da organização; a descrição do escopo do SGA e documentos, incluindo-se registros, considerados necessários para assegurar o planejamento, operação e o controle eficazes dos processos associados aos aspectos ambientais significativos.

Neste sentido, assume grande relevância também os documentos que se refiram à realização de Análise Ambiental Inicial, proposta pela NBR ISO 14004:2005 e objeto de estudo desta pesquisa.

Outros exemplos de documentos citados pelo item A.4.4 que podem ser obtidos são: informações sobre os aspectos ambientais significativos, procedimentos, organogramas, registros, entre outros.

Há ainda um requisito específico ao controle de documentos, intitulado “Controle de documentos”, cujo objetivo, segundo o item A.4.5 do “Anexo A” da

norma, é assegurar que as organizações criem e mantenham documentos de maneira adequada à implementação do SGA.

Entre as várias exigências da norma neste sentido, destacam-se a preocupação com a legibilidade e identificação dos documentos, além da “prevenção da utilização não intencional de documentos obsoletos e a utilização de identificação adequada nestes, se forem retidos para quaisquer fins”.

O próximo item, “Controle operacional”, refere-se ao controle de operações associadas aos aspectos ambientais significativos identificados, de acordo a Política Ambiental, objetivos e metas ambientais estabelecidos. Este item inclui a “determinação de critérios operacionais no(s) procedimento(s)” e “a comunicação de procedimentos e requisitos pertinentes a fornecedores, incluindo-se prestadores de serviço”.

O último item abordado na etapa de “Implementação e operação” é a “Preparação e resposta a emergências”, em que é enfatizado o dever das organizações de “identificar potenciais situações de emergência e potenciais acidentes que possam ter impacto(s) sobre o meio ambiente”, e de definir a maneira pela qual as organizações responderão a estes.

A próxima subseção da norma refere-se à etapa de Verificação. Esta, por sua vez, é integrada por cinco itens.

O primeiro destes é o de “Monitoramento e medição” das operações realizadas nas organizações, que possam causar impactos ambientais significativos. A documentação de informações é destacada neste item, assim como o dever das organizações em assegurar a manutenção adequada de equipamentos destinados a este monitoramento e medição.

O próximo item da etapa de “Verificação” é a “Avaliação do atendimento a requisitos legais e outros”, que estabelece que as organizações devem possuir procedimentos para avaliação periódica do atendimento a requisitos legais aplicáveis e outros, bem como manter os registros pertinentes.

Em seguida, o item “Não-conformidade, ação corretiva e ação preventiva” estabelece que as organizações devem possuir procedimentos para identificar e corrigir não-conformidades, investigar suas origens, aplicar ações para evitar suas ocorrências e analisar a eficácia de tais ações, devendo os resultados das ações corretivas e preventivas ser registrados.

Além do requisito específico para o controle de documentos na etapa de “Implementação e operação”, a NBR ISO 14001:2004 possui requisito que também para o controle de registros, intitulado “Controle de registros”, estes definidos pela norma como “tipos especiais de documentos”.

De acordo com a norma, todos os documentos requeridos pelo SGA implantado e pela própria norma devem ser controlados, inclusive os registros. O controle de registros é importante para a demonstração de resultados e conformidade com os requisitos da norma, de maneira que deve haver procedimentos de rastreamento e descarte de registros.

Já o item “Auditoria interna”, destina-se a analisar se o SGA está em conformidade com as ações pré-estabelecidas e com os requisitos da norma. Este procedimento deve ser realizado levando-se em consideração os resultados de auditorias anteriores, por funcionários das próprias organizações e sob a perspectiva da imparcialidade.

A última etapa de um SGA é a “Análise pela administração”, em que a alta administração de uma organização deve analisar o SGA periodicamente para avaliar a necessidade de melhorias e alterações no sistema, incluindo-se a Política Ambiental e objetivos e metas, caso estes já tenham sido alcançados.

É nesta etapa que são analisados os resultados das auditorias internas, o atendimento a requisitos legais e outros, reclamações de partes interessadas externas - como da população de um município -, o nível de atendimento a objetivos e metas, situação das ações corretivas e preventivas, entre outros.

Como resultado dessa Análise, estão possíveis alterações na Política Ambiental, objetivos, metas, que permitam coerentes com o comprometimento com a melhoria contínua do SGA.

A instalação de um SGA pode trazer vários benefícios, inclusive econômicos, às organizações. Para as ETEs, de acordo com Ramos (2004), entre os benefícios estão: a utilização racional de água, energia e produtos químicos; a gestão adequada de subprodutos; a destinação de resíduos; uso e ocupação corretos do solo; melhoria contínua dos recursos humanos e o desenvolvimento de projetos de Educação Ambiental.

No entanto, embora a NBR ISO 14001:2004 se constitua em excelente ferramenta para as mais diversas organizações tentarem minimizar e/ou evitar

impactos ambientais negativos, Ferreira (1999) realizou uma análise crítica da norma, baseado em sua primeira versão, a de 1996, mas que em muitos aspectos também se aplica à NBR ISO 14001:2004.

Segundo Cajazeira e Barbieri (2004), muitos itens foram considerados para a revisão da primeira versão da norma NBR ISO 14001 e, portanto, algumas críticas de Ferreira (1999) não são mais condizentes com a versão de 2004.

No entanto, algumas considerações de Ferreira (1999) ainda podem ser consideradas para a versão que está em vigor.

Entre estas, a utilização muitas vezes do SGA como *marketing*, o que atribui credibilidade não somente às organizações certificadas como também aos Organismos Certificadores.

Neste sentido, de acordo com Ferreira (1999) é interessante a percepção de que um certificado baseado na norma NBR ISO 14001:2004 não garante que os produtos e/ou serviços de uma organização sejam ambientalmente corretos, tão pouco que todas as suas unidades estejam certificadas de acordo com a norma. Como alerta o autor, “há, portanto, que se ter cuidado com propagandas enganosas”.

Outra questão abordada pelo autor é que a NBR ISO 14001:2004 não possui requisitos sobre os indicadores que podem ser utilizados pelas várias organizações para a implantação ou manutenção de um SGA, sendo esta escolha realizada pelas próprias organizações. Tal fato pode ser justificado pelas diferentes atividades que estas organizações exercem, o que dificultaria qualquer sugestão de indicadores pela norma.

Deste modo, o autor alerta para a necessidade de atenção à real confiabilidade dos indicadores ambientais escolhidos pelas organizações para a demonstração da melhoria contínua e do alcance das metas ambientais estabelecidas. Da mesma forma, conseqüentemente, também devem ser analisados quais fatores ambientais serão realmente atingidos pelas atividades das organizações que almejem a implantação ou manutenção de um SGA.

Ferreira (1999) aponta também que em algumas organizações verifica-se a ausência de detalhamento das metas ambientais, que devem ser quantificáveis e inseridas em cronogramas. Não há ainda na NBR ISO 14001:2004 requisitos que evitem tal fato ou mesmo que estimulem a divulgação de dados de desempenho

ambiental (por meio de Relatórios Ambientais periódicos, por exemplo), de acordo com os objetivos, metas e política ambientais estabelecidos pelas organizações.

O autor chama a atenção também para o fato de que a norma não apresenta requisitos específicos em relação à análise de Ciclo de Vida e Avaliação de Desempenho Ambiental, ficando este assunto atribuído a outras normas da série NBR ISO 14000, não certificáveis e, portanto, com requisitos não obrigatórios às organizações.

Segundo Ferreira (1999), não há clareza da norma quanto à definição dos critérios de delimitação das áreas atingidas de forma negativa pelas atividades, produtos e serviços das organizações que almejam a certificação, bem como instrumentos que considerem os impactos cumulativos gerados em determinado território por várias organizações cujas áreas de instalação sejam próximas, o que possibilita que haja um comprometimento da capacidade de suporte do território.

Outro problema destacado por Ferreira (1999) refere-se à participação popular no processo de certificação, pois não há na norma nenhum requisito que estimule tal participação, desde o levantamento dos impactos ambientais significativos, elaboração da Política Ambiental, definição de objetivos e metas ambientais e estabelecimento de indicadores ambientais até a análise crítica periódica realizada pelas altas administrações das organizações.

Verifica-se ainda, de acordo com Dias (2008), que a NBR ISO 14001:2004 não possui requisitos ou ferramentas para evitar a formação de “guetos ambientais” nas organizações, ou seja, para evitar que a cultura ambiental e os assuntos referentes às questões ambientais se restrinjam somente a setores específicos das mesmas.

Outros fatores que podem ser destacados em relação à NBR ISO 14001:2004 é a ausência de requisitos com exigências mínimas de saúde e segurança do trabalho e também que versem sobre a realização de Educação Ambiental nas organizações que almejem a instalação do Sistema.

A NBR ISO 14001:2004 pode ser em um excelente instrumento para as mais diversas organizações evitarem ou mitigarem os impactos negativos gerados sobre o meio ambiente. É necessário, todavia, que assumam uma postura crítica em relação à norma, como nos fatores apontados por Ferreira (1999), Dias (2008) e pelo presente trabalho.

A promoção não somente da participação popular, inclusive da circunvizinhança (em geral, a mais atingida pelas atividades das organizações), como também dos funcionários no processo de certificação, de modo a não haver o simples cumprimento de regras como muitas vezes se verifica são de fundamental importância para o sucesso do estabelecimento de um SGA.

Esta participação é igualmente importante porque pode possibilitar a reflexão e a disseminação de valores acerca da sustentabilidade para a sociedade, de forma a extrapolar os muros das ETEs.

Neste sentido, ideal é que a NBR ISO 14001:2004 se transforme em uma ferramenta de Educação Ambiental, com a difusão de conceitos e novas ideias para além dos muros das organizações, de maneira a promover mudanças ambientais e, conseqüentemente, na qualidade de vida.

### **3.4.1.3 Análise Ambiental Inicial (NBR ISO 14004:2005)**

A NBR ISO 14004:2005, intitulada “Sistemas de gestão ambiental - Diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio”, está organizada basicamente em quatro partes, além de prefácio e introdução: objetivo e campo de aplicação, referências normativas, termos e definições e elementos de um SGA. Possui ainda um anexo, o “Anexo A”, cujo conteúdo refere-se a “exemplos de correspondência entre elementos do sistema de gestão ambiental”.

A NBR ISO 14001:2004 faz referência em sua introdução à NBR ISO 14004:2005, como uma norma para “orientação adicional”:

Esta Norma contém apenas aqueles requisitos que podem ser objetivamente auditados. É recomendado àquelas organizações que necessitem de orientação adicional que utilizem como referência a ABNT NBR ISO 14004.

Assim, já no âmbito da NBR ISO 14004:2005, o objetivo desta norma é assim definido:

Esta Norma provê orientação para o estabelecimento, implementação, manutenção e melhoria de um sistema de gestão ambiental e sua coordenação com outros sistemas de gestão.

NOTA Embora não se pretenda que o sistema gerencie questões de segurança e saúde ocupacional, estas podem ser incluídas quando uma organização busca implementar um sistema de gestão integrado de meio ambiente, de segurança e saúde ocupacional.

As diretrizes desta Norma são aplicáveis a qualquer organização, independentemente de seu porte, tipo, localização e nível de maturidade.

Embora as diretrizes nesta Norma sejam coerentes com o modelo de sistema de gestão ambiental segundo a ABNT NBR ISO 14001, não se pretende que forneçam interpretações dos requisitos da ABNT NBR ISO 14001.

Os “Elementos de um SGA” estão organizados em seis itens, que são, portanto, coerentes com às etapas de um SGA definido conforme a NBR ISO 14001:2004: Generalidades, Política ambiental, Planejamento, Implementação e operação, Verificação e Análise crítica pela administração. Estes, por sua vez, estão subdivididos. Em vários destes itens existem quadros, intitulados genericamente de “Ajuda prática”, para auxiliar sua compreensão e aplicação prática.

A “Análise Ambiental Inicial” é o quarto e último subitem do item “Generalidades”, que aborda também “O modelo do sistema de gestão ambiental”, “Comprometimento e liderança da alta administração” e “Escopo do sistema de gestão ambiental”.

A Análise Ambiental Inicial é tratada como um primeiro passo prático de todo o processo de implantação de um SGA, antes mesmo da elaboração da Política Ambiental:

**Recomenda-se que uma organização que ainda não possui um sistema de gestão ambiental avalie sua posição atual em relação ao meio ambiente, por meio de uma análise.** Recomenda-se que o objetivo desta análise seja considerar os aspectos ambientais das atividades, produtos e serviços da organização como base para o estabelecimento de seu sistema de gestão ambiental. (Destaque da autora).

A norma destaca ainda que esta análise pode ser realizada também em organizações que já possuam um SGA, como auxílio ao seu aprimoramento.

Além disso, para as organizações que almejem a instalação de um SGA, as ações podem ser mais bem sistematizadas e organizadas, podendo-se evitar também desperdício de tempo, como o que parece ter ocorrido quando da instalação de um SGA na ETE-Remédios, em Salesópolis-SP (Ramos, 2004, p. 83):

*Houve um longo período de “arrumação da casa”, de busca de dados, tais como: quais foram as análises que tinham sido realizadas, se havia um “branco”, ou seja, quais foram as análises feitas antes do início do funcionamento da ETE, quais tinham sido os resultados, quais os parâmetros que eram monitorados e por quê. Foram, também, levantadas quais eram as atividades de manutenção que os técnicos faziam na ETE, o que era realizado com maior frequência, etc. Após o levantamento destes dados, verificou-se a necessidade de criação de planilhas de controles, de forma a sistematizar, manter organizado e de pronto acesso os dados relevantes da ETE Remédios. (...) Enfim, quebras de paradigmas na gestão de Estações de Tratamento de Esgotos. (Destaque da autora).*

A NBR 14004:2005 recomenda que a análise inclua quatro áreas-chave:

- a) identificação de aspectos ambientais, incluindo-se aqueles associados às condições normais de operação, condições anormais, partidas e paradas, bem como as situações emergenciais e de acidentes;
- b) identificação de requisitos legais aplicáveis e outros requisitos subscritos pela organização;
- c) exame das práticas e procedimentos ambientais existentes, incluindo-se aqueles associados com as atividades de aquisição e de contratação de serviços;
- d) avaliação de situações emergenciais e acidentes anteriores.

São recomendadas outras ações também, como:

- avaliação do desempenho em relação a critérios internos aplicáveis, padrões externos, regulamentos, códigos de prática e conjuntos de princípios e diretrizes;
- oportunidades de vantagem competitiva, incluindo-se oportunidades de redução de custo;
- pontos de vista das partes interessadas;
- outros sistemas organizacionais que possam viabilizar ou impedir o desempenho ambiental.

A norma aponta ainda que “os resultados da análise podem ser utilizados para auxiliar a organização no estabelecimento do escopo de seu SGA, no desenvolvimento ou melhoria de sua política ambiental, no estabelecimento de seus objetivos e metas ambientais e na determinação da eficácia de sua abordagem, para manutenção da conformidade com os requisitos legais aplicáveis e outros requisitos subscritos pela organização”.

A “Ajuda prática” para a realização da Análise Ambiental Inicial está retratada na Figura 4.

**Figura 4** - Ajuda Prática para a realização de Análise Ambiental Inicial.

Ajuda prática - Análise ambiental inicial

Os métodos que podem ser utilizados para examinar as práticas e procedimentos de gestão ambiental existentes incluem:

- a) entrevistas com pessoas que trabalharam ou que atualmente trabalham na organização ou atuam em seu nome, para determinar o escopo das atividades, produtos e serviços passados e presentes da organização,
- b) avaliação das comunicações internas e externas que ocorreram junto as partes interessadas, incluindo-se reclamações, assuntos relacionados aos requisitos legais aplicáveis ou outros requisitos subscritos pela organização, incidentes e acidentes ambientais ou relacionados, ocorridos no passado,
- c) obtenção de informações relativas a práticas de gestão atuais, tais como:
  - 1) controles de processo para a aquisição de produtos químicos perigosos;
  - 2) armazenamento e manuseio de produtos químicos (por exemplo, contenção secundária; organização e limpeza, armazenamento de produtos químicos incompatíveis);
  - 3) controles sobre emissões fugitivas;
  - 4) métodos de disposição de resíduos;
  - 5) equipamentos de prontidão e atendimento a emergências;
  - 6) uso de recursos (por exemplo, uso das luzes do escritório após o expediente);
  - 7) proteção da vegetação e do habitat durante a construção;
  - 8) mudanças temporárias nos processos (por exemplo, mudanças nos padrões de rotatividade das plantações que afetem as liberações de fertilizantes na água);
  - 9) programas de treinamento ambiental;
  - 10) processo de análise e aprovação de procedimentos de controle operacional;
  - 11) manutenção de registros completos de monitoramento e/ou facilidade na recuperação dos registros históricos.

A análise pode ser conduzida utilizando-se listas de verificação, fluxogramas de processo, entrevistas, inspeção direta e medição passada e presente, resultados de auditorias anteriores ou de outras análises, dependendo da natureza das atividades, produtos e serviços da organização. Recomenda-se que os resultados da análise sejam documentados, de forma a poderem contribuir na definição do escopo e no estabelecimento e aprimoramento do sistema de gestão ambiental da organização, incluindo sua política ambiental.

**Fonte:** NBR ISO 14004:2005.

### 3.5. Trabalhos acadêmicos relacionados a SGAs em ETEs

Poucos são os trabalhos acadêmicos divulgados no Brasil, no que se refere à SGAs em ETEs.

Talvez isto se deva não somente à visão essencialmente empresarial para o uso de normas ISO, o que faz com que haja um número muito grande pesquisas relacionadas a SGAs em outras áreas, como também à precariedade brasileira no que se refere ao tratamento de esgoto sanitário.

Entre os estudos acadêmicos que se relacionam ao tema deste trabalho, estão os de Pierre (1998), Corrêa (2000), Brostel, Souza e Neder (2002), Ramos (2004), Sanches (2009), Lins (2010), Bolzani (2010), Capparelli (2010), Pimpão (2011), Sanches (2011), Rino e Teixeira (2012).

Pierre (1998) realizou um estudo para verificar se as Auditorias Ambientais podem ser utilizadas também em ETEs, e não somente em indústrias. À época, a Política Ambiental adotada pelo Estado do Rio de Janeiro era a de se utilizar Auditorias Ambientais como programa de aplicação compulsória para as atividades potencialmente poluidoras, o que incluía as ETEs.

O trabalho de Pierre (1998), que utilizou o processo de Lodos Ativados como estudo de caso, resultou em uma obra mais ampla, em conjunto com La Rovere *et al.* (2002), em que são detalhados os instrumentos “Protocolo de Auditoria Ambiental” e “Modelo de lista de verificação” para a realização de auditorias ambientais em ETEs.

O estudo de Corrêa (2000) é o que mais se aproxima do presente trabalho, já que a autora apresentou uma proposta metodológica para condução da Análise Ambiental Inicial, a qual chamou de Revisão Ambiental Inicial, como primeira fase para a implantação da ISO 14001 em qualquer tipo de organização que tenha o objetivo de obter certificação quanto à norma ou somente de implantar um SGA.

O trabalho ocorreu na ETE de Barueri-SP, pertencente à SABESP, e resultou em uma série de instrumentos para a realização de Análise Ambiental Inicial, como questionários e quadros.

Brostel, Souza e Neder (2002) elaboraram um modelo de avaliação de desempenho de ETEs, ao qual denominaram “Modelo de Avaliação de Desempenho Multidimensional de Estações de Tratamento de Esgotos (ETE's)”, com o objetivo de

contribuir para a identificação de elementos nas ETEs que podem ter suas performances melhoradas e também de definir o desempenho global das Estações.

O modelo proposto identifica o desempenho das ETEs sob a perspectiva de cinco dimensões: técnica, administrativa, financeira, ambiental e socioeconômica, além do desempenho global.

Foram então definidos cinco níveis de desempenho das ETEs: excelente, bom, médio, baixo e muito baixo, e a ferramenta elaborada foi aplicada como estudo de caso em duas ETEs em Brasília-DF, que tiveram seus desempenhos classificados como “bom” e “médio”.

Ramos (2004) objetivou analisar as contribuições de um SGA para ETEs, e utilizou como objeto de estudo a ETE Remédios, em Salesópolis-SP, pertencente à Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP). Desta forma, foram analisadas as etapas de implantação de um SGA (antes, durante e depois da implantação) e a autora considerou, a exemplo dos trabalhos anteriores, que um SGA pode contribuir em muito para a gestão em ETEs, alertando para o fato de que as ETEs podem ser fontes de poluição e que um SGA não garante por si só a qualidade ambiental.

Cordeiro, da Grela Filho e Carmo (2007) destacam trabalho realizado na ETE de Jales-SP, gerenciada pela SABESP, cujo objetivo era aproximar a população do tratamento de esgoto sanitário efetuado, por meio de ações de Educação Ambiental, e demonstrar os problemas vivenciados pelas Estações.

Foram desenvolvidas parcerias com várias entidades da comunidade de Jales-SP para o desenvolvimento de um projeto paisagístico, com a escolha de flores e plantas que proporcionaram à referida ETE estrutura visual agradável ao trabalho com a Educação Ambiental. Além disso, foi estabelecido na Estação um viveiro de mudas que também era utilizado nas ações de Educação Ambiental e cujos exemplares eram fornecidos para plantio na área da própria ETE e do município.

De acordo com os autores, além da população em geral, a ETE de Jales-SP recebeu visitas de alunos do Ensino Fundamental, Ensino Médio e de cursos de Graduação e de Pós-Graduação. Cordeiro, da Grela Filho e Carmo (2007) destacam ainda que as ações realizadas sensibilizaram os participantes de que as ETEs não devem ser consideradas obrigatoriamente como locais sujos e de maus

odores, e que podem se tornar grandes problemas se não forem gerenciadas de forma adequada.

Os autores consideram ainda a possível utilização de normas ISO, como por exemplo, as das série 9000 e 14000, pelos gestores das ETEs para a melhoria da qualidade dos serviços prestados nas Estações e de outras questões concernentes aos sistemas de esgoto sanitário.

Sanches (2009) desenvolveu uma metodologia, intitulada “Metodologia de Avaliação da Sustentabilidade”, para ser utilizada em Estudos de concepção de ETEs, e realizou sua aplicação na forma de estudo de caso.

A estrutura da referida Metodologia inclui uma “plataforma participativa”, formada pela comunidade em estudo e por especialistas na área de saneamento ambiental.

A autora comparou os resultados obtidos em três alternativas de processos de tratamento de esgoto sanitário no município de Capão da Canoa-RS e considerou que a Metodologia produzida pode auxiliar projetistas durante Estudos de concepção de ETEs sobre a questão da sustentabilidade associada a sistemas de tratamento de esgoto sanitário, e que pode promover também um processo decisório mais participativo.

Já Lins (2010) buscou avaliar os impactos ambientais das ETEs, entre estes, os provenientes de problemas operacionais, na água, solo, atmosfera e biota. O autor considerou que o tratamento de esgotos sanitários tem grande potencial poluidor, necessitando, portanto, de medidas mitigatórias, e que a manutenção preventiva e o treinamento dos operadores poderiam contribuir em muito para a redução destes impactos. Trata-se, portanto, de um trabalho que se relaciona ao que sugere a NBR ISO 14001:2004.

Bolzani (2010) objetivou avaliar a influência da manutenção e das condições operacionais no desempenho de três ETEs em Maringá-PR. O autor realizou levantamento de problemas operacionais e de manutenção, de aspectos ambientais gerados por estas ETEs, e ainda a coleta de amostras de esgoto sanitário para avaliar os tratamentos realizados.

Como resultado, foram listados 55 impactos ambientais, sendo o meio antrópico o fator que obteve o maior número de impactos negativos, ligados à oscilação da eficiência do sistema. Bolzani (2010) considerou importante a busca pelas ETEs de novas alternativas e ações para solucionar estes problemas, para

que não ocorressem problemas com seus desempenhos ou mesmo prejuízos sociais, sanitários e ambientais.

Capparelli (2010) realizou levantamento e análise de métodos, ferramentas e procedimentos - aos quais denominou "práticas" - de Sistemas de Gestão Ambiental e Produção mais Limpa (P + L), para indicar possibilidades de integração destas estratégias. Para isto, foi realizada revisão bibliográfica e obtidas como resultado 73 práticas, sendo 43 aplicadas e discutidas no estudo.

O autor destaca que a maioria das práticas foi classificada nas etapas de levantamento de aspectos ambientais, monitoramento e medição e à melhoria ou medição do desempenho ambiental, vinculados à implementação tanto de um SGA quanto de P + L.

A pesquisa demonstrou a ausência de práticas relacionadas às etapas iniciais de ambos os sistemas (fase inicial de planejamento), ligadas a requisitos legais, documentação e ações corretivas e de não conformidade para o SGA, e à elaboração de cronograma de atividades, fluxogramas e implementação de medidas de P + L. Entre as principais interações encontradas por Capparelli (2010), destaca-se o levantamento de aspectos ambientais sob a perspectiva de um SGA com a etapa de balanços de massa e energia de P + L.

O autor considerou, deste modo, que a aplicação de um destes sistemas pode facilitar a implementação do outro e vice-versa, além da possibilidade de complementação entre ambos para se atingir uma gestão ambiental mais eficiente em processos, produtos e serviços.

Já Pimpão (2011) avaliou os impactos ambientais gerados pela ETE "Lagoa encantada" no bairro CPA III em Cuiabá-MT. Primeiramente, a autora identificou os aspectos e impactos ambientais das atividades realizadas na referida Estação, que envolviam: o tratamento de esgoto sanitário realizado, educação ambiental, recuperação de áreas degradadas e atividades físicas.

Em seguida, por meio de uma matriz de impacto foram identificados e caracterizados os impactos ambientais mais significativos, para os quais foram então definidos indicadores ambientais. Os indicadores possibilitaram à autora a verificação da magnitude dos impactos e foram submetidos a uma "validação de conteúdo", para a identificação dos mais significativos.

A pesquisa identificou oito impactos negativos e três positivos, sendo os negativos associados a processos e operações relacionados ao tratamento de

esgoto sanitário realizado e os positivos, atribuídos a diversas atividades desenvolvidas na ETE “Lagoa encantada”.

Sanches (2011) teve como objetivo realizar uma comparação entre as características técnicas da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), prevista pela PNMA (1981), com aquelas das normas da série ISO 14000, de modo a propor a integração destes dois instrumentos. Para isto, a autora realizou duas revisões bibliográficas, uma relacionada à AIA e outra às referidas normas, de maneira que foram obtidas informações que podem promover esta integração.

Rino e Teixeira (2012) avaliaram a utilização de indicadores de sustentabilidade em Sistemas de Saneamento, conforme metodologia proposta por Miranda e Teixeira (2004), e os compararam com aqueles utilizados pela SABESP.

A partir desta comparação, foram encontradas características específicas da SABESP em relação ao uso destes indicadores, como por exemplo: a utilização de indicadores financeiros, indicadores sociais que contemplavam as comunidades interna e externa e a ausência de indicador técnico para medição da qualidade da água. Foram encontrados também indicadores similares aos propostos por Miranda e Teixeira (2004), bem como indicadores totalmente diferentes daqueles elaborados pelos autores e que envolvem a participação da população.

Ainda, de acordo com o INMETRO (2014), a única empresa de saneamento com certificação NBR ISO 14001:2004 válida, com marca de credenciamento INMETRO, é a Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) em Curitiba-PR.

### **3.6 Análise crítica do embasamento teórico**

A humanidade certamente está passando por um momento em que percebe a importância da conservação/preservação dos recursos naturais para sua qualidade de vida e para sua própria sobrevivência. Isto fica evidente na ênfase a cada dia maior a questões ambientais em vários setores da sociedade.

Pode-se dizer que, ao menos no Brasil, a legislação existente acerca da proteção e conservação da natureza, dos recursos naturais, é de alta qualidade, como também o são as diferentes alternativas para o tratamento de esgoto sanitário. É necessário, no entanto, que haja conhecimento mais aprofundado desta legislação por parte de gestores e equipes das ETES.

Somam-se a isto os vários instrumentos que podem ser adotados em busca de um melhor gerenciamento, como é o caso de um SGA baseado na NBR ISO 14001:2004 e que muitas vezes são conhecidos apenas superficialmente pelos gestores.

O problema para a busca de soluções possivelmente está relacionado não somente a aspectos de gestão, mas de educação social também, embora os temas ambientais estejam cada vez mais na pauta das discussões em todo o mundo. No Brasil, desde os mais altos cargos da administração pública até as gerências específicas, como é o caso das ETEs, verificam-se problemas quanto à vontade política em se realizar novos projetos e buscar soluções, o despreparo quanto ao treinamento de funcionários, a ineficiência muitas vezes existente em órgãos fiscalizadores e também a desmotivação popular para participação dos assuntos relacionados ao meio urbano ambiental.

Há cerca de 20 anos, o tema abordado junto à sociedade e as escolas no que se refere ao tratamento de esgoto sanitário era o próprio tratamento em si, isto é, se uma cidade possuía rede coletora e se lançava ou não esgoto sanitário *in natura*. Atualmente, a situação não é muito diferente neste sentido, e um dos motivos certamente é o déficit relativamente alto com relação ao tratamento de esgoto sanitário ainda existente no Brasil.

É necessário, portanto, refletir sobre este aspecto, pois as ETEs, contradizendo o objetivo para o qual são concebidas, também podem causar danos ambientais. Isto porque, seus processos são semelhantes aos das indústrias, que utilizam diversos insumos e, como qualquer atividade, também geram resíduos.

Um aspecto negativo de SGAs certificadores, como no caso da NBR ISO 14001:2004, é que muitas organizações buscam a certificação por interesses de *marketing*, algo que melhore suas imagens perante o público consumidor. Há de se ter cuidado com este comportamento na gestão das ETEs. Estudos como o presente trabalho não devem ser utilizados somente como estratégia de *marketing*, de modo que o pensamento dos gestores das ETEs tem que estar voltado sempre à questão da sustentabilidade e melhoria contínua dos processos.

Neste sentido, é fundamental também a existência de conselhos municipais, sejam consultivos ou deliberativos, para que haja a participação da população no caso da adoção de SGA em ETEs, sejam estas administradas pelo poder público ou privado.

Durante a realização deste trabalho, observou-se a existência de muitas pesquisas sobre SGAs em várias áreas, mas um baixo número de trabalhos acadêmicos divulgados no Brasil que se referem à realização de Análise Ambiental Inicial ou à adoção de SGAs baseados na NBR ISO 14001:2004 em ETEs.

Para o desenvolvimento desta pesquisa, por exemplo, os trabalhos relacionados ao tema trabalhado foram encontrados após a consulta a mais de 400 trabalhos selecionados na base de teses e dissertações da CAPES e de outras fontes.

É necessário, portanto, que haja mais pesquisas nesta área, sendo as Universidades imprescindíveis neste sentido; porém, deve haver sempre uma postura crítica em relação às normas trabalhadas, algo que não foi observado em parte das pesquisas encontradas.

Torna-se imprescindível, portanto, que haja um esforço em todas as áreas no que se refere ao saneamento básico e, especificamente, quanto às ETEs. A preocupação com os resíduos gerados, aspectos e impactos ambientais negativos tem que se fazer presente em todos os momentos, desde a concepção dos projetos das Estações até a realização de Análise Ambiental Inicial e instalação de um SGA. É importante que haja sempre esforços para a busca de alternativas à destinação de resíduos e rejeitos, adequada formação de recursos humanos, realização de projetos de Educação Ambiental e participação da população, de maneira a contribuir para a melhoria das atividades desempenhadas nas ETEs.

#### **4 A ETE-Monjolinho (São Carlos-SP)**

O processo histórico até a concepção da ETE-Monjolinho é brevemente descrito por De Mio et. al (2004) .

De acordo com os autores, em 1993, a Promotoria de Justiça do Meio Ambiente iniciou Inquérito Civil, a partir de abaixo-assinado encaminhado por Organização Não Governamental (ONG) ambiental de São Carlos-SP, para investigar danos causados, decorrentes de lançamento de esgoto bruto, ao Córrego Tijuco Preto, que nasce no perímetro urbano do município, percorre cerca de 3 km e desemboca no córrego do Monjolinho.

Já em 1995, foi solicitado laudo pericial para fundamentar a possível proposta de uma Ação Civil Pública (ACP) ao Poder Judiciário, com o objetivo de exigir do Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE), autarquia da Prefeitura Municipal de São Carlos, a implantação do sistema de tratamento de esgoto sanitário.

Segundo os autores, ainda em 1995, o SAAE apresentou o projeto revisado por professores do Departamento de Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo (EESC-USP), e do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), informando que buscava recursos com os governos federal e estadual para ETE.

A ACP foi proposta em 1996, e os trâmites relativos à mesma se desenvolveram ao longo dos anos, sem que o conflito ambiental fosse resolvido. Os danos ambientais permaneciam sem solução, e a degradação das áreas de preservação permanente e da qualidade das águas se expandiram, principalmente nos corpos d'água receptores do esgoto sanitário do município (DE MIO et. al 2004).

A partir de 1997, mesmo durante o curso da ACP, as negociações e a busca do consenso entre as instituições envolvidas no conflito e solução para os problemas foram retomadas e, por isso, em 2001, de acordo com De Mio et. al (2004), a Promotoria de Justiça do Meio Ambiente considerou melhor solução a suspensão da ACP.

Desta forma, foram avaliados os dois projetos já existentes, sendo um deles elaborado pela SEREC – Serviços de Engenharia Consultiva SC Ltda., em 1992, e o outro pela FIPAI – Fundação para o Incremento da Pesquisa e do Aperfeiçoamento Industrial, em 1995. Este segundo projeto, em essência, constituiu

apenas uma adaptação do projeto anterior (o da SEREC, em 1992), visando redução do consumo de energia elétrica no sistema e a incorporação de processo anaeróbio (FIPAI, 2003).

De acordo com FIPAI (2003), foram então analisadas 11 alternativas e a que apresentou as melhores circunstâncias positivas - respeitando-se a legislação em vigor - foi aquela que considerou a concepção fundamentada na sequência: Tratamento Preliminar (inclusive com reator para degradação de “gorduras”); reatores anaeróbios de manta de lodo; floculação seguida por flotação por ar dissolvido; e desinfecção empregando radiação ultravioleta.

Ainda, segundo FIPAI (2003), o projeto foi realizado tendo em vista a possibilidade de se expandir o sistema de tratamento de esgoto sanitário por meio de outra alternativa que também foi analisada. Trata-se de concepção avançada, que tem como base o tratamento proposto pela alternativa escolhida, à qual se incluem tanques de aeração, após os reatores UASB e antes da flotação.

A ETE de São Carlos-SP está localizada no antigo sítio Santa Adelaide, situado à estrada municipal Cônego Washington José Pêra e às margens de um dos principais rios da cidade, o Monjolinho. Possui uma área total de 20.000 m<sup>2</sup> e é comandada pelo SAAE (Figuras 5 e 6).

**Figura 5** - ETE-Monjolinho (São Carlos-SP) – vista aérea.



**Fonte:** Disponível em:< [www.deltaconstrucao.com.br](http://www.deltaconstrucao.com.br)>. Acesso em: 29 maio 2013. 1 - Bloco administrativo; 2 - Tratamento preliminar; 3 - Reatores UASB; 4 - Floculação; 5 - Flotação; 6 - Desaguamento de lodo; 7 - Desinfecção por UV; 8 - Pós-aeração.

**Figura 6** - ETE-Monjolinho (São Carlos-SP) - Administração, caixa d'água e Tratamento Preliminar ao fundo.



**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2012).

A construção da ETE - Monjolinho foi realizada, via processo licitatório, pelo consórcio Delta Araguaia, com início no dia 25/06/2006 e inauguração no dia 1/12/2008.

De forma aproximada, o custo de execução da primeira etapa da ETE, por pessoa atendida, resultou da ordem de R\$ 120,00, valor significativamente inferior àquele constatado na execução de ETEs em cidades do porte de São Carlos-SP (geralmente superior a R\$ 250,00 por pessoa, considerando-se como referência o ano de 2012) (CAMPOS, 2013).

Este valor reduzido decorreu, segundo Campos (2013), da concepção adotada e de prêmio que foi concedido pelo Programa Nacional de Despoluição das Bacias Hidrográficas (PRODES) (cerca de R\$ 20 milhões), em decorrência das inovações introduzidas no projeto.

Segundo dados do SAAE (2008), a ETE Monjolinho deve atender aos requisitos legais:

- ✓ da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA - Lei nº 6931/81);
- ✓ do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), ambos

pertencentes ao Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), cuja criação foi estabelecida pela PNMA;

✓ do PRODES

✓ órgãos de controle de poluição e legislação estaduais, como a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB).

A ETE foi projetada para ser construída em três etapas, elaboradas segundo as estimativas de crescimento populacional da cidade. A primeira, segundo dados do SAAE (2009), durará até o ano de 2015 e tratará 100% do esgoto sanitário gerado pelos cerca de 213.000 habitantes atuais, com uma vazão média aproximada de 636 litros por segundo. A segunda seguirá de 2015 a 2031, quando se prevê uma população de cerca de 380.000 habitantes, e tratará uma vazão média de 954 litros por segundo. Finalmente, na terceira etapa, a ser implementada de 2031 a 2055, em que se estima uma população aproximada de 500 mil habitantes, o tratamento previsto será de cerca de 1.270 litros por segundo.

Os funcionários da ETE-Monjolinho trabalham em quatro turnos de seis horas. A administração e demais funcionários trabalham de segunda à sexta-feira, das 8h às 17h.

Em 2013, eram cerca de 20 funcionários, dentre estes, quatro operadores, uma gerente e também uma “chefe de controle e monitoramento de esgoto”.

#### **4.1 O sistema de esgoto sanitário da ETE - Monjolinho**

O esgoto sanitário de São Carlos-SP chega à ETE - Monjolinho por meio da ação da gravidade, não havendo, portanto, gastos de energia para este fim. O bombeamento foi adotado apenas para os bairros Cidade Aracy e Jardim Gonzaga, localizados a menor altitude em relação à ETE, a solução mais viável economicamente de acordo com a autarquia.

O tratamento de esgoto sanitário da ETE – Monjolinho é constituído por: tratamento preliminar (gradeamentos grosso e fino, desarenadores e reator para degradação de gorduras e óleos - retirados pelos escumadores dos desarenadores); tratamento biológico com reatores anaeróbios de fluxo ascendente (UASBs); flotação por ar dissolvido para a remoção de sólidos suspensos gerados no processo biológico - precedido de floculação com coagulantes metálicos e polímeros

(para a remoção de fósforo) (CAMPOS, 2013); desinfecção do efluente final com radiação ultravioleta (UV) e por pós-aeração do esgoto tratado em escada hidráulica, antes que este seja lançado ao Rio Monjolinho.

De acordo com Campos (2013), foi implantada uma rede de coleta de gases por exaustão mecânica em diversos pontos da ETE para redução de odor, sendo que os gases coletados são destinados a leitos enterrados. Segundo o autor, estes leitos são constituídos por fragmentos de carvão umedecidos, onde ocorrem processos físicos e biológicos que retêm e degradam compostos responsáveis pelo mau odor.

Antes de chegar à ETE, o esgoto bruto passa por três caixas de dissipação de energia (Figura 7) e é direcionado ao Tratamento Preliminar (Figura 8).

**Figura 7** - Caixas de diminuição de energia na encosta do morro.



**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013).

**Figura 8** - Tratamento Preliminar. À esquerda, reator para degradação de gorduras e óleos; à direita, gradeamento e desarenadores.



**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013).

O esgoto afluyente é encaminhado para os gradeamentos grosso e fino mecanizados, para a retenção e remoção de sólidos grosseiros. A grade grossa possui maior espaçamento e retém sólidos maiores, como plásticos, grandes galhos, roupas, animais (roedores, por exemplo), entre outros; já a grade fina, retém e remove sólidos grosseiros de menor tamanho que passam pela grade grossa (Figura 9).

**Figura 9** - Gradeamentos grosso (esquerda) e fino (direita).



**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013).

Os sólidos grosseiros retidos são removidos para esteiras (Figura 10), e seguem para caçambas, onde ficam armazenados até que sejam destinados ao aterro sanitário de Paulínia/SP (Figura 11).

**Figura 10** - Esteira condutora de sólidos do gradeamento para caçambas (Tratamento Preliminar).



**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013).

**Figura 11** - Caçambas para armazenamento de sólidos grosseiros.



**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (202).

O esgoto gradeado segue então à calha *Parshal* de entrada, onde recebe dosagem de hidróxido de sódio (NaOH) - alcalinizante importante para o bom funcionamento dos reatores UASB - e a medição do fluxo afluente à ETE (Figura 12).

**Figura 12** - Calha Parshal entre o gradeamento e os desarenadores.



**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013).

Após a calha *Parshal*, o esgoto flui para dois desarenadores, cujas tubulações centrais removem areia, destinando-a a uma canaleta lateral e então para o armazenamento em caçambas, que também são destinadas ao aterro sanitário de Paulínia/SP (Figura 13).

**Figura 13** - Desarenadores (Tratamento Preliminar)



**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013).

Os raspadores superficiais dos desarenadores retêm e removem espuma, cujo destino é o reator para degradação de gorduras, para a digestão anaeróbia do material flutuante (CAMPOS, 2013). Este é um dos pontos onde há leitões enterrados para o controle de odor. Trata-se de um sistema de filtros biológicos externos, sob os quais existem várias mantas interpostas à terra, para o tratamento de gases provenientes deste reator.

Nas porções finais dos desarenadores, há a adição de cloreto férrico ( $\text{FeCl}_3$ ) para atenuar o mau odor de ovo podre, característico de gás sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ), que é liberado pelas reações químicas anaeróbias dos reatores UASBs (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*).

O esgoto preliminar flui então para os reatores UASBs ou Reatores Anaeróbios de Fluxo Ascendente (RAFA) (Figura 14). Ao chegar aos reatores, o afluente é distribuído de maneira homogênea por meio de tubulações que se subdividem desde as porções superiores até as inferiores, em um total de 768 tubos.

**Figura 14 -** Reatores UASB.



**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013).

Os reatores UASB possuem lodo rico em bactérias anaeróbicas, que realizam a degradação de matéria orgânica, sistema lateral de descarte de lodo biológico (Figura 15) para melhor eficiência e um sistema para a coleta de gases produzidos no processo de decomposição do esgoto, em especial, o biogás.

**Figura 15 -** Sistema lateral de descarte de lodo dos reatores UASBs.



**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013).

O lodo biológico segue para uma câmara de armazenamento e o biogás para queimadores do tipo “Flare”, cujas chamas são mantidas sempre acesas por meio de GLP (gás liquefeito de petróleo) (Figura 16).

**Figura 16** - Queimadores “Flare”.



**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013).

Dos reatores UASB, o efluente segue para um tanque de mistura rápida, onde recebe polímeros e cloreto férrico ( $\text{FeCl}_3$ ), este promovendo adicionalmente a precipitação de fósforo (Figura 17).

**Figura 17-** Tanque de mistura rápida e unidades com polímeros e  $\text{FeCl}_3$ .



**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013).

O esgoto é assim encaminhado a flocladores, onde por meio da mistura lenta, ocorre o processo de coagulação/floculação e, em seguida, ao processo de flotação, mecanismo pelo qual a inserção de ar dissolvido em parcela de esgoto pressurizada e recirculada permite a ascensão das partículas flocladas (Figura 18).

**Figura 18** - Flotador da ETE-Monjolinho.



**Fonte.** Poliana Arruda Fajardo (2012).

Estas partículas formam um lodo químico nas porções superiores dos flotadores, que é removido por raspadores, destinado a canaletas (Figura 19) e então à mesma câmara para onde seguiu o lodo biológico dos reatores UASB. Todos os dias, é realizado o descarte de fundo dos flotadores para a remoção de pequena parte do lodo que sedimenta.

**Figura 19** - Canaletas para remoção de lodo no Flotador e amostra evidenciando a qualidade do efluente do processo de flotação.



**Fonte.** Poliana Arruda Fajardo (2013).

O lodo gerado tanto nos reatores UASB quanto nos flotadores é desaguado por uma centrífuga (Figuras 20 e 21) e segue, ainda com cerca de 75% de umidade para o aterro sanitário de Paulínia-SP (Figura 22), como os rejeitos sólidos gradeados e a areia do tratamento preliminar. A porção líquida proveniente do desaguamento do lodo retorna à montante dos reatores UASB.

**Figura 20** - Área das centrífugas. Ao fundo, ETA de serviço.



**Fonte.** Poliana Arruda Fajardo (2012).

**Figura 21** - Centrífuga da ETE-Monjolinho.



**Fonte.** Poliana Arruda Fajardo (2012).

**Figura 22** - Caçamba com lodo desaguado.



**Fonte.** Poliana Arruda Fajardo (2012).

Segundo Campos (2013), há planos futuros para a implantação de secagem térmica do lodo, sendo que parte do lodo seco será utilizada como combustível na fornalha do secador térmico e o restante será reaproveitado como fertilizante. Do mesmo modo, de acordo com o autor, há a previsão de que o biogás advindo dos reatores UASB também seja reutilizado na fornalha do secador térmico futuramente. O efluente dos flotadores é destinado ao processo de desinfecção, cujos raios UV têm o objetivo de remover organismos patogênicos (Figuras 23 e 24).

**Figura 23** - Área de desinfecção por UV.



**Fonte.** Poliana Arruda Fajardo (2012).

**Figura 24** - Equipamento de desinfecção por UV.



**Fonte.** Poliana Arruda Fajardo (2012).

Há ainda uma Estação de Tratamento de Água de serviço (ETA de serviço) para a filtração e cloração de parte do efluente final (Figura 25), que é direcionada para a caixa d'água na entrada da Estação e fica então disponível para reutilização em serviços gerais da ETE.

**Figura 25** - ETA de serviço da ETE-Monjolinho.



**Fonte.** Poliana Arruda Fajardo (2013).

Na última etapa do processo, o esgoto tratado é encaminhado para a calha *Parshal* de saída e flui por uma escada hidráulica para melhorar sua oxigenação antes de desaguar no Rio Monjolinho (Figuras 26, 27 e 28).

**Figura 26** - Calha Parshal de saída.



**Fonte.** Poliana Arruda Fajardo (2013).

**Figura 27** - Escada hidráulica.



**Fonte.** Poliana Arruda Fajardo (2013).

**Figura 28** - Esgoto tratado da ETE segue ao rio Monjolinho.



**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2012).

Em meados de 2012, foram realizadas na ETE-Monjolinho obras complementares, que abrangem: a interligação do sistema de coleta dos bairros Cidade Aracy, Jardim Medeiros, Jardim Cruzeiro do Sul e Antenor Garcia com a ETE Monjolinho (Figura 29); o sistema de desinfecção por UV; drenagem interna e externa; pavimentação interna; duplicação do sistema de desaguamento de lodo (instalação de centrífuga adicional); urbanização e paisagismo; sistema de dosagem de produtos; o sistema de exaustão e controle de odores; sistema de coleta de amostras e a impermeabilização das lajes e dos reatores UASB (PMSC, 2013).

**Figura 29** – Parte da ETE-Monjolinho, concebida nas obras complementares, para a interligação do sistema de coleta de bairros da cidade.



**Fonte.** Poliana Arruda Fajardo (2012).

A eficiência da ETE foi definida com base na Classe do rio Monjolinho, sua vazão mínima de referência e capacidade de autodepuração. A meta inicial era a de se promover eficiência de remoção de DBO de 90%, remoção elevada de Fósforo e desinfecção com UV, de modo que o Número Mais Provável (NMP) no corpo receptor não ultrapassasse o valor de 1000/100mL (CAMPOS, 2013).

O Monjolinho é um rio Classe quatro e, de acordo com a legislação pertinente, não haveria a necessidade de se realizar a desinfecção do efluente final; este poderia seguir diretamente para o rio. No entanto, considerou-se a realização de um tratamento para um rio Classe três, admitindo-se a possível futura elevação de Classe do rio Monjolinho, que pode chegar a dois quando da implantação dos tanques de aeração após os reatores UASB (CAMPOS, 2013).

Os parâmetros analisados relacionados à eficiência da ETE-Monjolinho, exigidos pelo Decreto Nº 8468 da CETESB, estão no Quadro 2.

**Quadro 2** - Parâmetros de eficiência da ETE-Monjolinho.

| Parâmetros   | Unidades                 |
|--|--------------------------|
| DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio)   | mg de O <sub>2</sub> / L |
| DQO (Demanda Química de Oxigênio)  | mg/L                     |
| Série de sólidos (sólidos totais - fixos e voláteis, sólidos sedimentáveis totais, sólidos suspensos - fixos e voláteis) | mg/L                     |
| Nitrogênio orgânico  | mg/L                     |
| Nitrogênio amoniacal   | mg/L                     |
| NTK (Nitrogênio total Kjeldahl)  | mg/L                     |
| Fósforo (P)  | mg/L                     |
| pH   | Escala de 1 a 14         |
| Óleos e graxas   | mg/L                     |
| Alcalinidade   | mg/L CaCO <sub>3</sub>   |
| Alcalinidade a ácidos voláteis   | mg/L                     |
| Oxigênio dissolvido  | mg/L                     |
| Coliformes fecais  | NMP/100 mL               |
| Coliformes totais  | NMP/100 mL               |

**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013). Com base em informações da ETE-Monjolinho.

A coleta de amostras é realizada pelos operadores da Estação uma vez por semana ou quando necessário, durante 24 horas, em intervalos de uma em uma hora, para a análise desses parâmetros no esgoto bruto, esgoto tratado e também nos afluentes e efluentes de reatores UASB e flotadores.

Há também mais uma coleta de amostras por semana para análise de parâmetros requeridos pelo PRODES, como: coliformes totais, coliformes fecais, fósforo, DBO e Sólidos Sedimentáveis Totais (SST). Ocorrem em intervalos de uma em uma hora, durante 24 horas, somente com o esgoto bruto e esgoto tratado.

Segundo informações, parâmetros de eficiência descritos no Quadro 2 são analisados também por um laboratório contratado pelo SAAE.

O laboratório da ETE-Monjolinho (Figura 30) também analisa a pureza de substâncias adquiridas para o tratamento do esgoto sanitário, como o FeCl<sub>3</sub> (cloreto férrico), NaOH (soda cáustica), PAC (Policloreto de Alumínio) e Polímero catiônico em emulsão.

A administração da Estação pretende instalar no laboratório da ETE-Monjolinho a NBR ISO/IEC 17025:2005, cujo objetivo principal é atestar a confiabilidade de resultados obtidos em laboratório. De acordo com informações, os

planos são para que o processo de instalação inicie-se em dezembro de 2013 e termine em aproximadamente um ano.

**Figura 30** - Laboratório da ETE-Monjolinho.



**Fonte.** Poliana Arruda Fajardo (2013).

## 5 METODOLOGIA

### 5.1 Características metodológicas da pesquisa

Os procedimentos metodológicos para a realização deste estudo estão divididos em quatro etapas. É necessário, todavia, que sejam definidas previamente as características da pesquisa, bem como os instrumentos mais adequados à coleta de dados.

As pesquisas são classificadas de diferentes formas pela literatura disponível. Para este trabalho, no entanto, serão consideradas aquelas elaboradas por Silva e Menezes (2001) e Gil (2002).

Segundo Silva e Menezes (2001), uma pesquisa não necessariamente enquadra-se em uma única classificação: pode possuir várias ao mesmo tempo, desde que atenda aos requisitos que cada classificação propõe.

Assim, diante das classificações propostas por Silva e Menezes (2001) e Gil (2002), bem como dos objetivos deste trabalho, pode-se dizer que a presente pesquisa assume as seguintes características: trata-se de uma pesquisa aplicada, quantitativa, qualitativa, exploratória, descritiva e explicativa.

A pesquisa aplicada é uma investigação planejada e racional, que se vale de todos os elementos e recursos da metodologia científica para identificar e analisar os fatores determinantes ou causais. O emprego da técnica mais adequada em cada levantamento de dados é determinado pelas condições do ambiente e pelos requisitos existentes para o desenvolvimento do trabalho em questão (LABES, 1998).

No que se refere às pesquisas qualitativas e quantitativas, Lang (1992) apresenta uma visão muito interessante e sob a qual o trabalho proposto foi desenvolvido.

Segundo Lang (1992, p. 21), a escolha por técnicas quantitativas não elimina a abordagem qualitativa, já que:

o conhecimento qualitativo é imprescindível para que se realize em seguida um conhecimento quantitativo; este último só pode ser tentado depois que uma primeira abordagem qualitativa foi efetuada, ou na própria pesquisa que se quer realizar, ou em pesquisas anteriores.

A abordagem quantitativa estaria assim, segundo Lang (1992, p. 22), “claramente subordinada à visão qualitativa, que tanto a precede quanto a segue”, sendo necessária a visão qualitativa para a definição, por exemplo, de conceitos e categorias a serem usados e para a descrição de constatações realizadas por meio da observação direta, para que posteriormente possam ser efetuadas as quantificações. Com a obtenção dos dados, o pesquisador precisa então analisá-los, buscar seu significado, o que o faz retornar, portanto, a uma abordagem qualitativa.

Assim, embora a abordagem qualitativa seja independente da quantitativa, o contrário não é verdadeiro, isto é, a quantitativa é dependente de uma abordagem qualitativa prévia e desta necessita também posteriormente para que os dados coletados sejam explicados. A associação das duas abordagens, como aponta Lang (1992), permite deste modo, um conhecimento mais profundo do objeto de estudo e é, portanto, ao que se propõe este trabalho que, entre outros instrumentos, se utilizará de observações diretas, atividades “qualitativas por excelência”.

Segundo Lang (1992), todo pesquisador pertence a algo maior, a uma coletividade com características históricas e sociais, da qual é inseparável e de onde retira ou produz novas técnicas: “o indivíduo só existe em coletividades de que é parte inseparável”. Apresenta, contudo, características que lhe são próprias e sob as quais edifica um modo individual de entender e analisar o que o cerca. A individualidade e a coletividade não são partes mutuamente excludentes, mas sim, portanto, inter-relacionadas, complementares, ora em harmonia e ora em oposição, e que constituem o modo como um pesquisador efetua seus trabalhos.

Tal fato é de grande importância para a proposição de questões a serem estudadas e também para a coleta e análise de dados, pois de acordo com Lang (1992), um pesquisador, diante dos conjuntos de abstrações que encontra prontos ao iniciar o trabalho, adota aqueles que lhe parecem mais adequados aos seus propósitos e, sobretudo, à visão que possui da ciência e do mundo.

Neste sentido, a observação direta torna-se um importante instrumento de pesquisa. Junker (1971) apud Ludke e André (1986) define alguns tipos de observadores para a realização de uma pesquisa: a) participante total; b) participante como observador; c) observador como participante e d) observador total.

A observação realizada pelo presente trabalho foi a de “observador como participante”, pois segundo Ludke e André (1986), trata-se de uma estratégia

que envolve não somente a observação direta, mas um conjunto de técnicas metodológicas que pressupõe um grande envolvimento do pesquisador com a situação estudada. Além disso, os demais tipos de observação não se adequam aos objetivos deste trabalho e enfrentam questões éticas por não permitirem que sejam revelados total ou parcialmente a realização da pesquisa ou seus objetivos.

## **5.2 Procedimentos Metodológicos**

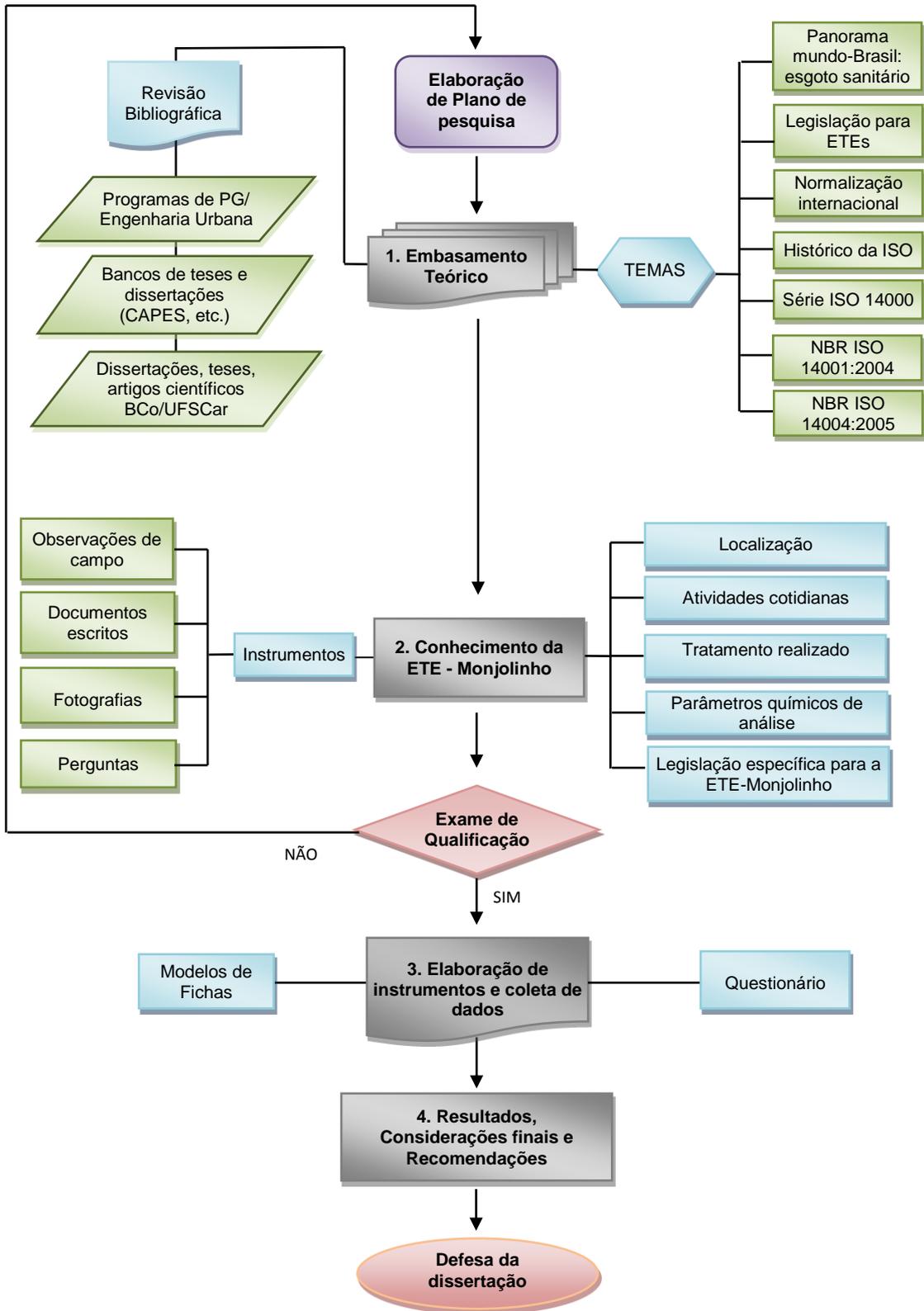
O presente trabalho foi realizado em quatro etapas (Figura 31).

- **Primeira etapa:**

Primeiramente, foi realizado embasamento teórico sobre temas diretamente relacionados ao estudo, que se estendeu ao longo da realização do trabalho, como: dados mundiais e brasileiros quanto ao esgoto sanitário, legislação pertinente às ETEs, breve histórico da normalização, aspectos históricos e de funcionamento da ISO, as normas NBR ISO 14001:2004 e NBR ISO 14004:2005, esta essencialmente no que se refere à Análise Ambiental Inicial.

Constituiu o embasamento teórico também a revisão bibliográfica, com o levantamento do estado da arte quanto a SGAs em ETEs, por meio de consultas em bases de dados científicas.

**Figura 31** - Fluxograma representativo das etapas do trabalho.



**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013). BCo/UFSCar: Biblioteca Comunitária da UFSCar; CAPES: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior; PG: Pós-Graduação.

- **Segunda etapa:**

A segunda etapa foi dedicada ao conhecimento da ETE – Monjolinho, com a abordagem de temas como: localização, atividades cotidianas, tratamento realizado, parâmetros químicos de análise, a legislação específica a que deve atender, entre outros.

Para se realizar esta coleta de dados, podem ser utilizados vários recursos, como: documentos escritos sobre o objeto de estudo, material iconográfico (fotografias e filmagens) e recursos orais, como entrevistas, devendo-se atentar, no entanto, para suas vantagens e limitações (LANG, 1992). Além destes três recursos, Labes (1998) considera também a observação pessoal e a aplicação de questionários como “técnicas de levantamento” em uma pesquisa aplicada.

Desta maneira, nesta etapa do trabalho foram utilizadas observações diretas e, como técnicas metodológicas de auxílio, documentos escritos, fotografias e questionamentos a funcionários da ETE-Monjolinho acerca do tratamento de esgoto sanitário realizado e outros aspectos.

Registros importantes das observações e dos questionamentos foram realizados por meio de um gravador portátil e anotações.

De acordo com Ludke e André (1986), a decisão sobre o período de observações deve depender, acima de tudo, do tipo de problema que está sendo estudado e dos objetivos do estudo. Assim, foram muitas as visitas à ETE - Monjolinho ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

- **Terceira etapa:**

Na terceira etapa foram elaborados os instrumentos de Análise Ambiental Inicial e realizada sua aplicação à ETE-Monjolinho, em um período de outubro a dezembro de 2013.

Foi sugerido um Modelo de capa para o processo de Análise Ambiental Inicial e elaborados oito instrumentos na seguinte ordem: Modelo de escopo para o processo de Análise Ambiental Inicial, Modelo para a demonstração das unidades de tratamento e percurso das fases líquida e sólida (lodo) e Modelo para a demonstração dos insumos utilizados, resíduos e rejeitos gerados em cada etapa do tratamento de esgoto sanitário; Instrumento de auxílio ao controle de insumos utilizados em cada etapa do tratamento de esgoto sanitário, Instrumento de auxílio ao controle de resíduos e rejeitos gerados em cada etapa do tratamento de esgoto

sanitário, Questionário de auxílio ao controle gerencial e análise de desempenho, Instrumento de auxílio à identificação de aspectos e impactos ambientais e elaboração de indicadores ambientais e Instrumento para a realização de observações durante o processo de Análise Ambiental Inicial.

Alguns elementos dos instrumentos, como cabeçalhos e linhas destacadas em tons de cinza, foram elaborados sob a mesma perspectiva.

Todos os cabeçalhos dos instrumentos foram produzidos com base naqueles dos materiais de Quality Innovation (2011).

Os campos reservados nos cabeçalhos para o registro das datas de início e término dos procedimentos e local específico (cada etapa do tratamento), bem como os campos para o registro de observações nos instrumentos em que se julgou conveniente, seguiram as sugestões de Ludke e André (1986), segundo as quais deve haver reserva de campos para o registro do dia, hora, local (específico) e observações gerais em planilhas de observação.

A presença de campos como estes é importante para facilitar o controle da documentação referente à Análise Ambiental Inicial e mesmo para o SGA, como exige a NBR ISO 14001:2004.

De acordo com Labes (1998), os destaques ou negritos, utilizados para salientar ou bloquear algum campo ou informação deverão ser dosados, proporcionando equilíbrio, de forma a não se comprometer a estética de um questionário. O autor aponta ainda que a utilização de destaques ou negritos deve ter como objetivo despertar a atenção do respondente a aspectos que não podem passar despercebidos.

Assim, as linhas que contém títulos e nomes de temas principais foram destacadas com tom leve de cinza (de modo a não comprometer a leitura); os títulos foram destacados em negrito e escritos em caixa alta e os temas principais foram destacados também em negrito.

O Modelo de capa para o processo de Análise Ambiental Inicial sugerido possui um quadro destinado ao preenchimento de informações sobre a equipe que realizará a Análise Ambiental Inicial, cuja elaboração foi realizada considerando-se exemplos contidos em La Rovere et al. (2002) - como a ficha para "Anotações" de auditores em auditorias ambientais - e em Quality Innovation (2011).

Para a elaboração deste modelo para a ETE-Monjolinho obteve-se imagem de satélite da Estação por meio de recurso disponibilizado gratuitamente na INTERNET.

O Modelo de escopo para o processo de Análise Ambiental Inicial foi produzido com base em exemplos do material de Quality Innovation (2011). Por se tratar de um instrumento específico às necessidades de cada ETE quando da realização da Análise Ambiental Inicial, este instrumento não foi aplicado à ETE-Monjolinho.

No Modelo para a demonstração das unidades de tratamento e percurso das fases líquida e sólida (lodo), a figura representativa da ETE que integra este instrumento pode ser obtida por meio da sobreposição de formas geométricas simples à imagem de satélite da ETE em questão.

Na elaboração deste instrumento para a ETE-Monjolinho, a figura representativa da Estação foi obtida por meio da sobreposição de formas geométricas compatíveis com a imagem de satélite do instrumento “Modelo de capa para o processo de Análise Ambiental Inicial”, de modo a se reproduzir ao máximo as proporções reais dos espaços entre as unidades de tratamento.

O Modelo para a demonstração dos insumos utilizados, resíduos e rejeitos gerados em cada etapa do tratamento de esgoto sanitário deve ser elaborado por meio de observações, fotografias e outros instrumentos que possam auxiliar neste sentido.

A elaboração deste modelo para as etapas de tratamento da ETE-Monjolinho foi realizada com o auxílio de observações e fotografias obtidas no período de aplicação dos instrumentos à ETE-Monjolinho.

Para a elaboração dos conteúdos do Instrumento de auxílio ao controle de insumos utilizados em cada etapa do tratamento de esgoto sanitário e do Instrumento de auxílio ao controle de resíduos e rejeitos gerados em cada etapa do tratamento de esgoto sanitário, foram listados alguns temas. Desta maneira, os temas que integram estes instrumentos foram elaborados partindo-se do pressuposto de que as ETEs devem possuir um acompanhamento constante sobre estes aspectos para um melhor planejamento de suas atividades no âmbito da NBR ISO 14001:2004.

O preenchimento destes dois instrumentos quando de sua aplicação à ETE-Monjolinho foi realizado pela pesquisadora por meio de observações e principalmente de questionamentos a funcionários da Estação.

No caso do “Questionário de auxílio ao controle gerencial e análise de desempenho”, foram utilizadas as seguintes instruções de Labes (1998):

- O questionário foi elaborado em um quadro de maneira que houvesse margens de contorno, bem delineadas, que, segundo o autor, atribuem aspecto agradável e transmitem segurança a quem responde ao questionário. Houve também um cuidado com o formato e o tamanho das letras, de maneira a respeitar a acuidade visual humana;

- Não foi utilizada como título a palavra “questionário”, que, de acordo com o autor, pode soar como uma imposição e causar impacto negativo a quem responde ao questionário. Desta forma, como orienta o autor, os títulos expressaram a ideia clara do assunto que estava sendo abordado em cada tópico (exemplos: “Controle gerencial” e “Análise de desempenho”);

- Evitaram-se perguntas duplas, isto é, duas ou mais perguntas em uma única, e procurou-se elaborar as questões da forma mais clara e objetiva possível;

- Orientações gerais, como o objetivo das perguntas que, de acordo com o autor, podem estar anexas ao questionário, podem ser incluídas no instrumento “Modelo de escopo do processo de Análise Ambiental Inicial”;

- O questionário possui perguntas abertas e fechadas, variação possível, como aponta Labes (1998), de acordo com os objetivos de cada pergunta.

Já o conteúdo das perguntas foi obtido de três formas:

- Com o auxílio da lista de verificação de La Rovere et al. (2002);
- Por meio de observações e anotações realizadas durante as visitas à ETE-Monjolinho e

- A partir de respostas a outras perguntas do questionário. Neste caso, portanto, as novas perguntas originadas foram, muitas vezes, específicas à ETE-Monjolinho.

Da lista de verificação de La Rovere et al. (2002), foram consideradas apenas as questões que poderiam originar perguntas de cunho diagnóstico. Não é interessante em uma fase diagnóstica, como o é a Análise Ambiental Inicial, que se

questione, por exemplo, se “A velocidade de esgoto está na faixa entre 0,60 e 1,40 m/s” no Tratamento Preliminar. Portanto, questões específicas como esta não foram utilizadas para a formulação de questões diagnósticas.

Outro cuidado que se teve foi em relação ao modo como estão formuladas as questões. Mesmo que a equipe que realize a Análise Ambiental Inicial tenha conhecimento da NBR ISO 14001:2004, este trabalho parte do pressuposto de que é interessante que as questões estejam elaboradas de uma maneira mais didática e de fácil entendimento, de modo a se obter o máximo possível de indícios, o que é importante nesta fase diagnóstica.

No caso da Política Ambiental, por exemplo, em vez de se perguntar se “Há política ambiental na ETE?”, pode-se perguntar: “Existe na Estação algum documento que exponha sua missão, intensões, objetivos?”. Neste caso, há ainda outro ponto a se considerar, que é a tentativa de se elucidar logo na primeira questão o que são objetivos e metas, uma vez que estes, no âmbito da NBR ISO 14001:2004, possuem significados diferentes.

Responderam às perguntas do questionário quando de sua aplicação à ETE-Monjolinho funcionários relacionados a várias funções da Estação. Desta forma, as respostas dadas pelos respondentes às questões abertas ou fechadas foram transmitidas à pesquisadora, à qual coube a função de transcrevê-las (questões abertas) e de preencher o questionário (questões fechadas). Observações em algumas perguntas foram realizadas pela pesquisadora de maneira a contribuir para o melhor entendimento das respostas.

Para a elaboração do Instrumento de auxílio à identificação de aspectos e impactos ambientais e elaboração de indicadores ambientais, foi utilizado como parâmetro um dos anexos contidos na NBR ISO 14004:2005 destinado a objetivo similar, parte do qual se encontra no Anexo A deste trabalho. Na aplicação deste instrumento à ETE-Monjolinho, foram consideradas as principais etapas do tratamento de esgoto sanitário realizado (Tratamento preliminar, reatores UASB, flotadores, desinfecção e centrífuga), além do esgoto sanitário tratado.

Para a elaboração do Instrumento para a realização de observações durante o processo de Análise Ambiental Inicial, foi utilizada como exemplo a ficha para “Anotações” de auditores durante auditorias ambientais contida em La Rovere et al. (2002). A exemplo do “Modelo de escopo para o processo de Análise Ambiental Inicial”, por se tratar de um instrumento específico às necessidades de

cada ETE quando da realização da Análise Ambiental Inicial, este instrumento também não foi aplicado à ETE-Monjolinho.

- **Quarta etapa:**

A quarta e última etapa dedicou-se à apresentação e discussão dos resultados obtidos, às recomendações à ETE-Monjolinho e às considerações finais do trabalho.

## **6 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **6.1 Instrumentos de Análise Ambiental Inicial**

Foram elaborados oito instrumentos para a realização da Análise Ambiental Inicial em ETEs, além de uma sugestão de capa para a documentação pertinente ao processo. O modelo de capa intitula-se “Modelo de capa para o processo de Análise Ambiental Inicial” e os instrumentos elaborados são:

- Modelo de escopo para o processo de Análise Ambiental Inicial;
- Modelo para a demonstração das unidades de tratamento e percurso das fases líquida e sólida (lodo);
- Modelo para a demonstração dos insumos utilizados, resíduos e rejeitos gerados em cada etapa do tratamento de esgoto sanitário;
- Instrumento de auxílio ao controle de insumos utilizados em cada etapa do tratamento de esgoto sanitário;
- Instrumento de auxílio ao controle de resíduos e rejeitos gerados em cada etapa do tratamento de esgoto sanitário;
- Questionário de auxílio ao controle gerencial e análise de desempenho;
- Instrumento de auxílio à identificação de aspectos e impactos ambientais e elaboração de indicadores ambientais e
- Instrumento para a realização de observações durante o processo de Análise Ambiental Inicial.

A intenção é a de que estes instrumentos sejam utilizados e documentados nesta ordem, partindo-se de uma perspectiva mais global, desde a definição do escopo até a identificação de aspectos, impactos ambientais e elaboração de indicadores ambientais.

Os três primeiros instrumentos, cujos títulos iniciam-se com a palavra “Modelo”, possuem o objetivo não somente de auxiliar a condução da Análise Ambiental Inicial, mas também sua documentação, exigência fortemente presente na NBR ISO 14001:2004.

Estes “Modelos” podem também auxiliar a criação de outros instrumentos que também facilitem o controle de documentos e registros.

Para a sugestão de capa, o “Modelo de capa para o processo de Análise Ambiental Inicial”, considera-se importante a existência de uma imagem de satélite para se demonstrar a circunvizinhança da ETE a ser analisada, que pode ser

constituída por meio natural, urbano ou ambos. A intenção é a de se evidenciar, também por meio da imagem, o cuidado que deve existir por parte das ETEs com os meios nos quais se inserem e a importância, portanto, do controle de suas ações para se evitar danos ou transtornos (Figura 32 e Apêndice A).

Há também um quadro para o preenchimento com os nomes das pessoas que realizarão o processo.

**Figura 32** - Modelo de capa para o processo de Análise Ambiental Inicial.

|                     |   |   |
|---------------------|---|---|
| Logomarca<br>da ETE | <b>ANÁLISE AMBIENTAL INICIAL</b><br><b>ETE (Colocar nome)</b> | Data (início):<br>_/_/____<br><br>Data (término):<br>_/_/____ |
|---------------------|---|---|



| Equipe | Função | Assinatura |
|--------|--------|------------|
|        |        |            |
|        |        |            |
|        |        |            |
|        |        |            |

**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2014). Com base em Labes (1998), La Rovere et al. (2002 ) e Quality Innovation (2011).

### **6.1.1 Modelo de escopo para o processo de Análise Ambiental Inicial**

O “Modelo de escopo para o processo de Análise Ambiental Inicial” tem a função de auxiliar a melhor organização e compreensão das ações da Análise, por meio dos registros da área que passará pelo procedimento (escopo), dos objetivos de sua realização e de definições, bem como por meio de apêndices e anexos que possam contribuir nesse sentido (Figura 33 e Apêndice B).

**Figura 33** - Modelo de escopo para o processo de Análise Ambiental Inicial.

|                     |  |   |
|---------------------|--|---|
| Logomarca<br>da ETE | <b>ANÁLISE AMBIENTAL INICIAL</b><br><b>ETE (Colocar o nome da ETE)</b> | Data (início):<br>_/_/_<br>Data (término):<br>_/_/_<br> |
|---------------------|--|---|

**Escopo** (área da ETE que passará pela Análise Ambiental Inicial):

- 1) Objetivo (objetivo dos procedimentos, com explicação didática)
- 2) Definições (elencar as definições que ajudarão no melhor entendimento dos processos)
- 3) Apêndices (elencar os apêndices que ajudarão no melhor entendimento dos processos)
- 4) Anexos (elencar os anexos que ajudarão no melhor entendimento dos processos)

**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2014). Com base em Quality Innovation (2011).

### **6.1.2 Modelo para a demonstração das unidades de tratamento e percurso das fases líquida e sólida (lodo)**

O “Modelo para a demonstração das unidades de tratamento e percurso das fases líquida e sólida (lodo)” tem a função de representar o fluxograma do tratamento de esgoto sanitário em questão, de modo evidenciar as unidades mais importantes, de maneira didática e de fácil entendimento. É importante que se utilize a imagem de satélite do “Modelo de capa” como parâmetro para a produção da figura representativa da ETE, para fins de identificação das unidades na imagem real (Figura 34 e Apêndice C).

As unidades de tratamento devem ser enumeradas para que possam ser identificadas no próximo instrumento, elaborado para a demonstração dos insumos utilizados, resíduos e rejeitos gerados em cada etapa do tratamento de esgoto sanitário.

**Figura 34** - Modelo para a demonstração das unidades de tratamento e percurso das fases líquida e sólida (lodo)

|  |   |  |   |  |
|--|---|--|---|--|
| Logomarca<br>da ETE  | <b>ANÁLISE AMBIENTAL INICIAL</b><br><b>ETE (Colocar nome)</b> |  | Data (início):<br>_/_/_<br>Data (término):<br>_/_/_ |  |
| <div data-bbox="725 762 1464 995" style="border: 1px solid black; padding: 20px; margin: 0 auto; width: 60%;">                     Figura representativa<br/>da ETE                 </div> |   |  |   |  |
| Descrição das etapas   |   |  |   |  |

**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2014). Com base em Quality Innovation (2011).

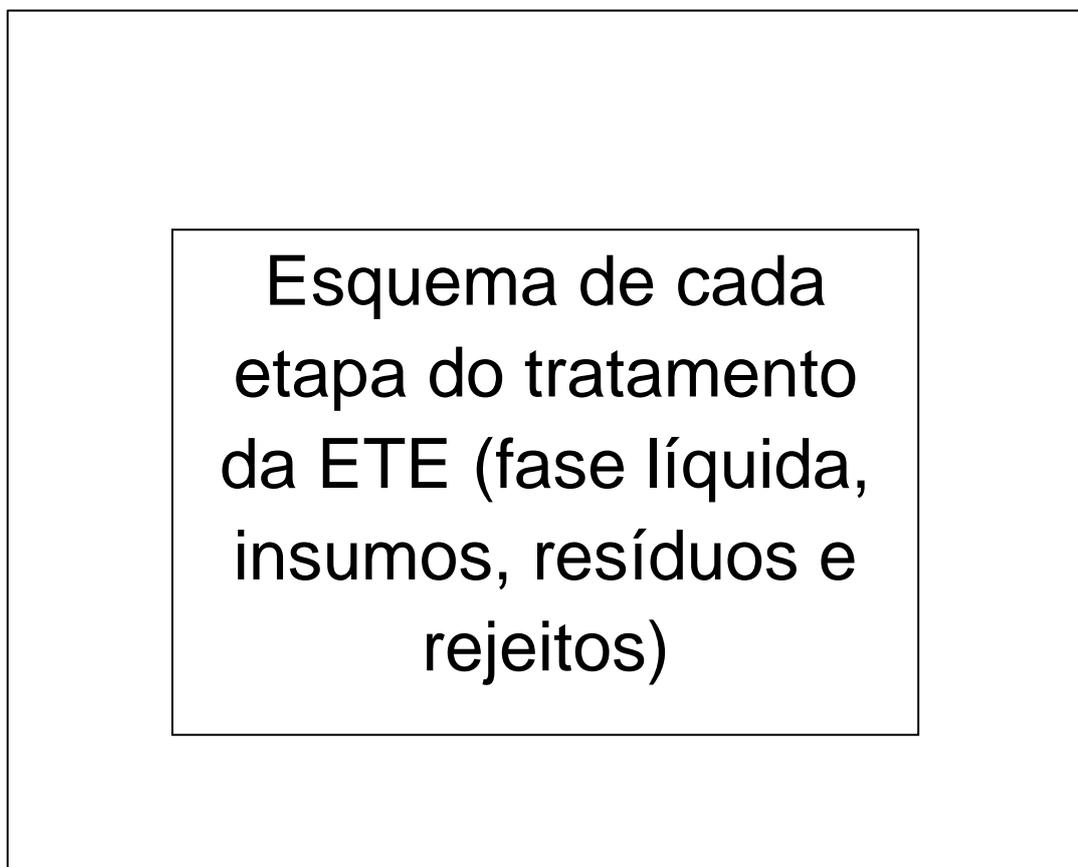
### **6.1.3 Modelo para a demonstração dos insumos utilizados, resíduos e rejeitos gerados em cada etapa do tratamento de esgoto sanitário**

No “Modelo para a demonstração dos insumos utilizados, resíduos e rejeitos gerados em cada etapa do tratamento de esgoto sanitário” devem ser elaborados esquemas representativos de cada etapa do tratamento de esgoto sanitário, de maneira didática, de fácil compreensão e de modo a enfatizar os insumos utilizados, resíduos e rejeitos gerados. Este trabalho parte do pressuposto de que em atividades de gestão não é necessário que se detalhe a parte técnica de cada unidade, sendo importante que se retrate como é o tratamento, com a demonstração da fase líquida, insumos utilizados e resíduos e rejeitos gerados (Figura 35 e Apêndice D).

É interessante que haja neste modelo números de referência vinculados àqueles do “Modelo para a demonstração das unidades de tratamento e percurso das fases líquida e sólida (lodo)” para que se possa entender a qual parte do tratamento os esquemas se referem. Detalhes como este ajudam a organizar a documentação e propiciam melhor entendimento dos esquemas.

**Figura 35** - Modelo para a demonstração dos insumos utilizados, resíduos e rejeitos gerados em cada etapa do tratamento de esgoto sanitário.

|                     |  |                             |
|---------------------|--|-----------------------------|
| Logomarca<br>da ETE | <b>CONTROLE DE INSUMOS E<br/>RESÍDUOS/REJEITOS</b>   | Data (início):<br>__/__/__  |
|                     | <b>Etapa:</b> (Colocar a etapa do tratamento)<br><b>nº(s) ref.:</b> (Colocar o número de referência) | Data (término):<br>__/__/__ |



**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013). Com base em Quality Innovation (2011). nº(s) ref.: números de referência.

#### 6.1.4 Instrumento de auxílio ao controle de insumos utilizados em cada etapa do tratamento de esgoto sanitário

No “Instrumento de auxílio ao controle de insumos utilizados em cada etapa do tratamento de esgoto sanitário”, os temas considerados foram a identificação (Tipo) e as quantidades utilizadas dos insumos, bem como o período correspondente (Quadro 3 e Apêndice E).

**Quadro 3** - Instrumento de auxílio ao controle de insumos utilizados em cada etapa do tratamento de esgoto sanitário.

| INSUMOS      |   |         |
|--------------|---|---------|
| Tipo         | Quantidade<br>(kg, m <sup>3</sup> , L, kWh, etc.) | Período |
|              |   |         |
|              |   |         |
| <b>OBS.:</b> |   |         |

**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013). Com base em Labes (1998).

Estas informações quanto aos insumos têm por objetivo auxiliar o controle dos processos e o planejamento do SGA. Uma menor quantidade de insumos utilizados ao longo do tempo poderia significar, por exemplo, a otimização da utilização de substâncias químicas, o sucesso de campanhas de Educação Ambiental para a redução da quantidade de esgoto bruto que chega às Estações (e que necessitaria possivelmente, portanto, de menos substâncias químicas para o tratamento) ou mesmo uma melhor utilização de energia elétrica na própria Estação, com o reaproveitamento de gás metano, por exemplo, para esta finalidade.

#### 6.1.5 Instrumento de auxílio ao controle de resíduos e rejeitos gerados em cada etapa do tratamento de esgoto sanitário

Para o “Instrumento de auxílio ao controle de resíduos e rejeitos gerados em cada etapa do tratamento de esgoto sanitário”, foram considerados aspectos como: identificação, remoção, armazenamento e transporte, destino, quantidade gerada e os custos com transporte e disposição (Quadro 4 e Apêndice F).

A investigação do mecanismo de remoção, se manual ou mecanizada, bem como itens referentes a armazenamento e transporte, foram considerados

neste instrumento com o objetivo de auxiliar questões referentes à saúde e segurança do trabalho.

Este instrumento também foi produzido com o objetivo de auxiliar o controle dos processos e o planejamento do SGA, assim como o instrumento anterior. O conhecimento das quantidades de resíduos e rejeitos produzidos ao longo do processo de tratamento de esgoto sanitário pode auxiliar na escolha do melhor destino para os mesmos, como por exemplo, se haveria condições de reaproveitamento dos resíduos (para geração de energia elétrica, por exemplo), se aterros sanitários locais poderiam receber os rejeitos produzidos e ainda possibilitaria o acompanhamento da redução ou aumento dos custos com essa destinação.

**Quadro 4** - Instrumento de auxílio ao controle de resíduos e rejeitos gerados em cada etapa do tratamento de esgoto sanitário.

| <b>RESÍDUO/ REJEITO</b>                             |   |  |                                 |
|---|---|--|---------------------------------|
| <b>Resíduo/Rejeito (sólido, líquido ou gasoso):</b> |   |  |                                 |
| <b>Remoção</b>                                      |   |  |                                 |
| <input type="checkbox"/> Manual                     |   | <input type="checkbox"/> Mecanizada        |                                 |
| <b>Armazenamento e transporte</b>                   |   |  |                                 |
| <b>Unidade (caçambas, etc)</b>                      | <b>Capacidade unitária (kg, m<sup>3</sup>, etc)</b> | <b>Unidades por semana</b>                 | <b>Frequência de transporte</b> |
|   |   |  |                                 |
| <b>Destino</b>                                      |   |  |                                 |
| <b>Local</b>  |   | <b>Distância até o local (km)</b>          |                                 |
|   |   |  |                                 |
| <b>Quantidade</b>                                   |   |  |                                 |
| <b>Quando chove, o resíduo:</b>                     |   | <b>Média (u/mês)</b>                       | <b>Total (u/ano)</b>            |
| <input type="checkbox"/> aumenta                    |   |  |                                 |
| <input type="checkbox"/> não aumenta                |   |  |                                 |
| <b>Custos</b>                                       |   |  |                                 |
| <b>Custo de transporte em média (R\$/u. mês)</b>    |   | <b>Custo total de transporte (R\$/ano)</b> |                                 |
|   |   |  |                                 |
| <b>Custo de disposição em média (R\$/u. mês)</b>    |   | <b>Custo total de disposição (R\$/ano)</b> |                                 |
|   |   |  |                                 |
| <b>OBS.:</b>  |   |  |                                 |

**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013). Com base em Labes (1998). u: unidade referente à quantidade do resíduo ou rejeito, como mL, L, kg, entre outros.

#### 6.1.6 Questionário de auxílio ao controle gerencial e análise de desempenho

Para o “Questionário de auxílio ao controle gerencial e análise de desempenho” (Apêndice G) foram elaboradas 100 questões, distribuídas em dois temas principais: Controle gerencial e Análise de desempenho.

Para o Controle gerencial, consideraram-se os seguintes itens:

- Política ambiental, objetivos e metas;
- Legislação;
- Treinamentos e cursos;
- Comunicação (interna e externa);

- Controle de documentos;
- Educação Ambiental e Paisagismo;
- Saúde e segurança do trabalho e
- Preparação e resposta a emergências.

Já para a Análise de desempenho, foram considerados os seguintes itens:

- Controle de operação e manutenção;
- Tratamento Preliminar;
- Reatores UASB;
- Flotadores;
- Centrífuga e
- Desinfecção.

Estes são os temas e respectivos itens considerados como básicos e fundamentais por este trabalho para a avaliação durante uma Análise Ambiental Inicial. No entanto, outros temas e itens podem ser acrescentados para a realização da Análise.

Ainda, não há requisitos específicos na NBR ISO 14001:2004 para Educação Ambiental, Paisagismo e Saúde e segurança do trabalho, mas estes foram considerados itens importantes diante da natureza das atividades de uma ETE.

#### **6.1.7 Instrumento de auxílio à identificação de aspectos e impactos ambientais e elaboração de indicadores ambientais**

O “Instrumento de auxílio à identificação de aspectos e impactos ambientais e elaboração de indicadores ambientais” (Quadro 5 e Apêndice H) visa facilitar estes procedimentos durante a fase de planejamento. Ressalta-se que devem ser estabelecidos critérios, como sugere a NBR ISO 14004:2005, para verificar quais destes impactos são significativos e então formular-se uma Política Ambiental, objetivos, metas ambientais e programas para que sejam realizados seus respectivos acompanhamentos com o uso dos indicadores ambientais.

**Quadro 5** - Instrumento de auxílio à identificação de aspectos e impactos ambientais e elaboração de indicadores ambientais.

| A/P/S | Aspectos ambientais | Impactos ambientais | Indicadores ambientais |
|-------|---------------------|---------------------|------------------------|
|       |                     |                     |                        |
|       |                     |                     |                        |
|       |                     |                     |                        |
|       |                     |                     |                        |
|       |                     |                     |                        |

**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013). A/P/S: Atividade, Produto ou Serviço.

### **6.1.8 Instrumento para a realização de observações durante o processo de Análise Ambiental Inicial**

Em todos os instrumentos em que se julgou conveniente, foram elaborados campos para a realização de observações (com a abreviação “OBS.”), como no instrumento destinado a auxiliar o controle de insumos utilizados, resíduos/rejeitos gerados e no questionário. No entanto, foi elaborado também o “Instrumento para a realização de observações durante o processo de Análise Ambiental Inicial” para o registro de outras observações que se fizerem necessárias, em que devem constar, além das observações, os nomes dos funcionários responsáveis pelos registros das mesmas, bem como a assinatura do líder da equipe que fará a Análise (Figura 36 e Apêndice I).

**Figura 36** - Instrumento para a realização de observações durante o processo de Análise Ambiental Inicial.

|                     |   |                  |
|---------------------|---|------------------|
| Logomarca<br>da ETE | <b>ANÁLISE AMBIENTAL INICIAL</b><br><b>ETE (Colocar nome)</b> | Data:<br>_/_/___ |
|                     | <b>Observações</b>  |                  |

| Nº | Observação | Funcionário |
|----|------------|-------------|
|    |            |             |
|    |            |             |
|    |            |             |
|    |            |             |
|    |            |             |

**Líder da equipe:** \_\_\_\_\_  
(assinatura)

**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013). Com base em Labes (1998), La rovere et al. (2002) e Quality Innovation (2011).

## **6.2 Aplicação dos instrumentos de Análise Ambiental Inicial à ETE-Monjolinho**

Além dos instrumentos de Análise Ambiental Inicial em si, foram obtidos também os resultados relativos à sua aplicação na ETE-Monjolinho, também utilizada para a produção destas ferramentas.

Desta forma, a seguir estão apresentados os resultados e discussão da aplicação destes instrumentos à ETE-Monjolinho, sendo que o “Modelo de escopo para o processo de Análise Ambiental Inicial” e o “Instrumento para a realização de observações durante o processo de Análise Ambiental Inicial” não foram elaborados, pois são específicos às necessidades de cada ETE.

Para a ETE-Monjolinho também foi sugerido um modelo de capa. Percebe-se pelo “Modelo de capa para o processo de Análise Ambiental Inicial aplicado à ETE-Monjolinho” elaborado, a presença de mata ao redor da referida Estação, o que eleva a necessidade de atenção por parte da administração quanto à preservação e conservação dos recursos naturais do entorno (Figura 37).

São perceptíveis também dois corpos d'água na porção direita da figura. No canto superior direito está o Córrego da água quente, que é afluente do rio para onde segue o esgoto tratado da Estação, o Rio Monjolinho (canto inferior direito da figura).

A ETE-Monjolinho, embora circundada por mata, não está muito distante dos bairros de São Carlos-SP, localizando-se próxima a bairros mais periféricos.

### **6.2.1 Modelo para a demonstração das unidades de tratamento e percurso das fases líquida e sólida (lodo) aplicado à ETE-Monjolinho**

No “Modelo para a demonstração das unidades de tratamento e percurso das fases líquida e sólida (lodo) aplicado à ETE-Monjolinho”, foram retratadas as principais unidades do tratamento de esgoto sanitário, bem como realizada sua enumeração. Percebe-se por este modelo o percurso da fase líquida e sólida ao longo do tratamento, bem como do esgoto tratado, do qual uma parte retorna à caixa d'água no início da Estação para reuso em atividades na ETE (Figura 38).

**Figura 37** - Modelo de capa para o processo de Análise Ambiental Inicial aplicado à ETE-Monjolinho.

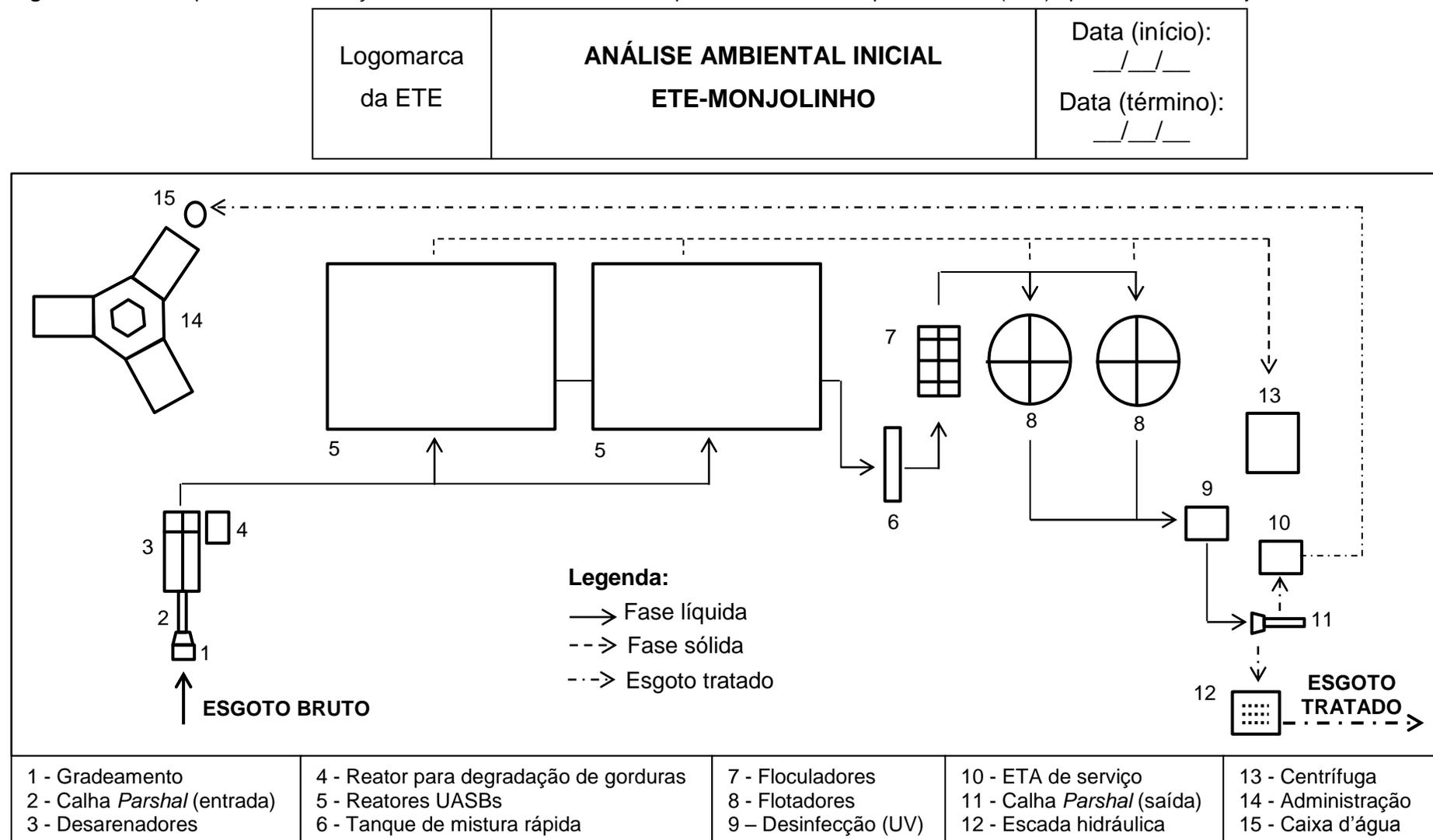
|                     |   |   |
|---------------------|---|---|
| Logomarca<br>da ETE | <b>ANÁLISE AMBIENTAL INICIAL</b><br><b>ETE-MONJOLINHO</b> | Data (início):<br>_/_/_<br><br>Data (término):<br>_/_/_<br><br> |
|---------------------|---|---|



| Equipe | Função | Assinatura |
|--------|--------|------------|
|        |        |            |
|        |        |            |
|        |        |            |
|        |        |            |
|        |        |            |

**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2014). Com base em Labes (1998), La Rovere et al. (2002 ) e Quality Innovation (2011). Imagem de satélite (Fonte): Google maps (2014). Disponível em: < <https://maps.google.com.br/>>. Acesso em: 20/1/2014.

**Figura 38** - Modelo para a demonstração das unidades de tratamento e percurso das fases líquida e sólida (lodo) aplicado à ETE-Monjolinho.



**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2014). Baseado em Quality Innovation (2011) e na imagem de satélite da ETE-Monjolinho (Figura 37. Fonte: Disponível em: < <https://maps.google.com.br/>>. Acesso em: 20/1/2014).

### **6.2.2 Aplicação de instrumentos relacionados aos insumos utilizados e resíduos e rejeitos gerados no Tratamento Preliminar da ETE-Monjolinho**

Foram abordados também o “Modelo para a demonstração dos insumos utilizados, resíduos e rejeitos gerados em cada etapa do tratamento de esgoto sanitário”, bem como o “Instrumento de auxílio ao controle de insumos utilizados em cada etapa do tratamento de esgoto sanitário” e o “Instrumento de auxílio ao controle de resíduos e rejeitos gerados em cada etapa do tratamento de esgoto sanitário” para todas as etapas de tratamento de esgoto sanitário realizado na ETE-Monjolinho, iniciando-se pelo Tratamento preliminar (Figura 39).

No que se refere aos insumos utilizados no Tratamento Preliminar da ETE-Monjolinho (Quadro 6), não havia dados disponíveis na referida Estação à época da coleta de dados desta pesquisa quanto às suas respectivas quantidades consumidas de janeiro a dezembro de 2013.

Assim, a banca examinadora de defesa desta Dissertação sugeriu que houvesse uma tentativa de se obter junto à sede do SAAE os dados não disponíveis (ND) na ETE-Monjolinho à época da coleta de dados desta pesquisa referentes ao Tratamento Preliminar e a todas as outras etapas do tratamento realizado. Desta forma, foi enviado à autarquia um ofício em junho de 2014, em que se solicitavam estes dados.

Um ofício em resposta foi enviado pelo SAAE, cujos dados disponibilizados referentes aos insumos utilizados no Tratamento Preliminar encontram-se no Quadro 6.

Segundo SAAE (2014), os insumos água e água sanitária não são utilizados no Tratamento Preliminar. Ressalta-se, todavia, que estes insumos foram considerados no presente trabalho por terem sido citados durante a coleta de dados como necessários à limpeza do gradeamento, e não por outra eventual utilização nesta etapa do tratamento. Portanto, considera-se que é necessário, sob a perspectiva da NBR ISO 14001:2004, que se tenham também os dados referentes a estes insumos.

O documento destaca ainda que em 2014, com o objetivo de “otimizar o tratamento da ETE-Monjolinho (aumentar a eficiência e reduzir os custos)” - o que é muito importante, sob a perspectiva da NBR ISO 14001:2004 -, alguns produtos químicos foram “eliminados” do Tratamento Preliminar, como o cloreto férrico ( $\text{FeCl}_3$ )

e o encapsulador de odor, e outros foram ou serão substituídos, como o hidróxido de sódio (NaOH), substituído por hidróxido de cálcio (Ca(OH)<sub>2</sub>), e o polímero em emulsão, que será substituído por polímero em pó.

Foram verificados três resíduos/rejeitos no Tratamento Preliminar da ETE-Monjolinho: os Rejeitos Sólidos Gradeados (RSG), Rejeitos Sólidos das Caixas de Areia (RSCA) e os Resíduos Sólidos Flutuantes e Gorduras (RSFG).

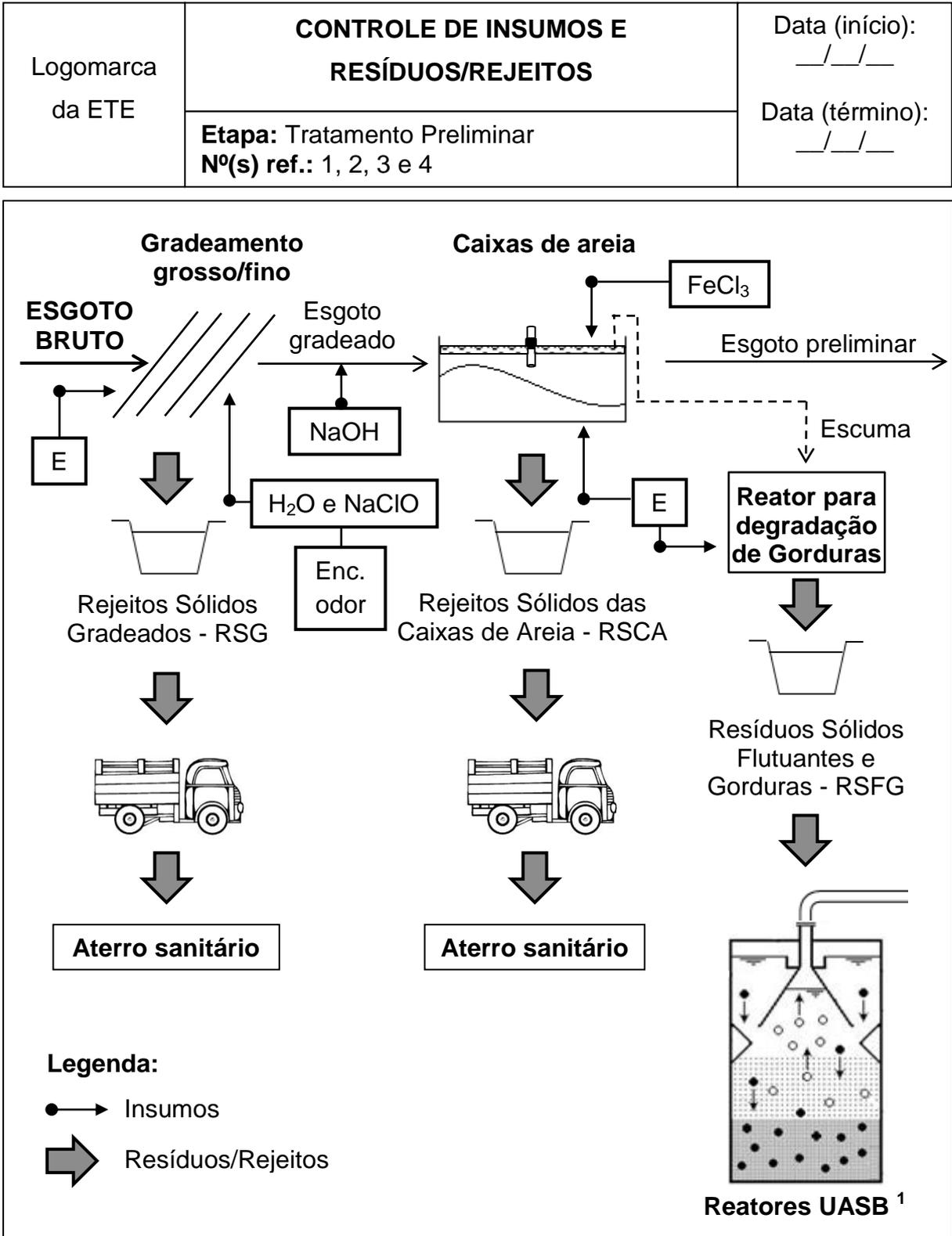
Para RSG e RSCA, algumas informações foram fornecidas na ETE-Monjolinho no período de coleta de dados sob a forma de estimativas, como por exemplo: a capacidade das unidades de armazenamento, o número de unidades de armazenamento retiradas por semana da ETE-Monjolinho, a frequência com que esta retirada ocorria (todos estes referentes ao item “Armazenamento e transporte”), e também em relação ao aumento da quantidade destes rejeitos em períodos de chuva (item “Quantidade”) (Quadros 7 e 8).

Quanto ao RSFG, não havia dados disponíveis na ETE-Monjolinho à época da coleta de dados desta pesquisa para os itens “Armazenamento e transporte”, “Destino” (“Distância até o local (km)”), “Quantidade” (“Média (t/mês)” e “Total (t/ano)”) e “Custos”, o que se deve ao fato de que o destino de RSFG eram, naquele momento, os reatores UASB.

Diante deste fato, a única possibilidade de existência de dados de RSFG seria em relação às quantidades geradas e, desta maneira, estes dados, referentes ao período de janeiro a dezembro de 2013, foram solicitados por meio do ofício enviado em junho de 2014. No entanto, também não havia dados disponíveis em relação a estas quantidades por meio do referido ofício. Já a informação referente ao aumento da quantidade de RSFG em períodos de chuva foi fornecida na ETE-Monjolinho sob a forma de estimativa (Quadro 9).

Ainda, à época da coleta de dados desta pesquisa constatou-se também que, em todas as etapas do tratamento realizado na ETE-Monjolinho, a remoção de resíduos e rejeitos era mecanizada, exceto quando da limpeza do equipamento de desinfecção e da remoção de resíduos e rejeitos do laboratório da referida Estação. Estas informações são importantes para que se atente às questões de saúde e segurança do trabalho em cada caso.

**Figura 39** - Modelo para demonstração dos insumos utilizados, resíduos/rejeitos gerados no Tratamento Preliminar da ETE-Monjolinho.



**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013). Com base em Quality Innovation (2011). <sup>1</sup>Fonte: Chernicharo (2007) (modificado). E: energia elétrica. Enc. odor: encapsulador de odor. Nº(s) ref.: número(s) de referência.

**Quadro 6** - Instrumento de auxílio ao controle de insumos utilizados no Tratamento Preliminar da ETE-Monjolinho.

| <b>INSUMOS</b>         |   |                  |
|------------------------|---|------------------|
| <b>Identificação</b>   | <b>Quantidade (kg, m<sup>3</sup>, L, kWh, etc.)</b> | <b>Período**</b> |
| Energia elétrica       | 154.000 kWh*  | Mês              |
| Água                   | ND  | Mês              |
| Encapsulador de odor   | 567 kg  | Mês              |
| Água sanitária (NaClO) | ND  | Mês              |
| NaOH (alcalinizante)   | 101.090 kg  | Mês              |
| FeCl <sub>3</sub>      | 43.899 kg   | Mês              |

**OBS.:** 1) NaOH e FeCl<sub>3</sub>: necessários ao bom funcionamento dos reatores UASB.

**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013). Com base em Labes (1998). \*Consumo de energia elétrica, em média, na ETE-Monjolinho, em 2013. \*\*Dados de janeiro a dezembro de 2013 (Fonte: SAAE (2014)). ND: dado não disponível.

**Quadro 7** - Instrumento de auxílio ao controle dos Rejeitos Sólidos Gradeados (RSG) gerados no Tratamento Preliminar da ETE-Monjolinho.

| <b>RESÍDUO/ REJEITO</b>                                   |   |  |                              |
|---|---|--|------------------------------|
| <b>Rejeitos sólidos: Rejeitos Sólidos Gradeados - RSG</b> |   |  |                              |
| <b>Remoção</b>  |   |  |                              |
| <input type="checkbox"/> Manual                           |   | <input checked="" type="checkbox"/> Mecanizada |                              |
| <b>Armazenamento e transporte</b>                         |   |  |                              |
| <b>Unidade (caçambas, etc)</b>                            | <b>Capacidade unitária (kg, m<sup>3</sup>, etc) *</b> | <b>Unidades por semana *</b>                   | <b>Frequência *</b>          |
| Caçambas  | 9m <sup>3</sup> -10m <sup>3</sup>                     | Duas   | Uma vez a cada duas semanas. |
| <b>Destino</b>  |   |  |                              |
| <b>Local</b>  |   | <b>Distância até o local (km) **</b>           |                              |
| Aterro sanitário de Paulínia/SP.                          |   | 137 km (Ida)                                   |                              |
| <b>Quantidade</b>   |   |  |                              |
| <b>Quando chove, o resíduo *:</b>                         |   | <b>Média (t/mês)</b>                           | <b>Total (t/ano)</b>         |
| <input checked="" type="checkbox"/> aumenta               |   | 14,05  | 126,48                       |
| <input type="checkbox"/> não aumenta                      |   |  |                              |
| <b>Custos ***</b>   |   |  |                              |
| <b>Custo de transporte em média (R\$/t. mês)</b>          |   | <b>Custo total de transporte (R\$/ano)</b>     |                              |
| R\$ 946,77  |   | R\$ 8.520,96                                   |                              |
| <b>Custo de disposição em média (R\$/t. mês)</b>          |   | <b>Custo total de disposição (R\$/ano)</b>     |                              |
| R\$ 1.267,33  |   | R\$ 11.405,97                                  |                              |

**OBS.:** 1) Em dias chuvosos, a vazão afluyente geralmente dobra (estimativa); a quantidade destes rejeitos também aumenta e depende da referida vazão.  
 2) Custo de transporte: R\$67,37/ t  
 3) Custo de disposição: R\$90,18/ t  
 4) Os valores de transporte e disposição são frequentemente reajustados.  
 5) Os itens “Quantidade” e “Custos” referem-se ao RSG e RSCA juntos.

**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013). Com base em Labes (1998). \*Estimativas. \*\*Caminho mais curto, pela rodovia Washington Luiz (Fonte: Disponível em: <https://maps.google.com.br/>). Acesso em: 1 dez 2013). \*\*\*Ano de referência: 2013.

**Quadro 8** - Instrumento de auxílio ao controle dos Rejeitos Sólidos das Caixas de Areia (RSCA) gerados no Tratamento Preliminar da ETE-Monjolinho.

| <b>RESÍDUO/ REJEITO</b>  |   |  |                      |
|--|---|--|----------------------|
| <b>Rejeitos sólidos: Rejeitos Sólidos das Caixas de Areia - RSCA</b>   |   |  |                      |
| <b>Remoção</b>   |   |  |                      |
| <input type="checkbox"/> Manual  |   | <input checked="" type="checkbox"/> Mecanizada |                      |
| <b>Armazenamento e transporte</b>  |   |  |                      |
| <b>Unidade (caçambas, etc)</b>   | <b>Capacidade unitária (kg, m<sup>3</sup>, etc) *</b> | <b>Unidades por semana *</b>                   | <b>Frequência *</b>  |
| Caçambas   | 9m <sup>3</sup> -10m <sup>3</sup>                     | Uma  | Uma vez por semana.  |
| <b>Destino</b>   |   |  |                      |
| <b>Local</b>   |   | <b>Distância até o local (km) **</b>           |                      |
| Aterro sanitário de Paulínia/SP.   |   | 137 km (Ida)                                   |                      |
| <b>Quantidade</b>  |   |  |                      |
| <b>Quando chove, o resíduo *:</b>  |   | <b>Média (t/mês)</b>                           | <b>Total (t/ano)</b> |
| <input checked="" type="checkbox"/> aumenta  |   | 14,05  | 126,48               |
| <input type="checkbox"/> não aumenta   |   |  |                      |
| <b>Custos ***</b>  |   |  |                      |
| <b>Custo de transporte em média (R\$/t. mês)</b>   |   | <b>Custo total de transporte (R\$/ano)</b>     |                      |
| R\$ 946,77   |   | R\$ 8.520,96                                   |                      |
| <b>Custo de disposição em média (R\$/t. mês)</b>   |   | <b>Custo total de disposição (R\$/ano)</b>     |                      |
| R\$ 1.267,33   |   | R\$ 11.405,97                                  |                      |
| <p><b>OBS.:</b> 1) Em dias chuvosos, a vazão afluyente geralmente dobra (estimativa); a quantidade destes rejeitos também aumenta e depende da referida vazão.<br/>           2) Custo de transporte: R\$67,37/ t<br/>           3) Custo de disposição: R\$90,18/ t<br/>           4) Os valores de transporte e disposição são frequentemente reajustados.<br/>           5) Os itens “Quantidade” e “Custos” referem-se ao RSG e RSCA juntos.</p> |   |  |                      |

**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013). Com base em Labes (1998). \*Estimativas. \*\*Caminho mais curto, pela rodovia Washington Luiz (Fonte: Disponível em: <https://maps.google.com.br/>). Acesso em: 1 dez 2013). \*\*\*Ano de referência: 2013.

**Quadro 9** - Instrumento de auxílio ao controle dos Resíduos sólidos flutuantes e gorduras (RSFG) gerados no Tratamento Preliminar da ETE-Monjolinho.

| <b>RESÍDUO/ REJEITO</b>  |   |  |                      |
|--|---|--|----------------------|
| <b>Resíduos sólidos: Resíduos Sólidos Flutuantes e Gorduras - RSFG</b>   |   |  |                      |
| <b>Remoção</b>   |   |  |                      |
| <input type="checkbox"/> Manual  |   | <input checked="" type="checkbox"/> Mecanizada |                      |
| <b>Armazenamento e transporte</b>  |   |  |                      |
| <b>Unidade (caçambas, etc)</b>   | <b>Capacidade unitária (kg, m<sup>3</sup>, etc)</b> | <b>Unidades por semana</b>                     | <b>Frequência</b>    |
| _____  | _____   | _____  | _____                |
| <b>Destino</b>   |   |  |                      |
| <b>Local</b>   |   | <b>Distância até o local (km)</b>              |                      |
| Reatores UASB.   |   | _____  |                      |
| <b>Quantidade</b>  |   |  |                      |
| <b>Quando chove, o resíduo *:</b>  |   | <b>Média (t/mês)</b>                           | <b>Total (t/ano)</b> |
| <input checked="" type="checkbox"/> aumenta<br><input type="checkbox"/> não aumenta  |   | ND   | ND                   |
| <b>Custos</b>  |   |  |                      |
| <b>Custo de transporte em média (R\$/t. mês)</b>   |   | <b>Custo total de transporte (R\$/ano)</b>     |                      |
| _____  |   | _____  |                      |
| <b>Custo de disposição em média (R\$/t. mês)</b>   |   | <b>Custo total de disposição (R\$/ano)</b>     |                      |
| _____  |   | _____  |                      |
| <b>OBS.:</b> 1) Em dias chuvosos, a vazão afluyente geralmente dobra (estimativa); a quantidade destes resíduos também aumenta e depende da referida vazão.<br>2) As gorduras e os sólidos flutuantes são gradativamente lançados às tubulações, em direção aos reatores UASB. |   |  |                      |

**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013). Com base em Labes (1998). \*Estimativa. ND: dado não disponível.

Entre as questões que devem ser consideradas no âmbito de um SGA, estão também os recursos financeiros para as diversas atividades. As quantidades Média (t/mês) e Total (t/ano), bem como os custos mensais médios e anuais com o transporte e disposição dos rejeitos RSG e RSCA (Quadros 7 e 8) foram obtidos na ETE-Monjolinho a partir da análise de nove meses do ano de 2013 (Tabela 1). Há que se ressaltar que a sistematização de dados como estes é muito importante para a instalação de uma SGA e, portanto, sob a perspectiva da NBR ISO 14001:2004, é de fundamental importância que este trabalho continue.

**Tabela 1** - Quantidade de rejeitos produzidos no Tratamento Preliminar da ETE-Monjolinho e custos mensais médios e anuais com seu transporte e disposição.

| <b>Areia e material gradeado</b> |                                   |                           |                           |                      |
|----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------|
| <b>Mês</b>                       | <b>Quantidade (Toneladas - t)</b> | <b>Transporte (custo)</b> | <b>Disposição (custo)</b> | <b>Total (custo)</b> |
| Janeiro                          | 6,38                              | R\$ 429,82                | R\$ 575,35                | R\$ 1.005,17         |
| Fevereiro                        | 3,11                              | R\$ 209,52                | R\$ 280,46                | R\$ 489,98           |
| Março                            | 17,85                             | R\$ 1.202,55              | R\$ 1.609,71              | R\$ 2.812,26         |
| Abril                            | 6,07                              | R\$ 408,94                | R\$ 547,39                | R\$ 956,33           |
| Mai                              | 7,12                              | R\$ 479,67                | R\$ 642,08                | R\$ 1.121,75         |
| Junho                            | 22,04                             | R\$ 1.484,83              | R\$ 1.987,57              | R\$ 3.472,40         |
| Julho                            | 16,25                             | R\$ 1.094,76              | R\$ 1.465,43              | R\$ 2.560,19         |
| Agosto                           | 22,04                             | R\$ 1.484,83              | R\$ 1.987,57              | R\$ 3.472,40         |
| Setembro                         | 25,62                             | R\$ 1.726,02              | R\$ 2.310,41              | R\$ 4.036,43         |
| <b>Total:</b>                    | <b>126,48</b>                     | <b>R\$ 8.520,94</b>       | <b>R\$ 11.405,97</b>      | <b>R\$ 19.926,91</b> |
| <b>Média:</b>                    | <b>14,05</b>                      | <b>R\$ 946,77</b>         | <b>R\$ 1.267,33</b>       | <b>R\$ 2.214,10</b>  |

Fonte: ETE-Monjolinho (2013).

Na ETE-Monjolinho, foram produzidos nos meses analisados de 2013, em média, cerca de 14 toneladas de rejeitos do Tratamento Preliminar e um total de aproximadamente 125 toneladas. Os custos para a destinação destes rejeitos até Paulínia-SP ficaram em mais de dois mil reais ao mês em média e aproximadamente 20 mil após os nove meses (Tabela 1). Caberia aqui, portanto, uma análise quanto à destinação destes rejeitos, que poderia ocorrer, por exemplo, para o novo aterro sanitário de São Carlos-SP, em vez do transporte por 137 km até Paulínia-SP, e gerar menos custos.

Ainda, durante a coleta de dados, observou-se que havia grande preocupação com a solução de questões técnicas, de operação e manutenção, o que é muito importante, inclusive no âmbito de um SGA, mas outras questões igualmente importantes que se referem à Gestão Ambiental não eram consideradas com a mesma veemência.

### **6.2.3 Aplicação de instrumentos relacionados aos insumos utilizados e resíduos e rejeitos gerados no tratamento com reatores UASB da ETE-Monjolinho**

Alguns aspectos encontrados para o Tratamento Preliminar também apareceram na análise de insumos, resíduos e rejeitos da etapa de tratamento com reatores UASB na ETE-Monjolinho (Figura 40).

Do mesmo modo que no Tratamento Preliminar, também não havia dados disponíveis na ETE-Monjolinho à época da coleta de dados desta pesquisa quanto às quantidades consumidas dos insumos necessários para a etapa de tratamento com reatores UASB, de janeiro a dezembro de 2013. Assim, estes dados também foram solicitados ao SAAE por meio do ofício enviado em junho de 2014 e referem-se às quantidades de NaOH e FeCl<sub>3</sub> consumidas, já discutidas no item anterior deste trabalho que versa sobre o Tratamento Preliminar (Quadro 10).

Nesta etapa do tratamento, os gases recolhidos pelo separador trifásico dos reatores UASB seguem para queimadores do tipo “*Flare*”. Entre esses, o biogás, do qual faz parte o gás metano (CH<sub>4</sub>), GEE com grandes potencialidades de intensificação do Efeito Estufa (Figura 40).

Apesar da combustão do metano ser uma solução mais viável do que a emissão deste gás para a atmosfera no que se refere ao Aquecimento Global, uma vez que essa reação química origina outros componentes, como o gás carbônico, é necessário que se considere que o CO<sub>2</sub> também é um GEE (Figura 40). É importante, deste modo, que sejam realizados estudos para análise da viabilidade de projetos destinados ao reaproveitamento do gás metano proveniente do processo anaeróbio dos reatores UASB. Tais ações seriam importantes sob a perspectiva, por exemplo, do MDL e do Protocolo de Quioto, com possibilidades inclusive do ingresso da ETE-Monjolinho no mercado de créditos de carbono, dependendo das quantidades de gás metano produzidas e da viabilidade dos projetos.

Em relação a estes GEEs gerados (como o metano e o gás carbônico), não havia dados disponíveis na ETE-Monjolinho à época da coleta de dados desta pesquisa para os itens “Armazenamento e transporte”, “Destino” (“Distância até o local (km)”), “Quantidade” (“Média (t/mês)” e “Total (t/ano)”) e “Custos”, o que se deve ao fato de que o destino dos GEEs era, naquele momento, os queimadores “*Flare*” ou a própria atmosfera.

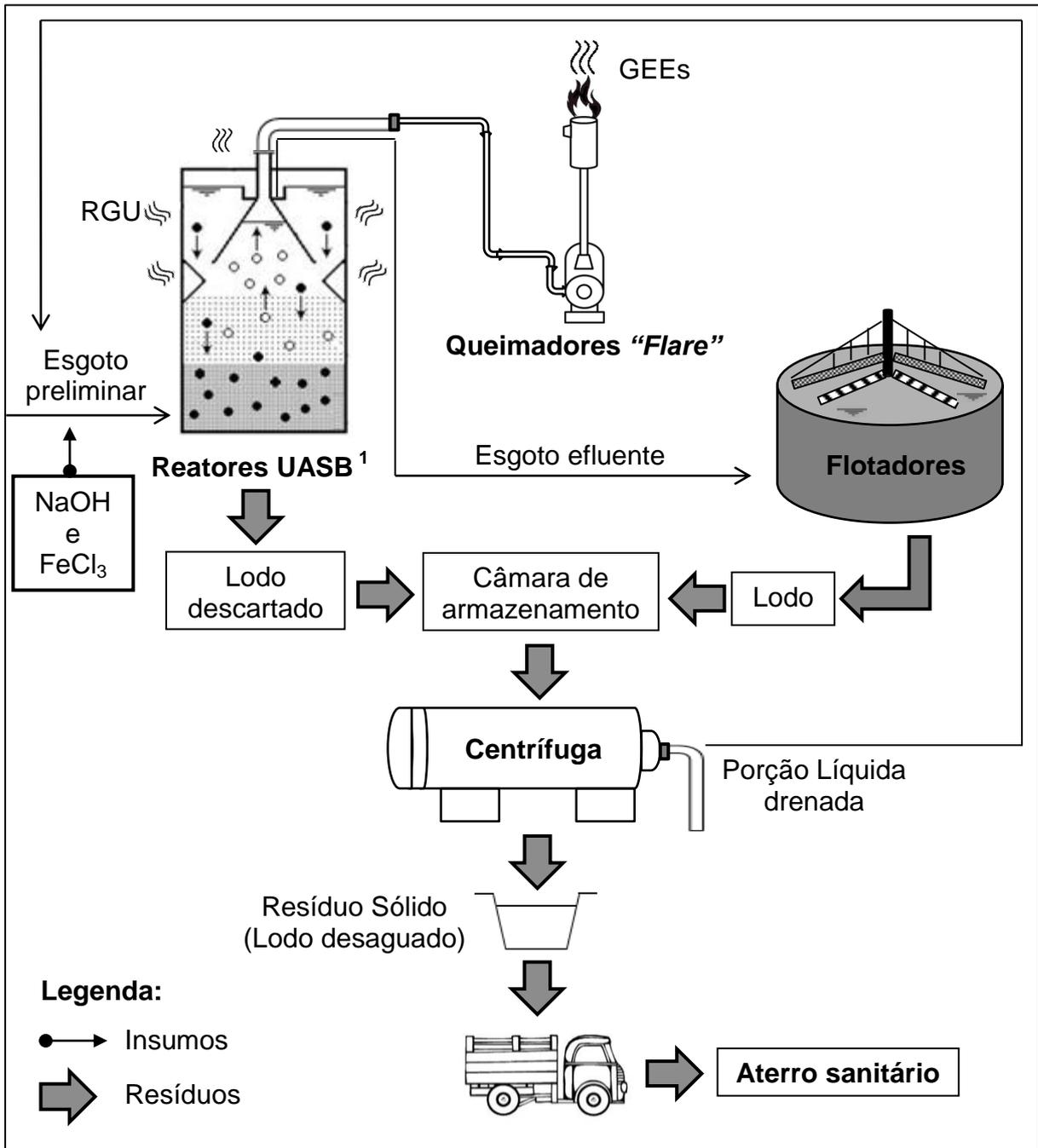
Diante deste fato, a única possibilidade de existência de dados sobre os GEEs produzidos nesta etapa seria em relação às quantidades geradas e, desta maneira, estes dados, referentes ao período de janeiro a dezembro de 2013,

também foram solicitados por meio do ofício enviado em junho de 2014. No entanto, também não havia dados disponíveis em relação a estas quantidades por meio do referido ofício. Já a informação referente ao aumento ou não da quantidade destes GEEs em períodos de chuva foi fornecida na ETE-Monjolinho sob a forma de estimativa (Quadro 11).

Embora a descrição de aspectos quanto ao lodo gerado no tratamento de esgoto sanitário da ETE-Monjolinho esteja na análise de desempenho dos flotores, pode-se afirmar que as informações quanto ao “Armazenamento e transporte” (capacidade das unidades de armazenamento, o número de unidades retiradas por semana da ETE-Monjolinho e a frequência com que esta retirada ocorria), além do aumento deste resíduo em períodos chuvosos, também foram fornecidas sob a forma de estimativas à época da coleta de dados desta pesquisa (Quadro 12).

**Figura 40** - Modelo para demonstração dos insumos utilizados, resíduos/rejeitos gerados no tratamento com reatores UASB na ETE-Monjolinho.

|                  |   |                         |
|------------------|---|-------------------------|
| Logomarca da ETE | <b>CONTROLE DE INSUMOS E RESÍDUOS/REJEITOS</b>      | Data (início):<br>_/_/  |
|                  | <b>Etapa:</b> Reatores UASB<br><b>Nº(s) ref.:</b> 5 | Data (término):<br>_/_/ |



**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013). Com base em Quality Innovation (2011). <sup>1</sup>Fonte: Chernicharo (2007) (modificado). GEEs: Gases de Efeito Estufa. RGUs: Resíduos Gasosos dos Reatores UASB. Nº(s) ref.: número(s) de referência.

**Quadro 10** - Instrumento de auxílio ao controle de insumos utilizados no tratamento com reatores UASB na ETE-Monjolinho.

| INSUMOS  |  |          |
|--|--|----------|
| Identificação  | Quantidade (kg, m <sup>3</sup> , L, kWh, etc.) | Período* |
| NaOH (alcalinizante)   | 101.090 kg                                     | Mês      |
| FeCl <sub>3</sub>  | 43.899 kg                                      | Mês      |
| <b>OBS.:</b> 1) NaOH: adicionado após o gradeamento fino e anteriormente à calha <i>Parshal</i> e caixas de areia (Tratamento preliminar).<br>2) FeCl <sub>3</sub> : adicionado nas porções finais das caixas de areia (Tratamento preliminar) como tentativa de auxílio à diminuição do odor proveniente dos reatores UASB. |  |          |
| <b>OBS.:</b>   |  |          |

**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013). Com base em Labes (1998). \*Dados de janeiro a dezembro de 2013 (Fonte: SAAE (2014)). ND: dado não disponível.

**Quadro 11** - Instrumento de auxílio ao controle dos Resíduos Gasosos gerados no tratamento com reatores UASB na ETE-Monjolinho.

| RESÍDUO/ REJEITO  |  |  |               |
|---|--|--|---------------|
| Resíduos gasosos: GEEs  |  |  |               |
| Remoção   |  |  |               |
| <input type="checkbox"/> Manual   |  | <input checked="" type="checkbox"/> Mecanizada |               |
| Armazenamento e transporte  |  |  |               |
| Unidade (caçambas, etc)   | Capacidade unitária (kg, m <sup>3</sup> , etc) | Unidades por semana                            | Frequência    |
| _____   | _____  | _____  | _____         |
| Destino   |  |  |               |
| Local   |  | Distância até o local (km)                     |               |
| Atmosfera   |  | _____  |               |
| Quantidade  |  |  |               |
| Quando chove, o resíduo*:   |  | Média (t/mês)                                  | Total (t/ano) |
| <input type="checkbox"/> aumenta  |  | ND   | ND            |
| <input checked="" type="checkbox"/> não aumenta   |  |  |               |
| Custos  |  |  |               |
| Custo de transporte em média (R\$/t. mês)   |  | Custo total de transporte (R\$/ano)            |               |
| _____   |  | _____  |               |
| Custo de disposição em média (R\$/t. mês)   |  | Custo total de disposição (R\$/ano)            |               |
| _____   |  | _____  |               |
| <b>OBS.:</b> 1) Em dias chuvosos, a vazão afluyente geralmente dobra (estimativa), mas as quantidades destes resíduos não aumentam com esta vazão (estimativa). |  |  |               |

**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013). Com base em Labes (1998). \*Estimativa. GEEs: Gases de Efeito Estufa. ND: dado não disponível.

**Quadro 12** - Instrumento de auxílio ao controle do lodo descartado no tratamento com reatores UASB da ETE-Monjolinho.

| <b>RESÍDUO/ REJEITO</b>  |
|--|
| <b>Resíduo sólido:</b> Lodo descartado   |
| <b>OBS.:</b> 1) A descrição do lodo que segue dos reatores UASB para a centrífuga encontra-se na análise de desempenho dos flutuadores, de também onde sai parte do lodo que será desaguado. |

**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013). Com base em Labes (1998).

Outro fator que deve ser tratado com muita atenção na ETE-Monjolinho e que ficou evidente durante todo o período de coleta de dados desta pesquisa, é quanto à estrutura dos reatores UASB, que apresentam rachaduras nos tetos e nas laterais. É necessário que se busquem alternativas para a solução deste problema, de maneira não paliativa, pois está ocorrendo a corrosão interna dos reatores.

Observou-se também a oxidação de diversos componentes metálicos da Estação. Uma hipótese relatada à pesquisadora no período de coleta de dados desta pesquisa é de que esta oxidação pode estar associada à liberação de componentes advindos das reações anaeróbias dos reatores UASB que fluem pelas fissuras dos mesmos.

Além disso, ocorre o escape constante de gás metano para a atmosfera por essas fissuras e, embora sejam necessários estudos mais aprofundados, este gás poderia estar sendo reaproveitado, por exemplo, para a produção de energia elétrica, de modo a contribuir para a redução de custos e autossuficiência energética da ETE-Monjolinho e para minimizar sua contribuição para a intensificação do Efeito Estufa.

Outro gás que flui pelas fissuras dos reatores UASB é o gás sulfídrico ( $H_2S$ ). Neste sentido, é importante a busca de alternativas para a solução deste problema, tendo em vista o mau odor causado por este gás que, devido à direção dos ventos, chega a bairros da cidade, causando transtornos aos moradores.

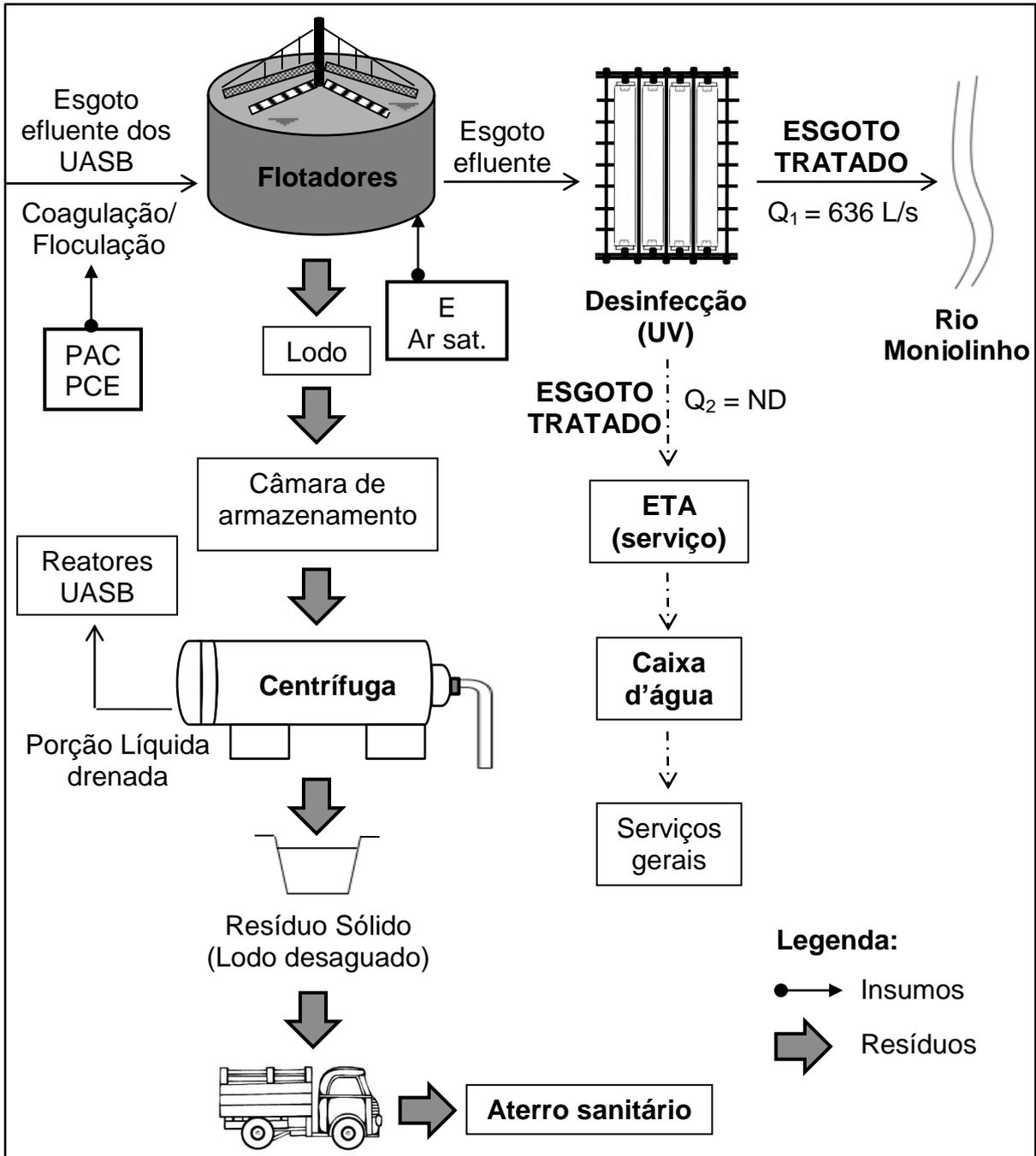
#### **6.2.4 Aplicação de instrumentos relacionados aos insumos utilizados e resíduos e rejeitos gerados no processo de Flotação da ETE-Monjolinho**

No caso da etapa de tratamento com flotadores na ETE-Monjolinho (Figura 41), não havia dados disponíveis na referida Estação à época da coleta de dados desta pesquisa quanto às quantidades consumidas de insumos no período de janeiro a dezembro de 2013. Assim, estes dados também foram solicitados ao SAAE por meio do ofício enviado em junho de 2014, sendo que o dado referente ao Polímero catiônico em emulsão constante no ofício em resposta enviado pelo SAAE refere-se à quantidade total utilizada na coagulação e também na etapa de centrifugação (Quadro 13).

As informações quanto ao “Armazenamento e transporte” de lodo - resíduo gerado nesta etapa -, como a capacidade das unidades de armazenamento, o número de unidades de armazenamento retiradas por semana da ETE-Monjolinho, a frequência com que esta retirada ocorria, e também em relação ao aumento da quantidade deste resíduo em períodos de chuva (item “Quantidade”), foram fornecidas na ETE-Monjolinho sob a forma de estimativas (Quadro 14).

**Figura 41** - Modelo para demonstração dos insumos utilizados, resíduos/rejeitos gerados no tratamento com Flotadores na ETE-Monjolinho.

|                  |   |                            |
|------------------|---|----------------------------|
| Logomarca da ETE | <b>CONTROLE DE INSUMOS E RESÍDUOS/REJEITOS</b>          | Data (início):<br>_/_/___  |
|                  | <b>Etapa:</b> Flotadores<br><b>Nº(s) ref.:</b> 6, 7 e 8 | Data (término):<br>_/_/___ |



**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013). Com base em Quality Innovation (2011). Ar sat.: Ar saturado. E: energia elétrica. PAC: Policloreto de Alumínio. PCE: Polímero catiônico em emulsão. Nº(s) ref.: número(s) de referência. ND: dado não disponível. Q<sub>1</sub> e Q<sub>2</sub>: vazões de esgoto tratado que seguem para o rio Monjolinho (Média. Fonte: SAAE (2014)) e ETA de serviço, respectivamente.

**Quadro 13** - Instrumento de auxílio ao controle de insumos utilizados no Tratamento com flotores na ETE-Monjolinho.

| INSUMOS                                    |  |           |
|--|--|-----------|
| Identificação                              | Quantidade (kg, m <sup>3</sup> , L, kWh, etc.) | Período** |
| Energia elétrica                           | 154.000 kWh*                                   | Mês       |
| Polímero catiônico em emulsão (floculante) | 11.429 kg***                                   | Mês       |
| PAC (Policloreto de Alumínio; coagulante)  | 225.954 kg                                     | Mês       |
| Ar saturado                                | ND   | Mês       |
| <b>OBS.:</b>                               |  |           |

**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013). Com base em Labes (1998). \*Consumo de energia elétrica, em média, na ETE-Monjolinho, em 2013. \*\*Dados de janeiro a dezembro de 2013 (Fonte: SAAE (2014)). \*\*\*Dados referentes à utilização na coagulação e na centrifugação. ND: dado não disponível.

**Quadro 14** - Instrumento de auxílio ao controle do lodo gerado no tratamento com flotores da ETE-Monjolinho.

| RESÍDUO/ REJEITO  |  |  |                      |
|---|--|--|----------------------|
| <b>Resíduo sólido: Lodo</b>   |  |  |                      |
| <b>Remoção</b>  |  |  |                      |
| ( ) Manual  |  | (X) Mecanizada                             |                      |
| <b>Armazenamento e transporte</b>   |  |  |                      |
| Unidade (caçambas, etc)   | Capacidade unitária (kg, m <sup>3</sup> , etc) * | Unidades por semana *                      | Frequência *         |
| Caçambas  | 15m <sup>3</sup>                                 | 20   | Todos os dias.       |
| <b>Destino</b>  |  |  |                      |
| <b>Local</b>  |  | <b>Distância até o local (km) **</b>       |                      |
| Aterro sanitário de Paulínia/SP.  |  | 137 km (Ida)                               |                      |
| <b>Quantidade</b>   |  |  |                      |
| <b>Quando chove, o resíduo *:</b>   |  | <b>Média (t/mês)</b>                       | <b>Total (t/ano)</b> |
| (X) aumenta   |  | 838,58                                     | 7.547,23             |
| ( ) não aumenta   |  |  |                      |
| <b>Custos ***</b>   |  |  |                      |
| <b>Custo de transporte em média (R\$/t. mês)</b>  |  | <b>Custo total de transporte (R\$/ano)</b> |                      |
| R\$ 56.495,21   |  | R\$ 508.456,89                             |                      |
| <b>Custo de disposição em média (R\$/t. mês)</b>  |  | <b>Custo total de disposição (R\$/ano)</b> |                      |
| R\$ 75.623,24   |  | R\$ 680.609,20                             |                      |
| <p><b>OBS.:</b> 1) Em dias chuvosos, a vazão afluyente geralmente dobra (estimativa), mas a quantidade deste resíduo não necessariamente aumenta com esta vazão (estimativa).<br/>           2) Custo de transporte: R\$67,37/ t<br/>           3) Custo de disposição: R\$90,18/ t<br/>           4) Os valores de transporte e disposição são frequentemente reajustados.</p> |  |  |                      |

**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013). Com base em Labes(1998). \*Estimativas. \*\*Caminho mais curto, pela rodovia Washington Luiz (Fonte: Disponível em: <https://maps.google.com.br/>>. Acesso em: 1 dez 2013). \*\*\*Ano de referência: 2013.

As quantidades Média (t/mês) e Total (t/ano), bem como os custos mensais médios e anuais com o transporte e disposição do lodo (Quadro 14) foram obtidos, a exemplo dos rejeitos RSG e RSCA do Tratamento Preliminar, na ETE-Monjolinho a partir da análise de nove meses do ano de 2013 (Tabela 2).

**Tabela 2** - Quantidade de lodo produzido na ETE-Monjolinho e custos mensais médios e anuais com seu transporte e disposição.

| <b>LODO</b>   |                                  |                           |                           |                         |
|---------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|
| <b>Mês</b>    | <b>Quantidade (Tonelada - t)</b> | <b>Transporte (custo)</b> | <b>Disposição (custo)</b> | <b>Total (custo)</b>    |
| Janeiro       | 820,86                           | R\$ 55.301,34             | R\$74.025,15              | R\$ 129.326,49          |
| Fevereiro     | 797,56                           | R\$ 53.731,62             | R\$71.923,96              | R\$ 125.655,58          |
| Março         | 1065,84                          | R\$ 71.805,64             | R\$96.117,45              | R\$ 167.923,09          |
| Abril         | 805,93                           | R\$ 54.295,50             | R\$72.678,77              | R\$ 126.974,27          |
| Maio          | 670,11                           | R\$ 45.145,31             | R\$60.430,52              | R\$ 105.575,83          |
| Junho         | 578,47                           | R\$ 38.971,52             | R\$52.166,42              | R\$ 91.137,94           |
| Julho         | 873,98                           | R\$ 58.880,03             | R\$78.815,52              | R\$ 137.695,55          |
| Agosto        | 968,99                           | R\$ 65.280,86             | R\$87.383,52              | R\$ 152.664,38          |
| Setembro      | 965,49                           | R\$ 65.045,06             | R\$87.067,89              | R\$ 152.112,95          |
| <b>Total:</b> | <b>7.547,23</b>                  | <b>R\$ 508.456,88</b>     | <b>R\$ 680.609,20</b>     | <b>R\$ 1.189.066,09</b> |
| <b>Média:</b> | <b>838,58</b>                    | <b>R\$ 56.495,21</b>      | <b>R\$ 75.623,24</b>      | <b>R\$ 132.118,45</b>   |

Fonte: ETE-Monjolinho (2013).

Foram produzidos, em média, cerca de 840 toneladas de lodo por mês e um total de aproximadamente 7.550 toneladas em nove meses. Os custos para destinação deste resíduo até Paulínia-SP ficaram em mais de 130 mil reais ao mês, em média, e em mais de um milhão de reais após nove meses (Tabela 2).

Tais fatos reforçam a necessidade da análise de alternativas para a destinação do lodo produzido na ETE-Monjolinho, bem como o acompanhamento de pesquisas nesta área.

### **6.2.5 Aplicação de instrumentos relacionados aos insumos utilizados e resíduos e rejeitos gerados no processo de centrifugação da ETE-Monjolinho**

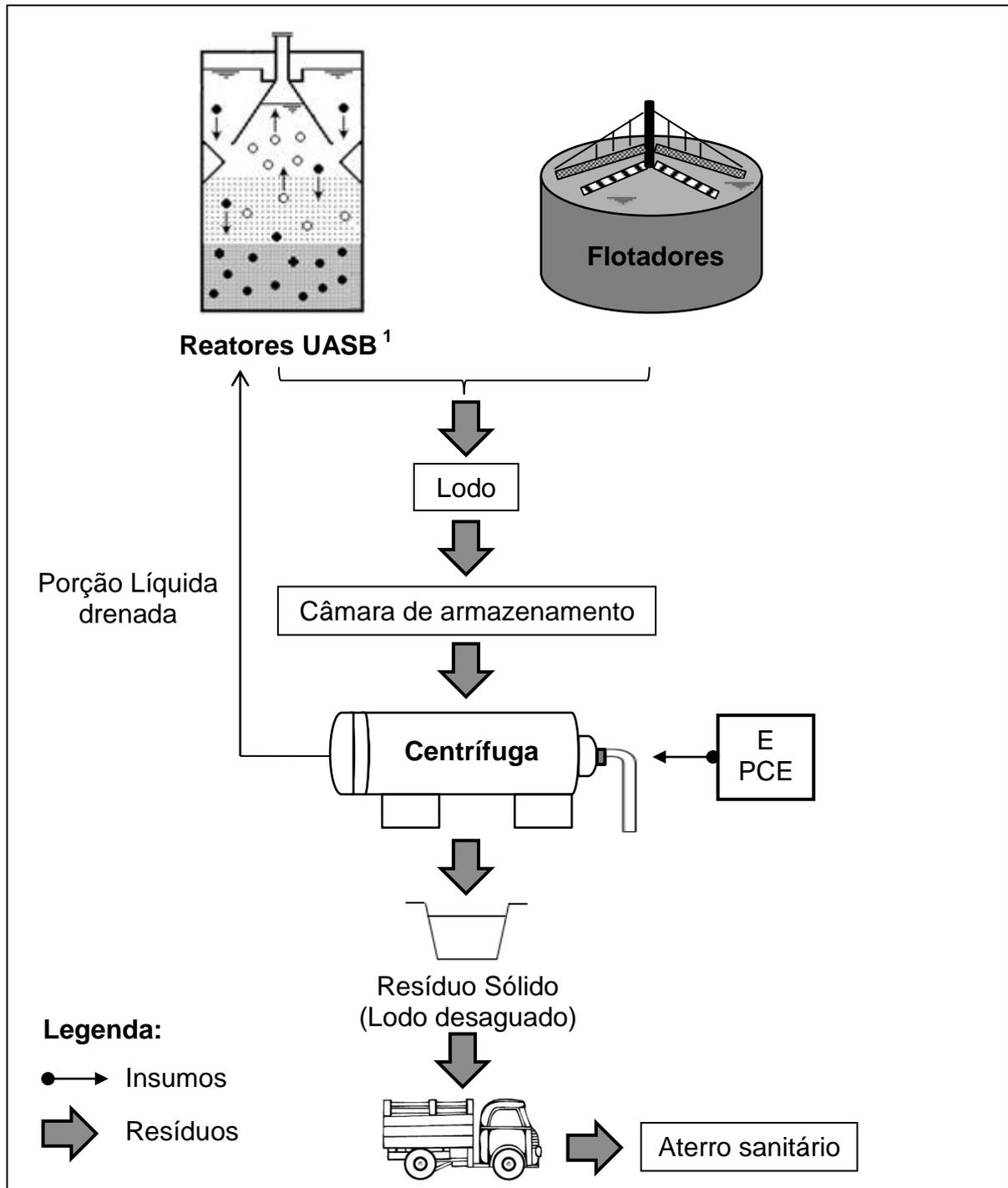
Já na fase de desaguentamento de lodo por centrifugação (Figura 42), também não havia dados disponíveis na referida Estação à época da coleta de dados desta pesquisa quanto às quantidades de insumos consumidos nesta etapa, no período de janeiro a dezembro de 2013, que são basicamente energia elétrica e Polímero catiônico em emulsão (floculante) (Quadro 15).

Desta maneira, estes dados também foram solicitados ao SAAE por meio do ofício enviado em junho de 2014, sendo que o dado referente ao Polímero catiônico em emulsão constante no ofício em resposta enviado pelo SAAE refere-se não somente à quantidade total utilizada na etapa de centrifugação como também na de coagulação (Quadro 15).

O processo de desaguamento de lodo realizado nesta fase não gera resíduos ou rejeitos (Quadro 16).

**Figura 42** - Modelo para demonstração dos insumos utilizados, resíduos/rejeitos gerados no desaguamento de lodo por centrifugação na ETE-Monjolinho.

|                  |   |                            |
|------------------|---|----------------------------|
| Logomarca da ETE | <b>CONTROLE DE INSUMOS E RESÍDUOS/REJEITOS</b>    | Data (início):<br>_/_/___  |
|                  | <b>Etapa:</b> Centrífuga<br><b>Nº(s) ref.:</b> 13 | Data (término):<br>_/_/___ |



**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013). Com base em Quality Innovation (2011). <sup>1</sup>Fonte: Chernicharo (2007) (modificado). E: energia elétrica. PCE: Polímero catiônico em emulsão. Nº(s) ref.: número(s) de referência.

**Quadro 15** - Instrumento de auxílio ao controle de insumos utilizados para o desaguamento de lodo por centrifugação na ETE-Monjolinho.

| INSUMOS                                    |  |           |
|--|--|-----------|
| Identificação                              | Quantidade (kg, m <sup>3</sup> , L, kWh, etc.) | Período** |
| Energia elétrica                           | 154.000 kWh*                                   | Mês       |
| Polímero catiônico em emulsão (floculante) | 11.429 kg***                                   | Mês       |
| <b>OBS.:</b>                               |  |           |

**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013). Com base em Labes (1998). \*Consumo de energia elétrica, em média, na ETE-Monjolinho, em 2013. \*\*Dados de janeiro a dezembro de 2013 (Fonte: SAAE (2014)). \*\*\*Dados referentes à utilização na coagulação e também na centrifugação.

**Quadro 16** - Instrumento de auxílio ao controle dos resíduos gerados para o desaguamento de lodo por centrifugação na ETE-Monjolinho.

| RESÍDUO/ REJEITO   |
|--|
| <b>Resíduo sólido:</b> não há resíduos ou rejeitos gerados neste processo.                               |
| <b>OBS.:</b> 1) Informações acerca do lodo desaguado encontram-se na análise de desempenho dos flotores. |

**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013). Com base em Labes (1998).

### 6.2.6 Aplicação de instrumentos relacionados aos insumos utilizados e resíduos e rejeitos gerados no processo de desinfecção e ETA de serviço da ETE-Monjolinho

No processo seguinte ao tratamento com flotores, em que há a desinfecção do esgoto tratado antes de seu lançamento para a escada hidráulica e então ao Rio Monjolinho (Figura 43), são utilizados energia elétrica para o funcionamento do equipamento de emissão de raios UV e também hipoclorito de sódio, que é adicionado após os flotores e que complementa o processo de desinfecção por UV.

Para o volume de esgoto tratado que segue à ETA de serviço para adequação à reutilização posterior em serviços gerais (Figura 43), os insumos também são energia elétrica e hipoclorito de sódio.

Não havia dados disponíveis na ETE-Monjolinho à época da coleta de dados desta pesquisa quanto às quantidades consumidas de insumos, no período de janeiro a dezembro de 2013, tanto para o processo de desinfecção por UV quanto para a ETA de serviço, assim como não havia dados disponíveis sobre os volumes de esgoto tratado que fluíam para o Rio Monjolinho ( $Q_1$ ) e para a ETA de

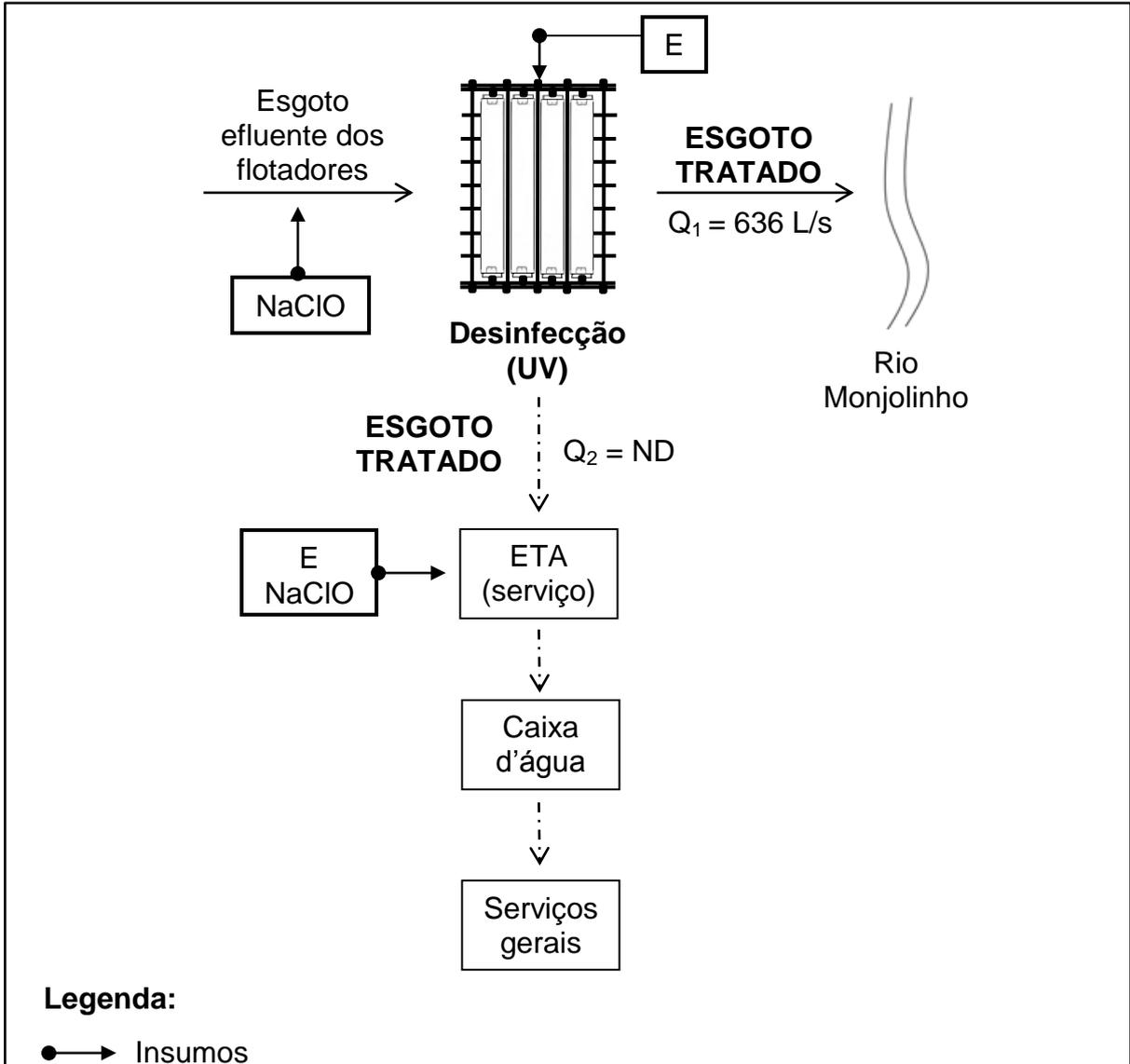
serviço ( $Q_2$ ). Assim, estes dados também foram solicitados ao SAAE por meio do ofício enviado em junho de 2014 e aqueles referentes às quantidades de insumos utilizados nesses processos encontram-se nos Quadros 17 e 19. Em relação às vazões de esgoto tratado, somente foi disponibilizada a vazão média que fluía para o rio Monjolinho ( $Q_1$ ) (Figura 43).

Os resíduos gerados no processo de desinfecção referem-se àqueles quando da limpeza do equipamento de emissão de UV (Quadro 18), cujas quantidades de janeiro a dezembro de 2013 também não estavam disponíveis na ETE-Monjolinho à época da coleta de dados desta pesquisa. Estes dados também foram, desta forma, solicitados por meio do ofício enviado ao SAAE em junho de 2014, mas possivelmente por se tratarem de quantidades muito pequenas, resultantes da limpeza manual do equipamento de emissão de UV, o que dificulta sua contabilização, também não foram disponibilizados por meio do ofício (Quadro 18).

Já para a ETA de serviço não há resíduos ou rejeitos gerados (Quadro 20).

**Figura 43** - Modelo para demonstração dos insumos utilizados, resíduos/rejeitos gerados no processo de desinfecção e ETA de serviço na ETE-Monjolinho.

|                  |   |                            |
|------------------|---|----------------------------|
| Logomarca da ETE | <b>Controle de insumos e resíduos</b>                                       | Data (início):<br>_/_/___  |
|                  | <b>Etapa:</b> Desinfecção e ETA de serviço<br><b>Nº(s) ref.:</b> 9, 10 e 15 | Data (término):<br>_/_/___ |



**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013). Com base em Quality Innovation (2011). E: energia elétrica. Nº(s) ref.: número(s) de referência.  $Q_1$  e  $Q_2$ : vazões de esgoto tratado que seguem para o rio Monjolinho (Média. Fonte: SAAE (2014)) e ETA de serviço, respectivamente. ND: dado não disponível.

**Quadro 17** - Instrumento de auxílio ao controle de insumos utilizados na etapa de desinfecção na ETE-Monjolinho.

| <b>INSUMOS</b>   |   |                  |
|--|---|------------------|
| <b>Identificação</b>   | <b>Quantidade (kg, m<sup>3</sup>, L, kWh, etc.)</b> | <b>Período**</b> |
| Energia elétrica   | 154.000 kWh*  | Mês              |
| Hipoclorito de sódio (adicionado após os flotores).  | 67.933 kg   | Mês              |
| <b>OBS.:</b> O hipoclorito será substituído por ácido peracético e será utilizado somente para a “ETA de serviço”. |   |                  |

**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013). Com base em Labes (1998). \*Consumo de energia elétrica, em média, na ETE-Monjolinho, em 2013. \*\*Dados de janeiro a dezembro de 2013 (Fonte: SAAE (2014)).

**Quadro 18** - Instrumento de auxílio ao controle dos resíduos gerados na fase de desinfecção por UV da ETE-Monjolinho.

| <b>RESÍDUO/ REJEITO</b>   |
|---|
| <b>Resíduos sólidos:</b> resíduos de limpeza do equipamento de emissão de UV  |
| <b>OBS.:</b> 1) Os resíduos deste processo resumem-se a pequenas quantidades de sólidos aderidos às paredes das lâmpadas de emissão de UV, que são removidos com água quando da realização da limpeza manual das lâmpadas. Possivelmente, por este motivo, sua quantificação é difícil de ser realizada, o que pode explicar a não disponibilidade de dados referentes a estes resíduos à época da coleta de dados desta pesquisa e também por meio do ofício enviado ao SAAE em junho de 2014. |

**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013). Com base em Labes (1998).

**Quadro 19** - Instrumento de auxílio ao controle de insumos utilizados na ETA de serviço da ETE-Monjolinho.

| <b>INSUMOS</b>       |   |                  |
|----------------------|---|------------------|
| <b>Identificação</b> | <b>Quantidade (kg, m<sup>3</sup>, L, kWh, etc.)</b> | <b>Período**</b> |
| Energia elétrica     | 154.000 kWh*  | Mês              |
| Hipoclorito de sódio | ND  | Mês              |
| <b>OBS.:</b>         |   |                  |

**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013). Com base em Labes (1998). \*Consumo de energia elétrica, em média, na ETE-Monjolinho, em 2013. \*\*Dados de janeiro a dezembro de 2013 (Fonte: SAAE (2014)). ND: dado não disponível.

**Quadro 20** - Instrumento de auxílio ao controle dos resíduos gerados na ETA de serviço da ETE-Monjolinho.

| <b>RESÍDUO/ REJEITO</b>  |
|--|
| <b>Resíduos sólidos:</b> não há resíduos ou rejeitos gerados neste processo.   |
| <b>OBS.:</b> 1) Na “ETA de serviço” há apenas a filtração e o acréscimo de hipoclorito de sódio para que a parte do efluente tratado a ser reutilizada em serviços gerais esteja em condições mais adequadas a este uso, não havendo a geração de resíduos ou rejeitos neste processo. |

**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013). Com base em Labes (1998).

### **6.2.7 Aplicação de instrumentos relacionados aos insumos utilizados e resíduos e rejeitos gerados no laboratório da ETE-Monjolinho**

Quanto ao laboratório da ETE-Monjolinho, são necessários, além de energia elétrica, reagentes químicos para a realização de testes (Figura 44).

Não havia, contudo, dados disponíveis na referida Estação à época da coleta de dados desta pesquisa quanto às quantidades utilizadas destes insumos no período de janeiro a dezembro de 2013. Desta maneira, estes dados também foram solicitados ao SAAE por meio do ofício enviado em junho de 2014, sendo que o dado disponibilizado para esta etapa refere-se à energia elétrica utilizada (Quadro 21).

Foram verificados quatro resíduos advindos de práticas do laboratório da ETE-Monjolinho: solução de dicromato de potássio (RLDP), Resíduo líquido resultante da análise de Policloreto de Alumínio - PAC (RLPAC), Resíduo Líquido resultante da análise da qualidade de  $\text{FeCl}_3$  (R $\text{FeCl}_3$ ) para uso no tratamento do esgoto sanitário e Resíduo Líquido resultante da análise da quantidade de fósforo do esgoto sanitário - P (RP) (Quadros 22, 23 e 24).

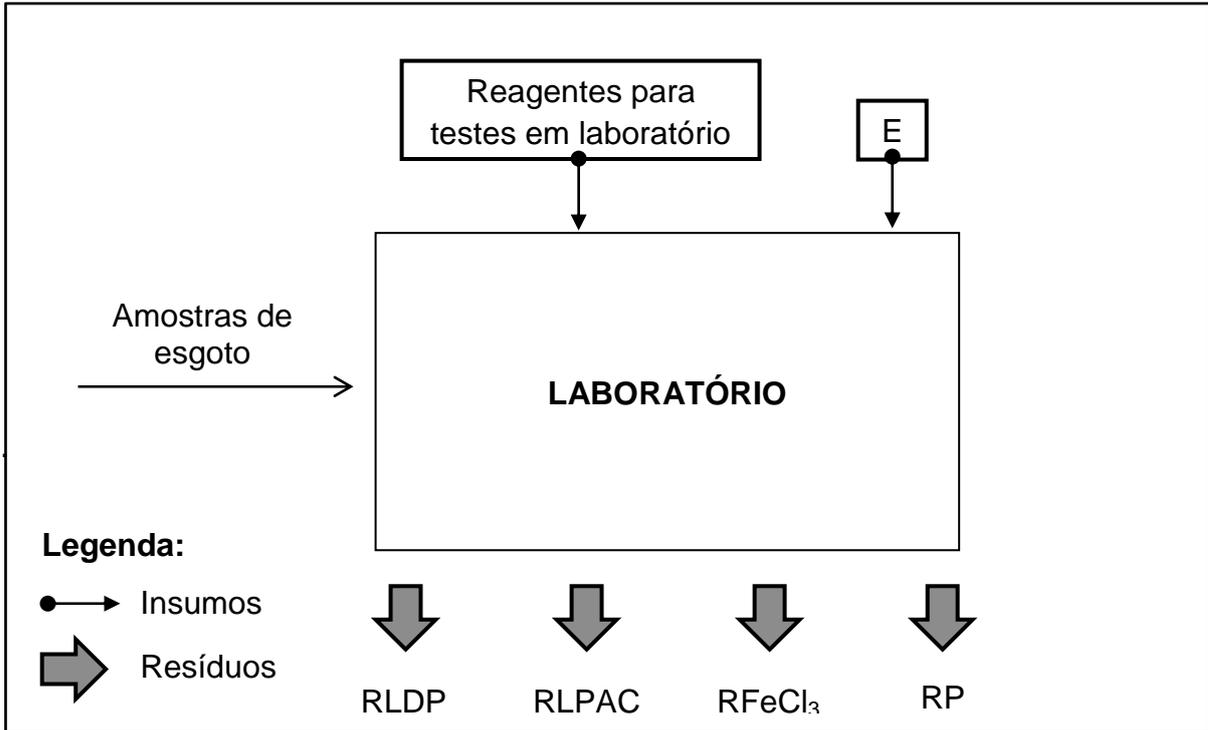
Alguns dados sobre estes resíduos, referentes ao período de janeiro a dezembro de 2013, que também não estavam disponíveis na ETE-Monjolinho à época da coleta de dados desta pesquisa, também foram solicitados ao SAAE por meio do ofício enviado à autarquia em junho de 2014. Estes dados, que se referiam essencialmente ao número de unidades de armazenamento destes resíduos gerados por semana (item “Armazenamento e transporte”), também não foram disponibilizados por meio do ofício. Entretanto, foram disponibilizados por meio do documento dados relativos às quantidades geradas desses resíduos por mês (mL/mês) de janeiro a dezembro de 2013 (item “Quantidade”), que anteriormente

havam sido fornecidos na ETE-Monjolinho sob a forma de estimativas (Quadros 22, 23 e 24).

Outra questão importante refere-se ao armazenamento de parte dos resíduos químicos provenientes de práticas do laboratório que, à época da coleta de dados desta pesquisa, era realizado nas próprias dependências do laboratório. É necessário que se avalie esta questão e que se considerem alternativas ao destino destas substâncias.

**Figura 44** - Modelo para demonstração dos insumos utilizados, resíduos/rejeitos gerados no laboratório da ETE-Monjolinho.

|                  |  |                            |
|------------------|--|----------------------------|
| Logomarca da ETE | <b>Controle de insumos e resíduos</b>              | Data (início):<br>_/_/___  |
|                  | <b>Etapa:</b> Laboratório<br><b>Nº(s) ref.:</b> 14 | Data (término):<br>_/_/___ |



**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013). Com base em Quality Innovation (2011). E: energia elétrica. Nº(s) ref.: número(s) de referência. RLDP: Solução de dicromato de potássio. RLPAC: Resíduo líquido resultante da análise de PAC. RFeCl<sub>3</sub>: resíduo líquido resultante da análise da qualidade de FeCl<sub>3</sub>. RP: resíduo líquido resultante da análise da quantidade de fósforo (P).

**Quadro 21** - Instrumento de auxílio ao controle de insumos utilizados no laboratório da ETE-Monjolinho.

| <b>INSUMOS</b>                        |   |                  |
|---------------------------------------|---|------------------|
| <b>Identificação</b>                  | <b>Quantidade (kg, m<sup>3</sup>, L, kWh, etc.)</b> | <b>Período**</b> |
| Energia elétrica                      | 154.000 kWh*  | Mês              |
| Reagentes para testes em laboratório. | ND  | Mês              |
| <b>OBS.:</b>                          |   |                  |

**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013). Com base em Labes (1998). \*Consumo de energia elétrica, em média, na ETE-Monjolinho, em 2013. \*\*Dados de janeiro a dezembro de 2013 (Fonte: SAAE (2014)). ND: dado não disponível.

**Quadro 22** - Instrumento de auxílio ao controle da solução residual de dicromato de potássio, gerada no laboratório da ETE-Monjolinho.

| <b>RESÍDUO/ REJEITO</b>  |   |  |                                 |
|--|---|--|---------------------------------|
| <b>Resíduo líquido: Solução de dicromato de potássio - RLDP</b>                      |   |  |                                 |
| <b>Remoção</b>   |   |  |                                 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Manual   |   | <input type="checkbox"/> Mecanizada        |                                 |
| <b>Armazenamento e transporte</b>  |   |  |                                 |
| <b>Unidade (caçambas, etc)</b>   | <b>Capacidade unitária (kg, m<sup>3</sup>, etc)</b> | <b>Unidades por semana</b>                 | <b>Frequência de transporte</b> |
| Recipientes apropriados para resíduos de laboratório.                                | Depende da quantidade de resíduo a ser armazenado.  | ND   | Não realizado.                  |
| <b>Destino</b>   |   |  |                                 |
| <b>Local</b>   |   | <b>Distância até o local (km)</b>          |                                 |
| Laboratório da ETE   |   | —  |                                 |
| <b>Quantidade</b>  |   |  |                                 |
| <b>Quando chove, o resíduo:</b>  |   | <b>Média (mL/mês)*</b>                     | <b>Total (mL/ano)*</b>          |
| <input type="checkbox"/> aumenta   |   | 200  | 2400                            |
| <input checked="" type="checkbox"/> não aumenta                                      |   |  |                                 |
| <b>Custos**</b>  |   |  |                                 |
| <b>Custo de transporte em média (R\$/L. mês)</b>                                     |   | <b>Custo total de transporte (R\$/ano)</b> |                                 |
| —  |   | —  |                                 |
| <b>Custo de disposição em média (R\$/L. mês)</b>                                     |   | <b>Custo total de disposição (R\$/ano)</b> |                                 |
| —  |   | —  |                                 |
| <b>OBS.:</b> 1) O RLDP, utilizado para teste de DQO, tem mercúrio (Hg) e prata (Ag). |   |  |                                 |

**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013). Com base em Labes (1998). \*Fonte: SAAE (2014). \*\*Ano de referência: 2013. ND: dado não disponível.

**Quadro 23** - Instrumento de auxílio ao controle do resíduo líquido resultante da análise de PAC, gerado no laboratório da ETE-Monjolinho.

| <b>RESÍDUO/ REJEITO</b>   |   |  |                                 |
|---|---|--|---------------------------------|
| <b>Resíduo líquido:</b> Resíduo líquido resultante da análise de PAC - RLPAC. |   |  |                                 |
| <b>Remoção</b>  |   |  |                                 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Manual                                    |   | <input type="checkbox"/> Mecanizada        |                                 |
| <b>Armazenamento e transporte</b>   |   |  |                                 |
| <b>Unidade (caçambas, etc)</b>  | <b>Capacidade unitária (kg, m<sup>3</sup>, etc)</b> | <b>Unidades por semana</b>                 | <b>Frequência de transporte</b> |
| Recipientes apropriados para resíduos de laboratório.                         | Depende da quantidade de resíduo a ser armazenado.  | ND   | Não realizado.                  |
| <b>Destino</b>  |   |  |                                 |
| <b>Local</b>  |   | <b>Distância até o local (km)</b>          |                                 |
| Laboratório da ETE  |   | —  |                                 |
| <b>Quantidade</b>   |   |  |                                 |
| <b>Quando chove, o resíduo:</b>   |   | <b>Média (mL/mês)*</b>                     | <b>Total (mL/ano)*</b>          |
| <input type="checkbox"/> aumenta  |   | 400  | 4800                            |
| <input checked="" type="checkbox"/> não aumenta                               |   |  |                                 |
| <b>Custos**</b>   |   |  |                                 |
| <b>Custo de transporte em média (R\$/L. mês)</b>                              |   | <b>Custo total de transporte (R\$/ano)</b> |                                 |
| —   |   | —  |                                 |
| <b>Custo de disposição em média (R\$/L. mês)</b>                              |   | <b>Custo total de disposição (R\$/ano)</b> |                                 |
| —   |   | —  |                                 |
| <b>OBS.:</b>  |   |  |                                 |

**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013). Com base em Labes (1998). \*Fonte: SAAE (2014). \*\*Ano de referência: 2013. ND: dado não disponível. PAC: Policloreto de Alumínio.

**Quadro 24** - Instrumento de auxílio ao controle dos resíduos líquidos resultantes da análise a qualidade de  $\text{FeCl}_3$  e da análise da quantidade de fósforo (P) do esgoto sanitário da ETE-Monjolinho.

| <b>RESÍDUO/ REJEITO</b>  |   |  |  |
|--|---|--|--|
| <b>Resíduo líquido:</b> Outros resíduos líquidos, resultantes da análise da qualidade de $\text{FeCl}_3$ ( $\text{RFeCl}_3$ ) para uso no tratamento do esgoto sanitário e da análise da quantidade de fósforo (P) - RP - do esgoto sanitário.                                     |   |  |  |
| <b>Remoção</b>   |   |  |  |
| <input checked="" type="checkbox"/> Manual   |   | <input type="checkbox"/> Mecanizada        |  |
| <b>Armazenamento e transporte</b>  |   |  |  |
| <b>Unidade (caçambas, etc)</b>   | <b>Capacidade unitária (kg, m<sup>3</sup>, etc)</b> | <b>Unidades por semana</b>                 | <b>Frequência de transporte</b>          |
| Recipientes apropriados para resíduos de laboratório.  | Depende da quantidade de resíduo a ser armazenado.  | ND   | Não realizado.                           |
| <b>Destino</b>   |   |  |  |
| <b>Local</b>   |   | <b>Distância até o local (km)</b>          |  |
| Rede de esgotos sanitários   |   | —  |  |
| <b>Quantidade</b>  |   |  |  |
| <b>Quando chove, o resíduo:</b>  |   | <b>Média (mL/mês)*</b>                     | <b>Total (mL/ano)*</b>                   |
| <input type="checkbox"/> aumenta   |   | $\text{FeCl}_3$ (qualidade): 400           | 4800                                     |
| <input checked="" type="checkbox"/> não aumenta  |   |  | P (quantidade no esgoto): 1200<br>14.400 |
| <b>Custos**</b>  |   |  |  |
| <b>Custo de transporte em média (R\$/L. mês)</b>   |   | <b>Custo total de transporte (R\$/ano)</b> |  |
| —  |   | —  |  |
| <b>Custo de disposição em média (R\$/L. mês)</b>   |   | <b>Custo total de disposição (R\$/ano)</b> |  |
| —  |   | —  |  |
| <b>OBS.:</b> Todas as vezes em que for analisada a qualidade do $\text{FeCl}_3$ e duas vezes por semana quando da análise de P no esgoto sanitário, os resíduos gerados são neutralizados no laboratório da ETE e então lançados no sistema de esgoto sanitário da ETE-Monjolinho. |   |  |  |

**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013). Com base em Labes (1998). \*Fonte: SAAE (2014). \*\*Ano de referência: 2013. ND: dado não disponível.

Constatou-se também que outros dados, como aqueles referentes a custos com os consertos de gradeamento fino e centrífugas, por exemplo, não estavam disponíveis na ETE-Monjolinho à época da coleta de dados desta pesquisa. Sob a perspectiva da NBR ISO 14001:2004, é importante que estes dados fiquem

disponíveis na referida Estação, para o planejamento do SGA e o acompanhamento do alcance de objetivos e metas do sistema.

O conhecimento de dados relativos aos insumos, resíduos e rejeitos também é fundamental para o planejamento e acompanhamento de um SGA. Afinal, não há como planejar o sistema, diante dos aspectos e impactos ambientais significativos identificados, se não há o conhecimento do quanto se utiliza de insumos no processo e também de características relacionadas ao destino de resíduos e rejeitos. Sem o acompanhamento destes dados é mais difícil definir uma política ambiental, objetivos, metas, indicadores e programas ambientais.

Uma das “metas” da ETE-Monjolinho para 2014, por exemplo, é “Otimizar as dosagens de produtos químicos para evitar perdas”. Para isto é necessário que se realize um acompanhamento constante das quantidades consumidas de produtos químicos nas várias etapas do tratamento de esgoto sanitário em determinado período (ex.: mês), por exemplo.

É importante que haja o conhecimento por parte das ETEs de novas tecnologias e pesquisas realizadas por Universidades ou outras instituições quanto ao reaproveitamento de resíduos e às novas possibilidades de destino para rejeitos, bem como a troca de experiências no âmbito da gestão ambiental com outras ETEs. A partir de 2014, por exemplo, o lodo de ETEs não poderá mais seguir para aterros sanitários, conforme a Lei Nº 12305/2010; portanto, há que se pensar em alternativas.

Sob a perspectiva de um SGA, é importante também que todas as ações referentes aos insumos, resíduos e rejeitos estejam documentadas e que a Gestão Ambiental também esteja em primeiro plano nas ETEs, assim como ocorre com práticas de manutenção e operação, em busca de uma maior sustentabilidade das Estações.

#### **6.2.8 Questionário de auxílio ao controle gerencial e análise de desempenho aplicado à ETE-Monjolinho**

O “Questionário de auxílio ao controle gerencial e análise de desempenho” (Apêndice G) aborda várias questões referentes à Gestão Ambiental em ETEs, especificamente quanto a um SGA definido pela NBR ISO 14001:2004. A

seguir, este questionário é apresentado, já preenchido com as respostas pertinentes à sua aplicação à ETE-Monjolinho (Quadro 25).

Responderam às questões funcionários da ETE-Monjolinho relacionados a várias funções. Desta forma, as respostas dadas pelos respondentes às questões abertas ou fechadas foram transmitidas à pesquisadora, à qual coube a função de transcrevê-las (questões abertas) e de preencher o questionário (questões fechadas). Observações em algumas perguntas foram realizadas pela pesquisadora de maneira a contribuir para o melhor entendimento das respostas.

Cabe aqui ressaltar que as respostas ao questionário, fornecidas à época da coleta de dados desta pesquisa (de outubro a dezembro de 2013), refletem situações encontradas naquele momento na ETE-Monjolinho, que não necessariamente persistiram nos meses que se seguiram.

**Quadro 25** - Questionário de auxílio ao controle gerencial e análise de desempenho aplicado à ETE-Monjolinho.

| <b>CONTROLE GERENCIAL</b>  |            |            |           |
|--|------------|------------|-----------|
| <b>Política ambiental, objetivos e metas</b>   | <b>SIM</b> | <b>NÃO</b> | <b>NA</b> |
| 1. Existe na Estação algum documento que exponha sua missão, intenções, objetivos?   | (X)        | ( )        | ( )       |
| OBS.: a resposta refere-se ao memorial descritivo.   |            |            |           |
| 2. (Pergunta relacionada à questão anterior) Quais os temas abordados, explicitados neste documento?   |            |            |           |
| OBS.: a resposta refere-se ao memorial descritivo.   |            |            |           |
| 3. (Pergunta relacionada às questões anteriores) Os funcionários têm ciência deste documento?  | ( )        | (X)        | ( )       |
| OBS.: a resposta refere-se ao memorial descritivo.   |            |            |           |
| 4. (Pergunta relacionada às questões anteriores) Os funcionários sabem o conteúdo deste documento e onde encontrá-lo na ETE?                                     | ( )        | (X)        | ( )       |
| OBS.: a resposta refere-se ao memorial descritivo.   |            |            |           |
| 5. (Pergunta relacionada às questões anteriores) Este documento fica disponível à população?   | ( )        | (X)        | ( )       |
| OBS.:  |            |            |           |
| 6. (Pergunta relacionada às questões anteriores) Onde este documento fica disponível à população (impresso na ETE, impresso no SAAE, via Internet, etc)?         |            |            |           |
| OBS.: a resposta refere-se ao memorial descritivo.   |            |            |           |
| <b>Legislação</b>  |            |            |           |
| 7. A ETE deve atender a qual legislação (leis federais, estaduais e municipais; normas, resoluções e outros requisitos)?   |            |            |           |
| OBS.:  |            |            |           |
| 8. Há procedimentos de acompanhamento de eventuais mudanças nestas leis e demais requisitos legais?  | (X)        | ( )        | ( )       |
| OBS.:  |            |            |           |
| 9. Estes requisitos legais ficam disponíveis para consulta dos funcionários?   | (X)        | ( )        | ( )       |
| OBS.:  |            |            |           |
| 10. (Pergunta relacionada à questão anterior) Onde estes requisitos ficam disponíveis aos funcionários (impressos na ETE, impressos no SAAE, via Internet, etc)? |            |            |           |

|  |     |     |     |
|--|-----|-----|-----|
| OBS.:  |     |     |     |
| 11. Os funcionários têm conhecimento dos aspectos mais importantes das legislações pertinentes à ETE, principalmente aquelas diretamente relacionadas aos impactos ambientais negativos? | (X) | ( ) | ( ) |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>Treinamentos e cursos</b>   |     |     |     |
| 12. Há algum treinamento ou curso aos funcionários da Estação?   | (X) | ( ) | ( ) |
| OBS.:  |     |     |     |
| 13. Quais treinamentos ou cursos são oferecidos aos funcionários?  |     |     |     |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>Comunicação - interna e externa</b>   |     |     |     |
| 14. Como é realizada a comunicação interna na ETE?   |     |     |     |
| OBS.:  |     |     |     |
| 15. Há um sistema de comunicação da ETE com a população e demais partes externas interessadas?   | (X) | ( ) | ( ) |
| OBS.:  |     |     |     |
| 16. (Pergunta relacionada à questão anterior) Como é realizada a comunicação externa da ETE com a população e demais partes externas interessadas?                                       |     |     |     |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>Controle de documentos</b>  |     |     |     |
| 17. Existem na ETE procedimentos para arquivamento e descarte de documentos?   | ( ) | (X) | ( ) |
| OBS.:  |     |     |     |
| 18. (Pergunta relacionada à questão anterior) Como funcionam estes procedimentos?  |     |     |     |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>Educação Ambiental e Paisagismo</b>   |     |     |     |
| 19. É realizado algum trabalho com a Educação Ambiental durante as visitas de escolas, universidades e população em geral à ETE?   | (X) | ( ) | ( ) |
| OBS.:  |     |     |     |
| 20. (Pergunta relacionada à questão anterior) Quais são os procedimentos para o desenvolvimento deste trabalho?  |     |     |     |
| OBS.:  |     |     |     |

|  |     |     |     |
|--|-----|-----|-----|
| <b>21. Para onde seguem os resíduos resultantes das atividades da administração da ETE?</b>                                    |     |     |     |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>22. Existem intenções de se realizar melhorias quanto ao paisagismo da ETE?</b>   | (X) | ( ) | ( ) |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>23. (Pergunta relacionada à questão anterior) Quais são os planos de melhorias quanto ao paisagismo da ETE?</b>             |     |     |     |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>Saúde e segurança do trabalho</b>   |     |     |     |
| <b>24. As caçambas do tratamento preliminar estão sempre fechadas?</b>   | (X) | ( ) | ( ) |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>25. Existe algum mecanismo para remoção de maus odores e diminuição/eliminação de vetores de doenças no gradeamento?</b>    | ( ) | (X) | ( ) |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>26. Existe algum mecanismo para remoção de maus odores e diminuição/eliminação de vetores de doenças nas caçambas?</b>      | ( ) | (X) | ( ) |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>27. Todos os funcionários da ETE- Monjolinho sabem quais os riscos em relação aos reatores UASB?</b>                        | (X) | ( ) | ( ) |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>28. Existem avisos claros e de fácil visualização quanto ao risco de explosões dos reatores UASB e em suas adjacências?</b> | (X) | ( ) | ( ) |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>29. Existem fontes de ruídos na ETE?</b>  | (X) | ( ) | ( ) |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>30. (Pergunta relacionada à questão anterior) Quais são estas fontes de ruídos?</b>   |     |     |     |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>31. (Pergunta relacionada à questão anterior) Existem medições do alcance destes ruídos?</b>                                | ( ) | (X) | ( ) |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>32. Há equipamentos de segurança no</b>   | ( ) | (X) | ( ) |

|   |     |     |     |
|---|-----|-----|-----|
| laboratório, além dos EPIs, para o caso de acidentes?   |     |     |     |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>33.</b> (Pergunta relacionada à questão anterior) Quais são estes equipamentos?  |     |     |     |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>34.</b> Qual a frequência de vistoria e manutenção dos equipamentos e das instalações do laboratório?  |     |     |     |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>35.</b> Quais os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) dos operadores para o trabalho nas etapas de: tratamento preliminar, reatores UASB, flotores, centrífuga, desinfecção e também para o laboratório? |     |     |     |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>36.</b> Os EPIs a serem utilizados nas várias etapas do tratamento existem em número suficiente para todos os operadores?  | (X) | ( ) | ( ) |
| OBS.: a resposta refere-se a uma estimativa, baseada em observações, e também em resposta de um operador, de que haja EPIs em número suficiente a todos os operadores.  |     |     |     |
| <b>37.</b> Há EPIs disponíveis para os visitantes da Estação (escolas, universidades, população em geral)?  | ( ) | (X) | ( ) |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>38.</b> Os operadores utilizam rotineiramente estes EPIs?  | ( ) | (X) | ( ) |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>39.</b> Quais as providências para que os funcionários utilizem os EPIs?   |     |     |     |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>40.</b> Há informações sobre a ocorrência de vômitos e diarreias em funcionários da ETE?   | (X) | ( ) | ( ) |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>41.</b> Há mapa de riscos na ETE?  | ( ) | (X) | ( ) |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>42.</b> Onde são armazenadas as substâncias químicas utilizadas na ETE?  |     |     |     |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>43.</b> Se ocorrerem vazamentos destas substâncias químicas, qual(is) o(s) procedimento(s) adotado(s)?   |     |     |     |
| OBS.:   |     |     |     |

| <b>Preparação e resposta à emergências</b>  |     |     |     |
|---|-----|-----|-----|
| <b>44.</b> No caso de transbordamento no gradeamento por falha humana ou de equipamento, qual o procedimento adotado?                           |     |     |     |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>45.</b> Os operadores recebem treinamentos constantes quanto às operações e situações de emergência no tratamento preliminar?                | ( ) | (X) | ( ) |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>46.</b> Qual a providência se houver um vazamento de gases dos reatores UASB, além do que já ocorre pelas rachaduras?                        |     |     |     |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>47.</b> (Pergunta está relacionada à questão anterior) Qual a providência se este vazamento de gases apresentar risco potencial de explosão? |     |     |     |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>48.</b> Qual a providência se houver vazamentos de lodo ou efluente?   |     |     |     |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>49.</b> Qual a providência se houver o entupimento de alguma tubulação que realiza a distribuição homogênea de lodo?                         |     |     |     |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>50.</b> Quando chove, há algum prejuízo ao funcionamento dos flotores, como por exemplo, a ocorrência de transbordamentos?                   | ( ) | (X) | ( ) |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>51.</b> (Pergunta está relacionada à questão anterior) Qual a providência neste caso?  |     |     |     |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>DESEMPENHO</b>   |     |     |     |
| <b>Controle de operação e manutenção</b>  |     |     |     |
| <b>52.</b> A manutenção preventiva é realizada na ETE?  | (X) | ( ) | ( ) |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>53.</b> (Pergunta relacionada à questão anterior) Com qual frequência é realizada a manutenção preventiva?                                   |     |     |     |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>54.</b> Quando ocorrem problemas mecânicos ou elétricos, qual o procedimento adotado?  |     |     |     |
| OBS.:   |     |     |     |

|   |     |     |     |
|---|-----|-----|-----|
| <b>55.</b> (Pergunta relacionada à questão anterior) Qual o procedimento se os problemas mecânicos ou elétricos ocorrerem no período noturno, feriados ou finais de semana?   |     |     |     |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>56.</b> Para estes casos de emergência com problemas mecânicos ou elétricos no período noturno, em feriados ou finais de semana, qual o procedimento se o mecânico ou eletricista da ETE não puderem atender ao chamado de urgência? |     |     |     |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>57.</b> Existem fichas de controle diário para as atividades das unidades operacionais que tratem de problemas de funcionamento nos equipamentos?  | (X) | ( ) | ( ) |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>58.</b> Existem registros com o histórico dos problemas operacionais?  | (X) | ( ) | ( ) |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>59.</b> (Pergunta relacionada à questão anterior) Estes registros estão disponíveis aos funcionários?  | (X) | ( ) | ( ) |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>60.</b> (Pergunta relacionada às questões anteriores) Onde estes registros ficam disponíveis na ETE?   |     |     |     |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>61.</b> Existe manual de operação para as unidades?  | ( ) | (X) | ( ) |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>62.</b> (Pergunta relacionada à questão anterior) Este manual de operação é de fácil compreensão?  | ( ) | ( ) | (X) |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>63.</b> (Pergunta relacionada à questão anterior) Em que local da ETE está o manual de operação?   |     |     |     |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>64.</b> (Pergunta relacionada à questão anterior) O manual de operação é acessível a todos?  | ( ) | ( ) | (X) |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>65.</b> A chegada do esgoto bruto à ETE pode ocasionar algumas situações inesperadas, como por exemplo, a presença de cadáveres de fetos no gradeamento. Em casos como este qual a orientação aos operadores e qual a                |     |     |     |

|  |     |     |     |
|--|-----|-----|-----|
| providência a ser tomada?  |     |     |     |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>Tratamento Preliminar</b>   |     |     |     |
| 66. É realizada alguma análise para o reaproveitamento da areia dos Rejeitos Sólidos das Caixas de Areia (RSCA) e dos Resíduos Sólidos Flutuantes e Gorduras (RSFG)? | ( ) | (X) | ( ) |
| OBS.:  |     |     |     |
| 67. É realizada limpeza das grades?  | (X) | ( ) | ( ) |
| OBS.:  |     |     |     |
| 68. É realizada limpeza dos desarenadores?   | ( ) | (X) | ( ) |
| OBS.:  |     |     |     |
| 69. (Pergunta relacionada às questões anteriores) Com qual frequência são realizadas estas limpezas?   |     |     |     |
| OBS.:  |     |     |     |
| 70. Existe <i>bypass</i> no tratamento preliminar?   | (X) | ( ) | ( ) |
| OBS.:  |     |     |     |
| 71. Quando é necessário abrir o <i>bypass</i> , como nos casos de alta vazão do esgoto afluyente, para onde segue o esgoto bruto?                                    |     |     |     |
| OBS.:  |     |     |     |
| 72. Qual(is) o(s) maior(es) problema(s) operacional(is) do tratamento preliminar da ETE?   |     |     |     |
| OBS.:  |     |     |     |
| 73. (Pergunta relacionada à questão anterior) Quais são os custos para se resolverem estes problemas operacionais?   |     |     |     |
| OBS.:  |     |     |     |
| 74. Existe algum mecanismo para identificar a chegada de substâncias tóxicas e metais pesados à ETE?   | (X) | ( ) | ( ) |
| OBS.:  |     |     |     |
| 75. Quais providências são tomadas no caso da confirmação da chegada de substâncias tóxicas e metais pesados à ETE?  |     |     |     |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>Reatores UASB</b>   |     |     |     |
| 76. Existe algum controle do funcionamento dos reatores UASB (Exemplos: medição de temperatura, constatação de problemas com vazamento de gases, verificação de      | (X) | ( ) | ( ) |

|  |     |     |     |
|--|-----|-----|-----|
| distribuição homogênea do afluyente pelas porções inferiores dos reatores, problemas com o separador trifásico, entre outros)?             |     |     |     |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>77.</b> (Pergunta relacionada à questão anterior) Como funciona este controle dos reatores UASB?  |     |     |     |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>78.</b> Qual(is) o maior(es) problema(s) existente(s) quanto aos reatores UASB da ETE-Monjolinho?                                       |     |     |     |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>79.</b> Há alguma alteração no Tempo de Retenção Hidráulico (TRH) em dias de maior pluviosidade?  | (X) | ( ) | ( ) |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>80.</b> Existe algum planejamento para resolver o problema das rachaduras nos reatores UASB?  | (X) | ( ) | ( ) |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>81.</b> (Pergunta relacionada à questão anterior) Quais seriam as ações para resolver este problema?                                    |     |     |     |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>82.</b> É realizado algum tipo de limpeza nos reatores UASB?  | (X) | ( ) | ( ) |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>Flotadores</b>  |     |     |     |
| <b>83.</b> Qual o maior problema dos flotadores?   |     |     |     |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>84.</b> É realizado algum tipo de limpeza nos flotadores?   | ( ) | (X) | ( ) |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>85.</b> O descarte de fundo é realizado com qual frequência?  |     |     |     |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>Centrífuga</b>  |     |     |     |
| <b>86.</b> É realizada alguma análise do lodo desaguado para uma destinação alternativa, que não seja a de enviá-lo para aterro sanitário? | ( ) | (X) | ( ) |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>87.</b> Quantas centrífugas existem na ETE-Monjolinho?  |     |     |     |

|  |                                     |                                     |                                     |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| OBS.:  |                                     |                                     |                                     |
| <b>88.</b> Existe centrífuga reserva?  | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
| OBS.:  |                                     |                                     |                                     |
| <b>89.</b> (Pergunta está relacionada à questão anterior) Por que a centrífuga reserva está há tanto tempo em manutenção?  |                                     |                                     |                                     |
| OBS.:  |                                     |                                     |                                     |
| <b>90.</b> A manutenção das centrífugas é terceirizada?  | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
| OBS.:  |                                     |                                     |                                     |
| <b>91.</b> Se a centrífuga que está em operação quebrar e a de reserva também estiver em manutenção, qual a providência com o lodo que segue para desaguamento?  |                                     |                                     |                                     |
| OBS.:  |                                     |                                     |                                     |
| <b>92.</b> (Pergunta relacionada à questão anterior) Quanto tempo demora para que a câmara de recolhimento do lodo descartado dos reatores UASB e do lodo dos flotores chegue ao seu limite máximo?                  |                                     |                                     |                                     |
| OBS.:  |                                     |                                     |                                     |
| <b>93.</b> (Pergunta relacionada à questão anterior) Se o limite máximo câmara de recolhimento do lodo for atingido antes que ao menos uma das centrífugas esteja em condições de funcionamento, qual a providência? |                                     |                                     |                                     |
| OBS.:  |                                     |                                     |                                     |
| <b>94.</b> Qual(is) o(s) maior(es) problema(s) das centrífugas da ETE-Monjolinho?  |                                     |                                     |                                     |
| OBS.:  |                                     |                                     |                                     |
| <b>95.</b> É realizado algum tipo de limpeza nas centrífugas?  | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| OBS.:  |                                     |                                     |                                     |
| <b>96.</b> (Pergunta relacionada à questão anterior) Com qual frequência?  | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> |
| OBS.:  |                                     |                                     |                                     |
| <b>Desinfecção</b>   |                                     |                                     |                                     |
| <b>97.</b> Qual(is) o(s) maior(es) problema(s) do processo de desinfecção na ETE-Monjolinho?   |                                     |                                     |                                     |
| OBS.:  |                                     |                                     |                                     |
| <b>98.</b> O equipamento para desinfecção por radiação ultravioleta está funcionando?  | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| OBS.:  |                                     |                                     |                                     |
| <b>99.</b> É realizada a limpeza do equipamento de   | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| desinfecção?  |  |  |  |
| OBS.:   |  |  |  |
| <b>100.</b> (Pergunta relacionada à questão anterior) Com qual frequência se realiza a limpeza do equipamento de desinfecção? |  |  |  |
| OBS.:   |  |  |  |

**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013). Com base em Labes (1998) e La Rovere et al. (2002).

### 6.2.8.1 Controle gerencial

- **Política Ambiental, objetivos e metas**

A primeira questão deste instrumento sobre Política Ambiental tem como objetivo recolher indícios que remetam às intenções e princípios gerais da Estação em relação ao seu desempenho ambiental e que possam auxiliar, portanto, a formulação de uma Política Ambiental no caso da instalação de um SGA.

O único documento citado como resposta foi o memorial descritivo da Estação, que não estava disponível à época da coleta de dados desta pesquisa na ETE-Monjolinho, o que impossibilitou, portanto, a realização de uma consulta mais detalhada. Contudo, embora elaborado para o melhor entendimento de aspectos do funcionamento de uma ETE, geralmente o memorial descritivo possui um conteúdo voltado a aspectos técnicos e as questões ambientais muitas vezes restringem-se a metas de eficiência para o efluente final (DBO, DQO, entre outros).

Existe, no entanto, um *banner* logo no saguão de entrada da administração que expõe os “objetivos gerais da Estação”, segundo o qual as “metas” da ETE-Monjolinho são:

- “Manter e preservar os mananciais, produzindo água com qualidade, respeitando o meio ambiente.”
- “Estabelecer soluções e executar projetos integrados com a comunidade.”

Há também uma série de “metas” estabelecidas para o ano de 2014, de acordo com a administração da ETE, como:

- Produzir um Manual de Operações de cada unidade, com a distribuição de um exemplar para cada operador e a permanência de outro na administração da ETE;

- Implantar manutenção preditiva e preventiva em todos os equipamentos da Estação;
- Aprimorar o *check-list* dos operadores;
- Otimizar as dosagens de produtos químicos para evitar perdas;
- Aprimorar o controle de odor;
- Produzir Mapa de riscos da Estação;
- Estabelecer a sinalização interna, inclusive quanto à velocidade de circulação.
- Divulgar os trabalhos desenvolvidos na ETE-Monjolinho, inclusive “objetivos gerais” e “metas”, por meio do *site* do SAAE, redes de televisão, rádios e textos em jornais e revistas locais;
  - Fundar um núcleo de Educação Ambiental e uma biblioteca na sala de reuniões para o trabalho principalmente com escolas e comunidades carentes, onde serão colocados livros, trabalhos acadêmicos sobre a Estação, artigos científicos, *folders* e *banners* explicativos;
  - Implantar a NBR ISO/IEC 17025:2005 (“Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração”) e
  - Elaborar artigo científico com a USP/São Carlos-SP sobre as mudanças no funcionamento dos reatores UASB diante de intervenções na alcalinidade.

Sob a perspectiva da NBR ISO 14001:2004, tais fatos evidenciam que há, como esperado, uma confusão quanto ao significado de objetivos e metas.

Assim, os chamados “objetivos gerais da Estação”, identificados no *banner* do saguão de entrada como “metas”, poderiam ser considerados, na realidade, não como objetivos ou metas de um SGA, mas como intenções, princípios gerais da ETE-Monjolinho em relação ao seu desempenho ambiental. Embora a primeira “meta” se refira à “produção de água com qualidade”, o que é algo mais condizente com as atividades desenvolvidas em uma ETA, as “metas” do *banner* poderiam, deste modo, auxiliar a administração na produção de uma futura Política Ambiental.

Além disso, a “meta” do *banner* que considera “Estabelecer soluções e executar projetos integrados com a comunidade”, apresenta dois aspectos importantes.

O primeiro refere-se a esta “integração” com a comunidade. Há que se avaliar como está sendo realizada esta “integração” da ETE-Monjolinho com a comunidade quando do estabelecimento de soluções e execução de projetos e como se realizaria no caso da instalação de um SGA. Isto porque, como aponta Ferreira (1999), o estímulo à participação popular não é claro em nenhum requisito da norma e este problema existe desde o levantamento de aspectos e impactos ambientais até a etapa de análise crítica do SGA pelas organizações.

Em seu item 3.13, todavia, a norma define “parte interessada” como “indivíduo ou grupo interessado ou afetado pelo desempenho ambiental de uma organização”, o que permite dizer que a população de uma cidade, da zona urbana ou rural, é uma parte interessada (externa), já que pode ser afetada ou mesmo manifestar interesse pelo desempenho ambiental de uma ETE.

Ainda, embora a norma delegue às organizações a decisão da comunicação externa de seus aspectos ambientais significativos (item 4.4.3), define que “Ao estabelecer e analisar seus objetivos e metas, uma organização deve também considerar [...] a visão das partes interessadas” (item 4.3.3), possuir procedimentos para “recebimento, documentação e resposta a comunicações pertinentes oriundas de partes interessadas externas” (item 4.4.3) e incluir no processo de análise de seu SGA tais comunicações, “incluindo reclamações”.

Como se percebe, de fato, a NBR ISO 14001, mesmo em sua versão mais recente, de 2004, refere-se às partes interessadas e não possui requisitos claros que incentivem a participação popular nas várias etapas de um SGA, mesmo desde a realização de uma Análise Ambiental Inicial.

Considerando-se as ETEs, cujas atividades relacionam-se e são destinadas a atender diretamente a população, é de fundamental importância a participação popular na instalação e manutenção de um SGA, sejam estas Estações públicas ou privadas. Esta participação seria justa também porque as ETEs funcionam com recursos advindos dos contribuintes e podem afetar a população também de forma negativa.

A análise da integração das ETEs, como a ETE-Monjolinho, com a população torna-se, deste modo, de fundamental importância para a eventual instalação de um SGA, desde as suas etapas primordiais.

O segundo aspecto importante manifestado por essa “meta” do *banner* é que entre os “projetos integrados com a comunidade” podem ser considerados também os de Educação Ambiental, que já acontecem na Estação, mas que podem sempre ser aprimorados e ampliados.

Já as “metas” para 2014, exceto a que versa sobre a produção de artigo científico em ação conjunta com a USP, poderiam ser consideradas, no âmbito da NBR ISO 14001:2004, como objetivos ambientais, pois se tratam de “propósitos ambientais gerais que a organização se propõe a atingir”. Para serem consideradas como metas, deveriam ser mais detalhadas, ou seja, mais específicas e quantificáveis.

A “meta” para 2014 que se refere à elaboração de artigo científico com a USP/São Carlos-SP não pode ser considerada como semelhante ao que a NBR ISO 14001:2004 define como objetivo ambiental porque se trata da produção de um artigo científico que, em si, não altera o funcionamento da Estação, ou seja, trata-se de uma ação isolada sobre uma melhoria que se deseja realizar, para a qual se presume, desta maneira, não ser necessário o estabelecimento de metas e indicadores.

Não houve, portanto, sob a perspectiva da NBR ISO 14001:2004, elementos evidenciados durante a coleta de dados deste trabalho que pudessem ser considerados como possíveis metas ambientais. Neste sentido, também não foram identificados elementos que se assemelhassem a indicadores ambientais.

Outros aspectos importantes que podem ser observados nas “metas” para 2014 referem-se à percepção da necessidade de melhorias em diversas áreas - o que é positivo tendo em vista que um SGA tem como proposta a melhoria contínua dos processos - e até mesmo à identificação de impactos ambientais.

Assim, as propostas de melhorias na ETE-Monjolinho relacionam-se a vários itens da NBR ISO 14001:2004, como por exemplo: controle operacional e monitoramento e medição (primeira, segunda e terceira “metas”) e comunicação (sexta, sétima, oitava e nona “metas”).

Já a quinta “meta” (“Aprimorar o controle de odor”) evidencia não somente a identificação pela equipe de um impacto ambiental negativo - o odor de ovo podre - e seu respectivo aspecto ambiental causador, a “liberação de H<sub>2</sub>S dos reatores UASB para a atmosfera”, como também a dimensão deste problema. Isto

porque este odor ruim possivelmente é a maior queixa, principalmente da população de entorno, quanto às atividades da ETE-Monjolinho desde a sua inauguração em 2008, o que possivelmente despertou na equipe da Estação interesse em resolver o problema.

Segundo informações, devido a várias mudanças na administração da ETE-Monjolinho e à entrada de novos funcionários, possivelmente os trabalhadores da Estação desconhecem o conteúdo do memorial descritivo, mas têm, no entanto, conhecimento dos “objetivos gerais da Estação”, evidenciados no *banner*, bem como das “metas” estabelecidas para 2014.

Como o documento citado nas respostas às questões sobre Política Ambiental foi o memorial descritivo e este não estava disponível à época da coleta de dados desta pesquisa, pode-se afirmar que este documento não se encontrava disponível para a consulta dos funcionários ou da população, ao contrário do *banner*, que se encontrava disponível no saguão de entrada da ETE. Assim como ocorre com o *banner*, este acesso facilitado pode ocorrer também com as “metas” para 2014, havendo inclusive a pretensão da administração da ETE-Monjolinho neste sentido.

Ainda, segundo informações, todas as tomadas de decisões são estabelecidas em equipe, como as “metas” para 2014, o que é um aspecto positivo sob a perspectiva da participação de todos os funcionários, sem a formação de “guetos”, e também de comunicação interna, item fundamental exigido pela NBR ISO 14001:2004.

- **Legislação**

Durante a coleta de dados, somente alguns requisitos legais foram citados como sendo de maior importância ao funcionamento da ETE-Monjolinho, como: o Decreto Nº 8468/76, da CETESB, que “*Aprova o Regulamento da Lei nº. 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a Prevenção e o Controle da Poluição do Meio Ambiente*” e a Resolução CONAMA Nº 357/2005. Além destes requisitos, foram citadas como importantes também as recomendações da vigilância sanitária, sem que fossem, no entanto, especificadas.

Identificou-se, portanto, a necessidade de se estabelecer procedimentos que conduzam a uma pesquisa mais ampla quanto aos aspectos

legais e outros que se façam necessários para a ETE-Monjolinho, que é inclusive um requisito também estabelecido no item 4.3 da norma (“Requisitos legais e outros”).

Um documento do SAAE (2008), por exemplo, cita como igualmente importantes também os requisitos legais: da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA - Lei Nº 6931/81), do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), além do Programa Nacional de Despoluição das Bacias Hidrográficas (PRODES) - observada a vigência do contrato com a ANA -, conforme explicitado no capítulo deste trabalho que aborda a ETE-Monjolinho.

No entanto, existem outras leis, normas e resoluções como aquelas abordadas no capítulo deste trabalho sobre “a legislação pertinente às ETEs”, que devem ser consideradas, tendo em vista a geração de resíduos e rejeitos sólidos e a possibilidade de contaminação/poluição de recursos naturais, além de outros danos à sociedade. São estas: legislações municipais e estaduais; Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH (Lei Nº 9433/97); Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS (Lei Nº 12305/2010); Resoluções CONAMA Nº 01/1986, Nº 237/1997, Nº 357/2005 e Nº 430/2011; Lei de crimes ambientais (Lei Nº 9605/98); normas da ABNT, como a NBR 10004:2004 (“Resíduos sólidos - Classificação”) e outros, como o “Mecanismo de Desenvolvimento Limpo” (MDL), estabelecido pelo Protocolo de Quioto.

Outro aspecto importante identificado na ETE-Monjolinho quanto à legislação foi a existência de um acompanhamento de eventuais mudanças nos requisitos legais, embora tal fato ocorresse à época da coleta de dados desta pesquisa sem planejamento e de acordo com a percepção dos funcionários ao longo da realização das atividades cotidianas da Estação. É necessário que este trabalho continue, mas com um planejamento de revisões periódicas da legislação, já que os conteúdos destes requisitos possuem influência direta nas atividades da ETE.

Constatou-se também que os requisitos legais ficavam disponíveis no laboratório da Estação para a consulta dos funcionários, o que é importante e deve continuar. Entretanto, seria mais adequado que tais requisitos fossem disponibilizados em outro local, como na sala onde se almeja instalar a futura biblioteca da ETE-Monjolinho.

Segundo informações, operadores, técnicos de laboratório e administração são os que possuem mais conhecimento da legislação pertinente à

ETE-Monjolinho, diferentemente de outros funcionários, como aqueles responsáveis pela limpeza.

As leis, normas e resoluções possuem grande riqueza de detalhes e, sendo assim, é muito difícil que alguém possua conhecimento aprofundado quanto a todos os assuntos abordados. O mais importante é saber a que se destinam, qual sua relação com as atividades da ETE e, para os casos de consultas detalhadas, onde esta legislação pode ser encontrada na ETE-Monjolinho. É importante também que todos os funcionários, independentemente das funções que exerçam, saibam ao menos os aspectos gerais desta legislação, para que haja a ciência da importância da realização de suas atividades na ETE.

- **Treinamentos e cursos**

Segundo informações, no início da operação da ETE-Monjolinho, houve a realização de um curso aos operadores sobre o funcionamento das diversas unidades. Após isto, todavia, nenhum curso ou treinamento foi realizado neste sentido. Recentemente, segundo informações, houve apenas o treinamento de alguns funcionários do laboratório da ETE quanto à NBR ISO 17025: 2005 (“Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração”), já que a implantação desta norma é uma das “metas” da Estação para 2014.

Ainda, de acordo com informações, foi montado um programa de capacitação para os operadores da ETE-Monjolinho, cujo conteúdo será direcionado às suas funções específicas. Pretende-se que haja inclusive um curso para o mecânico da Estação voltado à manutenção preditiva, que é importante para a realização da manutenção preventiva.

Embora treinamentos e cursos de capacitação aos operadores sejam de fundamental importância, outros cursos também podem ser efetuados com os funcionários da ETE-Monjolinho, como aqueles relacionados à Educação Ambiental e ao manejo de substâncias químicas - tema este abordado inclusive por normas de segurança e saúde do trabalho -, além de treinamentos para casos emergenciais.

- **Comunicação - interna e externa**

No que se refere à comunicação interna, observou-se na ETE-Monjolinho a utilização de murais para avisos em geral e também a realização de

reuniões. Além disso, a comunicação interna era feita pessoalmente, por e-mail ou via telefone.

Trata-se de uma dinâmica de comunicação interna que poderá ser um facilitador quanto ao aspecto “comunicação”, no caso da instalação de um SGA. Entretanto, melhorias nos atuais procedimentos e a utilização de outras formas de comunicação, como a emissão de boletins informativos, por exemplo, também podem contribuir neste sentido.

Quanto à comunicação externa, pode-se dizer que há comunicação da ETE-Monjolinho com a população, embora necessite de melhorias. De acordo com informações, o meio de comunicação mais utilizado com a população é o telefone e, algumas vezes, esta comunicação ocorre também por meio de visitas da população à Estação.

Ainda, segundo informações, o volume de ligações é grande, o que demonstra que há realmente a necessidade de que esta comunicação se amplie.

De 2004, quando foi realizada a última revisão da NBR ISO 14001, para os dias atuais, houve um período de expansão do acesso à Internet no Brasil, com destaque ao crescimento da utilização de redes sociais. Soma-se a isto o fato de que a maioria dos aparelhos celulares, adquiridos em grande quantidade pela população brasileira, também possui acesso à Internet.

Por isso, é de fundamental importância que a ETE-Monjolinho possua páginas na Internet e não se restrinja somente ao *site* do SAAE que, de acordo com informações, é pouco utilizado pela população para se comunicar com a administração. Além de redes sociais, pode haver um *blog* ou outra página específica para a ETE-Monjolinho.

Entre as “metas” da ETE-Monjolinho para 2014 está a ampliação desta comunicação com a sociedade, envolvendo também redes de televisão, rádios, jornais e revistas (“Divulgar os trabalhos desenvolvidos na ETE-Monjolinho, inclusive objetivos gerais e metas, por meio do *site* do SAAE, redes de televisão, rádios e textos em jornais e revistas locais”), o que é positivo e reforça a importância deste aspecto no âmbito de um SGA definido pela NBR ISO 14001:2004.

- **Controle de documentos**

Na ETE-Monjolinho todos os documentos eram arquivados e não havia procedimentos para descartes, à época da coleta de dados desta pesquisa.

No caso da instalação de um SGA com base na NBR ISO 14001:2004 na ETE-Monjolinho, haverá, portanto, a necessidade de se estabelecer procedimentos para melhorar o controle e realizar o descarte de documentos.

Algumas ações podem auxiliar neste sentido. Os armários podem ser identificados externamente e o seu conteúdo fixado na parte interna de uma das portas. Prateleiras e pastas com arquivos também podem possuir identificação. Além disso, é fundamental que os funcionários sejam informados sobre a localização dos documentos, pois quando da realização de uma auditoria externa, por exemplo, registros e demais documentos são de fundamental importância e é necessário que os funcionários saibam onde encontrá-los.

Pode ser desenvolvido também um sistema eletrônico de documentação, que seja acessível de qualquer computador da ETE-Monjolinho, como fez a ETE Remédios em Salesópolis-SP, de acordo com Ramos (2004), como facilitador ao acesso e arquivamento de documentos.

- **Educação Ambiental e Paisagismo**

Durante o período de coleta de dados, constatou-se que a Educação Ambiental (EA) da ETE-Monjolinho era realizada por setor específico do SAAE.

Assim, em consulta ao *site* do SAAE, há alguns itens no ícone “Educação Ambiental-visitas”, voltados à realização de “visitas escolares e grupos interessados”.

O item “instruções” refere-se às vestimentas durante a visita (calça e sapato fechado); ao número máximo de pessoas que devem visitar as unidades, com sua divisão em grupos, quando for o caso, e ao cuidado com a hidratação durante a visita, em que os visitantes são aconselhados a levar água mineral ao longo do percurso.

O ícone destaca ainda a duração da visita, que é cerca de três horas, entre recepção, explicações sobre o funcionamento da Estação no anfiteatro e a visita a mais ou menos unidades de tratamento da ETE-Monjolinho, “dependendo da faixa etária da turma e disponibilidade climática”.

De acordo com o *site* do SAAE, os objetivos da visita são:

- “Explicar e apresentar os componentes e processos do tratamento de esgoto.”
- “Levar os visitantes a perceberem a importância do tratamento de esgoto, tornando-os multiplicadores do que foi ensinado e ainda a usarem os recursos de maneira sustentável.”
- “Conscientização dos visitantes em defesa do Meio Ambiente.”

Todas estas instruções e objetivos são importantes. É necessário, todavia, que se atente ao terceiro objetivo com mais veemência, pois o trabalho com a EA deve ir além da abordagem do tratamento de esgoto sanitário em si.

Para facilitar as atividades de EA com os visitantes é importante que se tenha um planejamento e que se elabore um roteiro de acordo com os objetivos da visita, tempo disponível, condições climáticas e a faixa etária dos visitantes. Qualquer que seja o objetivo da visita e a faixa etária do grupo visitante, é importante que haja o trabalho com a EA.

O anfiteatro da ETE pode ser utilizado para recepcionar os visitantes e para que haja o trabalho com as cartas municipais de São Carlos para demonstrar o mapa da cidade com os recursos hídricos e outras informações importantes, apresentações, vídeos, etc. O espaço da própria ETE e seu entorno podem ser utilizados para a demonstração da flora, bem como o encontro do rio Monjolinho com o Córrego da água quente, que ocorre próximo à Estação, para demonstração da ligação entre os recursos hídricos e a importância de sua conservação.

Materiais, como *folders*, também podem ser distribuídos aos visitantes, bem como sugeridos artigos ou livros para que se obtenham mais informações sobre a Bacia Hidrográfica do Rio Monjolinho, a exemplo daquele produzido por Espíndola (2000).

Neste sentido, é muito importante que haja esforços para que se cumpra a “meta” para 2014 “Fundar um núcleo de EA e uma biblioteca na sala de reuniões para o trabalho principalmente com escolas e comunidades carentes, onde serão colocados livros, trabalhos acadêmicos sobre a Estação, artigos científicos, *folders* e *banners* explicativos”.

Parcerias com Universidades da cidade também podem colaborar com a EA da ETE-Monjolinho. O Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC) da

USP de São Carlos-SP, por exemplo, realiza visitas monitoradas com escolas, em que há a demonstração inclusive da captação de água do Rio Monjolinho, a flora e fauna da região *in loco*. A ETE-Monjolinho poderia integrar, por exemplo, um dos roteiros das visitas monitoradas.

De acordo com informações, os resíduos resultantes das atividades da administração seguem para a coleta seletiva da cidade. Em uma das partes externas da administração da ETE há também cestos apropriados para o recolhimento de materiais de visitantes para a reciclagem.

Outras ações também podem ser adotadas na ETE-Monjolinho, como o incentivo à redução e ao reuso de materiais. À época da coleta de dados desta pesquisa, havia no saguão de entrada copos plásticos, ao lado do bebedouro. Pode haver, por exemplo, uma política de substituição destes copos por canecas plásticas, que duram muito mais tempo. Cada funcionário pode ter a sua caneca e esta pode ser também uma instrução para os visitantes da ETE. Assim, haveria copos plásticos somente para situações emergenciais e certamente haveria uma redução significativa na quantidade de copos plásticos utilizados.

No que se refere ao paisagismo, a ETE-Monjolinho está circundada por altas declividades com mata, mas possui poucas árvores em seu terreno.

Uma das alternativas levantadas pela administração da Estação é o plantio de eucalipto (*Eucalyptus spp.*). No entanto, as plantas do gênero *Eucalyptus* são originárias da Oceania, principalmente da Austrália, e são, portanto, plantas exóticas, isto é, não são típicas da flora local.

Deste modo, embora haja um intenso debate acerca de suas vantagens e desvantagens, é importante que se realizem estudos mais detalhados junto a Universidades e outras instituições sobre a viabilidade do plantio de *Eucalyptus spp.* ou quaisquer outras espécies exóticas na área da ETE-Monjolinho, pois sabe-se que as plantas exóticas podem causar diversos problemas à flora nativa.

Segundo Silva, Abdon e Paranaguá (2000), as formações de vegetação que ocorrem na bacia hidrográfica do Rio-Monjolinho são: Floresta Estacional Semidecidual Submontana (mata), Floresta Estacional Semidecidual Aluvial (mata ciliar), Savana Florestada (Cerradão), Savana Arborizada (Cerrado), além de Capoeiras.

É necessário que se identifique qual a mata original da área, além da mata ciliar ao longo do rio Monjolinho, o que pode ser auxiliado inclusive pela mata nas altas declividades ao redor da ETE-Monjolinho, e é de extrema importância que se dê prioridade ao plantio de espécies nativas.

Em estudo realizado por Fipai (2003) para a escolha da melhor alternativa ao tratamento de esgoto sanitário da ETE-Monjolinho, alguns componentes foram considerados obrigatórios, independentemente da opção escolhida, entre estes o item paisagismo.

O estudo considerou “importantíssimo” que áreas não construídas ou não impermeabilizadas recebessem “tratamento paisagístico de alto nível e compatível com a vegetação local”, além da “recuperação de uma pequena parte de mata ciliar e do plantio de essências vegetais regionais”, indicando inclusive algumas espécies para este plantio.

De acordo com o estudo, a própria localização da ETE-Monjolinho considerou a preservação de quase todas as árvores nativas existentes e demarcadas no levantamento topográfico do projeto, o que demonstra a preocupação com a mata nativa.

Para auxiliar nas ações de paisagismo, a administração da ETE-Monjolinho pode procurar por profissionais especializados em Universidades, como os *campi* da UFSCar e USP de São Carlos-SP, bem como em outras instituições, como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), também presente na cidade, e o horto municipal.

- **Saúde e segurança do trabalho**

Não existe na norma NBR ISO 14001:2004 nenhum requisito específico sobre saúde e segurança do trabalho. No entanto, no item “Introdução”, a norma considera que “seus elementos podem estar alinhados ou integrados com os de outros sistemas de gestão”, como segurança e saúde ocupacional.

No Brasil, saúde e segurança do trabalho estão regulamentados por normas do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). São ao todo 36 normas e, segundo a Norma Regulamentadora nº 1 (NR 1), que trata das “Disposições gerais”:

As Normas Regulamentadoras - NR, relativas à segurança e medicina do trabalho, são de observância obrigatória pelas empresas privadas e públicas e pelos órgãos públicos da administração direta e indireta, bem

como pelos órgãos dos Poderes Legislativo e Judiciário, que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho - CLT.

Este é o caso do SAAE e, portanto, da ETE-Monjolinho e certamente é o caso também de muitas ETEs brasileiras. Além disso, é importante que o trabalho, de qualquer modalidade, seja realizado com saúde e segurança.

Tendo em vista estes aspectos, foram incluídas também neste instrumento ("Questionário") questões sobre saúde e segurança do trabalho. No entanto, como o tema central desta pesquisa não é saúde e segurança do trabalho, tratam-se apenas de algumas questões que, como resultado de observações em campo, foram consideradas como de grande relevância para a realização desta fase diagnóstica, que é a Análise Ambiental Inicial.

As questões de saúde e segurança do trabalho referem-se a observações realizadas em todas as etapas do tratamento de esgoto sanitário da ETE-Monjolinho, desde o tratamento preliminar até a fase de desinfecção, além do laboratório da Estação.

Deste modo, iniciando-se pelo tratamento preliminar, constatou-se que todas as caçambas localizavam-se em local aberto e ventilado, assim como aquelas que reservavam lodo desaguado após centrifugação. De acordo com um funcionário da Estação, essas caçambas permanecem fechadas, com um orifício apenas para a entrada dos sólidos provenientes das esteiras. No entanto, embora tal fato tenha sido constatado durante a coleta de dados do presente trabalho, em várias ocasiões o contrário também foi observado, com caçambas completamente abertas e próximas aos operadores que trabalhavam nestas unidades.

Constatou-se um forte odor ruim nas unidades de tratamento preliminar da ETE-Monjolinho. Na tentativa de se minimizar este problema, existia um encapsulador de odor nestas unidades - como ao longo das esteiras e desarenadores -, cuja ativação ocorria principalmente quando a intensidade do odor era maior. Além disso, era adicionado cloreto férrico ( $\text{FeCl}_3$ ) ao esgoto preliminar, nas porções finais dos desarenadores, também com a finalidade de contribuir para a diminuição do odor ruim, desta vez nos reatores UASB.

A limpeza das grades da ETE-Monjolinho era realizada todos os dias com água e, quando se constatava um maior teor de sólidos aderidos, com água e hipoclorito de sódio (água sanitária). A utilização de água sanitária certamente

contribui para a diminuição do mau odor e dos vetores de doenças no gradeamento. É importante, no entanto, que ações como esta sejam realizadas diariamente e não somente quando se constata maior necessidade.

Verificou-se que os rejeitos do tratamento preliminar dispostos em caçambas (Rejeitos Sólidos Gradeados - RSG e Rejeitos Sólidos das Caixas de Areia - RSCA) atraem quantidade significativa de vetores de doenças e também exalam odor ruim. Não havia, contudo, mecanismos para a remoção do odor e diminuição ou eliminação de vetores nestas caçambas.

Desta maneira, quando as caçambas do tratamento preliminar ficavam descobertas, estes resíduos não somente causavam incômodos pelo odor ruim como também expunham os operadores e pessoas que estivessem próximas - como demais funcionários, visitantes da ETE e pesquisadores - a patógenos provenientes do esgoto bruto e a vetores de doenças.

Para remover maus odores e vetores de doenças, Jordão e Pessôa (2011) recomendam que a limpeza da área de operação das grades deve ser realizada diariamente com água e desinfetante e indicam três operações para o material gradeado removido, antes que este seja transportado: lavagem, secagem e adição de substâncias químicas (como óxido de cálcio e substâncias aromáticas).

Como as caçambas que armazenam a areia removida na ETE-Monjolinho também acumulam vetores como moscas e mosquitos devido à presença de matéria orgânica, pode-se analisar a utilização destas três operações também para a areia removida.

Além disso, de acordo com Jordão e Pessôa (2011), a lavagem da areia pode permitir sua reutilização, o que dependerá do grau de limpeza. De acordo com os autores, a limpeza pode ser realizada por dispositivos específicos (parafusos sem-fim, hidrociclones e transportadores horizontais) e o destino da areia pode ser, por exemplo, para aterros próximos ou para a reposição de material drenante comumente utilizado em leitos de secagem.

De acordo com informações, todos os funcionários da ETE-Monjolinho sabem quais os riscos apresentados pelos reatores UASB, uma vez que realizaram um curso no início da operação da Estação, no qual temas como o risco de explosões nas proximidades dos reatores teriam sido abordados.

Quanto a este risco de explosões, havia também avisos claros e de fácil visualização na ETE-Monjolinho. No entanto, até o término da coleta de dados deste trabalho, estes avisos restringiam-se somente a placas fixadas nas paredes externas dos reatores UASB.

A realização do curso inicial e também a presença das placas de aviso são fatores importantes no que se refere à segurança e saúde do trabalho dos funcionários. Há, contudo, que se verificar quais dos atuais funcionários estavam presentes no referido curso, tendo em vista as frequentes mudanças de gestão e a chegada de novos funcionários à Estação, para que se realizem novos cursos.

Quanto à geração de ruídos, a centrífuga foi considerada como a única fonte de ruídos da ETE-Monjolinho, mas durante as observações percebeu-se um ruído muito forte também na casa de saturação dos flotadores.

Apesar do conhecimento da produção de ruídos pela centrífuga, não havia dados disponíveis na ETE-Monjolinho à época da coleta de dados desta pesquisa sobre sua intensidade e/ou alcance, isto é, se podem causar algum dano à saúde dos trabalhadores da ETE ou até mesmo à população mais próxima.

É necessário, portanto, que se verifique a existência de outras fontes de ruídos na ETE-Monjolinho e se realizem estudos sobre a intensidade e alcance dos ruídos identificados, para que haja maior proteção dos funcionários, população adjacente e visitantes.

No que se refere ao laboratório da ETE-Monjolinho, existiam equipamentos de segurança para o caso de acidentes, mas que não estavam instalados à época da coleta de dados desta pesquisa, como chuveiro específico e lava-olhos.

Não havia também à época da coleta de dados desta pesquisa uma frequência pré-estabelecida de vistorias nos equipamentos utilizados cotidianamente no laboratório; essas eram realizadas informalmente pelos próprios funcionários, de acordo com suas percepções durante a realização de atividades habituais. Ainda, à época da coleta de dados desta pesquisa, os equipamentos passavam por algum tipo de manutenção somente quando apresentavam algum problema de funcionamento.

Desta forma, tendo em vista a segurança dos funcionários que trabalham no laboratório, é necessário que se instalem os equipamentos de

segurança já disponíveis - chuveiro específico e lava-olhos - e que se verifiquem a necessidade de outros equipamentos. Além disso, é necessário que se atente também para a realização periódica de vistorias e manutenções nos equipamentos utilizados para se evitar acidentes.

Os EPIs citados como necessários nas diversas etapas do tratamento de esgoto sanitário da ETE-Monjolinho foram:

- Tratamento Preliminar: luvas que se estendem até os cotovelos, dois tipos de máscaras (uma mais simples e outra mais potente), aventais e botas de borracha;
- Reatores UASB: máscaras e luvas;
- Flotadores: luvas;
- Centrífuga: máscaras, luvas, protetores auriculares e capacete.
- Desinfecção: luvas (principalmente quando há a necessidade de limpeza e, portanto, de manipulação do equipamento de radiação UV).
- Laboratório: jalecos, luvas, máscaras e óculos.

Estas informações foram obtidas, no entanto, sob uma perspectiva de estimativa, isto é, houve uma incerteza por parte dos funcionários questionados sobre quais seriam exatamente os EPIs necessários a cada etapa ou unidade da Estação.

Possivelmente, isto se deveu à não utilização rotineira de EPIs, do tratamento preliminar à fase de desinfecção, fato constatado em todas as visitas realizadas para a coleta de dados deste trabalho.

Constatou-se durante o período de coleta de dados deste trabalho que a utilização de EPIs é motivo de grande preocupação da administração da ETE e por isso, na tentativa de se resolver esta questão, o setor de segurança e saúde do trabalho do SAAE havia sido acionado para que fossem tomadas as devidas providências.

Os EPIs observados como de uso mais constante dos operadores foram: bonés, chapéus, luvas e botas, além de protetores solares. No entanto, de acordo com informações, máscaras também são utilizadas em alguns trabalhos específicos, como para a limpeza das grades e das caixas distribuidoras de afluente das porções superiores dos reatores UASB e para o descarte de espuma e de lodo dos reatores.

Embora não se tenha obtido dados claros sobre a existência de EPIs em número suficiente para todos os operadores à época da coleta de dados desta pesquisa, constatou-se que houve a aquisição de novos EPIs, como máscaras com maior capacidade de proteção.

Durante a coleta de dados e o acompanhamento de algumas visitas observaram-se gotas de esgoto bruto em suspensão nas caixas de areia - que se intensificavam quando da presença de ventos mais fortes -, maus odores e a presença de moscas e mosquitos nas grades, esteiras e caçambas do tratamento preliminar.

Embora o contato dos visitantes com as diversas unidades de tratamento de esgoto sanitário da ETE-Monjolinho seja breve e não tão frequente como o dos operadores, existe a possibilidade de que contraiam doenças, principalmente no tratamento preliminar, onde há esgoto bruto, independentemente do tempo de permanência nas unidades de tratamento.

De acordo com FUNASA (2007), existe um grande número de doenças relacionadas ao destino inadequado dos dejetos humanos e que, portanto, podem ser transmitidas pelo esgoto bruto. Entre as várias doenças, podem-se citar as febres tifoide e paratifoide, cólera, hepatites A e E, amebíase e também a diarreia aguda, que pode ser causada por diferentes tipos de bactérias, vírus e protozoários.

Apesar disso, não havia na ETE-Monjolinho, à época da coleta de dados desta pesquisa, EPIs disponíveis para visitantes e, sendo assim, é de fundamental importância que haja um planejamento também para o cuidado com a saúde e segurança dos visitantes da Estação. Neste sentido também é necessário que haja cuidados com os pesquisadores universitários e de outras instituições que visitam a ETE para realizar experiências ou coletar dados.

No tratamento preliminar, por exemplo, podem ser conduzidos pequenos grupos com EPIs. Outra opção, na ausência de EPIs aos visitantes, é não conduzir nenhum grupo ao gradeamento e caixas de areia e abordar os aspectos inerentes a estas unidades a uma determinada distância.

Durante a coleta de dados, houve um relato da ocorrência de diarreias e vômitos frequentes, principalmente entre os operadores, desde o início dos trabalhos na ETE-Monjolinho em 2008 até os dias atuais. Tendo em vista as observações da não utilização de EPIs durante a coleta de dados desta pesquisa,

estes casos podem estar vinculados à exposição prolongada às unidades do tratamento preliminar e aos resíduos dispostos em caçambas (RSG e RSCA), que concentram quantidades significativas de vetores de doenças.

Existe uma norma específica do MTE para a questão de EPIs, a NR 6 (“Equipamento de Proteção Individual - EPI”), que entre seus vários itens, aborda a questão das responsabilidades de empregados e empregadores quanto ao uso destes equipamentos.

De acordo com a norma, o empregador deve adquirir os EPIs adequados ao risco de cada atividade e exigir seu uso pelos empregados (item 6.6.1). Já os trabalhadores devem usar os EPIs, utilizando-os apenas para a finalidade a que se destinam e responsabilizarem-se pela sua guarda e conservação (item 6.7.1).

Estas questões também são abordadas e reforçadas já na NR 1 do MTE, que considera, entre várias outras afirmações, que o empregador deve *“cumprir e fazer cumprir as disposições legais e regulamentares sobre segurança e medicina do trabalho”* e os trabalhadores devem, além de cumprir tais disposições, usar o EPI fornecido pelo empregador (item 1.7)

Portanto, a responsabilidade pelo uso de EPIs é tanto do empregador quanto dos trabalhadores.

Desta forma, é de suma importância que os operadores e demais funcionários da ETE-Monjolinho utilizem os EPIs adequados ao trabalho ou permanência, ainda que breve, nas várias unidades do tratamento de esgoto sanitário da Estação, para que sejam evitadas doenças e acidentes. Durante as observações realizadas, não foi constatado o uso pelos operadores das máscaras recentemente adquiridas, por exemplo.

É necessário que haja atenção também quanto às condições de higiene pessoal após o trabalho principalmente nas unidades de tratamento preliminar, pois de acordo com FUNASA (2007), a ingestão de alimentos diretamente contaminados pelas mãos é o principal modo de transmissão das diarreias infecciosas.

Ainda de acordo com a FUNASA (2007), diarreias infecciosas e as febres tifoide e paratifoide, entre outras, podem ser transmitidas pela ingestão de alimentos contaminados por vetores, o que reforça a importância de se eliminar ou

ao menos minimizar os vetores presentes nas grades e caçambas do tratamento preliminar, tendo em vista que parte dos funcionários almoçam na ETE-Monjolinho e podem, portanto, ter seus alimentos contaminados, por mais cuidado que haja neste sentido.

É importante também que sejam tomadas providências para se eliminar ou minimizar maus odores no tratamento preliminar e que se verifiquem outros aspectos que podem causar incômodos ou problemas de saúde, como a presença de outros gases nas demais unidades da Estação. Uma das “metas” da ETE-Monjolinho para 2014 é “Aprimorar o controle de odor”, o que demonstra que os maus odores já foram identificados como impactos ambientais negativos pela equipe da Estação.

Durante a coleta de dados, constatou-se também que não havia mapa de riscos na ETE-Monjolinho, sendo esta uma “meta” estabelecida pela administração da Estação para 2014 (“Produzir mapa de riscos da Estação”).

O mapa de riscos é um excelente instrumento para informar e alertar trabalhadores e visitantes quanto aos riscos existentes nas diversas atividades. Desta forma, é importante que seja elaborado um mapa de riscos para a ETE-Monjolinho.

Outros fatores importantes para a segurança do trabalho, bem como para o desempenho adequado das atividades referem-se à sinalização interna e à iluminação da Estação, que estão inclusive entre as “metas” da ETE-Monjolinho para 2014 (“Estabelecer a sinalização interna, inclusive quanto à velocidade de circulação”). A iluminação deve ser adequada, principalmente devido ao trabalho noturno na ETE.

Além disso, também são importantes os aspectos referentes ao armazenamento de substâncias químicas utilizadas na ETE-Monjolinho. Durante as observações, constatou-se que estas substâncias eram armazenadas em locais específicos, mas também foram observadas situações em que tais substâncias localizavam-se ao ar livre, próximas às unidades de tratamento, ou mesmo em uma repartição da administração.

É necessário que sejam tomadas as devidas providências de acordo com as normas de saúde e segurança do trabalho do MTE para que haja a proteção dos trabalhadores da ETE e demais pessoas que a frequentarem no que se refere

ao armazenamento, manejo e também a eventuais vazamentos destas substâncias. Não foram constatados na ETE-Monjolinho à época da coleta de dados desta pesquisa procedimentos a serem adotados caso ocorram tais vazamentos.

- **Preparação e resposta à emergências**

No tratamento preliminar, quando ocorrem transbordamentos no gradeamento por falhas humanas, de equipamentos ou por outros motivos - como alta vazão de esgoto bruto afluente, por exemplo -, abre-se o *bypass*.

Constatou-se, à época da coleta de dados desta pesquisa, que os operadores não recebiam treinamentos constantes quanto às operações e situações de emergência, o que é fundamental para o controle de impactos ambientais significativos.

Não havia também, à época da coleta de dados desta pesquisa, planos de resposta à emergência para o caso de vazamentos de gases dos reatores UASB, além daqueles que já ocorrem pelas rachaduras em suas estruturas, nem mesmo em situações de potencial risco de explosão, que pode ser provocada principalmente pelo gás metano. Não havia também, à época da coleta de dados desta pesquisa, planejamentos no caso de vazamentos de lodo ou efluente dos reatores UASB, bem como para o entupimento de alguma tubulação que realiza a distribuição homogênea de lodo. O único mecanismo realizado neste caso da tubulação era a “limpeza” das caixas distribuidoras de afluente das porções superiores dos reatores UASB com água quando da presença de resquícios de sólidos.

Quanto aos flotores, segundo informações, há prejuízo em suas eficiências em períodos chuvosos devido ao carreamento de sólidos, e não havia planejamentos para se tentar resolver este problema à época da coleta de dados desta pesquisa. Segundo a administração, não ocorrem transbordamentos nos flotores em períodos de chuva.

#### **6.2.8.2 Análise de desempenho**

Dados sobre o desempenho das ETEs, a exemplo da ETE-Monjolinho, são fundamentais para que se tenha melhor planejamento para a implantação do SGA ou mesmo para a resolução de problemas. A seguir são detalhados aspectos sobre o desempenho da ETE-Monjolinho, cujas questões podem ser ampliadas, que

podem ser de grande valia para a elucidação dos principais problemas de desempenho da Estação.

- **Controle de operação e manutenção**

A manutenção preventiva estava em processo de implantação na ETE-Monjolinho à época da coleta de dados desta pesquisa e, inicialmente, ocorria uma vez por semana. Todavia, se no dia de sua realização houvesse reparos para serem realizados, o mecânico e o eletricitista da ETE dedicavam-se a resolvê-los e em ordem de prioridade.

Observou-se que há uma preocupação muito grande com a manutenção e operação dos equipamentos da ETE-Monjolinho, principalmente quanto aos seguintes aspectos: substituição e consertos de equipamentos, compra de produtos químicos e agendamentos de consertos com empresas terceirizadas, como era o caso da centrífuga.

A implantação da manutenção preventiva - e também da manutenção preditiva - é muito importante para que os equipamentos não passem por manutenção somente quando apresentarem problemas, o que pode prejudicar o tratamento do esgoto sanitário, sendo importante, assim, o alcance da “meta” da ETE-Monjolinho para 2014 “Implantar manutenção preditiva e preventiva em todos os equipamentos da Estação”.

Na ETE-Monjolinho, quando ocorrem problemas mecânicos ou elétricos, estes são relatados pelos operadores em pequenas fichas que são então encaminhadas à chefia para a expedição de ordens de serviço. As fichas são utilizadas apenas para o registro de eventuais problemas operacionais.

Após os reparos realizados, o mecânico e o eletricitista os registram em um caderno de registros de operações e manutenções, que fica disponível na sala de operações e que também pode ser utilizado pelos operadores para relatos de problemas operacionais.

No entanto, tais procedimentos quanto aos relatos dos problemas operacionais têm gerado desencontros de informações, pois podem estar presentes nas fichas - que não possuem local fixo de entrega na Estação -, no caderno de registros ou em ambos. Além disso, frequentemente são relatos repetidos, já que os

operadores dos diferentes turnos muitas vezes não se comunicam sobre os problemas operacionais e acabam registrando-os mais de uma vez.

Com estes obstáculos na comunicação, corre-se o risco de que os problemas operacionais relatados não sejam resolvidos e de que outros maiores surjam. Deste modo, na tentativa de se melhorar a comunicação quanto aos problemas operacionais e de tornar as fichas visíveis a todos, estudava-se à época da coleta de dados deste trabalho a escolha de um mural ou outro local fixo para que os operadores pudessem destinar suas fichas, às quais pudessem ser posteriormente anexadas suas respectivas ordens de serviço.

Outra opção que estava sendo estudada para facilitar a comunicação interna era a instalação de duas caixas de acrílico: uma em que seriam depositadas listas de verificação operacionais para a análise de emissão de ordens de serviço e outra mais geral, para sugestões, críticas, etc.

A lista de verificação que estava em processo de elaboração, intitulada “*Check list* operacional - ETE-Monjolinho” (Anexo B), concentrava em uma mesma página os locais cujas operações deveriam ser analisadas e as possíveis ordens de serviço a serem expedidas, uma sugestão dos próprios funcionários da ETE diante de experiências anteriores, em que o número de páginas de uma lista de verificação (três ou quatro) foi considerado um obstáculo para a utilização do instrumento.

É necessário, no entanto, que instrumentos como este sejam sempre aprimorados, considerando-se inclusive a opinião dos funcionários, principalmente dos operadores, que possivelmente serão os maiores utilizadores do *Check list*. Tal fato está sendo considerado pela administração da ETE-Monjolinho, já que implantou entre suas “metas” para 2014 “Aprimorar o *check-list* dos operadores”, o que é muito importante sob a perspectiva da melhoria contínua proposta pela NBR ISO 14001: 2004.

Há a intenção de que todas as ordens de serviço sejam arquivadas após a realização das manutenções e fiquem disponíveis para a consulta dos funcionários, o que também é muito positivo sob a perspectiva da NBR ISO 14001: 2004. Além disso, pretende-se que o caderno de registros de operação e manutenção continue sendo utilizado para o registro dos problemas operacionais e sirva, portanto, como um histórico dos reparos realizados nas unidades operacionais

da ETE-Monjolinho, o que é muito importante também para o caso da instalação de um SGA.

Quando os problemas mecânicos ou elétricos ocorrem no período noturno, feriados ou finais de semana, os operadores devem comunicá-los ao chefe ou ao supervisor de operação, via telefone, que decidirá se o problema é urgente ou se pode ser resolvido no dia seguinte. No caso de urgência, o eletricitista ou o mecânico da ETE são acionados, também via telefone, para resolverem o problema imediatamente.

Se o mecânico ou eletricitista da ETE não puderem atender ao chamado de urgência, outros profissionais do SAAE são acionados para realizar os serviços requeridos. Para evitar este tipo de situação, existe na ETE-Monjolinho uma orientação para que os funcionários avisem com antecedência a realização de viagens ou a impossibilidade de atender a eventuais chamados de emergência.

Há, portanto, um planejamento para estas situações emergenciais e a possibilidade de controle e documentação dos procedimentos de operação e manutenção. Ações como esta são muito importantes em termos de NBR ISO 14001:2004, já que a norma possui um requisito específico para o controle operacional (item 4.4.6), segundo o qual uma organização deve “assegurar que operações associadas aos aspectos ambientais significativos identificados sejam conduzidas de modo a controlar ou reduzir os impactos adversos associados”. O *Check list* elaborado pela ETE-Monjolinho pode auxiliar, portanto, em ações neste sentido.

Outro instrumento que pode auxiliar no controle operacional é um manual de operação. De acordo com informações, no início do funcionamento da ETE, os operadores receberam um treinamento e um manual de operação com detalhes das unidades. Não havia, entretanto, um exemplar deste manual de operação disponível na ETE-Monjolinho à época da coleta de dados desta pesquisa, o que impossibilitou uma análise mais detalhada do mesmo.

Posteriormente, no entanto, até o término da coleta de dados desta pesquisa, não houve na Estação mais nenhum treinamento quanto à operação da ETE ou quaisquer outros aspectos que se fizessem necessários, nem mesmo para os novos funcionários, admitidos em 2013.

Esta situação refletiu-se inclusive na obtenção de dados da própria pesquisa, com a presença de dúvidas e ausência de respostas a perguntas realizadas a um dos funcionários que havia sido contratado há pouco tempo.

Tais fatos corroboram a importância das intenções da administração da ETE-Monjolinho quanto à realização de um programa de capacitação voltado às funções dos operadores, pois sua formação é imprescindível para o bom funcionamento da Estação e para se evitar falhas humanas e acidentes.

É importante também que o manual de operação seja de fácil compreensão, que fique disponível na Estação e que cada operador possua um exemplar. De acordo com informações, esta também é exatamente uma das “metas” da ETE-Monjolinho para 2014: “Produzir um Manual de Operações de cada unidade, com a distribuição de um exemplar para cada operador e a permanência de outro na administração da ETE”.

Deve-se atentar também para a manutenção de outros instrumentos de trabalho, como os automóveis utilizados nas atividades cotidianas. Durante a coleta de dados desta pesquisa verificaram-se problemas neste sentido.

Outra questão de suma importância é em relação ao Centro de Controle e Operações (CCO) da ETE-Monjolinho. Não havia funcionários constantemente nesta sala, à época da coleta de dados desta pesquisa, para verificar as informações quanto à operação da ETE; esta verificação era realizada somente algumas vezes ao dia. O ideal é que se tenha sempre um funcionário nesta sala, de maneira a perceber imediatamente qualquer problema quanto ao funcionamento dos equipamentos da ETE-Monjolinho.

Pode haver um revezamento entre os funcionários que ficarão no CCO, bem como a realização de outras atividades pertinentes à ETE nesta sala, para evitar fadiga pela monotonia desta função.

No que se refere a situações inesperadas, como a presença de cadáveres de fetos no gradeamento, por exemplo, a orientação aos operadores é para que comuniquem a chefia ou a administração que, em seguida, entram em contato com a polícia, procedimento correto para este caso.

- **Tratamento Preliminar**

À época da coleta de dados desta pesquisa, não eram realizadas análises dos resíduos do tratamento preliminar para um possível reaproveitamento. Segundo informações, houve somente a tentativa de uma empresa especializada em reaproveitar a gordura que é destinada ao reator para degradação de gorduras para a produção de sabões, mas testes indicaram a impossibilidade de fazê-lo. Neste sentido, seria interessante o acompanhamento de pesquisas acadêmicas realizadas em universidades, como a UFSCar e a USP/São Carlos-SP, e outras instituições, para que se verifique a existência de novas possibilidades de destinação destes resíduos e rejeitos.

No que se refere à limpeza, segundo informações, esta era realizada nas grades todos os dias com água e, “quando estava muito suja”, com água e hipoclorito de sódio (água sanitária).

Não era realizada, no entanto, à época da coleta de dados desta pesquisa, a limpeza das caixas de areia porque, segundo informações, a retirada de areia pelas bombas destinadas a esta finalidade e o próprio fluxo do esgoto afluente aos desarenadores já realizariam a “autolimpeza” dos tanques. Desta forma, ocorria apenas a adição de água na canaleta de areia e na canaleta de gordura para auxiliar um melhor fluxo nestes dispositivos.

À época da coleta de dados desta pesquisa, existia um *bypass* no tratamento preliminar, mas não havia comporta de chegada do esgoto bruto, o que pode ter contribuído para a ocorrência de transbordamentos no gradeamento, principalmente nos meses de maior pluviosidade, relatados durante a coleta de dados. Existe a intenção da administração da ETE-Monjolinho de que esta comporta seja providenciada para 2014, o que é muito importante.

Algumas vezes, entende-se como necessária a abertura do *bypass*, como por exemplo, quando há maior vazão de esgoto bruto afluente devido a altas pluviosidades. Em todos estes casos, o esgoto bruto segue para o rio Monjolinho.

Foram considerados como os maiores problemas operacionais do tratamento preliminar da ETE-Monjolinho, inclusive em relação aos custos dos consertos, a queima de motores e os danos causados ao gradeamento fino quando do aumento significativo da vazão de esgoto bruto afluente. Ressalta-se que,

transbordamentos ou danos no gradeamento fino podem provocar o envio de sólidos grosseiros aos reatores UASB e então prejudicar sua eficiência.

Este aumento na vazão de esgoto bruto em dias chuvosos evidencia que possivelmente há em São Carlos um número considerável de ligações pluviais clandestinas à rede de esgotamento sanitário da cidade. Para se tentar resolver este problema do aumento da vazão afluyente à ETE-Monjolinho, ocasionado por altas pluviosidades, a administração da Estação estava analisando à época da coleta de dados desta pesquisa a possibilidade da construção de um tanque de equalização na área próxima ao tratamento preliminar. Assim, a vazão afluyente excedente seria desviada e o fluxo ao tratamento preliminar, mantido constante.

Esta solução, todavia, pode não surtir mais efeito daqui a algum tempo, com o crescimento da cidade e a existência de novas ligações clandestinas. Desta maneira, seria fundamental que o problema destas ligações clandestinas fosse resolvido para solucionar também o problema com a alta vazão de esgoto bruto afluyente em dias chuvosos.

No que se refere à chegada de substâncias tóxicas e metais pesados à ETE-Monjolinho, alguns mecanismos eram adotados para identificá-los à época da coleta de dados desta pesquisa, como por exemplo, a percepção de mudança na coloração típica do esgoto bruto e a utilização do pHmetro para verificar o pH. Tais ações são importantes e devem continuar, mas seria de grande valia que se buscassem outros mecanismos para auxiliar na identificação de substâncias tóxicas e metais pesados que possam chegar com o esgoto bruto à Estação.

No caso da confirmação da chegada de substâncias tóxicas e metais pesados à ETE-Monjolinho, tenta-se identificar os possíveis causadores e as providências a serem tomadas são decididas pelas administrações da ETE e do SAAE, como o relato do acontecimento à CETESB. No entanto, antes de medidas mais drásticas, em geral adota-se o diálogo com os possíveis responsáveis pelo lançamento irregular das substâncias à rede de esgotamento sanitário, na tentativa de que tais acontecimentos não se repitam, embora, segundo informações, tais lançamentos eram ainda bastante frequentes à época da coleta de dados desta pesquisa.

Seria importante, deste modo, a análise da adoção de outras medidas que ajudassem a evitar a chegada de substâncias tóxicas e metais pesados à ETE-

Monjolinho, como por exemplo, o monitoramento da rede de esgoto sanitário da cidade em locais estratégicos.

- **Reatores UASB**

O funcionamento dos reatores UASB era parcialmente controlado, à época da coleta de dados desta pesquisa. Os únicos dispositivos de controle eram os manômetros, equipamentos para medição da pressão dos gases provenientes das reações anaeróbicas, e também válvula de segurança para o caso de haver uma pressão muito grande nos reatores. No entanto, os manômetros não estavam funcionando à época da coleta de dados desta pesquisa e, segundo informações, havia a possibilidade de que, quando passassem por manutenção, o acompanhamento de seus registros e funcionamento pudesse ser realizado por meio do CCO.

Segundo informações, à época da coleta de dados desta pesquisa, havia medições diárias dos gases presentes na área da ETE-Monjolinho por meio de medidores portáteis, embora não fossem registradas. Entretanto, por meio da elaboração de um artigo científico com a USP de São Carlos-SP - uma das “metas” da ETE-Monjolinho para 2014 -, há a intenção de que estes gases e suas respectivas quantidades sejam constatados de forma mais detalhada. Ainda, por meio da elaboração deste artigo, serão medidos o Tempo de Retenção Celular (TRC) e a temperatura dos reatores UASB, importantes fatores para seu bom funcionamento.

Trata-se de uma ação, portanto, muito positiva, que pode auxiliar o monitoramento dos reatores UASB e ajudar a evitar problemas operacionais. Neste sentido, é importante também que as medições diárias dos gases presentes na área da ETE-Monjolinho continuem e sejam registradas.

Foram considerados como o maior problema dos reatores UASB da ETE-Monjolinho a geração de substâncias químicas à base de enxofre (S), que estariam provocando problemas como: a corrosão do concreto dos próprios reatores, a oxidação de componentes metálicos da Estação, além do forte odor de ovo podre, característico do gás sulfídrico ( $H_2S$ ).

O forte odor ruim tem sido inclusive motivo de muitas reclamações da população de São Carlos, principalmente a que reside em bairros próximos à ETE,

desde os primeiros anos de sua operação. Na maioria dos dias de coleta de dados desta pesquisa este mau odor foi percebido pela pesquisadora, por vezes acompanhado de acidez estomacal.

Os reatores UASB da Estação apresentavam em suas laterais e tetos, à época da coleta de dados desta pesquisa, várias rachaduras, por meio das quais havia constantes vazamentos de gases provenientes das reações anaeróbicas. Há algum tempo foi realizado um trabalho na Estação no sentido de tapar as rachaduras do teto; contudo, o escape de gases e o mau odor continuaram.

De acordo com informações, há o planejamento de se realizar uma reforma nos reatores UASB, com a impermeabilização de suas células, por dentro e por fora, para que o problema com as rachaduras seja resolvido de maneira permanente, o que seria de fundamental importância.

Ainda de acordo com a administração da Estação, à época da coleta de dados desta pesquisa o Tempo de Retenção Hidráulico (TRH) nos reatores UASB da ETE-Monjolinho era de 8h a 10h, mas diminuía em dias chuvosos, devido ao alto volume de esgoto bruto afluente, o que pode prejudicar a eficiência dos reatores. Este fato reforça a necessidade de se tentar uma resolução definitiva ao problema com as ligações pluviais clandestinas na rede de esgoto sanitário da cidade.

O vazamento de gases pelas rachaduras dos reatores UASB provavelmente dificulta o funcionamento dos queimadores de gases do tipo “*Flare*”, já que a quantidade de gases que seguem pela tubulação do separador trifásico possivelmente não é suficiente para exercer a pressão requerida ao acionamento dos queimadores. Um indício disto é que, à época da coleta de dados desta pesquisa, o trabalho dos queimadores tornava-se mais evidente em dias chuvosos, possivelmente porque a lâmina d’água sobre o concreto impedia a saída dos gases dos reatores e possibilitava, assim, o acionamento dos queimadores.

À época da coleta de dados desta pesquisa, o descarte de lodo dos reatores UASB era realizado todos os dias, durante 10 minutos, para que não houvesse prejuízos em seu funcionamento.

- **Flotadores**

À época da coleta de dados desta pesquisa, o caminho preferencial do ar saturado durante a ocorrência da flotação foi considerado como o maior problema dos flotadores, aspecto que, de acordo com informações, será analisado com mais veemência posteriormente, quando do esvaziamento dessas unidades.

Foi citado como mecanismo de limpeza dos flotadores o descarte de fundo que, à época da coleta de dados desta pesquisa, era realizado de 2h em 2h, durante 1 minuto.

Ainda, segundo informações, não ocorrem transbordamentos nos flotadores em períodos de chuva, mas quando chove há prejuízos em sua eficiência, devido ao carreamento de sólidos. Não havia planejamentos para se tentar resolver este problema à época da coleta de dados desta pesquisa.

- **Centrífuga**

À época da coleta de dados desta pesquisa, não havia na ETE-Monjolinho dados sobre a caracterização do lodo desaguado para análise de destinação ou informações sobre estudos acadêmicos que tenham sido realizados na Estação para este fim. É de fundamental importância que se tenha contato com universidades e demais instituições que realizam estudos com o lodo desaguado e também com os resíduos e rejeitos do tratamento preliminar.

Existiam duas centrífugas na ETE-Monjolinho à época da coleta de dados desta pesquisa. Entretanto, no período desta coleta de dados, ambas estavam em manutenção, sendo que uma delas já há algum tempo. O conserto era realizado àquela época por empresa terceirizada e o motivo para a demora, bem como informações sobre os custos deste conserto, não estavam disponíveis na Estação quando se realizou esta coleta de dados.

Caso a centrífuga em operação apresente problemas de funcionamento e a centrífuga de reserva não esteja disponível por problemas de manutenção, o lodo descartado dos reatores UASB e também aquele proveniente dos flotadores continuam sendo armazenados na câmara destinada a este fim, cujo volume máximo é atingido, de acordo com estimativas, de duas a três semanas. Se este volume máximo for atingido antes que ao menos uma das centrífugas esteja consertada, possivelmente haverá a necessidade de se abrir o *bypass*.

É importante que se atente para este fato, pois a demora com o conserto das centrífugas pode provocar o acúmulo de sólidos nos reatores UASB e seu arraste para os flutuadores, e assim diminuir suas eficiências.

Foi considerado como o maior problema com as centrífugas na ETE-Monjolinho os danos causados ao computador que comanda suas funções, devido a raios e à corrosão de suas partes metálicas por substâncias gasosas provenientes dos reatores UASB.

Ainda, à época da coleta de dados desta pesquisa, não era realizado nenhum tipo de limpeza nas centrífugas. Desta maneira, seria importante que se verificasse se não é realmente necessário que se realize algum tipo de limpeza nas centrífugas.

- **Desinfecção**

Foram considerados como os maiores problemas do processo de desinfecção na ETE-Monjolinho os sólidos que podem chegar a esta etapa do tratamento, prejudicando a atuação dos raios UV, os residuais de cloro (hipoclorito de sódio) presente no esgoto efluente dos flutuadores e as frequentes queimas do equipamento por raios, que ocorrem mesmo com a existência de para-raios na ETE.

O equipamento para desinfecção por radiação UV não estava funcionando à época da coleta de dados desta pesquisa. Segundo informações, seria enviado para manutenção após o conserto da centrífuga, que naquele momento era prioridade, pois a centrífuga de reserva também estava em manutenção e havia uma preocupação com os limites da câmara de armazenamento de lodo.

Há no equipamento de desinfecção um mecanismo de auto-limpeza que, à época da coleta de dados desta pesquisa, não estava funcionando porque borrachas que desempenham função semelhante à de esponjas de limpeza haviam ressecado. Desta maneira, a limpeza era manual, com a utilização de lava-a-jato e esponja de limpeza, e era realizada somente quando se constatava a necessidade deste procedimento, não havendo naquele momento, portanto, uma periodicidade pré-estabelecida para sua ocorrência.

### **6.2.9 Aspectos, impactos e indicadores ambientais**

O Quadro 26 apresenta alguns exemplos de aspectos, impactos e indicadores ambientais para a ETE-Monjolinho.

Três fatores foram muito importantes para a elaboração de seu conteúdo: os instrumentos elaborados para cada etapa de tratamento de esgoto sanitário realizado na ETE-Monjolinho para a verificação de insumos utilizados e resíduos e rejeitos gerados (que foram baseados no “Modelo para a demonstração dos insumos utilizados, resíduos e rejeitos gerados em cada etapa do tratamento de esgoto sanitário”); observações na ETE-Monjolinho durante a coleta de dados e fotografias de cada etapa de tratamento, obtidas também durante este período.

Além disso, outro instrumento que contribuiu para a elaboração do conteúdo do Quadro 26 foi uma Tabela constante na NBR ISO 14004:2005 que aborda “Exemplos de atividades, produtos e serviços e seus aspectos e impactos ambientais associados” (Anexo A).

Assim, todos estes fatores permitiram a investigação de aspectos ambientais que podem ocorrer em cada etapa do tratamento de esgoto sanitário da ETE-Monjolinho, bem como seus impactos ambientais - a maioria, negativos - associados.

A adoção de indicadores ambientais ocorre, em geral, somente após a identificação de aspectos e impactos ambientais significativos, estabelecimento de uma política ambiental e definição de objetivos e metas ambientais. Deste modo, a elaboração de indicadores já na fase de Análise Ambiental Inicial proposta por este trabalho tem por objetivo antecipar e auxiliar as próximas etapas de implantação de um SGA sob a perspectiva da NBR ISO 14001:2004.

**Quadro 26** - Instrumento de auxílio à identificação de aspectos e impactos ambientais e elaboração de indicadores ambientais para a ETE-Monjolinho.

| A/P/S                             | Aspectos ambientais                                 | Impactos ambientais  | Indicadores ambientais   |
|-----------------------------------|---|--|--|
| Gradeamento de sólidos grosseiros | Exalação de odor ruim (grades, esteiras e caçambas) | Incômodos aos trabalhadores e população em geral                                 | nº de reclamações internas e externas quanto a maus odores por mês   |
|                                   |   | Atração de vetores de doenças  | nº de registros de grandes quantidades de vetores de doenças por mês   |
|                                   | Geração de Rejeitos sólidos                         | Presença de patógenos  | nº de profissionais com sintomas de doenças transmitidas por patógenos do esgoto bruto por mês               |
|                                   |   |  | nº de registros da não utilização de EPIs para os desarenadores por mês                                      |
|                                   | Disposição Rejeitos sólidos                         | Uso do solo  | % de diminuição de rejeitos sólidos gerados por mês  |
|                                   | Transbordamento de esgoto afluyente                 | Poluição de águas de superfície, solo e lençóis freáticos                        | nº de transbordamentos nas grades por mês  |
|                                   |   | Presença de patógenos  |  |
|                                   | Utilização de energia elétrica                      | Esgotamento de recursos naturais não renováveis                                  | % de redução de utilização de energia elétrica (kWh/m <sup>3</sup> de esgoto tratado por mês) no gradeamento |
|                                   | Presença de metais pesados                          | Danos a seres humanos, poluição de águas de superfície, solo e lençóis freáticos | nº de registros da presença de metais pesados no esgoto bruto afluyente por mês                              |
| Abertura do <i>bypass</i>         | Poluição de águas de superfície                     | nº de vezes em que o <i>bypass</i> foi aberto por mês                            |  |
| Limpeza das grades                | Uso da água de reuso                                | Conservação de recursos naturais não renováveis                                  | nº de vezes em que não se utilizou água de reuso para limpeza das grades por mês                             |
| Desarenadores                     | Exalação de odor ruim (caçambas)                    | Incômodos aos trabalhadores e população em geral                                 | nº de reclamações internas e externas quanto a maus odores por mês   |
|                                   |   | Atração de vetores de doenças  | nº de reclamações internas e externas quanto a maus odores por mês   |

|                                    |  |   |   |
|------------------------------------|--|---|---|
|                                    | Geração de Rejeitos sólidos  | Presença de patógenos   | nº de profissionais com sintomas de doenças transmitidas por patógenos do esgoto bruto por mês                  |
|                                    |  |   | nº de registros da não utilização de EPIs para os desarenadores por mês   |
|                                    | Disposição de Rejeitos sólidos   | Uso do solo   | % de redução de rejeitos sólidos dos desarenadores por mês  |
|                                    | Transbordamento de esgoto afluyente  | Poluição de águas de superfície, solo e lençóis freáticos                             | nº de transbordamentos nos desarenadores por mês  |
|                                    |  | Presença de patógenos   |   |
|                                    | Utilização de energia elétrica   | Esgotamento de recursos naturais não renováveis                                       | % de redução de utilização de energia elétrica (kWh/m <sup>3</sup> de esgoto tratado por mês) nos desarenadores |
| Presença de metais pesados         | Danos a seres humanos, poluição de águas de superfície, solo e lençóis freáticos | nº de registros da presença de metais pesados no esgoto bruto afluyente por mês       |   |
| Emissão de aerossóis               | Presença de patógenos no ar  | nº de registros da não utilização de EPIs para os desarenadores por mês               |   |
| Limpeza dos desarenadores          | Uso da água de reuso   | Conservação de recursos naturais não renováveis                                       | nº de vezes em que não se utilizou água de reuso para limpeza dos desarenadores por mês                         |
| Reator para degradação de gorduras | Geração de Resíduos sólidos  | Presença de patógenos   | nº de vazamentos de gorduras e sólidos flutuantes por mês   |
|                                    |  | Poluição da água  |   |
| Reatores UASB                      | Emissão de gás carbônico   | Poluição do ar, aquecimento global e incômodos aos trabalhadores e população em geral | % de redução na emissão de gás carbônico por mês  |
|                                    | Emissão de gás metano  | Poluição do ar, aquecimento global e risco de explosão                                | % de redução na emissão de gás metano por mês   |
|                                    | Emissão de gás sulfídrico e mercaptanas  | Incômodos aos trabalhadores e população em geral                                      | % de redução na emissão de gás sulfídrico e mercaptanas por mês   |

|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
|  | Geração de lodo   | Poluição de águas de superfície, solo e lençóis freáticos                             | % de redução na geração de lodo/m <sup>3</sup> de esgoto tratado por mês   |
|  | Vazamento de esgoto efluente                              | Poluição de águas de superfície, solo e lençóis freáticos                             | nº de vazamentos de efluente nos reatores UASB por mês   |
|  |   | Presença de patógenos   |  |
|  | Vazamento de lodo   | Poluição de águas de superfície, solo e lençóis freáticos                             | nº de vazamentos de lodo dos reatores UASB por mês   |
| Presença de patógenos                  |   |   |  |
| Queimadores "Flare"                    | Emissão de gás carbônico                                  | Poluição do ar, aquecimento global e incômodos aos trabalhadores e população em geral | % de redução na emissão de gás carbônico por mês   |
|  | Consumo de combustível (GLP)                              | Esgotamento de combustíveis fósseis renováveis  | % de redução no consumo de combustível para os queimadores por mês   |
| % de reaproveitamento de gases por mês |   |   |  |
| Flotadores                             | Geração de lodo   | Poluição de águas de superfície, solo e lençóis freáticos                             | % de redução na geração de lodo/m <sup>3</sup> de esgoto tratado por mês   |
|  |   |   | % de reaproveitamento de lodo por mês  |
|  | Utilização de energia elétrica                            | Esgotamento de recursos naturais não renováveis                                       | % de redução de utilização de energia elétrica (kWh/m <sup>3</sup> de esgoto tratado por mês) nos flotadores       |
|  | Vazamento de efluente                                     | Poluição de águas de superfície, solo e lençóis freáticos                             | nº de vazamentos de efluente nos flotadores por mês  |
| Presença de patógenos                  |   |   |  |
| Vazamento de lodo                      | Poluição de águas de superfície, solo e lençóis freáticos | nº de vazamentos de lodo nos flotadores por mês                                       |  |
| Casa de saturação                      | Geração de ruídos   | Desconforto humano  | nº de reclamações externas sobre a geração de ruídos por mês   |
|  |   |   | nº de registros da não utilização de EPIs para a casa de saturação por mês   |
|  | Utilização de energia elétrica                            | Esgotamento de recursos naturais não renováveis                                       | % de redução de utilização de energia elétrica (kWh/m <sup>3</sup> de esgoto tratado por mês) na casa de saturação |
| Centrífuga                             | Geração de lodo   | Poluição de águas de superfície, solo e lençóis freáticos                             | % de redução na geração de lodo/m <sup>3</sup> de esgoto tratado por mês   |

|                |  |   |  |
|----------------|--|---|--|
|                |  |   | % de reaproveitamento de lodo por mês  |
|                | Utilização de energia elétrica   | Esgotamento de recursos naturais não renováveis   | % de redução de utilização de energia elétrica (kWh/m <sup>3</sup> de esgoto tratado por mês) na centrífuga                                |
|                | Geração de ruídos  | Desconforto humano  | nº de reclamações externas sobre a geração de ruídos por mês<br>nº de registros da não utilização de EPIs na área de centrifugação por mês |
| Desinfecção    | Utilização de energia elétrica   | Esgotamento de recursos naturais não renováveis   | % de redução de utilização de energia elétrica (kWh/m <sup>3</sup> de esgoto tratado por mês) na etapa de desinfecção                      |
| Esgoto tratado | Remoção de DBO abaixo dos padrões estabelecidos em projeto   | Poluição do Rio Monjolinho<br>Prejuízos à fauna aquática e ao ecossistema do Rio Monjolinho<br>Prejuízo estético<br>Geração de maus odores<br>Incompatibilidade do esgoto tratado com a Classe do rio | % de remoção de DBO  |
|                | Remoção de DQO abaixo dos padrões estabelecidos em projeto   | Poluição do Rio Monjolinho<br>Prejuízos à fauna aquática e ao ecossistema do Rio Monjolinho<br>Prejuízo estético<br>Geração de maus odores<br>Incompatibilidade do esgoto tratado com a Classe do rio | % de remoção de DQO  |
|                | Remoção de Sólidos Totais (ST) abaixo dos padrões estabelecidos em projeto                                       | Poluição do Rio Monjolinho<br>Prejuízos à fauna aquática e ao ecossistema do Rio Monjolinho<br>Prejuízo estético<br>Geração de maus odores<br>Incompatibilidade do esgoto tratado com a Classe do rio | % de remoção de Sólidos Totais (ST)  |
|                | Remoção de Nitrogênio (N) orgânico, amoniacal e total Kjeldalh (NTK) abaixo dos padrões estabelecidos em projeto | Poluição do Rio Monjolinho<br>Prejuízos à fauna aquática e ao ecossistema do Rio Monjolinho<br>Incompatibilidade do esgoto tratado com a Classe do rio<br>Possibilidade de eutrofização               | % de remoção de Nitrogênio (N) orgânico, amoniacal e total Kjeldalh (NTK)  |
|                | Fósforo (P)  | Poluição do Rio Monjolinho<br>Prejuízos à fauna aquática e ao ecossistema do Rio Monjolinho<br>Incompatibilidade do esgoto tratado com a Classe do rio<br>Possibilidade de eutrofização               | % de remoção de fósforo (P)  |

|                     |  |                                |
|---------------------|--|--------------------------------|
| pH                  | Poluição do Rio Monjolinho (acidificação ou basificação da água)<br>Prejuízos à fauna aquática e ao ecossistema do Rio Monjolinho<br>Incompatibilidade do esgoto tratado com a Classe do rio   | pH do esgoto tratado           |
| Óleos e graxas      | Poluição do Rio Monjolinho<br>Prejuízos à fauna aquática e ao ecossistema do Rio Monjolinho<br>Prejuízo estético<br>Geração de maus odores<br>Incompatibilidade do esgoto tratado com a Classe do rio  | % de remoção de óleos e graxas |
| Oxigênio dissolvido | Poluição do Rio Monjolinho<br>Prejuízos à fauna aquática e ao ecossistema do Rio Monjolinho<br>Geração de maus odores<br>Incompatibilidade do esgoto tratado com a Classe do rio   | % de oxigênio dissolvido       |
| Coliformes fecais   | Poluição do Rio Monjolinho<br>Prejuízos à fauna aquática e ao ecossistema do Rio Monjolinho<br>Prejuízo estético<br>Geração de maus odores<br>Incompatibilidade do esgoto tratado com a Classe do rio<br>Possibilidade de doenças em humanos | NMP/100 mL no esgoto tratado   |
| Coliformes totais   | Poluição do Rio Monjolinho<br>Prejuízos à fauna aquática e ao ecossistema do Rio Monjolinho<br>Prejuízo estético<br>Geração de maus odores<br>Incompatibilidade do esgoto tratado com a Classe do rio<br>Possibilidade de doenças em humanos | NMP/100 mL no esgoto tratado   |

**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013). Com base em Labes (1998) e NBR ISO 14004:2005. A/P/S: Atividade, Produto ou Serviço.

É necessário, no entanto, que haja uma investigação mais ampla na ETE-Monjolinho para a determinação de outros aspectos e impactos ambientais. Além disso, devem ser também verificadas suas significâncias.

A NBR ISO 14004:2005 destaca que a significância é um conceito relativo e não pode ser definido em termos absolutos, pois o que é significativo para uma organização pode não o ser para outra. Assim, de acordo com a norma, a significância envolve a aplicação tanto de análises técnicas como o julgamento por parte da organização, que deve estabelecer critérios para determinar quais de seus aspectos e impactos podem ser considerados significativos.

A norma estabelece ainda que uma organização, ao estabelecer estes critérios, deve considerar:

- critérios ambientais (como escala, severidade e duração do impacto, ou tipo, tamanho, frequência de um aspecto ambiental);
- requisitos legais aplicáveis (como limites de emissão e lançamentos em autorizações ou regulamentos, etc.) e
- as preocupações das partes interessadas, internas e externas (como as relacionadas aos valores da organização, sua imagem pública, ruído, odor ou degradação visual).

A significância dos impactos poderá seguir o que propõe, por exemplo, Quality Innovation (2011), sob os pontos de vista ambiental e gerencial, em que os impactos considerados de alta significância poderão integrar programas ambientais:

- Ponto de vista Ambiental: podem ser consideradas a escala do impacto, sua severidade, a probabilidade de ocorrência e a duração.
- Ponto de vista Gerencial: podem ser considerados os custos de alteração do impacto, a dificuldade de alteração em função do tipo de impacto, o efeito desta alteração em outras atividades e processos e o quanto afetará outras áreas envolvidas.

A elaboração de indicadores ambientais pode ser realizada como nos exemplos a seguir, em que são demonstrados indicadores relativos à remoção de DBO e à utilização de energia elétrica, esta podendo ser calculada também para uma ETE como um todo, não necessariamente para cada etapa de tratamento.

DBO:

$$I_{ef} = \text{DBO saída (mg de O}_2\text{/ L)} / \text{DBO entrada (mg de O}_2\text{/ L)} \times 100$$

Energia elétrica:

$$I_{energia} = \text{kWh/m}^3 \text{ esgoto tratado no mês atual} / \text{kWh/m}^3 \text{ esgoto tratado no mês anterior} \times 100$$

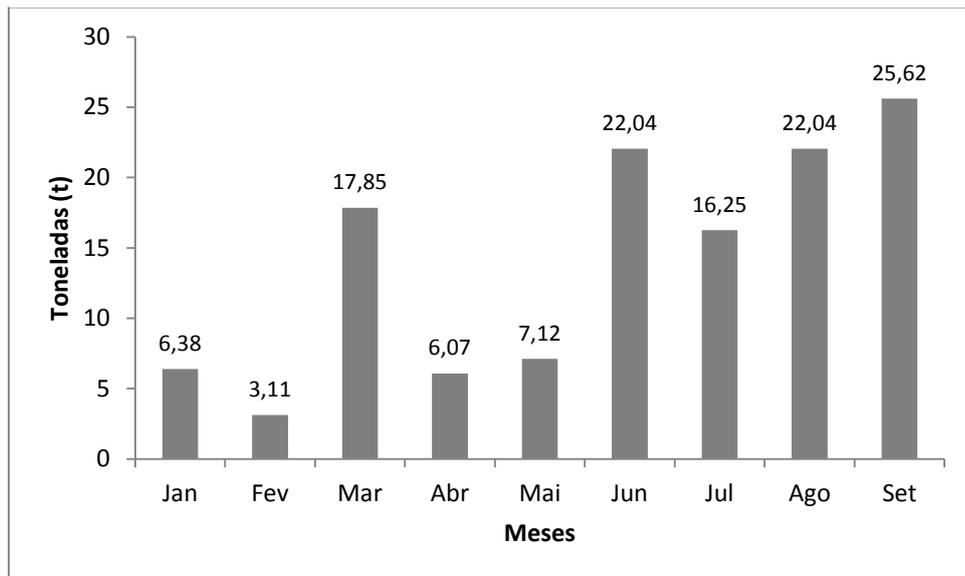
Em que  $I_{ef}$  é o Índice de eficiência de remoção de DBO e  $I_{energia}$  é o índice de energia elétrica utilizado para cada  $\text{m}^3$  esgoto tratado.

Os exemplos a seguir mostram como os indicadores podem evidenciar o êxito, a estagnação ou dificuldades na implantação de um determinado programa.

A Figura 45 mostra as quantidades de areia e material gradeado removidos da ETE-Monjolinho durante nove meses em 2013, com base na Tabela 1 deste trabalho. A redução destas quantidades pode significar, por exemplo, o êxito

de programas de Educação Ambiental voltados à população para diminuir as quantidades de sólidos grosseiros no esgoto bruto ou mesmo para diminuir lançamentos de águas pluviais clandestinas na rede de esgoto sanitário em períodos de chuva.

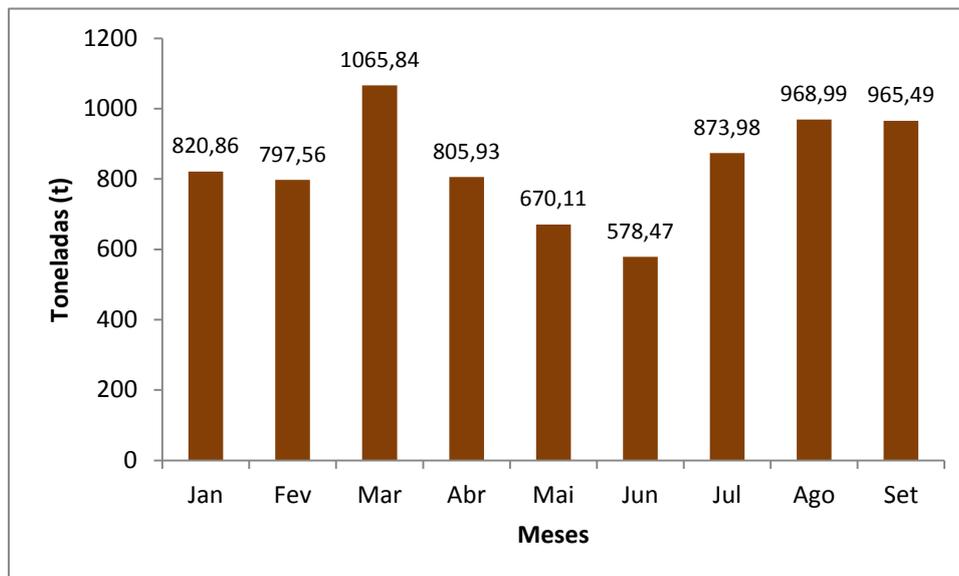
**Figura 45** - Quantidades mensais (t) de areia e material gradeado produzidas de janeiro a setembro de 2013 na ETE-Monjolinho, São Carlos-SP.



**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013). Com base em dados da ETE-Monjolinho (2013).

A Figura 46 mostra a quantidade de lodo removido da ETE-Monjolinho durante nove meses em 2013, com base na Tabela 2 desta pesquisa. A redução destas quantidades pode significar o êxito de programas para diminuir a quantidade de lodo gerada, como por exemplo, por meio da utilização de equipamentos destinados à secagem de lodo.

**Figura 46** - Quantidades mensais (t) de lodo produzidas de janeiro a setembro de 2013 na ETE-Monjolinho, São Carlos-SP.



**Fonte:** Poliana Arruda Fajardo (2013). Com base em dados da ETE-Monjolinho (2013).

## 7 Recomendações à ETE-Monjolinho

A aplicação dos instrumentos elaborados neste trabalho à ETE-Monjolinho permitiu a percepção da necessidade de melhorias nas várias áreas analisadas - independentemente da adoção futura de um SGA baseado na NBR ISO 14001:2004 -, o recolhimento de indícios relacionados aos requisitos da referida norma e a antecipação de práticas de etapas subsequentes à Análise Ambiental Inicial (Política Ambiental, Planejamento, Execução, Verificação e Ação).

Os dados coletados demonstraram que a Estação apresenta aspectos positivos que podem ser readequados para atender aos requisitos da NBR ISO 14001:2004 e assim facilitar uma possível implantação de um SGA. Entretanto, é importante a adoção de uma nova perspectiva na ETE-Monjolinho, que considere mais veementemente além da preocupação com a resolução de problemas de manutenção e operação, o que é fundamental, outros aspectos de caráter gerencial e ainda a participação da população em aspectos referentes à gestão ambiental da Estação.

Neste sentido, especial atenção deve ser dedicada aos temas do questionário aplicado referentes ao “Controle gerencial” na ETE-Monjolinho, como: Legislação, Treinamentos e cursos, Comunicação - interna e externa, Educação Ambiental e Paisagismo, Saúde e segurança do trabalho e Preparação e resposta à emergências.

Há a possibilidade da elaboração de outros indicadores para a ETE-Monjolinho, além daqueles apresentados como exemplo neste trabalho. Para isto e para facilitar a implantação e manutenção de um SGA, é de fundamental importância que todos os dados referentes à Estação estejam disponíveis na mesma, como as quantidades de insumos consumidos no tratamento de esgoto sanitário, por exemplo.

Considera-se que, no que se refere à ETE-Monjolinho, os instrumentos elaborados neste trabalho cumpriram o objetivo a que se destinam, que é o de auxiliar as ETEs a obter um panorama de suas situações sob a perspectiva da NBR ISO 14001:2004, para que possam assim dar os primeiros passos em busca da implantação de um SGA. Além disso, os instrumentos elaborados neste trabalho

podem fornecer subsídios para a elaboração de fichas e para uma melhor sistematização de documentos.

Ainda, os instrumentos sugeridos por este trabalho podem ser ampliados ou mesmo originar outras ferramentas e abordar também outros assuntos, como: reposição de peças do almoxarifado; análise de riscos da ETE; gastos com telefonia; energia elétrica para iluminação e edificações; quadro com nome, formação, função, tempo de contrato de funcionários; entrevista com a vizinhança da ETE; instrumentos relacionados à eficiência da ETE; instrumentos para a verificação do recebimento de outro tipo de resíduo (ex.: lixiviado), para análise de problemas como corrosão, toxicidade, entre outros.

## 8 Considerações finais

Os instrumentos do presente trabalho foram elaborados para auxiliar a realização da Análise Ambiental Inicial de acordo com a NBR ISO 14004:2005, de maneira a proporcionar uma sequência de ações para esse procedimento, partindo-se do pressuposto de que a Análise Ambiental Inicial deve ser o primeiro passo em busca da instalação de um SGA sob a perspectiva da NBR ISO 14001:2004.

Os conteúdos dos instrumentos elaborados podem, no entanto, ser ampliados e devem ser adaptados a cada ETE a ser analisada, tendo em vista a diversidade de alternativas ao tratamento de esgoto sanitário existente e as várias atividades que podem ser consideradas em cada caso.

Recomenda-se que haja o conhecimento da NBR ISO 14001:2004 por parte das ETEs anteriormente à utilização dos instrumentos desenvolvidos nesta pesquisa. A norma NBR ISO 14004:2005 também traz informações importantes que podem auxiliar a implantação de um SGA sob a perspectiva da NBR ISO 14001:2004. Além disso, é fundamental que se acompanhe as alterações nas normas, que são periodicamente atualizadas.

Além dos instrumentos deste trabalho, podem ser utilizadas outras ferramentas, como aquelas elaboradas por Corrêa (2000), que também se dedicam à realização da Análise Ambiental Inicial, e a lista de verificação de La Rovere et al. (2002), observadas as atualizações das normas ISO.

Outras normas, como as da série ISO 14000, a OHSAS 18001:2007 (Sistema de gestão de segurança e saúde ocupacional - Requisitos), a NBR ISO 26000: 2010 (Diretrizes sobre responsabilidade social), a NBR ISO 31000:2009 (Gestão de riscos - Princípios e diretrizes e ferramentas gerenciais) e a NBR 50001: 2011 (Sistemas de gestão da energia - Requisitos com orientações para uso), bem como outras ferramentas de gestão, como a "Curva ABC" e o Diagrama de Ishikawa (ou Diagrama de Causa-Efeito), também podem ser utilizadas para a realização de melhorias nas ETEs, juntamente com os instrumentos desenvolvidos neste trabalho.

Finalmente, considera-se que, por meio dos instrumentos desenvolvidos neste trabalho, as ETEs, como a ETE-Monjolinho, podem guiar-se de maneira melhor em busca da instalação de um SGA e aprimorar suas atividades de

forma atender mais adequadamente aos anseios crescentes da sociedade por mais qualidade de vida e proteção/conservação ambientais.

## REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Comitê Brasileiro de Gestão Ambiental - CB-38**. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/cb38/>>. Acesso em: 10 abr. 2013.

\_\_\_\_\_. **NBR 10004**: Resíduos sólidos - Classificação. Rio de Janeiro, 2004. 77 p.

\_\_\_\_\_. **NBR ISO 14001**: Sistemas de Gestão Ambiental – especificação e diretrizes para uso. Rio de Janeiro, 2004. 27 p.

\_\_\_\_\_. **NBR ISO 14004**: Sistemas de Gestão Ambiental – Diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio. 2004. Rio de Janeiro, 2004. p.

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **PRODES**: Programa de Despoluição de Bacias Hidrográficas. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/prodes/prodes2012.asp>>. Acesso em: 17 maio. 2013.

BOLZANI, H. R. **O efeito da manutenção e das condições operacionais no desempenho de estações de tratamento de esgoto**. 2010. 156p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2010.

BRASIL. Lei nº. 6938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2 set. 1981. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm)>. Acesso em: 20 jan. 2013.

BRASIL. Lei nº. 7735, de 22 de fevereiro 1989. Dispõe sobre a extinção de órgão e de entidade autárquica, cria o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 23 fev. 1989. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l7735.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7735.htm)>. Acesso em: 15 maio. 2013.

BRASIL. Lei nº. 9433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art.

1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/l9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/l9433.htm)>. Acesso em: 20 jan. 2013.

BRASIL. Lei nº. 9605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 13 dez. 1998. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9605.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm)>. Acesso em: 15 maio. 2013.

BRASIL. Lei nº. 9984, de 17 de julho de 2000. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 jul. 2000. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9984.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9984.htm)>. Acesso em: 15 maio. 2013.

BRASIL. Lei nº. 11445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 8 jan. 2007. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm)>. Acesso em: 20 jan. 2013.

BRASIL. Lei nº. 12305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 20 jan. 2013.

BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. **Protocolo de Quioto**. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/77650.html>>. Acesso em: 28 fev. 2014.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre os critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 17 fev. 1986. Disponível em: <<file:///C:/Users/User/Downloads/con001-86.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2014.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional de Meio Ambiente. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 22 dez. 1997. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/con237-97.pdf>. Acesso em: 20 maio 2014.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 29 jan. 2013.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 375 de 29 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 30 ago. 2006. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res06/res37506.pdf>>. Acesso em: 29 jan. 2013.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 16 maio. 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res11/res43011.pdf>>. Acesso em: 29 jan. 2013.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho nº 1, de 8 de junho de 1978. Disposições gerais. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 6 jul. 1978. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEF0F7810232C/nr\\_01\\_at.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEF0F7810232C/nr_01_at.pdf)>. Acesso em: 20 jan. 2014.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho nº 6, de 8 de junho de 1978. Equipamento de Proteção Individual - EPI. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 6 jul. 1978. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D36A2800001388130953C1EFB/NR-06%20%28atualizada%29%202011.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2014.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. **OHSAS 18001**: Occupational health and safety management systems - Requirements (Sistema de gestão de segurança e saúde ocupacional - Requisitos). Londres, 2007. 34 p. Disponível em: <<http://gri.cosco.com/ccms/uploadfiles/File/OHSAS%2018001%20-%202007-DNV.pdf>>. Acesso em 29 maio 2014.

BROSTEL, R. C.; SOUZA, M. A. A; NEDER, K. D. Formulação de modelo de avaliação de desempenho multidimensional de estações de tratamento de esgotos (ETE's). In: XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 2002, Cancun, México. **Anais do XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental**, 2002.

CAJAZEIRA, J. E. R.; BARBIERI, J.C. **A nova norma ISO 14001**: atendendo à demanda das partes interessadas. 2004. In: CORDEIRO, J. S. Sistema de Gestão Ambiental: ISO 14000. São Carlos: Departamento de Engenharia Civil, UFSCar, 2009. 63 p. Apostila.

CAMPOS, J. R. **Tratamento de esgoto no Brasil**: cenários e inovações. In: BAGNATO, V. S.; BARRIONUEVO, W. (Coord.). Intercâmbio de inovações tecnológicas entre Brasil e Itália. São Carlos: Instituto de Física de São Carlos, USP, 2013. (No prelo).

CAPPARELLI, H. F. **Sistema de Gestão Ambiental e Produção mais Limpa**: Análise de práticas e interação dos sistemas. 2010. 234p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos, 2010.

CHERNICHARO, C. A. L. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**: Reatores anaeróbios. 2. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2007. v. 5. 379 p.

CORDEIRO, J. S.; DA GRELA FILHO, A.R.; CARMO, J.R.F. **Fatores Educacionais e de Paisagismo em Estações de Tratamento de Esgotos**: caso de Jales-SP. Saneas (São Paulo), v. 9, p. 34-37, 2007. Disponível em: <<http://www.aesabesp.org.br/arquivos/saneas/saneas26.pdf>>. Acesso em: 15 fev 2014.

CORRÊA, A. L. A. **Certificação segundo a ISO 14001**: metodologia para a revisão ambiental inicial. 2000. 346 f. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica e Sanitária) - Escola Politécnica da USP de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

DE MIO et. al. **A construção de consenso para gestão de recursos hídricos na cidade de São Carlos, SP, e distritos.** Minerva, 3 (v. 2), p. 159-165, 2004.

Disponível em:

<[http://www.academia.edu/2489426/A\\_CONSTRUCAO\\_DE\\_CONSENSO\\_PARA\\_GESTAO\\_DE\\_RECURSOS\\_HIDRICOS\\_NA\\_CIDADE\\_DE\\_SAO\\_CARLOS\\_SP\\_E\\_DISTritos](http://www.academia.edu/2489426/A_CONSTRUCAO_DE_CONSENSO_PARA_GESTAO_DE_RECURSOS_HIDRICOS_NA_CIDADE_DE_SAO_CARLOS_SP_E_DISTritos)>. Acesso em: 10 fev 2014.

DIAS, R. **Gestão Ambiental – Responsabilidade Social e Sustentabilidade.** Editora Atlas, 2008.

FERREIRA, R. A. R. **Uma avaliação da certificação ambiental pela norma NBR ISO 14001 e a garantia da qualidade ambiental.** 1999. 148 f. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

FOREST STEWARDSHIP COUNCIL. Disponível em: <<http://br.fsc.org/estrutura-organizacional.192.htm>>. Acesso em: 10 abr. 2013.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de Saneamento:** normas e diretrizes. 3. ed. Brasília: FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE, 2007. 408 p.

FUNDAÇÃO PARA O INCREMENTO DA PESQUISA E DO APERFEIÇOAMENTO INDUSTRIAL. **Tratamento de esgoto sanitário de São Carlos:** estudo de alternativas e concepção da melhor solução. São Carlos, SP, 2003. 149 p. CD-ROM.

FUNDO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A INFÂNCIA (UNICEF). **Committing to Child Survival: A Promise Renewed Progress Report 2013.** Disponível em: <[http://www.unicef.org/lac/Committing\\_to\\_Child\\_Survival\\_APR\\_9\\_Sept\\_2013.pdf](http://www.unicef.org/lac/Committing_to_Child_Survival_APR_9_Sept_2013.pdf)>. Acesso: 20 maio 2014.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2002. 171 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Atribuições do IBAMA.** <<http://www.ibama.gov.br/acesso-a-informacao/atribuicoes>>. Acesso em: 30 maio 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Projeção da população brasileira.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/default.php>>. Acesso em: 14 fev 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2000**: resultados do universo. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/tabelabrasil111.shtm>>. Acesso em: 14 fev 2014.

\_\_\_\_\_. **Censo demográfico 2010**: Características Urbanísticas do Entorno dos Domicílios. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 30 maio 2013.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - 2000**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 21 fev. 2013.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - 2008**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 21 fev. 2013.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa Nacional por amostra de domicílios - 2012** Disponível em: <[http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/59/pnad\\_2012\\_v32\\_br.pdf](http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/59/pnad_2012_v32_br.pdf)>. Acesso em: 21 fev. 2013.

\_\_\_\_\_. **Projeção da população do Brasil por sexo e idade - 1980 - 2050**: revisão 2008. Disponível em: <[http://www.ibge.com.br/home/estatistica/populacao/projecao\\_da\\_populacao/2008/projecao.pdf](http://www.ibge.com.br/home/estatistica/populacao/projecao_da_populacao/2008/projecao.pdf)>. Acesso em: 14 fev 2014.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION 2013. Disponível em: <<http://www.iec.ch/about/history/overview/>>. Acesso em: 10 abr. 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. **Empresas Certificadas ISO 14001 válidas com marca de credenciamento INMETRO**. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/gestao14001/ResultCatalogo.asp?chamador=INMETRO14&Inicio=1&Certificadora=Todas&Tipolso=Todos&Empresa=&Cidade=&UF=Todos&AreaAtuacao=0&CodArea=&PalavraChave=&Ramos=Todos&MesInclusao=&DiaInclusao=&AnoInclusao=&MesInclusao2=&DiaInclusao2=&AnoInclusao2=&MostraInvalidos=>>>. Acesso em: 14 fev. 2014.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Dados do Relatório da Organização Mundial da Saúde e UNICEF: “Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation (JMP) – 2012”**. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/situacao-no-mundo-2>>. Acesso em: 20 maio 2014.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Disponível em: <<http://www.iso.org>>. Acesso em: 10 abr. 2013.

---

\_\_\_\_\_. **Friendship among equals: Recollections from ISO’s first fifty years 1997**. Disponível em: <[http://www.iso.org/iso/2012\\_friendship\\_among\\_equals.pdf](http://www.iso.org/iso/2012_friendship_among_equals.pdf)>. Acesso em: 10 abr. 2013.

---

\_\_\_\_\_. **Environmental management The ISO 14000 family of International Standards**. Disponível em: <[http://www.iso.org/iso/theiso14000family\\_2009.pdf](http://www.iso.org/iso/theiso14000family_2009.pdf)>. 2009. Acesso em: 20 abr. 2013.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos**. 6. ed. Rio de Janeiro: Editora ABES, 2011. 1050 p.

LA ROVERE, E. L. et al. **Manual de auditoria ambiental de Estações de Tratamento de Esgotos**. Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 2002. 151 p.

LABES, E. M. **Questionário: do planejamento à aplicação da pesquisa**. Editora Grifos, Chapecó, Santa Catarina, 1998.

LANG, A. B. S. G. (Org.). **Reflexões sobre a pesquisa sociológica**. 1. ed. São Paulo: Humanitas, 1992. v. 1. 144 p.

LINS, G. A. **Avaliação de Impactos Ambientais em Estações de Tratamento de Esgotos (ETE)**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

LUDKE, M. ; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986. 99 p.

MENEGAT, R.; ALMEIDA, G. **Sustentabilidade, democracia e gestão ambiental urbana**. In: Desenvolvimento sustentável e gestão ambiental nas cidades:

estratégias a partir de Porto Alegre/organizado por Rualdo Menegat e Gerson Almeida: David Satterthwaite (*et al.*) – Porto Alegre; Editora da UFRGS, 2004. 422p.

MIRANDA, A. B.; TEIXEIRA, B. A. N. **Indicadores para o monitoramento da sustentabilidade em sistemas urbanos de abastecimento de água e esgotamento sanitário.** Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 9 (4), p. 269-279, 2004.

MORRISON, J.; KAO, C. K.; DAY, Z.; SPEIR, J. **Managing a Better Environment: Opportunities and Obstacles for ISO 14001 in Public Policy and Commerce.** California, Oakland, Pacific Institute for Development, Environment and Security, 2.000. 133 p.

PIERRE, C. V. **Auditoria Ambiental como Instrumento de Gestão Ambiental em Estações de Tratamento de Esgotos Utilizando o Processo de Lodos Ativado.** 202 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro-RJ, 1998.

PIMPÃO, H. **Avaliação dos impactos ambientais da estação de tratamento de esgoto do bairro CPA III – lagoa encantada em Cuiabá/MT utilizando indicadores ambientais.** 120 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Ambiental) - Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá-MT, 2011.

QUALITY INNOVATION. **Kit passo a passo.** *Quality Innovation*, 2011.

RAMOS, A. G. **Sistemas de Gestão Ambiental em Estações de Tratamento de Esgoto: o caso da ETE Remédios (Salesópolis - SP).** 133 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos. São Carlos-SP, 2004.

RINO, C. A. F.; TEIXEIRA, B. A. N. Indicadores de sustentabilidade em Sistemas de Saneamento - estudo de caso da SABESP. In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 2012, GOIÂNIA/GO. **Anais do III Congresso brasileiro de Gestão Ambiental**, 2012, p. 1-9.

SANCHES, A. B. **Avaliação da sustentabilidade de sistemas de tratamento de esgotos sanitários: uma proposta metodológica.** 278 p. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre-RS, 2009.

SANCHES, R. **A Avaliação de Impacto Ambiental e as Normas de Gestão Ambiental da Série ISO 14000: características técnicas, comparações e subsídios à**

integração. 268p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos-SP, 2011.

SÃO CARLOS. PREFEITURA MUNICIPAL. **SAAE inaugura obras complementares da ETE-Monjolinho.** Disponível em: <<http://www.saocarlos.sp.gov.br/index.php/noticias-2012/162211-saae-inaugura-obras-complementares-da-ete-monjolinho.html>> Acesso em: 10 jun. 2013.

SÃO CARLOS. SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO. **Estação de Tratamento de Esgotos de São Carlos.** 2009. Disponível em: <<http://www.saaesaocarlos.com.br/>>. Acesso em: 20 maio 2013.

\_\_\_\_\_. Ofício nº 250, de 27 de junho de 2014. 2014.

\_\_\_\_\_. **Sistema de Esgotamento Sanitário: Introdução ao Tratamento e ao Pós-tratamento de Esgotos - Estação de Tratamento de Esgotos Monjolinho.** Gerência de tratamento de esgotos. 2008.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação.** 3 ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Diagnóstico dos serviços de água e esgotos** - 2008. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERTer=85>>. Acesso em: 10 maio. 2013.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Diagnóstico dos serviços de água e esgotos** - 2011. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERTer=101>>. Acesso em: 14 fev. 2014.

SILVA, J. S. V.; ABDON, M.M.; PARANAGUÁ, P. A. Remanescentes de vegetação. In: Espíndola, E. L. G. et al. **A Bacia Hidrográfica do Rio do Monjolinho.** São Carlos: Rima, 2000. p. 77-87.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE. **About CDM.** Disponível em:<<http://cdm.unfccc.int/about/index.html>>. Acesso em: 28 fev. 2014.

## **APÊNDICES**

**APÊNDICE A - Modelo de capa para o processo de Análise Ambiental Inicial**

|                             |   |  |
|-----------------------------|---|--|
| <p>Logomarca<br/>da ETE</p> | <p><b>ANÁLISE AMBIENTAL INICIAL</b><br/><b>ETE (Colocar nome)</b></p> | <p>Data (início):<br/>_/_/___</p> <p>Data (término):<br/>_/_/___</p> |
|-----------------------------|---|--|



| Equipe | Função | Assinatura |
|--------|--------|------------|
|        |        |            |
|        |        |            |
|        |        |            |
|        |        |            |
|        |        |            |

**APÊNDICE B - Modelo de escopo para o processo de Análise Ambiental Inicial**

|                     |  |   |
|---------------------|--|---|
| Logomarca<br>da ETE | <b>ANÁLISE AMBIENTAL INICIAL</b><br><b>ETE (Colocar o nome da ETE)</b> | Data (início):<br>_/_/____<br>Data (término):<br>_/_/____ |
|---------------------|--|---|

**Escopo** (área da ETE que passará pela Análise Ambiental Inicial):

- 1) Objetivo (objetivo dos procedimentos, com explicação didática)
- 2) Definições (elencar as definições que ajudarão no melhor entendimento dos processos)
- 3) Apêndices (elencar os apêndices que ajudarão no melhor entendimento dos processos)
- 4) Anexos (elencar os anexos que ajudarão no melhor entendimento dos processos)

**APÊNDICE C** - Modelo para a demonstração das unidades de tratamento e percurso das fases líquida e sólida (lodo)

|                     |   |   |
|---------------------|---|---|
| Logomarca<br>da ETE | <b>ANÁLISE AMBIENTAL INICIAL</b><br><b>ETE (Colocar nome)</b> | Data (início):<br>_/_/_<br>Data (término):<br>_/_/_ |
|---------------------|---|---|

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
| <div data-bbox="696 778 1435 1010" style="border: 1px solid black; padding: 20px; width: fit-content; margin: auto;"> <p style="font-size: 24px; margin: 0;"><b>Figura demonstrativa<br/>da ETE</b></p> </div> |  |  |  |  |
| Descrição das etapas   |  |  |  |  |

**APÊNDICE D** - Modelo para a demonstração dos insumos utilizados, resíduos e rejeitos gerados em cada etapa do tratamento de esgoto sanitário

|                     |  |                            |
|---------------------|--|----------------------------|
| Logomarca<br>da ETE | <b>CONTROLE DE INSUMOS E<br/>RESÍDUOS/REJEITOS</b>   | Data (início):<br>_/_/___  |
|                     | <b>Etapa:</b> (Colocar a etapa do tratamento)<br><b>nº(s) ref.:</b> (Colocar o número de referência) | Data (término):<br>_/_/___ |

Esquema de cada  
etapa do tratamento  
da ETE (fase líquida  
insumos, resíduos e  
rejeitos)

**APÊNDICE E** - Instrumento de auxílio ao controle de insumos utilizados em cada etapa do tratamento de esgoto sanitário

| <b>INSUMOS</b> |   |                |
|----------------|---|----------------|
| <b>Tipo</b>    | <b>Quantidade<br/>(kg, m<sup>3</sup>, L, kWh, etc.)</b> | <b>Período</b> |
|                |   |                |
|                |   |                |
| <b>OBS.:</b>   |   |                |

**APÊNDICE F** - Instrumento de auxílio ao controle de resíduos e rejeitos gerados em cada etapa do tratamento de esgoto sanitário

| <b>RESÍDUO/ REJEITO</b>                              |   |  |                                     |
|--|---|--|-------------------------------------|
| <b>Resíduo/Rejeito (sólido, líquido ou gasoso):</b>  |   |  |                                     |
| <b>Remoção</b>                                       |   |  |                                     |
| <input type="checkbox"/> Manual                      |   | <input type="checkbox"/> Mecanizada        |                                     |
| <b>Armazenamento e transporte</b>                    |   |  |                                     |
| <b>Unidade<br/>(caçambas, etc)</b>                   | <b>Capacidade unitária<br/>(kg, m<sup>3</sup>, etc)</b> | <b>Unidades por<br/>semana</b>             | <b>Frequência de<br/>transporte</b> |
|  |   |  |                                     |
| <b>Destino</b>                                       |   |  |                                     |
| <b>Local</b>   |   | <b>Distância até o local (km)</b>          |                                     |
|  |   |  |                                     |
| <b>Quantidade</b>                                    |   |  |                                     |
| <b>Quando chove, o resíduo:</b>                      |   | <b>Média (u/mês)</b>                       | <b>Total (u/ano)</b>                |
| <input type="checkbox"/> aumenta                     |   |  |                                     |
| <input type="checkbox"/> não aumenta                 |   |  |                                     |
| <b>Custos</b>  |   |  |                                     |
| <b>Custo de transporte em média<br/>(R\$/u. mês)</b> |   | <b>Custo total de transporte (R\$/ano)</b> |                                     |
|  |   |  |                                     |
| <b>Custo de disposição em média<br/>(R\$/u. mês)</b> |   | <b>Custo total de disposição (R\$/ano)</b> |                                     |
|  |   |  |                                     |
| <b>OBS.:</b>   |   |  |                                     |

**APÊNDICE G** - Questionário de auxílio ao controle gerencial e análise de desempenho

| <b>CONTROLE GERENCIAL</b>  |            |            |           |
|--|------------|------------|-----------|
| <b>Política ambiental, objetivos e metas</b>   | <b>SIM</b> | <b>NÃO</b> | <b>NA</b> |
| 1. Existe na Estação algum documento que exponha sua missão, intenções, objetivos?   | ( )        | ( )        | ( )       |
| OBS.: a resposta refere-se ao memorial descritivo.   |            |            |           |
| 2. (Pergunta relacionada à questão anterior) Quais os temas abordados, explicitados neste documento?   |            |            |           |
| OBS.: a resposta refere-se ao memorial descritivo.   |            |            |           |
| 3. (Pergunta relacionada às questões anteriores) Os funcionários têm ciência deste documento?  | ( )        | ( )        | ( )       |
| OBS.: a resposta refere-se ao memorial descritivo.   |            |            |           |
| 4. (Pergunta relacionada às questões anteriores) Os funcionários sabem o conteúdo deste documento e onde encontrá-lo na ETE?                             | ( )        | ( )        | ( )       |
| OBS.: a resposta refere-se ao memorial descritivo.   |            |            |           |
| 5. (Pergunta relacionada às questões anteriores) Este documento fica disponível à população?   | ( )        | ( )        | ( )       |
| OBS.:  |            |            |           |
| 6. (Pergunta relacionada às questões anteriores) Onde este documento fica disponível à população (impresso na ETE, impresso no SAAE, via Internet, etc)? |            |            |           |
| OBS.: a resposta refere-se ao memorial descritivo.   |            |            |           |
| <b>Legislação</b>  |            |            |           |
| 7. A ETE deve atender a qual legislação (leis federais, estaduais e municipais; normas, resoluções e outros requisitos)?                                 |            |            |           |
| OBS.:  |            |            |           |
| 8. Há procedimentos de acompanhamento de eventuais mudanças nestas leis e demais requisitos legais?  | ( )        | ( )        | ( )       |
| OBS.:  |            |            |           |
| 9. Estes requisitos legais ficam disponíveis para consulta dos funcionários?   | ( )        | ( )        | ( )       |
| OBS.:  |            |            |           |
| 10. (Pergunta relacionada à questão anterior) Onde estes requisitos ficam disponíveis aos funcionários (impressos na ETE, impressos no SAAE, via         |            |            |           |

|  |     |     |     |
|--|-----|-----|-----|
| Internet, etc)?  |     |     |     |
| OBS.:  |     |     |     |
| 11. Os funcionários têm conhecimento dos aspectos mais importantes das legislações pertinentes à ETE, principalmente aquelas diretamente relacionadas aos impactos ambientais negativos? | ( ) | ( ) | ( ) |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>Treinamentos e cursos</b>   |     |     |     |
| 12. Há algum treinamento ou curso aos funcionários da Estação?   | ( ) | ( ) | ( ) |
| OBS.:  |     |     |     |
| 13. Quais treinamentos ou cursos são oferecidos aos funcionários?  |     |     |     |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>Comunicação - interna e externa</b>   |     |     |     |
| 14. Como é realizada a comunicação interna na ETE?   |     |     |     |
| OBS.:  |     |     |     |
| 15. Há um sistema de comunicação da ETE com a população e demais partes externas interessadas?   | ( ) | ( ) | ( ) |
| OBS.:  |     |     |     |
| 16. (Pergunta relacionada à questão anterior) Como é realizada a comunicação externa da ETE com a população e demais partes externas interessadas?                                       |     |     |     |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>Controle de documentos</b>  |     |     |     |
| 17. Existem na ETE procedimentos para arquivamento e descarte de documentos?   | ( ) | ( ) | ( ) |
| OBS.:  |     |     |     |
| 18. (Pergunta relacionada à questão anterior) Como funcionam estes procedimentos?  |     |     |     |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>Educação Ambiental e Paisagismo</b>   |     |     |     |
| 19. É realizado algum trabalho com a Educação Ambiental durante as visitas de escolas, universidades e população em geral à ETE?   | ( ) | ( ) | ( ) |
| OBS.:  |     |     |     |
| 20. (Pergunta relacionada à questão anterior) Quais são os procedimentos para o desenvolvimento deste trabalho?  |     |     |     |

|  |     |     |     |
|--|-----|-----|-----|
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>21.</b> Para onde seguem os resíduos resultantes das atividades da administração da ETE?                                    |     |     |     |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>22.</b> Existem intenções de se realizar melhorias quanto ao paisagismo da ETE?   | ( ) | ( ) | ( ) |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>23.</b> (Pergunta relacionada à questão anterior) Quais são os planos de melhorias quanto ao paisagismo da ETE?             |     |     |     |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>Saúde e segurança do trabalho</b>   |     |     |     |
| <b>24.</b> As caçambas do tratamento preliminar estão sempre fechadas?   | ( ) | ( ) | ( ) |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>25.</b> Existe algum mecanismo para remoção de maus odores e diminuição/eliminação de vetores de doenças no gradeamento?    | ( ) | ( ) | ( ) |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>26.</b> Existe algum mecanismo para remoção de maus odores e diminuição/eliminação de vetores de doenças nas caçambas?      | ( ) | ( ) | ( ) |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>27.</b> Todos os funcionários da ETE- Monjolinho sabem quais os riscos em relação aos reatores UASB?                        | ( ) | ( ) | ( ) |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>28.</b> Existem avisos claros e de fácil visualização quanto ao risco de explosões dos reatores UASB e em suas adjacências? | ( ) | ( ) | ( ) |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>29.</b> Existem fontes de ruídos na ETE?  | ( ) | ( ) | ( ) |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>30.</b> (Pergunta relacionada à questão anterior) Quais são estas fontes de ruídos?   |     |     |     |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>31.</b> (Pergunta relacionada à questão anterior) Existem medições do alcance destes ruídos?                                | ( ) | ( ) | ( ) |
| OBS.:  |     |     |     |

|   |     |     |     |
|---|-----|-----|-----|
| <b>32.</b> Há equipamentos de segurança no laboratório, além dos EPIs, para o caso de acidentes?  | ( ) | ( ) | ( ) |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>33.</b> (Pergunta relacionada à questão anterior) Quais são estes equipamentos?  |     |     |     |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>34.</b> Qual a frequência de vistoria e manutenção dos equipamentos e das instalações do laboratório?  |     |     |     |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>35.</b> Quais os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) dos operadores para o trabalho nas etapas de: tratamento preliminar, reatores UASB, flotadores, centrífuga, desinfecção e também para o laboratório? |     |     |     |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>36.</b> Os EPIs a serem utilizados nas várias etapas do tratamento existem em número suficiente para todos os operadores?  | ( ) | ( ) | ( ) |
| OBS.: a resposta refere-se a uma estimativa, baseada em observações, e também em resposta de um operador, de que haja EPIs em número suficiente a todos os operadores.  |     |     |     |
| <b>37.</b> Há EPIs disponíveis para os visitantes da Estação (escolas, universidades, população em geral)?  | ( ) | ( ) | ( ) |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>38.</b> Os operadores utilizam rotineiramente estes EPIs?  | ( ) | ( ) | ( ) |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>39.</b> Quais as providências para que os funcionários utilizem os EPIs?   |     |     |     |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>40.</b> Há informações sobre a ocorrência de vômitos e diarreias em funcionários da ETE?   | ( ) | ( ) | ( ) |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>41.</b> Há mapa de riscos na ETE?  | ( ) | ( ) | ( ) |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>42.</b> Onde são armazenadas as substâncias químicas utilizadas na ETE?  |     |     |     |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>43.</b> Se ocorrerem vazamentos destas substâncias químicas, qual(is) o(s) procedimento(s) adotado(s)?   |     |     |     |
| OBS.:   |     |     |     |

| <b>Preparação e resposta à emergências</b>  |     |     |     |
|---|-----|-----|-----|
| <b>44.</b> No caso de transbordamento no gradeamento por falha humana ou de equipamento, qual o procedimento adotado?                           |     |     |     |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>45.</b> Os operadores recebem treinamentos constantes quanto às operações e situações de emergência no tratamento preliminar?                | ( ) | ( ) | ( ) |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>46.</b> Qual a providência se houver um vazamento de gases dos reatores UASB, além do que já ocorre pelas rachaduras?                        |     |     |     |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>47.</b> (Pergunta está relacionada à questão anterior) Qual a providência se este vazamento de gases apresentar risco potencial de explosão? |     |     |     |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>48.</b> Qual a providência se houver vazamentos de lodo ou efluente?   |     |     |     |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>49.</b> Qual a providência se houver o entupimento de alguma tubulação que realiza a distribuição homogênea de lodo?                         |     |     |     |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>50.</b> Quando chove, há algum prejuízo ao funcionamento dos flutuadores, como por exemplo, a ocorrência de transbordamentos?                | ( ) | ( ) | ( ) |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>51.</b> (Pergunta está relacionada à questão anterior) Qual a providência neste caso?  |     |     |     |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>ANÁLISE DE DESEMPENHO</b>  |     |     |     |
| <b>Controle de operação e manutenção</b>  |     |     |     |
| <b>52.</b> A manutenção preventiva é realizada na ETE?  | ( ) | ( ) | ( ) |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>53.</b> (Pergunta relacionada à questão anterior) Com qual frequência é realizada a manutenção preventiva?                                   |     |     |     |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>54.</b> Quando ocorrem problemas mecânicos ou elétricos, qual o procedimento adotado?  |     |     |     |
| OBS.:   |     |     |     |

|   |     |     |     |
|---|-----|-----|-----|
| <b>55.</b> (Pergunta relacionada à questão anterior) Qual o procedimento se os problemas mecânicos ou elétricos ocorrerem no período noturno, feriados ou finais de semana?   |     |     |     |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>56.</b> Para estes casos de emergência com problemas mecânicos ou elétricos no período noturno, em feriados ou finais de semana, qual o procedimento se o mecânico ou eletricista da ETE não puderem atender ao chamado de urgência? |     |     |     |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>57.</b> Existem fichas de controle diário para as atividades das unidades operacionais que tratem de problemas de funcionamento nos equipamentos?  | ( ) | ( ) | ( ) |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>58.</b> Existem registros com o histórico dos problemas operacionais?  | ( ) | ( ) | ( ) |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>59.</b> (Pergunta relacionada à questão anterior) Estes registros estão disponíveis aos funcionários?  | ( ) | ( ) | ( ) |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>60.</b> (Pergunta relacionada às questões anteriores) Onde estes registros ficam disponíveis na ETE?   |     |     |     |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>61.</b> Existe manual de operação para as unidades?  | ( ) | ( ) | ( ) |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>62.</b> (Pergunta relacionada à questão anterior) Este manual de operação é de fácil compreensão?  | ( ) | ( ) | ( ) |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>63.</b> (Pergunta relacionada à questão anterior) Em que local da ETE está o manual de operação?   |     |     |     |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>64.</b> (Pergunta relacionada à questão anterior) O manual de operação é acessível a todos?  | ( ) | ( ) | ( ) |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>65.</b> A chegada do esgoto bruto à ETE pode ocasionar algumas situações inesperadas, como por exemplo, a presença de cadáveres de fetos no  |     |     |     |

|  |     |     |     |
|--|-----|-----|-----|
| gradeamento. Em casos como este qual a orientação aos operadores e qual a providência a ser tomada?  |     |     |     |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>Tratamento Preliminar</b>   |     |     |     |
| 66. É realizada alguma análise para o reaproveitamento da areia dos Rejeitos Sólidos das Caixas de Areia (RSCA) e dos Resíduos Sólidos Flutuantes e Gorduras (RSFG)? | ( ) | ( ) | ( ) |
| OBS.:  |     |     |     |
| 67. É realizada limpeza das grades?  | ( ) | ( ) | ( ) |
| OBS.:  |     |     |     |
| 68. É realizada limpeza dos desarenadores?   | ( ) | ( ) | ( ) |
| OBS.:  |     |     |     |
| 69. (Pergunta relacionada às questões anteriores) Com qual frequência são realizadas estas limpezas?   |     |     |     |
| OBS.:  |     |     |     |
| 70. Existe <i>bypass</i> no tratamento preliminar?   | ( ) | ( ) | ( ) |
| OBS.:  |     |     |     |
| 71. Quando é necessário abrir o <i>bypass</i> , como nos casos de alta vazão do esgoto afluyente, para onde segue o esgoto bruto?                                    |     |     |     |
| OBS.:  |     |     |     |
| 72. Qual(is) o(s) maior(es) problema(s) operacional(is) do tratamento preliminar da ETE?   |     |     |     |
| OBS.:  |     |     |     |
| 73. (Pergunta relacionada à questão anterior) Quais são os custos para se resolverem estes problemas operacionais?   |     |     |     |
| OBS.:  |     |     |     |
| 74. Existe algum mecanismo para identificar a chegada de substâncias tóxicas e metais pesados à ETE?   | ( ) | ( ) | ( ) |
| OBS.:  |     |     |     |
| 75. Quais providências são tomadas no caso da confirmação da chegada de substâncias tóxicas e metais pesados à ETE?  |     |     |     |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>Reatores UASB</b>   |     |     |     |
| 76. Existe algum controle do funcionamento dos reatores UASB (Exemplos: medição de temperatura, constatação de problemas com   | ( ) | ( ) | ( ) |

|   |     |     |     |
|---|-----|-----|-----|
| vazamento de gases, verificação de distribuição homogênea do aflente pelas porções inferiores dos reatores, problemas com o separador trifásico, entre outros)? |     |     |     |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>77.</b> (Pergunta relacionada à questão anterior) Como funciona este controle dos reatores UASB?   |     |     |     |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>78.</b> Qual(is) o maior(es) problema(s) existente(s) quanto aos reatores UASB da ETE-Monjolinho?  |     |     |     |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>79.</b> Há alguma alteração no Tempo de Retenção Hidráulico (TRH) em dias de maior pluviosidade?   | ( ) | ( ) | ( ) |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>80.</b> Existe algum planejamento para resolver o problema das rachaduras nos reatores UASB?   | ( ) | ( ) | ( ) |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>81.</b> (Pergunta relacionada à questão anterior) Quais seriam as ações para resolver este problema?   |     |     |     |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>82.</b> É realizado algum tipo de limpeza nos reatores UASB?   | ( ) | ( ) | ( ) |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>Flotadores</b>   |     |     |     |
| <b>83.</b> Qual o maior problema dos flotadores?  |     |     |     |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>84.</b> É realizado algum tipo de limpeza nos flotadores?  | ( ) | ( ) | ( ) |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>85.</b> O descarte de fundo é realizado com qual frequência?   |     |     |     |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>Centrífuga</b>   |     |     |     |
| <b>86.</b> É realizada alguma análise do lodo desaguado para uma destinação alternativa, que não seja a de enviá-lo para aterro sanitário?                      | ( ) | ( ) | ( ) |
| OBS.:   |     |     |     |

|  |     |     |     |
|--|-----|-----|-----|
| <b>87.</b> Quantas centrífugas existem na ETE-Monjolinho?  |     |     |     |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>88.</b> Existe centrífuga reserva?  | ( ) | ( ) | ( ) |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>89.</b> (Pergunta está relacionada à questão anterior) Por que a centrífuga reserva está há tanto tempo em manutenção?  |     |     |     |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>90.</b> A manutenção das centrífugas é terceirizada?  | ( ) | ( ) | ( ) |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>91.</b> Se a centrífuga que está em operação quebrar e a de reserva também estiver em manutenção, qual a providência com o lodo que segue para desaguamento?  |     |     |     |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>92.</b> (Pergunta relacionada à questão anterior) Quanto tempo demora para que a câmara de recolhimento do lodo descartado dos reatores UASB e do lodo dos flotadores chegue ao seu limite máximo?                |     |     |     |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>93.</b> (Pergunta relacionada à questão anterior) Se o limite máximo câmara de recolhimento do lodo for atingido antes que ao menos uma das centrífugas esteja em condições de funcionamento, qual a providência? |     |     |     |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>94.</b> Qual(is) o(s) maior(es) problema(s) das centrífugas da ETE-Monjolinho?  |     |     |     |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>95.</b> É realizado algum tipo de limpeza nas centrífugas?  | ( ) | ( ) | ( ) |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>96.</b> (Pergunta relacionada à questão anterior) Com qual frequência?  | ( ) | ( ) | ( ) |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>Desinfecção</b>   |     |     |     |
| <b>97.</b> Qual(is) o(s) maior(es) problema(s) do processo de desinfecção na ETE-Monjolinho?   |     |     |     |
| OBS.:  |     |     |     |
| <b>98.</b> O equipamento para desinfecção por radiação ultravioleta está funcionando?  | ( ) | ( ) | ( ) |
| OBS.:  |     |     |     |

|   |     |     |     |
|---|-----|-----|-----|
| <b>99.</b> É realizada a limpeza do equipamento de desinfecção?   | ( ) | ( ) | ( ) |
| OBS.:   |     |     |     |
| <b>100.</b> (Pergunta relacionada à questão anterior) Com qual frequência se realiza a limpeza do equipamento de desinfecção? |     |     |     |
| OBS.:   |     |     |     |



**APÊNDICE I** - Instrumento para a realização de observações durante o processo de Análise Ambiental Inicial

|                     |   |                  |
|---------------------|---|------------------|
| Logomarca<br>da ETE | <b>ANÁLISE AMBIENTAL INICIAL</b><br><b>ETE (Colocar nome)</b> | Data:<br>_/_/___ |
|                     | <b>Observações</b>  |                  |

| Nº | Observação | Funcionário |
|----|------------|-------------|
|    |            |             |
|    |            |             |
|    |            |             |
|    |            |             |
|    |            |             |

**Líder da equipe:** \_\_\_\_\_  
(assinatura)

## **ANEXOS**

**ANEXO A** - Parte da Tabela A.1, anexo da NBR ISO 14004:2005, utilizada como referência para a elaboração do “Instrumento para a identificação de aspectos e impactos ambientais e elaboração de indicadores ambientais”

Tabela A.1 — Exemplos de atividades, produtos e serviços e seus aspectos e impactos ambientais associados

| Atividade/Produto/Serviço  | Aspectos   | Impactos reais e potenciais  |
|--|--|--|
| Atividade: Construção de estrada                                       |  |  |
| Compactação mecânica   | Emissão de material particulado para o ar (poeira) | Poluição do ar   |
| Construção durante chuva forte <sup>a</sup>                            | Descarga de terra e cascalho no solo e na água     | Esgotamento adicional de recursos naturais não renováveis (substituição de cascalho e pedras pequenas)<br>Degradação localizada do solo<br>Erosão do solo<br>Poluição da água<br>Degradação do habitat em áreas úmidas |
| Atividade: Projeto de caldeira (consideração de aspectos operacionais) |  |  |
| Eficiência de combustível  | Consumo de combustível                             | Conservação de fontes de energia não renovável (combustíveis fósseis)  |
| Baixas emissões  | Descargas no ar                                    | Cumprimento dos objetivos relativos à qualidade do ar  |
| Materiais não perigosos  | Disposição no final de vida                        | Prevenção à disposição de resíduo perigoso   |

## ANEXO B - Check list operacional da ETE-Monjolinho

### CHECK LIST OPERACIONAL - ETE MONJOLINHO

Nome: \_\_\_\_\_

Turno: Manhã: ( ) Tarde: ( ) Noite: ( ) Madrugada: ( )

Data: \_\_\_\_\_

| ITENS | LOCAL   |           |                |           | OPERANDO          |                   | ORDEM SERVIÇO   | OBSERVAÇÃO |
|-------|---|-----------|----------------|-----------|-------------------|-------------------|-----------------|------------|
| 1     | <b>GRADE GROSSA E CORREIA TRANSPORTADORA</b>                      |           |                |           | SIM ( )           | NÃO ( )           | NÃO ( )         |            |
|       | CANAL 1 ( )   |           | CANAL 2 ( )    |           |                   |                   | SIM ( )         |            |
| 2     | <b>GRADE FINA E CORREIA TRANSPORTADORA</b>                        |           |                |           | SIM ( )           | NÃO ( )           | NÃO ( )         |            |
|       | CANAL 1 ( )   |           | CANAL 2 ( )    |           |                   |                   | SIM ( )         |            |
| 3     | <b>CANAleta DOSAGEM DE SODA</b>                                   |           |                |           | SIM ( )           | NÃO ( )           | NÃO ( ) SIM ( ) |            |
| 4     | CUSH - CUSH (REMOVEDOR DE AREIA)                                  |           |                |           | SIM ( )           | NÃO ( )           | NÃO ( )         |            |
|       | CANAL 1 ( )   |           | CANAL 2 ( )    |           |                   |                   | SIM ( )         |            |
| 5     | <b>PONTE ROLANTE</b>  |           |                |           | SIM ( )           | NÃO ( )           | NÃO ( )         |            |
|       | CANAL 1 ( )   |           | CANAL 2 ( )    |           |                   |                   | SIM ( )         |            |
| 6     | <b>BOMBA DE AREIA</b>   |           |                |           | SIM ( )           | NÃO ( )           | NÃO ( )         |            |
|       | CANAL 1 ( )   |           | CANAL 2 ( )    |           |                   |                   | SIM ( )         |            |
| 7     | <b>BOMBA DOSADORA DE SODA</b>                                     |           |                |           | SIM ( )           | NÃO ( )           | NÃO ( )         |            |
|       | BOMBA 1 ( )   |           | BOMBA 2 ( )    |           |                   |                   | SIM ( )         |            |
| 8     | <b>UASB's</b>   |           |                |           | <b>EXPURGAR 1</b> | <b>EXPURGAR 2</b> | NÃO ( )         |            |
|       | UASB 1 ( )  |           | UASB 2 ( )     |           | SIM ( ) NÃO ( )   | SIM ( ) NÃO ( )   | SIM ( )         |            |
| 9     | <b>EXAUSTORES</b>   |           |                |           | <b>EXAUSTOR 1</b> | <b>EXAUSTOR 2</b> | NÃO ( )         |            |
|       | EXAUSTOR 1 ( )  |           | EXAUSTOR 2 ( ) |           | SIM ( ) NÃO ( )   | SIM ( ) NÃO ( )   | SIM ( )         |            |
| 10    | <b>QUEIMADORES</b>  |           |                |           | SIM ( )           | NÃO ( )           | NÃO ( ) SIM ( ) |            |
|       | QUEIMADOR 1 ( ) QUEIMADOR 2 ( )                                   |           |                |           |                   |                   |                 |            |
|       | BOTIJÃO 1   | BOTIJÃO 2 | BOTIJÃO 3      | BOTIJÃO 4 |                   |                   |                 |            |
| 11    | <b>DOSADORA DE POLÍMERO</b>                                       |           |                |           | SIM ( )           | NÃO ( )           | NÃO ( ) SIM ( ) |            |
| 12    | <b>BOMBA DOSADORA DE PAC</b>                                      |           |                |           | SIM ( )           | NÃO ( )           | NÃO ( )         |            |
|       | BOMBA 1 ( )   |           | BOMBA 2 ( )    |           |                   |                   | SIM ( )         |            |
| 13    | <b>CANAleta DOSAGEM DE POLÍMERO</b>                               |           |                |           | SIM ( ) NÃO ( )   | SIM ( ) NÃO ( )   | NÃO ( ) SIM ( ) |            |
| 14    | <b>CANAleta DOSAGEM DE PAC</b>                                    |           |                |           | SIM ( ) NÃO ( )   | SIM ( ) NÃO ( )   | NÃO ( ) SIM ( ) |            |
| 15    | <b>FLOTADOR 1 - raspadores, cortina, cabos de aço, rodas, etc</b> |           |                |           | SIM ( )           | NÃO ( )           | NÃO ( )         |            |
| 16    | <b>FLOTADOR 2 - raspadores, cortina, cabos de aço, rodas, etc</b> |           |                |           | SIM ( )           | NÃO ( )           | SIM ( )         |            |
|       |   |           |                |           |                   |                   | NÃO ( )         | SIM ( )    |
| 17    | <b>SATURAÇÃO</b>  |           |                |           | SIM ( )           | NÃO ( )           | NÃO ( ) SIM ( ) |            |
|       | COMPRESSOR 1 ( ) COMP. 2 ( ) COMP. 3 ( )                          |           |                |           |                   |                   |                 |            |
|       | BOMBA 1 ( ) BOMBA 2 ( )   |           |                |           |                   |                   |                 |            |
| 18    | <b>CÂMERA DE SATURAÇÃO</b>  |           |                |           | SIM ( )           | NÃO ( )           | NÃO ( ) SIM ( ) |            |
|       | SATURADOR 1   | P1 /      | P2 /           | P3 /      |                   |                   |                 |            |
|       | SATURADOR 2   | P1 /      | P2 /           | P3 /      |                   |                   |                 |            |
|       | SATURADOR 3   | P1 /      | P4 /           | P3 /      |                   |                   |                 |            |
| 19    | <b>ETA</b>  |           |                |           | SIM ( ) NÃO ( )   | SIM ( ) NÃO ( )   | NÃO ( ) SIM ( ) |            |

Obs.