

Fundação Estadual do Meio Ambiente

# Estudo para Gestão do Monitoramento de Efluentes Industriais na Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas

Relatório final de bolsa

Belo Horizonte  
2017

Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos  
Fundação Estadual do Meio Ambiente  
Diretoria de Gestão da Qualidade e Monitoramento Ambiental  
Gerência de Monitoramento de Efluentes

# **Estudo para Gestão do Monitoramento de Efluentes Industriais na Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas**

Belo Horizonte  
2017

**© 2017 Fundação Estadual do Meio Ambiente**

**Governo do Estado de Minas Gerais**  
Fernando Damata Pimentel  
Governador

**Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SISEMA**

**Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD**

Jairo José Isaac  
Secretário

**Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM**

Rodrigo de Melo Teixeira  
Presidente

**Diretoria de Gestão da Qualidade e Monitoramento Ambiental – DGQA**

Irene Albernáz Arantes  
Diretora

**Gerência de Monitoramento de Efluentes – GEDEF**

Lucas Guimarães Viana  
Gerente

**Elaboração:**

Sara Vasconcelos dos Santos, Bolsista FAPEMIG – Engenheira ambiental, Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

**Coordenação:**

Everton de Oliveira Rocha, Analista Ambiental – Engenheiro ambiental, Mestre em Engenharia Civil.

**Apoio estagiários:**

Mariana Costa de Souza  
Nathan Vinícius Martins da Silva  
Thuany Marra de Figueiredo Lourenço

**Colaboradores:**

Alessandra Jardim de Souza – GEDEF/FEAM  
Djeanne Campos Leão – GEDEF/FEAM  
Evandro Florêncio – GEDEF/FEAM  
Ivana Carla Coelho — DATEN/FEAM  
Matheus Ebert Fontes – GEDEF/FEAM  
Rosa Carolina Amaral – GEDEF/FEAM

**Capa:**

Jaqueline Angélica Batista

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 2.1- Municípios inseridos na Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. Fonte: IBGE, 2010. ....                                                                                                                                                                                                                        | 6  |
| Tabela 5.1 – Caracterização de águas de drenagem ácida de uma mina de carvão do município de Figueira – PR. Fonte: CAMPANER e LUIZ-SILVA, 2009. ....                                                                                                                                                                     | 25 |
| Tabela 5.2 - Características das águas residuais de circuitos de flotação, bem como, propriedades químicas e físico-químicas. Fonte: RUBIO e TESSELE, 2004. ....                                                                                                                                                         | 26 |
| Tabela 5.3 - Caracterização dos efluentes das indústrias têxteis/malhas (valores médios). ....                                                                                                                                                                                                                           | 29 |
| Tabela 5.4 – Caracterização da água residuária de usinas de concreto. Fonte: DE PAULA, 2014a; 2014b. ....                                                                                                                                                                                                                | 30 |
| Tabela 5.5 – Caracterização das águas de lavagens dos principais produtos comercializados (1 a 6) e do efluente geral de uma empresa de saneantes (7). Fonte: PERES, 2005. ....                                                                                                                                          | 31 |
| Tabela 5.6 - Parâmetros do efluente bruto da atividade de abate. Fonte: PINTO <i>et al.</i> , 2015(aves); CAMPOS, 1993 (suínos e bovinos). ....                                                                                                                                                                          | 32 |
| Tabela 5.7 – Caracterização físico-química da vinhaça. Fonte: JUSTI, 2012; FEAM, 2013; LYRA <i>et al.</i> , 2003. ....                                                                                                                                                                                                   | 33 |
| Tabela 5.8 – Caracterização dos efluentes líquidos das indústrias de laticínios. ....                                                                                                                                                                                                                                    | 35 |
| Tabela 5.9 – Classes das atividades poluidoras em função da vazão de lançamento de efluentes industriais para os estados Ceará, Pernambuco, Paraná, Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul. ....                                                                                                                             | 37 |
| Tabela 5.10 - Periodicidade de apresentação da planilha de acompanhamento de efluentes líquidos industriais nos estados do Ceará e Rio Grande do Sul. Fonte: CONSEMA, 1998 (RS) e SEMACE/CE, 2002 (CE). ....                                                                                                             | 42 |
| Tabela 5.11 - Classificação dos empreendimentos em função das cargas orgânicas e inorgânicas. ....                                                                                                                                                                                                                       | 43 |
| Tabela 5.12 - Condições e padrões de lançamento de efluentes nacionais e de alguns estados brasileiros. ....                                                                                                                                                                                                             | 47 |
| Tabela 5.13 - Padrões de lançamento de efluentes relacionados a proteção do meio ambiente a nível nacional. Fonte: JAPÃO, 2015. ....                                                                                                                                                                                     | 51 |
| Tabela 5.14 – Padrões de lançamento de efluentes das indústrias têxtil, de materiais cerâmicos, laticínios e mineração de areia e cascalho da Alemanha. Fonte: BMUM, 2005. ....                                                                                                                                          | 52 |
| Tabela 5.15 - Padrões de lançamento de efluentes dos países do Reino Unido conforme a União Europeia. Fonte: CCE, 1991. ....                                                                                                                                                                                             | 53 |
| Tabela 5.16 - Padrões de lançamento de efluentes dos Estados Unidos para as atividades de fabricação de cimento (GPO, 2014a), processamento de produtos lácteos (GPO, 2014b), mineração de areia e cascalho (GPO, 2014c), acabamento de tecidos (GPO, 2014d). Fonte: Adaptado de CODE OF FEDERAL REGULATIONS, 2014. .... | 54 |
| Tabela 7.1 – Distribuição e quantificação de empreendimentos descartados de acordo com os critérios de descarte, para AAF e LO. ....                                                                                                                                                                                     | 63 |
| Tabela 7.2 – Quantificação dos empreendimentos de acordo com a tipologia e tipo de regularização. ....                                                                                                                                                                                                                   | 70 |

---

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 2.1 - Localização da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas no contexto da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco e do estado de Minas Gerais. Fonte: CBH Rio das Velhas, 2015. .... | 5  |
| Figura 2.2 - Identificação das UTEs e das regiões de planejamento da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. Fonte: CBH RIO DAS VELHAS, 2015. ....                                           | 8  |
| Figura 7.1 – Status de envio e recebimento de respostas do Ofício Circular nº 04/2016. ....                                                                                                | 61 |
| Figura 7.2 – Distribuição dos empreendimentos em Autorização Ambiental de Funcionamento - AAF e Licença de Operação - LO. ....                                                             | 63 |
| Figura 7.3 – Status da análise dos empreendimentos detentores de Autorização Ambiental de Funcionamento - AAF. ....                                                                        | 64 |
| Figura 7.4 – Status da análise dos empreendimentos detentores de Licença de Operação - LO. ....                                                                                            | 65 |
| Figura 7.5 – Mapa de distribuição dos empreendimentos regularizados por AAF e LO na BHRV. ....                                                                                             | 66 |
| Figura 7.6- Distribuição dos empreendimentos regularizados por LO na BHRV, por tipologia. ....                                                                                             | 68 |
| Figura 7.7 - Distribuição dos empreendimentos regularizados por AAF na BHRV, por tipologia. ....                                                                                           | 69 |

---

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|                |                                                                       |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------|
| IGAM           | Instituto Mineiro de Gestão das Águas                                 |
| ANVISA         | Agência Nacional de Vigilância Sanitária                              |
| BHRV           | Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas                                  |
| BHSF           | Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco                               |
| IQA            | Índice de Qualidade das Águas                                         |
| UPGRH          | Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos                 |
| CBH            | Comitê de Bacia Hidrográfica                                          |
| UTE            | Unidades Territoriais Estratégicas                                    |
| SCBH           | Subcomitês de Bacia Hidrográfica                                      |
| RMBH           | Região Metropolitana de Belo Horizonte                                |
| COPAM          | Conselho Estadual de Política Ambiental                               |
| UHT            | <i>Ultra High Temperature</i>                                         |
| CSAO           | Caixa Separadora de Água e Óleo                                       |
| SP             | São Paulo                                                             |
| DBO            | Demanda Bioquímica de Oxigênio                                        |
| pH             | Potencial hidrogeniônico                                              |
| DQO            | Demanda Química de Oxigênio                                           |
| CETESB         | Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental                       |
| CONAMA         | Conselho Nacional do Meio Ambiente                                    |
| CERH           | Conselho Estadual de Recursos Hídricos                                |
| SISAUTO        | Sistema de Automonitoramento de Atividades Poluidoras                 |
| PROCON<br>ÁGUA | Programa de Autocontrole de Efluentes Líquidos                        |
| CPRH/PE        | Agência de Meio Ambiente do Estado de Pernambuco                      |
| SEMACE         | Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará                   |
| INMETRO        | Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial |
| CECA/MS        | Conselho Estadual de Controle Ambiental do Mato Grosso do Sul         |
| CEMA/PR        | Conselho Estadual do Meio Ambiente do Paraná                          |
| DMA            | Departamento de Meio Ambiente                                         |
| BR             | Brasil                                                                |
| CE             | Ceará                                                                 |
| GO             | Goiás                                                                 |
| MG             | Minas Gerais                                                          |
| MS             | Mato Grosso do Sul                                                    |
| RO             | Rondônia                                                              |
| RJ             | Rio de Janeiro                                                        |
| RS             | Rio Grande do Sul                                                     |
| SC             | Santa Catarina                                                        |
| PIB            | Produto Interno Bruto                                                 |
| USEPA          | Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos                      |
| GEDEF          | Gerência de Monitoramento de Efluentes                                |
| BDA            | Banco de Declarações Ambientais                                       |
| SIAM           | Sistema Integrado de Informação Ambiental                             |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|                 |                                                                                                               |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| LP              | Licença Prévia                                                                                                |
| LI              | Licença de Instalação                                                                                         |
| LP+LI           | Licença Prévia e de Instalação                                                                                |
| AI              | Auto de Infração                                                                                              |
| AAF             | Autorização Ambiental de Funcionamento                                                                        |
| LO              | Licença de Operação                                                                                           |
| FEAM            | Fundação Estadual de Meio Ambiente                                                                            |
| AR              | Aviso de Recebimento                                                                                          |
| SINTEGRA<br>/MG | Sistema Integrado de Informações sobre Operações Interestaduais com<br>Mercadorias e Serviços de Minas Gerais |
| TI              | Tecnologia da Informação                                                                                      |
| SUPRAM          | Superintendência Regional de Meio Ambiente                                                                    |
| SISEMA          | Sistema Estadual do Meio Ambiente                                                                             |

---

## SUMÁRIO

|           |                                                                          |           |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>  | <b>INTRODUÇÃO</b>                                                        | <b>1</b>  |
| <b>2</b>  | <b>CONTEXTUALIZAÇÃO</b>                                                  | <b>3</b>  |
| 2.1       | <i>Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco</i>                           | 3         |
| 2.2       | <i>Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas</i>                              | 5         |
| <b>3</b>  | <b>JUSTIFICATIVA</b>                                                     | <b>11</b> |
| <b>4</b>  | <b>OBJETIVOS</b>                                                         | <b>13</b> |
| 4.1       | <i>Geral</i>                                                             | 13        |
| 4.2       | <i>Específicos</i>                                                       | 13        |
| <b>5</b>  | <b>REVISÃO DE LITERATURA</b>                                             | <b>14</b> |
| 5.1       | <i>Caracterização das tipologias A, B, C e D</i>                         | 14        |
| 5.1.1     | <i>Atividades Minerárias</i>                                             | 14        |
| 5.1.2     | <i>Atividades Industriais - Indústria Metalúrgica e Outras</i>           | 17        |
| 5.1.3     | <i>Atividades Industriais - Indústria Química</i>                        | 18        |
| 5.1.4     | <i>Atividades Industriais - Indústria Alimentícia</i>                    | 21        |
| 5.2       | <i>Geração e caracterização dos efluentes das Tipologias A, B, C e D</i> | 24        |
| 5.2.1     | <i>Atividades Minerárias</i>                                             | 25        |
| 5.2.2     | <i>Atividades Industriais - Indústria Metalúrgica e Outras</i>           | 26        |
| 5.2.3     | <i>Atividades Industriais - Indústria Química</i>                        | 28        |
| 5.2.4     | <i>Atividades Industriais - Indústria Alimentícia</i>                    | 32        |
| 5.3       | <i>Programa de automonitoramento de efluentes industriais</i>            | 35        |
| <b>6</b>  | <b>METODOLOGIA</b>                                                       | <b>55</b> |
| 6.1       | <i>Procedimentos para Levantamento de Informações</i>                    | 55        |
| 6.2       | <i>Informações Técnicas dos Empreendimentos</i>                          | 57        |
| 6.2.1     | <i>Informações Técnicas I</i>                                            | 58        |
| 6.2.2     | <i>Informações Técnicas II</i>                                           | 58        |
| 6.2.3     | <i>Informações Técnicas III</i>                                          | 59        |
| <b>7</b>  | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>                                            | <b>61</b> |
| <b>8</b>  | <b>DIRETRIZES</b>                                                        | <b>71</b> |
| <b>9</b>  | <b>CONCLUSÃO</b>                                                         | <b>75</b> |
| <b>10</b> | <b>REFERÊNCIAS</b>                                                       | <b>76</b> |
| <b>11</b> | <b>APÊNDICE</b>                                                          | <b>91</b> |
| 11.1      | <i>Ofício Circular GEDEF.FEAM.SISEMA n. 4/2016</i>                       | 91        |
| 11.2      | <i>Informações Técnicas I</i>                                            | 92        |
| 11.3      | <i>Informações Técnicas II</i>                                           | 94        |
| 11.4      | <i>Informações Técnicas III</i>                                          | 95        |



## 1 INTRODUÇÃO

A utilização irracional dos corpos hídricos e do seu potencial de autodepuração para o lançamento de efluentes sanitários e industriais, concomitante a uma gestão com deficiências, tem sido responsável pela degradação da qualidade e redução na disponibilidade destes recursos.

Um instrumento de controle e gestão importante para a reversão desse quadro é o automonitoramento de efluentes. Segundo a Deliberação Normativa COPAM nº 165/2011 (COPAM, 2011), esse instrumento é definido no Estado, como o conjunto de medições sistemáticas, periódicas ou contínuas, de parâmetros inerentes às emissões de fonte efetiva ou potencialmente poluidora, bem como de parâmetros inerentes aos componentes ambientais receptores dessas emissões (ar, água ou solo), conforme diretrizes definidas pelo órgão ambiental quando da concessão de Licença de Operação - LO ou da Autorização Ambiental de Funcionamento - AAF ou da revalidação destes instrumentos.

Um dos seus principais objetivos é o atendimento aos padrões de lançamento de efluentes, determinados pela Deliberação Normativa COPAM/CERH nº 01/2008 (COPAM, 2008) e Resolução CONAMA nº 357/2005 (CONAMA, 2005) complementada e alterada pela Resolução CONAMA nº 430/2011 (CONAMA, 2011).

Para avaliação do automonitoramento dos efluentes líquidos gerados pelos empreendimentos, a Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas - BHRV foi escolhida por ser o afluente mais importante do rio São Francisco em relação ao volume de água, o que torna este curso d'água extremamente importante não apenas para Minas Gerais, mas a nível nacional (PONTES *et al.*, 2012) e também devido ao panorama atual de escassez e degradação da qualidade hídrica.

Esta realidade de degradação está relacionada à intensa exploração mineral, ao polo industrial que se formou no entorno do rio, ao fato de sua bacia possuir uma população de aproximadamente 4,5 milhões de habitantes e à deficiência no tratamento dos esgotos domésticos e industriais da região (NONATO *et al.*, 2007; PONTES *et al.*, 2012).

Diante deste cenário, o Estudo para Gestão do Automonitoramento dos Efluentes Industriais da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas traz uma importante contribuição para a recuperação da bacia, dando subsídio ao desenvolvimento de programas e projetos e implementação de ações efetivas. Com o presente estudo será possível avaliar a qualidade do automonitoramento executado pelos empreendimentos da bacia, o impacto das diferentes tipologias industriais e minerária sobre o rio, a relação entre o tipo de regularização ambiental dos empreendimentos e o uso de mecanismos de controle da poluição, entre outros. E enfim, trará ainda como contribuição um Plano de Ação proposto para as principais deficiências identificadas ao longo do estudo.

## 2 CONTEXTUALIZAÇÃO

### 2.1 Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco

A Bacia Hidrográfica do rio São Francisco - BHSF corresponde a 8% do território nacional e estende-se desde Minas Gerais, onde o rio nasce, na Serra da Canastra, até o oceano Atlântico, onde deságua, na divisa dos estados Alagoas e Sergipe. Essa vasta área integra as regiões Nordeste e Sudeste do país, percorrendo 507 municípios, em seis estados (Minas Gerais, Goiás, Bahia, Pernambuco, Alagoas e Sergipe), além do Distrito Federal (CBH DO RIO SÃO FRANCISCO, 2017). Para fins de planejamento, a bacia foi dividida em quatro zonas ou regiões fisiográficas: Alto, Médio, Sub Médio e Baixo São Francisco.

Na bacia, vivem 15,5 milhões de brasileiros, ou 8,5% da população do país. A maior concentração demográfica está no Alto (57%), seguida de distribuições menores no Médio (18%), Sub Médio (15%) e Baixo São Francisco (10%). O perfil populacional revela grandes contrastes, apresentando áreas com elevados níveis de riqueza e densidade demográfica e outras com reduzidos níveis de renda e densidade populacional (CBH DO RIO SÃO FRANCISCO, 2017).

A precipitação média anual na BHSF é de 1.003 mm, muito abaixo da média nacional, que é de 1.761 mm. Aliado a isso, ao se comparar os valores do São Francisco com os valores totais do Brasil, a captação de água no São Francisco representa uma fatia bem maior do que seu fornecimento. Ou seja, a vazão de retirada do São Francisco (278 m<sup>3</sup>/s) representa 9,8% da demanda nacional (2.836 m<sup>3</sup>/s), enquanto que sua disponibilidade hídrica superficial (1.886 m<sup>3</sup>/s) representa 2,1% da disponibilidade superficial do país (90.145 m<sup>3</sup>/s) (ANA, 2015).

Entre os principais reservatórios existentes no rio São Francisco, para controle de sua vazão e/ou geração de energia hidroelétrica, estão: Três Marias em Minas Gerais, Sobradinho, Paulo Afonso e Itaparica na Bahia e Xingó, localizado entre os estados de Alagoas e Sergipe (CBH DO RIO SÃO FRANCISCO, 2017).

A região do São Francisco caracteriza-se por um predomínio claro das vazões de retirada para irrigação (213,7 m<sup>3</sup>/s) em relação aos demais usos, representando 77% do total de demandas da região. Em seguida, vem a demanda urbana, com 31,3 m<sup>3</sup>/s (11%), concentrada principalmente na Região Metropolitana de Belo Horizonte - RMBH e a demanda industrial com 19,8 m<sup>3</sup>/s (7%). A demanda para dessedentação animal da região é de 10,2 m<sup>3</sup>/s (4%) e a rural é de 3,7 m<sup>3</sup>/s (1%) (ANA, 2015).

Segundo o Panorama da Qualidade das Águas Superficiais do Brasil (ANA, 2012), as pressões com origem em esgotos domésticos, pela carga orgânica associada, são mais significativas no Alto São Francisco, particularmente, na RMBH (sub-bacias dos rios das Velhas e Paraopeba), incluindo as cidades de Belo Horizonte, Contagem, Betim, Ribeirão das Neves, Santa Luzia e Sete Lagoas, mesmo que Minas Gerais seja o estado que apresenta os melhores índices de atendimento quanto à coleta e tratamento de esgoto.

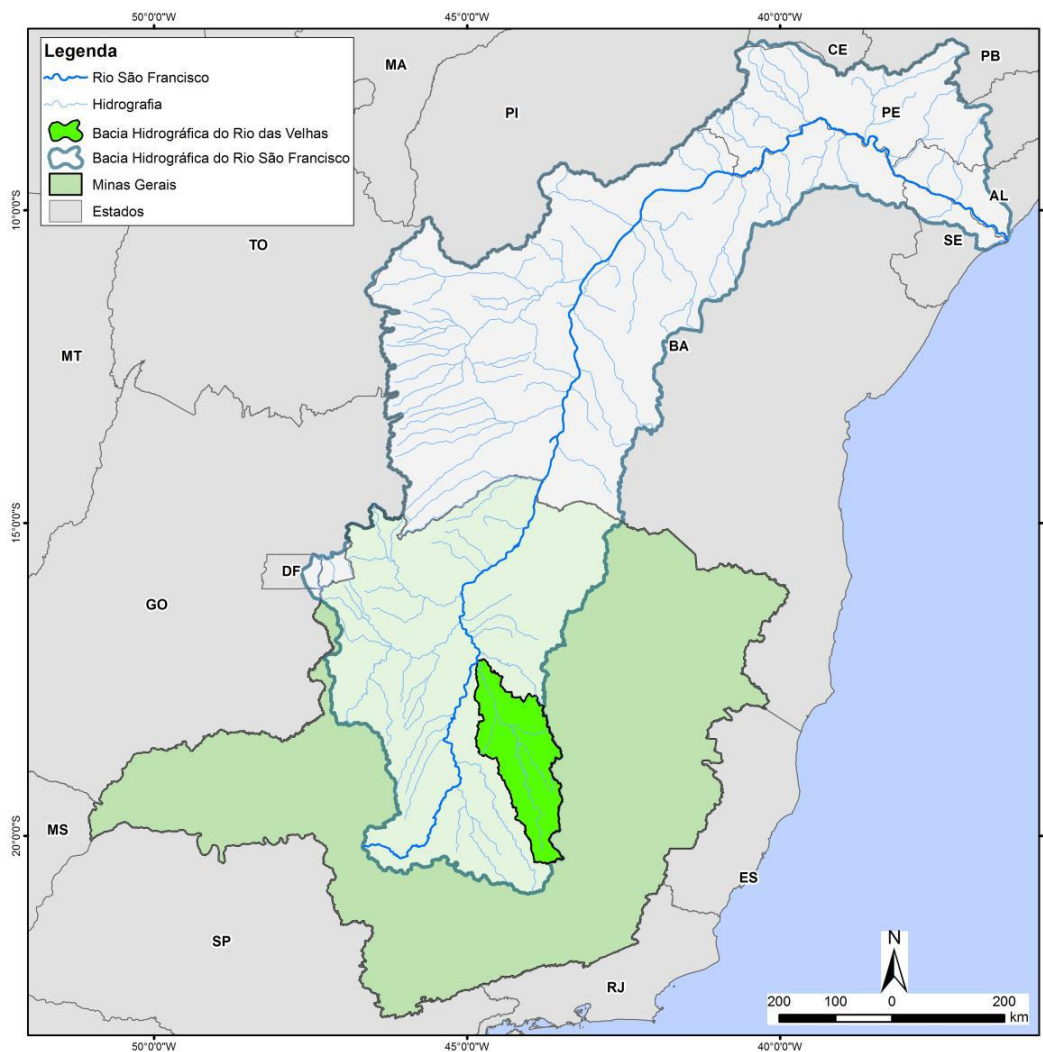
Outra questão relevante é a disposição inadequada de resíduos sólidos e efluentes industriais, cuja produção é maior nas sub-bacias dos rios das Velhas, Paraopeba e Pará, devido à concentração de indústrias. A mineração, principalmente no Alto São Francisco, surge também como uma atividade geradora de impactos, tais como a contaminação da água com metais pesados, lixiviação e disposição inadequada de rejeitos e degradação do solo (ANA, 2012).

Os dados de Índice de Qualidade das Águas - IQA disponíveis para a região hidrográfica do São Francisco indicam problemas com a qualidade da água no Alto São Francisco, sobretudo, na RMBH. Esses pontos com IQA reduzido representam principalmente córregos urbanos, com baixa capacidade de assimilação e altas cargas poluidoras. A maioria destes corpos hídricos é utilizada para a diluição de efluentes sanitários e industriais e não são utilizados para o abastecimento humano (ANA, 2015).

Entretanto, a intensa contaminação das águas destes rios urbanos compromete a qualidade de vida nas cidades e representa verdadeiros riscos para a saúde da população local. Além disso, as cargas poluidoras geradas na região metropolitana acabam por comprometer a qualidade da água de corpos hídricos a jusante, incluindo importantes mananciais para o abastecimento (ANA, 2015).

## 2.2 Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas

A BHRV está localizada na região central do estado de Minas Gerais (Figura 2.1), entre as latitudes 17° 15' S e 20° 25' S e longitudes 43° 25' W e 44° 50' W (CBH RIO DAS VELHAS, 2015).



**Figura 2.1 - Localização da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas no contexto da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco e do estado de Minas Gerais. Fonte: CBH Rio das Velhas, 2015.**

A bacia possui uma área de drenagem de 27.850 km<sup>2</sup> e corresponde à quinta Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos – UPGRH do rio São Francisco – SF5. O rio das Velhas, um dos maiores afluentes do rio São Francisco, possui 806,84 km de extensão e largura média aproximada de 38 m, nascendo na Cachoeira das Andorinhas, município de Ouro Preto, MG, e desaguando no rio São Francisco, em Barra do Guaicuí, Distrito de Várzea da Palma, MG (CBH RIO DAS VELHAS, 2015).

Ao longo do rio das Velhas estão localizados 51 municípios (Tabela 2.1), dos quais 44 têm suas sedes urbanas inseridas na bacia. Segundo o censo demográfico do IBGE (2010), estima-se que a população efetiva da bacia seja de 4,4 milhões de habitantes, considerando-se as parcelas dos territórios dos municípios inseridas na bacia (CBH RIO DAS VELHAS, 2015).

A maior parte dessa população (70%) corresponde à RMBH, apesar desta ocupar menos de 10% da área territorial da bacia. Essa elevada concentração populacional associada ao processo de urbanização avançado e ao desenvolvimento de atividades industriais, tornam essa região a que mais contribui com a degradação das águas do rio das Velhas (CAMARGOS, 2005).

**Tabela 2.1- Municípios inseridos na Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas.** Fonte: IBGE, 2010.

| Município                             | Área (km <sup>2</sup> ) | População (hab) |
|---------------------------------------|-------------------------|-----------------|
| Araçáí                                | 186,5                   | 2.243           |
| Augusto de Lima                       | 1.254,80                | 4.960           |
| Baldim                                | 556,3                   | 7.913           |
| Belo Horizonte                        | 331,4                   | 2.375.151       |
| Buenópolis                            | 1.599,90                | 10.292          |
| Caeté                                 | 542,6                   | 40.750          |
| Capim Branco                          | 95,3                    | 8.881           |
| Conceição do Mato Dentro <sup>1</sup> | 1.726,80                | 17.908          |
| Confins                               | 42,4                    | 5.936           |
| Congonhas do Norte                    | 398,9                   | 4.943           |
| Contagem                              | 195,3                   | 603.442         |
| Cordisburgo                           | 823,7                   | 8.667           |
| Corinto                               | 2.525,40                | 23.914          |
| Curvelo                               | 3.298,80                | 74.219          |
| Datas                                 | 310,1                   | 5.211           |
| Diamantina <sup>1</sup>               | 3.891,70                | 45.880          |
| Esmeraldas <sup>1</sup>               | 911,4                   | 60.271          |
| Funilândia                            | 199,8                   | 3.855           |
| Gouveia                               | 866,6                   | 11.681          |
| Inimutaba                             | 524,5                   | 6.724           |
| Itabirito                             | 542,6                   | 45.449          |
| Jaboticatubas                         | 1.114,20                | 17.134          |
| Jequitibá                             | 445                     | 5.156           |
| Joaquim Felício <sup>1</sup>          | 790,9                   | 4.305           |
| Lagoa Santa                           | 230,1                   | 52.520          |
| Lassance                              | 3.204,20                | 6.484           |
| Matozinhos                            | 252,3                   | 33.955          |
| Monjolos                              | 650,9                   | 2.360           |

| Município               | Área (km <sup>2</sup> ) | População (hab) |
|-------------------------|-------------------------|-----------------|
| Morro da Garça          | 414,8                   | 2.660           |
| Nova Lima               | 429,1                   | 80.998          |
| Nova União              | 172,1                   | 5.555           |
| Ouro Preto <sup>1</sup> | 1.245,90                | 70.281          |
| Paraopeba <sup>1</sup>  | 625,6                   | 22.563          |
| Pedro Leopoldo          | 293                     | 58.740          |
| Pirapora <sup>1</sup>   | 549,5                   | 53.368          |
| Presidente Juscelino    | 695,9                   | 3.908           |
| Presidente Kubitschek   | 189,2                   | 2.959           |
| Prudente de Moraes      | 124,2                   | 9.573           |
| Raposos                 | 72,2                    | 15.342          |
| Ribeirão das Neves      | 154,5                   | 296.317         |
| Rio Acima               | 229,8                   | 9.090           |
| Sabará                  | 302,2                   | 126.269         |
| Santa Luzia             | 235,3                   | 202.942         |
| Santana de Pirapama     | 1.255,80                | 8.009           |
| Santana do Riacho       | 677,2                   | 4.023           |
| Santo Hipólito          | 430,7                   | 3.238           |
| São José da Lapa        | 47,9                    | 19.799          |
| Sete Lagoas             | 537,6                   | 214.152         |
| Taquaraçu de Minas      | 329,2                   | 3.794           |
| Várzea da Palma         | 2.220,30                | 35.809          |
| Vespasiano              | 71,2                    | 104.527         |
| Total Geral             | 38.815,60               | 4.844.120       |

<sup>1</sup> Municípios com sede fora da bacia do rio das Velhas.

Em relação ao planejamento e gestão dos recursos hídricos, a bacia conta com o Comitê de Bacia Hidrográfica – CBH do rio das Velhas, que criou as Unidades Territoriais Estratégicas – UTEs, através da Deliberação Normativa nº 01/2012. A bacia subdivide-se em 23 UTEs de características muito variadas, porém, agrupadas em regiões homogêneas em relação à hidrografia, tipologias de relevo, ocupação da bacia e presença de região metropolitana. Diante dessa nova organização, a divisão histórica da bacia em Alto, Médio e Baixo rio das Velhas foi ajustada conforme os limites das UTEs, de maneira que cada nova região formasse um agrupamento de UTEs com características semelhantes. Foram definidas então, quatro macro regiões de planejamento: Alto, Médio Alto, Médio Baixo e Baixo rio das Velhas, conforme apresentado na Figura 2.2 (CBH RIO DAS VELHAS, 2015).

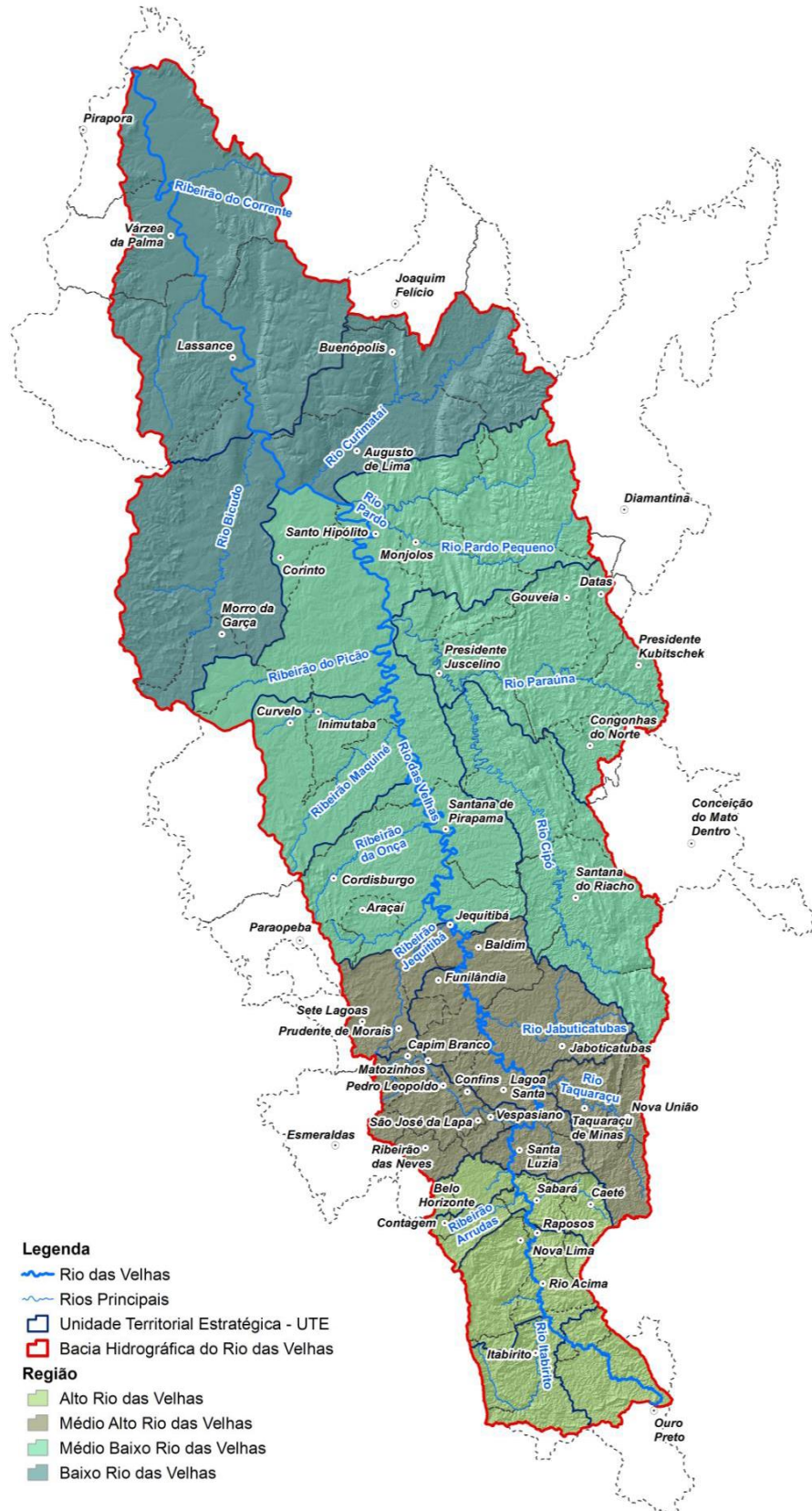


Figura 2.2 - Identificação das UTEs e das regiões de planejamento da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. Fonte: CBH RIO DAS VELHAS, 2015.



Com essa nova distribuição das regiões de planejamento, apresentada na Figura 2.2, a bacia passou a ser caracterizada por quatro regiões de propriedades distintas. A região do Alto rio das Velhas compreende toda a área denominada Quadrilátero Ferrífero, tendo o município de Ouro Preto como limite sul e os municípios de Belo Horizonte, Contagem e Sabará como limite norte. A região é composta por dez municípios, constituindo aproximadamente 10% do total da área da bacia ou 2.739,74 km<sup>2</sup>. Esta região apresenta o maior contingente populacional, com uma expressiva atividade econômica, concentrada principalmente, na RMBH. Os principais agentes poluidores são os esgotos industriais e domésticos não tratados e os efluentes gerados pelas atividades minerárias clandestinas atuantes nesta parte da bacia (CAMARGOS, 2005).

A região do Médio Alto rio das Velhas possui características diferenciadas em relação ao uso e ocupação do solo do Alto rio das Velhas, apresentando uma menor concentração populacional, com o predomínio das atividades agrícolas e pecuárias. Essa região ocupa 15,4% do território da bacia, ou 4.276,01 km<sup>2</sup>, e abarca 20 municípios. A região do Médio Baixo rio das Velhas representa a maior porção dentro da BHRV, com 12.204,16 km<sup>2</sup> (43,8%) e 23 municípios inseridos total ou parcialmente. A região do Baixo rio das Velhas representa a segunda maior região, com 8.630,07 km<sup>2</sup> (31%), e é composta por oito municípios, sendo que nenhum tem 100% do território inserido na bacia. A região também é caracterizada pela baixa concentração populacional onde predominam as atividades agrícolas e pecuárias (CBH RIO DAS VELHAS, 2015).

Juntamente às UTEs, atualmente encontram-se instalados na bacia 14 Subcomitês de Bacia Hidrográfica – SCBH de cursos d'água afluentes ao rio das Velhas, caracterizando o processo de gestão das águas da bacia bastante descentralizado e participativo. No Quadro 2.1 são identificados os municípios que compõem cada UTEs e cada subcomitê de bacia inserido no território da bacia (CBH RIO DAS VELHAS, 2015). Nessa abordagem, os municípios que têm seu território dividido entre duas regiões de planejamento foram identificados e contabilizados em ambas as regiões.

Quadro 2.1 - Identificação das UTEs/SCBH e municípios das regiões de planejamento da bacia.

| Região      | Nº | UTE/SCBH                     | Nº | Municípios                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------|----|------------------------------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Alto        | 1  | UTE Nascentes                | 10 | <b>Totalmente inseridos:</b> Belo Horizonte, Itabirito, Nova Lima, Raposos e Rio Acima<br><b>Parcialmente inseridos:</b> Caeté (42%), Contagem (42%), Ouro Preto (50%), Sabará (63%) e Santa Luzia (4%)                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|             | 2  | SCBH Rio Itabirito           |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|             | 3  | UTE Águas do Gandarela       |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|             | 4  | SCBH Águas da Moeda          |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|             | 5  | SCBH Ribeirão Caeté/Sabará   |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|             | 6  | SCBH Ribeirão Arrudas        |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|             | 7  | SCBH Ribeirão Onça           |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Médio Alto  | 8  | UTE Poderoso Vermelho        | 20 | <b>Totalmente inseridos:</b> Capim Branco, Confins, Funilândia, Lagoa Santa, Matozinhos, Nova União, Pedro Leopoldo, Prudente de Moraes, Ribeirão das Neves, São José da Lapa, Taquaraçu de Minas e Vespasiano<br><b>Parcialmente inseridos:</b> Baldim (60%), Caeté (58%), Esmeraldas (7%), Jaboticatubas (68%), Jequitibá (24%), Sabará (37%), Santa Luzia (96%) e Sete Lagoas (66%)                                                                                           |
|             | 9  | SCBH Ribeirão da Mata        |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|             | 10 | SCBH Rio Taquaraçu           |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|             | 11 | SCBH Carste                  |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|             | 12 | SCBH Jabo/Baldim             |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|             | 13 | SCBH Ribeirão Jequitibá      |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Médio Baixo | 14 | UTE Peixe Bravo              | 23 | <b>Totalmente inseridos:</b> Araçaí, Cordisburgo, Gouveia, Inimutaba, Monjolos, Presidente Juscelino, Presidente Kubitschek, Santana de Pirapama, Santana do Riacho e Santo Hipólito<br><b>Parcialmente inseridos:</b> Augusto de Lima (29%), Baldim (40%), Buenópolis (2%), Conceição do Mato Dentro (23%), Congonhas do Norte (90%), Corinto (13%), Curvelo (63%), Datas (63%), Diamantina (26%), Jaboticatubas (32%), Jequitibá (76%), Morro da Garça (39%) e Paraopeba (13%) |
|             | 15 | UTE Ribeirões Tabocas e Onça |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|             | 16 | UTE Santo Antônio/Maquiné    |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|             | 17 | SCBH Rio Cipó                |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|             | 18 | SCBH Rio Paraúna             |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|             | 19 | UTE Ribeirão Picão           |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|             | 20 | UTE Rio Pardo                |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Baixo       | 21 | SCBH Rio Curimataí           | 8  | <b>Totalmente inseridos:</b> 0<br><b>Parcialmente inseridos:</b> Augusto de Lima (71%), Buenópolis (80%), Corinto (87%), Joaquim Felício (7%), Lassance (67%), Morro da Garça (61%), Pirapora (38%) e Várzea da Palma (73%)                                                                                                                                                                                                                                                      |
|             | 22 | SCBH Rio Bicudo              |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|             | 23 | UTE Guaicuí                  |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

### 3 JUSTIFICATIVA

A BHRV possui grande importância no que diz respeito ao abastecimento público de água da RMBH. Esse abastecimento se dá de forma integrada sendo composto por duas grandes bacias: Bacia do Paraopeba, responsável por 60% da RMBH, predominantemente pela região Oeste e Bacia do Rio das Velhas, responsável por 40%, predominantemente pela região Leste (ARSAE, 2013).

No entanto, é preocupante o panorama de grande degradação ambiental da bacia e principalmente da qualidade da água. Além da grande urbanização da bacia, a elevada concentração industrial e minerária contribuem decisivamente para a degradação da rede hídrica da região. Dentre as tipologias industriais, destacam-se as indústrias de minerais não metálicos, vestuários e têxteis, produtos alimentares, metalurgia, madeira, química, mobiliário e mecânica (FEAM, 1996).

Em relação ao lançamento de carga orgânica, a bacia ganhou posição de destaque, no ano de 2014, entre as UPGRH de maior carga poluidora lançada no Estado. Segundo o Relatório de Avaliação das Declarações de Carga Poluidora - Ano Base 2014, na análise da quantidade total de carga poluidora de DBO lançada, segundo a UPGRH, verificou-se que os maiores valores correspondem às unidades Rio das Velhas – SF5, com 252 pontos de lançamento, totalizando 467,66 t/mês de DBO (FEAM, 2016).

Além do alto nível de DBO, segundo o Plano Diretor de Recursos Hídricos - PDRH, a análise de dados de qualidade das águas da bacia indicou presença de contaminação por arsênio, chumbo, cianeto, nitrogênio e fenóis, sendo que os dois últimos possivelmente estão associados ao excesso de esgotos domésticos presentes nos cursos de água. Os metais chumbo e níquel, o cianeto e, ainda, os fenóis, podem ser originados das atividades industriais, com ênfase para o ramo metalúrgico. E quanto à ocorrência de altos teores de arsênio, apesar de estar presente naturalmente no Alto rio das Velhas, pode relacionar-se também à atividade de mineração desenvolvida nesta região (CBH RIO DAS VELHAS, 2015).

Nesse sentido, a atual pesquisa permitirá avaliar a contribuição desses efluentes industriais na qualidade de água do Rio das Velhas, fornecendo subsídios para que sejam realizadas ações voltadas para a melhoria na qualidade de vida da população, adequação da qualidade do efluente, redução no custo de tratamento de água pelas companhias de abastecimento presentes nos municípios, bem como o aumento e a preservação da biodiversidade aquática na bacia.

## 4 OBJETIVOS

### 4.1 Geral

O objetivo geral desse trabalho é viabilizar a gestão do programa de automonitoramento dos efluentes líquidos gerados nas atividades industriais e minerárias nos municípios pertencentes à BHRV, auxiliando no estabelecimento de diretrizes que contribuam para a melhoria da qualidade das águas.

### 4.2 Específicos

Para o cumprimento do objetivo geral, foram traçados os seguintes objetivos específicos em relação à BHRV:

- Caracterizar as principais atividades industriais e minerárias, bem como as modalidades de regularização ambiental dos empreendimentos em seu território;
- Caracterizar os impactos ambientais da atividade em relação ao consumo de água, geração de efluente líquido, capacidade produtiva, número de empregados, área, etc;
- Caracterizar as medidas mitigadoras adotadas para os efluentes líquidos bem como o programa de automonitoramento utilizado;
- Avaliar o atendimento aos padrões de lançamento, bem como identificar as atividades que mais excedem os limites;
- Estabelecer diretrizes gerais que visem à melhoria da qualidade ambiental da bacia.

---

## 5 REVISÃO DE LITERATURA

### 5.1 Caracterização das tipologias A, B, C e D

A Deliberação Normativa COPAM nº 74/2004 (COPAM, 2004) dispõe de uma listagem de atividades e empreendimentos modificadores do meio ambiente, passíveis de autorização ou de licenciamento ambiental no nível estadual. Dentre essas atividades, o presente relatório aborda aspectos relacionados às atividades compreendidas nas Tipologias A (Atividades Minerárias), B (Indústria Metalúrgica e Outras), C (Indústria Química) e D (Indústria Alimentícia), desenvolvidas nas dependências da BHRV. A fim de contextualizar as referidas tipologias, compostas de uma associação de atividades muito distintas entre si, serão apresentados, genericamente, os processos produtivos mais comumente utilizados dentro de cada tipologia.

#### 5.1.1 Atividades Minerárias

A mineração ou atividades minerárias podem ser conceituadas como a extração e beneficiamento de minerais, de valor econômico, que se encontrem em estado natural: sólido, como o minério de ferro; líquido, como a água mineral; e gasoso, como o gás natural. A atividade de extração está relacionada à exploração das jazidas, afloradas na superfície ou existente no interior da terra, e a infraestrutura necessária para tal, enquanto o beneficiamento se refere às atividades complementares necessárias para preparar granulometricamente, concentrar ou purificar os minérios, na condição de torná-los comercializáveis, sem, no entanto, provocar alteração em caráter irreversível na sua condição primária (AMARAL E LIMA FILHO, 1970).

#### *Lavra de mina*

Em relação à fase de exploração dos minerais, após a descoberta da jazida, esta passa por uma avaliação técnica e é dividida em blocos geológicos, montando assim a base de dados geológicos da jazida. O próximo passo é a elaboração do Projeto de Lavra, que apresentará um estudo para dimensionamento dos equipamentos e instalações que irão operar na mina, com base na produção determinada, como perfuratrizes, tratores, pás carregadeiras e escavadeiras, caminhões *off road*, etc) (QUEVEDO, 2009).

Para operacionalizar o processo de extração são elaborados Planos de Lavra, que irão determinar a quantidade de mineral lavrável e a quantidade de rejeito e estéril associados que devem ser movimentados, assim como os recursos necessários para a realização dessas operações ao longo de determinado período de tempo (QUEVEDO, 2009).

Em minas a céu aberto, as operações de lavra incluem limpeza, remoção da cobertura, perfuração, detonação, escavação, carregamento e transporte (KOPPE, 2007). A exploração do minério normalmente ocorre até o esgotamento da jazida ou quando o volume de minério explorado se torna economicamente inviável. Cada tipo de mineral apresenta características que podem exigir técnicas específicas de exploração, para melhor aproveitamento da jazida e à superior qualidade do produto final (FEAM, 2015a).

A localização em profundidade da jazida também pode determinar o tipo de exploração, dando lugar às lavras subterrâneas. Segundo Dessureault e colaboradores (2004), as minas são ditas subterrâneas quando há perspectiva de exploração de mais de 150 m de profundidade.

Em semelhança a lavra a céu aberto, as lavras subterrâneas contam com as etapas de perfuração e desmonte de rocha, carregamento e transporte de minério e estéril, no entanto, são necessárias ainda operações de sustentação e controle das escavações, ventilação, climatização e controle das condições ambientais, bombeamento e drenagem, fornecimento de energia elétrica e iluminação, tratamento de ruído, comunicações e abastecimento dos suprimentos às frentes de mina, serviços de manutenção, saúde e segurança, e outras (MTE, 1978).

### *Beneficiamento do minério*

Após a exploração do minério na frente de mina, este segue para a etapa de beneficiamento. Nessa fase, é realizada a separação seletiva de minerais, ou operações de concentração, que se baseiam nas diferenças de propriedades entre o mineral de interesse e os minerais de ganga (impurezas). Entre estas propriedades se destacam: peso específico (ou densidade), suscetibilidade magnética, condutividade elétrica, propriedades de química de superfície, cor, radioatividade, forma, etc (LUZ e LINS, 2004).

Para uma separação eficiente do minério, os minerais de interesse devem estar fisicamente liberados dos minerais indesejáveis, em que uma partícula deve apresentar, idealmente, uma

única espécie mineralógica. A liberação do mineral se baseia na redução de tamanho das partículas do minério, através de operações de cominuição, isto é, britagem e/ou moagem (LUZ e LINS, 2004).

Genericamente, a britagem pode ser definida como conjunto de operações que objetiva a fragmentação de blocos de minérios vindos da mina, levando-os a granulometria compatíveis para utilização direta ou para posterior processamento. A moagem é o último estágio do processo de fragmentação. Neste, as partículas são reduzidas pela combinação de impacto, compressão, abrasão e atrito, a um tamanho adequado à liberação do mineral de interesse (SOARES, 2010).

Uma vez que o minério foi submetido à redução de tamanho, promovendo a liberação adequada dos seus minerais, estes podem ser submetidos à operação de concentração das espécies minerais (LUZ e LINS, 2004). A concentração dos minerais pode ocorrer através de diferentes processos, simples ou complexos, fazendo uso de propriedades físicas ou físico-químicas, de acordo com o minério. Os principais métodos de concentração são a concentração gravítica, separação magnética e eletrostática e flotação.

Alguns dos métodos de concentração podem ser realizados a úmido, tornando-se necessárias operações posteriores de desaguamento dos materiais gerados (minério concentrado e rejeito). Para esse fim os processos mais comumente utilizados são a sedimentação, utilizado no desaguamento tanto da polpa de minério quanto dos rejeitos, e a filtração, mais aplicada à polpa mineral (SOARES, 2010).

Em sequência, tem-se a etapa de secagem, após a qual, genericamente, o mineral de interesse está em condições para comercialização ou utilização em processos de transformação (SOARES, 2010).

Além do produto de interesse obtido, são gerados materiais indesejáveis como o material estéril, águas residuárias e rejeitos. Comumente, a água residuária gerada nos processos é tratada e parte dela recirculada às operações do sistema. Os rejeitos, gerados nas instalações de beneficiamento de minério, são direcionados às barragens de rejeitos, que se fundamentam tecnicamente, em uma bacia de acumulação para lançamento de materiais, à semelhança de um aterro hidráulico. A porção do material extraído que não apresenta minério ou, seja de



beneficiamento inviável, é depositado em local apropriado, de modo a formar grandes pilhas, as “pilhas de estéril” (SOARES, 2010).

### 5.1.2 Atividades Industriais - Indústria Metalúrgica e Outras

A metalurgia compreende uma grande variedade de atividades relacionadas à transformação dos metais, constituindo-se em um conjunto amplo e diversificado de setores (FERREIRA, 2002).

#### *Indústria metalúrgica*

De modo geral, o desenvolvimento das atividades do ramo da metalurgia podem envolver a utilização dos processos de fundição, transformação mecânica, usinagem e outros processos, dependendo do produto final desejado.

Na etapa de fundição, o metal é liquefeito ou fundido, e derramado em formas ou moldes, de acordo com o formato do que se deseja produzir. O molde pode ter a forma do produto projetado (peças acabadas) ou apresentar contorno regulares de modo que a peça resultante seja submetida, posteriormente, a trabalhos de conformação mecânica, já no estado sólido (lingotes) (CHIAVERINI, 1986).

Após a retirada das peças do interior dos moldes (desmoldagem), as peças são transportadas para as etapas de limpeza (Ex.: jateamento de areia) e rebarbação, está última baseada na remoção das rebarbas e protuberâncias metálicas em excesso (CHIAVERINI, 1986).

Após a fundição, algumas peças, necessitam passar por processos mecânicos, como a conformação plástica da peça, mediante aplicação de tensões inferiores ao limite de resistência à ruptura do material, e/ou processos de conformação por usinagem, obtida por tensões que ocasionam a retirada de material da peça (BRESCIANI FILHO *et al.*, 2011).

#### *Indústria siderúrgica*

Além dos processos citados, outro ramo da metalurgia bastante utilizado e de grande importância econômica é a siderurgia, especializada na fabricação e tratamento de ferros fundidos e aço a partir de minério de ferro. No processo siderúrgico, o minério de ferro é convertido a ferro-gusa, a partir da redução de óxidos de ferro em altos-fornos, e

posteriormente é refinado para formar aço na aciaria, adquirindo propriedades de resistência ao desgaste, ao impacto e à corrosão (SANTOS, 2013).

Os altos-fornos são alimentados pelo topo em camadas intercaladas de minério de ferro, coque ou carvão vegetal, e fundentes (CaO, MgO), em proporções apropriadas, sendo injetado através da base em contra corrente, ar ou oxigênio pré-aquecido (JACOMINO *et al.*, 2002). Para que o oxigênio injetado flua através da carga, o minério de ferro e o carvão devem ser previamente preparados em unidades denominadas sinterização e coqueria, respectivamente, onde partículas finas são aglomeradas através de tratamento térmico formando agregados de maior resistência e granulometria (SANTOS, 2013). O ferro-gusa e a escória, composta basicamente pela canga do minério (SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), são retirados do alto-forno por perfurações realizadas em sua base, podendo ser separados por densidade (SANTOS, 2013).

A etapa de produção do aço ocorre na aciaria, em fornos a oxigênio ou elétricos alimentados por ferro-gusa e fundentes, caracteriza-se por reações de oxidação das impurezas do ferro e intensa combustão do carbono (SANTOS, 2013). O aço é então disposto em lingotes e, na etapa de laminação, é deformado mecanicamente, transformado em chapas, bobinas, vergalhões, arames, perfilados e barras (IAB, 2012).

### 5.1.3 Atividades Industriais - Indústria Química

A indústria química é uma indústria de processos que usa reações químicas para sintetizar substâncias, ou produtos, a partir de outras fontes de materiais ou matérias-primas. Os produtos, por sua vez, podem ter diferentes aplicações, já que a química é a base para grande parte de todas as cadeias produtivas (CNI, 2012).

Diante dessa grande abrangência de setores da indústria química, foram selecionados três atividades para descrição do processo produtivo, a partir da maior ocorrência de empreendimentos desses setores na bacia do rio das Velhas, a saber: indústria têxtil, usinas de produção de concreto e fabricação de produtos saneantes.

#### *Indústria têxtil*

A indústria têxtil e de confecção é bastante ampla e composta por várias etapas produtivas inter-relacionadas. Os negócios do setor se iniciam com a matéria-prima (fibras têxteis naturais e sintéticas), sendo transformada em fios nas fábricas de fiação, de onde seguem para a

tecelagem (que fabrica os tecidos planos) ou para a malharia (tecidos de malha). Posteriormente, passam pelo acabamento (que confere ao produto conforto, durabilidade e propriedades específicas) e finalmente pela confecção (desenho, confecção de moldes, gradeamento, encaixe, corte e costura). O produto final de cada uma dessas fases é a matéria-prima da fase seguinte, no entanto, essas fases podem ser descontinuadas e cada uma delas representa um segmento industrial específico, com dinâmicas, e estruturas físicas diferentes (VALOR ECONÔMICO, 2006).

Na etapa final, os produtos podem tomar a forma de vestuário, de artigos para o lar (cama, mesa, banho, decoração e limpeza), ou para a indústria (filtros de algodão, componentes para o interior de automóveis, embalagens etc) (ABDI, 2008).

### *Usinas de produção de concreto*

Outra atividade da Tipologia C de grande ocorrência na bacia do rio das Velhas é a produção de concreto. O Concreto é formado pela mistura de cimento, água, agregados (areia e pedra) e, eventualmente, aditivos. O cimento e a água formam a pasta que une os agregados quando endurecida. A este conjunto denominamos concreto que, inicialmente encontra-se em estado plástico, permitindo ser moldado nas mais diversas formas, texturas e finalidades (ABESC, 2015).

O principal método de produção de concreto no Brasil é o Concreto Dosado em Central, realizado em Centrais Dosadoras de Concreto, onde o concreto é misturado por agitação em caminhão betoneira e transportado até o local de descarga, em tempo previamente determinado (antes do início de pega do concreto). Utilizadas em menor proporção, as Centrais Misturadoras de Concreto realizam a mistura do concreto na própria central, possibilitando o transporte do concreto em caminhões não dotados de agitação, como os basculantes, *dumpers*, guas, etc (ABNT, 2012).

Embora existam pequenas diferenças, o processo de produção de concreto em central dosadora segue um modelo geral, como verificado por Santos e Casali (2006) e Silva (2010). Para a produção de determinado tipo e volume de concreto, são pesados os agregados correspondentes e transportados por meio de sistema de correias até o caminhão betoneira. Simultaneamente, em balança exclusiva, é pesada a quantidade necessária de cimento e medidas, por meio de hidrômetros próprios, a quantidade de água e aditivo para o

abastecimento do caminhão betoneira que promoverá a mistura dos materiais. Após seu abastecimento, o caminhão betoneira segue para a entrega do concreto na obra (SANTOS e CASALI, 2006).

### *Fabricação de produtos saneantes*

A produção dos saneantes também está inclusa na ampla gama de processos da indústria química. Os saneantes são definidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA como aqueles destinados à higienização, desinfecção ou desinfestação domiciliar, em ambientes coletivos e/ou públicos, em lugares de uso comum e no tratamento da água. Neste tópico serão consideradas como produção de saneantes as seguintes atividades, conforme a DN 74/2004: C-04-11-1 Fabricação de sabões e detergentes, C-04-12-1 Fabricação de preparados para limpeza e polimento e C-04-13-8 Fabricação de produtos domissanitários, exclusive sabões e detergentes.

A produção se inicia a partir do recebimento, e verificação da qualidade dos insumos, através de amostragens e análises específicas para cada material. Para cada produto a ser obtido, as matérias-primas são previamente separadas e pesadas de acordo com as quantidades necessárias, e encaminhadas à produção. Os insumos estocados em tanques ou silos podem ser conduzidos ao setor produtivo por linhas de distribuição, dependendo do nível tecnológico da empresa. A etapa de produção, propriamente dita, pode variar em função da diversidade de produtos saneantes e das peculiaridades verificadas em seus processos produtivos (CETESB, 2000).

Uma vez finalizado, o lote produzido é amostrado e submetido a análises físico-químicas e microbiológicas (quando aplicável), e após atestada sua adequação, este é encaminhado para envase/embalagem. Nos casos em que o produto acabado não está de acordo com os padrões estabelecidos, o lote poderá ser reprocessado a fim de atender às exigências/padrão de qualidade, reaproveitado na fabricação de outros produtos ou descartado (CETESB, 2000).

Uma vez embalado, o produto é identificado por rótulo ou impressão e enviado ao armazenamento para aguardar a expedição (CETESB, 2000).

---

#### 5.1.4 Atividades Industriais - Indústria Alimentícia

Diante da grande abrangência de setores da indústria alimentícia, foram selecionados três grupos de atividades para descrição do processo produtivo. O critério foi a maior ocorrência dessas atividades dentre os empreendimentos do setor inseridos na bacia do rio das Velhas. Os grupos e suas respectivas atividades pertencentes à Tipologia D – Indústria Alimentícia, segundo a Deliberação Normativa nº 74/2004 (COPAM, 2004), são identificados abaixo:

- Abate de animais, nos códigos D-01-02-3 Abate de animais de pequeno porte (aves, coelhos, rãs, etc) e D-01-03-1 Abate de animais de médio e grande porte (suínos, ovinos, caprinos, bovinos, equinos, bubalinos, muares, etc);
- Produção de aguardente, referente ao código D-02-02-1 Fabricação de aguardente;
- Laticínios, referente ao código D-01-06-6 Preparação do leite e fabricação de produtos de laticínios.

##### *Abate de animais*

A indústria de abate de animais (bovinos, suínos, equinos, aves, entre outros), em Minas Gerais, ocupa uma posição de destaque no *ranking* nacional quanto à criação de rebanhos e à atividade de abate de bovinos, suínos e aves (FEAM, 2010). Abaixo será abordado de forma exemplificativa o processo de abate de bovinos.

No abate de bovinos, o gado é transportado em caminhões até os abatedouros ou frigoríficos. Após a recepção, os animais são inspecionados, selecionados, separados por lotes de acordo com a procedência, e permanecem em currais por um período de 24 a 48 horas sob dieta líquida (FEAM, 1996).

Dos currais, os animais são conduzidos para uma passagem cercada (conhecida por “seringa”) em direção ao abate mantendo a separação por lotes. Esta passagem vai afunilando-se até que os animais andem em fila única. Durante o percurso, os animais normalmente são lavados com jatos de água clorada (CETESB, 2006a).

Chegando ao local do abate, os animais entram em um “*box*” estreito para o atordoamento. Após esta operação, o animal é içado pela pata traseira e encaminhado ao setor de sangria, onde o sangue é coletado em calhas e direcionado para armazenamento em tanques, gerando

de 15 a 20 litros por animal, e simultaneamente são serrados os chifres, quando existentes (CETESB, 2006a; FEAM, 1996).

Em seguida, os animais são submetidos a uma sequência de operações, entre as quais se destacam: remoção do couro, decapitação e remoção das vísceras vermelhas (coração, fígado, pulmões, rins) e brancas (bucho e tripas) (CAMPOS, 1993).

Após essas operações, as carcaças são divididas em dianteiro e traseiro, inspecionadas e encaminhadas às câmaras frigoríficas ou à desossa ou, ainda, diretamente à comercialização (FEAM, 1996).

### *Produção de aguardente*

A produção de aguardente ou cachaça ocorre nas chamadas destilarias de cachaça. Em Minas Gerais é predominante a fabricação artesanal, a chamada cachaça de alambique (FEAM, 2013). A primeira etapa do processo de fabricação ocorre com a recepção, limpeza e armazenamento da cana. A extração do caldo da cana-de-açúcar é realizada em equipamento denominado moenda e rende entre 600 a 700 litros de garapa por tonelada de cana (LOPES, 2007; FEAM, 2013).

Após a moagem, ocorre a peneiragem em telas finas de aço inox, náilon ou plástico resistente e em seguida é encaminhado a um decantador, usado para separar partículas leves (espuma, bagacilhos, fuligens e outros) e pesadas (terra e outros) (SORATTO *et al.*, 2007; LOPES, 2007).

O caldo é então concentrado através de tachos para evaporação de água do caldo (evaporadores), obtém-se o mosto, que é nada mais que o caldo de cana, com as características consideradas adequadas para a boa fermentação (SORATTO *et al.*, 2007).

O mosto é transferido para tanques apropriados, chamados dornas de fermentação, onde há a necessidade da adição de uma população inicial de leveduras (inóculo) denominada pé-de-cuba (SOUZA *et al.*, 2013). A fermentação do caldo de cana é primordialmente alcoólica, sendo considerado ideal o período de 14 a 18 horas (MAIA e CAMPELO, 2005; LOPES, 2007).

O vinho, formado após a fermentação, é então levado à destilação que consiste em aquecer um líquido até a fervura, gerando vapores que, ao serem recondensados, constituirão um novo

líquido, com teores alcoólicos cinco a seis vezes mais altos que o líquido original (MAIA e CAMPELO, 2005).

Durante a destilação, a fração denominada “cabeça” é recolhida nos primeiros minutos. Em seguida tem-se a fração “coração”, recolhida por um tempo aproximado de 2 horas, que caracteriza a cachaça propriamente dita. Após esse período tem-se a fração “cauda”, seguida do ponto final da destilação, que é determinado quando o teor alcoólico do destilado atinge o limite de 14% (v/v). Após o ponto final de destilação, o restante do volume é considerado vinhoto, assim como as frações “cabeça” e “cauda”, por apresentarem compostos indesejáveis, que depreciam a qualidade final do produto (SOUZA *et al.*, 2013).

A cachaça obtida é destinada para o envelhecimento e subsequente padronização do teor alcoólico desejado, de acordo com a legislação (SOUZA *et al.*, 2013). Em seguida é submetida a uma adequada filtração antes de seu envase e comercialização, para retenção de partículas remanescentes no destilado (LOPES, 2007). Finalmente, realiza-se o envase e rotulagem da cachaça (SORATTO *et al.*, 2007).

### *Laticínios*

O setor lácteo é caracterizado pela diversidade de produtos e de linhas de produção. As indústrias de laticínios englobam grande número de operações e atividades que variam em função dos produtos a serem obtidos (CETESB, 2006b).

As atividades de um laticínio têm início com a recepção do leite, que deve ser transportado em caminhões isotérmicos ou vasilhames adequados, mantendo-se a temperatura entre 7 °C a 10 °C (MAPA, 2002). Ao chegar à plataforma de recepção do laticínio, são coletadas amostras de leite para análises de acidez, densidade, teor de gordura, proteínas, cor, odor, textura, temperatura, entre outras. O leite é então filtrado e acondicionado em tanques, mantido refrigerado (4 °C a 5 °C) até sua utilização (CETESB, 2006b).

Se o objetivo do laticínio, além do leite pasteurizado integral, for a produção de outros produtos derivados do leite, antes da pasteurização, o leite armazenado passará pelo processo de padronização, que consiste na uniformização da composição química do leite, a qual atenda aos requisitos básicos para elaboração de diversos produtos lácteos, principalmente quanto ao teor de gordura.

Nesse caso, o leite é bombeado para a desnatadeira, onde é obtido em uma saída, o leite desnatado e, na outra, o creme (gordura) e segue para o processo de pasteurização (SILVA *et al.*, 2012). Entende-se por pasteurização, o emprego conveniente do calor, com o fim de destruir totalmente a flora microbiana patogênica sem alteração sensível da constituição física e do equilíbrio do leite, sem prejuízos dos seus elementos bioquímicos, assim como de suas propriedades organolépticas normais (BRASIL, 1952). Após a pasteurização, o leite deve ser resfriado imediatamente a uma temperatura igual ou inferior a 4 °C (FEAM, 2014).

A partir dessa etapa, o produto pode ser encaminhado diretamente a etapa de envase de leite fluido, com a distribuição e comercialização sendo realizada sob refrigeração, ou ser encaminhado a um processo de esterilização, para obtenção do leite tipo UHT (*Ultra High Temperature*) (FEAM, 2014).

O leite UHT é obtido pelo processo de esterilização, onde o leite é submetido a uma temperatura entre 130 a 150 °C, durante 2 a 4 segundos, mediante processo térmico de fluxo contínuo. Em seguida deve ser imediatamente resfriado a uma temperatura inferior a 32 °C, e envasado sob condições assépticas em embalagens estéreis e hermeticamente fechadas (SILVA *et al.*, 2012). Após esse processo o leite pode ser comercializado sem a necessidade de refrigeração.

A elaboração dos diferentes produtos lácteos pode ter início logo após os processos de padronização e pasteurização, ou seguir processos produtivos mais específicos. O leite destinado à elaboração desses produtos é encaminhado para as etapas produtivas posteriores, as quais variam em função dos produtos a serem obtidos (CETESB, 2006b).

## **5.2 Geração e caracterização dos efluentes das Tipologias A, B, C e D**

Em função da ampla gama de problemas ambientais existentes, decorrentes das tipologias estudadas, este tópico aborda somente os aspectos relacionados às emissões líquidas. Serão identificados os principais pontos de geração e apresentada uma breve caracterização dos efluentes das atividades, previamente caracterizadas, das Tipologias A, B, C e D.

Cabe ressaltar que os efluentes líquidos gerados durante os processos produtivos das distintas áreas industriais ou minerárias, em diversas operações, podem variar em função de diferentes aspectos, como os tipos de equipamentos e tecnologias em uso, *layout* da planta e de



equipamentos, procedimentos operacionais, tipo de processo adotado, insumos utilizados, entre outros.

### 5.2.1 Atividades Minerárias

#### *Lavra de mina*

Os efluentes líquidos da etapa de lavra são basicamente os provenientes da drenagem das águas pluviais do interior da cava, caracterizados por elevadas concentrações de sólidos, metais pesados e pH característico dos metais da mina (BROOKS, 1976). Esses efluentes, geralmente, são direcionados para bacias de contenção de finos ou para barragens de rejeitos.

Quando a jazida explorada apresenta minerais sulfetados, ou em lavras de carvão, tem-se a chamada drenagem ácida, formada pela oxidação desses minerais (sendo o mais comum a pirita -  $FeS_2$ ). A drenagem ácida pode se formar tanto no interior da cava quanto em sistemas de deposição de estéril ou rejeito (CAMPANER e LUIZ-SILVA, 2009).

Essas águas, ditas ácidas, têm alta concentração de metais pesados, decorrentes da lixiviação do material explorado, sendo os mais comuns: alumínio, ferro, manganês, cobre, níquel, chumbo, zinco, mercúrio, além de ânions como, sulfato, fosfato, arseniato, telurato, fluoreto, molibdato, cianeto (RUBIO e TESSELE, 2004). Como exemplo das características típicas da drenagem ácida de mina, na Tabela 5.1 são apresentados alguns dados referentes a uma mina de carvão do município de Figueira, PR.

**Tabela 5.1 – Caracterização de águas de drenagem ácida de uma mina de carvão do município de Figueira – PR.**  
Fonte: CAMPANER e LUIZ-SILVA, 2009.

| Parâmetros                            | Valores |
|---------------------------------------|---------|
| pH                                    | 3,2     |
| Potencial de óxido-redução (mV)       | 625,0   |
| Condutividade elétrica ( $\mu S/cm$ ) | 4850,0  |
| Alumínio (mg/l)                       | 83,0    |
| Ferro (mg/l)                          | 473,0   |
| Manganês (mg/l)                       | 11,8    |
| Sulfato (mg/l)                        | 2969,0  |

#### *Beneficiamento de minerais*

Os efluentes líquidos gerados na etapa de beneficiamento de minerais contêm, na maioria dos casos, elevadas concentrações de sólidos em suspensão, metais pesados, pH característico dos

metais da mina, toxicidade, ânions, resíduos orgânicos (espumantes, surfactantes, óleos), além de uma variada gama de reagentes utilizados nos processos de tratamento (BROOKS, 1976; RUBIO e TESSELE, 2004).

Como exemplo da caracterização do efluente de beneficiamento de minérios, são apresentados na Tabela 5.2, alguns parâmetros e íons presentes em efluentes gerados pelo método de flotação de minérios, em três diferentes circuitos de produção.

**Tabela 5.2 - Características das águas residuais de circuitos de flotação, bem como, propriedades químicas e físico-químicas.** Fonte: RUBIO e TESSELE, 2004.

| Parâmetros                           | Sulfetos metálicos | Não metálicos | Óxidos/silicatos |
|--------------------------------------|--------------------|---------------|------------------|
| Pb <sup>+2</sup> (mg/l)              | 0,01 - 560         | 0,02 - 0,01   | 0,05 - 5,0       |
| Mn <sup>+2</sup> (mg/l)              | 0,007 - 570        | 0,2 - 49      | 0,007 - 330      |
| Zn <sup>+2</sup> (mg/l)              | 0,02 - 3000        | -             | 0,02 - 20        |
| PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> (mg/l) | 20                 | 2 - 200       | 0,8              |
| SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (mg/l) | 5 - 2500           | 9 - 10000     | 5 - 5000         |
| CN <sup>-</sup> (mg/l)               | 0,01 - 0,45        | -             | <0,02            |
| Condutividade (μΩ)                   | 175 - 675          | 650 - 17000   | 130 - 550        |
| Sólidos Dissolvidos Totais (mg/l)    | 120 - 4.300        | 190 - 18.500  | 1 - 1100         |
| Sólidos Suspensos Totais (mg/l)      | 2 - 550.000        | 4 - 360.000   | 0,4 - 1900       |
| DQO (mg O <sub>2</sub> /l)           | 15 - 240           | 2 - 40        | 0,2 - 36         |
| Carbono Orgânico Total (mg/l)        | 8 - 290            | 9 - 3100      | -                |
| Óleos e Graxas (mg/l)                | 2 - 11             | 1 - 100       | 0,03 - 90        |
| pH                                   | 8 - 11             | 5 - 11        | 5 - 11           |

Para o tratamento dos efluentes desse processo, destacam-se a bacia de decantação, coagulação, floculação, carvão ativado, processo de biossorção de íons, flotações. (LOGICAMBIENTAL, 2016). Outro tipo de efluente gerado por atividades minerárias são os oleosos, provenientes de unidades secundárias como oficinas de manutenção e lavagem de veículos e postos de abastecimento, geralmente destinados à Caixa Separadora de Água e Óleo - CSAO.

## 5.2.2 Atividades Industriais - Indústria Metalúrgica e Outras

### *Indústria metalúrgica*

De modo geral, o desenvolvimento das atividades do ramo da metalurgia podem envolver a utilização dos processos de fundição, conformação mecânica, usinagem e outros processos, dependendo do produto final desejado.

Como consequência de seus processos, são geradas significativas quantidades de efluentes líquidos com uma ampla variedade de substâncias, entre elas estão os sólidos em suspensão, fenóis, cianetos, amônia, fluoretos, óleos e graxas, ácido sulfúrico, sulfato de ferro e metais pesados (PEREIRA, 2004).

Na etapa de fundição, os efluentes líquidos apresentam características predominantemente inorgânicas (metais pesados, solventes orgânicos, substâncias químicas, etc), com exceção dos efluentes dos sistemas de resfriamento ou aquecimento, e do sistema de lavagem de particulados do sistema de exaustão (FIEMG, 2016).

Já nos processos de conformação mecânica e laminação a água é utilizada predominantemente para resfriamento das máquinas, o que faz com que adquira contaminações físico-químicas e ganho de temperatura. Toda água de contato desses processos é direcionada para o tanque de carepa, onde o efluente é caracterizado pela presença de pó de laminação, “carepa”, dentre outros. Alguns parâmetros desse efluente, verificado por Santos (2014) são sólidos suspensos de 1.300 mg/l e óleos e graxas de 8 mg/l. Os processos de conformação mecânica e laminação são realizados, em sua maioria, em circuitos fechados, permitindo o tratamento e recirculação do efluente gerado (SANTOS, 2014).

Na usinagem, são utilizados os fluidos de corte, que são um dos principais agentes poluidores presente no efluente líquido proveniente deste processo. Entre os contaminantes incluem-se metais, tais como boro, cromo, ferro e zinco, além de uma variedade de outros compostos, como ácido sulfúrico, ácido clorídrico, hidróxido de potássio, óleos, refrigerantes sintéticos e surfactantes, inibidores de corrosão e biocidas, entre outros (MONTEIRO, 2006).

Diante da grande variação na composição dos efluentes de acordo com o tipo de processo e materiais utilizados, diversos mecanismos de tratamento de efluentes podem ser utilizados. Como exemplo, cita-se uma estação de tratamento de efluentes industriais de uma indústria metalúrgica de São Bernardo do Campo, SP, para efluentes provenientes das etapas de pintura, fosfatização e torres de resfriamento. A estação é composta por gradeamento, caixa de areia, separador de óleo, floculação, caixas de decantação e posterior ultrafiltração. É importante enfatizar que geralmente neste tipo de tratamento tem-se elevada geração de lodo, sendo necessário efetuar limpeza frequente do sistema e procedimento adequado para disposição deste resíduo (PEDROSO, 2009).

Em uma planta siderúrgica integrada, as etapas responsáveis por maior geração de efluentes líquidos são a coqueria (amônia, benzeno, tolueno, fenol, cianetos e xileno), alto forno e aciaria (através da lavagem dos gases), e processos de tratamento superficial do aço, como lingotamento (óleo) e laminação (óleo e ácidos) (CARVALHO *et al.*, 2015). Segundo dados do Instituto Aço Brasil (2014), o volume de efluentes industriais lançados, pelas empresas siderúrgicas associadas ao Instituto, totalizou em 2011 - 74,72 milhões m<sup>3</sup>, em 2012 - 73,26 milhões m<sup>3</sup> e em 2013 - 85,55 milhões m<sup>3</sup>. Alguns processos de tratamento muito empregado nessas indústrias são a decantação ou bacias de sedimentação, processos de adensamento e filtragem à vácuo, visando a remoção da grande quantidade de sólidos (SANTOS, 2013).

### 5.2.3 Atividades Industriais - Indústria Química

#### Indústria têxtil

A indústria têxtil é uma das maiores geradoras de efluentes líquidos, dentre diversas tipologias industriais, com consumo estimado de 150 litros de água para produção de um quilo de tecido, sendo 88% desse volume descartado como efluente líquido e os 12% restantes sendo perdido por evaporação (TORQUETTI, 1998). Além disso, os efluentes líquidos configuram como o principal aspecto ambiental do setor. Na composição desse efluente, é comum a presença de uma série de produtos químicos, largamente utilizados na indústria têxtil. Geralmente, os poluentes resultantes dos processos são orgânicos e solúveis (SOARES, 2003). No Quadro 5.1 são apresentadas as principais etapas da indústria têxtil geradoras de efluentes, e as principais características destes.

| Etapas do processo | Características do efluente                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mercerização       | Efluente alcalino, com elevada concentração de sólidos dissolvidos, baixa DBO e presença de óleos, graxas e fibras/fibrilas.                                                                                                                                                                                                       |
| Purga              | Efluente cáustico, com pH entre 10 e 13 e altas temperaturas (85 °C). Apresenta sais dissolvidos, sólidos em suspensão e óleos e graxas, podendo conter agentes antiestáticos e lubrificantes. Representa 30% da DBO total dos efluentes têxteis.                                                                                  |
| Alvejamento        | Efluente fortemente alcalino, com presença de hipocloritos e cloritos, baixas concentrações de DBO, e elevadas concentrações de sólidos totais. Dependendo do método empregado pode conter peróxido de hidrogênio, sólidos dissolvidos inorgânicos (silicato de sódio, hidróxido de sódio e fosfato de sódio) e orgânicos (agentes |

| Etapas do processo   | Características do efluente                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      | surfactantes).                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Tingimento           | Efluente com forte coloração, com corantes/pigmentos dispersos de difícil remoção, além de sais e umectantes. Apresenta baixa DBO, elevado teor de sólidos e elevadas concentrações de sais (cloretos e sulfatos de sódio) que variam entre 2.000 a 3.000 mg/L. |
| Estampagem           | Efluente com altas concentrações de DBO e sólidos. Constituídos, basicamente, de resíduos de pigmentos, querosene, ligantes, ureia e outros.                                                                                                                    |
| Acabamento Terciário | Efluente com baixas concentrações de DBO (equivalente a 20-30% da carga total), e sólidos suspensos da ordem de 60-85% da carga total.                                                                                                                          |

**Quadro 5.1 – Caracterização dos efluentes têxteis conforme etapa do processo em que são gerados.** Fonte: SOARES, 2003.

Cabe ressaltar, que a constituição do efluente depende do processo e dos equipamentos utilizados. Em seu estudo, Leão e colaboradores (2002), verificaram para alguns parâmetros, os intervalos de concentração que geralmente são encontrados em efluentes têxteis, como sólidos totais entre 1.000 a 1.600 mg/l, DBO entre 200 a 600 mg O<sub>2</sub>/l, alcalinidade total entre 300 a 900 mg/l e sólidos em suspensão entre 30 a 50 mg/l. Outras concentrações e também outros parâmetros foram citados por Soares (2003), para efluente geral da indústria têxtil, conforme apresentado na Tabela 5.3.

**Tabela 5.3 - Caracterização dos efluentes das indústrias têxteis/malhas (valores médios).**

| Parâmetros                   | LEÃO <i>et al.</i> , 1999 | USEPA, 1978 |
|------------------------------|---------------------------|-------------|
| DBO (mg O <sub>2</sub> /l)   | 196                       | 350         |
| Sólidos totais (mg/l)        | 3.400                     | -           |
| Sólidos sedimentáveis (mg/l) | 77                        | 300         |
| DQO (mg O <sub>2</sub> /l)   | 942                       | 1.000       |
| Óleos e graxas (mg/l)        | 65                        | 53          |
| Fenóis (mg/l)                | 0,053                     | 0,24        |
| Sulfetos (mg/L)              | 0,005                     | 0,2         |
| pH                           | 10,2                      | 8           |
| Temperatura (°C)             | 44,7                      | -           |
| Nitrogênio amoniacal (mg/l)  | 15                        | -           |
| Fósforo (mg/l)               | 1,8                       | -           |
| Cloretos (mg/l)              | 1.106                     | -           |
| Cromo (mg/l)                 | 0,07                      | 0,05        |
| Cobre (mg/l)                 | 0,16                      | -           |
| Zinco (mg/l)                 | 0,33                      | -           |
| Vazão (m <sup>3</sup> /h)    | 1 a 71                    | -           |

Os efluentes gerados geralmente são tratados por processos físico-químicos e biológicos convencionais. Dentre os processos mais utilizados tem-se o gradeamento, tanque de decantação, tanque de equalização, filtros, coagulação química e lodos ativados. Entretanto, estes processos apresentam elevada produção de lodo e necessitam de grandes áreas para sua implantação (HASSEMER e SENS, 2002).

#### *Usinas de produção de concreto*

As águas residuárias de usina de concreto são provenientes, principalmente, da lavagem dos caminhões betoneira, durante a produção e após as entregas (remoção do lastro e sobras); da lavagem de pátio e da umectação dos agregados. Essas águas apresentam elevado pH (entre 11 e 12), altas concentrações de hidróxidos e carbonatos provenientes do cimento, além de turbidez elevada (entre 200 UNT e 700 UNT) e presença de materiais suspensos. A presença de grandes concentrações, principalmente, de carbonatos faz com que a água tenha elevada dureza e alcalinidade, o que pode afetar as instalações e equipamentos. Vale observar, que os resultados de alguns parâmetros apresentam variabilidade, uma vez que dependem do volume e do teor de cimento do lastro de concreto, impregnado no balão do caminhão betoneira (DE PAULA, 2014a). De acordo com estudos realizados por De Paula e colaboradores (2014a, 2014b), a composição básica do efluente bruto das usinas de concreto é apresentada na Tabela 5.4.

**Tabela 5.4 – Caracterização da água residuária de usinas de concreto.** Fonte: DE PAULA, 2014a; 2014b.

| Parâmetros                             | DE PAULA, 2014 | DE PAULA <i>et al.</i> , 2014 |
|----------------------------------------|----------------|-------------------------------|
| pH                                     | 12,0           | 12,5                          |
| Dureza (mg/l CaCO <sub>3</sub> )       | 850,0          | 1200,0                        |
| Cloreto (mg/l)                         | 170,0          | 170,0                         |
| Alumínio (mg/l)                        | 0,4            | -                             |
| Ferro (mg/l)                           | 1,0            | 0,11                          |
| Alcalinidade (mg/l CaCO <sub>3</sub> ) | 750,0          | 1000,0                        |
| Turbidez (UNT)                         | 84,5           | 132,0                         |
| Cloro residual (mg/l)                  | 0,1            | -                             |

Geralmente, os processos utilizados para tratamento desses efluentes incluem decantadores ou bacias de decantação visando a remoção da elevada concentração de sólidos, podendo haver a recirculação do efluente após esta etapa (SHARMA *et al.*, 2012).

#### *Fabricação de produtos saneantes*

Os efluentes da indústria de produtos saneantes provem das águas de lavagens dos tanques e misturadores de produção, baldes, containers, pallets, bombonas, recipientes utilizados na separação de matérias-primas e da lavagem do próprio piso da fábrica, onde ocorrem derramamentos de produtos (CETESB, 2000; PERES, 2005).

Em relação à composição destes efluentes, embora varie em função do tipo de produto elaborado, é apresentada na Tabela 5.5 uma caracterização baseada na geração de efluentes de uma empresa de produtos saneantes de Porto Alegre, MG. A empresa gera em média 8 m<sup>3</sup>/dia de efluentes líquidos, referente à produção de produtos em pó (lavagem de roupas e equipamentos), limpadores (limpeza em geral), detergentes neutros e líquidos (lavagem de roupas em geral), removedores (de manchas de roupas) e alcalino clorados (lavagem de superfícies de inox e louças (CETESB, 2000; PERES, 2005).

**Tabela 5.5 – Caracterização das águas de lavagens dos principais produtos comercializados (1 a 6) e do efluente geral de uma empresa de saneantes (7).** Fonte: PERES, 2005.

| Parâmetros                      | (1)    | (2)    | (3)    | (4)    | (5)   | (6)   | (7)   |
|---------------------------------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| pH                              | 11,55  | 9,47   | 7,71   | 6,85   | 6,78  | 12,02 | 11,3  |
| DBO (mg O <sub>2</sub> /l)      | 1.880  | 11.152 | 3.876  | 9.940  | 850,0 | 470,0 | -     |
| DQO (mg O <sub>2</sub> /l)      | 5.357  | 31.786 | 11.048 | 28.330 | 2.429 | 1.400 | 4.276 |
| Fósforo (mg/l)                  | 3,15   | 10,92  | 0,08   | 0,56   | 0,05  | 0,28  | 65,6  |
| Nitrogênio (mg/l)               | 103,5  | 15,6   | 32,3   | 14,1   | 13,0  | 49,0  | 53,0  |
| Óleos e graxas (mg/l)           | 32,4   | 37,6   | <10,0  | 21,4   | <10,0 | 28,0  | 34,4  |
| Surfactantes (mg/l)             | 123,98 | 329,4  | 263,52 | 291,6  | 1,94  | 1,29  | 4.209 |
| Sólidos suspensos totais (mg/l) | 32,0   | 128,0  | 42,0   | 10,0   | 6,0   | 44,0  | 237,6 |
| Sólidos sedimentáveis (mg/l)    | <0,1   | <0,1   | <0,1   | <0,1   | <0,1  | <0,1  | 0,5   |

(1) Produtos em pó; (2) Limpadores; (3) Detergentes neutros; (4) Detergentes líquidos; (5) Removedores, (6) Alcalino clorados e (7) Efluente geral da empresa equalizado (média de 5 dias).

Na composição desses efluentes podem conter subprodutos dos compostos utilizados como insumos, como carbonato, tripolifosfato e metassilicato de sódio, essências, corantes, alcalinizantes, espessantes, soda cáustica, umectante, branqueadores ópticos, tensoativos aniônicos e não iônicos, solventes e hipoclorito de sódio (PERES, 2005).

Dentre as diversas opções de tratamento para este tipo de efluente, cita-se como exemplo o processo utilizado por Kanu e Achi (2011), composto por flotação por ar dissolvido, coagulação química seguida por tratamento biológico do tipo lodos ativados.

## 5.2.4 Atividades Industriais - Indústria Alimentícia

### Abate de animais

As emissões mais significativas associadas às atividades de abate de animais são os efluentes líquidos com altas cargas orgânicas. Esses efluentes são gerados nas seguintes operações (FEAM, 2010):

- limpeza de currais, pocilgas e caminhões utilizados no transporte dos animais;
- lavagem dos animais;
- águas de lavagens, utilizadas nas operações de evisceração, desossa e processamento de vísceras;
- transbordamento de tanque de escaldagem de aves e suínos, do tanque de pré-resfriamento de aves e drenagem desses no fim do período de processamento, gotejamento do excesso de água das aves, transporte hídrico de vísceras;
- limpeza e higienização de instalações e equipamentos, em que se empregam, às vezes, soluções de hipoclorito ou de outros desinfetantes. Essas operações arrastam restos de carne, gorduras, sangue, partículas de ossos, penas e sólidos.

Os efluentes líquidos gerados pela indústria de abate, em geral, apresentam elevadas concentrações de DBO, DQO, sólidos, óleos e graxas e nitrogênio orgânico, conforme apresentado na Tabela 5.6 (CAMPOS, 1993). Segundo Von Sperling (2005), a vazão média de efluentes pode variar de 0,5 a 3 m<sup>3</sup>/(1 boi ou 2,5 porcos).

**Tabela 5.6 - Parâmetros do efluente bruto da atividade de abate.** Fonte: PINTO *et al.*, 2015(aves); CAMPOS, 1993 (suínos e bovinos).

| Parâmetros                   | Aves           | Suínos        | Bovinos       |
|------------------------------|----------------|---------------|---------------|
| pH                           | -              | 6,5 – 8       | 6,7 – 9       |
| DQO (mg O <sub>2</sub> /l)   | 1.400 – 11.118 | 1.500 – 3.000 | 2.000 – 8.000 |
| DBO (mg O <sub>2</sub> /l)   | 710 – 4.633    | 1.100 – 2.800 | 1.100 – 5.000 |
| Óleos e graxas (mg/l)        | 50 – 897       | 700 – 2.900   | 600 – 7.000   |
| Sólidos Sedimentáveis (mg/l) | -              | 5 – 15        | 6 – 80        |

De acordo com estudo realizado pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB (2006), os tratamentos de efluentes de abatedouros mais comuns apresentam equipamentos como grades, peneiras, caixas de gordura e/ou flotores, sedimentadores ou peneiras para remoção de sólidos menores, tanque de equalização e lagoas de estabilização, principalmente as anaeróbicas. Esta última substituída muitas vezes por processos anaeróbios



de contato, filtros anaeróbios e digestores anaeróbios de fluxo ascendente. O tratamento também pode se dar por processos aeróbios, podendo ser empregados filtros biológicos, biodiscos ou lodos ativados. Por fim, ressalta que outros recursos de tratamento podem ser utilizados para esse tipo de efluente, como o tratamento anaeróbio seguido de aeróbio, nitrificação-desnitrificação, filtros e outros sistemas biológicos.

### Setor Sucroalcooleiro

Na produção de aguardente de cana são gerados diversos efluentes como água de lavagens das instalações e recipientes, a “cabeça”, “cauda” e o vinhoto (ou vinhaça) da destilação do vinho, descartes de fermentações e pé de cuba que não deram certo, águas de resfriamento do condensador, águas de lavagem de vasilhames e efluentes de filtros de retenção de cobre (OLIVEIRA *et al.*, 2005).

O vinhoto, principal efluente do processo, é gerado em uma proporção de 6 a 8 litros para cada litro de cachaça produzida, apresentando elevadas concentrações de material orgânico e sólidos em suspensão, pH baixo e alto teor de nutrientes N, P e K e elevadas temperaturas, que conferem a esse efluente um caráter altamente poluidor (VAN HAANDEL, 2000; OLIVEIRA *et al.*, 2005; FEAM, 2013).

Na Tabela 5.7, são apresentadas algumas características médias de vinhaça provenientes da produção de álcool de 28 usinas do estado de São Paulo (JUSTI, 2012), três fábricas de cachaça localizadas na Zona da Mata em Minas Gerais (duas provenientes de colunas de destilação e uma originada em alambique de cobre) (FEAM, 2013), além de valores obtidos na Usina Salgado de álcool e açúcar sediada em Ipojuca, PE (LYRA *et al.*, 2003).

**Tabela 5.7 – Caracterização físico-química da vinhaça.** Fonte: JUSTI, 2012; FEAM, 2013; LYRA *et al.*, 2003.

| Parâmetros                        | (1)      | (2)      | (3)      | (4)      | (5)      |
|-----------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| pH                                | 3,69     | 3,26     | 3,64     | 4,15     | 4,5      |
| DQO (mg O <sub>2</sub> /l)        | 58.906,0 | 36.096,0 | 67.680,0 | 28.450,0 | 21.450,0 |
| DBO (mg O <sub>2</sub> /l)        | 9.473,0  | 11.400,0 | 26.943,0 | 16.950,0 | 10.000,0 |
| Potássio (mg/l)                   | 520,0    | 380,0    | 610,0    | 2.034,0  | 3.100,0  |
| Sólidos dissolvidos totais (mg/l) | -        | -        | -        | 18.420,0 | 7.940,0  |
| Nitrogênio (mg/l)                 | -        | -        | -        | 356,6    | 410,0    |
| Fósforo (mg/l)                    | -        | -        | -        | 60,4     | 160,0    |
| Cálcio (mg/l)                     | -        | -        | -        | 515,2    | 640,0    |
| Magnésio (mg/l)                   | -        | -        | -        | 225,6    | 340,0    |

| Parâmetros   | (1) | (2) | (3) | (4)  | (5)   |
|--------------|-----|-----|-----|------|-------|
| Sódio (mg/l) | -   | -   | -   | 51,5 | 350,0 |

(1) Fábrica de cachaça de MG – Coluna 1; (2) Fábrica de cachaça de MG – Coluna 2; (3) Fábrica de cachaça de MG – Alambique de cobre; (4) Média de 28 usinas de SP; (5) Usina Salgado de álcool e açúcar de PE.

Segundo Van Haandel (2000) os processos de tratamento desse efluente devem conter açudes e/ou tanques de equalização, para diminuição da temperatura e redução da concentração de sólidos em suspensão, além de tratamento anaeróbico, como filtros anaeróbios e reatores UASB.

### Laticínios

Os efluentes das indústrias de laticínio são caracterizados pela presença de sólidos suspensos, óleos e graxas, detergentes, odor proveniente da degradação da caseína (proteína constituinte do leite) e, principalmente, elevada carga orgânica (FEAM, 2015b; MACHADO *et al.*, 2002). Além disso, merece atenção a quantidade de efluente gerado, podendo variar de um a seis litros de despejo por litro de leite produzido (CETESB, 2006b). Segundo a CETESB (2006b), os principais efluentes nas indústrias de laticínios são:

- Líquidos proveniente da lavagem e limpeza de caminhões, latões, tanques e equipamentos envolvidos na produção;
- Derramamentos, vazamentos, falhas operacionais em equipamentos e transbordamento de tanques;
- Perdas durante o processo produtivo, ou de leite e outras matérias primas não aproveitadas nos processos industriais;
- Descargas de misturas de sólidos de leite e água devido ao início e interrupção de funcionamento de pasteurizadores, trocadores de calor, separadores e evaporadores;
- Descarte de soro, leitelho, leite ácido e finos oriundos da produção de queijos;
- Gordura, sólidos de leite utilizados em clarificadores, filtros e grelhas, restos ou pedaços de produtos finais;
- Detergentes e desinfetantes utilizados nas operações de lavagem e limpeza de pisos e equipamentos;
- Lubrificantes empregados na manutenção de equipamentos;
- Açúcar, pedaços de frutas, essências e condimentos (em caso de produção de produtos lácteos específicos).

As perdas de leite e soro bruto são as responsáveis pelas contribuições mais significativas em termos de carga poluidora. Segundo CETESB (2006), a DBO de um litro de soro varia entre 30.000 e 60.000 mg O<sub>2</sub>/l, e de um litro de leite integral apresenta, em média, DBO de 110.000 mg O<sub>2</sub>/l e DQO de 210.000 mg O<sub>2</sub>/l. A Tabela 5.8 apresenta as concentrações típicas dos principais componentes dos efluentes líquidos industriais de laticínios.

Tabela 5.8 – Caracterização dos efluentes líquidos das indústrias de laticínios.

| Parâmetros                      | MACHADO <i>et al.</i> 2002 | CETESB, 2006b |
|---------------------------------|----------------------------|---------------|
| Sólidos totais (mg/l)           | 135 – 8.500                | -             |
| Sólidos suspensos totais (mg/l) | 24 – 4.500                 | 135 – 8500    |
| DQO (mg O <sub>2</sub> /l)      | 80 – 95.000                | 500 – 4500    |
| DBO (mg O <sub>2</sub> /l)      | 40 – 48.000                | 450 – 4790    |
| Proteína (mg/l)                 | -                          | 210 – 560     |
| Gordura (mg/l)                  | 35 – 500                   | 35 – 500      |
| Carboidrato (mg/l)              | 250 – 930                  | 252 – 931     |
| Amônia (mg/l)                   | -                          | 10 – 100      |
| Nitrogênio (mg/l)               | 1 – 180                    | 15 – 180      |
| Fósforo (mg/l)                  | 9 – 210                    | 20 – 250      |
| Sódio (mg/l)                    | 60 – 810                   | 60 – 807      |
| Cloretos (mg/l)                 | 48 – 1.930                 | 48 – 469      |
| Cálcio (mg/l)                   | 55 – 115                   | 57 – 112      |
| Magnésio (mg/l)                 | -                          | 22 – 49       |
| Potássio (mg/l)                 | 10 – 160                   | 11 – 160      |
| pH                              | 4,4 – 9,4                  | 5,3 – 9,4     |
| Temperatura (°C)                | 18 – 55                    | 12 – 40       |

Segundo o Projeto Minas Ambiente – Setor Laticínios, os principais sistemas de tratamento biológico empregados para o tratamento de efluentes de laticínios são, nessa ordem, lodos ativados, lagoas de estabilização, sistemas com biofilmes, reatores anaeróbios e sistemas de disposição no solo (FEAM, 2015a; FEAM, 2014; MACHADO *et al.*, 2002).

### 5.3 Programa de automonitoramento de efluentes industriais

O automonitoramento de efluentes é um instrumento de controle e gestão de efluentes, definido pela Deliberação Normativa COPAM nº 165/2011 (COPAM, 2011), em Minas Gerais, como o conjunto de medições sistemáticas, periódicas ou contínuas, de parâmetros inerentes às emissões de fonte efetiva ou potencialmente poluidora, bem como de parâmetros inerentes aos componentes ambientais receptores dessas emissões (ar, água ou solo), conforme

diretrizes definidas pelo órgão ambiental quando da concessão de Licença de Operação (LO) ou da Autorização Ambiental de Funcionamento (AAF) ou da revalidação destes instrumentos.

No âmbito federal, o artigo 24 da Resolução CONAMA nº 430/2011 (CONAMA, 2011) determina que deverão realizar o automonitoramento os responsáveis pelas fontes poluidoras dos recursos hídricos. Em Minas Gerais, a aplicação desse instrumento ocorre através das condicionantes das licenças ambientais, dentro do processo de licenciamento ambiental, desde 1980 quando da instituição da Lei Estadual 7.772 (MINAS GERAIS, 1980), lei esta que sofreu alterações e complementações por outras normativas ao longo do tempo.

Um dos principais objetivos do automonitoramento é o atendimento aos padrões de lançamento de efluentes, a princípio determinados pela Deliberação Normativa COPAM nº 10/1986 e Resolução CONAMA nº 20/1986 (CONAMA, 1986). Essas normativas foram posteriormente revogadas, a nível estadual, pela Deliberação Normativa COPAM/CERH nº 01/2008 (COPAM, 2008) e, a nível federal, pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (CONAMA, 2005) complementada e alterada pela Resolução CONAMA nº 430/2011 (CONAMA, 2011).

Quando exigido como condicionante de uma licença ambiental, os parâmetros, frequências de análise, metodologias de coleta e prazos de protocolo são determinados pelo órgão ambiental licenciador, que poderá estabelecer critérios e procedimentos para a execução e avaliação das atividades propostas. Estabelecido o programa de automonitoramento, este é realizado pela própria empresa geradora dos efluentes, devendo os resultados das análises serem encaminhados ao órgão ambiental dentro da periodicidade estabelecida na licença emitida (MAZZINI, 2004).

#### *Automonitoramento de efluentes e padrões de lançamento nacionais*

No cenário nacional, dos 26 estados do país, foi possível identificar a regulamentação do processo de automonitoramento de efluentes industriais em apenas 6. São eles: Ceará, Pernambuco, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e São Paulo (Quadro 5.2).

| UF | Legislação                                               | Preâmbulo                                                                                                                                                        |
|----|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CE | Portaria SEMACE nº 151/2002                              | Dispõe sobre normas técnicas e administrativas necessárias à execução e acompanhamento do automonitoramento de efluentes líquidos industriais (SEMACE/CE, 2002). |
| PE | Norma Técnica CPRH nº 2003/2000<br>Norma Técnica CPRH nº | Estabelece as condições exigíveis das atividades poluidoras para apresentação de resultados de autocontrole de seus efluentes líquidos à CPRH (CPRH/PE, 2000a).  |

| UF | Legislação                                                         | Preâmbulo                                                                                                                                                                                                               |
|----|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | 2006/2000                                                          | Estabelece os parâmetros mais significativos para efeito do monitoramento de descarga de efluentes tratados em corpo receptores, por tipologia industrial (CPRH/PE, 2000b).                                             |
| PR | Portaria IAP nº 256/2013                                           | Aprova e estabelece os critérios e exigências para a apresentação da Declaração de Carga Poluidora, através do Sistema de Automonitoramento de Atividades Poluidoras no Paraná e determina seu cumprimento (IAP, 2013). |
| RJ | Diretriz 942.R-7                                                   | Diretriz do Programa de Autocontrole de Efluentes Líquidos - PROCON ÁGUA (CECA/RJ, 1990).                                                                                                                               |
| RS | Resolução CONSEMA nº 01/1998                                       | Estabelece condições e exigências para o Sistema de Automonitoramento de Atividades Poluidoras – SISAUTO (CONSEMA/RS, 1998).                                                                                            |
| SP | Termo de Referência para o Automonitoramento de Efluentes Líquidos | Termo de Referência para o Automonitoramento de Efluentes Líquidos (CETESB, 2005).                                                                                                                                      |

**Quadro 5.2 – Quadro-resumo com as principais informações do processo de automonitoramento nos estados Ceará, Pernambuco, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e São Paulo.**

Nos estados do Ceará, Pernambuco, Paraná, Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul, de modo geral, a organização e proposição dos programas de automonitoramento de efluentes industriais se iniciam com a classificação das atividades poluidoras em função da vazão de lançamento dos efluentes industriais (m<sup>3</sup>/dia), além da carga orgânica (kg DBO<sub>5</sub>/dia) no caso do Paraná. Na Tabela 5.9, são discriminados os intervalos de vazão de cada classe, conforme o estado de origem.

**Tabela 5.9 – Classes das atividades poluidoras em função da vazão de lançamento de efluentes industriais para os estados Ceará, Pernambuco, Paraná, Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul.**

| Classe/UF | Vazão (m <sup>3</sup> /dia) |                |             |                       |                |                |
|-----------|-----------------------------|----------------|-------------|-----------------------|----------------|----------------|
|           | CE                          | PE             | PR          | RJ                    | RS             |                |
| A         | ≤ 20                        | ≤ 20           | < 5         | 0,75 a 3 <sup>1</sup> | ≤ 100          | ≤ 20           |
| B         | 21 a 100                    | 21 a 100       | 5 a 20      | 3 a 15 <sup>1</sup>   | 101 a 1.000    | 21 a 100       |
| C         | 101 a 500                   | 101 a 500      | 21 a 100    | 15 a 75 <sup>1</sup>  | 1.001 a 10.000 | 101 a 500      |
| D         | 501 a 1.000                 | 501 a 1.000    | 101 a 500   | 75 a 150 <sup>1</sup> | ≥ 10.000       | 501 a 1.000    |
| E         | 1.001 a 5.000               | 1.001 a 1.0000 | 501 a 1.000 | ≥ 150 <sup>1</sup>    | -              | 1.001 a 10.000 |
| F         | > 5.000                     | > 10.000       | > 1.000     | -                     | -              | > 10.000       |

<sup>1</sup> Carga orgânica (kg DBO<sub>5</sub>/dia)

Através da classificação da vazão de lançamento dos efluentes industriais é determinada a frequência de análise e, em alguns estados, a apresentação dos dados de automonitoramento aos órgãos ambientais licenciadores. No entanto, uma atividade industrial pode ser enquadrada

em outra classe de vazão conforme seu potencial poluidor ou localização, a critério dos órgãos ambientais licenciadores.

Assim como as frequências, os parâmetros a serem monitorados pelo empreendedor também são dispostos nas legislações específicas, onde parâmetros não listados podem ser solicitados pelos órgãos licenciadores de acordo com a necessidade. No Quadro 5.3, foram selecionados os parâmetros mais comuns entre os estados e suas respectivas frequências de análise.

| UF | Vazão (m³/dia) | Parâmetros/Frequências de monitoramento |            |            |                                |            |                               |            |                                 | Parâmetros específicos          |
|----|----------------|-----------------------------------------|------------|------------|--------------------------------|------------|-------------------------------|------------|---------------------------------|---------------------------------|
|    |                | Vazão                                   | pH         | Temper.    | DQO                            | Ssed       | DBO                           | SST        | Metais                          |                                 |
| CE | ≤ 20           | Diária                                  | Diária     | Diária     | Bimestral/Mensal <sup>1</sup>  | Diária     | Bimestral/Mensal <sup>1</sup> | Mensal     | -                               | Bimestral/Mensal <sup>1</sup>   |
|    | 21 a 100       | Diária                                  | Diária     | Diária     | Bimestral/Semanal <sup>1</sup> | Diária     | Bimestral/Mensal <sup>1</sup> | Mensal     | -                               | Bimestral/Mensal <sup>1</sup>   |
|    | 101 a 500      | Diária                                  | Diária     | Diária     | Mensal/Semanal <sup>1</sup>    | Diária     | Bimestral/Mensal <sup>1</sup> | Mensal     | -                               | Bimestral/Mensal <sup>1</sup>   |
|    | 501 a 1000     | Diária                                  | Diária     | Diária     | Semanal                        | Diária     | Mensal                        | Mensal     | -                               | Mensal                          |
|    | 1001 a 5000    | Diária                                  | Diária     | Diária     | Semanal                        | Diária     | Mensal                        | Semanal    | -                               | Mensal                          |
|    | > 5000         | Diária                                  | Diária     | Diária     | Diária/Semanal <sup>1</sup>    | Diária     | Mensal                        | Semanal    | -                               | Mensal                          |
| PE | ≤ 20           | Diária                                  | Diária     | Diária     | Mensal                         | Semanal    | Sem                           | Mensal     | Mensal                          | Mensal                          |
|    | 21 a 100       | Diária                                  | Diária     | Diária     | Semanal                        | Semanal    | Trimestral                    | Mensal     | Mensal                          | Semanal                         |
|    | 101 a 500      | Diária                                  | Diária     | Diária     | Diária                         | Semanal    | Bimestral                     | Mensal     | Diária                          | Diária                          |
|    | 501 a 1000     | Diária                                  | Diária     | Diária     | Diária                         | Semanal    | Mensal                        | Mensal     | Diária                          | Diária                          |
|    | 1001 a 10000   | Diária                                  | Diária     | Diária     | Diária                         | Diária     | Sem                           | Diária     | Diária                          | Diária                          |
|    | > 10000        | Diária                                  | Diária     | Diária     | Diária                         | Diária     | Diária                        | Diária     | Diária                          | Diária                          |
| PR | < 5            | Semestral                               | Semestral  | Semestral  | Semestral                      | Semestral  | Semestral                     | Semestral  | -                               | Semestral                       |
|    | 5 a 20         | Trimestral                              | Trimestral | Trimestral | Trimestral                     | Trimestral | Trimestral                    | Trimestral | -                               | Trimestral                      |
|    | 21 a 100       | Trimestral                              | Trimestral | Trimestral | Trimestral                     | Trimestral | Trimestral                    | Trimestral | -                               | Trimestral                      |
|    | 101 a 500      | Bimestral                               | Bimestral  | Bimestral  | Bimestral                      | Bimestral  | Bimestral                     | Bimestral  | -                               | Bimestral                       |
|    | 501 a 1000     | Mensal                                  | Mensal     | Mensal     | Mensal                         | Mensal     | Mensal                        | Mensal     | -                               | Mensal                          |
|    | > 1000         | Quinzenal                               | Quinzenal  | Quinzenal  | Quinzenal                      | Quinzenal  | Quinzenal                     | Quinzenal  | -                               | Quinzenal                       |
| RJ | ≤ 100          | Diária                                  | Diária     | Diária     | Semanal <sup>2</sup>           | Semanal    | Quinzenal <sup>3</sup>        | -          | Quinzenal                       | -                               |
|    | 101 a 1000     | Diária                                  | Diária     | Diária     | Semanal <sup>2</sup>           | Semanal    | Quinzenal <sup>3</sup>        | -          | Semanal                         | -                               |
|    | 1001 a 10000   | Diária                                  | Diária     | Diária     | Semanal <sup>2</sup>           | Diária     | Semanal <sup>3</sup>          | -          | Semanal                         | -                               |
|    | > 10000        | Diária                                  | Diária     | Diária     | Diária <sup>2</sup>            | Diária     | Semanal <sup>3</sup>          | -          | 2x/semana                       | -                               |
| RS | ≤ 20           | Diária                                  | Diária     | Diária     | Trimestral/Mensal <sup>4</sup> | Semestral  | Semestral                     | Semestral  | Semestral/Mensal <sup>4</sup>   | Semestral/Mensal <sup>4</sup>   |
|    | 21 a 100       | Diária                                  | Diária     | Diária     | Bimestral/Semanal <sup>4</sup> | Trimestral | Trimestral                    | Trimestral | Trimestral/Semanal <sup>4</sup> | Trimestral/Semanal <sup>4</sup> |
|    | 101 a 500      | Diária                                  | Diária     | Diária     | Mensal/Diária <sup>4</sup>     | Bimestral  | Bimestral                     | Bimestral  | Bimestral/Diária <sup>4</sup>   | Bimestral/Diária <sup>4</sup>   |
|    | 501 a 1000     | Diária                                  | Diária     | Diária     | Semanal/Diária <sup>4</sup>    | Mensal     | Mensal                        | Mensal     | Mensal/Diária <sup>4</sup>      | Mensal/Diária <sup>4</sup>      |
|    | 1001 a 10000   | Diária                                  | Diária     | Diária     | Diária                         | Semanal    | Semanal                       | Semanal    | Semanal/Diária <sup>4</sup>     | Semanal/Diária <sup>4</sup>     |

| UF | Vazão<br>(m <sup>3</sup> /dia) | Parâmetros/Frequências de monitoramento |        |         |        |        |        |        | Parâmetros<br>específicos |        |
|----|--------------------------------|-----------------------------------------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|---------------------------|--------|
|    |                                | Vazão                                   | pH     | Temper. | DQO    | Ssed   | DBO    | SST    |                           | Metais |
|    |                                |                                         |        |         |        |        |        |        | Diária <sup>4</sup>       |        |
|    | > 10000                        | Diária                                  | Diária | Diária  | Diária | Diária | Diária | Diária | Diária                    | Diária |

Temper. = Temperatura; Ssed = Sólidos Sedimentáveis; SST = Sólidos suspensos totais. <sup>1</sup> Atividades de metalurgia com galvanoplastia, indústrias químicas, de beneficiamento de castanha de caju e beneficiamento de couros e peles; <sup>2</sup> Atividades que envolvam o refino de petróleo, produtos similares, fabricação de sabão, coque, ferro, aço e indústrias mecânicas e navais; <sup>3</sup> Indústria com sistema de tratamento biológico de efluentes; <sup>4</sup> Atividades de metalurgia com galvanoplastia e indústrias química.

**Quadro 5.3 - Principais parâmetros e frequências de análise conforme o programa de automonitoramento dos estados Ceará, Pernambuco, Paraná, Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul.**



De modo geral, diante das frequências apresentadas, destaca-se o estado do Rio de Janeiro como o estado de automonitoramento mais restritivo, com frequências variando de diária à quinzenal, e Paraná como o mais flexível, com intervalos de análise variando de quinzenal à semestral.

Além dos parâmetros apresentados, os estados do Rio de Janeiro, Pernambuco e Paraná dispõem de outros parâmetros em suas legislações, com frequências distribuídas conforme a classe de vazão. São eles:

- Rio de Janeiro: toxicidade, óleos e graxas, fósforo total, condutividade, cloretos, resíduo não filtrável total, resíduo não filtrável volátil, índice de fenóis, fenóis, sulfetos, fluoreto, sulfato, surfactantes, cloro residual, nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrogênio total e compostos orgânicos tóxicos;
- Pernambuco; óleos e graxas, cloretos, índice de fenóis, compostos orgânicos tóxicos, sulfetos, coliformes fecais e cloro residual; e
- Paraná: toxicidade, fósforo total e nitrogênio amoniacal.

Por fim, as planilhas, laudos e ou documentos do automonitoramento devem ser apresentados aos órgãos ambientais licenciadores. A frequência de apresentação desses documentos ocorre de formas distintas entre os estados estudados. Em Pernambuco, a periodicidade de envio é fixada na licença de operação da atividade, de acordo com a tipologia industrial e a classe de vazão de lançamento de efluentes. No Ceará e Rio Grande do Sul, as frequências também vêm expressas nas licenças de operação, mas são determinadas em legislação, conforme apresentado na Tabela 5.10. No Rio de Janeiro, essa frequência é estabelecida na ocasião da vinculação da atividade ao Programa de Autocontrole de Efluentes Líquidos - PROCON ÁGUA e, no Paraná, é fixada como anualmente, independente da classe da atividade.

**Tabela 5.10 - Periodicidade de apresentação da planilha de acompanhamento de efluentes líquidos industriais nos estados do Ceará e Rio Grande do Sul.** Fonte: CONSEMA, 1998 (RS) e SEMACE/CE, 2002 (CE).

| Ceará                       |               | Rio Grande do Sul           |               |
|-----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| Vazão (m <sup>3</sup> /dia) | Periodicidade | Vazão (m <sup>3</sup> /dia) | Periodicidade |
| Q < 20                      | Quadrimestral | Q < 20                      | Anual         |
| 20 ≤ Q < 100                | Quadrimestral | 20 ≤ Q < 100                | Bimestral     |
| 100 ≤ Q < 500               | Bimestral     | 100 ≤ Q < 500               | Quadrimestral |
| 500 ≤ Q < 1.000             | Bimestral     | 500 ≤ Q < 1.000             | Bimestral     |
| 1.000 ≤ Q < 5.000           | Mensal        | 1.000 ≤ Q < 10.000          | Mensal        |
| Q > 5.000                   | Mensal        | Q > 10.000                  | Mensal        |

No estado de Pernambuco, além dos parâmetros gerais determinados na Norma Técnica CPRH nº 2003 (CPRH, 2000a), a Norma Técnica CPRH nº 2006 (CPRH, 2000b) estabelece os parâmetros para efeito do monitoramento do corpo receptor, por tipologia industrial (Quadro 5.4), que também podem ser usados como orientação para a execução do automonitoramento de efluentes. Os parâmetros são divididos em dois grupos, sendo o Grupo I relativo aos parâmetros mais significativos para indicação da qualidade do efluente final e o Grupo II referente a parâmetros adicionais que podem ser exigidos para caracterização adicionais do efluente.

| Tipologia industrial                                      | Grupo I                                                                                              | Grupo II                                                                |
|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Laticínios                                                | DBO <sub>5</sub> , DQO, pH, SS, ST, O&G                                                              | Cl <sup>-</sup> , Cor, N, P, temperatura, toxicidade, turbidez          |
| Matadouros                                                | DBO <sub>5</sub> , DQO, pH, temperatura, SS, O&G                                                     | CF, CT, N, P                                                            |
| Alimentos em Conserva                                     | DBO <sub>5</sub> , DQO, pH, SS, ST, temperatura, O&G                                                 | Cor, CT, CF, PT, N, ST                                                  |
| Indústrias de Bebidas                                     | DBO <sub>5</sub> , pH, SS, CT, O&G                                                                   | N, P, temperatura, SD, cor, turbidez, espuma                            |
| Agroindústria                                             | DBO <sub>5</sub> , DQO, pH, SS, SD, CT, O&G                                                          | Alcalinidade, NT, temperatura, SD, Cor, turbidez, espuma                |
| Indústrias de Processamento de peles-curtume e acabamento | DBO <sub>5</sub> , DQO, Cr <sup>3+</sup> , Cr <sup>6+</sup> , pH, O&G, SS, ST                        | Alcalinidade, cor, N, NaCl, temperatura, toxicidade                     |
| Indústrias de Processamento de Carne                      | DBO <sub>5</sub> , pH, SS, SD, O&G, CF                                                               | NH <sub>3</sub> , turbidez, SD, P, cor                                  |
| Indústrias de Processamento de Peixes                     | DBO <sub>5</sub> , pH, SS, SD, O&G                                                                   | NH <sub>3</sub> , P, SD, CT, toxicidade                                 |
| Indústrias de Processamento de Cereais (milho, trigo)     | DBO <sub>5</sub> , DQO, SST, pH, O&G                                                                 | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , Cl <sup>-</sup> , N, P                  |
| Indústria Têxtil                                          | DBO <sub>5</sub> , DQO, pH, SS, CrT, S <sup>2-</sup> , fenol                                         | Metais pesados, cor, O&G, SD, S <sup>2-</sup> , temperatura, toxicidade |
| Indústria Siderúrgica                                     | O&G, Cl <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , NH <sub>3</sub> , CN <sup>-</sup> , fenol, SS | Metais pesados                                                          |

| Tipologia industrial                           | Grupo I                                                                                                                          | Grupo II                                                                                                                                |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Termoelétrica                                  | DQO, Cl <sup>-</sup> , Cr <sup>6+</sup> , pH, O&G, PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , SS, temperatura                                | B, Cu, Fe, Zn, SD                                                                                                                       |
| Refinaria de Petróleo                          | NH <sub>3</sub> , DBO <sub>5</sub> , DQO, Cr <sup>3+</sup> , Cr <sup>6+</sup> , pH, S <sup>2-</sup> , temperatura, fenol, SS, SD | Cl <sup>-</sup> , Cor, Cu, CN <sup>-</sup> , Fe, Pb, Zn, mercaptanas, N, odor, PT, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , toxicidade, turbidez |
| Indústria de Acabamento de Superfície Metálica | pH, metais pesados, Cor, SS, CN <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , O&G                                                             |                                                                                                                                         |
| Indústria de Cloro - Soda                      | Acidez/alcalinidade, pH, Hg, SST, Cl <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>                                                | Fenol, F <sup>-</sup> , SD                                                                                                              |
| Indústria Química Orgânica                     | DBO <sub>5</sub> , DQO, pH, SST, SD, O&G                                                                                         | Cl <sup>-</sup> , CT, fenol, CN <sup>-</sup> , metais, pesados, PT                                                                      |
| Papel e Polpa                                  | DBO <sub>5</sub> , DQO, pH, SST, cor, O&G, S <sup>2-</sup> , fenol                                                               | NH <sub>3</sub> , turbidez, NT, PT, CT, CF                                                                                              |
| Indústria de Reciclagem de Vidro               | pH, temperatura, SS, DQO, DBO <sub>5</sub> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , PO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>                       | CT, O&G, SD                                                                                                                             |

SS – Sólidos Suspensos; ST – Sólidos Totais; SD – Sólidos Dissolvidos; SST – Sólidos em Suspensão Totais; O&G – Óleos e Graxas; Cl<sup>-</sup> - Cloretos; CF – Coliformes Fecais; CT – Coliformes Termotolerantes; PT – Fósforo Total; NT – Nitrogênio Total; N –Nitrogênio; P – Fósforo; CN<sup>-</sup> - Cianeto.

**Quadro 5.4 - Parâmetros mais significativos para efeito do monitoramento de efluentes, por tipologia industrial, do estado de Pernambuco.** Fonte: Norma Técnica CPRH nº 2006 (CPRH, 2000b).

No estado de São Paulo, os parâmetros para o automonitoramento são propostos pelo empreendedor para cada ponto de amostragem e confirmados pela CETESB, que pode alterar ou complementar a proposta. Anexo ao Termo de Referência para o Automonitoramento de Efluentes Líquidos (CETESB, 2005), são descritos alguns parâmetros básicos como sugestão, a saber: temperatura, vazão, resíduos sedimentáveis, óleos e graxas, DBO, DQO, arsênico, bário, boro, cádmio, chumbo, cianeto, cobre, cromo hexavalente, cromo total, estanho, fenol, ferro solúvel, fluoreto, manganês solúvel, mercúrio, níquel, prata, selênio, sulfato, sulfeto e zinco (CETESB, 2005).

As frequências de análise e de apresentação de relatórios são fixadas conforme a classificação do empreendimento em duas faixas em função das cargas orgânicas e inorgânicas (Tabela 5.11). As exceções são as medições de vazão, temperatura, pH e sólidos sedimentáveis para as quais são adotadas frequências diárias (CETESB, 2005).

**Tabela 5.11 - Classificação dos empreendimentos em função das cargas orgânicas e inorgânicas.**

| Faixa | Carga orgânica (kg DBO/dia) | Carga inorgânica (kg/dia) | Frequência de amostragem | Apresentação do relatório |
|-------|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| 1     | ≥ 5000                      | ≥ 100                     | Quinzenal                | Trimestral                |
| 2     | 5000 > CO ≥ 500             | 100 > CI ≥ 20             | Mensal                   | Semestral                 |

A carga inorgânica, como base para classificação do empreendimento, deve ser considerada como o somatório de todos os parâmetros inorgânicos (sulfatos, sulfetos, cianetos, metais, fluoretos etc). Caso um empreendimento seja classificado em faixas distintas em virtude de suas cargas orgânicas e inorgânicas, prevalecerá a faixa mais rigorosa.

Em contraste com esse panorama, em 19 estados do país verificou-se a inexistência de legislação que regulamente o automonitoramento de efluentes industriais. São eles: Acre, Alagoas, Amapá, Amazonas, Bahia, Espírito Santo, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, Piauí, Rondônia, Roraima, Santa Catarina, São Paulo, Sergipe e Tocantins. Para os estados do Rio Grande do Norte e Paraíba não foram obtidas informações através dos contatos realizados.

Nesses 19 estados, o programa de automonitoramento de efluentes é determinado caso a caso pelo técnico do órgão ambiental que analisa o processo de licenciamento do empreendimento. Na maioria deles, são utilizadas como base para essa determinação, as Resoluções CONAMA nº 357/2005 (CONAMA, 2005), que trata do estabelecimento da meta de qualidade da água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançada ou mantida em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo, e nº 430/2011 (CONAMA, 2011), que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes. No entanto, é comum nesses estados a existência de legislações criadas para tipologias industriais isoladamente, que por razões diversas e muitas vezes regionais, tornaram necessária a regulamentação do automonitoramento da atividade.

Apesar da não existência de normas regulamentadoras do automonitoramento nesses estados, verificou-se por parte dos órgãos e técnicos da área do licenciamento, uma preocupação e anseio pela criação de padrões e normas para o automonitoramento. Nos estados de Santa Catarina e Espírito Santo, encontram-se em discussão propostas de resoluções específicas para o automonitoramento de efluentes industriais.

Cabe ressaltar que, em todos os estados, dispendo ou não de regulamentação legal para o automonitoramento de efluentes industriais, as análises dos parâmetros devem ser efetuadas por laboratórios acreditados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO ou por outro organismo signatário do mesmo acordo de cooperação mútua do qual o INMETRO faça parte ou em laboratórios aceitos pelo órgão ambiental

competente. E independente dos parâmetros exigidos para o automonitoramento, os efluentes resultantes da atividade industrial devem atender integralmente os padrões de lançamento estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 430/2011, e/ou legislações estaduais (CONAMA, 2011).

Em relação aos padrões de lançamento de efluentes, foram encontradas normas regulamentadoras para os estados do Ceará, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Paraná, Pernambuco, Rondônia, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo. Em Pernambuco, existe regulamentação apenas para carga orgânica industrial, variando de 60 a 90% de percentual de redução da DQO de acordo com a tipologia. No Paraná, os padrões de lançamento são definidos conforme a tipologia industrial. Nos demais estados, são determinados valores padrões de modo geral para o lançamento de diversos poluentes (parâmetros) ou substâncias que podem alterar a qualidade da água. No Quadro 5.5, são identificadas essas legislações e, na Tabela 5.12, os padrões de lançamento nelas dispostos para cada estado (com exceção de Pernambuco e Paraná), além dos padrões nacionais, conforme Resolução CONAMA nº 430/2011 (CONAMA, 2011).

| UF | Legislação                               | Preâmbulo                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CE | Portaria SEMACE nº 154/2002              | Dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras (SEMACE/CE, 2002).                                                                                                                                                                           |
| GO | Decreto Estadual nº 1.745/1979           | Aprova o Regulamento da Lei nº 8544, de 17 de outubro de 1978, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente (GOIÁS, 1979).                                                                                                                                              |
| MG | Deliberação Normativa COPAM/CERH 01/2008 | 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 (COPAM, 2008).                                                                                  |
| MS | Deliberação CECA/MS nº 36/2012           | Dispõe sobre a classificação dos corpos de água superficiais e estabelece diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como, estabelece as diretrizes, condições e padrões de lançamento de efluentes no âmbito do Estado do Mato Grosso do Sul, e dá outras providências (CECA/MS, 2012). |
| PR | Resolução CEMA nº 070/2009               | Dispõe sobre o licenciamento ambiental, estabelece condições e critérios e dá outras providências, para Empreendimentos Industriais (CEMA/PR, 2009).                                                                                                                                              |
| PE | Norma Técnica CPRH nº 2001/2000          | Estabelece critérios e padrões de emissão que resultem na redução da carga orgânica industrial lançada direta ou indiretamente nos recursos hídricos do estado de Pernambuco (CPRH/PE, 2000c).                                                                                                    |

| UF | Legislação                               | Preâmbulo                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| RJ | Norma Técnica 202.R10 e Diretriz 205.R-6 | Estabelece critérios e padrões para lançamento de efluentes líquidos. (CECA/RJ, 1986)<br>Estabelece o controle de carga orgânica em efluentes líquidos de origem industrial (CECA/RJ, 2007).                                                                                                       |
| RO | Decreto Estadual nº 7903/1997            | Regulamenta a Lei nº 547, de 30 de dezembro de 1993, que dispõe sobre proteção, recuperação, controle, fiscalização e melhoria de qualidade do meio ambiente no Estado de Rondônia (RONDÔNIA, 1997).                                                                                               |
| RS | Portaria SSMA nº 05/1989                 | Aprova a Norma Técnica SSMA nº 01/1989 do Departamento de Meio Ambiente - DMA, que dispõe sobre critérios e padrões de efluentes líquidos a serem observados por todas as fontes poluidoras que lancem seus efluentes nos corpos d'água interiores do estado do Rio Grande do Sul (SSMA/RS, 1989). |
| SC | Decreto Estadual nº 14.250/1981          | Regulamenta dispositivos da Lei nº 5.793, de 15 de outubro de 1980, referentes à Proteção e a Melhoria da Qualidade Ambiental (SANTA CATARINA, 1981).                                                                                                                                              |
| SP | Decreto Estadual nº 8.468/1976           | Aprova Regulamento que disciplina a execução da Lei 997, de 31/05/1976, que dispõe sobre controle da poluição do meio ambiente (SÃO PAULO, 1976).                                                                                                                                                  |

**Quadro 5.5 – Legislações estaduais que fixam padrões de lançamento de efluentes em corpos hídricos.**

Dentre os limites máximos de lançamento de efluentes estaduais, o estado do Rio de Janeiro apresentou padrões mais restritivos para o lançamento de matéria orgânica ( $DBO_5$ ), com limite máximo de 40 mg  $O_2/l$  para efluentes com carga acima de 80 kg  $DBO/dia$ . Nos demais estados estudados, exceto Rio Grande do Sul e Rondônia, esse padrão é de no máximo 60 mg  $O_2/l$  independente de carga ou vazão, sendo que em alguns desses estados esse valor pode ser substituído por percentuais mínimos de eficiência de tratamento que variam de 75 a 90%. Em relação ao número de parâmetros com padrões de lançamento definidos, destacam-se os estados do Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro e Mato Grosso do Sul com 42, 40 e 38 parâmetros normatizados, respectivamente.

Tabela 5.12 - Condições e padrões de lançamento de efluentes nacionais e de alguns estados brasileiros.

| Parâmetros                              | BR                    | CE             | GO                              | MG                               | MS                               | RO <sup>1</sup> | RJ                                                                           | RS                                                                                                                                                 | SC                              | SP                              |
|-----------------------------------------|-----------------------|----------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| pH                                      | 5,0 a 9,0             | 5,0 a 9,0      | 5,0 a 9,0                       | 6,0 a 9,0                        | 5,0 a 9,0                        | 5,8 a 9,7       | 5,0 a 9,0                                                                    | 6,0 a 8,5                                                                                                                                          | 6,0 a 9,0                       | 5,0 a 9,0                       |
| Temperatura                             | < 40°C                | < 40°C         | < 40°C                          | < 40°C                           | < 40°C                           | < 40°C          | < 40°C                                                                       | < 40°C                                                                                                                                             | < 40°C                          | < 40°C                          |
| Materiais flutuantes                    | Ausentes              | Ausentes       | -                               | Ausentes                         | Ausentes                         | Ausentes        | Ausentes                                                                     | Ausentes                                                                                                                                           | Ausentes                        | -                               |
| Materiais sedimentáveis (ml/l)          | ≤ 1,0                 | ≤ 1,0          | ≤ 1,0                           | ≤ 1,0                            | ≤ 1,0                            | ≤ 1,0           | ≤ 1,0                                                                        | ≤ 1,0                                                                                                                                              | ≤ 1,0                           | ≤ 1,0                           |
| DBO <sub>5</sub> (mg O <sub>2</sub> /l) | remoção mínima de 60% | ≤ 60,0         | ≤ 60,0 ou remoção mínima de 80% | ≤ 60,0 ou remoção mínima de 75%  | ≤ 100,0 ou remoção mínima de 90% |                 | 180,0 (C <sup>2</sup> ≤5)<br>100,0 (5<C≤25)<br>60,0 (25<C≤80)<br>40,0 (C>80) | ≤200,0 (Q <sup>3</sup> <20)<br>≤150,0 (20≤Q<200)<br>≤120,0 (200≤Q<1.000)<br>≤80,0 (1.000≤Q<2.000)<br>≤60,0 (2.000≤Q<10.000)<br>≤40,0 (10.000≤Q)    | ≤ 60,0 ou remoção mínima de 80% | ≤ 60,0 Ou remoção mínima de 80% |
| DQO (mg O <sub>2</sub> /l)              | -                     | ≤ 200,0        | -                               | ≤ 180,0 ou remoção mínima de 75% | -                                |                 | -                                                                            | ≤450,0 (Q <sup>3</sup> <20)<br>≤450,0 (20≤Q<200)<br>≤360,0 (200≤Q<1.000)<br>≤240,0 (1.000≤Q<2.000)<br>≤200,0 (2.000≤Q<10.000)<br>≤160,0 (10.000≤Q) | -                               | -                               |
| Sólidos em suspensão totais (mg/l)      | -                     | 100,0<br>450,0 | -                               | ≤ 100,0                          | -                                |                 | 180,0 (C <sup>2</sup> ≤5)<br>100,0 (5<C≤25)<br>60,0 (25<C≤80)<br>40,0 (C>80) | 120,0 (Q <sup>3</sup> <200)<br>80,0 (200≤Q<1000)<br>70,0 (1000≤Q<2000)<br>50,0 (2000≤Q<10000)<br>40,0 (10000≤Q)                                    | -                               | -                               |
| Cor                                     | -                     | -              | -                               | -                                | -                                |                 | Ausente                                                                      | Ausente                                                                                                                                            | -                               | -                               |
| Amônia (mg/l)                           | -                     | 5,0            | -                               | -                                | 5,0                              |                 | 5,0                                                                          | -                                                                                                                                                  | -                               | -                               |
| Arsênio (mg/l)                          | 0,5                   | 0,5            | 0,2                             | 0,2                              | 0,5                              |                 | 0,1                                                                          | 0,1                                                                                                                                                | 0,1                             | 0,2                             |
| Boro total (mg/l)                       | 5,0                   | 5,0            | 5,0                             | 5,0                              | 5,0                              |                 | 5,0                                                                          | 5,0                                                                                                                                                | 5,0                             | 5,0                             |
| Bário (mg/l)                            | 5,0                   | 5,0            | 5,0                             | 5,0                              | 5,0                              |                 | 5,0                                                                          | 5,0                                                                                                                                                | 5,0                             | 5,0                             |

| Parâmetros                                     | BR                  | CE                                  | GO   | MG                  | MS     | RO <sup>1</sup> | RJ                                | RS                  | SC                  | SP   |
|------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------|------|---------------------|--------|-----------------|-----------------------------------|---------------------|---------------------|------|
| Cádmio (mg/l)                                  | 0,2                 | 0,2                                 | 0,2  | 0,1                 | 0,2    |                 | 0,1                               | 0,1                 | 0,1                 | 0,2  |
| Cromo <sup>6+</sup> (mg/l)                     | 0,1                 | 0,5                                 | 0,1  | 0,5                 | 0,1    |                 | -                                 | 0,1                 | 0,1                 | 0,1  |
| Cromo <sup>3+</sup> (mg/l)                     | 1,0                 | -                                   | -    | 1,0                 | 1,0    |                 | -                                 | -                   | -                   | -    |
| Cromo total (mg/l)                             | -                   | 5,0                                 | 5,0  | -                   | -      |                 | 0,5                               | 0,5                 | 5,0                 | 5,0  |
| Cianeto (mg/l)                                 | 1,0                 | -                                   | 0,2  | 0,2                 | 0,2    |                 | 0,2                               | 0,2                 | 0,2                 | 0,2  |
| Cobre (mg/l)                                   | 1,0                 | -                                   | 1,0  | 1,0                 | 1,0    |                 | 0,5                               | 0,5                 | 0,5                 | 1,0  |
| Chumbo (mg/l)                                  | 0,5                 | -                                   | 0,5  | 0,1                 | 0,5    |                 | 0,5                               | 0,5                 | 0,5                 | 0,5  |
| Estanho (mg/l)                                 | 4,0                 | 4,0                                 | 4,0  | 4,0                 | 4,0    |                 | 4,0                               | 4,0                 | 4,0                 | 4,0  |
| Ferro (mg/l)                                   | 15,0                | 15,0                                | 15,0 | 15,0                | 15,0   |                 | 15,0                              | 10,0                | 15,0                | 15,0 |
| Fenóis (mg/l)                                  | 0,5                 | 0,5                                 | 0,5  | 0,5                 | 0,5    |                 | 0,2                               | 0,1                 | 0,2                 | 0,5  |
| Flúor (mg/l)                                   | 10,0                | 10,0                                | 10,0 | 10,0                | 10,0   |                 | 10,0                              | 10,0                | 10,0                | 10,0 |
| Manganês (mg/l)                                | 1,0                 | 1,0                                 | 1,0  | 1,0                 | 1,0    |                 | 1,0                               | 2,0                 | 1,0                 | 1,0  |
| Mercúrio (mg/l)                                | 0,01                | 0,01                                | 0,01 | 0,01                | 0,01   |                 | 0,01                              | 0,01                | 0,005               | 0,01 |
| Níquel (mg/l)                                  | 2,0                 | 2,0                                 | -    | 1,0                 | 2,0    |                 | 1,0                               | 1,0                 | 1,0                 | 2,0  |
| Nitrogênio total (mg/l)                        | -                   | -                                   | -    | -                   | -      |                 | 10,0 <sup>5</sup>                 | 10                  | 10,0 <sup>5</sup>   | -    |
| Nitrogênio amoniacal (mg/l)                    | 20,0                | -                                   | -    | 20,0                | 20,0   |                 | -                                 | -                   | -                   | -    |
| Prata (mg/l)                                   | 0,1                 | 0,1                                 | 0,02 | 0,1                 | 0,1    |                 | 0,1                               | 0,1                 | 0,02                | 0,02 |
| Selênio (mg/l)                                 | 0,30                | 0,05                                | 0,02 | 0,30                | 0,30   |                 | 0,05                              | 0,05                | 0,02                | 0,02 |
| Sulfeto - S <sup>2-</sup> (mg/l)               |                     | 1,0 S <sup>2-</sup> ;               |      |                     |        |                 |                                   |                     |                     |      |
| Sulfito - SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (mg/l) | 1,0 S <sup>2-</sup> | 1,0 SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> ; |      | 1,0 S <sup>2-</sup> | 1,0    |                 | 1,0 S <sup>2-</sup> ;             | 0,2 S <sup>2-</sup> | 1,0 S <sup>2-</sup> | -    |
| Sulfato - SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/l) |                     | 500,0 SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> |      |                     |        |                 | 1,0 SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> |                     |                     |      |
| Zinco (mg/l)                                   | 5,0                 | 5,0                                 | 5,0  | 5,0                 | 5,0    |                 | 1,0                               | 1,0                 | 1,0                 | 5,0  |
| Óleos minerais(mg/l)                           | ≤ 20,0              | ≤ 20,0                              | -    | ≤ 20,0              | ≤ 20,0 | ≤ 20,0          | ≤ 20,0                            | ≤ 10,0              | ≤ 20,0              | -    |
| Óleos vegetais e gorduras animais(mg/l)        | ≤ 50,0              | ≤ 50,0                              |      | ≤ 50,0              | ≤ 50,0 | ≤ 50,0          | ≤ 30,0                            | ≤ 30,0              | ≤ 30,0              |      |
| Benzeno (mg/l)                                 | 1,2                 | -                                   | -    | -                   | 1,2    |                 | -                                 | -                   | -                   | -    |



| Parâmetros                                     | BR   | CE               | GO      | MG    | MS   | RO <sup>1</sup> | RJ               | RS   | SC               | SP      |
|------------------------------------------------|------|------------------|---------|-------|------|-----------------|------------------|------|------------------|---------|
| Clorofórmio (mg/l)                             | 1,0  | 1,0              | -       | 1,0   | 1,0  | -               | -                | -    | 1,0              | -       |
| Dicloroetano (mg/l)                            | 1,0  | 1,0 <sup>6</sup> | -       | 1,0   | 1,0  | -               | -                | -    | 1,0 <sup>7</sup> | -       |
| Estireno (mg/l)                                | 0,07 | -                | -       | -     | 0,07 | -               | -                | -    | -                | -       |
| Etilbenzeno (mg/l)                             | 0,84 | -                | -       | -     | 0,84 | -               | -                | -    | -                | -       |
| Tetracloroeto de carbono (mg/l)                | 1,0  | -                | -       | 1,0   | 1,0  | -               | -                | -    | 1,0              | -       |
| Tricloroetano (mg/l)                           | 1,0  | 1,0              | -       | 1,0   | 1,2  | -               | -                | -    | <sup>8</sup> 1,0 | -       |
| Tolueno (mg/l)                                 | 1,2  | -                | -       | -     | 1,2  | -               | -                | -    | -                | -       |
| Xileno (mg/l)                                  | 1,6  | -                | -       | -     | 1,6  | -               | -                | -    | -                | -       |
| Substâncias tensoativas (mg/l)                 | -    | -                | -       | ≤ 2,0 | -    | -               | 2,0              | 2,0  | 2,0              | -       |
| Fósforo (mg/l)                                 | -    | -                | -       | -     | -    | -               | 1,0 <sup>5</sup> | 1,0  | 4,0 <sup>5</sup> | -       |
| Alumínio (mg/l)                                | -    | -                | -       | -     | -    | -               | 3,0              | 10,0 | -                | -       |
| Cobalto (mg/l)                                 | -    | -                | -       | -     | -    | -               | 1,0              | 0,5  | -                | -       |
| Lítio (mg/l)                                   | -    | -                | -       | -     | -    | -               | -                | 10,0 | -                | -       |
| Molibdênio (mg/l)                              | -    | -                | -       | -     | -    | -               | -                | 0,5  | -                | -       |
| Vanádio (mg/l)                                 | -    | -                | -       | -     | -    | -               | 4,0              | 1,0  | -                | -       |
| Compostos organofosforados e carbamatos (mg/l) | -    | 1,0              | -       | -     | -    | -               | 0,1              | 0,1  | 0,1              | -       |
| Sulfeto de carbono (mg/l)                      | -    | 1,0              | -       | -     | -    | -               | 1,0              | -    | 1,0              | -       |
| Substâncias solúveis em hexana (mg/l)          | -    | -                | ≤ 100,0 | -     | -    | -               | -                | -    | -                | ≤ 100,0 |
| Compostos organoclorados não listados (mg/l)   | -    | 0,05             | -       | -     | -    | -               | -                | -    | 0,05             | -       |

<sup>1</sup> Não foi possível identificar o padrão de lançamento de todos os parâmetros (Anexo da legislação não disponível); <sup>2</sup> kg DBO/dia; <sup>3</sup> m<sup>3</sup>/dia; <sup>4</sup> Para efluentes predominantemente domésticos; <sup>5</sup> Para lançamentos em trechos de corpos de água contribuintes de lagoas, lagunas e estuários; <sup>6</sup> Dicloroetano; <sup>7</sup> Dicloroetileno; <sup>8</sup> Tricloroetileno.

### *Automonitoramento de efluentes e padrões de lançamento internacionais*

Quanto ao quadro internacional, buscou-se conhecer o automonitoramento e os padrões de lançamento de efluentes industriais em países mais desenvolvidos. Para isso, foram selecionados os países Japão, Alemanha, Estados Unidos e Reino Unido, dispostos entre os 15 classificados como as maiores economias do mundo em 2015, de acordo com o Produto Interno Bruto - PIB, segundo o Instituto de Pesquisa de Relações Internacionais (IPRI, 2015).

No Japão, o artigo 14º da lei de Controle de Poluição das Águas do Japão - Lei nº 138/1970 (JAPÃO, 1970) exige que estabelecimentos industriais e comerciais realizem o automonitoramento da qualidade de seus efluentes e determina os limites de lançamento máximos permitidos. O controle do automonitoramento é realizado através do chamado "Sistema de Penalização Direta", em que os empreendimentos são vistoriados e podem ser penalizados pelo lançamento de concentrações acima das permitidas entre outras infrações (JAPÃO, 1970).

A análise dos efluentes deve ser realizada pelos empreendimentos com frequência trimestral para os parâmetros relacionados com a proteção do meio ambiente, apresentados na Tabela 5.13, e mensalmente para um extenso rol de parâmetros específicos relacionados à saúde humana. Essa periodicidade pode ser aumentada em casos de inadimplência do empreendimento ou ocorrência de impacto significativo na qualidade das águas (WEPA, 2016).

Os padrões de lançamento de efluentes para proteção do meio ambiente são projetados para o esgoto doméstico, sendo aplicados também aos efluentes industriais. Nos casos em que os limites máximos nacionais são considerados insuficientes para proteger a saúde humana e o ambiente, o governo local pode decretar normas mais rigorosas para o lançamento de efluentes (WEPA, 2016).

**Tabela 5.13 - Padrões de lançamento de efluentes relacionados a proteção do meio ambiente a nível nacional.** Fonte: JAPÃO, 2015.

| Parâmetros | Médias diárias máximas |
|------------|------------------------|
| pH         | 5,8 a 8,6              |

| Parâmetros                                 | Médias diárias máximas |
|--------------------------------------------|------------------------|
| DBO (mg O <sub>2</sub> /l)                 | 160,0                  |
| DQO (mg O <sub>2</sub> /l)                 | 160,0                  |
| Sólidos suspensos (mg/l)                   | 200,0                  |
| Óleos Minerais (mg/l)                      | 5,0                    |
| Óleos vegetais e gordura animal (mg/l)     | 30,0                   |
| Fenóis (mg/l)                              | 5,0                    |
| Cobre (mg/l)                               | 3,0                    |
| Zinco (mg/l)                               | 2,0                    |
| Ferro dissolvido (mg/l)                    | 10,0                   |
| Manganês dissolvido (mg/l)                 | 10,0                   |
| Cromo (mg/l)                               | 2,0                    |
| Número de coliformes (CF/cm <sup>3</sup> ) | 3.000                  |
| Nitrogênio (mg/l)                          | 120,0                  |
| Fósforo (mg/l)                             | 16,0                   |
| Cádmio e compostos (mg/l)                  | 0,03                   |
| Compostos CN (mg/l)                        | 1,0                    |
| Compostos organofosforados (mg/l)          | 1,0                    |
| Paládio e compostos (mg/l)                 | 0,1                    |
| Compostos de cromo VI (mg/l)               | 0,5                    |
| Arsênio e compostos (mg/l)                 | 0,1                    |
| Flúor e compostos (mg/l)                   | 8,0                    |

Na Alemanha, em geral, o automonitoramento é determinado através da licença ambiental com base em regulamentos nacionais. O programa de automonitoramento dependerá do tipo de indústria, do tratamento dos efluentes, da vazão e carga de poluentes, com frequência de análise variando de diária a trimestral (ICPDR, 2000).

A Portaria sobre Águas Residuais da Alemanha, de 1º de janeiro de 2005 (BMUM, 2005), especifica os padrões de lançamento de efluentes e os requisitos mínimos para o automonitoramento para um total de 53 tipologias industriais, que devem ser observados na concessão das licenças ambientais. Esses requisitos não devem ocasionar a transferência da poluição ambiental para outros meios como ar ou solo (BMUM, 2013).

Como exemplo foram selecionados os parâmetros e limites máximos de lançamento de efluentes das tipologias industriais têxtil, de materiais cerâmicos, laticínios e mineração (Tabela 5.14).

**Tabela 5.14 – Padrões de lançamento de efluentes das indústrias têxtil, de materiais cerâmicos, laticínios e mineração de areia e cascalho da Alemanha.** Fonte: BMUM, 2005.

| Parâmetros                                                                             | Têxtil      | Cerâmicos | Laticínio | Mineração |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| DQO (mg O <sub>2</sub> /l)                                                             | 160,0       | 80,0      | 110,0     | -         |
| DBO <sub>5</sub> (mg O <sub>2</sub> /l)                                                | 25,0        | -         | 25,0      | -         |
| Fósforo total (mg/l)                                                                   | 2,0         | 1,5       | 2,0       | -         |
| Nitrogênio amoniacal (mg/l)                                                            | 10,0        | -         | 10,0      | -         |
| Sólidos suspensos (mg/l)                                                               | -           | 50,0      | -         | 100,0     |
| Nitrogênio total (mg/l)                                                                | 20,0        | -         | 18        | -         |
| Sulfito (mg/l)                                                                         | 1,0         | -         | -         | -         |
| Cromo VI (mg/l)                                                                        | 0,1         | -         | -         | -         |
| Pigmentação: Coeficiente de Absorção Espectral 436 nm/525 nm/620 nm (m <sup>-1</sup> ) | 7,0/5,0/3,0 | -         | -         | -         |

No Reino Unido, constituído pela união política dos países Escócia, Inglaterra, Irlanda do Norte e País de Gales, aplicam-se as diretivas europeias de regulamentação do lançamento contínuo de efluentes industriais e outros setores industriais e privados com lançamento intermitente. Nesses países, para efetuar o lançamento de efluentes, as indústrias devem requerer autorizações que estabelecem padrões para os parâmetros a serem monitorados nos efluentes. As autorizações para o lançamento de efluentes são designadas como "Permissões Ambientais" na Inglaterra e no País de Gales, "Concessões" na Irlanda do Norte e "Autorizações" na Escócia (ZERO DISCHARGE OF HAZARDOUS CHEMICALS PROGRAMME, 2016).

As indústrias devem solicitar as autorizações junto a agências ambientais de cada país, a saber, Agência Ambiental da Inglaterra, Agência Ambiental da Irlanda do Norte, Agência de Proteção Ambiental da Escócia e Agência Ambiental do País de Gales. Os parâmetros e a frequência de monitoramento são definidos nas autorizações concedidas, devendo atender aos requisitos mínimos e padrões de lançamento de efluentes estabelecidos em Diretivas Europeias. Alguns exemplos de diretivas são a 91/271/CE (CCE, 1991), relativa ao tratamento de águas residuais urbanas, 2000/60/CE (PE e CUE, 2000), que integra a gestão dos corpos hídricos em toda a Europa e 2013/39/EU (PE e CUE, 2013), que altera as Diretivas 2000/60/CE e 2008/105/CE no que tange às substâncias prioritárias em relação à política da água (REINO UNIDO, 2014).

Na Tabela 5.15, são apresentados os padrões de lançamento de efluentes aplicáveis no Reino Unido de acordo com a Diretiva Europeia 91/271/CE (CCE, 1991). Outros parâmetros e substâncias prioritárias podem ser encontrados também na Diretiva Europeia 2013/39/UE (CUE, 1996).

**Tabela 5.15 - Padrões de lançamento de efluentes dos países do Reino Unido conforme a União Europeia.** Fonte: CCE, 1991.

| Parâmetros                                      | Padrão de lançamento                      |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| DBO <sub>5</sub> (mg O <sub>2</sub> /l)         | 25,0 ou remoção mínima de 70 a 90%        |
| DQO (mg O <sub>2</sub> /l)                      | 125,0 ou remoção mínima de 75%            |
| Total de partículas sólidas em suspensão (mg/l) | 35,0 ou remoção mínima de 90%             |
| Fósforo total (mg/l)                            | 1,0 a 2,0 ou remoção mínima de 80%        |
| Nitrogênio Total (mg/l)                         | 10,0 a 15,0 ou remoção mínima de 70 a 80% |

Nos Estados Unidos o lançamento de efluentes industriais é condicionado à obtenção da Licença Nacional de Eliminação de Descarga de Poluentes. Nesta licença serão apresentados os limites máximos dos parâmetros permitidos, requisitos para o automonitoramento e relatórios, período de amostragem e outras disposições (USEPA, 2010).

A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos – USEPA é o órgão ambiental responsável pela regulamentação dos padrões nacionais de lançamento de efluentes industriais, sendo que os Estados podem reforçar seus próprios regulamentos. A USEPA elaborou uma lista de diretrizes relacionadas a efluentes, organizada em 58 diferentes categorias de indústria (USEPA, 2010).

De acordo com cada tipo de atividade, têm-se quais parâmetros devem ser monitorados, qual a metodologia deve ser utilizada para estas análises e os limites estabelecidos de acordo com o procedimento realizado. Além do mais, de acordo com o tipo de indústria, descrevem-se as exigências de monitoramento, relatórios e manutenção de registros. No âmbito nacional, não possuem frequência de análise e envio ao órgão responsável, mas deve-se garantir que os padrões estejam de acordo com a legislação e devem-se manter registros dos mesmos (USEPA, 2010).

A título exemplificativo são apresentados na Tabela 5.16 os limites de lançamento máximos diários, estabelecidos nos Estados Unidos da América para as tipologias industriais têxtil, de cimento, laticínios e mineração.

**Tabela 5.16 - Padrões de lançamento de efluentes dos Estados Unidos para as atividades de fabricação de cimento (GPO, 2014a), processamento de produtos lácteos (GPO, 2014b), mineração de areia e cascalho (GPO, 2014c), acabamento de tecidos (GPO, 2014d).** Fonte: Adaptado de CODE OF FEDERAL REGULATIONS, 2014.

| Parâmetros               | Têxtil <sup>1</sup> | Cimento | Laticínio | Mineração |
|--------------------------|---------------------|---------|-----------|-----------|
| DQO (g/kg)               | 60,0                | -       | -         | -         |
| DOB <sub>5</sub> (g/kg)  | 6,6                 | -       | 0,475     | -         |
| Sólidos Suspensos (g/kg) | 17,8                | 0,005   | 0,713     | -         |
| Sulfeto (g/kg)           | 0,20                | -       | -         | -         |
| Cromo total (g/kg)       | 0,10                | -       | -         | -         |
| Fenol (g/kg)             | 0,10                | -       | -         | -         |
| pH                       | 6 - 9               | 3 - 6   | 6 - 9     | 6 - 9     |

<sup>1</sup>kg/1000kg de DBO<sub>5</sub> de entrada

## 6 METODOLOGIA

Esse relatório é parte integrante do projeto intitulado como “Estudo para Gestão do Monitoramento de Efluentes Industriais na Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas”, atualmente em realização pela Gerência de Monitoramento de Efluentes – GEDEF, Diretoria de Gestão da Qualidade e Monitoramento Ambiental – DGQA, Fundação Estadual de Meio Ambiente - FEAM.

Nesse relatório contém parte da primeira etapa do projeto Estudo para Gestão do Monitoramento de Efluentes Industriais. Essa primeira etapa consiste na elaboração de uma Revisão de Literatura ampla (apresentada no item anterior “Revisão de Literatura”), atualizada e com diversos temas com a finalidade de caracterizar a bacia hidrográfica de estudo, as atividades potencialmente poluidoras ambientalmente regularizadas, os processos produtivos, a geração de efluentes dentro dos processos, as técnicas de controle da poluição, o consumo de água e o automonitoramento de efluentes industriais dessas atividades.

Ainda nesse relatório contemplou-se o levantamento de informações que irão compor o estudo dos indicadores que posteriormente avaliarão a gestão do programa de automonitoramento. Até o momento, o estudo teve-se somente na busca destas informações.

### 6.1 Procedimentos para Levantamento de Informações.

Para o levantamento de informações, foram utilizados dados primários, obtidos junto aos empreendedores através de Ofício de solicitação de dados (Apêndice 11.1), consulta aos dados disponíveis no Sistema Integrado de Informação Ambiental - SIAM, consulta aos processos físicos do licenciamento junto as SUPRAMs, Banco de Declarações Ambientais – BDA de áreas impactadas pela mineração e cargas poluidoras.

A amostra inicial era composta por todos os empreendimentos registrados no SIAM, pertencentes aos municípios da BHRV, totalizando 31673 empreendimentos. Destes,

foram selecionados os empreendimentos pertencentes as tipologias A (Atividades Minerárias), B (Indústria Siderúrgica e Outras), C (Indústria Química) e D (Indústria Alimentícia) da Deliberação Normativa COPAM nº 74/2004 que apresentassem atividades que gerassem efluentes líquidos decorrente do seu processo produtivo. É importante dizer que do total supracitado foram suprimidos alguns processos de licenciamento através dos seguintes critérios:

- tipos Licença Prévia – LP, Licença de Instalação – LI, e Licença Prévia e de Instalação – LP+LI;
- registros de Auto de Infração – AI;
- empreendimentos repetidos;
- empreendimentos apenas com processo técnico, ou seja, que não evoluíram para processo administrativo;
- pertencentes às tipologias E, F e G da Deliberação Normativa COPAM nº 74/2004.

Ao final dessa triagem a amostra foi reduzida para 646 empreendimentos, que encontram-se em processo de consolidação. Dentre estes estão inclusos empreendimentos que já enviaram seus dados à FEAM, os que ainda não responderam ao ofício, os com comunicação pendente (correspondências em trâmite e que retornaram sem serem entregues) e os que foram ou serão descartados de acordo com os novos critérios apresentados abaixo:

- cujas Licença de Operação - LO ou Autorização Ambiental de Funcionamento - AAF foram indeferidas ou canceladas;
- tiveram seus processos arquivados;
- com licença vencida até 2010 e sem revalidação;
- cujas atividades estavam paralisadas, encerradas;
- que estavam fora da área da bacia;
- localizados fora das tipologias A, B, C e D; e
- que foram substituídos devido a mudança de titularidade.



A análise dos empreendimentos ocorre à medida que os dados enviados pelos empreendedores chegam à FEAM ou através de consulta ao SIAM e BDA.

O ofício enviado aos empreendimentos para solicitação dos dados foi o Ofício Circular nº 04/2016 (Apêndice 11.1). O ofício foi enviado por *e-mail* após realização de contato telefônico com o empreendimento para esclarecimento da pesquisa.

Foi necessário o envio via Correios para alguns empreendimentos, devido a desatualização dos contatos de telefone e *e-mail*, disponíveis no SIAM. Para esse envio foi utilizado o serviço de Aviso de Recebimento – AR oferecido pelos Correios, em que o preenchimento de formulário próprio, permite comprovar, junto ao remetente, a entrega do objeto (CORREIOS, 2017).

Para esses empreendimentos, buscaram-se novos contatos e endereços nos sites da Receita Federal, Sistema Integrado de Informações sobre Operações Interestaduais com Mercadorias e Serviços de Minas Gerais - SINTEGRA/MG, BDA de áreas impactadas pela mineração e Google. Com os dados encontrados foram realizadas novas tentativas de contato, e nos casos sem sucesso foram enviados os ofícios físicos para todos os endereços disponíveis.

## 6.2 Informações Técnicas dos Empreendimentos

Anexa aos ofícios enviados seguia a planilha em Excel com as abas: Informações Técnicas I, Informações Técnicas II e Informações Técnicas III (Apêndice 11.2, 11.3, e 11.4, respectivamente). O documento “Informações Técnicas I” solicitava dados relativos à caracterização dos empreendimentos, bem como detalhes sobre a geração de efluentes líquidos e seu tratamento. Já as abas de Informações Técnicas II e III, referem-se aos dados de automonitoramento, para o período avaliado de janeiro de 2013 a março de 2016, do efluente industrial e do corpo receptor, respectivamente.

Encerrada essa fase de consolidação das amostras, será iniciada a avaliação dos empreendimentos industriais, segundo três critérios considerados essenciais para operação adequada de um programa de gestão do automonitoramento. Esses critérios

são: a qualidade do efluente, o cumprimento de condicionantes relativas ao automonitoramento e a adequação dos laboratórios que realizam os testes.

Todavia, esse assunto não será abordado nesse relatório e sim será analisado posteriormente após a obtenção de todas as informações dos empreendimentos.

### 6.2.1 Informações Técnicas I

Na planilha de Informações Técnicas I (Apêndice 11.2) são solicitados ao empreendedor primeiramente, dados de identificação e localização do empreendimento, como nome do responsável pelo preenchimento, vínculo/cargo, contatos, nome do empreendedor e do empreendimento, CNPJ/CPF, endereço e coordenadas geográficas. A seguir são solicitados dados de caracterização do empreendimento, utilização de água e geração e destinação de efluentes líquidos.

Na parte de caracterização, entre os dados solicitados estão o número do processo COPAM, que permite a identificação do processo administrativo de AAF ou LO dentro do SIAM, o código da atividade conforme a DN COPAM nº 74/2004, produção mensal, número de empregados e número do processo DNPM.

Quanto a utilização de água no empreendimento, buscou-se saber a origem da água (subterrânea, superficial ou da rede pública), o consumo médio mensal, se há recirculação e o número da portaria da outorga.

Em relação aos efluentes líquidos foram solicitados dados de volume médio mensal, tipo de tratamento e local de lançamento para ambos os efluentes sanitário e industrial e se há segregação dos mesmos. Exclusivamente para os empreendimentos com geração de efluente industrial foi solicitado o preenchimento da planilha de Informações Técnicas II e Informações Técnicas III, bem como localização geográfica dos pontos de lançamento.

### 6.2.2 Informações Técnicas II

Ao avançar para a planilha de Informações Técnicas II o empreendedor era orientado a preencher os valores das concentrações obtidas no automonitoramento, referente aos parâmetros, pontos de coleta e frequência exigidos como condicionante de sua licença

ambiental. Cada linha da planilha deveria ser preenchida com dados de automonitoramento referentes a uma data de coleta e um ponto de entrada e saída de efluente.

Assim, primeiramente o empreendedor deveria identificar o ponto de monitoramento, a data de envio à SUPRAM do primeiro relatório de monitoramento do intervalo solicitado (janeiro de 2013 a março de 2016), protocolo do documento na SUPRAM, laboratório responsável pelas análises, CNPJ do laboratório e data da coleta das amostras. Em seguida deveria transcrever as concentrações de acordo com os parâmetros identificados nas colunas, nas unidades fixadas, a saber, cor, DBO, DQO, nitrogênio amoniacal total, óleos e graxas, pH, sólidos sedimentáveis, sólidos em suspensão, sólidos dissolvidos, temperatura, vazão média diária e turbidez.

Cabia ao empreendedor adicionar novas colunas caso realizasse o monitoramento de outros parâmetros além dos apresentados ou excluir aquelas referentes a parâmetros não previstos em sua condicionante.

Os dados de monitoramento preenchidos pelo empreendedor serão analisados posteriormente de acordo com indicadores que permitirão avaliar o cumprimento ou não dos parâmetros determinados, das frequências de análise e envio à SUPRAM e do uso de laboratórios acreditados.

### 6.2.3 Informações Técnicas III

Na planilha de Informações Técnicas III são solicitadas informações referentes ao monitoramento do corpo hídrico, receptor do efluente industrial tratado. Foram solicitadas as concentrações dos parâmetros a montante e a jusante do ponto de lançamento, de acordo com os parâmetros e frequências determinados na condicionante do empreendimento.

Dessa forma, o empreendedor deveria identificar o corpo hídrico monitorado e assim como no item anterior a data de envio à SUPRAM do primeiro relatório de monitoramento do intervalo solicitado (janeiro de 2013 a março de 2016), protocolo do documento na SUPRAM, laboratório responsável pelas análises, CNPJ do laboratório e data da coleta das amostras.

Os parâmetros se diferem dos anteriores devido às diferentes características próprias de efluentes e corpos hídricos, em que foram solicitados cloreto total, condutividade elétrica, clorofila a, densidade de cianobactéria, DBO, DQO, coliformes termotolerantes, ecotoxicidade crônica (*Ceriodaphnia dubia*), fósforo total, nitrato, nitrogênio amoniacal total, óleos e graxas, oxigênio dissolvido, pH, substâncias tensoativas e turbidez.

Esses dados serão analisados de acordo com um indicador que avaliará o atendimento ou não aos padrões de lançamento de efluentes em corpos hídricos.

## 7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o cronograma do projeto, até o momento, foi realizado o levantamento das informações sobre os empreendimentos licenciados ambientalmente dentro da BHRV de acordo com as tipologias A, B, C e D da DN 74/2005.

Posteriormente em relatórios futuros, serão realizadas outras análises dos dados obtidos e demonstrados por meio de indicadores a avaliação do programa de gestão do automonitoramento. Portanto, diante da continuidade do Projeto após esse relatório, cabe ressaltar que serão discutidos nesse capítulo dados parciais da pesquisa.

Na Figura 7.1 são apresentados os percentuais de ofícios respondidos, descartados e pendentes.

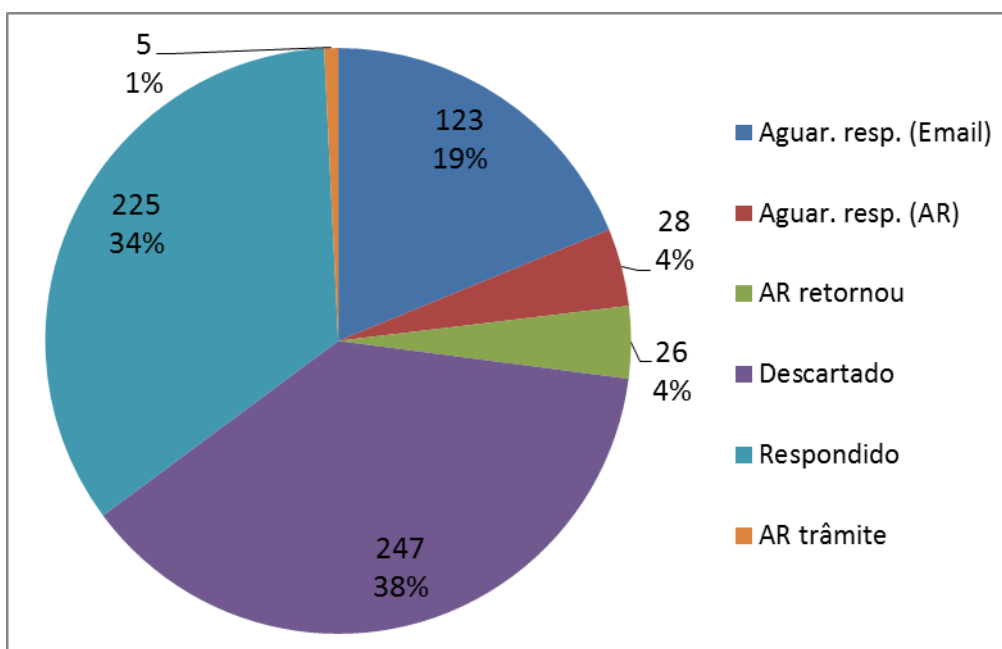


Figura 7.1 – Status de envio e recebimento de respostas do Ofício Circular nº 04/2016.

Do total de empreendimentos selecionados até o momento (646), 34% correspondem aos empreendimentos que responderam ao ofício. Nesse percentual estão inclusas respostas referentes ao preenchimento das planilhas “Informações Técnicas I e II” ou apenas “Informações Técnicas I”, salientando que nem todos esses empreendimentos

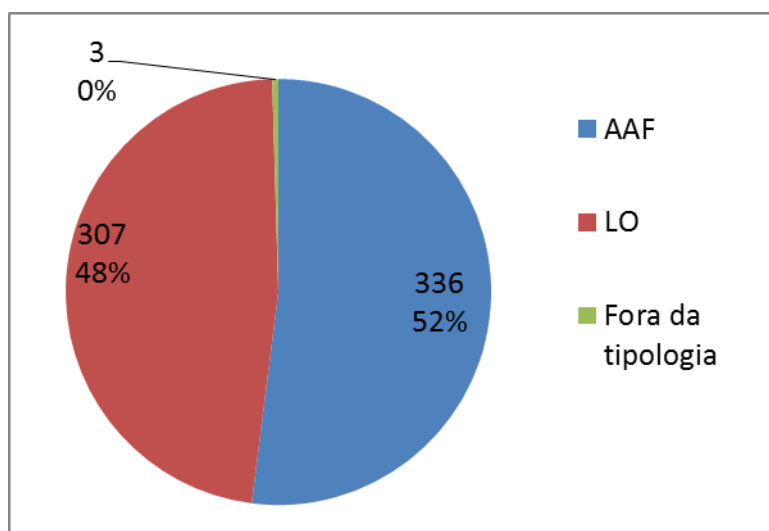
possuem geração de efluente e programa de automonitoramento, necessários para preenchimento da segunda planilha. Cabe ressaltar ainda, que em muitos casos verificou-se o preenchimento incompleto das planilhas.

Outro grupo que apresentou elevada representatividade foi o de empreendimentos descartados, responsável por 38% (247) do total. A maior parte dos descartes (117) ocorreram devido à paralisação de atividades e a não revalidação das autorizações ou licenças vencidas até 2010.

Os empreendimentos que ainda não responderam ao ofício, seja enviado via *e-mail* ou via Correios, totalizam 151 empreendimentos. Novos contatos telefônicos foram realizados com esses empreendimentos, sendo quase unânime a resposta de que irão providenciar o envio dos dados solicitados. Essa foi a última tentativa de obtenção de dados junto aos empreendedores que ainda não responderam ao ofício, tendo sido dado o prazo de 20 dias, a contar da data de ligação para cada empreendimento.

Dentre os empreendimentos pendentes, ou sem resposta, encontram-se aqueles com status de “AR em trâmite”, em que o comprovante de recebimento da correspondência pelo empreendedor, ainda não foi recebido pela FEAM. Nessa situação encontram-se apenas 5 empreendimentos. Outro status com ofício pendente é o “AR retornou”, em que 26 correspondências enviadas com o serviço de AR retornaram à FEAM sem serem entregues, devido aos endereços desatualizados nas diversas fontes consultadas.

Em relação aos tipos de regularização, há uma distribuição balanceada de empreendimentos, em que 48% são regularizados por LO e 52% por AAF (Figura 7.2). A exceção são 3 empreendimentos, com processos de AI, LP e LP+LI.



**Figura 7.2 – Distribuição dos empreendimentos em Autorização Ambiental de Funcionamento - AAF e Licença de Operação - LO.**

Mesmo estando fora dos critérios de seleção, estes empreendimentos se encontram dentro do total selecionado devido a correta identificação do seu tipo de regularização após uma análise mais aprofundada dos dados filtrados diretamente do SIAM.

Somados a eles estão outros 247 empreendimentos descartados após esse tipo de análise. Na Tabela 7.1 é exposto o quantitativo de empreendimentos descartados, por tipo de regularização (AAF e LO), de acordo com os critérios de exclusão.

**Tabela 7.1 – Distribuição e quantificação de empreendimentos descartados de acordo com os critérios de descarte, para AAF e LO.**

| Descartados Total                             | LO        | AAF        | Total      |
|-----------------------------------------------|-----------|------------|------------|
| Atividade fora da bacia                       | 14        | 24         | 38         |
| Atividade fora da tipologia                   | 7         | 5          | 12         |
| Atividade paralisada                          | 21        | 24         | 45         |
| AAF ou LO vencidas até 2010 e sem revalidação | 10        | 62         | 72         |
| AAF ou LO cancelada                           | 16        | 1          | 17         |
| Atividade encerrada                           | 10        | 12         | 22         |
| Processo substituído                          | 5         | 1          | 6          |
| Processo arquivado no SIAM                    | 3         | 19         | 22         |
| AAF ou LO indeferida                          | 1         | 12         | 13         |
| <b>Descartados total</b>                      | <b>87</b> | <b>160</b> | <b>247</b> |

<sup>1</sup> Deve-se somar a esse grupo 3 empreendimentos de AI, LP e LP+LI, mencionados anteriormente.

Dentre os empreendimentos regularizados por LO, observou-se para o critério “AAF ou LO vencidas até 2010 e sem revalidação” o número mais expressivo de descartes.

Apesar de não terem renovado suas autorizações ou licenças desde 2010, não se pode afirmar que esses empreendimentos tiveram suas atividades paralisadas ou encerradas, uma vez que não há documentos protocolados que comprovem a informação. No entanto, esse critério foi adotado uma vez que as informações disponíveis eram muito distantes do período do projeto, podendo gerar dados desatualizados.

Além daqueles descartados, podem ser observados nas Figura 7.3 Figura 7.4, o status completo da análise dos empreendimentos regularizados por AAF e LO.

Dos 336 empreendimentos detentores de AAF (Figura 7.3) 33% enviaram suas respostas e já tiveram a análise de suas planilhas finalizadas, identificados pela legenda “Finalizadas”. Os empreendimentos pendentes totalizam 138, referindo-se à legenda “Aguardando resposta”. Alguns desses empreendimentos ainda terão sua situação verificada no SIAM, podendo vir a ser descartados conforme se enquadrarem nos critérios de exclusão (atividade em desenvolvimento pela equipe).

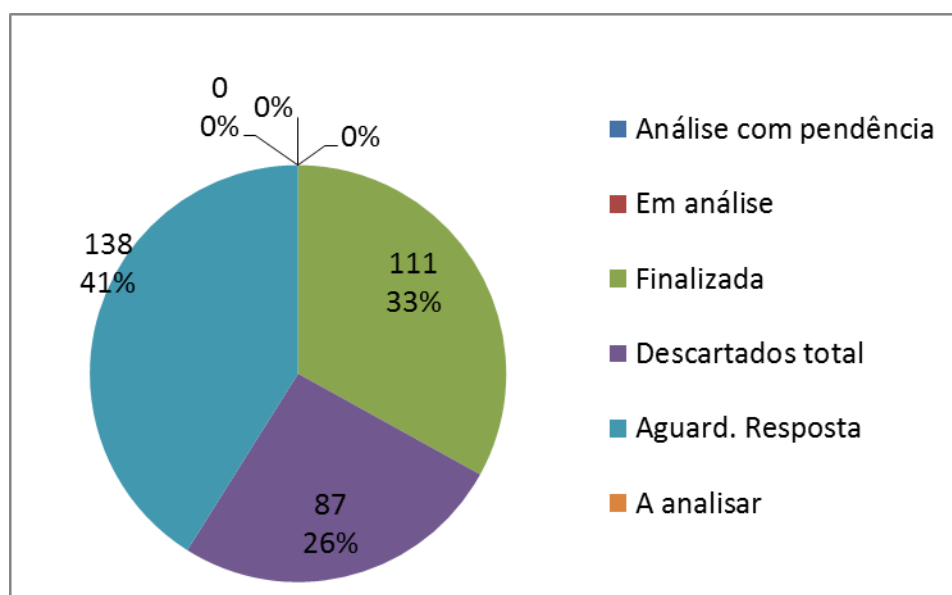


Figura 7.3 – Status da análise dos empreendimentos detentores de Autorização Ambiental de Funcionamento - AAF.

Em relação aos empreendimentos com LO (Figura 7.4), 38% (117) responderam ao ofício, dentre os quais 63 tiveram sua análise finalizada, 19 estão com análise pendente devido ao preenchimento incompleto ou inconsistente da planilha,



aguardando esclarecimentos dos empreendedores, e 35 estão aguardando para serem analisados. Dos ofícios de LO 28 encontram-se pendentes por ainda se aguardar resposta.

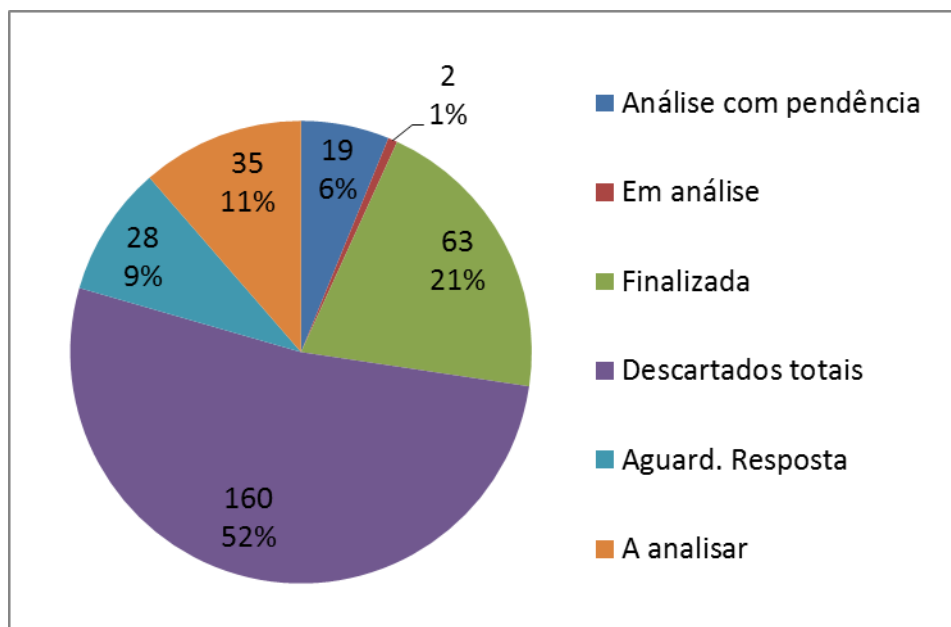


Figura 7.4 – Status da análise dos empreendimentos detentores de Licença de Operação - LO.

Para complementar as informações dos empreendimentos minerários com AAF foi consultado o BDA de Áreas Impactadas por Mineração, o qual é preenchido por detentores de AAF, em atendimento a Deliberação Normativa COPAM nº 144/2009. Em muitos casos as informações do BDA apenas completaram os campos deixados em branco nos ofícios respondidos, e naqueles onde o empreendedor não respondeu ao ofício, constituiu uma importante fonte de informações além das obtidas no SIAM. O BDA é um instrumento de gestão do Estado que contém registros de áreas suspeitas de contaminação ou contaminadas por substâncias químicas, de barragens, resíduos sólidos minerários, áreas impactadas pela mineração e carga poluidora sob o domínio do Estado (FEAM, 2016).

Com exceção dos empreendimentos descartados, é apresentada na Figura 7.5 o mapa com a distribuição dos empreendimentos ao longo da BHRV, estratificados por AAF e LO.

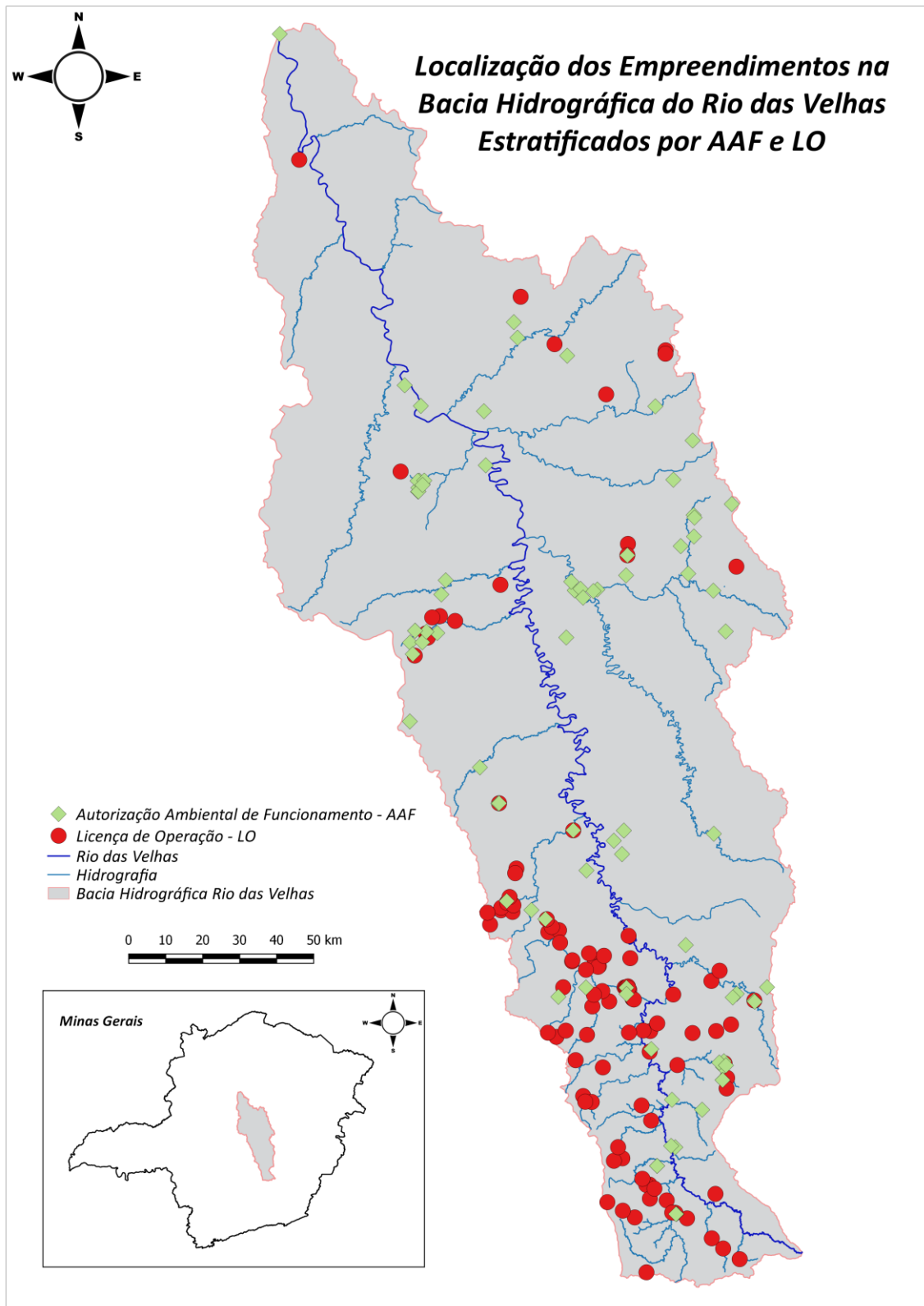


Figura 7.5 – Mapa de distribuição dos empreendimentos regularizados por AAF e LO na BHRV.

A distribuição espacial dos empreendimentos permite observar o maior acúmulo de LO nas regiões Alto e Médio Alto Rio das Velhas, onde estão situados: a RMBH, que abriga mais de 70% de toda a população da bacia, o quadrilátero ferrífero, que favorece atividades de extração de minério de ferro e siderurgia, e um grande polo industrial do estado, com processo de urbanização avançado (CBH RIO DAS VELHAS, 2015). Já atividades de menor potencial poluidor, detentoras de AAF, encontram-se distribuídas por toda a bacia. A identificação da tipologia dos empreendimentos regularizados por LO e AAF, respectivamente, é apresentada nas Figura 7.6 e Figura 7.7.

Através da Figura 7.6, verifica-se que o acúmulo de empreendimentos observados no Alto e Médio Alto Rio das Velhas, regularizados por LO, representam uma distribuição homogênea das tipologias A, B e C, e uma menor parcela de empreendimentos pertencentes à tipologia D, o que condiz com as características da bacia apresentadas anteriormente. E de modo geral, uma maior parcela de empreendimentos referentes à tipologia A (49) e B (43) ao longo de toda a bacia.

Em relação aos empreendimentos regularizados por AAF (Figura 7.7), observa-se a predominância da tipologia A (125) distribuída ao longo de toda a bacia, com exceção do Baixo Rio das Velhas, seguida em menor proporção pela tipologia B (59). Esses empreendimentos minerários de menor potencial poluidor podem estar relacionadas à extração de areia, calcário, rochas ornamentais, etc.

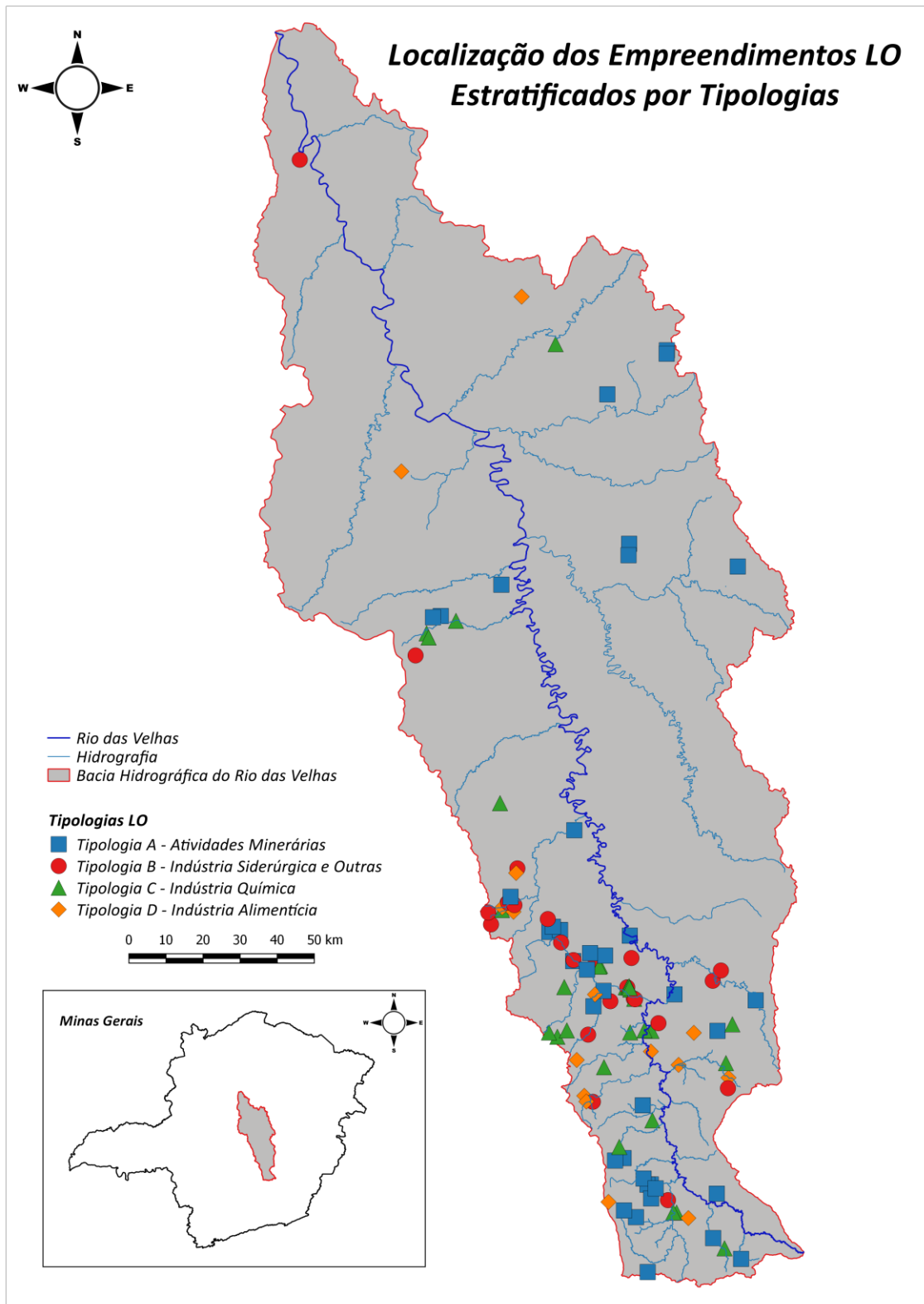


Figura 7.6- Distribuição dos empreendimentos regularizados por LO na BHRV, por tipologia.

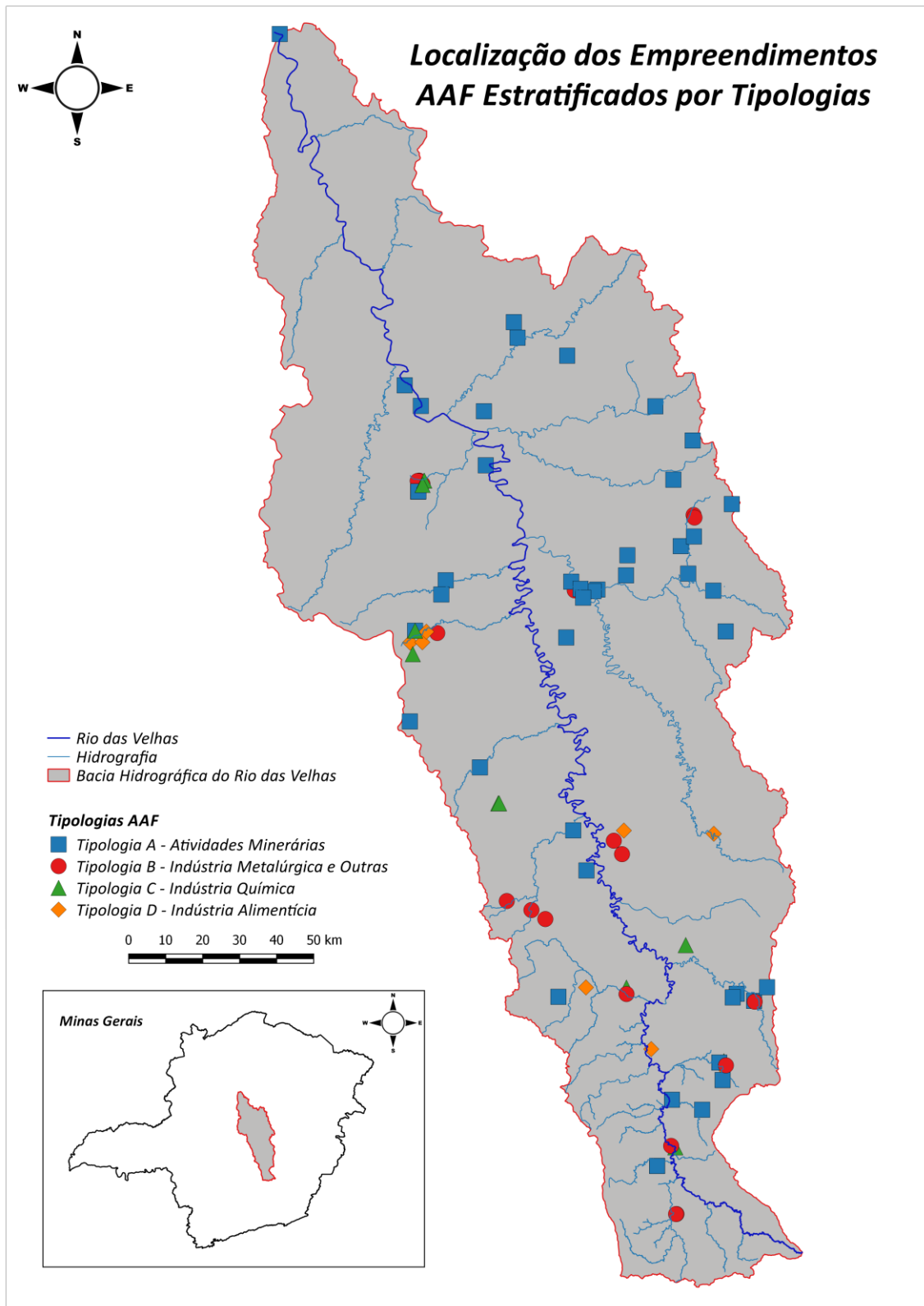


Figura 7.7 - Distribuição dos empreendimentos regularizados por AAF na BHRV, por tipologia.

Com exceção dos empreendimentos descartados, a distribuição e quantificação dos empreendimentos, de acordo com a tipologia e tipo de regularização ambiental, são apresentadas na Tabela 7.2.

**Tabela 7.2 – Quantificação dos empreendimentos de acordo com a tipologia e tipo de regularização.**

| Tipologia | Tipo de regularização | Nº empreendimentos |
|-----------|-----------------------|--------------------|
| A         | AAF                   | 125                |
|           | LO                    | 49                 |
| B         | AAF                   | 59                 |
|           | LO                    | 43                 |
| C         | AAF                   | 36                 |
|           | LO                    | 33                 |
| D         | AAF                   | 29                 |
|           | LO                    | 22                 |
| Total     |                       | 396                |

## 8 DIRETRIZES

Concomitante à realização desse projeto foram identificadas até o momento algumas dificuldades e deficiências no levantamento dos dados dos empreendimentos da BHRV. Portanto, serão apresentadas diretrizes para a melhoria da comunicação entre os empreendimentos e o órgão ambiental, indispensável para obtenção de dados atuais e diretos.

Assim, serão abordadas propostas gerais acerca desse tema. Primeiramente serão apresentados os principais problemas identificados e posteriormente as diretrizes.

### *Problema 1 – Documentos não digitalizados ou indisponíveis no SIAM*

O SIAM consistiu em ferramenta fundamental para a consulta à documentação dos processos de regularização ambiental dos empreendimentos. No entanto, observou-se que muitos documentos estão indisponíveis para pesquisa (não digitalizados ou com falha no carregamento do arquivo) ou ilegíveis. Essa situação levou a necessidade de solicitação dos processos físicos dos empreendimentos para obtenção e conferência de informações. Em muitos casos, os processos requeridos encontram-se em uso pelos analistas ambientais das SUPRAMs, e não puderam ser enviados, impossibilitando a obtenção de informação.

### *Diretriz 1 – Qualificação dos técnicos responsáveis pelo protocolo*

Para reduzir o problema da indisponibilidade de informações no SIAM, vê-se necessário a implantação de um procedimento padrão de protocolização além da capacitação dos técnicos responsáveis por essa atividade. Para isso propõe-se a elaboração de uma cartilha com orientações básicas para a implantação do procedimento padrão de protocolização.

Essa cartilha abordaria informações relevantes sobre o SIAM, tais como: a importância do SIAM como uma ferramenta de gestão, os impactos negativos da ausência de documentos não digitalizados, de documentos protocolizados em pastas erradas, passo a passo detalhado de procedimentos padronizados, dentre outros tópicos.

Além disso, para os documentos digitalizados impossibilitados de serem abertos (falha no carregamento do arquivo), propõe-se a manutenção do SIAM, pela equipe de Tecnologia da Informação – TI ou equipe competente para tal, a fim de diagnosticar e solucionar o problema.

### ***Problema 2- Ausências de dados automatizados de controle ambiental***

Além da indisponibilidade de alguns dados no SIAM, o acesso àqueles existentes se dá via cópias scaneadas dos relatórios. Os documentos nessa extensão não permitem a cópia dos dados para seu tratamento em outros *softwares*, sendo necessária a transcrição manual destes através de digitação. A solicitação de dados através do Ofício 04/2016 mediante planilha padronizada para preenchimento não resultou numa alternativa totalmente efetiva, uma vez que alguns empreendedores enviaram os dados de monitoramento fora do modelo estabelecido pela GEDEF/FEAM, cuja finalidade foi facilitar a compilação dos dados.

### ***Diretriz 2 – Sistematização do programa de automonitoramento***

Para o acompanhamento do programa de automonitoramento das empresas é necessária a criação de um sistema de informações *online* onde os empreendedores sejam responsáveis pela inserção dos dados dos relatórios de automonitoramento. Além disso, é necessário que o sistema já organize as informações de maneira em que os dados sejam automaticamente avaliados quanto ao limite máximo de lançamento, cumprimento da periodicidade de amostragem/análise e do prazo de envio de relatórios aos órgãos ambientais.

A implantação desse sistema demandaria recursos financeiro e pessoal e por isso é uma solução em longo prazo. Como solução imediata propõe-se a elaboração de uma planilha eletrônica padrão. Essa planilha deverá ser preenchida pelos empreendedores com os resultados de automonitoramento, e enviada ao órgão ambiental, juntamente com os laudos emitidos pelos laboratórios.

### ***Problema 3- Dificuldade de contato com os empreendedores e de obtenção das respostas dos ofícios***



Durante a fase de levantamento de dados foi observada a desatualização dos contatos e endereços de grande parte dos empreendimentos. Essa situação gerou atrasos no cronograma do projeto e perda de recurso do Estado, uma vez que foram necessárias novas pesquisas, novas tentativas de contato, envio de diversas correspondências (sem retorno) e dispêndio de mão de obra da equipe.

Dentre os empreendimentos contatados, seja por dados corretamente disponíveis no SIAM ou obtido através de novas pesquisas, a grande maioria não respondeu ao ofício dentro do período determinado. O que culminou na necessidade de novos contatos com esses empreendimentos.

### ***Diretriz 3 – Conscientização dos empreendedores da importância do envio dos dados solicitados e da atualização dos dados cadastrais***

A participação do empreendedor através do envio das informações solicitadas é de suma importância para a realização da pesquisa. Portanto, para maior adesão às futuras pesquisas, é necessário um trabalho de conscientização dos empreendedores da importância de sua participação na construção de um trabalho conjunto de melhoria da qualidade ambiental da bacia e da gestão equânime do automonitoramento de efluentes.

Nesse sentido, poderiam ser distribuídos folders explicativos, além de sugerir aos analistas ambientais, em suas atividades de vistoria ou fiscalização, que dialoguem com os empreendedores sobre sua colaboração em eventuais pesquisas ambientais realizadas no entorno de seu empreendimento.

Outra maneira de ajudar nesse problema seria a aplicação de penalidade logo nas primeiras vezes em que houvesse o descumprimento do envio das informações no prazo determinado. Esse procedimento poderia ainda ser aplicado aos empreendimentos que deixassem de atualizar, junto aos órgãos ambientais, eventuais mudanças de contato, endereço, entre outras informações básicas, primordiais para a comunicação entre órgão e o empreendedor.

***Problema 4- Incompatibilidade entre informações apresentadas pelo empreendedor e dispostas no licenciamento ambiental do empreendimento***

Com a breve conferência dos dados recebidos, através dos estudos ambientais, pareceres únicos e outros documentos dispostos no SIAM, para cada empreendimento, observou-se em muitos casos a divergência entre informações declaradas no ofício e aprovadas na LO ou AAF. As principais dessas figuram entre: geração de efluentes sanitários e industriais, produção mensal da atividade, consumo de água, e volume de água outorgado.

***Diretriz 4 – Sistematização do processo de licenciamento e fiscalização***

A ocorrência dessas divergências pode ser compreensível ao se pensar no amplo espaço de tempo entre uma LO e sua renovação (10 anos) (MINAS GERAIS, 2008), ou entre uma AAF e outra (4 anos) (SEMAD/MG, 2017), em que pode haver um aumento na produção do empreendimento, e conseqüente aumento de consumo de insumos e geração de efluentes. No entanto, esse aumento não deve ultrapassar a capacidade máxima de produção apresentada nos estudos ambientais e permitidas pela LO ou AAF.

Nas situações onde os limites determinados na LO e AAF são respeitados, a criação de um sistema *online* para o automonitoramento, proposto na Diretriz 2, seria um meio efetivo para atualização dos dados, anualmente, por exemplo. Já nos casos onde esse limite é ultrapassado, sugere-se a ampliação do quadro de fiscais de meio ambiente para maior alcance da fiscalização dos empreendimentos.

## 9 CONCLUSÃO

O presente Relatório Final de Bolsa do *Estudo para Gestão do Monitoramento de Efluentes Industriais na Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas* apresenta um conteúdo preliminar do projeto do qual faz parte e também das análises dos dados de automonitoramento. No entanto, verifica-se um extenso e minucioso trabalho de levantamento e consolidação de dados, primários e secundários, necessários para obtenção de resultados fidedignos.

Nesse processo foram observadas grandes dificuldades relativas ao levantamento de dados conforme mencionado nas diretrizes. Em relação aos dados primários, devido à existência de elevado número de empreendimentos com contatos desatualizados no SIAM, recebimento das respostas com atrasos e permanência de muitos empreendimentos ainda sem resposta. Quanto aos dados secundários, destaca-se a impossibilidade de acesso a documentos do licenciamento ambiental dos empreendimentos, através do SIAM, devido a não digitalização ou falha no carregamento do arquivo e documentos ilegíveis.

Dessa forma, é de suma importância a implantação das medidas propostas como diretrizes desse trabalho, principalmente no que tange à criação de um sistema informatizado para o automonitoramento de efluentes e a conscientização dos empreendedores quanto a necessidade de sua participação em pesquisas como esta, que visam o desenvolvimento ambiental da bacia.

---

## 10 REFERÊNCIAS

ABDI - AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. Relatório de Acompanhamento Setorial - Têxtil E Confecção. [S.l.]: Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas – Unicamp, v. 1, 2008. Disponível em: <<http://www.abdi.com.br/Estudo/textil%20e%20confeccao%20junho%202008.pdf>>. Acesso em: 02 jun 2016.

ABESC – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇOS DE CONCRETAGEM DO BRASIL. Manual do Concreto Dosado em Central. São Paulo: ABESC, 2015. Disponível em: <http://www.abesc.org.br/pdf/manual.pdf>>. Acesso em: 03 jun 2016.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 7212: execução de concreto dosado em central – procedimento*. Rio de Janeiro, ed. 2, 2012.

AMARAL, ANTÔNIO JOSÉ RODRIGUES DO; LIMA FILHO, CLÓVIS ÁTICO. Mineração. In: BETEJTIM, A. *Curso de mineralogia*, 1970. [S.l.]: DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral. Disponível em: <<http://www.dnpm-pe.gov.br/Geologia/Mineracao.php>>. Acesso em 09 maio 2016.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: regiões hidrográficas brasileiras – Edição Especial*. Brasília: ANA, 2015. 163 p.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. *Panorama da Qualidade das Águas superficiais do Brasil: 2012*. Brasília: ANA, 2012. 264 p. Disponível em: <[http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/Panorama\\_Qualidade\\_Aguas\\_Superficiais\\_BR\\_2012.pdf](http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/Panorama_Qualidade_Aguas_Superficiais_BR_2012.pdf)>. Acesso em: 10 fev 2017.

ARSAE – AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Relatório de Fiscalização - Sistema Integrado de Abastecimento de Água da RMBH - Bacia do Rio das Velhas. ARSAE: Belo Horizonte, 2013. Disponível em: <[http://arsae.mg.gov.br/images/documentos/rf\\_tec\\_op\\_saa\\_bacia\\_rio\\_das\\_velhas.pdf](http://arsae.mg.gov.br/images/documentos/rf_tec_op_saa_bacia_rio_das_velhas.pdf)>. Acesso em: 02 fev 2017.

BMUM - FEDERAL MINISTRY FOR THE ENVIRONMENT NATURE CONSERVATION AND NUCLEAR SAFETY. *Water Management: Waste Water*. 2013. Disponível em: <[www.bmub.bund.de/P648-1/](http://www.bmub.bund.de/P648-1/)>. Acesso em: 17 nov. 2016.

BMUM - FEDERAL MINISTRY FOR THE ENVIRONMENT, NATURE CONSERVATION AND NUCLEAR SAFETY OF GERMANY. Waste Water Ordinance, of 1 January 2005: Requirements for the Discharge of Waste Water into Waters. Disponível em: <[http://www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/wastewater\\_ordinance.pdf](http://www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/wastewater_ordinance.pdf)>. Acesso em: 23 dez 2016.

BRASIL. Decreto Federal nº 30.691, de 29 de março de 1952. Aprova o novo Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal.

(Alterado pelos Decretos nº 1.255 de 25.06.1962; 236 de 02.09.1994; 1812 de 08.02.1996; e 2.244 de 04.06.1997). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 07 jul. 1952.

BRASIL. Lei Federal nº 9.433, 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. Publicada no Diário Oficial da União em 09 de janeiro de 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: 09 jan 2017.

BRESCIANI FILHO, ETTORRE (coord.); SILVA, IRIS BENTO DA; BATALHA, GILMAR FERREIRA; BUTTON, SÉRGIO TONINI. *Conformação Plástica dos Metais*. São Paulo: EPUSP, 6 ed., 2011. 254 p. Disponível em: <<http://www.fem.unicamp.br/~sergio1/CONFORMACAOPLASTICADOSMETAIS.pdf>>. Acesso em: 25 maio 2016.

BROOKS, D. B. *Conservation of minerals and of the environment. World mineral supplies - assessment and perspective*. Amsterdam: Elsevier, 1976.

CALLISTO, MARCOS; CASTRO, DIEGO; MORAIS, LETÍCIA DE; HUGHES, FREDERIC MENDES; KIMURA, ANDREI; ALVES, RODRIGO; FREITAS, VALÉRIA; GAGLIARDI, LAURA; GUIMARÃES, LEANDRO CARMO; GUTIERREZ, MONICA ANDREA; LIGEIRO, RAPHAEL; MIRANDA, ROBERTA FERREIRA; RESENDE, FERNANDO; SALES, SUELLEN CRISTINA MOREIRA DE. Gestão eficiente de bacias hidrográficas no Brasil: dificuldades e perspectivas de soluções. *Natureza & Conservação*, v. 10, n. 1, p. 1-4, 2012. Disponível em: <http://doi.editoracubo.com.br/10.4322/natcon.2012.016>>. Acesso em: 09 jan 2017.

CAMPANER, VERIDIANA POLVANI; LUIZ-SILVA, WANILSON. Processos físico-químicos em drenagem ácida de mina em mineração de carvão no sul do Brasil. *Química Nova*, v. 32, n. 1, 146-152, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v32n1/v32n1a28.pdf>>. Acesso em: 28 jun 2016.

CAMPOS, José Roberto. *Curso de Técnicas de Tratamento e Controle de Efluentes Sanitários*. Brasília: ABES, 1993.

CARVALHO, PEDRO SÉRGIO LANDIM; MESQUITA, PEDRO PAULO DIAS; ARAÚJO, ELIZIO DAMIÃO G. *Sustentabilidade da siderurgia brasileira: eficiência energética, emissões e competitividade*. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 41, 2015. p. 181-236.

CBH DO RIO SÃO FRANCISCO - COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO. *Plano de recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco: Diagnóstico da dimensão técnica e institucional. – A Bacia*. Belo Horizonte, 2017. Disponível em: <<http://cbhsaofrancisco.org.br/planoderecursoshidricos/a-bacia/>> Acesso em: 10 fev 2017.

CBH RIO DAS VELHAS – COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS. *Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas 2015: Plano*

Diretor Consolidado. Belo Horizonte: Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas, v. 1, 2015. 316 p.

CCE - CONSELHO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS. *Diretiva 91/271/CE do Conselho das Comunidades Europeias de 21 de Maio de 1991*: relativa ao tratamento de águas residuais urbanas. Publicada no Jornal Oficial das Comunidades Europeias em 30 de maio de 1991. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A31991L0271>>. Acesso em: 21 dez 2016.

CECA/MS - CONSELHO ESTADUAL DE CONTROLE AMBIENTAL DO ESTADO DO MATO GROSSO DO SUL. *Deliberação CECA/MS nº 36, de 27 de junho de 2012*: Dispõe sobre a classificação dos corpos de água superficiais e estabelece diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como, estabelece as diretrizes, condições e padrões de lançamento de efluentes no âmbito do Estado do Mato Grosso do Sul, e dá outras providências. Publicada no Diário Oficial do Estado do Mato Grosso do Sul em 29 de junho de 2012. Disponível em: <[http://www.imasul.ms.gov.br/wp-content/uploads/sites/74/2015/06/Delibera%C3%A7%C3%A3o\\_CECA\\_MS\\_N%C2%BA36\\_DE\\_27\\_de\\_junho\\_de\\_2012\\_\\_Enquadramento..pdf](http://www.imasul.ms.gov.br/wp-content/uploads/sites/74/2015/06/Delibera%C3%A7%C3%A3o_CECA_MS_N%C2%BA36_DE_27_de_junho_de_2012__Enquadramento..pdf)>. Acesso em: 15 dez 2016.

CECA/RJ - COMISSÃO ESTADUAL DE CONTROLE AMBIENTAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. *Norma Técnica 202.R-10*: Critérios e Padrões para Lançamento de Efluentes Líquidos. Aprovada pela Deliberação CECA nº 1007, de 04 de dezembro de 1986, publicada no Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro em 12 de dezembro de 1986. Disponível em: <<http://200.20.53.7/ineaportal/Legislacao.aspx?ID=EC2F0291-AA60-4D29-B059-B6FC7BEDEA4A>>. Acesso em: 15 dez 2016.

CECA/RJ - COMISSÃO ESTADUAL DE CONTROLE AMBIENTAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. *Diretriz 942.R-7*: Diretriz do Programa de Autocontrole de Efluentes Líquidos - PROCON ÁGUA. Aprovada pela Deliberação CECA nº 1.995, de 10 de outubro de 1990, publicada no Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro em 14 de janeiro de 1991.

CEMA/PR - CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DO PARANÁ. Resolução CEMA nº 70, de 01 de outubro de 2009: Dispõe sobre o licenciamento ambiental, estabelece condições e critérios e dá outras providências, para Empreendimentos Industriais. Publicada no Diário Oficial do Estado do Paraná em 01 de outubro de 2009. Disponível em: <[http://www.pinhais.pr.gov.br/urbanismo/uploadAddress/resolucao\\_cema\\_70\\_2009\[4310\].pdf](http://www.pinhais.pr.gov.br/urbanismo/uploadAddress/resolucao_cema_70_2009[4310].pdf)>. Acesso em: 27 jan 2017.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. *Guia técnico Ambiental da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos*. SOUZA, ANDRÉ HELI COIMBRA BOTTO; MAGANHA, MARTHA FARIA BERNILS (elaboração). São Paulo: CETESB, ABIHPEC, 2000. 68 p. Disponível em: <<http://www.crq4.org.br/downloads/higiene.pdf>>. Acesso em: 03 jun 2016.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Guia Técnico Ambiental de Abate (bovino e suíno) - Série P+L. PACHECO, JOSÉ WAGNER FARIA; YAMANAKA, HÉLIO TADASHI (elaboração). São Paulo: CETESB, 2006a. 98 p. Disponível

em: <<http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/serie-pl-producao-mais-limpa-abate-de-bovinos-e-suinos/>>. Acesso em: 08 jun 2016.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Guia Técnico Ambiental de Produtos Lácteos – Série P+L. MAGANHA, MARTHA FARIA BÉRNILS (elaboração). São Paulo: CETESB, 2006b. 89p. Disponível em: <[www.fiesp.com.br/arquivo-download/?id=4276](http://www.fiesp.com.br/arquivo-download/?id=4276)>. Acesso em: 16 jun 2016.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. *Termo de Referência para o Automonitoramento de Efluentes Líquidos*. São Paulo: CETESB, 2005.

CHIAVERINI, VICENTE. *Tecnologia Mecânica: Processo de fabricação e tratamento*. São Paulo: McGraw-Hill, v. 2, 2. ed., 1986. 314 p.

CNI – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. A trajetória da indústria química rumo à sustentabilidade. Confederação Nacional da Indústria, Associação Brasileira da Indústria Química (ABIQUIM). Brasília: CNI, 2012. 86 p.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. *Resolução CONAMA 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. Publicada no Diário Oficial União em 18 de março de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 23 dez 2016.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. *Resolução CONAMA nº 430 de 13 de maio de 2011*: Dispõe sobre 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. Publicada no Diário Oficial União em 16 de maio de 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 14 dez 2016.

CONAMA. *Resolução CONAMA nº 20, de 18 de junho de 1986*. Publicada no Diário Oficial da União em 30 de julho de 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html>>. Acesso em: 17 jan 2017.

CONSEMA/RS - CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO SUL. *Resolução CONSEMA 01 de 20 de março de 1998*: Especifica novas condições e exigências para o Sistema de Automonitoramento de Atividades Poluidoras Industriais localizadas no Estado do Rio Grande do Sul. Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul em [?1998]. Disponível em: <<http://www.fepam.rs.gov.br/consema/Res01-98.asp>>. Acesso em: 05 dez 2016.

COPAM - CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL e CERH/MG - CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE MINAS GERAIS. *Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008*: 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. Publicada no Diário do Executivo de Minas Gerais em 13 de maio de 2008. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8151>>. Acesso em: 14 dez 2016.

COPAM - CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL. Deliberação Normativa COPAM nº 17, de 17 de dezembro de 1996: Dispõe sobre prazo de validade de licenças ambientais, sua revalidação e dá outras providências. Publicada no Diário Oficial do Estado de Minas Gerais em 21 de dezembro de 1996. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=41556>>. Acesso em: 14 fev 2017.

COPAM - CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL. Deliberação Normativa n.º 74, de 09 de setembro de 2004: Estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, de empreendimentos e atividades modificadoras do meio ambiente passíveis de autorização ou de licenciamento ambiental no nível estadual, determina normas para indenização dos custos de análise de pedidos de autorização e de licenciamento ambiental, e dá outras providências. Publicada no Diário do Executivo do Estado de Minas Gerais em 02 de outubro de 2004. Disponível em: <[http://www.igam.mg.gov.br/images/TR\\_outorga/dn\\_copam\\_74-04%20empreendimentos%20poluidores.pdf](http://www.igam.mg.gov.br/images/TR_outorga/dn_copam_74-04%20empreendimentos%20poluidores.pdf)>. Acesso em: 09 jan 2017.

COPAM - CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICAS AMBIENTAIS. Deliberação Normativa COPAM nº 165, de 11 de abril de 2011: Prorroga os prazos previstos nas Deliberações Normativas COPAM nº 89, de 15/09/2005, nº 120, de 8 de agosto de 2008, e nº 158, de 6 de outubro de 2010, para acreditação ou homologação de laboratórios de medições ambientais e estabelece diretrizes para a apresentação de relatórios do Programa de Automonitoramento das fontes efetiva ou potencialmente poluidoras do meio ambiente. Publicada no Diário do Executivo do Estado de Minas Gerais em 13 de abril de 2011. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=16795>>. Acesso em: 16 jan 2017.

CORREIOS. Correios de A a Z - Aviso de Recebimento – AR. Disponível em: <<https://www.correios.com.br/para-voce/correios-de-a-a-z/aviso-de-recebimento-ar>>. Acesso em: 06 jan 2017.

CPRH/PE - AGÊNCIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE PERNAMBUCO. *Norma técnica CPRH nº 2.006*: Parâmetros de monitoramento por tipologia industrial. Aprovada na 218ª reunião do Conselho de Administração da CPRH, em 23 de agosto de 2000b. Disponível em: <[http://www.cprh.pe.gov.br/licenciamento/normas\\_tecnicas/39931%3B63932%3B1529%3B0%3B0.asp](http://www.cprh.pe.gov.br/licenciamento/normas_tecnicas/39931%3B63932%3B1529%3B0%3B0.asp)>. Acesso em: 05 dez 2016.

CPRH/PE - AGÊNCIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE PERNAMBUCO. *Norma técnica CPRH nº 2.006*: Parâmetros de monitoramento por tipologia industrial.



Aprovada na 218ª reunião do Conselho de Administração da CPRH, em 23 de agosto de 2000b. Disponível

em: <[http://www.cprh.pe.gov.br/licenciamento/normas\\_tecnicas/39931%3B63932%3B1529%3B0%3B0.asp](http://www.cprh.pe.gov.br/licenciamento/normas_tecnicas/39931%3B63932%3B1529%3B0%3B0.asp)>. Acesso em: 05 dez 2016.

CPRH/PE - AGÊNCIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE PERNAMBUCO. *Norma técnica CPRH nº 2.001*: Controle de carga orgânica em efluentes líquidos industriais. Aprovada na 215ª reunião do Conselho de Administração da CPRH, em 21 de fevereiro de 2000c. Disponível em:

<[http://www.cprh.pe.gov.br/licenciamento/normas\\_tecnicas/39931%3B63932%3B1529%3B0%3B0.asp](http://www.cprh.pe.gov.br/licenciamento/normas_tecnicas/39931%3B63932%3B1529%3B0%3B0.asp)>. Acesso em: 05 dez 2016.

CUE - CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA. *Diretiva 96/61/CE do Conselho da União Europeia de 24 de setembro de 1996*: relativa à prevenção e controlo integrados da poluição. Publicada no Jornal Oficial das Comunidades Europeias em 10 de outubro de 1996. Disponível em:

<[http://eur-lex.europa.eu/mwg-internal/de5fs23hu73ds/progress?id=v\\_k9Xp-g2q8op5SaMGf8BI8Yr2nwdzYlxub4FIBj6K4,&dl](http://eur-lex.europa.eu/mwg-internal/de5fs23hu73ds/progress?id=v_k9Xp-g2q8op5SaMGf8BI8Yr2nwdzYlxub4FIBj6K4,&dl)>. Acesso em: 21 dez 2016.

DE PAULA, HEBER MARTINS. Uso de suspensões preparadas com sementes de *moringa oleifera* associada a coagulantes químicos no tratamento da água residuária de usinas de concreto. 2014. 187 f. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2014a.

DE PAULA, HEBER MARTINS; ILHA, MARINA SANGOI DE OLIVEIRA; ANDRADE, LEONARDO S. Concrete plant wastewater treatment process by coagulation combining aluminum sulfate and *Moringa oleifera* powder. *Journal of Cleaner Production*, v. 76, n. 1, p. 125-130, 2014b. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652614003795>>. Acesso em: 05 jul 2016.

DESSUREAULT, SEAN; GANGULI, RAJIVE; KECOJEVIC, VLADISLAV; GIRARD-DWYER, JAMI. Application of computers and operations research in the mineral industry. In: 37<sup>th</sup> INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE APPLICATION OF COMPUTERS AND OPERATIONS RESEARCH IN THE MINERAL INDUSTRY, 2005, Tucson. *Anais...* Tucson: Australasian Institute of Mining and Metallurgy, 2005.

EUCLYDES, HUMBERTO PAULO; FERREIRA, PAULO AFONSO; FARIA FILHO, REYNALDO FURTADO; OLIVEIRA, ELVIS PAULO DE. O “Atlas Digital das Águas de Minas” como ferramenta para o planejamento e gestão dos recursos hídricos. In: XV<sup>th</sup> World Water Congress. Edinburgh, Scotland. *Anais...* Scotland: IWRA, 2015. Disponível em: [http://www.iwra.org/index.php?page=286&abstract\\_id=1513](http://www.iwra.org/index.php?page=286&abstract_id=1513). Acesso em: 09 jan 2017.

FEAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE. Estudo sobre a Poluição Industrial e Minerária da Bacia do Rio das Velhas. Subprograma de Gestão Ambiental do PROSAM-MG (Consórcio) ESSE Engenharia e Consultoria e Montgomery Watson. 1996.

FEAM - FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE. *Guia técnico ambiental da indústria de laticínios*. TORRES FILHO, ARTHUR (elaboração). Belo Horizonte: Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais, Fundação Estadual de Meio Ambiente, 2014. 68 p. Disponível em: <<http://www.feam.br/noticias/1/1293-guias-tecnicos-ambientais>>. Acesso em: 27 jun 2016.

FEAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. *Banco de Declarações Ambientais*. Disponível em: <<http://www.feam.br/declaracoes-ambientais>>. Acesso em: 10 fev 2017.

FEAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. *Diagnóstico Ambiental das Indústrias de Abate no Estado de Minas Gerais*. GIESEKE, C. F. (elaboração). Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 1996.

FEAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. *Diagnóstico ambiental das indústrias de abate do Estado de Minas Gerais – atualização*. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010. 122 p. Disponível em: <[http://www.feam.br/images/stories/arquivos/producaosustentavel/diagnostico\\_industria\\_abate.pdf](http://www.feam.br/images/stories/arquivos/producaosustentavel/diagnostico_industria_abate.pdf)>. Acesso em: 10 jun 2016.

FEAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. *Guia técnico ambiental da indústria de rochas ornamentais*. Fundação Estadual do Meio Ambiente, Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (organização). Belo Horizonte: FEAM, 2015a. 60p. Disponível em: <[http://www.feam.br/images/stories/2015/PRODUCAO\\_SUSATENTAVEL/GUIAS-TECNICOS-AMBIENTAIS/guia-rochas.pdf](http://www.feam.br/images/stories/2015/PRODUCAO_SUSATENTAVEL/GUIAS-TECNICOS-AMBIENTAIS/guia-rochas.pdf)>. Acesso em: 10 maio 2016.

FEAM - FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. *Índice de Avaliação da Qualidade do Monitoramento dos Efluentes Líquidos Industriais de Laticínios*. Belo Horizonte: FEAM, 2015b. 116 p. Disponível em: <[http://www.feam.br/images/stories/2016/AMBIENTA%C3%87%C3%83O/IAQML\\_-\\_Relat%C3%B3rio\\_Final\\_-\\_FINALIZADO\\_.pdf](http://www.feam.br/images/stories/2016/AMBIENTA%C3%87%C3%83O/IAQML_-_Relat%C3%B3rio_Final_-_FINALIZADO_.pdf)>. Acesso em: 16 jan 2017.

FEAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. *Plano de ação para adequação ambiental do setor de aguardente e cachaça artesanal no Estado de Minas Gerais*. Belo Horizonte: FEAM, 2013. 105 p. Disponível em: <[http://www.feam.br/images/stories/producao\\_sustentavel/2014/plano\\_acao\\_alambique.pdf](http://www.feam.br/images/stories/producao_sustentavel/2014/plano_acao_alambique.pdf)>. Acesso em: 13 jun 2016.

FERREIRA, MARCELLO S. *A formação de redes de conhecimento nas indústrias metal-mecânica de confecções de Nova Friburgo*. 2002. 147 f. Tese (Mestrado em Engenharia da Produção) - COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Rio de Janeiro, 2002.

FIEMG - FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS. *Guia de boas práticas do setor fundição*. [s.l.]: [2016]. Disponível em: <<http://www.sifumg.com.br/wp-content/uploads/2016/02/cartilha-de-fundicao.pdf>>. Acesso 30 jun 2016.

FRANCO, R. A. M.; VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F. B. T. Avaliação biológica da qualidade da água para irrigação do Córrego três barras, Marinópolis, SP. In: Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem (CONIRD), Goiânia. Anais... Goiânia: ABID, 2006.

GOIÁS. *Decreto Estadual nº 1.745, de 06 de dezembro de 1979*: Aprova o Regulamento da Lei nº 8544, de 17 de outubro de 1978, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente. Publicado no Diário Oficial do Estado de Goiás. Disponível em: <[http://www.mp.go.gov.br/nat\\_sucroalcooleiro/Documentos/legislacao/especifica/03.pdf](http://www.mp.go.gov.br/nat_sucroalcooleiro/Documentos/legislacao/especifica/03.pdf)>. Acesso em: 14 dez de 2016.

GPO - GOVERNMENT PUBLISHING OFFICE. Cement Manufacturing Point Source. In: *Code of Federal Regulations - Title 40, Capítulo I, Part 411, Paragraph 411.12*. Washington, DC: Office of the Federal Register, 2014a. Disponível em: <[http://www.ecfr.gov/cgi-bin/retrieveECFR?gp=&SID=5bd8ec2aae3f04a4d3cc3190addf&mc=true&r=PART&n=pt40.31.411#se40.31.411\\_112](http://www.ecfr.gov/cgi-bin/retrieveECFR?gp=&SID=5bd8ec2aae3f04a4d3cc3190addf&mc=true&r=PART&n=pt40.31.411#se40.31.411_112)>. Acesso em 23 dez 2016.

GPO - GOVERNMENT PUBLISHING OFFICE. Construction Sand and Gravel. In: *Code of Federal Regulations - Title 40, Capítulo I, Part 436, Paragraph 436.32*. Washington, DC: Office of the Federal Register, 2014c. Disponível em: <[http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=615df62c49dbc701e5dcb95ad6e4e6fd&mc=true&node=se40.32.440\\_112&rgn=div8](http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=615df62c49dbc701e5dcb95ad6e4e6fd&mc=true&node=se40.32.440_112&rgn=div8)>. Acesso em 23 dez 2016.

GPO - GOVERNMENT PUBLISHING OFFICE. Dairy Products Processing Point Source. In: *Code of Federal Regulations - Title 40, Capítulo I, Part 405, Paragraph 405.12*. Washington, DC: Office of the Federal Register, 2014b. Disponível em: <[http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=5bd8ec2aae3f04a4d3cc3190addf&mc=true&node=se40.31.405\\_112&rgn=div8](http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=5bd8ec2aae3f04a4d3cc3190addf&mc=true&node=se40.31.405_112&rgn=div8)>. Acesso em 23 dez 2016.

GPO - GOVERNMENT PUBLISHING OFFICE. Woven Fabric Finishing. In: *Code of Federal Regulations - Title 40, Capítulo I, Part 410, Paragraph 410.42*. Washington, DC: Office of the Federal Register, 2014d. Disponível em: <[http://www.ecfr.gov/cgi-bin/retrieveECFR?gp=&SID=5bd8ec2aae3f04a4d3cc3190addf&mc=true&n=pt40.31.410&r=PART&ty=HTML#se40.31.410\\_142](http://www.ecfr.gov/cgi-bin/retrieveECFR?gp=&SID=5bd8ec2aae3f04a4d3cc3190addf&mc=true&n=pt40.31.410&r=PART&ty=HTML#se40.31.410_142)>. Acesso em 23 dez 2016.

HASSEMER, MARIA ELIZA NAGEL; SENS, MAURÍCIO LUIZ. Tratamento do efluente de uma indústria têxtil. Processo físico-químico com ozônio e coagulação/floculação. *Engenharia sanitária e ambiental*, v. 7, n. 1, p. 30-36, 2002.

IAB - INSTITUTO AÇO BRASIL. *Relatório de Sustentabilidade 2012*. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil (organização), 2012. 95 p. Disponível em: <[http://www.acobrasil.org.br/site/portugues/biblioteca/relatorio\\_sustentabilidade\\_2012.pdf](http://www.acobrasil.org.br/site/portugues/biblioteca/relatorio_sustentabilidade_2012.pdf)>. Acesso em: 07 jul 2016.

IAP - INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. *Portaria IAP nº 256, de 16 de setembro de 2013*: Aprova e estabelece os critérios e exigências para a apresentação da Declaração

de Carga Poluidora, através do Sistema de Automonitoramento de Atividades Poluidoras no Paraná e determina seu cumprimento. Publicado no Diário Oficial do Estado do Paraná em 23 set 2013. Disponível em: <[http://celepar7.pr.gov.br/sia/atosnormativos/form\\_cons\\_ato1.asp?Codigo=2760](http://celepar7.pr.gov.br/sia/atosnormativos/form_cons_ato1.asp?Codigo=2760)>. Acesso em: 06 dez 2016.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Departamento da População e Indicadores Sociais. Características da população e dos domicílios: resultados do universo. IBGE: Rio de Janeiro, 2000. 520 p.

ICPDR - INTERNATIONAL COMMISSION FOR THE PROTECTION OF THE DANUBE RIVER. *Summary of National Practices concerning the Monitoring of the Waste Water Discharges*. 4<sup>th</sup> Meeting of the International Commission for the Protection of the Danube River, Budapest, 2000.

IPRI - INSTITUTO DE PESQUISA DE RELAÇÕES INTERNACIONAIS. *As 15 maiores economias do mundo (PIB e PIB PPC) - ano-base 2015*. Disponível em: <<http://www.funag.gov.br/ipri/index.php/o-ipri/47-estatisticas/94-as-15-maiores-economias-do-mundo-em-pib-e-pib-ppp>>. Acesso em: 17 nov 2016.

JACOMINO, V. M. F.; CASTRO, L. F. A.; RIBEIRO, E. D. L.; LEÃO, M. M. D.; SOUZA, C. M.; GOMES, A. M.; ALMEIDA, M. L. B.; LOPES, L. E. F. *Controle Ambiental das Indústrias de Produção de Ferro-Gusa em Altos-Fornos a Carvão Vegetal*. Belo Horizonte: Segrac, 2002. 302 p.

JAPÃO. *Law nº 138 of 1970: Water Pollution Control Law*. Ministry of the Environment - Government of Japan. Disponível em: <<http://www.env.go.jp/en/laws/water/wlaw/ch2-1.html>>. Acesso em: 25 nov 2016.

JUSTI, ANDRÉ LUIZ. *Efeito do uso de polímero redutor de atrito no escoamento forçado de água e de vinhaça*. 2012. 65 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

KANU, IJEOMA; ACHI, OME K. Industrial effluents and their impact on water quality of receiving rivers in Nigeria. *Journal of applied technology in environmental sanitation*, v. 1, n. 1, p. 75-86, 2011.

KOPPE, JAIR CARLOS. A lavra e a indústria mineral: estado da arte e tendências tecnológicas. In: FERNANDES, FRANCISCO R. C.; LUZ, ADÃO B. DA; MATOS, GERSON M. M.; CASTILHOS, ZULEICA CARMEN. *Tendências Tecnológicas Brasil 2015: Geociências e Tecnologia Mineral*. Parte II. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2007. 380 p.

LEÃO, M. M. D.; CARNEIRO, E. V.; KELLER, W.; BENJAMIN, J. O. *Desenvolvimento tecnológico para controle ambiental na indústria têxtil – malhas do estado de Minas Gerais: relatório final*. Universidade Federal de Minas Gerais, 1999.

LEÃO, M. M. D.; CARNEIRO, E.V.; SCHWABE, W.K.; RIBEIRO, E. D.L.; SOARES, A.F.S.; NETO, M. L. F.; TORQUETTI, Z.S.C. *Controle Ambiental na Indústria Têxtil: Acabamento de Malhas*. Projeto Minas Ambiente. Belo Horizonte, 356p. 2002.

LOGICAMBIENTAL. *Processos para o tratamento de efluentes na mineração*. Disponível em: <<http://www.logicambiental.com.br/tratamento-de-efluentes-na-mineracao/>> Acesso em: 21 dez 2016.

LOPES, REGINA LÚCIA TINOCO. *Dossiê Técnico: Processamento de Cachaça de Alambique*. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. [S.l.]: CETEC, 2007. Disponível em: <<http://www.sbrt.ibict.br/dossie-tecnico/downloadsDT/MTc4>>. Acesso em: 14 jun 2016.

LUZ, ADÃO BENVINDO DA; LINS, FERNANDO ANTÔNIO FREITAS. Introdução ao tratamento de minérios. In: LUZ, ADÃO BENVINDO DA; SAMPAIO, JOÃO ALVES; ALMEIDA, SALVADOR LUIZ MATOS (ed.) *Tratamento de Minérios*. 4ª ed. Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral, Ministério da Ciência e Tecnologia, 2004. Cap. 1. Disponível em: <<http://www.cetem.gov.br/livros?start=40>>. Acesso em: 12 maio 2016.

LYRA, MARÍLIA R.C.C.; ROLIM, MÁRIO M.; SILVA, JOSÉ A. A. Topossequência de solos fertigados com vinhaça: contribuição para a qualidade das águas do lençol freático. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 7, n. 3, p. 525-532, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v7n3/v7n3a20.pdf>>. Acesso em: 29 jun 2016.

MACHADO, R. M. G.; FREIRE, V. H.; SILVA, P. C.; FIGUERÊDO, D. V.; FERREIRA, P. E. *Controle Ambiental nas Pequenas e Médias Indústrias de Laticínios*. Projeto Minas Ambiente, Belo Horizonte, 2002, 223 p.

MAIA, AMAZILE BIAGIONI; CAMPELO, EDUARDO ANTONIO PINTO. *Tecnologia da cachaça de alambique*. Belo Horizonte: SEBRAE/MG; SINDBEBIDAS, 2005. 129p.

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. *Instrução Normativa nº 51, de 18 de setembro de 2002: Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite Tipo A, do Leite Tipo B, do Leite Tipo C, do Leite Pasteurizado e do Leite Cru Refrigerado e o Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel*. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 set. 2002. Seção 3.

MAZZINI, ANA LUIZA DOLABELA DE AMORIM. *Dicionário educativo de termos ambientais*. 4ª ed. Belo Horizonte, 2004. 534p.

MINAS GERAIS. *Decreto Estadual nº 44.844, de 25 de junho de 2008: Estabelece normas para licenciamento ambiental e autorização ambiental de funcionamento, tipifica e classifica infrações às normas de proteção ao meio ambiente e aos recursos hídricos e estabelece procedimentos administrativos de fiscalização e aplicação das penalidades*. Publicado no Diário do Executivo do Estado de Minas Gerais em 26 de junho de 2008. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=7966>>. Acesso em: 02 mar 2017.

MINAS GERAIS. *Lei Estadual nº 15.972, de 12 de janeiro de 2006: Altera a estrutura orgânica dos órgãos e entidades da área de meio ambiente que especifica e a Lei nº*

7.772, de 8 de setembro de 1980, que dispõe sobre a proteção, conservação e melhoria do meio ambiente, e dá outras providências. Publicada no Diário do Executivo de Minas Gerais em 13 de janeiro de 2006. Disponível em: <[http://www.fazenda.mg.gov.br/empresas/legislacao\\_tributaria/leis/l15972\\_2006.htm](http://www.fazenda.mg.gov.br/empresas/legislacao_tributaria/leis/l15972_2006.htm)>. Acesso em: 17 jan 2017.

MINAS GERAIS. Lei Estadual nº 7.772, de 8 de setembro de 1980: Dispõe sobre a proteção, conservação e melhoria do meio ambiente. Publicada no Diário do Executivo de Minas Gerais em 09 de setembro de 1980. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=5407>>. Acesso em: 17 jan 2017.

MONTEIRO, MARIA ILISI. *Tratamento de efluentes oleosos provenientes da indústria metal-mecânica e seu reuso*. 2006. 148 f. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, 2006. Disponível em: <[http://bd.eel.usp.br/tde\\_arquivos/2/TDE-2002-01-23T184230Z-72/Publico/BIT06007.pdf](http://bd.eel.usp.br/tde_arquivos/2/TDE-2002-01-23T184230Z-72/Publico/BIT06007.pdf)>. Acesso em: 07 jul 2016.

MTE - MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. *Portaria MTb nº 3.214, de 08 de junho de 1978*: Norma Regulamentadora 22 - Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração. Publicada no Diário Oficial da União em 06 de julho de 1978. Disponível em: <<http://www.mtps.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR22/NR-22att.pdf>>. Acesso em: 23 maio 2016.

NONATO, ELIANA A.; VIOLA, ZENILDE G. G.; ALMEIDA, KATIANE C. B.; SCHOR, HELOIZA H. R. Tratamento estatístico dos parâmetros da qualidade das águas da bacia do alto curso do Rio das Velhas. *Química Nova*, v. 30, n. 4, p. 797, 2007. Disponível em: <[http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol30No4\\_797\\_07-AR06081.pdf](http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol30No4_797_07-AR06081.pdf)>. Acesso em: 09 jan 2017.

OLIVEIRA, CONSUELO RIBEIRO DE; GARIGLIO, HELDER A. DE AQUINO; RIBEIRO, MORGANA MENEZES; ALVARENGA, MIRIAM SOUZA PINTO DE; MAIA, FRANCISCO XAVIER. Cachaça de alambique: manual de boas práticas ambientais e de produção. Convênio de Cooperação Técnica SEAPA/SEMAD/AMPAQ/FEAM/IMA. Belo Horizonte, 2005. 72p. Disponível em: <[http://www.feam.br/images/stories/arquivos/Manual\\_de\\_Cachaca\\_040805.pdf](http://www.feam.br/images/stories/arquivos/Manual_de_Cachaca_040805.pdf)>. Acesso em: 10 jan 2017.

PE - PARLAMENTO EUROPEU e CUE - CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA. *Directiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 23 de Outubro de 2000*: estabelece um quadro de ação comunitária no domínio da política da água. Publicada no Jornal Oficial das Comunidades Europeias em 22 de dezembro de 2000. Disponível em: <http://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2000/60/oj>>. Acesso em 21 dez 2016.

PE - PARLAMENTO EUROPEU e CUE - CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA. *Diretiva 2013/39/UE do Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia de 12 de agosto de 2013*: altera as Diretivas 2000/60/CE e 2008/105/CE no que tange às substâncias prioritárias no domínio da política da água. Publicada no Jornal Oficial da União

Europeia em 24 de agosto de 2013. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013L0039&from=PT>>. Acesso em: 21 dez 2016.

PEDROSO, WAGNER DE MIRANDA. *Otimização de Estação de Tratamento de Esgoto Industrial de uma Indústria Metalúrgica. Estudo de caso na Volkswagen – São Bernardo do Campo/SP*. 2009. 99 f. Dissertação (mestrado) - Escola de Engenharia de Mauá, Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, 2009. Disponível em: <<http://maua.br/files/dissertacoes/otimizacao-de-estacao-de-tratamento-de-esgoto-industrial-de-uma-industria-metalurgica-estudo-de-caso-na-volkswagen-sao-bernardo-do-campo.pdf>>. Acesso em 27 dez 2016.

PEREIRA, RÉGIS DA SILVA. Poluição Hídrica: causas e consequências. *Revista Eletrônica de Recursos Hídricos* IPH-UFRGS, v.1, n. 1, p. 20-36. 2004.

PERES, SILVANA DRAGO. *Técnicas aplicadas ao tratamento e redução dos efluentes líquidos de uma empresa de saneantes domissanitários*. 2005. 113 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2005. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/10179>>. Acesso em: 06 jul 2016.

PONTES, PATRÍCIA PROCÓPIO; MARQUES, ANDRÉA RODRIGUES; MARQUES, GUILHERME FERNANDES. Efeito do uso e ocupação do solo na qualidade da água na micro-bacia do Córrego Banguelo-Contagem. *Revista Ambiente & Água*, v. 7, n. 3, p. 183, 2012. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/255866857n/255866857\\_Efeito\\_do\\_uso\\_e\\_ocupacao\\_do\\_solo\\_na\\_qualidade\\_da\\_agua\\_na\\_micro-bacia\\_do\\_Corrego\\_Banguelo\\_Contagem/links/0c9605231910b61308000000.pdf](https://www.researchgate.net/publication/255866857n/255866857_Efeito_do_uso_e_ocupacao_do_solo_na_qualidade_da_agua_na_micro-bacia_do_Corrego_Banguelo_Contagem/links/0c9605231910b61308000000.pdf)>. Acesso em: 09 jan 2017.

QUEVEDO, JOHANNA MIRELLE GÓMEZ. *Modelo de simulação para o sistema de carregamento e transporte em mina a céu aberto*. 2009. 136 f. Dissertação (mestrado) – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

REINO UNIDO. UK Environmental Agency. *Collection Monitoring emissions to air, land and water. Part of: Waste and recycling, Business and the environment, and Chemicals. Published: 7 april 2014*. Disponível em: <<https://www.gov.uk/government/collections/monitoring-emissions-to-air-land-and-water-mcerts>>. Acesso em: 05 dez. 2016.

RIBEIRO, ELIZÊNE VELOSO; MAGALHÃES JUNIOR, ANTÔNIO PEREIRA; HORN, ADOLF HEINRICH; TRINDADE, WALLACE MAGALHÃES. Metais pesados e qualidade da água do Rio São Francisco no segmento entre Três Marias e Pirapora-MG: Índice de contaminação. *Revista Geonomos*, v. 20, n. 1, 2012. Disponível em: <http://www.igc.ufmg.br/portaldeperiodicos/index.php/geonomos/article/view/27>>. Acesso em: 09 jan 2017.

RONDÔNIA. *Decreto Estadual nº 7903, de 01 de julho de 1997*: Regulamenta a Lei nº 547, de 30 de dezembro de 1993, que dispõe sobre proteção, recuperação, controle,

fiscalização e melhoria de qualidade do meio ambiente no Estado de Rondônia. Publicado no Diário Oficial do Estado de Rondônia. Disponível em: <<http://www.sedam.ro.gov.br/arquivos/arquivos/13-06-13-13-51-01dec79031997.pdf>>. Acesso em: 15 dez 2016.

RUBIO, JORGE; TESSELE, FABIANA. Processos para o Tratamento de Efluentes na Mineração. In: LUZ, ADÃO BENVINDO DA; SAMPAIO, JOÃO ALVES; ALMEIDA, SALVADOR LUIZ MATOS (ed.) *Tratamento de Minérios*. 4ª ed. Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral, Ministério da Ciência e Tecnologia, 2004. Cap. 16. Disponível em: <<http://www.cetem.gov.br/livros?start=40>>. Acesso em: 28 jun 2016.

SANTA CATARINA. *Decreto Estadual nº 14.250, de 5 de junho de 1981*: Regulamenta dispositivos da Lei nº 5.793, de 15 de outubro de 1980, referentes à Proteção e a Melhoria da Qualidade Ambiental. Publicado no Diário Oficial do Estado de Santa Catarina em 09 de junho de 1981. Disponível em: <<http://server03.pge.sc.gov.br/LegislacaoEstadual/1981/014250-005-0-1981-000.htm>>. Acesso em: 15 dez 2016.

SANTOS, ANDERSON BAPTISTA. *Reuso de efluentes no processo de siderurgia*. 2014. 89 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, 2014. Disponível em: <http://base.repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/108573/000755517.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 07 jul 2016.

SANTOS, SARA VASCONCELOS DOS. *Utilização de resíduos siderúrgicos no tratamento de efluentes contendo emulsões oleosas*. 2013. 85 f. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

SANTOS, SÍLVIA; CASALI, JULIANA MACHADO. Resíduos gerados em central dosadora de concreto: um estudo de caso. In: XI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO: A CONSTRUÇÃO DO FUTURO, 2006, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis: Associação Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído, 2006. p. 1913-1922.

SÃO PAULO. *Decreto Estadual nº 8.468, de 08 de setembro de 1976*: Aprova Regulamento que disciplina a execução da Lei 997, de 31/05/1976, que dispõe sobre controle da poluição do meio ambiente. Publicado no Diário Oficial do Estado de São Paulo em 09 de setembro de 1976. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/1976/decreto-8468-08.09.1976.html>>. Acesso em: 14 dez 2016.

SEMACE/CE - SUPERINTENDÊNCIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DO CEARÁ. *Portaria SEMACE nº 151 de 25 de novembro de 2002*: Dispõe sobre normas técnicas e administrativas necessárias à execução e acompanhamento do automonitoramento de efluentes líquidos industriais. Publicado no Diário Oficial do Estado do Ceará, em 06 dez 2002. Disponível em: <<http://www.semace.ce.gov.br/2010/12/efluentes-liquidos/>>. Acesso em: 05 dez 2016.



SEMAD/MG - SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO ESTADO DE MINAS GERAIS. *Autorização Ambiental de Funcionamento (AAF)*. Disponível em: <<http://www.meioambiente.mg.gov.br/regularizacao-ambiental/autorizacao-de-funcionamento-aaf>>. Acesso em: 14 fev 2017.

SHARMA, KULDEEP; JAIN, UJJAWAL; SINGHAL, ANUPAM. Treatment of waste generated from cement industry and their treatment-a review. In: International Conference on Sustainable Built Environment, 2012, Kandy, Sri Lanka. *Anais...* Kandy: ICSBE, 2012.

SILVA, GILVAN; SILVA, ARGÉLIA MARIA ARAUJO DIAS; FERREIRA, MARIA PRESCILIANA DE BRITO. *Processamento de leite*. Recife: EDUFRPE, 2012. 167 p.

SILVA, WILSON RICARDO LEAL. *Concreto dosado em central: proposta de metodologia de controle de qualidade e identificação das causas de variabilidade no processo de produção de concreto*. 2010. 326 f. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/cp151526.pdf>>. Acesso em: 03 jun 2016.

SOARES, ALEXANDRA FÁTIMA SARAIVA. *Caracterização físico-química, ecotoxicológica e avaliação de impacto ambiental de efluentes líquidos provenientes de indústria têxtil/malhas*. 2003. 181 f. Dissertação (mestrado) - Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental e Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, 2003. Disponível em: <<http://www.smarh.eng.ufmg.br/defesas/3M.PDF>>. Acesso em: 30 jun 2016.

SOARES, LINDOLFO. Barragem de Rejeitos. In: LUZ, ADÃO BENVINDO DA; SAMPAIO, JOÃO ALVES; FRANÇA, SILVIA CRISTINA ALVES (ed.). *Tratamento de Minérios*. 5ª ed. Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral, Ministério da Ciência e Tecnologia, 2010. cap. 19. Disponível em: <<http://www.cetem.gov.br/livros?start=40>>. Acesso em: 18 maio 2016.

SORATTO, ALEXANDRE NIXON; VARVAKIS, GREGORIO; HORII, JORGE. A certificação agregando valor à cachaça do Brasil. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 27, n. 4, p. 681-687, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v27n4/02.pdf>>. Acesso em: 14 jun 2016.

SOUZA, LEANDRO MARELLI; ALCARDE, ANDRÉ RICARDO; LIMA, FABIO VAZ; BORTOLETTO, ALINE MARQUES. *Produção de cachaça de qualidade*. Piracicaba: ESALQ, 2013. 72 p.

SSMA/RS - SECRETARIA DA SAÚDE E DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. *Portaria SSMA nº 05 de 16 de março de 1989: Aprova a Norma Técnica SSMA nº 01/1989 – DMA, que dispõe sobre critérios e padrões de efluentes líquidos a serem observados por todas as fontes poluidoras que lancem seus efluentes nos corpos d'água interiores do estado do Rio Grande do Sul*. Publicada no Diário Oficial do Estado

do Rio Grande do Sul em 29 de março de 1989. Disponível em: <[http://www.fepam.rs.gov.br/licenciamento/Area4/18\\_02.asp?comp=1&tipo=5&num=05&ano=1989&key=>](http://www.fepam.rs.gov.br/licenciamento/Area4/18_02.asp?comp=1&tipo=5&num=05&ano=1989&key=>). Acesso em: 14 dez 2016.

TORQUETTI, ZULEIKA STELA CHIACCHIO. *Planejamento ambiental-gerencial integrado em pequenas e médias empresas: contribuição para implementação de sistemas de gestão ambiental—estudo de caso para o setor têxtil/malharia*. 1998. Dissertação (mestrado) - Escola de Engenharia da UFMG, Universidade Federal de Minas Gerais, 1998.

USEPA – UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Environmental pollution control – textile processing industry*. EPA 625/7-78- 002, October, 1978.

USEPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *National Pollutant Discharge Elimination System (NPDES) Permit Writers' Manual*. Office of Water Washington, DC: Water Permits Division, Office of Wastewater Management, 2010. Disponível em: <[https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/pwm\\_2010.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/pwm_2010.pdf)>. Acesso em: 23 dez 2016.

VALOR ECONÔMICO. *Análise setorial – indústria têxtil e de vestuários*. São Paulo, 2006. 170 p.

VAN HAANDEL, ADRIANUS. Aproveitamento dos subprodutos de destilarias de álcool para proteger o meio ambiente e aumentar a rentabilidade. In: XXVII CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2000, Porto Alegre-RS. *Anais...* Rio de Janeiro: ABES, 2000.

VON SPERLING, MARCOS. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Belo Horizonte: Ed. da UFMG, 2005.

WEPA - WATER ENVIRONMENT PARTNERSHIP IN ASIA. *Monitoring of Effluent Quality*. Ministry of the Environment - Government of Japan. Disponível em: <<http://www.wepa-db.net/policies/law/japan/monitoring02.htm>>. Acesso em: 28 nov 2016.

ZERO DISCHARGE OF HAZARDOUS CHEMICALS PROGRAMME. *Wastewater Effluent Parameters and Limits - Textile Industry Wastewater Discharge Quality Standards - Literature Review*. Elaboration: CH2M HILL ENGINEERS, INC. January 2016. Disponível em: <<http://www.roadmaptozero.com/fileadmin/pdf/WastewaterQualityGuidelineLitReview.pdf>>. Acesso em: 21 dez 2016.

## 11 APÊNDICE

### 11.1 Ofício Circular GEDEF.FEAM.SISEMA n. 4/2016

#### OF.CIRC.GEDEF. FEAM. SISEMA n. 4/2016

Belo Horizonte, 23 de maio de 2016.

Prezados Senhores,

O Decreto nº 45.825/2011 estabelece que a Gerência de Monitoramento de Efluentes (GEDEF) da Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) tem a atribuição de auditar o automonitoramento de lançamento de efluentes líquidos executado pelos empreendimentos do Estado.

Desse modo, a GEDEF está desenvolvendo o Projeto Gestão de Efluentes Industriais, com objetivo de avaliar os impactos dos efluentes líquidos gerados nas atividades industriais e minerárias nos municípios pertencentes à bacia hidrográfica do rio das Velhas. Nesse primeiro momento, será feito estudo da qualidade do efluente líquido e do programa de automonitoramento realizado por todas as tipologias produtivas presentes na bacia.

Para tanto, serão utilizadas as informações presentes no processo de regularização ambiental, mas também é necessária a atualização dos dados do empreendimento e de automonitoramento. Tal atualização se dará pelo preenchimento das planilhas contendo as abas com as Informações Técnicas I, Ponto de Lançamento, Informações Técnicas II e Informações Técnicas III, em anexo.

As planilhas preenchidas deverão ser enviadas para o e-mail [gedef@meioambiente.mg.gov.br](mailto:gedef@meioambiente.mg.gov.br) no prazo máximo de **30 dias**. Ressalta-se que o documento enviado será protocolado na FEAM e fará parte da pasta do processo de regularização ambiental da empresa. Em caso de dúvidas, favor entrar em contato com Everton de Oliveira Rocha, Ivana Carla Coelho, Sara Vasconcelos dos Santos ou Thuany Marra pelo e-mail ou telefones: (31) 3915 1226, 3915 1222, 39151224 ou 3916 9273.

Ressalta-se ainda, que essas informações são de suma importância para a viabilização do projeto. E que omitir, em documento público, ou nele inserir ou fazer inserir declaração falsa ou diversa da que devia ser escrita, constitui crime de falsidade ideológica, conforme o Art. 299 do código penal brasileiro. Colocamo-nos à disposição para esclarecimentos adicionais.


Atenciosamente,



Ivana Carla Coelho

Gerência de Monitoramento de Efluentes

## 11.2 Informações Técnicas I

|                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                 |                               |                                                                                                                                             |       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <br>FUNDAÇÃO ESTADUAL<br>DO MEIO AMBIENTE                               | GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS<br>Fundação Estadual do Meio Ambiente<br>Diretoria de Gestão da Qualidade e Monitoramento Ambiental<br>Gerência de Monitoramento de Efluentes |                               | <b>Gestão de Efluentes Industriais na<br/>         bacia hidrográfica do rio das Velhas</b><br><i>Protocolo para uso exclusivo da GEDEF</i> |       |
|                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                 |                               | SIAM                                                                                                                                        |       |
|                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                 |                               | Protocolo GEIv:                                                                                                                             |       |
| Contato GEDEF: (31) 3915 1226/1222/1224. E-mail: gedef@meioambiente.mg.gov.br; gedef.feam@gmail.com                                                      |                                                                                                                                                                                 |                               |                                                                                                                                             |       |
| <b>INFORMAÇÕES TÉCNICAS I</b>                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                 |                               |                                                                                                                                             |       |
| <b>IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO</b>                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                 |                               |                                                                                                                                             |       |
| Nome do responsável pelo preenchimento:                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                 |                               |                                                                                                                                             |       |
| Vínculo - empresa/cargo:                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                 |                               |                                                                                                                                             |       |
| E-mail:                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                 | Telefone:                     |                                                                                                                                             |       |
| Empreendedor:                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                 |                               |                                                                                                                                             |       |
| Empreendimento:                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                 |                               |                                                                                                                                             |       |
| CNPJ/CPF:                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                 |                               |                                                                                                                                             |       |
| Endereço do empreendimento (Rua, Av, Rod.):                                                                                                              |                                                                                                                                                                                 |                               |                                                                                                                                             | Nº/km |
| Município:                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                 | Bairro:                       | CEP:                                                                                                                                        |       |
| Telefone:                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                 | E-mail:                       |                                                                                                                                             |       |
| <b>Coordenadas do empreendimento</b>                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                 |                               |                                                                                                                                             |       |
| DATUM                                                                                                                                                    | <input type="checkbox"/> SAD 69 <input type="checkbox"/> WGS 84 <input type="checkbox"/> Córrego Alegre                                                                         |                               |                                                                                                                                             |       |
| Formato Lat/Long                                                                                                                                         | Latitude<br><input type="text"/> grau <input type="text"/> minuto <input type="text"/> segundo                                                                                  |                               | Longitude<br><input type="text"/> grau <input type="text"/> minuto <input type="text"/> segundo                                             |       |
| Formato UTM (X, Y)                                                                                                                                       | Longitude ou X (6 dígitos) =                                                                                                                                                    |                               | Latitude ou Y (7 dígitos) =                                                                                                                 |       |
|                                                                                                                                                          | Fuso ou meridional para Formato UTM                                                                                                                                             |                               | <input type="checkbox"/> 22/51° <input type="checkbox"/> 23/45° <input type="checkbox"/> 24/39°                                             |       |
| Localização em área:                                                                                                                                     | <input type="checkbox"/> Urbana <input type="checkbox"/> Rural <input type="checkbox"/> Distrito industrial                                                                     |                               |                                                                                                                                             |       |
| <b>CARACTERIZAÇÃO</b>                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                 |                               |                                                                                                                                             |       |
| Código DN 74/2004 - Atividade                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                 |                               |                                                                                                                                             |       |
| Nº Processo COPAM                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                 |                               |                                                                                                                                             |       |
| Código DN 74/2004 - Atividade ( <i>Secundária, se houver</i> )                                                                                           |                                                                                                                                                                                 |                               |                                                                                                                                             |       |
| Nº Processo COPAM ( <i>Atividade secundária, se houver</i> )                                                                                             |                                                                                                                                                                                 |                               |                                                                                                                                             |       |
| Produção atual mensal:                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                 |                               |                                                                                                                                             |       |
| Número total de empregados:                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                 |                               |                                                                                                                                             |       |
| Número do Processo do DNPM ( específico para mineração):                                                                                                 |                                                                                                                                                                                 |                               |                                                                                                                                             |       |
| <b>ÁGUA UTILIZADA NO EMPREENDIMENTO</b>                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                 |                               |                                                                                                                                             |       |
| Origem da Água                                                                                                                                           | Consumo mensal médio (m <sup>3</sup> )                                                                                                                                          | Possui outorga de uso d'água? | Nº Portaria Outorga                                                                                                                         |       |
| Captação subterrânea                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                 |                               |                                                                                                                                             |       |
| Captação superficial                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                 |                               |                                                                                                                                             |       |
| Rede pública                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                 | Não se aplica                 | Não se aplica                                                                                                                               |       |
| Outros. Especificar:                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                 |                               |                                                                                                                                             |       |
| Existe recirculação de água no processo produtivo? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim   Volume recirculado (m <sup>3</sup> /mês): |                                                                                                                                                                                 |                               |                                                                                                                                             |       |

| <b>EFLUENTES LÍQUIDOS</b>                                                                                                                                                                           |                                                                                                             |                                                      |                                                     |                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Volume médio de esgoto sanitário gerado no mês (em m <sup>3</sup> )                                                                                                                                 |                                                                                                             |                                                      |                                                     |                                              |
| O tratamento do efluente sanitário é separado do efluente industrial?                                                                                                                               |                                                                                                             |                                                      |                                                     |                                              |
| <input type="checkbox"/> Não                                                                                                                                                                        | <input type="checkbox"/> Sim. Qual a destinação do efluente líquido sanitário?                              |                                                      |                                                     |                                              |
| <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                            | <input type="checkbox"/> Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) municipal                                 |                                                      |                                                     |                                              |
| <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                            | <input type="checkbox"/> Corpo d'água, sem tratamento. Especificar: _____                                   |                                                      |                                                     |                                              |
| <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                            | <input type="checkbox"/> Unidades específicas para o tratamento de esgoto sanitário                         |                                                      |                                                     |                                              |
| <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                            | <input type="checkbox"/> Outros. Especificar: _____                                                         |                                                      |                                                     |                                              |
| Marcar as unidades específicas para o tratamento de esgoto sanitário, caso exista no empreendimento:                                                                                                |                                                                                                             |                                                      |                                                     |                                              |
| <input type="checkbox"/> Gradeamento                                                                                                                                                                | <input type="checkbox"/> Desarenador                                                                        | <input type="checkbox"/> Medidor de Vazão            | <input type="checkbox"/> Peneira Rotativa           | <input type="checkbox"/> Bombeamento         |
| <input type="checkbox"/> Fossa Séptica                                                                                                                                                              | <input type="checkbox"/> Filtro Anaeróbio                                                                   | <input type="checkbox"/> Filtro Biológico Percolador | <input type="checkbox"/> Flotador                   | <input type="checkbox"/> Decantador Primário |
| <input type="checkbox"/> Decantador Secundário                                                                                                                                                      | <input type="checkbox"/> Disposição do Solo                                                                 | <input type="checkbox"/> Reator UASB                 | <input type="checkbox"/> Lagoas. Especificar: _____ |                                              |
| <input type="checkbox"/> Lodos Ativados                                                                                                                                                             | <input type="checkbox"/> Físico químico                                                                     | <input type="checkbox"/> Outros. Especificar: _____  |                                                     |                                              |
| Local de lançamento do esgoto sanitário tratado:                                                                                                                                                    |                                                                                                             |                                                      |                                                     |                                              |
| O empreendimento gera efluentes líquidos decorrente do processo industrial?                                                                                                                         |                                                                                                             |                                                      |                                                     |                                              |
| <input type="checkbox"/> Não                                                                                                                                                                        | <input type="checkbox"/> Sim. Volume médio de efluente industrial gerado no mês (em m <sup>3</sup> ): _____ |                                                      |                                                     |                                              |
| Marcar a destinação do efluente líquido industrial gerado no empreendimento:                                                                                                                        |                                                                                                             |                                                      |                                                     |                                              |
| <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                            | Rede pública                                                                                                |                                                      |                                                     |                                              |
| <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                            | Diretamente no corpo d'água, sem tratamento. Nome do curso d'água: _____                                    |                                                      |                                                     |                                              |
| <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                            | Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) do próprio empreendimento                                          |                                                      |                                                     |                                              |
| <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                            | Outros. Especificar: _____                                                                                  |                                                      |                                                     |                                              |
| Assinalar as unidades que compõe a ETE do empreendimento, caso exista:                                                                                                                              |                                                                                                             |                                                      |                                                     |                                              |
| <input type="checkbox"/> Gradeamento                                                                                                                                                                | <input type="checkbox"/> Desarenador                                                                        | <input type="checkbox"/> Medidor de Vazão            | <input type="checkbox"/> Peneira Rotativa           | <input type="checkbox"/> Bombeamento         |
| <input type="checkbox"/> Fossa Séptica                                                                                                                                                              | <input type="checkbox"/> Filtro Anaeróbio                                                                   | <input type="checkbox"/> Filtro Biológico Percolador | <input type="checkbox"/> Flotador                   | <input type="checkbox"/> Decantador Primário |
| <input type="checkbox"/> Decantador Secundário                                                                                                                                                      | <input type="checkbox"/> Disposição do Solo                                                                 | <input type="checkbox"/> Reator UASB                 | <input type="checkbox"/> Lagoas. Especificar: _____ |                                              |
| <input type="checkbox"/> Lodos Ativados                                                                                                                                                             | <input type="checkbox"/> Físico Químico                                                                     | <input type="checkbox"/> Outros. Especificar: _____  |                                                     |                                              |
| Local de lançamento do efluente industrial tratado:                                                                                                                                                 |                                                                                                             |                                                      |                                                     |                                              |
| O empreendimento realiza automonitoramento dos efluentes líquidos?                                                                                                                                  |                                                                                                             |                                                      |                                                     |                                              |
| <input type="checkbox"/> Não                                                                                                                                                                        | <input type="checkbox"/> <a href="#">Sim. Preencher aba "Informações Técnicas II".</a>                      |                                                      |                                                     |                                              |
| O empreendimento realiza automonitoramento do corpo receptor?                                                                                                                                       |                                                                                                             |                                                      |                                                     |                                              |
| <input type="checkbox"/> Não                                                                                                                                                                        | <input type="checkbox"/> <a href="#">Sim. Preencher aba "Informações Técnicas III".</a>                     |                                                      |                                                     |                                              |
| <i>O documento "Informações Técnicas II" deverá ser preenchido com os dados de monitoramento de janeiro de 2013 a março de 2016. Em caso de indisponibilidade da informação, declarar o motivo.</i> |                                                                                                             |                                                      |                                                     |                                              |

## 11.3 Informações Técnicas II

**INFORMAÇÕES TÉCNICAS II**

Programa de automonitoramento de EFLUENTES LÍQUIDOS

Identificar ponto de lançamento monitorado:

[Georreferenciar os pontos de lançamento\(Clique\)](#)**Atenção:**

- 1) Não esquecer de **Excluir** ou **Inserir** parâmetros, adequando a planilha ao programa de automonitoramento definido nas condicionantes da licença;
- 2) Caso na data da coleta especificada, ocorra alguma das seguintes situações, adotar as legendas:  
**FF** - O parâmetro não foi analisado, pois está fora da frequência definida nas condicionantes da licença  
**NR** - Análise não realizada pelo empreendedor;  
**AD** - Abaixo do nível de detecção pelo método de análise utilizado

| Data de envio à SUPRAM | Protocolo do documento na SUPRAM | Laboratório responsável | CNPJ do laboratório | Data da coleta | Efluente <b>BRUTO (entrada)</b> |                      |                      |                     |                |    |                       |                      |                     |             |                     |          |
|------------------------|----------------------------------|-------------------------|---------------------|----------------|---------------------------------|----------------------|----------------------|---------------------|----------------|----|-----------------------|----------------------|---------------------|-------------|---------------------|----------|
|                        |                                  |                         |                     |                | Cor                             | DBO                  | DQO                  | N - amoniacal total | Óleos e Graxas | pH | Sólidos Sedimentáveis | Sólidos em Suspensão | Sólidos Dissolvidos | Temperatura | Vazão média diária  | Turbidez |
|                        |                                  |                         |                     |                | mg Pt/l                         | mg O <sub>2</sub> /l | mg O <sub>2</sub> /l | mg/l N              | mg/l           |    | ml/l                  | mg/l                 | mg/l                | °C          | m <sup>3</sup> /dia | UNT      |
|                        |                                  |                         |                     |                |                                 |                      |                      |                     |                |    |                       |                      |                     |             |                     |          |
|                        |                                  |                         |                     |                |                                 |                      |                      |                     |                |    |                       |                      |                     |             |                     |          |
|                        |                                  |                         |                     |                |                                 |                      |                      |                     |                |    |                       |                      |                     |             |                     |          |
|                        |                                  |                         |                     |                |                                 |                      |                      |                     |                |    |                       |                      |                     |             |                     |          |

O&G – Óleos e Graxas, SSed – Sólidos Sedimentáveis, SS – Sólidos em Suspensão, SD – Sólidos Dissolvidos, Temp. – Temperatura, Q<sub>md</sub> – Vazão média diária.

| (Continuação) Efluente <b>TRATADO (saída)</b> |                      |                      |                     |                |    |                       |                      |                     |             |                     |          |
|-----------------------------------------------|----------------------|----------------------|---------------------|----------------|----|-----------------------|----------------------|---------------------|-------------|---------------------|----------|
| Cor                                           | DBO                  | DQO                  | N - amoniacal total | Óleos e Graxas | pH | Sólidos Sedimentáveis | Sólidos em Suspensão | Sólidos Dissolvidos | Temperatura | Vazão média diária  | Turbidez |
| mg Pt/l                                       | mg O <sub>2</sub> /l | mg O <sub>2</sub> /l | mg/l N              | mg/l           |    | ml/l                  | mg/l                 | mg/l                | °C          | m <sup>3</sup> /dia | UNT      |
|                                               |                      |                      |                     |                |    |                       |                      |                     |             |                     |          |
|                                               |                      |                      |                     |                |    |                       |                      |                     |             |                     |          |
|                                               |                      |                      |                     |                |    |                       |                      |                     |             |                     |          |
|                                               |                      |                      |                     |                |    |                       |                      |                     |             |                     |          |

## 11.4 Informações Técnicas III

**INFORMAÇÕES TÉCNICAS III**

Programa de automonitoramento de CORPO RECEPTOR

Identificar nome do corpo receptor:

**Atenção:**

- 1) Não esquecer de **Excluir** ou **Inserir** parâmetros, adequando a planilha ao programa de automonitoramento definido nas condicionantes da licença;
- 2) Caso na data da coleta especificada, ocorra alguma das seguintes situações, adotar as legendas:

**FF** - O parâmetro não foi analisado, pois está fora da frequência definida nas condicionantes da licença

**NR** - Análise não realizada pelo empreendedor;

**AD** - Abaixo do nível de detecção pelo método de análise utilizado

| Data de envio à SUPRAM | Protocolo do documento na SUPRAM | Laboratório responsável | CNPJ do laboratório | Data da coleta | Parâmetros monitorados de água superficial <b>MONTANTE</b> |                        |             |                              |                      |                      |                                |                                    |               |         |                            |                |                     |    |                         |          |  |
|------------------------|----------------------------------|-------------------------|---------------------|----------------|------------------------------------------------------------|------------------------|-------------|------------------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|------------------------------------|---------------|---------|----------------------------|----------------|---------------------|----|-------------------------|----------|--|
|                        |                                  |                         |                     |                | Cloreto total                                              | Condutividade Elétrica | Clorofila a | Densidade de Cianobactéria   | DBO                  | DQO                  | Coliformes termo. <sup>1</sup> | Ecotoxicidade crônica <sup>2</sup> | Fósforo total | Nitrato | Nitrogênio amoniacal total | Óleos e graxas | Oxigênio dissolvido | pH | Substâncias tensoativas | Turbidez |  |
|                        |                                  |                         |                     |                | mg/l Cl                                                    | µS/cm                  | µg/l        | cel/ml ou mm <sup>3</sup> /l | mg O <sub>2</sub> /l | mg O <sub>2</sub> /l | NMP                            |                                    | mg/l P        | mg/l    | mg/l N                     | mg/l           | mg/l                |    | mg/l LAS                | UNT      |  |
|                        |                                  |                         |                     |                |                                                            |                        |             |                              |                      |                      |                                |                                    |               |         |                            |                |                     |    |                         |          |  |
|                        |                                  |                         |                     |                |                                                            |                        |             |                              |                      |                      |                                |                                    |               |         |                            |                |                     |    |                         |          |  |
|                        |                                  |                         |                     |                |                                                            |                        |             |                              |                      |                      |                                |                                    |               |         |                            |                |                     |    |                         |          |  |
|                        |                                  |                         |                     |                |                                                            |                        |             |                              |                      |                      |                                |                                    |               |         |                            |                |                     |    |                         |          |  |

| Parâmetros monitorados de água superficial <b>JUSANTE</b> |                        |             |                              |                      |                      |                                |                                    |               |         |                            |                |                     |    |                         |          |
|-----------------------------------------------------------|------------------------|-------------|------------------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|------------------------------------|---------------|---------|----------------------------|----------------|---------------------|----|-------------------------|----------|
| Cloreto total                                             | Condutividade Elétrica | Clorofila a | Densidade de Cianobactéria   | DBO                  | DQO                  | Coliformes termo. <sup>1</sup> | Ecotoxicidade crônica <sup>2</sup> | Fósforo total | Nitrato | Nitrogênio amoniacal total | Óleos e graxas | Oxigênio dissolvido | pH | Substâncias tensoativas | Turbidez |
| mg/L Cl                                                   | µS/cm                  | µg/L        | cel/mL ou mm <sup>3</sup> /L | mg O <sub>2</sub> /L | mg O <sub>2</sub> /L | NMP                            |                                    | mg/L P        | mg/L    | mg/L N                     | mg/L           | mg/L                |    | mg/L LAS                | UNT      |
|                                                           |                        |             |                              |                      |                      |                                |                                    |               |         |                            |                |                     |    |                         |          |
|                                                           |                        |             |                              |                      |                      |                                |                                    |               |         |                            |                |                     |    |                         |          |
|                                                           |                        |             |                              |                      |                      |                                |                                    |               |         |                            |                |                     |    |                         |          |
|                                                           |                        |             |                              |                      |                      |                                |                                    |               |         |                            |                |                     |    |                         |          |

<sup>1</sup>Coliformes termotolerantes. <sup>2</sup>Ceriodaphnia dubia.

