

**Estudo para a Gestão do Monitoramento  
de Efluentes Industriais na  
Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba**

***feam***

Fundação Estadual do Meio Ambiente

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 Paraopeba

Belo Horizonte

© 2016 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

**Coordenação:**

Ivana Carla Coelho – Engenheira de Produção Civil – Especialização de Formas Alternativas de Energia

Rosa Carolina Amaral, Analista Ambiental – Bióloga, Mestre em Saneamento Meio Ambiente e Recursos Hídricos

Alessandra Souza Jardim – Analista Ambiental, Bióloga, Especialista em Estudo de Impacto Ambiental em uma Perspectiva Multidisciplinar.

**Elaboração:**

Felipe Vigato Prado, Bolsista FAPEMIG

Henrique Marra Barbosa, Bolsista FAPEMIG

Priscila Bernardo e Santos, Bolsista FAPEMIG

Thaísa Silveira Nascimento, Bolsista Fapemig

**Apoio estagiários:**

Nathan Vinícius Martins da Silva  
Graduando em Engenharia Ambiental

Luiz Fernando Jacome  
Graduando em Engenharia Ambiental

**Colaboradores:**

Djeanne Campos Leão – GEDEF/FEAM

Evandro Florêncio – GEDEF/FEAM

Matheus Ebert Fontes – GEDEF/FEAM

Vilma da Conceição Costa – GEDEF/FEAM

Éverton de Oliveira Rocha – GEDEF/FEAM

**Capa:**

Jaqueline Angélica Batista

F981e Fundação Estadual do Meio Ambiente.

Estudo para gestão do monitoramento de efluentes industriais na Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba / Fundação Estadual do Meio Ambiente. --- Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2016.

143p.; il.

1. Monitoramento ambiental. 2. Efluente industrial.  
3. Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba. I. Título.

CDU: 556.18

## APRESENTAÇÃO

A Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba – BHRP está localizada no sudeste do estado de Minas Gerais e conta com a presença de diversos empreendimentos ao longo de seus 13.643 km<sup>2</sup> de extensão. Agropecuária, mineração, siderurgia, indústria química e alimentícia são as principais atividades desenvolvidas na bacia (CIBAPAR, 2014).

A falta de tratamento ou o tratamento ineficiente dos efluentes líquidos gerados por essas atividades podem contribuir de forma considerável para a alteração da qualidade das águas da BHRP, pois os principais responsáveis pela degradação dos corpos d'água são o lançamento de efluentes sanitários e industriais sem o tratamento adequado nos cursos de água, além do uso e ocupação irregulares do solo nas áreas urbana e rural.

Deste modo, com o intuito de melhorar a qualidade das águas, a Gerência de Monitoramento de Efluentes da Fundação Estadual do Meio Ambiente, realizou um diagnóstico ambiental, propondo um índice para avaliar a qualidade do efluente dos empreendimentos da bacia, bem como a padronização do programa de automonitoramento e diretrizes para auxiliar na gestão dos recursos hídricos.

A metodologia proposta neste trabalho foi à utilização de dados secundários disponibilizados pelo Sistema de Informações Ambientais (SIAM), pelos empreendedores, pelo Banco de Declarações Ambientais e pelo Instituto de Gestão das Águas (IGAM).

Nos 43 municípios pertencentes à BHRP, foram identificadas a presença 780 empreendimentos sendo 195 com Licença de Operação (LO) e 585 com Autorizações Ambientais de Funcionamento (AAF). Os empreendimentos de mineração, metalurgia e siderúrgica são os mais presentes na bacia. A maioria desses empreendimentos apresenta uma qualidade do efluente boa, mas a falta de padronização dos programas de automonitoramento dificulta essa avaliação.

Assim, a padronização do automonitoramento e a implementação de diretrizes são fundamentais para a gestão dos efluentes de modo a contribuir para a melhoria dos recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba.

---

## LISTA DE SIGLAS

AAF – Autorização Ambiental de Funcionamento

AMIG – Associação dos Municípios Mineradores de Minas Gerais

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

ARP – Alto Rio Paraopeba

ARSAE – Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais

BDA – Banco de Declarações Ambientais

BHRP – Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba

BRP – Baixo Rio Paraopeba

CBH – Comitê de Bacia Hidrográfica

CERH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos

CETEC – Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

CIBAPAR – Comitê Intermunicipal Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba

CODAP – Consórcio Público para Desenvolvimento do Alto Paraopeba

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

COPAM – Conselho Estadual de Política Ambiental

COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais

CSAO – Caixa Separadora de Água e Óleo

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

DN – Deliberação Normativa

DQO – Demanda Química de Oxigênio

FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente

---

GEDEF – Gerência de Monitoramento de Efluentes

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas

IQA – Índice de Qualidade das Águas

LA – Licença Ambiental

LI – Licença de Instalação

LO – Licença de Operação

LOP – Licença de Operação de Pesquisa mineral

LP – Licença Prévia

NRM – Norma Reguladora de Mineração

MRP – Médio Rio Paraopeba

PIB – Produto Interno Bruto

REVLO – Revalidação de Licença de Operação

RMBH – Região Metropolitana de Belo Horizonte

RNMQA – Rede Nacional de Monitoramento de Qualidade de Água

SAAE – Serviço Autônomo de Água Esgoto

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SEGRH – Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SEMAD – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

SEMAE – Serviço Municipal de Água e Esgoto

SIAM – Sistema Integrado de Informação Ambiental

SISEMA – Sistema Estadual de Meio Ambiente

SUPRAM – Superintendência Regional de Meio Ambiente

URC – Unidade Regional Colegiada

---

---

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da BHRP .....	3
Figura 2 - Regiões da BHRP .....	4
Figura 3 - Índice de Qualidade das Águas na BHRP .....	11
Figura 4 - Relação dos municípios pertencentes à Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba .....	14
Figura 5 – Composição do IAQM, segundo seus indicadores .....	21
Figura 6 – Mapa com a distribuição dos empreendimentos na BHRP.....	27
Figura 7 - Empreendimentos da BHRP .....	28
Figura 8 – Classe dos Empreendimentos segundo a DN 74/04.....	29
Figura 9 – Mapa com a localização dos empreendimentos minerários.....	30
Figura 10 – Quantidade de empresas em relação a substância mineral .....	32
Figura 11 -Gráfico da origem da água utilizada pelos empreendimentos minerários da BHRP .....	33
Figura 12 – Volume outorgado em função da origem da água.....	34
Figura 13 – Volume outorgado e consumo de água dos empreendimentos.....	35
Figura 14 – Volume de efluente oleoso por substância mineral.....	36
Figura 15 - Gráfico do lançamento final dos efluentes oleosos provenientes da atividade minerária da BHRP.....	37
Figura 16 - Mapa da localização dos empreendimentos metalúrgicos e outros da BHRP .....	39
Figura 17 – Gráfico das atividades da Tipologia B na BHRP .....	40
Figura 18 – Gráfico das origens da água utilizada nos empreendimentos da Tipologia B na BHRP .....	41
Figura 19 – Gráfico com o volume outorgado de água por mês.....	41
Figura 20 – Gráfico de consumo de água e geração de efluentes nos empreendimentos com LO da Tipologia B da BHRP .....	42
Figura 21 – Gráfico da concepção das ETEs dos empreendimentos da Tipologia B da BHRP .....	43

---

Figura 22 – Destinação do efluente industrial tratado nos empreendimentos da Tipologia B da BHRP .....	44
Figura 23 - Mapa da localização dos empreendimentos da indústria química da BHRP	45
Figura 24 - Gráfico das atividades da Tipologia C na BHRP .....	46
Figura 25 - Gráfico das origens da água utilizada nos empreendimentos da Tipologia C na BHRP .....	47
Figura 26 – Gráfico com o volume outorgado pelos empreendimentos da tipologia C.	47
Figura 27 - Gráfico de consumo de água e geração de efluentes nos empreendimentos da Tipologia C da BHRP.....	48
Figura 28 – Gráfico das concepções das ETEs dos empreendimentos da Tipologia C da BHRP .....	49
Figura 29 - Destinação do efluente industrial tratado nos empreendimentos da tipologia C da BHRP .....	49
Figura 30 - Mapa da localização dos empreendimentos da indústria alimentícia da BHRP .....	51
Figura 31 – Gráfico das atividades da Tipologia D na BHRP .....	52
Figura 32 - Gráfico das origens da água utilizada nos empreendimentos da Tipologia D na BHRP .....	53
Figura 33 - Gráfico de consumo de água e geração de efluentes nos empreendimentos com LO da Tipologia D da BHRP .....	54
Figura 34 - Gráfico das concepções das ETEs dos empreendimentos da Tipologia D da BHRP .....	55
Figura 35 - Destinação do efluente industrial tratado nos empreendimentos da Tipologia D da BHRP .....	56
Figura 36 –Mapa da distribuição dos empreendimentos estudados por tipologia ao longo dos trechos da BHRP.....	58
Figura 37 – Gráfico da distribuição dos empreendimentos segundo nota no Indicador 1 .....	59
Figura 38 – Gráfico das notas médias no Indicador 1 por tipologia.....	60
Figura 39 – Distribuição das notas dos empreendimentos no Indicador 2 (cumprimento do automonitoramento) para efluentes .....	64

---



Figura 40 - Distribuição das notas dos empreendimentos no Subindicador 2.1 (Frequência de envio) para efluentes .....	66
Figura 41 - Distribuição das notas dos empreendimentos no Subindicador 2.2 (Frequência de análise) para efluentes .....	67
Figura 42 - Distribuição das notas dos empreendimentos no Subindicador 2.3 (Parâmetros) para efluentes .....	68
Figura 43 - Distribuição das notas dos empreendimentos no Indicador 3 (adequação dos laboratórios) para efluentes.....	70
Figura 44 - Gráfico da distribuição dos empreendimentos segundo nota no IAQM .....	71
Figura 45- Distribuição das notas dos empreendimentos no Indicador 2 (cumprimento do automonitoramento) para águas superficiais .....	73
Figura 46 - Distribuição das notas dos empreendimentos no Subindicador 2.1 (Frequência de envio) para águas superficiais.....	75
Figura 47 - Distribuição das notas dos empreendimentos no Subindicador 2.2 (Frequência de análise) para águas superficiais .....	76
Figura 48 - Distribuição das notas dos empreendimentos no Subindicador 2.3 (Parâmetros) para águas superficiais .....	78
Figura 49 - Distribuição das notas dos empreendimentos no Indicador 3 (adequação dos laboratórios) para águas superficiais .....	79
Figura 50 – Fluxograma básico do processo produtivo de minério de ferro .....	85
Figura 51 - Fluxograma básico da extração de ardósia .....	91
Figura 52 - Fluxograma básico do processo produtivo do abate de animais.....	98
Figura 53 - Fluxograma básico da industrialização da carne.....	103
Figura 54 - Fluxograma básico da produção de produtos de laticínios .....	106

---

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Municípios do ARP .....	5
Tabela 2 - Municípios do MRP .....	6
Tabela 3 - Municípios do BRP .....	7
Tabela 4 - Determinação da classe e porte dos empreendimentos de acordo com a DN COPAM nº 74/2004 .....	16
Tabela 5 - Tipologias da DN COPAM nº 74/2004 .....	17
Tabela 6 - Faixas de qualidade do monitoramento, segundo o IAQM.....	21
Tabela 7 – Etapas de cálculo do indicador 1 .....	22
Tabela 8 - Produção anual por substância mineral explorada na BHRP .....	31
Tabela 9 – Informações sobre o volume outorgado e consumo de água.....	34
Tabela 10 – Quantidade de vezes que cada subindicador foi avaliado por tipologia e na BHRP .....	60
Tabela 11 – Notas médias dos subindicadores nas tipologias e média geral na BHRP .	62
Tabela 12 - Faixas de qualidade do efluente .....	83
Tabela 13 - Relação de parâmetros monitorados pelas minerações de minério de ferro da BHRP .....	87
Tabela 14 - Proposta de automonitoramento dos parâmetros físicos químicos sugerido pelo estudo para as minerações de minério de ferro da BHRP .....	89
Tabela 15 - Relação de parâmetros monitorados pelas minerações ardósia da BHR ...	93
Tabela 16 - Proposta de automonitoramento sugerido pelo estudo para as minerações de ardósia da BHRP.....	94
Tabela 17 - Proposta de automonitoramento sugerido pelo estudo para o efluente oleoso das minerações da BHRP .....	97
Tabela 18 - Relação de parâmetros monitorados pelos abatedouros da BHRP e os propostos pela minuta de Deliberação de 2010 .....	99
Tabela 19 - Proposta de automonitoramento sugerido pelo estudo para os abatedouros da BHRP .....	102
Tabela 20 - Relação de parâmetros monitorados por empreendimentos que industrializam carne e os propostos pela minuta de Deliberação de 2010.....	104

---

Tabela 21 - Proposta de automonitoramento sugerido pelo estudo para a industrialização da carne na BHRP .....	105
Tabela 22 - Relação de parâmetros monitorados pelo empreendimento que fabrica produtos de laticínio e os propostos pela minuta de Deliberação de 2010 .....	107
Tabela 23 - Proposta de automonitoramento sugerido pelo estudo para a indústria de fabricação de produtos de laticínios da BHRP.....	108

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	1
2	OBJETIVOS.....	2
2.1	Objetivo geral .....	2
2.2	Objetivos específicos .....	2
3	CARACTERIZAÇÃO .....	3
3.1	Localização.....	3
3.2	Caracterização natural.....	7
3.3	Uso e ocupação do solo.....	9
3.4	Uso da água .....	10
4	CONTEXTUALIZAÇÃO.....	13
4.1	Área de Estudo .....	13
4.2	Regularização Ambiental .....	15
5	METODOLOGIA .....	18
5.1	Origem dos dados.....	18
5.2	Construção do Índice de Avaliação da Qualidade do Monitoramento dos Efluentes Líquidos Industriais (IAQM) .....	20
5.2.1	Indicador 1 – Qualidade do Efluente.....	21
5.2.2	Indicador 2 – Verificação do cumprimento de todos os critérios da condicionante de automonitoramento.....	24
5.2.3	Indicador 3 – Adequação dos laboratórios .....	24
5.3	Padronização do Programa de Automonitoramento.....	25
6	DIAGNÓSTICO.....	27
6.1	Mineração.....	30
6.1.1	Empreendimentos Minerários – Análise Ambiental .....	33

---

6.2	Indústria.....	38
6.2.1	Tipologia B .....	38
6.2.2	Tipologia C .....	44
6.2.3	Tipologia D .....	50
7	RESULTADOS DO ÍNDICE DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO MONITORAMENTO DOS EFLUENTES LÍQUIDOS INDUSTRIAIS (IAQM).....	57
7.1	Indicador 1 – Qualidade do Efluente.....	57
7.2	Indicador 2 – Verificação do cumprimento de todos os critérios da condicionante de automonitoramento .....	63
7.2.1	Subindicador 2.1 – Frequência de envio: atendimento da frequência de envio de relatórios ao órgão ambiental.....	65
7.2.2	Subindicador 2.2 – Frequência de análise: atendimento da frequência de análise dos efluentes.....	66
7.2.3	Subindicador 2.3 – Parâmetros: análise de todos os parâmetros solicitados em todos os pontos requeridos .....	68
7.3	Indicador 3 – Adequação dos laboratórios .....	69
7.4	Resultado do IAQM .....	71
8	Águas superficiais.....	72
	Indicador 2 – Cumprimento do programa de automonitoramento.....	72
8.1	Subindicador 2.1 – Frequência de envio: atendimento da frequência de envio de relatórios ao órgão ambiental .....	74
8.2	Subindicador 2.2 – Frequência de análise: atendimento da frequência de análise das águas superficiais .....	75
8.3	Subindicador 2.3 – Parâmetros: análise de todos os parâmetros solicitados em todos os pontos requeridos.....	77
8.4	Indicador 3 – Adequação dos laboratórios .....	78
9	PADRONIZAÇÃO DO PROGRAMA DE AUTOMONITORAMENTO.....	81

---

9.1	Padronização da Tipologia A – Atividade minerária.....	84
9.1.1	Extração de minério de ferro (A-02-03-8/A-02-04-6) .....	84
9.1.2	Extração de ardósia (A-02-06-3).....	90
9.1.3	Efluentes oleosos das atividades minerárias.....	95
9.2	Padronização da Tipologia D – Indústria alimentícia .....	97
9.2.1	Abatedouros de animais de pequeno, médio e grande porte (D-01-02-3/ D-01-03-1).....	97
9.2.2	Industrialização da carne, inclusive desossa, charqueada e preparação de conservas (D-01-04-1).....	102
9.2.3	Preparação do leite e fabricação de produtos de laticínios (D-01-06-6) .	106
10	DIRETRIZES .....	110
11	CONCLUSÃO .....	116
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	117

---

## 1 INTRODUÇÃO

O bem estar de uma população está diretamente ligado à oferta de água. A disponibilidade e qualidade desse recurso natural renovável é um limitante para o desenvolvimento humano e econômico de qualquer sociedade. No entanto, águas superficiais situadas próximas a cidades são muito suscetíveis à contaminação por descarga de efluentes e outros tipos de poluição (SABINO, 2008).

Em virtude disso, a gestão dos recursos hídricos foi entendida como um instrumento de grande importância para garantir disponibilidade de água em quantidade e qualidade para suprir a demanda de seus usuários (HUITEMA e MEIJERINK, 2007).

Em Minas Gerais, essa gestão é de responsabilidade do Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM, que deve planejar e executar ações previstas na Política Estadual de Recursos Hídricos (Minas Gerais, 2014).

Segundo o IGAM (2013), a Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba - BHRP tem como uso dos recursos hídricos: abastecimento doméstico e industrial, irrigação, mineração, dessedentação de animais, pesca e piscicultura. A ARSAE (2013) ainda aponta que as águas da BHRP são responsáveis pelo abastecimento de 60% de RMBH e tem, portanto, uma grande relevância política.

Apesar da importância da bacia, há fatores de pressão, que colocam em risco a disponibilidade dos recursos hídricos. Os principais deles são o lançamento de esgoto sanitário e efluente industriais sem o tratamento adequado nos cursos de água (IGAM, 2011).

Portanto, partindo do quadro de degradação ambiental na bacia identificado pelo IGAM, da importância dos recursos hídricos e da BHRP para o estado de Minas Gerais, a Gerência de Monitoramento de Efluentes (GEDEF) pretende, com o presente estudo, realizar um diagnóstico da bacia referente aos efluentes industriais dos empreendimentos industriais e minerários localizados na Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba. Este diagnóstico contribuirá para auxiliar na gestão dos efluentes industriais, bem como analisar a influência dos empreendimentos minerários e industriais na qualidade das águas na bacia.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

O objetivo geral desta pesquisa é realizar diagnóstico ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba, auxiliando no estabelecimento de diretrizes e na padronização do programa de automonitoramento de efluentes líquidos.

### **2.2 Objetivos específicos**

Para o cumprimento do objetivo geral, foram traçados os seguintes objetivos específicos:

- Caracterização da BHRP em relação às principais atividades industriais e minerárias presentes na área de estudo;
- Especificação dos empreendimentos quanto à regularização ambiental (tipo, classe e porte);
- Caracterização dos empreendimentos presentes na BHRP segundo o consumo de água, geração de efluente industrial, número de empregados, área do empreendimento e localização;
- Padronização do programa de automonitoramento das tipologias A e D quanto aos parâmetros físicos químicos;
- Estabelecimento de diretrizes gerais que visem à melhoria da qualidade ambiental da bacia.



### 3 CARACTERIZAÇÃO

#### 3.1 Localização

Situada a sudeste do estado de Minas Gerais, a sub-bacia do rio Paraopeba está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (Figura 1) e é responsável pelo abastecimento de aproximadamente 53% da região metropolitana de Belo Horizonte. A área da Bacia do Paraopeba corresponde a 2,5% da área total do Estado (IGAM, 2014).



Figura 1 - Localização da BHRP  
Fonte: MATOS, Fernanda; DIAS, Reinaldo, 2011.

O rio Paraopeba é importante tributário do rio São Francisco, nasce ao sul do município de Cristiano Ottoni, tem sua foz no município de Felixlândia e possui 510 km de extensão. Os rios Águas Claras, Macaúbas, Betim, Camapuã e Manso são seus principais afluentes (IGAM, 2014).

A soma das populações dos municípios que compõem a BHRP totaliza 2.548.653 habitantes em uma área total de 13.643 km<sup>2</sup>, mas segundo o site do CIBAPAR, nem todos os municípios estão 100% inseridos nas delimitações da bacia. Dos 48 municípios que

compõem a bacia, 26 estão totalmente inseridos nos limites da bacia enquanto 22 estão parcialmente inseridos na BHRP.

A bacia é dividida em três regiões: Alto Rio Paraopeba (ARP), Médio Rio Paraopeba (MRP) e Baixo Rio Paraopeba (BRP), conforme a Figura 2.

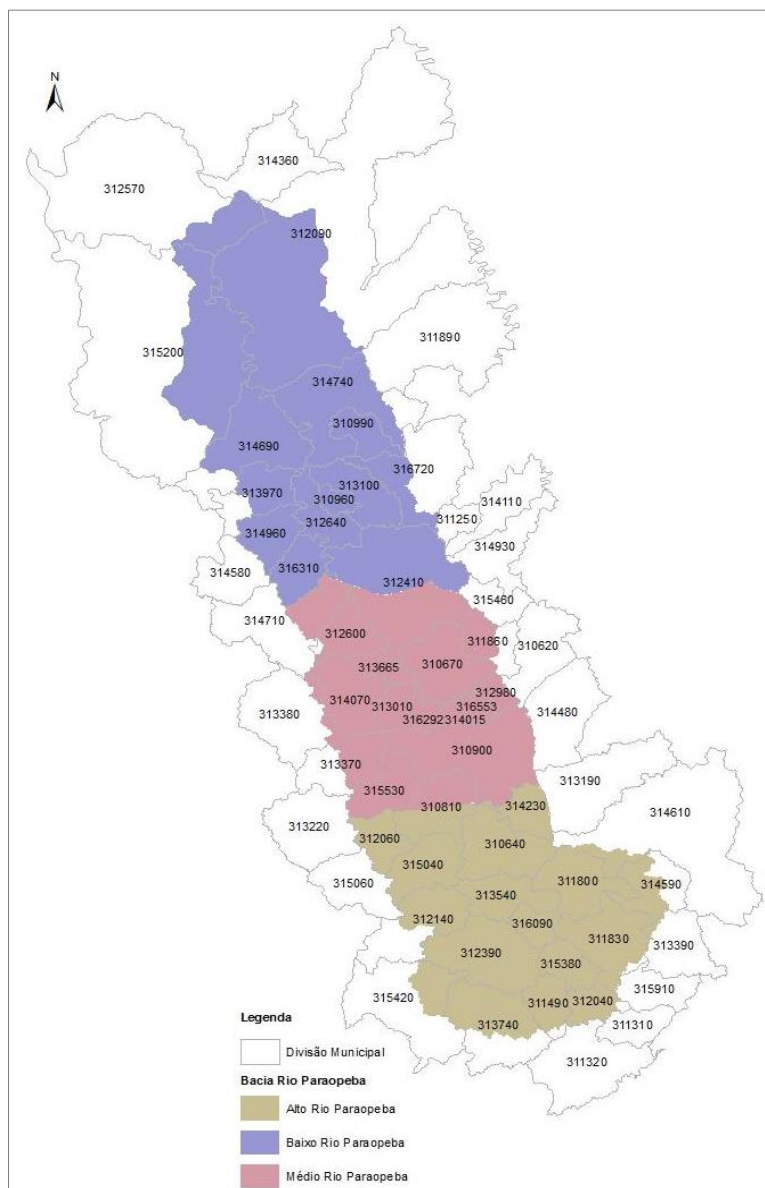


Figura 2 - Regiões da BHRP

Fonte: IGAM, 2010

O Alto Rio Paraopeba é composto por 18 municípios. Segundo a estimativa do IBGE para o ano de 2015, a população total inserida nesta parte da bacia é de 384.273 habitantes, sendo essa a região que apresenta o menor número de habitantes. No ARP, os municípios cujos territórios não estão 100% inseridos na sua região são: Casa Grande,

Conselheiro Lafaiete, Desterro de Entre Rios, Itaverava, Lagoa Dourada, Ouro Branco, Ouro Preto e Resende Costa, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Municípios do ARP

Município	População Estimada (IBGE, 2015)	Território na BHRP
Belo Vale	7.816	100%
Casa Grande	2.308	91,92%
Congonhas	52.827	100%
Conselheiro Lafaiete	125.421	97%
Cristiano Ottoni	5.204	93%
Crucilândia	5.014	100%
Desterro de Entre Rios	7.298	53,53%
Entre Rios de Minas	15.124	100%
Itaverava	5.758	6,15%
Jeceaba	5.294	100%
Lagoa Dourada	12.938	61,26%
Moeda	4.922	100%
Ouro Branco	38.249	58,75%
Ouro Preto	74.036	5,43%
Piedade dos Gerais	4.927	100%
Queluzito	1.947	100%
Resende Costa	11.478	22%
São Brás do Suaçuí	3.712	100%
<b>TOTAL</b>	<b>384.273</b>	

Fonte: Dados do IBGE, 2015.

O Médio Rio Paraopeba, com 16 municípios, é a região da bacia que apresenta a maior concentração populacional, totalizando cerca de 1,7 milhões de habitantes (Tabela 2). Contagem, Florestal, Itatiaiuçu, Itaúna e Pará de Minas são os municípios cujos territórios estão parcialmente inseridos na bacia, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 - Municípios do MRP

Município	População Estimada (IBGE, 2015)	Território na BHRP
Betim	417.307	100,00%
Bonfim	7.016	100,00%
Brumadinho	37.857	100,00%
Contagem	648.766	57,00%
Florestal	7.209	97,18%
Ibirité	173.873	100,00%
Igarapé	39.774	100,00%
Itatiaiuçu	10.781	51,21%
Itaúna	91.453	11,35%
Juatuba	25.087	100,00%
Mário Campos	14.624	100,00%
Mateus Leme	30.155	100,00%
Pará de Minas	91.158	31,00%
Rio Manso	5.684	100,00%
São Joaquim de Bicas	29.162	100,00%
Sarzedo	29.889	100,00%
<b>TOTAL</b>	1.659.795	

Fonte: Dados do IBGE, 2015.

O Baixo Rio Paraopeba, com pouco mais de 500 mil habitantes, é composto por 14 municípios e é a segunda região mais populosa da BHRP (Tabela 3). Assim como as outras regiões da bacia, nem todos os municípios estão inseridos 100% na BHRP, são eles: Curvelo, Esmeraldas, Felixlândia, Maravilhas, Papagaios, Paraopeba, Pompéu e Sete Lagoas, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 - Municípios do BRP

Município	População Estimada (IBGE 2015)	Território na BHRP
Cachoeira da Prata	3.721	100%
Caetanópolis	11.170	100%
Curvelo	78.900	43%
Esmeraldas	67.208	92,76%
Felixlândia	15.078	13,38%
Fortuna de Minas	2.893	100%
Inhaúma	6.158	100%
Maravilhas	7.744	68,24%
Papagaios	15.274	80%
Paraopeba	24.110	87%
Pequi	4.342	100%
Pompéu	31.178	27,88%
São José da Varginha	4.702	100%
Sete Lagoas	232.107	34%
<b>TOTAL</b>	<b>504.585</b>	

Fonte: Dados do IBGE, 2015.

### 3.2 Caracterização natural

A Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba está localizada em uma área de transição entre a Mata Atlântica e o Cerrado. Esses dois biomas são responsáveis pela grande variedade de espécies encontradas na bacia o que representa cerca de 50% do total de espécies semelhantes às espécies encontradas no rio São Francisco.

No bioma Cerrado, há formações campestres e formações florestais, enquanto a Mata Atlântica se caracteriza pela diversidade de ecossistemas.

Espécies da fauna como a onça parda, lobo-guará, jaguatirica, gato-do-mato, macuco e o veado campeiro encontram-se ameaçadas de extinção (IGAM, 2010 *apud* FEAM, 2011). O rio Paraopeba apresenta uma grande variedade de espécies de peixes, o que o torna um grande potencial de conservação e manejo.

Há, na bacia, duas Unidades de Proteção Integral: Estação Ecológica de Mar de Espanha e o Parque Estadual Serra do Rola Moça, além de outras três Unidades de Uso Sustentável localizadas em Betim e Congonhas. Destaca-se também a presença de importantes reservas ambientais nos municípios de Sete Lagoas, Contagem, Betim e Ibirité (IGAM, 2005).

O relevo da bacia é caracterizado pela presença de montes arredondados responsáveis pela formação de uma serra alongada que compõe a paisagem regional (CODAP, 2010). Dois principais conjuntos de relevo podem ser destacados: topografia acidentada e elevada, presente no ARP, e a topografia plana ou levemente ondulada, presente no MRP até a foz (IGAM, 2005).

Em 2008, a Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais - CETEC realizou o levantamento dos solos presentes na BHRP e foi verificada a ocorrência das classes de solo: Argissolo, Cambissolo, Latossolo e Neossolo Litólico. Destes quatro tipos de solo os que mais ocorrem na região em questão são o latossolo e cambissolo (DURÃES, 2010).

Já o clima característico da BHRP é o tropical de altitude cujos verões são brandos e temperaturas mais amenas, inferiores a 20°C (IGAM, 2010 *apud* FEAM, 2011). No mês mais quente, as temperaturas médias variam de 20°C a 25°C e no mês mais frio, as temperaturas variam entre 15°C e 20°C.

A proximidade do ARP com as serras de Ouro Branco e Moeda contribui para que essa região apresente os menores valores de temperatura da bacia. É no BRP onde as maiores médias de temperatura ocorrem, em função do relevo e da altitude, as temperaturas nessa região variam entre 22°C e 23°C (DURÃES, 2010).

As regiões com maior índice pluviométrico na bacia são o sudeste, extremo sudoeste e as regiões próximas ao quadrilátero ferrífero. Nessas regiões, o índice pluviométrico é superior a 1.500 milímetros por ano. No ARP, o índice pluviométrico é de 1.300 milímetros por ano, e este valor se dá em função da condição do relevo da região. As áreas cujo relevo é mais acentuado apresentam o maior número médio de dias de chuva, podendo atingir até 130 dias de chuva por ano. A região do BRP apresenta o menor número médio de chuvas, atingindo índices inferiores a 90 dias de chuva no ano (SCHVARTZMAN, NASCIMENTO & SPERLING, 2002).

### 3.3 Uso e ocupação do solo

Nas últimas décadas do século XVII, os bandeirantes iniciaram a ocupação da BHRP em busca de bens minerais. No Alto e Médio Rio Paraopeba, foi encontrado ouro e nestas regiões surgiram povoados mais densos onde a principal atividade econômica passou a ser a mineração.

Já no Baixo Rio Paraopeba, as rotas de comércio contribuíram para a ocupação do local devido à utilização dos rios São Francisco e Paraopeba como meios de transporte e comércio. Nesta região, surgiram fazendas e as atividades agropecuárias ganharam força. Em meados do século XX, o processo de industrialização foi intensificado e, com isso, muitos municípios como Conselheiro Lafaiete, Curvelo, Pará de Minas e Sete Lagoas se desenvolveram (SCHVARTZMAN, NASCIMENTO & SPERLING, 2002).

Segundo o site do CIBAPAR, a BHRP abrange um centro econômico importante do estado de Minas Gerais. Contagem e Betim são municípios que contribuem de forma significativa para o desenvolvimento econômico da bacia. Contagem conta com a instalação de indústrias químicas e metalúrgicas, enquanto Betim abriga várias indústrias-satélites e grandes indústrias no setor automobilístico e petroquímico. Estes dois municípios detêm 12,5% do PIB de Minas Gerais.

Segundo o IGAM (2005), nos municípios de Cachoeira da Prata e Esmeraldas, são desenvolvidas atividades minerárias, destacando-se especialmente a extração de areia. A areia extraída abastece o mercado de construção civil da região metropolitana de Belo Horizonte. Já no Baixo rio Paraopeba, a principal atividade é a lavra de ardósia, presente nos municípios de Papagaios, Pompéu, Paraopeba, Curvelo, Caetanópolis e Sete Lagoas, sendo Papagaios o maior produtor de ardósia da região.

Os depósitos de argila em extração são encontrados, principalmente, nos municípios de Esmeraldas, Inhaúma, Felixlândia e Fortuna de Minas.

A presença de grandes indústrias como Vale e Gerdau faz com que o ARP seja um dos principais polos minerários do Brasil. A estimativa do Consórcio Público para Desenvolvimento do Alto Paraopeba (CODAP, 2012) para o ano de 2015 seria uma

produção de 12 milhões de toneladas de aço e 130 milhões de toneladas de minério de ferro na região do ARP.

Apesar de estarem distribuídas por toda a bacia, as atividades industriais ganham destaque nos municípios de Conselheiro Lafaiete, Ouro Branco, Congonhas, Sarzedo, Ibirité e, especialmente, Contagem e Betim (MATOS, 2011).

### 3.4 Uso da água

A gestão dos recursos hídricos da BHRP é feita pelo Comitê de Bacia Hidrográfica - CBH Paraopeba. Composto por 36 conselheiros titulares, o comitê foi criado em 1999 pelo Decreto nº 40.398, de 28 de maio de 1999, e integra o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SEGRH-MG (IGAM, 2014).

O principal objetivo do CBH-Paraopeba é promover o debate entre a sociedade, o poder público e os usuários das águas da bacia. O comitê é responsável por discutir e decidir ações de cunho social, ambiental e científica para solucionar problemas da BHRP (IGAM, 2014). O Plano Diretor da BHRP está em fase de elaboração e não existe uma entidade que exerça a função de agência de bacia, sendo assim a cobrança pelo uso da água ainda não foi implementada (IGAM, 2014).

As águas da BHRP foram enquadradas pela Deliberação Normativa - DN do Conselho Estadual de Política Ambiental - COPAM nº 14, de 28 de dezembro de 1995, que surgiu com o intuito de manter e trazer melhorias na qualidade das águas da bacia. O leito principal da bacia, da confluência do rio Maranhão até a represa de Três Marias, foi enquadrado na classe 2 e os principais trechos da bacia foram enquadrados nas classes 1 e 3. Os principais usos da água na BHRP são: abastecimento industrial e doméstico, mineração, irrigação, pesca, piscicultura e dessedentação de animais (IGAM, 2010).

O 2º Relatório de Gestão e Situação dos Recursos Hídricos de Minas Gerais, realizado pelo IGAM, possui informações sobre a situação dos recursos hídricos no estado de Minas Gerais e, conforme esse relatório, até o ano de 2012, foram contabilizados 6.495 empreendimentos usuários de recursos hídricos na BHRP (IGAM, 2014).

O relatório ainda aponta como principais usos consuntivos das águas da bacia: consumo industrial, extração mineral e a regularização da vazão. Quanto às águas subterrâneas,



o consumo industrial é a principal finalidade das águas, seguido do consumo humano, dessedentação de animais, regularização de vazão, extração mineral, consumo agroindustrial e lavagem de veículos (IGAM, 2014).

Atualmente, a Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba possui uma rede de monitoramento de suas águas que conta com 33 estações. As amostras são coletadas e são avaliados diversos parâmetros estabelecidos pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM e CERH n° 1/2008.

A qualidade das águas da bacia é avaliada através do Índice de Qualidade das Águas (IQA). No período de 2009 a 2013, as águas da bacia foram avaliadas pelo IGAM (2014) e, segundo o índice, a qualidade das águas neste período foi considerada predominantemente média, conforme apresentado na Figura 3.

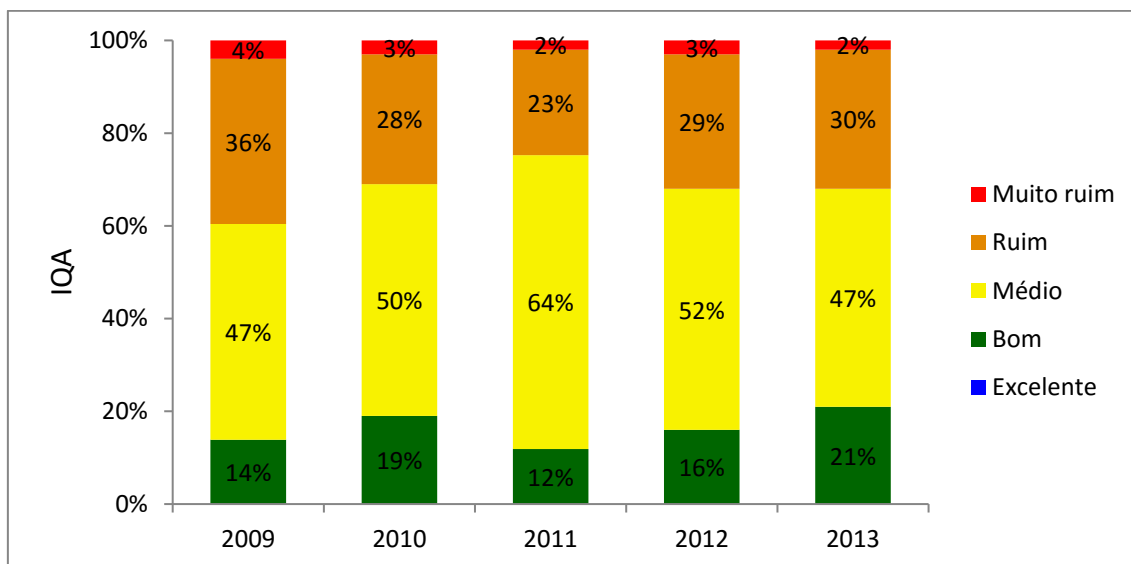


Figura 3 - Índice de Qualidade das Águas na BHRP

Fonte: IGAM, 2014 (adaptado)

Observa-se que, em relação ao ano de 2012, em 2013 houve uma redução da frequência de IQA Médio de 5% e um aumento de 5% na frequência do IQA Bom, alcançando a melhor frequência de IQA Bom em todo o período avaliado.

Segundo o IGAM (2013), no período de 1997 a 2012, observaram-se altas concentrações de fósforo em alguns trechos da bacia. A presença do fósforo remete a atividades agrícolas presentes especialmente nos municípios de Juatuba, Mateus Leme, Betim, Caetanópolis e Paraopeba.

Outro parâmetro também avaliado foi o nitrogênio amoniacal, componente indicativo de poluição orgânica da água, cujos valores de concentração estavam acima dos limites previstos na legislação. Além do esgoto doméstico, as principais atividades responsáveis por essa alteração são a agricultura e atividades industriais, tais como a siderurgia e laticínios do município de Betim (IGAM, 2013).

## 4 CONTEXTUALIZAÇÃO

### 4.1 Área de Estudo

A área de interesse do presente estudo compreende os empreendimentos industriais e minerários de 43 municípios, apesar da bacia contemplar 48 (Figura 4). A exclusão de 5 municípios ocorreu porque no município de Casa Grande não foram encontrados empreendimentos industriais ou minerários cadastrados no SIAM, logo não entrou no escopo do projeto. Já em relação aos outros 4 municípios restantes, ou seja, Contagem, Curvelo, Ouro Preto e Sete Lagoas destaca-se que esses serão contemplados no projeto “Estudo para Gestão do Monitoramento de Efluentes Industriais na Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas”, em virtude desses municípios terem uma maior área nessa bacia.

Vale ressaltar que, em Betim, o licenciamento ambiental é realizado na esfera municipal em virtude da cooperação técnica realizada em 2013, entre a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD) e o município. Desta maneira, os empreendimentos de Betim contemplados por este estudo são aqueles com informações no SIAM.

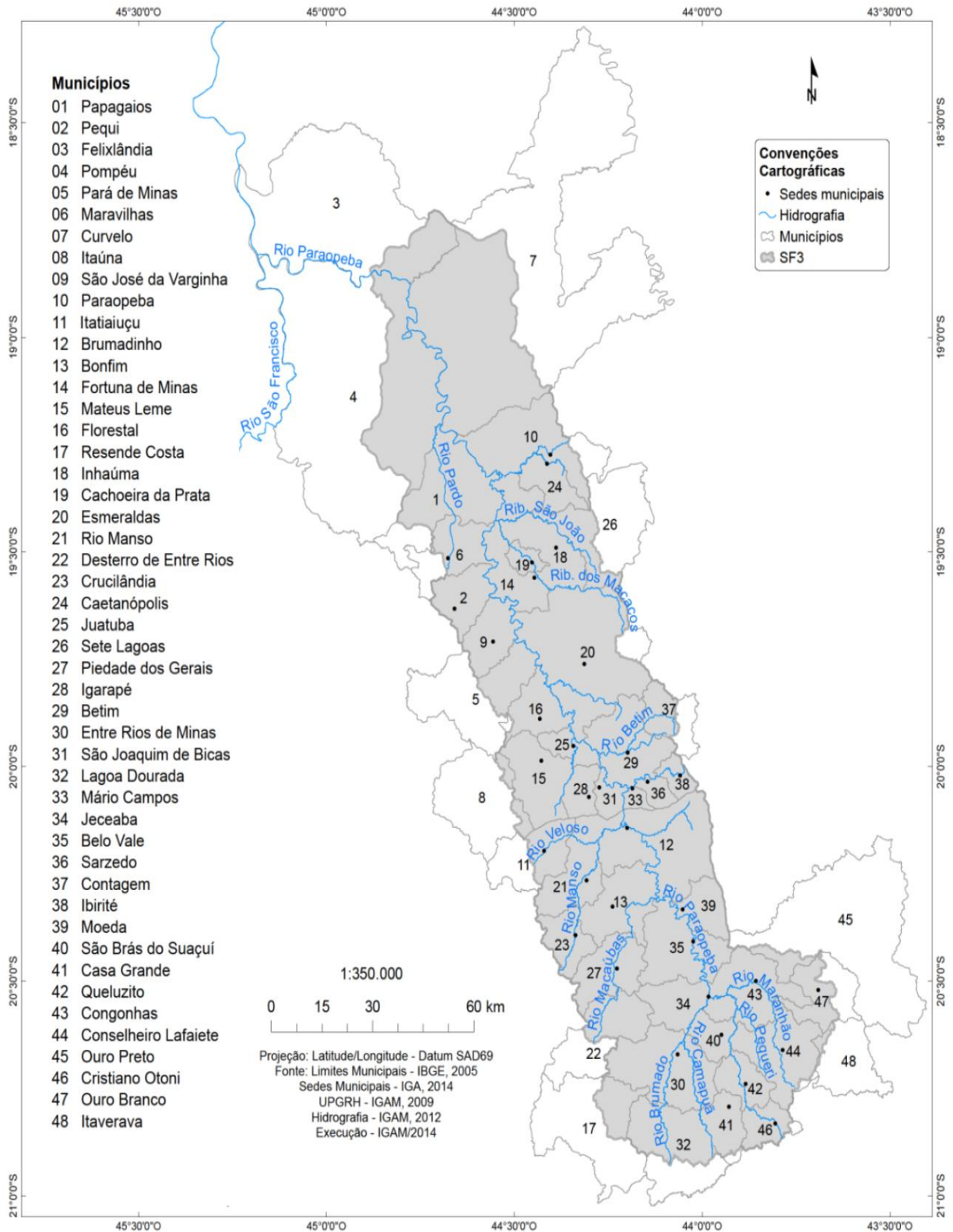


Figura 4 - Relação dos municípios pertencentes à Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba

Fonte: IGAM, 2014 (adaptado)

## 4.2 Regularização Ambiental

A regularização ambiental é um procedimento obrigatório a pessoas físicas e jurídicas que pretendem ou já tenham iniciado atividades ou empreendimentos que utilizem quaisquer recursos naturais. Além de ser uma exigência da legislação ambiental, o processo de regularização ambiental é considerado uma medida de controle de preservação do meio ambiente em função de regras e condições firmadas entre o empreendimento e o órgão ambiental (SEBRAE, 2008).

Em Minas Gerais, a regularização ambiental será regida pela Lei 21.972, aprovada em janeiro de 2016. A nova legislação alterou a estrutura do Sistema Estadual do Meio Ambiente, gerando mudanças no licenciamento ambiental do Estado.

Uma das principais modificações é que grande parte dos licenciamentos serão transferidos dos conselhos para a Secretaria de Estado de Meio Ambiente, o que promete garantir agilidade aos procedimentos, além da criação das modalidades de licenciamento trifásico, concomitante e simplificado bem como a exclusão da Autorização Ambiental de Funcionamento (AAF).

Devido ao período avaliado no estudo, ou seja, 2012 a 2014, as modalidades de licenciamento ambiental constituídas pela Lei Estadual 21.972/2016 não foram consideradas.

Deste modo, foram utilizados os dois tipos de regularização ambiental definidos pelo Decreto Estadual nº 44.844/2008 ainda em vigor, a Autorização Ambiental de Funcionamento (AAF) e a Licença Ambiental (LA). Esta última é constituída por três etapas distintas, sendo elas: Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI) e Licença de Operação (LO).

Para definir o tipo de regularização ambiental a ser concedido, são usados os critérios para a classificação em função do porte e potencial poluidor dos empreendimentos modificadores do meio ambiente, estabelecidos pela DN COPAM nº 74/2004, conforme a Tabela 4.

Tabela 4 - Determinação da classe e porte dos empreendimentos de acordo com a DN COPAM nº 74/2004

Porte do empreendimento	Potencial poluidor/degradador geral da atividade		
	P	M	G
P	1	1	3
M	2	3	5
G	4	5	6

A AAF é destinada a empreendimentos ou atividades cujo impacto ambiental é considerado não significativo, ou seja, causa um pequeno impacto ambiental. Os empreendimentos considerados para este tipo de regularização ambiental passam por procedimentos administrativos mais rápidos, pois não demandam a apresentação de estudos ambientais ao órgão ambiental e são enquadrados nas classes 1 e 2 (SEBRAE, 2008).

Já a licença ambiental é destinada aos empreendimentos e atividades considerados potencialmente poluidores ou causadores de degradação ambiental (SEBRAE, 2008).

O desdobramento da LA em três outras etapas constitui um processo de regularização mais lento que a AAF, uma vez que este tipo de regularização necessita da apresentação de estudos ambientais ao órgão ambiental. Os empreendimentos ou atividades consideradas passíveis de LA são enquadrados nas classes, 3, 4, 5 e 6, também em função do porte e do potencial poluidor (SEBRAE, 2008).

A etapa chamada de Licença Prévia (LP) corresponde à etapa mais importante do licenciamento e é nela que ocorre a análise do empreendimento pelo órgão ambiental, inclusive sua viabilidade locacional. Esta etapa é considerada a fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade.

Na etapa de Licença de Instalação (LI), serão avaliados os estudos ambientais sobre a implantação da atividade em questão. Após aprovada a licença de instalação fica previsto o início da implantação do empreendimento ou atividade.

Quanto à etapa de Licença de Operação (LO), esta é a fase que permitirá que o empreendimento inicie sua operação, ou seja, permite o funcionamento legal mediante o deferimento da Unidade Regional Colegiada (URC).

Quando o empreendimento ou atividade está operando sem o cumprimento das etapas legais do licenciamento ambiental (LP, LI, LO), é necessário licenciamento corretivo. Além disso, sabe-se que a Licença de Operação não possui caráter definitivo e, portanto, está sujeita ao processo de renovação.

Na revalidação da licença de operação (REVLO), o empreendedor formaliza o processo junto ao órgão ambiental até 90 dias antes do vencimento da licença de operação, apresentando entre a documentação solicitada, Relatório de Avaliação de Desempenho Ambiental para comprovar que todas as exigências da regularização anterior foram atendidas.

Há ainda a Licença de Operação de Pesquisa mineral (LOP), que, conforme o nome, é o tipo de licença ambiental específico para a exploração de lavra experimental para pesquisa de mineração. Além de determinar o tipo de regularização ambiental em que os empreendimentos se enquadram a DN COPAM Nº 74/2004 também apresenta informações sobre quais são as atividades passíveis de regularização, conforme pode ser verificado na Tabela 5.

Tabela 5 - Tipologias da DN COPAM nº 74/2004

<b>Tipologias</b>	<b>Atividade</b>
<b>Tipologia A</b>	Atividades Minerárias
<b>Tipologia B</b>	Atividades Industriais / Indústria Metalúrgica e Outras
<b>Tipologia C</b>	Atividades Industriais / Indústria Química
<b>Tipologia D</b>	Atividades Industriais / Indústria Alimentícia
<b>Tipologia E</b>	Atividades de Infraestrutura
<b>Tipologia F</b>	Serviços e Comércio Atacadista
<b>Tipologia G</b>	Atividades Agrossilvipastoris

## 5 METODOLOGIA

### 5.1 Origem dos dados

Para este estudo, foram utilizados dados secundários levantados no Sistema Integrado de Informação Ambiental (SIAM), disponibilizados pelos empreendedores, pelo IGAM e pelo Banco de Declarações Ambientais (BDA).

Foi realizada uma pesquisa no SIAM, em 43 municípios pertencentes à BHRP, para verificar a presença dos empreendimentos com licença de operação (LO) e autorizações ambientais de funcionamento (AAF) das tipologias A, B, C e D. A seleção das tipologias ocorreu em virtude da importância econômica e ambiental para a bacia.

A seleção da tipologia A, ou seja, o setor minerário, ocorreu porque municípios como Betim, Jeceaba, Congonhas, Belo Vale, Brumadinho, Ouro Branco estão inseridos na região do quadrilátero ferrífero, a qual se destaca no cenário econômico, em virtude de abrigar recursos minerais (FILHO, 2008).

Além disso, cerca de 90% da produção de ardósia produzida no Brasil são provenientes do estado de Minas Gerais, com destaque dos municípios de Papagaios, Curvelo, Pompéu, Paraopeba, Caetanópolis, Felixlândia, Leandro Ferreira e Martinho Campos (SILVA, 2015).

Em relação à tipologia B, referente às indústrias metalúrgicas e siderúrgicas, a escolha ocorreu em virtude da vocação econômica da região para essa cadeia produtiva contribuindo para 16,3% do PIB do Estado (DOMINGUES, 2010). Isso ocorre, porque Minas Gerais é rico em dois insumos básicos para a produção do ferro gusa – o carvão vegetal e o minério de ferro assim o estado acabou atraindo a atividade siderúrgica, com destaque para os municípios da região do quadrilátero ferrífero (FEAM, 2009).

Quanto à tipologia C e D, a seleção ocorreu porque as indústrias têxteis, de papel celulose, químicas e petroquímicas e alimentícias são algumas das maiores geradoras de efluentes industriais (RUBIM, 2014).

Após a seleção das tipologias, foi realizada consulta ao SIAM para identificar os empreendimentos dessas tipologias localizados nos municípios da bacia. Assim, foram



identificados 2.500 processos administrativos que passaram por uma análise criteriosa que resultou na exclusão de alguns empreendimentos cujas licenças foram indeferidas, vencidas até o ano de 2007, arquivadas, ou que estavam localizadas na Bacia Hidrográfica do Rio Pará. Neste último caso, o fato se justifica porque alguns municípios como Pará de Minas e Itaúna terem parte do território também na bacia hidrográfica do rio Pará. Desse modo, restaram 780 empreendimentos para avaliação sendo 585 com AAF e 195 com LO.

Com intuito de complementar as informações que foram coletadas no SIAM, foi enviado aos 195 empreendimentos detentores de licenças de operação o Ofício Circular nº 02/2014 (Apêndice 1) para preenchimento de dois anexos: Informações Técnicas I e Informações Técnicas II (Apêndice 2 e Apêndice 3, 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 o segundo anexo, refere-se à planilha com todos os dados relativos aos relatórios de automonitoramento para o período avaliado de janeiro de 2012 a outubro de 2014.

Dos 195 empreendimentos para qual se enviou o Ofício Circular 02/2014, 146 encaminharam resposta e outros 49 não responderam. Ainda assim, o estudo levou em consideração o total de 195 empreendimentos, pois foram utilizadas também as informações disponíveis no SIAM.

Dos 146 empreendimentos que responderam ao ofício, 116 enviaram as Informações Técnicas I e II e 30 enviaram apenas as Informações Técnicas I.

Para os empreendimentos detentores de AAF, foi enviado o Ofício Circular nº 1/2015, que também continha as duas informações técnicas como anexo. Do total de 585 empreendimentos que receberam o ofício, foram obtidas respostas de apenas 128. Essas respostas constam apenas as Informações Técnicas I, pois as AAF's não realizam programa de automonitoramento. Para completar 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. 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).

Para este estudo, o Cadastro de Áreas Impactadas pela Atividade Minerária do BDA foi utilizado para coletar o número de funcionários dos empreendimentos minerários com AAF.

Para facilitar a compilação dos dados recebidos e dos obtidos no SIAM, foram formados dois grupos distintos, o grupo das atividades minerárias que considera os empreendimentos da tipologia A e o grupo das atividades industriais que considera os empreendimentos das tipologias B, C e D.

## **5.2 Construção do Índice de Avaliação da Qualidade do Monitoramento dos Efluentes Líquidos Industriais (IAQM)**

O IAQM foi criado a fim de definir o panorama geral do monitoramento de efluentes industriais nos empreendimentos da BHRP. Sua formulação foi adaptada a partir do Índice de Avaliação da Qualidade do Monitoramento de Efluentes Líquidos Industriais de Laticínios (IAQML) (FEAM, 2015).

Essa adaptação teve como objetivo viabilizar a avaliação de qualquer empreendimento industrial, segundo três critérios considerados essenciais para operação adequada de um programa de automonitoramento.

Esses critérios são: a qualidade do efluente, o cumprimento de condicionantes relativas ao automonitoramento e a adequação dos laboratórios que realizam os testes. Para cada um desses critérios, foi criado um indicador, que compõe o índice, segundo a Figura 5.

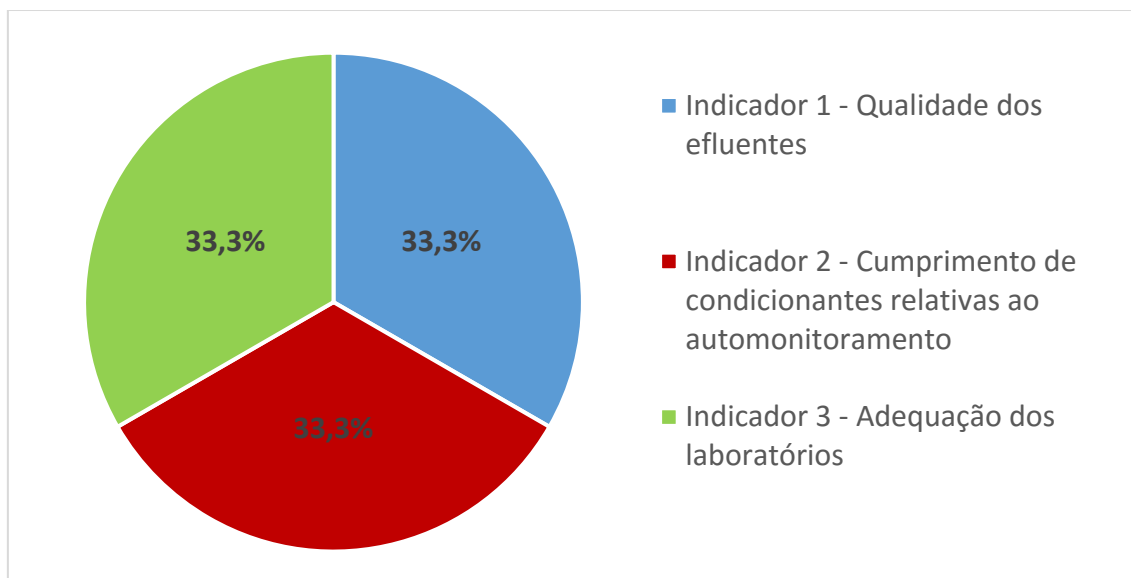


Figura 5 – Composição do IAQM, segundo seus indicadores

Cada um dos três indicadores tem o mesmo peso, conforme apresentado na Figura 5. Assim, o valor do IAQM é a média simples entre os indicadores. A forma de cálculo desses indicadores será apresentada nos subcapítulos a seguir.

Em consulta a especialistas e através do Método Delphi, a metodologia de referência (IAQML) estabeleceu cinco faixas de classificação qualitativa para os valores encontrados no índice. Assim, os empreendimentos terão a qualidade do monitoramento de seus efluentes industriais classificada segundo a Tabela 6:

Tabela 6 - Faixas de qualidade do monitoramento, segundo o IAQM

Faixa de qualidade	Intervalo do IAQM
Excelente	$89 \leq \text{IAQM} \leq 100$
Bom	$70 \leq \text{IAQM} < 89$
Médio	$50 \leq \text{IAQM} < 70$
Ruim	$30 \leq \text{IAQM} < 50$
Muito Ruim	$0 \leq \text{IAQM} < 30$

### 5.2.1 Indicador 1 – Qualidade do Efluente

O Indicador 1 – Qualidade do Efluente (QE) terá como objetivo avaliar a qualidade dos efluentes lançados por cada empreendimento, levando-se em consideração o

atendimento aos padrões de lançamento determinados pela legislação vigente. Para esse estudo, a legislação aplicável são a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA nº 430/2011 e DN conjunta COPAM/CERH nº 1/2008 (resumidos no Apêndice 3).

Adicionalmente, também será utilizada a norma técnica da Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA T187/4 na avaliação quando o efluente é recebido pela concessionária.

Os parâmetros solicitados em condicionante ambiental serão os subindicadores que compõe o indicador QE. A Tabela 7 exemplifica as etapas do cálculo.

Tabela 7 – Etapas de cálculo do indicador 1

A	B					C	D
Subindicadores (parâmetros monitorados)	Dados dos relatórios de automonitoramento					Nota do subindicador	QE
	Datas	11/06/12	30/06/12	14/07/12	25/07/12		
Fenóis totais	ET	0,55	0,1	0,6	0,3	50%	80%
	Nota	0	1	0	1		
Óleos minerais	ET	15	12	17	8	100%	
	Nota	1	1	1	1		
Sólidos suspensos	ET	150	65	25	50	75%	
	Nota	0	1	1	1		
DBO	EB	200	100	100	80	100%	
	ET	30	15	20	8		
	Ef.	85,0%	85,0%	80,0%	90,0%		
	Ef.A	85,0%	85,0%	85,0%	85,0%		
	Nota	1	1	1	1		
DQO	EB	500	200	200	150	75%	
	ET	200	40	20	15		
	Ef.	60,0%	80,0%	90,0%	90,0%		
	Ef.A	80,0%	80,0%	80,0%	80,0%		
	Nota	0	1	1	1		

EB: efluente bruto; ET: efluente tratado; Ef.: eficiência de remoção; Ef.A: eficiência de remoção anual

Inicialmente, no cálculo do Indicador 1, é necessário realizar o levantamento de quais são os parâmetros monitorados por cada empreendimento. Cada um desses parâmetros será chamado de “subindicador” (Coluna A).

Em seguida, serão avaliados os valores obtidos no monitoramento, por parâmetro. Se os valores estiverem dentro dos limites da legislação receberão a nota 1, caso contrário, nota 0, segundo representado pelo campo "Nota" na Coluna B.

No exemplo da Tabela 7, foram encontrados cinco subindicadores e quatro dados de monitoramento para cada um. A concentração máxima de lançamento de fenóis totais é de 0,5 mg/L, por isso a primeira e terceira medições recebem nota 0 e a segunda e quarta, notas 1.

Vale ressaltar que alguns parâmetros têm peculiaridades no padrão de lançamento. A DBO e DQO, por exemplo, tem padrão em função da concentração de lançamento ou da eficiência de tratamento. Alguns padrões também mudam em razão da tipologia de atividade realizada e do corpo hídrico que vai receber o efluente. Todas essas peculiaridades devem ser consideradas para dar essa nota da Coluna B.

A nota do subindicador (Coluna C) representa o percentual de notas 1. Assim, quanto maior a nota do subindicador, maior é o nível de adequação daquele empreendimento em relação àquele parâmetro.

A nota do indicador QE (Coluna D) é a média simples dos subindicadores. Essa nota é expressa, assim como os seus subindicadores, em percentual. Assim, qualidade dos efluentes será qualificada com as mesmas faixas de valores do IAQM (vide Tabela 6).

No exemplo, os fenóis totais obtiveram, em quatro, duas notas 1 e, portanto, o valor do subindicador é 50%. Fazendo a média entre os cinco subindicadores encontrados, obtém-se o valor de 80% para o QE e conseqüentemente a qualidade do efluente é considerada boa.

### **5.2.2 Indicador 2 – Verificação do cumprimento de todos os critérios da condicionante de automonitoramento**

A avaliação dos relatórios de automonitoramento é dividida em três subindicadores, os quais são baseados nas exigências presentes na condicionante da licença ambiental dos empreendimentos, sendo eles:

- Subindicador 2.1 – Frequência de envio: atendimento da frequência de envio de relatórios ao órgão ambiental;
- Subindicador 2.2 – Frequência de análise: atendimento da frequência de análise dos efluentes e águas superficiais;
- Subindicador 2.3 – Parâmetros: análise de todos os parâmetros solicitados em todos os pontos requeridos.

Em caso de ausência de alguns desses subindicadores, ele não será contabilizado na nota do empreendimento e sua parcela na nota do empreendimento será redistribuída entre os outros dois subindicadores. Por exemplo, alguns programas de automonitoramento não explicitam a frequência de envio dos relatórios ao órgão ambiental (Subindicador 2.1), nesse caso, o empreendimento será avaliado apenas pelos Subindicadores 2.2 e 2.3, dentre os quais será distribuído o valor que era correspondente ao Subindicador 2.1.

### **5.2.3 Indicador 3 – Adequação dos laboratórios**

O levantamento dos dados relativos aos laboratórios utilizados pelos empreendimentos para a realização dos ensaios com seus efluentes e águas superficiais baseou-se em verificar se os laboratórios apresentavam escopos acreditados pelo INMETRO ou homologados junto a Rede Metrológica de âmbito estadual integrante do Fórum de Redes Estaduais. Vale ressaltar que essas redes devem dispor de um sistema de reconhecimento da competência de laboratórios com base nos requisitos da Norma NBR ISO/IEC 17025.

Para a avaliação dos laboratórios foram criadas duas planilhas, uma de banco de dados e uma de avaliação. Para a criação da planilha de banco de dados foram analisados os escopos de todos os laboratórios utilizados pelos empreendimentos avaliados. No total,

foram analisados 26 laboratórios e 55 escopos. O número de escopos é maior do que o de laboratórios porque durante o período avaliado pelo Índice, diversos laboratórios obtiveram revisões de seus escopos. As revisões ocorrem geralmente a cada dois anos, mas podem ser antecipadas a pedido dos laboratórios.

A análise de cada escopo consistiu em verificar a presença ou a ausência de todos os parâmetros analisados pelos empreendimentos. Essa verificação permite saber se cada um dos laboratórios podia ou não realizar ensaios de efluentes ou de águas superficiais para cada um dos parâmetros, na data em que as análises foram executadas.

Na planilha de avaliação, para cada parâmetro analisado em todos os relatórios de ensaio produzidos para os empreendimentos foi verificado se o laboratório contratado apresentava acreditação ou homologação (vigente na data da análise) para analisar cada parâmetro, tanto em efluentes quanto em águas superficiais. Ao todo, foram avaliadas 65.252 análises, distribuídas entre 76 empreendimentos.

### **5.3 Padronização do Programa de Automonitoramento**

Os programas de automonitoramento atribuídos pela Unidade Regional Colegiada (URC) aos empreendedores, no âmbito do licenciamento ambiental, não possuem padronização formal, seja na determinação das frequências dos envios dos relatórios e das amostragens a serem realizadas, ou na solicitação da lista de parâmetros a serem medidos.

Logo, a inexistência de uma padronização para as solicitações dos programas de automonitoramento leva a existência de tratamentos diferenciados para empreendimentos semelhantes (FLORÊNCIO, 2010). Portanto, é necessária uma padronização, para a gestão eficiente do automonitoramento.

Assim, foram propostos programas de automonitoramento dos parâmetros físicos químicos para as tipologias A e D, respectivamente as atividades minerárias e a indústria alimentícia. A escolha dessas tipologias levou em consideração os resultados do Indicador 1 do IAQM, que avalia a qualidade dos efluentes industriais. O resultado deste indicador apontou que as tipologias A e D são aquelas que excedem, com maior

frequência, os padrões de lançamento de efluentes estipulados pela legislação vigente. Portanto, podendo contribuir com a alteração da qualidade da água da bacia.

Da tipologia A foram padronizados o automonitoramento de duas atividades, são elas:

- Extração de minério de ferro e;
- Extração de ardósia.

O programa de automonitoramento da mineração contemplou os efluentes da caixa CSAO e da saída da barragem bem como a avaliação curso d'água a jusante e a montante do empreendimento minerário.

Já em relação à tipologia D, foram padronizados o automonitoramento de duas atividades:

- Abatedouro de animais de pequeno, médio e grande porte;
- Industrialização da carne, inclusive desossa, charqueada e preparação de conservas;

Para as atividades alimentícias, o programa contemplou os efluentes das ETEs e da caixa CSAO. Para a definição desses programas foram analisados o processo produtivo, os programas de automonitoramento presentes no licenciamento ambiental, a minuta de Deliberação do automonitoramento de 2010 e a literatura.



## 6 DIAGNÓSTICO

A Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba tem 780 empreendimentos, sendo 585 regularizados com AAF e 195 regularizados com LO. A Figura 6 mostra o mapa com a localização dos empreendimentos ao longo da bacia.

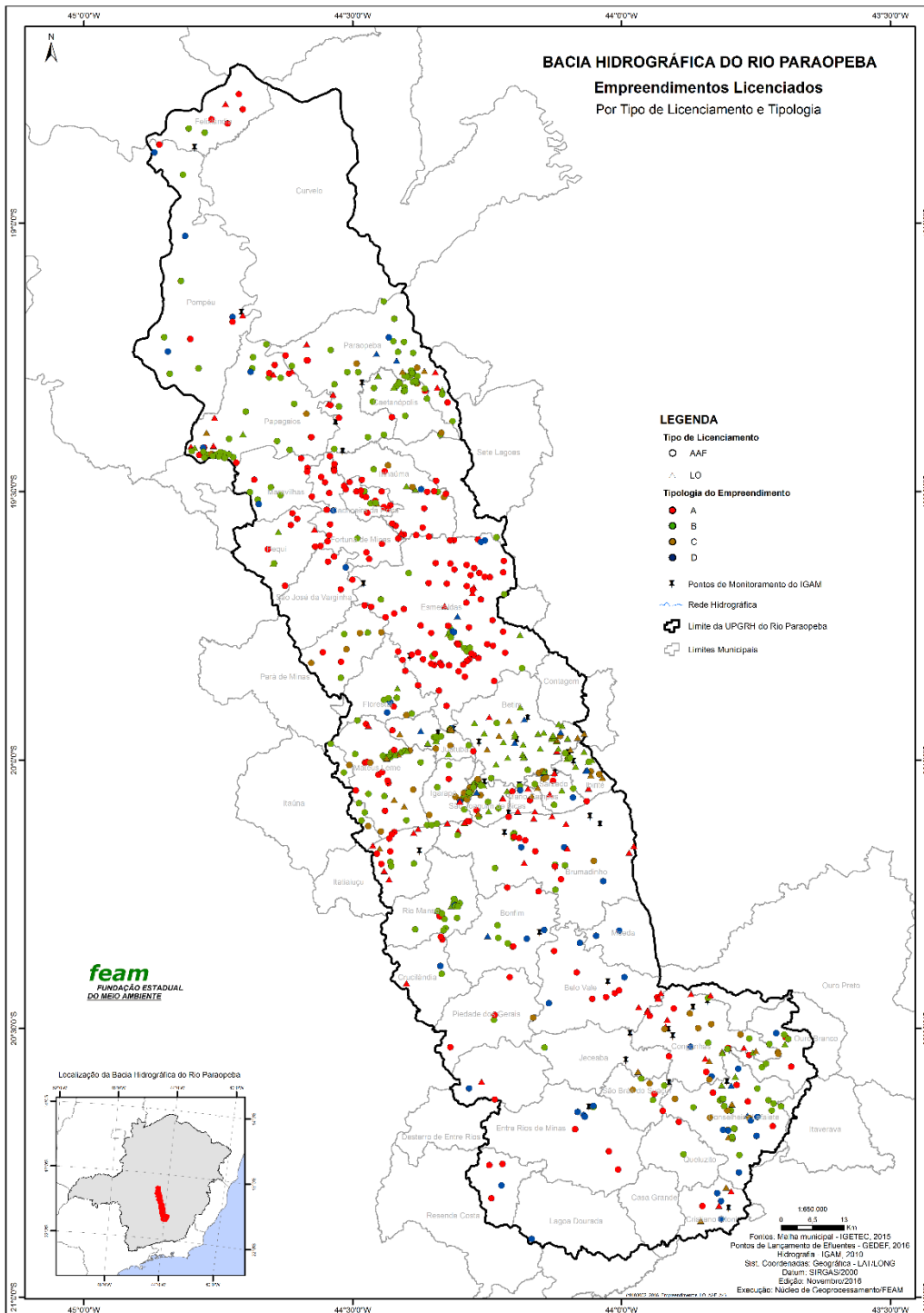


Figura 6 – Mapa com a distribuição dos empreendimentos na BHRP.

Observa-se que o Médio e Baixo Paraopeba concentra-se a maior quantidade de empreendimentos, totalizando cerca de 80% das empresas. A regularização predominante em todas as regiões são as autorizações ambientais de funcionamento AAF's, conforme observado na Figura 7.

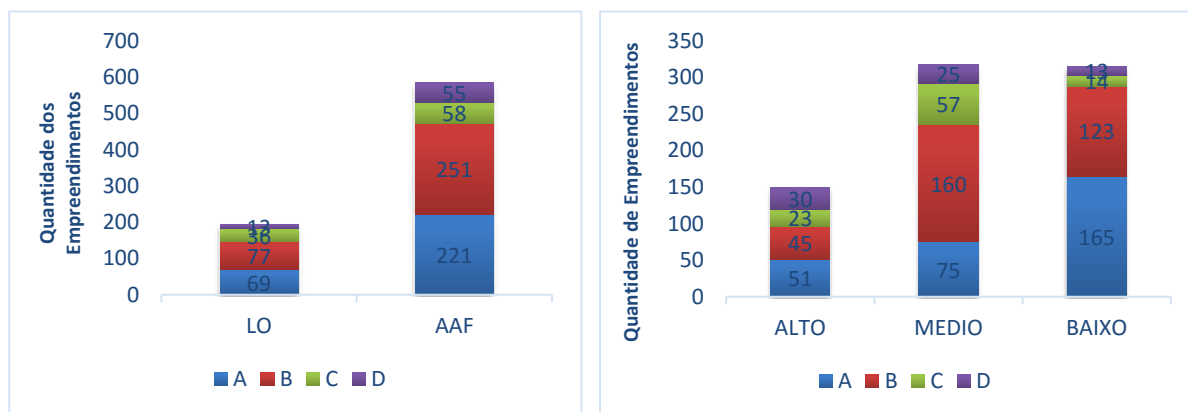


Figura 7 - Empreendimentos da BHRP

Nota-se na bacia uma predominância da tipologia B com aproximadamente 42% dos empreendimentos seguida pelas tipologias A, C e D com 37%, 12% e 9%, respectivamente. No entanto, essa distribuição ao longo da bacia não é homogênea, pois temos o Alto e Baixo Paraopeba com predominância da tipologia A e o Médio com a B. Desta forma, o Alto e Baixo apresenta vocação minerária e o Médio metalúrgica e siderúrgica.

Essa vocação econômica do Médio Paraopeba ocorre em virtude da FIAT Automóveis, indústrias de transformação e várias indústrias-satélites (MATOS, 2012). Atrelado a isso, destaca-se ainda o desenvolvimento de indústrias de pequeno porte no setor de metalurgia para fornecimento de produtos ao setor de automóveis (SILVA, 2005).

Além disso, o Estado de Minas Gerais se destaca na atividade metalúrgica, especialmente siderúrgica, por ser rico em dois insumos básicos para a produção do ferro gusa – o carvão vegetal e o minério de ferro (FEAM, 2005). Esses fatores contribuíram também para o desenvolvimento da tipologia B ao longo da bacia, colocando-a como a mais numerosa, com cerca de 42% de todos os empreendimentos.

Em relação a atividade minerária do Baixo Rio Paraopeba, concentra-se a extração de minerais não metálicos com destaque para a areia, argila e ardósia (MATOS,2012).

Nos municípios de Esmeraldas e Cachoeira da Prata destacam-se a extração de areia e argila, em virtude do alto consumo desses insumos em Belo Horizonte por causa da construção civil (SABINO, 2008).

Em Paraopeba, Curvelo, Caetanópolis e Papagaios, temos várias minerações de ardósia, pois essa região possui uma das maiores reservas de ardósia do mundo (SILVA, 2015).

Quanto ao ARP, a localização parcial no Quadrilátero Ferrífero contribui para a vocação econômica minerária dessa região. As atividades minerárias tiveram início há cerca de sessenta anos com a instalação de algumas mineradoras como a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) e alguns anos depois, a Açominas (CODAP, 2010). Essa região se destaca para atividades ligadas à extração de minerais metálicos, principalmente minério de ferro, essa vocação foi descoberta após amplos investimentos em pesquisas geológicas que identificaram a região como atrativa (CODAP, 2010).

Mesmo com poucos empreendimentos, se comparado com o BRP, o ARP ganha destaque devido à presença de empresas de médio e grande porte, pois 74% dos empreendimentos da bacia são de pequeno porte e são classe 1 conforme pode ser observado na Figura 8.

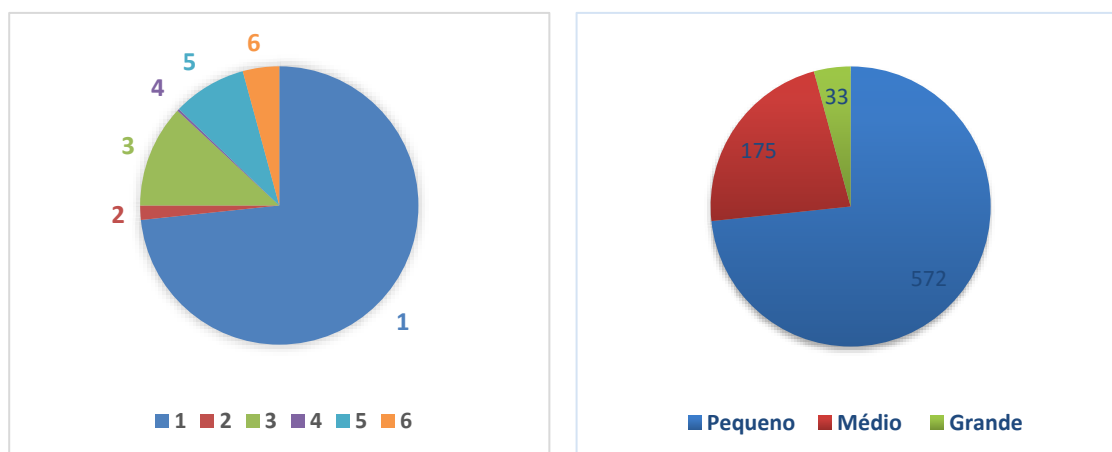


Figura 8 – Classe dos Empreendimentos segundo a DN 74/04

## 6.1 Mineração

A BHRP tem 290 empreendimentos minerários, sendo 221 com AAF e 69 com LO conforme Figura 9.

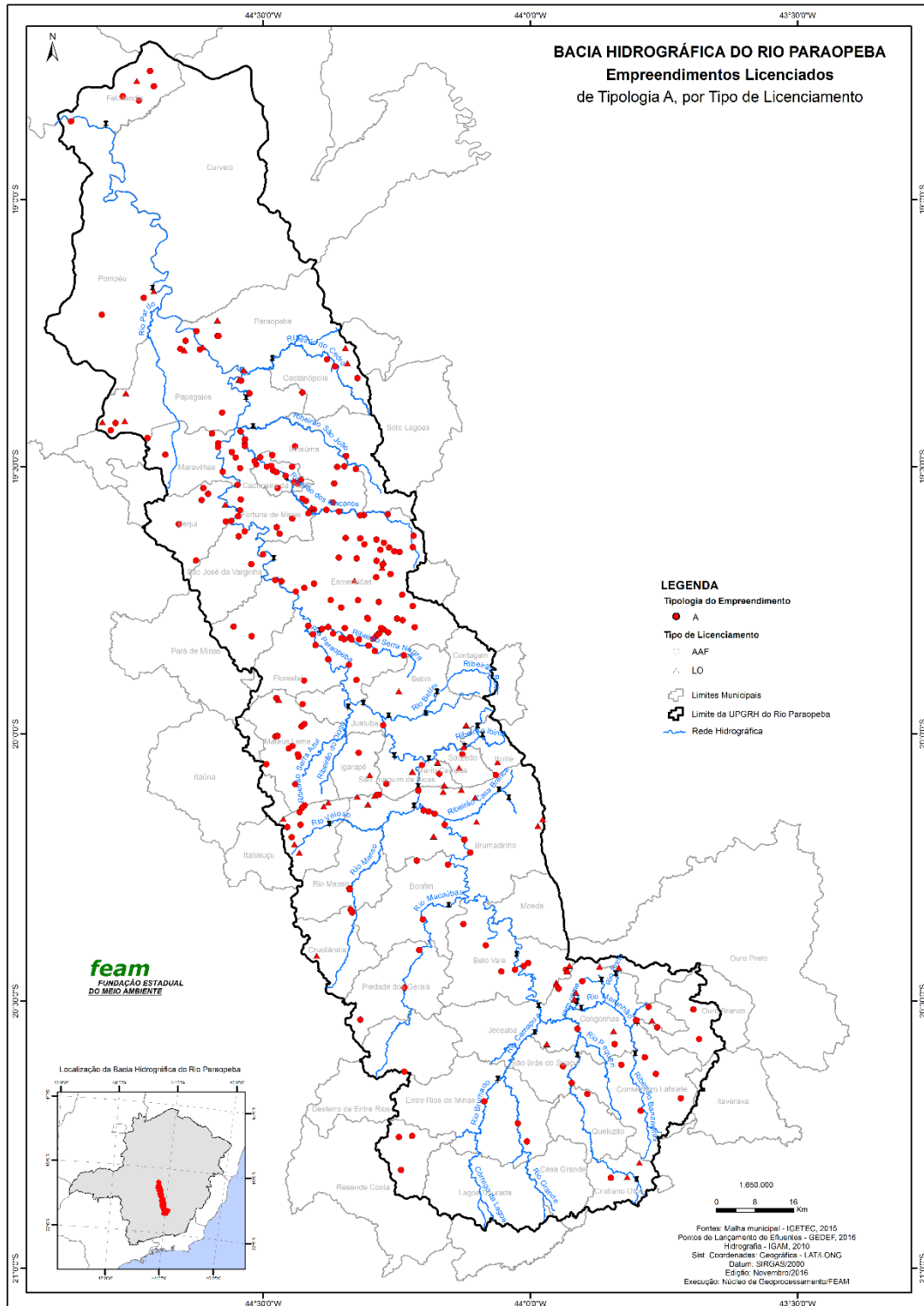


Figura 9 – Mapa com a localização dos empreendimentos minerários.

A caracterização desses empreendimentos foi realizada em duas partes, sendo uma geral contemplando todas as empresas e uma específica na qual contemplou apenas as regularizadas com LO. Na caracterização geral, foram trabalhadas informações referente a substância extraída e a produção mineral, dados comuns as duas formas de regularização, em virtude de serem critérios utilizados para classificação do porte e potencial poluidor, da DN COPAM Nº 74/2004. Ressalta-se, no entanto, que a geração de empregos também foi caracterizada, mas de forma superficial em virtude da falta de dados de 183 empreendimentos com AAF e 4 com LO.

Em relação a produção e a substância mineral a Tabela 8 retrata a quantidade extraída bem como o número de empreendimentos dedicados a cada substância. Nos empreendimentos, cuja produção é medida em m<sup>3</sup>/ano a areia ganha destaque com a produção de 3.035.016 m<sup>3</sup>/ano. Já nos empreendimentos cuja produção é medida em toneladas/ano, a substância mineral mais representativa é o minério de ferro cuja produção atinge 113.736.107 de toneladas/ano. A Figura 10 mostra que os empreendimentos que extraem areia correspondem a 39% das empresas presentes na bacia.

Tabela 8 - Produção anual por substância mineral explorada na BHRP

Substância Mineral	t/ano	l/mês	m <sup>3</sup> /ano	Empreendimentos
Agalmatolito	57.000			2
Água Mineral		27.426.666		11
Ardósia	29.200		83.302	10
Areia	144.800		3.035.016	110
Areia e Argila	395.700		850.812	34
Arenito e argilito			2.000	2
Areia e gnaisse			60.000	1
Areia e saibro	16.434		90.000	3
Argila	23.700			15
Basalto			6.000	1
Calcário	184.524			3
Cascalho	40.000		79.000	5

Substância Mineral	t/ano	l/mês	m <sup>3</sup> /ano	Empreendimentos
Casseterita	4.300			1
Caulim	51.000			2
Filito	108.600			4
Gnaise	696.000		85.650	5
Gnaise e Granito	780.000			1
Granito	290.000			5
Mármore	5.000			5
Minério de ferro	113.736.10 7			52
Minério de ferro e manganês	4.069.000			3
Minério de Manganês	1.038.084			5
Minério de Ouro			33.500	3
Quartzo	602.000			4
Quartzito	30.000			1
Saibro	60.000			1
Silica e grafite	74.000			4
Talco	12.000			1

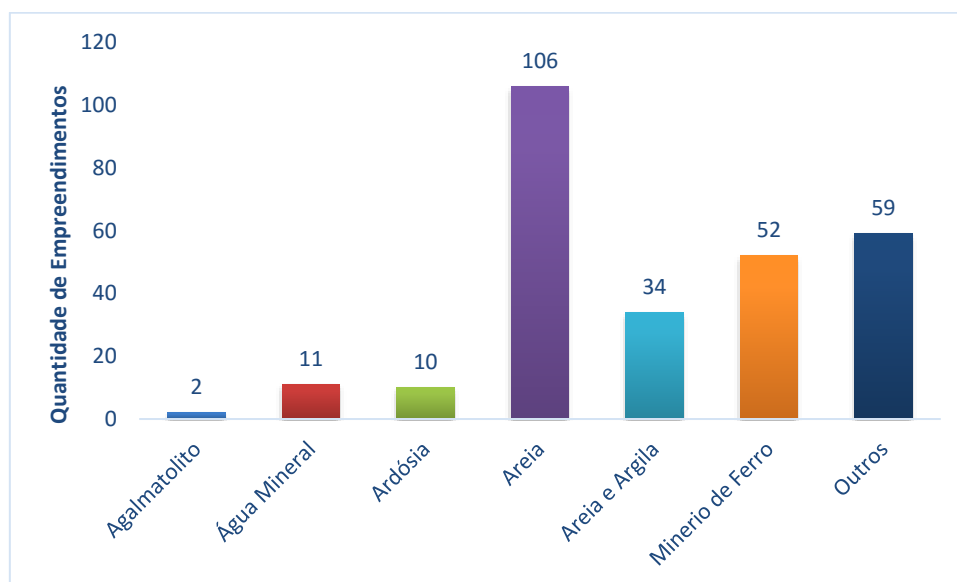


Figura 10 – Quantidade de empresas em relação a substância mineral

A extração desses bens minerais gera impactos positivos e negativos para a sociedade. Um dos impactos positivos é a geração de empregos, pois para cada emprego criado na

fase de lavra de uma mineração, são gerados outros treze ao longo das atividades de apoio e mais um na fase primária de pesquisa mineral (IBRAM, 2007).

Do total de 43 municípios considerados pelo estudo da bacia, a mineração está presente em 23 e emprega 16.359 pessoas, considerando os dados disponíveis de 103 empreendimentos. Este valor representa 0,64% da população total da bacia.

### 6.1.1 Empreendimentos Minerários – Análise Ambiental

Os empreendimentos minerários detentores de licença operação foram caracterizados quanto aspectos referentes a origem e consumo de água, outorga, geração e lançamento de efluente oleoso. No entanto, ressalta-se que apesar da bacia ter 69 empresas, alguns dados não estavam disponíveis para todos os empreendimentos.

Como a água é um recurso estratégico para a mineração, em virtude da viabilidade técnica e econômica da lavra, esse recurso natural foi trabalhado de forma criteriosa. A Figura 11 mostra que a origem da água via captação subterrânea abrange cerca de 31% dos empreendimentos, a superficial 37% e a captação superficial e subterrânea juntas a 16%. O restante das empresas capta água de diversas maneiras como por meio da prestadora de serviço local, pelo uso combinado entre duas ou mais das seguintes origens: captação superficial, captação subterrânea, prestadora de serviço, barragem e água pluvial.

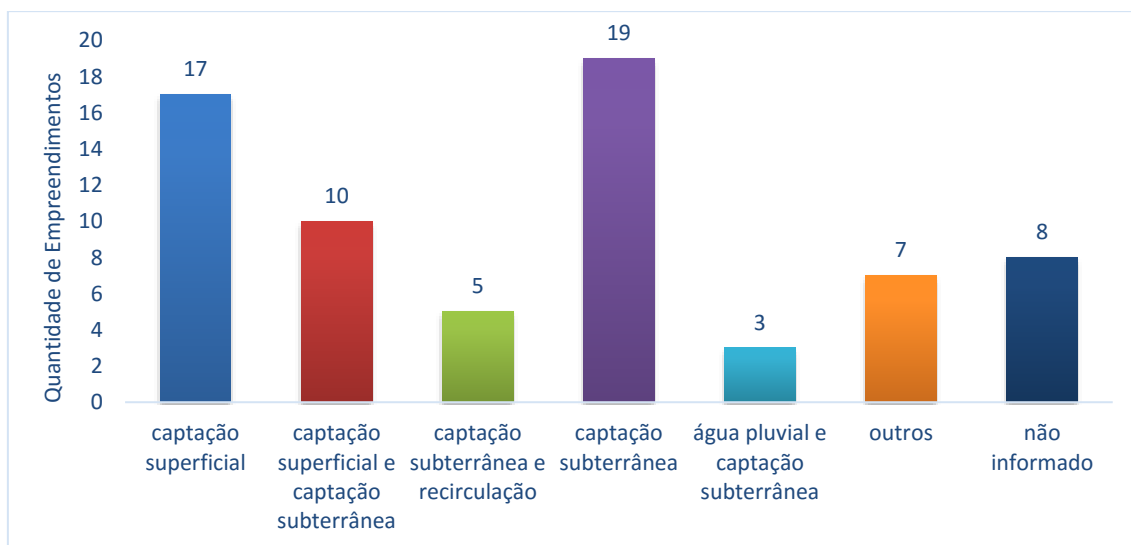


Figura 11 -Gráfico da origem da água utilizada pelos empreendimentos minerários da BHRP

No entanto, apesar da origem da água via captação superficial e subterrânea juntas corresponder apenas 16%, destaca-se que essas modalidades são responsáveis pelo maior percentual do volume outorgado, ou seja 49%, seguida pela captação superficial que corresponde a 13% (Figura 12).

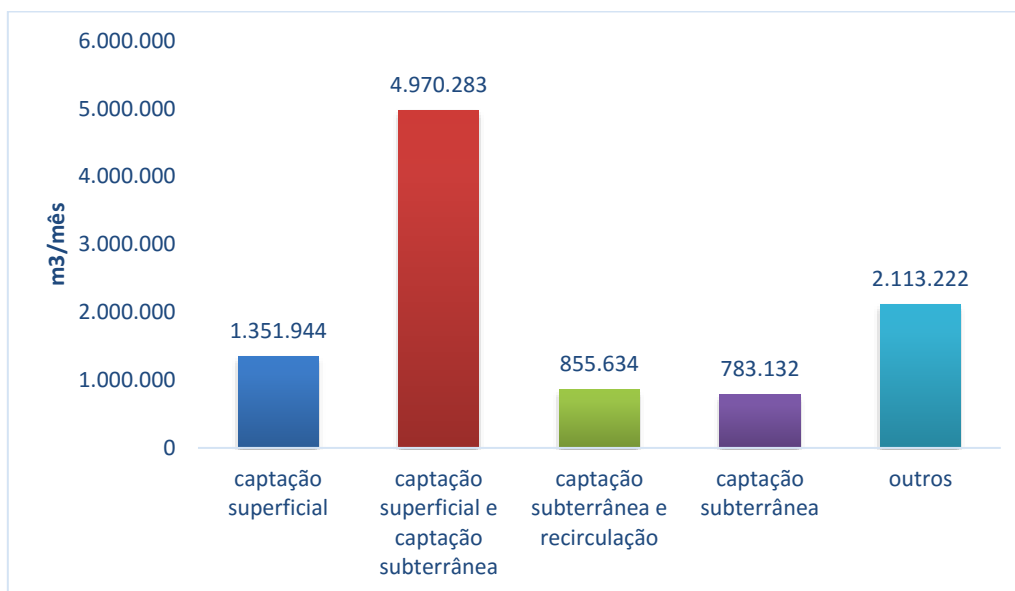


Figura 12 – Volume outorgado em função da origem da água

Dos 69 empreendimentos minerários, 63 possuem outorga, 4 não são passíveis e 2 não informaram. As 63 empresas passíveis de autorização captam 10.122.599 milhões m<sup>3</sup>/mês de água. Sendo que a extração de minério de ferro é responsável por 92% do volume outorgado. Quanto ao consumo temos apenas a quantidade de 51 empresas que correspondem a 5.578.158 m<sup>3</sup>/mês. Portanto, o volume outorgado é maior que o consumo, provavelmente porque faltou o consumo de água de 12 empresas (Figura 13 e Tabela 9).

Tabela 9 – Informações sobre o volume outorgado e consumo de água

Empresas que tem outorga	Não passíveis de outorga	Não informaram	Vol. Outorgado	Empresas que informaram consumo de água	Consumo de água
63	4	2	10.122.599	51	5.578.158



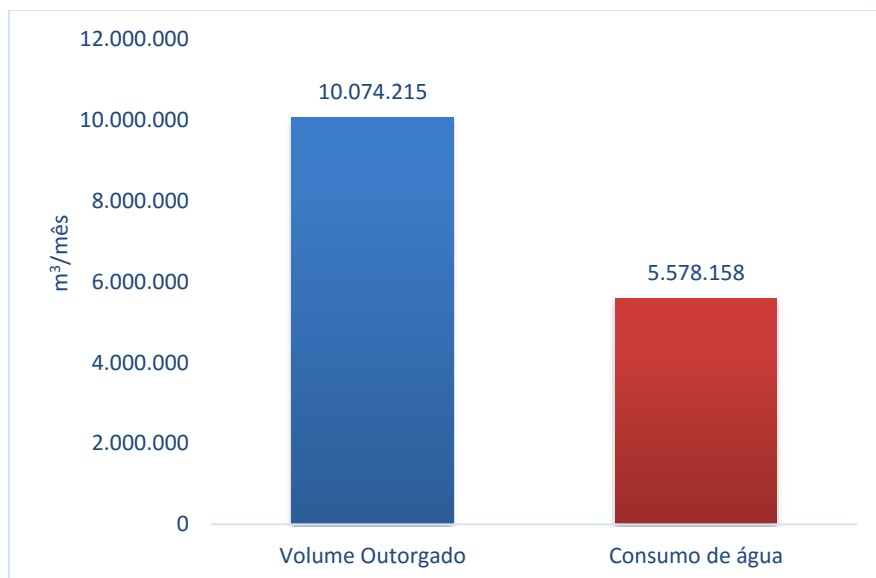


Figura 13 – Volume outorgado e consumo de água dos empreendimentos

O consumo de água na mineração é alto, em virtude das etapas, como operação e beneficiamento mineral. No beneficiamento o minério é separado em concentrado e rejeito. Este último possui baixos valores econômicos e suas características variam de acordo com a substância mineral. Esses rejeitos geralmente são direcionados para barragens, e o transporte é feito por tubulações, por gravidade ou bombeamento e envolve um grande volume de água. Assim, essa suspensão líquida pastosa de rejeito e água é chamada de polpa ou lama. A polpa passa por um processo de decantação e é comum que nas atividades minerárias a água resultante deste processo seja recirculada ao processo produtivo. Portanto, o processo de recirculação da polpa/lama é comum nos empreendimentos minerários chegando a atingir índices da ordem de 80% (FREITAS, 2012). No entanto é difícil mensurar o volume real deste tipo de efluente que está sendo descartado nos cursos d'água.

Deste modo, no presente estudo, a polpa/lama presente nas barragens de mineração não foi considerada como efluente industrial da atividade minerária.

Desta forma, foram considerados efluentes industriais aqueles provenientes de atividades de apoio, tais como oficinas mecânicas, lavagem de veículos, etc., os quais foram chamados de efluentes oleosos.

Destaca-se, no entanto, que a atividade de envase de água mineral é a única cujo efluente tem caráter industrial, pois a venda de garrafões de água funciona como um

ciclo, depois de comercializados, os garrafões passam por um processo de lavagem e higienização para então serem comercializados novamente. Esse procedimento de lavagem e higienização dos garrafões utiliza produtos saneantes cuja finalidade é garantir condições higiênico-sanitárias.

Desconsiderando 4 empreendimentos que não geram efluentes oleoso/industrial e 25 cujo volume gerado não foi informado, constatou-se a geração de 15.904 m<sup>3</sup>/mês de efluente oleoso (Figura 14).

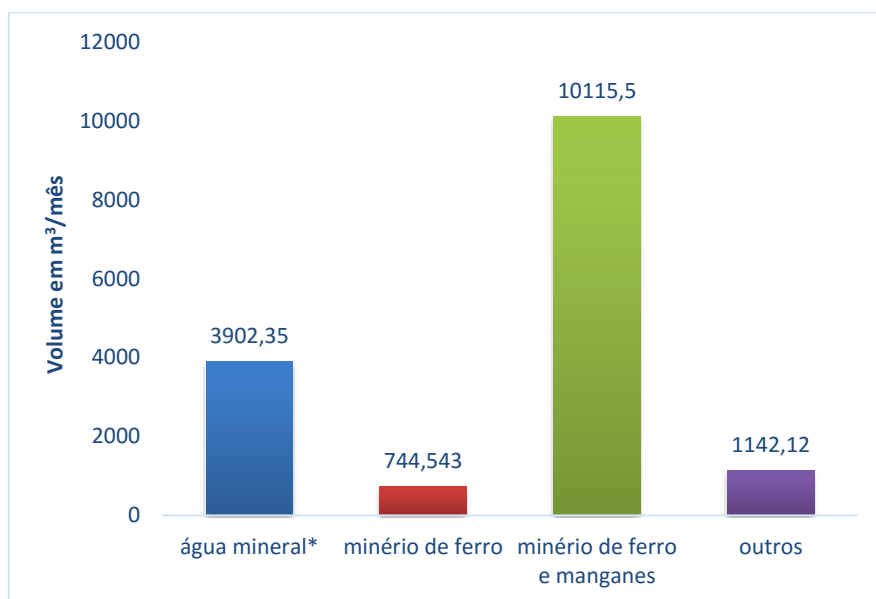


Figura 14 – Volume de efluente oleoso por substância mineral

A extração de minério de ferro e manganês são responsáveis pelo maior volume, ou seja, 63% do total gerado por mês. Esse efluente é direcionado para Caixas Separadoras de Água e Óleo (CSAO) cuja finalidade é separar substâncias que não se misturam à água. Após a passagem pela CSAO, a água é direcionada para o lançamento final. A Figura 15 apresenta os lançamentos finais dos efluentes oleosos.

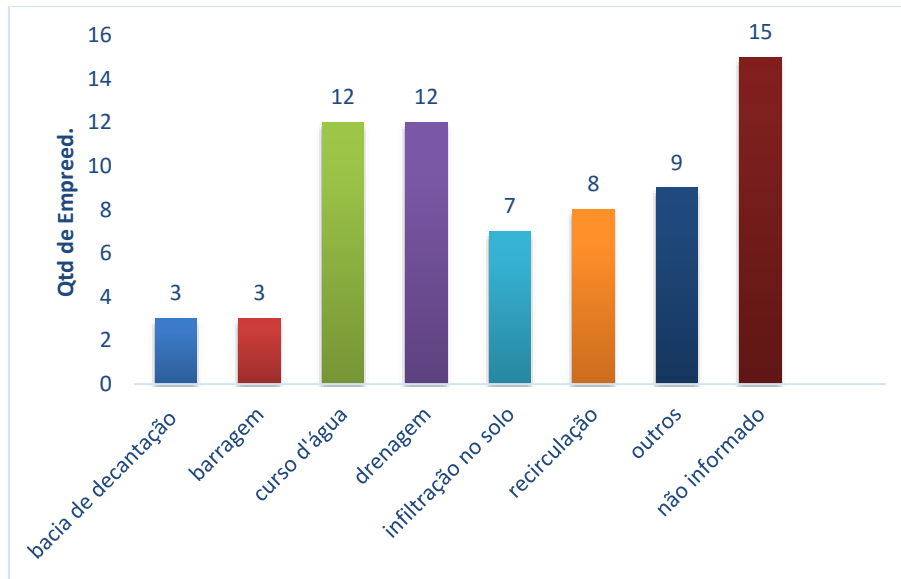


Figura 15 - Gráfico do lançamento final dos efluentes oleosos provenientes da atividade minerária da BHRP

A drenagem e o curso d'água foram os lançamentos mais comuns, totalizando 22% cada um do destino final do efluente.

Quanto ao volume de efluente sanitário, temos a informação de 50 empreendimentos os quais foram responsáveis pela geração de aproximadamente 73.371 m<sup>3</sup>/mês, sendo que esses efluentes sanitários são tratados em ETEs nas próprias empresas.

## 6.2 Indústria

Foram levantados 490 empreendimentos industriais na BHRP, sendo 328 da tipologia B (indústria metalúrgica e outras), 94 da tipologia C (indústria química) e 68 da tipologia D (indústria alimentícia). Deste total, 191 encaminharam respostas aos ofícios, sendo 92 referente aos empreendimentos com LO e 99 com AAF.

As 92 respostas de LO correspondem a 52 da tipologia B, 32 da tipologia C e 8 da tipologia D. Já em relação às 99 AAFs, 64 são da tipologia B, 17 da tipologia C e 18 da tipologia D. Foi realizada uma caracterização de cada tipologia industrial sendo uma geral com as informações comuns aos empreendimentos com AAF's e licenças de operação e uma somente com as informações das empresas com LO's.

### 6.2.1 Tipologia B

Na BHRH foram encontrados 328 empreendimentos da tipologia B, sendo 77 LO's e 251 AAF's. A Figura 16 mostra a distribuição dessa tipologia na bacia. Observa-se que a subtipologia mais presente é a indústria de minerais não-metálicos (B-01) com 50 % dos empreendimentos seguida pela indústria metalúrgica – fabricação de artefatos (B-05) com 19 % (Figura 17). Na região do Baixo Paraopeba, concentra-se a maioria das indústrias referente a minerais não metálicos (B-01) em virtude do beneficiamento da ardósia em produtos como ladrilhos/lajotas, telhas e mosaicos telados, para atendimento do mercado interno e externo (FEAM, 2010).

Como a tipologia B é bastante expressiva ela emprega aproximadamente 2% da população total da bacia, ou seja, 51.354 pessoas valor estimado em função dos dados disponíveis em 286 empreendimentos. Quanto a área ocupada, temos a informação de 318 empresas que corresponde a uma área de 811 hectares, o que representa 0,06% da área total da bacia.

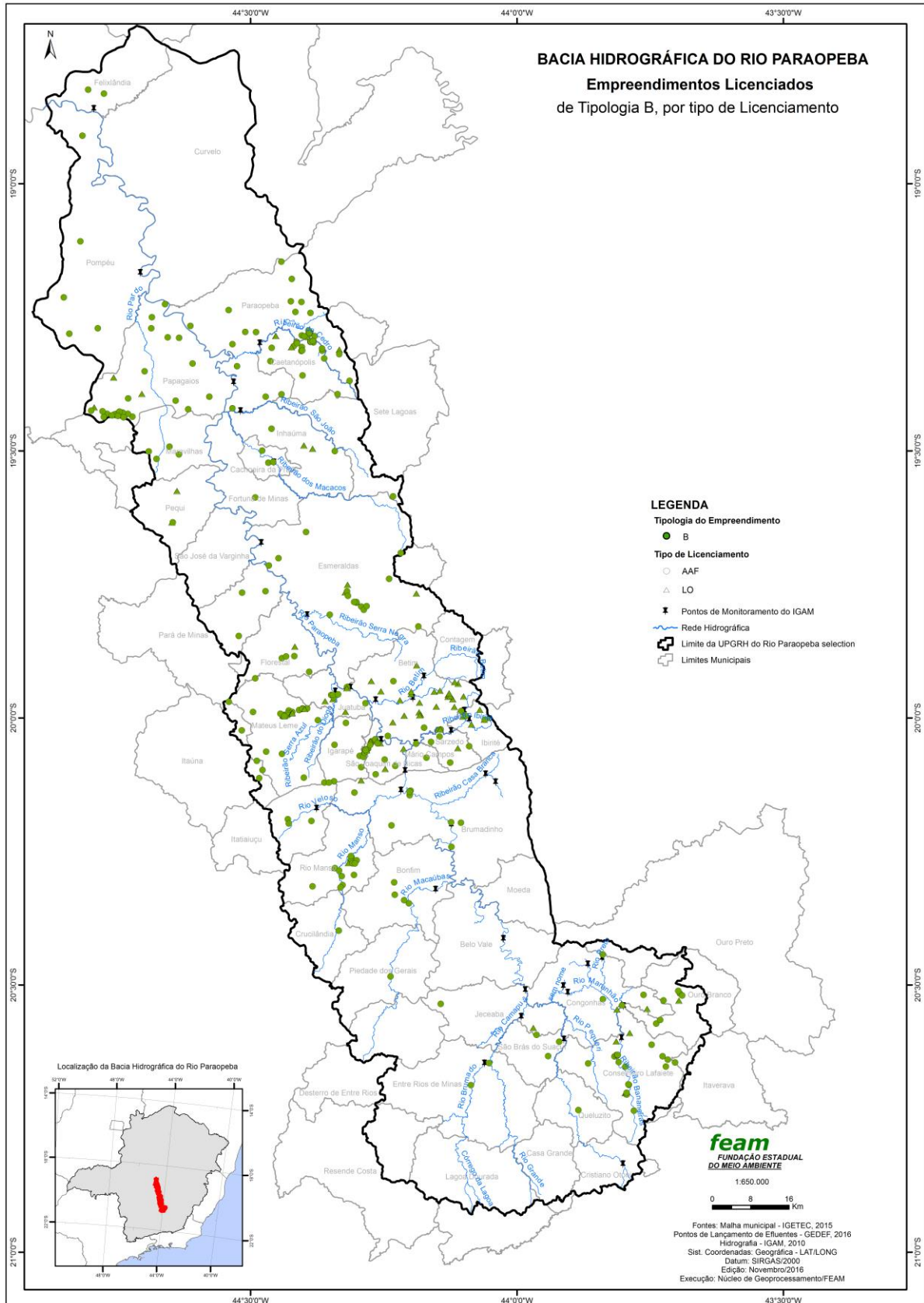


Figura 16 - Mapa da localização dos empreendimentos metalúrgicos e outros da BHRP

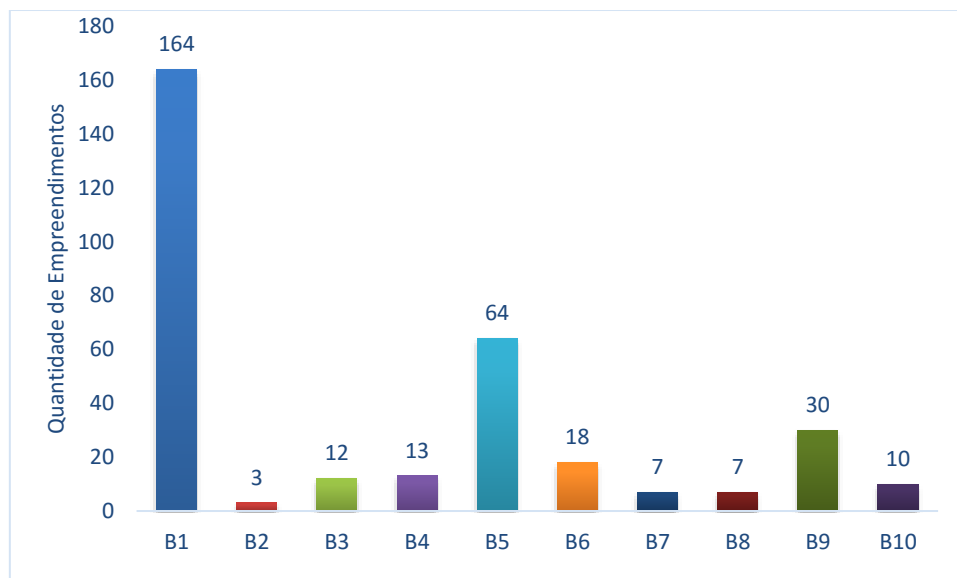


Figura 17 – Gráfico das atividades da Tipologia B na BHRP

#### 6.2.1.1 Tipologia B - Análise Ambiental

As indústrias com licença de operação foram caracterizadas quanto aspectos referentes a origem e consumo de água, outorga, geração e lançamento de efluentes. Foram caracterizados também os dados de efluentes de 64 empresas com AAF's. Ressalta-se, no entanto que alguns dados não estavam disponíveis para todos os empreendimentos.

Quanto à origem da água, aproximadamente 46% dos empreendimentos utilizam água proveniente exclusivamente da prestadora de serviços, que, de modo geral, é a COPASA, conforme apresentado na Figura 18. Os outros 39 empreendimentos restantes captam água de fontes passíveis de outorga e 2 não informaram.

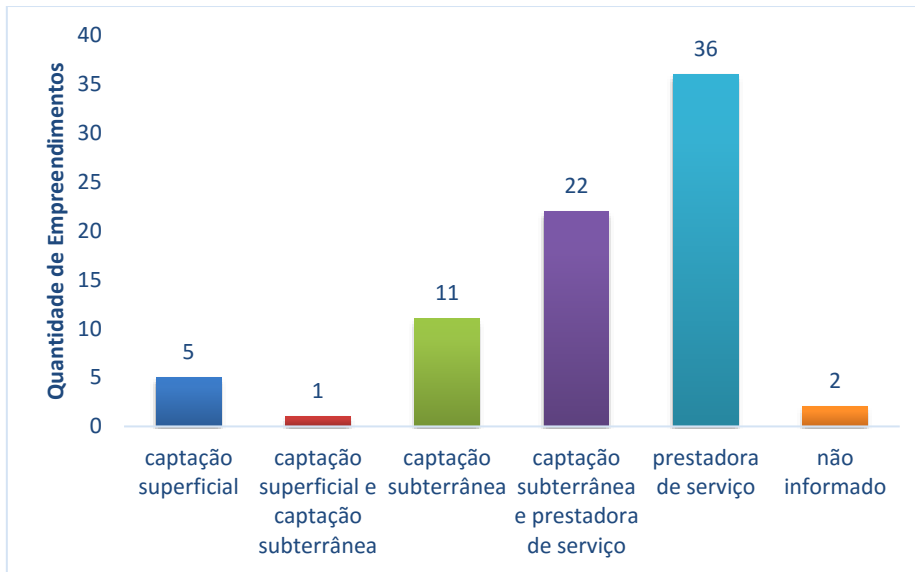


Figura 18 – Gráfico das origens da água utilizada nos empreendimentos da Tipologia B na BHRP

O volume total outorgado desses 39 empreendimentos é de 13.844.254 m<sup>3</sup>/mês, sendo a captação superficial responsável por aproximadamente 74% do volume total outorgado (Figura 19).

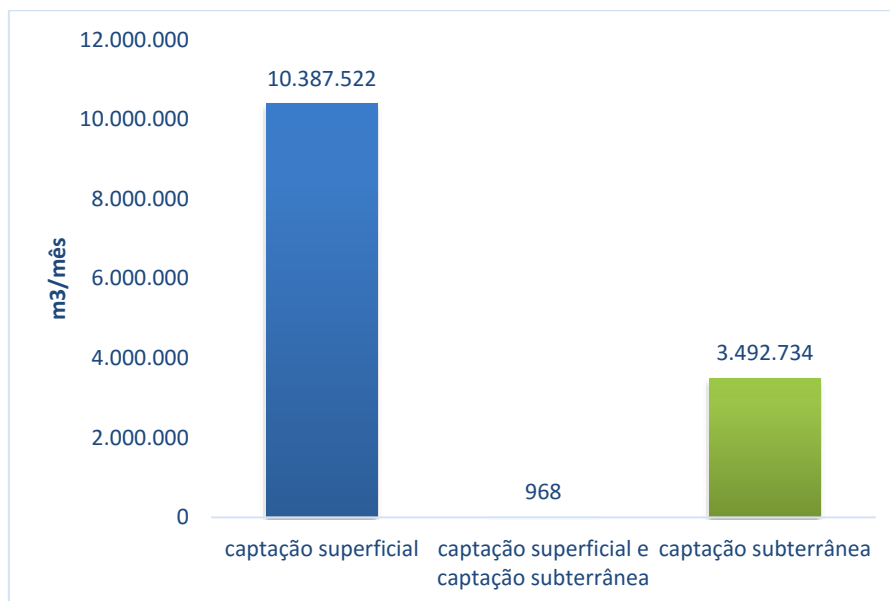


Figura 19 – Gráfico com o volume outorgado de água por mês.

Apesar de 46% dos empreendimentos utilizarem a água exclusivamente da prestadora de serviço, esta fonte é responsável pelo consumo de aproximadamente 371.749 m<sup>3</sup>/mês o qual representa 11% do volume total consumido.

Já a captação superficial é utilizada em apenas cinco empreendimentos e, apesar disso, o maior consumo de água é proveniente dessa modalidade que representa aproximadamente 68%.

A relação entre consumo de água e a geração de efluente está representada na Figura 20. O consumo de água é de aproximadamente 3.329.879 m<sup>3</sup>/mês, com a geração de aproximadamente 1.651.662 de m<sup>3</sup>/mês de efluente, conforme a Figura 20. Vale destacar que 17 empreendimentos não geram efluente industrial e 13 não informaram. Quanto ao efluente doméstico foi gerado 112.875 m<sup>3</sup>/mês, no entanto, faltou informação de 12 empreendimentos.

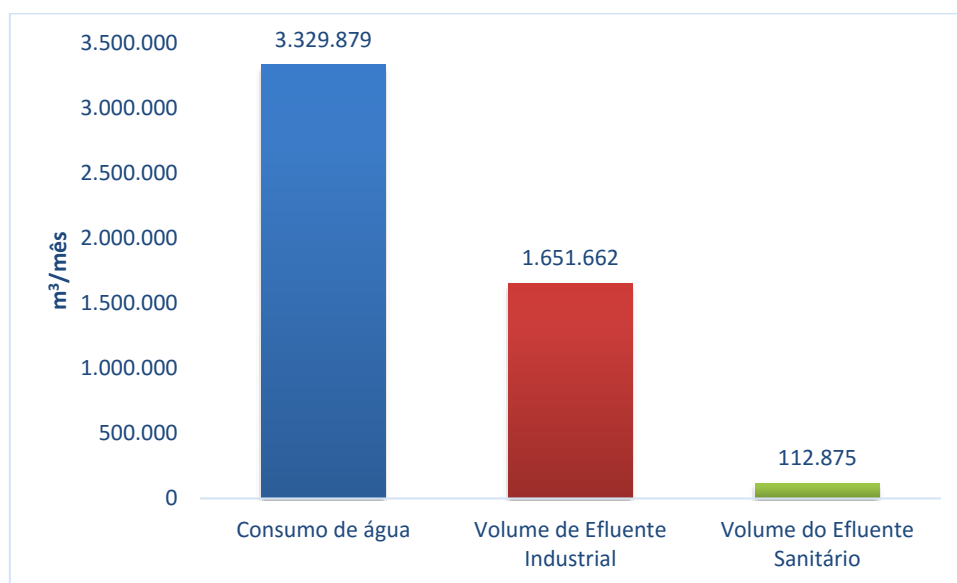


Figura 20 – Gráfico de consumo de água e geração de efluentes nos empreendimentos com LO da Tipologia B da BHRP

Um único empreendimento é responsável por aproximadamente 62% do consumo total de água e 44% da geração de efluente industrial. Conforme consta no processo de regularização deste empreendimento, o grande consumo de água está diretamente ligado à reposição de perdas geradas em eventuais purgas e evaporações.

O efluente industrial gerado nos empreendimentos é direcionado para tratamento, sendo que 45% das empresas enviam para ETE no próprio empreendimento, 29% para



caixa separadora de água e óleo e o restante das empresas direcionam para tanque/bacia de decantação (16%), cooprocessamento (2%), para empresa especializada (6%) ou o efluente é recirculado (2%). É importante salientar que os empreendimentos que direcionam seus efluentes para caixas separadoras de água e óleo, na maioria das vezes, o efluente não recebe o tratamento adequado não atendendo as exigências da legislação ambiental para lançamento em corpo d'água. Destaca-se a presença de um empreendimento que armazena seus efluentes em tambores para posteriormente leva-lo para um cimenteira, onde ocorre o processo de cooprocessamento.

Nas empresas que tratam o efluente em ETE as concepções mais presentes são a coagulação e lodos ativados conforme apresentado na figura 21.



Figura 21 – Gráfico da concepção das ETEs dos empreendimentos da Tipologia B da BHRP

Após o tratamento, ou mesmo que este não seja realizado pelo empreendimento, o efluente dos empreendimentos é direcionado para o lançamento ou destinação final, conforme apresentado na Figura 22.

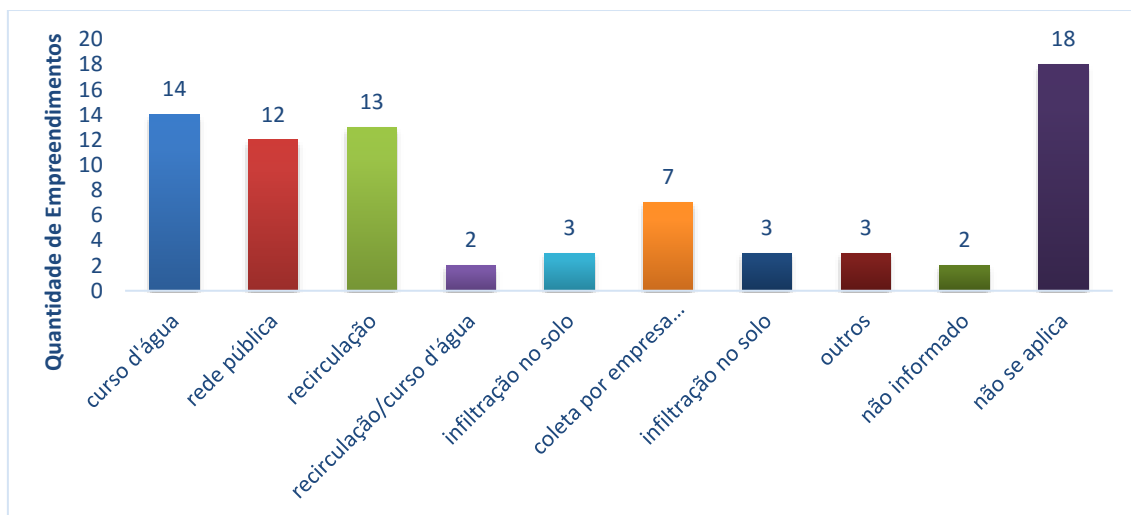


Figura 22 – Destinação do efluente industrial tratado nos empreendimentos da Tipologia B da BHRP

Observa-se que na maior parte dos empreendimentos, o efluente industrial tratado é direcionado para a rede pública ou lançado cursos d'água.

### 6.2.2 Tipologia C

Foram encontrados 94 empreendimentos da tipologia C na BHRP, sendo 36 LOs e 58 AAFs conforme Figura 23. As subtipologias mais presente são as usinas de produção de concreto asfáltico seguida pelas indústrias de fabricação de outros produtos químicos não especificados ou não classificados (Figura 24). Cerca de 51% dos empreendimentos da tipologia C estão localizados no Médio Paraopeba seguida pelo Alto com 24%.

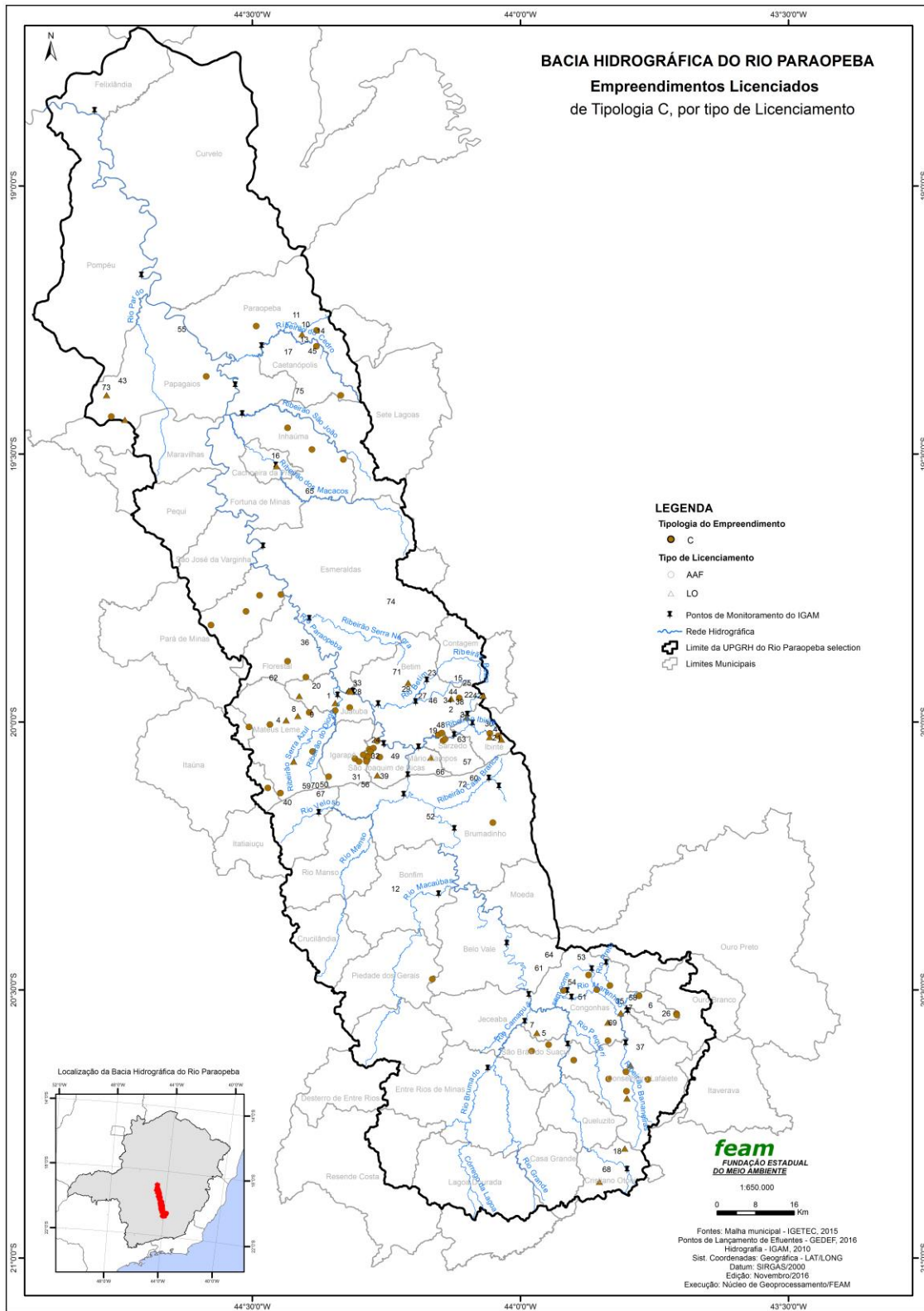


Figura 23 - Mapa da localização dos empreendimentos da indústria química da BHRP

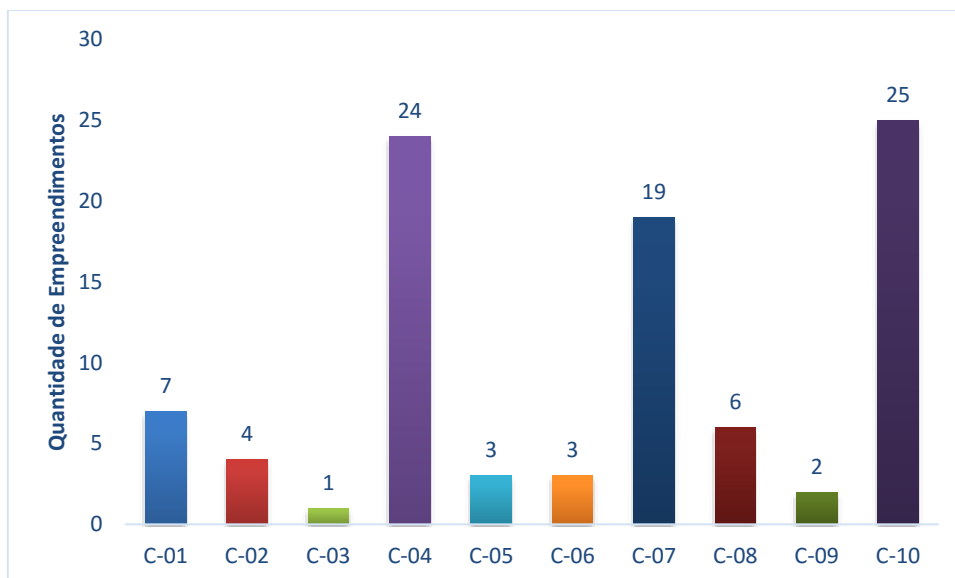


Figura 24 - Gráfico das atividades da Tipologia C na BHRP

Com a exceção de 53 empreendimentos cujo número de funcionários não foi encontrado no SIAM e nem informado pelo Ofício, os outros 41 empreendimentos são responsáveis pelo emprego de 9 mil pessoas. Este valor representa 0,36% da população total da bacia.

Foram encontradas as áreas ocupadas por 64 empreendimentos que correspondem a uma área de aproximadamente 13,7 milhões de m<sup>2</sup>, ou seja, 0,07% da área total da BHRP.

#### 6.2.2.1 Tipologia C – Análise Ambiental

As indústrias da tipologia C que possuem licença de operação foram caracterizados quanto aos aspectos referentes a origem e consumo de água, outorga, geração e lançamento de efluentes. No entanto, assim como para os empreendimentos da tipologia B, algumas informações não estavam disponíveis para todos os empreendimentos.

Quanto à origem da água, 27% dos empreendimentos utilizam água proveniente da prestadora de serviço local seguida por 25% que realizam por captação subterrânea conforme apresentado na Figura 25.

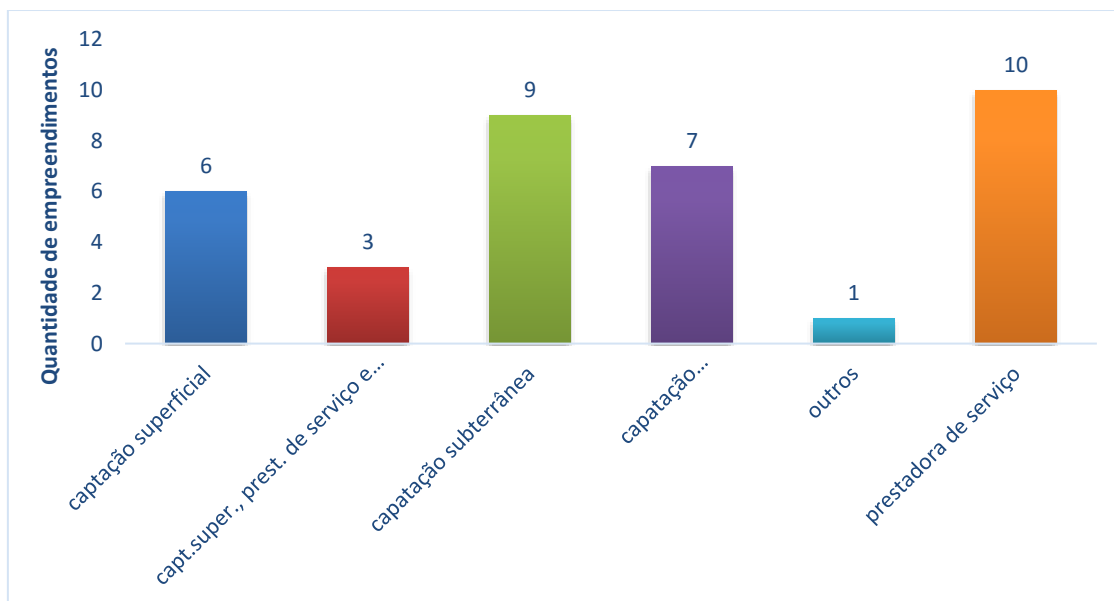


Figura 25 - Gráfico das origens da água utilizada nos empreendimentos da Tipologia C na BHRP

Dos 36 empreendimentos, 26 utilizam água de fontes passíveis de outorga sendo a captação superficial responsável por 88% do total do volume outorgado, apesar de ser utilizada por apenas 6 empreendimentos (Figura 25 e 26).

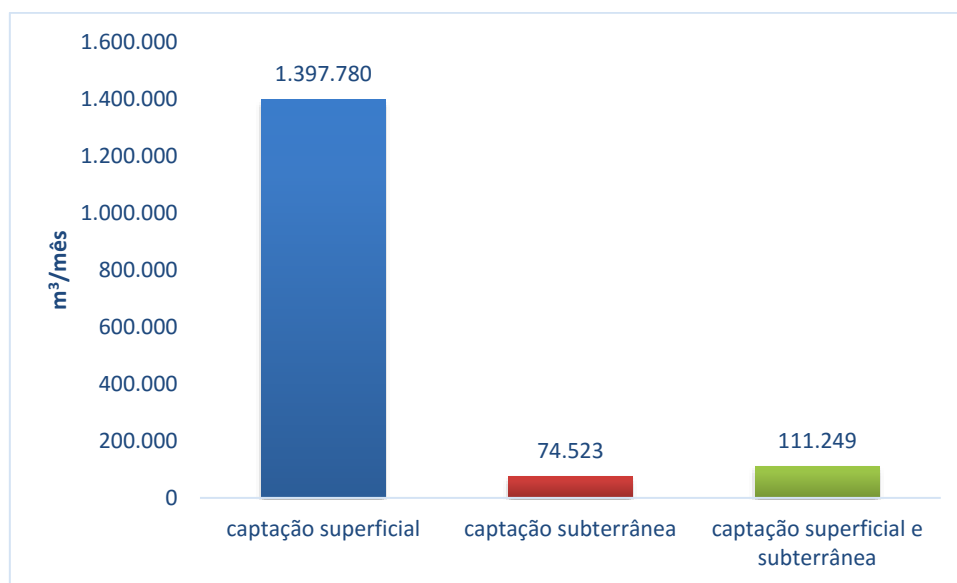


Figura 26 – Gráfico com o volume outorgado pelos empreendimentos da tipologia C.

A partir das diversas fontes de água utilizadas nos empreendimentos, o consumo de água atinge cerca de  $1.164.534 m^3/mês$ , com a geração de aproximadamente  $268.756 m^3/mês$  de efluente industrial, conforme apresentado na Figura 27. No entanto, o maior

consumo de água é proveniente de fontes diversas conjuntas como captação superficial, subterrânea e prestadora de serviço que corresponde 61% do volume consumido de água. Vale destacar que 6 empreendimentos não informaram o volume do efluente industrial e 10 não gera efluente. Em relação ao efluente doméstico faltou a informação de 3 empresas.

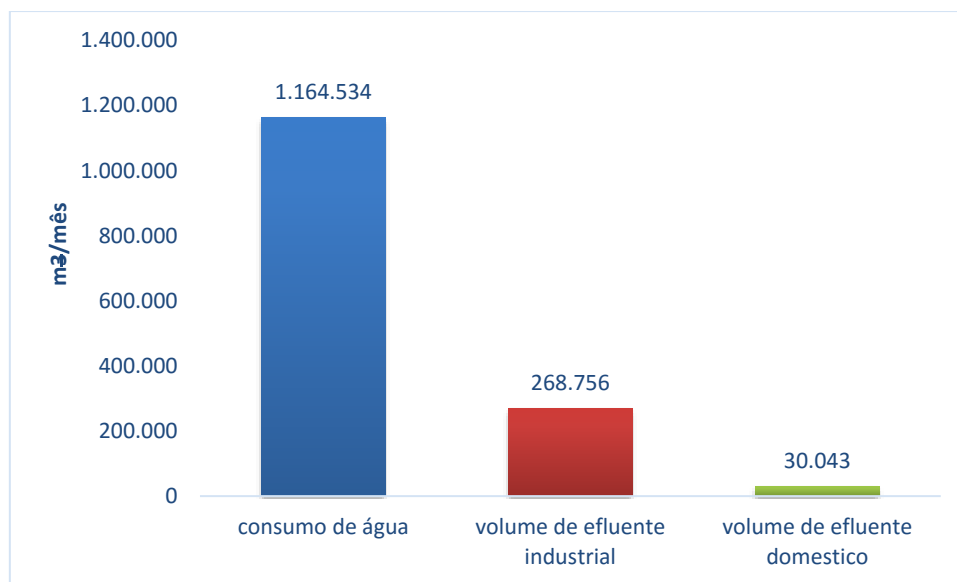


Figura 27 - Gráfico de consumo de água e geração de efluentes nos empreendimentos da Tipologia C da BHRP

Observa-se na Figura 27 que a geração de efluente é baixa em relação ao consumo de água. Esta discrepância pode ser justificada pela ausência de informações de alguns empreendimentos bem como pelas indústrias têxteis, que tem elevado consumo de água cerca de 27% do volume total consumido pelos empreendimentos, mas grande parte desse recurso é direcionado no resfriamento e refrigeração de máquinas, além de produção de vapor e purgas.

O efluente industrial bruto é direcionado para tratamento, sendo que 44% dos empreendimentos direcionam o efluente para ETE's, seguida de CSAO e recirculação.

Presente em 16 dos empreendimentos, a ETE própria é o tipo de tratamento mais utilizado na tipologia C da BHRP. Assim, as concepções dessas ETEs estão apresentadas na Figura 28.

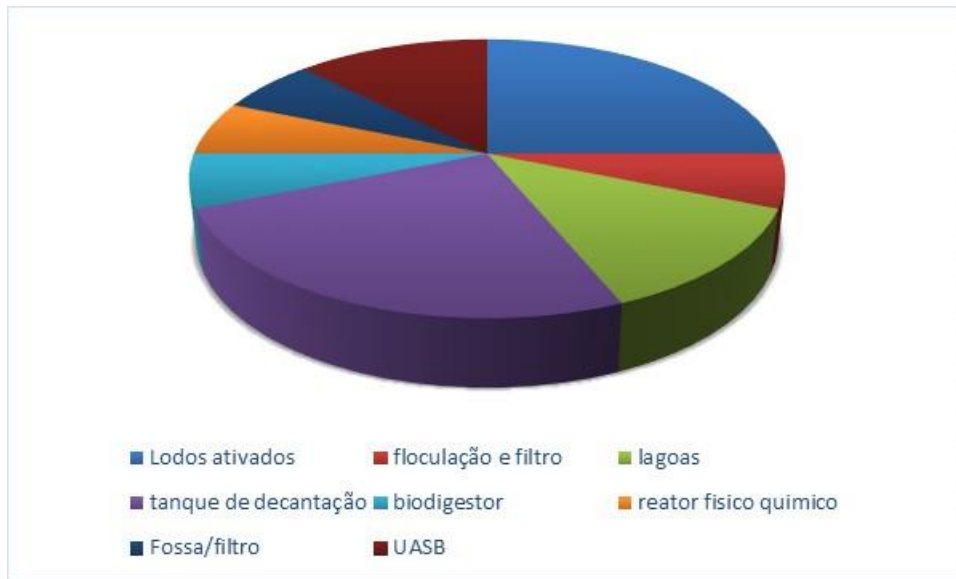


Figura 28 – Gráfico das concepções das ETEs dos empreendimentos da Tipologia C da BHRP

Nas ETEs dos empreendimentos da Tipologia C, o tratamento mais utilizado são os tanques de decantação e os lodos ativados. Fato corroborado por Giordano (1998), que identificou que o tratamento por lodos ativados é o melhor tratamento utilizado pelas indústrias petroquímicas, têxteis e farmacêuticas. Após o tratamento 30% dos empreendimentos direcionam seus efluentes para os cursos d'água, sendo esse o destino preferido conforme apresentado na Figura 29. Os principais cursos de água que recebem os efluentes são: Córrego Matias, Córrego Gurita e Rio Paraopeba.

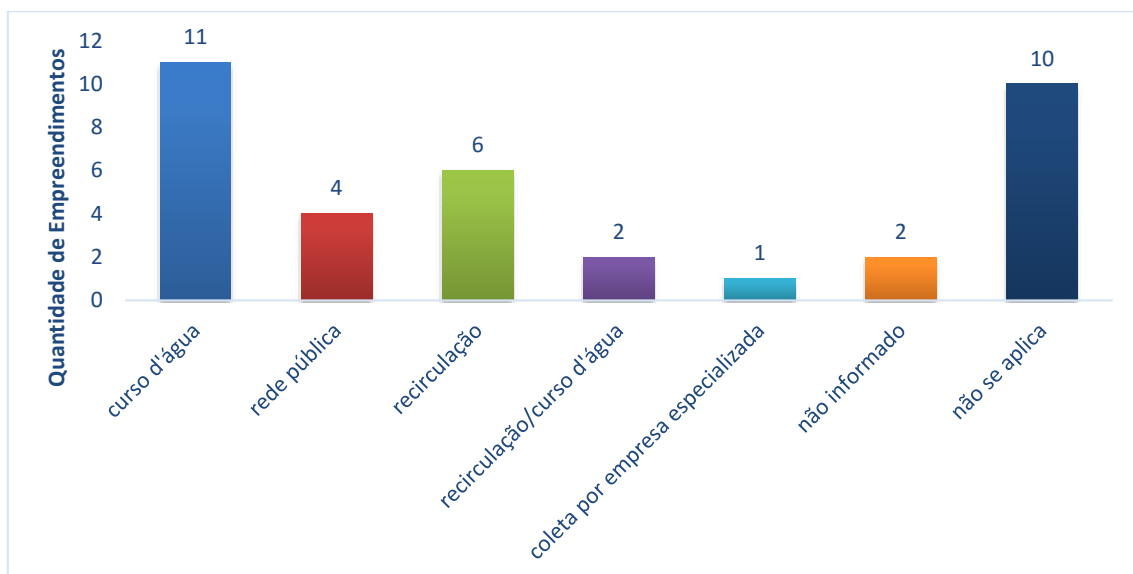


Figura 29 - Destinação do efluente industrial tratado nos empreendimentos da tipologia C da BHRP

Os restantes dos empreendimentos direcionam seus efluentes para os seguintes destinos: rede pública, recirculação ou coleta por empresa especializada. Ressalta-se que faltou a informação de 2 empreendimentos e 27% dos empreendimentos não produzem efluente.

### **6.2.3 Tipologia D**

Foram encontrados 68 empreendimentos da tipologia D na BHRP, sendo 13 LOs e 55 AAFs, segundo apresentado na Figura 30. Cerca de 80% dos empreendimentos são de produtos alimentares e os outros 20% de indústrias de bebidas. Em relação a indústria alimentícia destaque a produção de leite e produtos de laticínios, seguida pelo abate de animais de médio e grande porte (Figura 31). A maioria dos empreendimentos estão localizados no Alto Paraopeba seguida pela região do Médio.



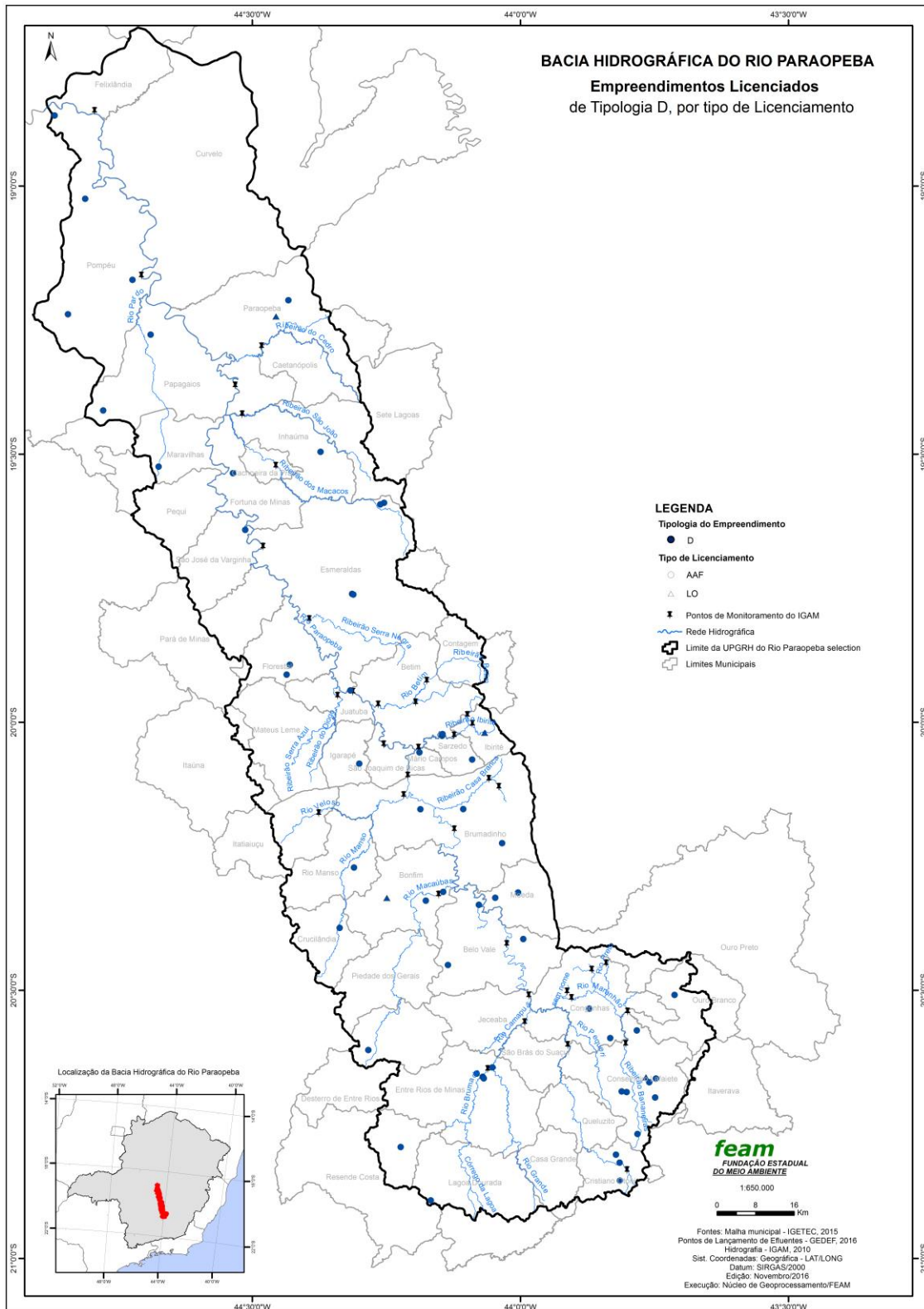


Figura 30 - Mapa da localização dos empreendimentos da indústria alimentícia da BHRP

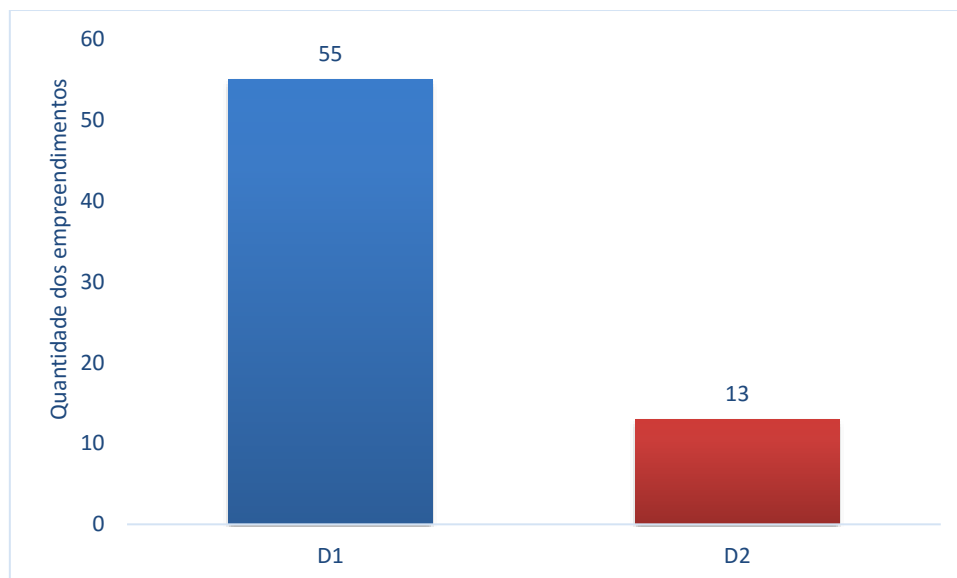


Figura 31 – Gráfico das atividades da Tipologia D na BHRP

A área ocupada por esses empreendimentos corresponde a 45 hectares, o que representa 0,003% da área total da bacia. No entanto ressalta-se que faltou a informação de 45 empresas com AAF's. A tipologia D é responsável pelo emprego de 3.937 pessoas de acordo com os dados disponíveis, o que representa 0,15% da população total da bacia.

#### 6.2.3.1 Tipologia D – Análise Ambiental

Os empreendimentos da tipologia D detentores de LO serão avaliados quanto aos aspectos referentes a origem e consumo de água, outorga, geração e lançamento de efluentes. No entanto, assim como para os empreendimentos das outras tipologias, algumas informações não estavam disponíveis para todos os empreendimentos.

Quanto à origem da água, 46% dos empreendimentos utilizam água proveniente de captação subterrânea com a prestadora de serviço local, conforme apresentado na Figura 32. Com exceção de 1 empreendimento que utiliza água exclusivamente da prestadora de serviço, os demais utilizam de fontes outorgáveis. O volume outorgado total desses empreendimentos é de 82.426 m<sup>3</sup>/mês, com exceção de 2 empresas que não informaram o volume outorgado.

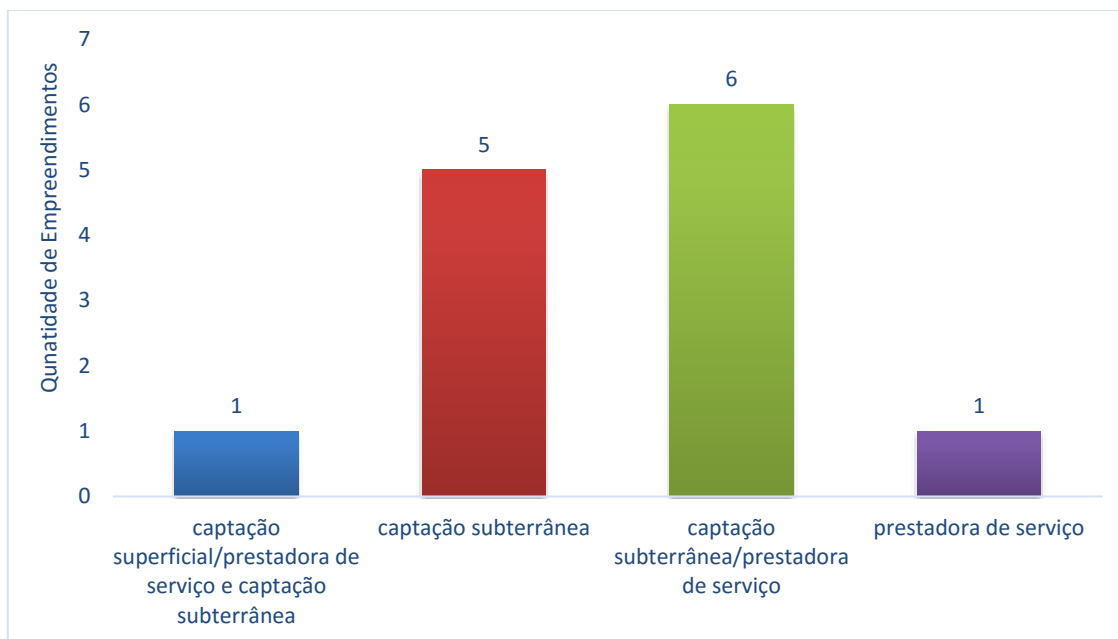


Figura 32 - Gráfico das origens da água utilizada nos empreendimentos da Tipologia D na BHRP

Os 5 empreendimentos que utilizam água exclusiva de captação subterrânea, são responsáveis pelo consumo de aproximadamente 32.700 m<sup>3</sup>/mês e este valor representa aproximadamente 13% do volume total consumido.

Já a captação combinada entre captação superficial, captação subterrânea e prestadora de serviço é utilizada em apenas um empreendimento e, apesar disso, o maior consumo de água é proveniente dessa modalidade 147.666 m<sup>3</sup>/mês.

A partir das diversas fontes de água utilizadas nos empreendimentos com LO, tem-se um consumo de água que atinge 241.494 m<sup>3</sup>/mês, com a geração de 103.468 m<sup>3</sup>/mês de efluente industrial e 6.064 m<sup>3</sup>/mês de efluente doméstico, conforme Figura 33.

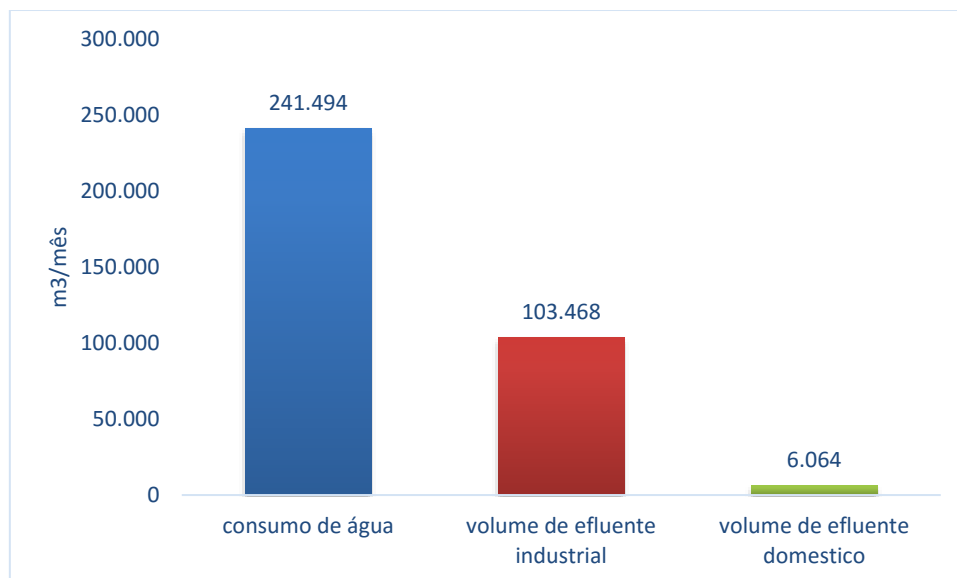


Figura 33 - Gráfico de consumo de água e geração de efluentes nos empreendimentos com LO da Tipologia D da BHRP

Observa-se na Figura 33 que a geração de efluente é baixa em relação ao consumo de água. Esta discrepância pode ser justificada porque um único empreendimento responsável pelo consumo de 60% do volume total de água. Conforme consta no processo de regularização, este empreendimento realiza a atividade de fabricação de cervejas, chopes e maltes no qual grandes volumes de água são incorporados ao produto ou utilizados para resfriamento e refrigeração de equipamentos, além de produção de vapor.

Os efluentes dos empreendimentos da tipologia D apresentam comumente elevadas concentrações de matéria orgânica que, quando lançadas sem tratamento em corpos d'água, causam um decréscimo nos níveis de oxigênio na água, devido aos processos de oxidação realizados por bactérias aeróbias (MATOS, 2005).

Presente em 100% dos empreendimentos, a ETE própria é a destinação dada aos efluentes industriais brutos dos empreendimentos da tipologia D da BHRP. Assim as concepções dessas ETEs estão apresentadas na Figura 34.



Figura 34 - Gráfico das concepções das ETEs dos empreendimentos da Tipologia D da BHRP

Conforme apresentado na Figura 34, o tratamento mais comum é o tratamento biológico por lagoas. Os sistemas de lagoas são sistemas de tratamento simples, com o principal objetivo de remoção de matéria carbonácea. Muito indicados para regiões de clima quente e com grande disponibilidade de área, as lagoas são sistemas de tratamento com operação simples, com pouco ou nenhum equipamento especializado (von SPERLING, 1996).

Segundo Giordano (1998), as indústrias alimentícias com destaque para abatedouros e laticínios utilizam principalmente lagoas para tratamento de efluentes, corroborando com os dados levantados neste estudo.

Após o tratamento nas ETEs próprias, o efluente industrial é direcionado para o lançamento ou destinação final, conforme apresentado na Figura 35.

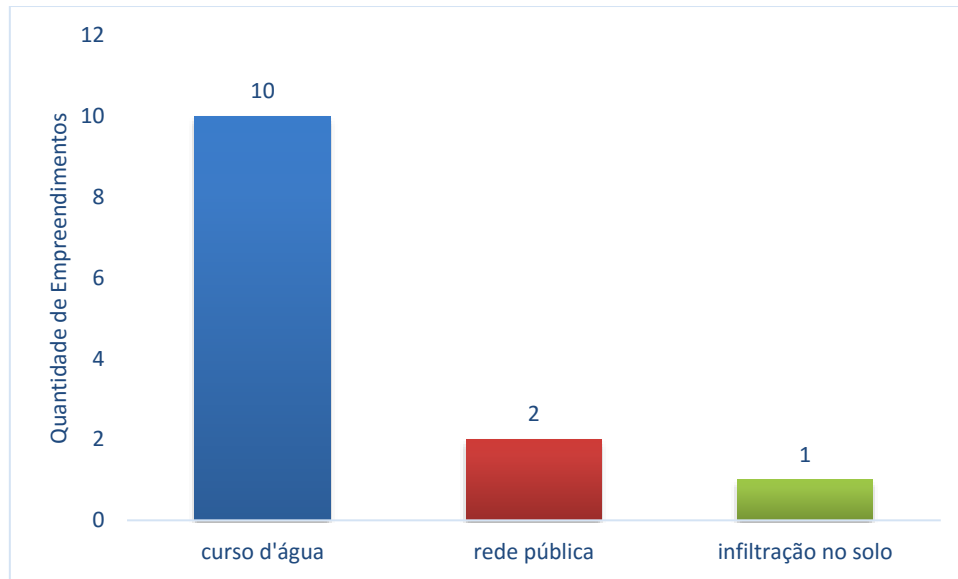


Figura 35 - Destinação do efluente industrial tratado nos empreendimentos da Tipologia D da BHRP

Observa-se que na maioria dos empreendimentos, o efluente industrial tratado é lançado em curso d'água sendo os principais os seguintes: Ribeirão Serra Azul, Córrego Palmital, Córrego Matias e Riacho das Areias.

## 7 RESULTADOS DO ÍNDICE DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO MONITORAMENTO DOS EFLUENTES LÍQUIDOS INDUSTRIAIS (IAQM)

Nos itens abaixo, são apresentados os resultados da aplicação do IAQM nos empreendimentos localizados dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba.

É importante observar que as notas dos indicadores são apresentadas em 100% e que o valor do IAQM é a média simples desses três indicadores, conforme descrito na seção 5.2.

Destaca-se a fragilidade desses dados que foram autodeclarados pelos empreendedores. No entanto, não foi possível a validação dessas informações no SIAM, o que inviabilizou uma possível aplicação de penalidades (auto de infrações).

### 7.1 Indicador 1 – Qualidade do Efluente

Seguindo a metodologia estabelecida para o Indicador 1 (QE), foram recebidas 116 fichas de Informações Técnicas II com os dados de automonitoramento para análise. É importante salientar que todos esses empreendimentos são licenciados, pois, para as AAF, não há exigência um programa de automonitoramento.

Desses 116 empreendimentos, apenas 81 foram avaliados, pois 24 monitoram apenas efluente sanitário e 11 apresentaram problemas diversos que os desclassificavam para o estudo, tais como como ponto seco da caixa separadora de água e óleo no período avaliado, planilha com dados apenas de efluente bruto, dados apenas de águas superficiais dentre outros.

Assim, a distribuição desses 81 empreendimentos, segundo tipologia e trechos da bacia, está ilustrada na Figura 36.

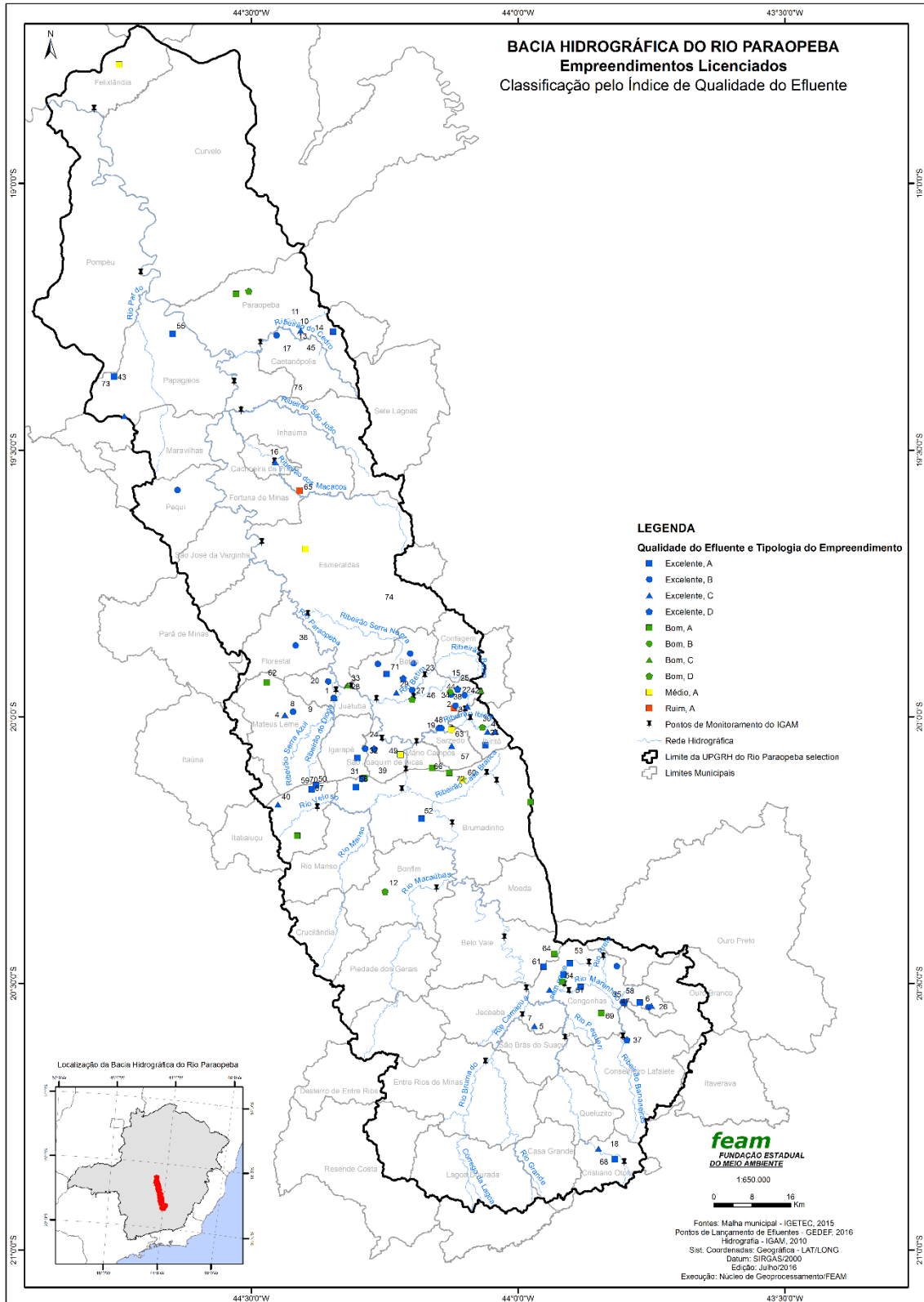


Figura 36 – Mapa da distribuição dos empreendimentos estudados por tipologia ao longo dos trechos da BHRP



Por meio do mapa, é possível perceber que a maioria dos empreendimentos que enviou a ficha com os dados de automonitoramento são da tipologia A. O trecho com maior número de respostas foi o do Médio Rio Paraopeba.

O valor do Indicador 1 foi calculado para todos os empreendimentos e, seguindo as faixas de valores estabelecidos na metodologia, foi possível atribuir uma categoria de qualidade a seus efluentes. A partir dessas informações compiladas, construiu-se a Figura 37.

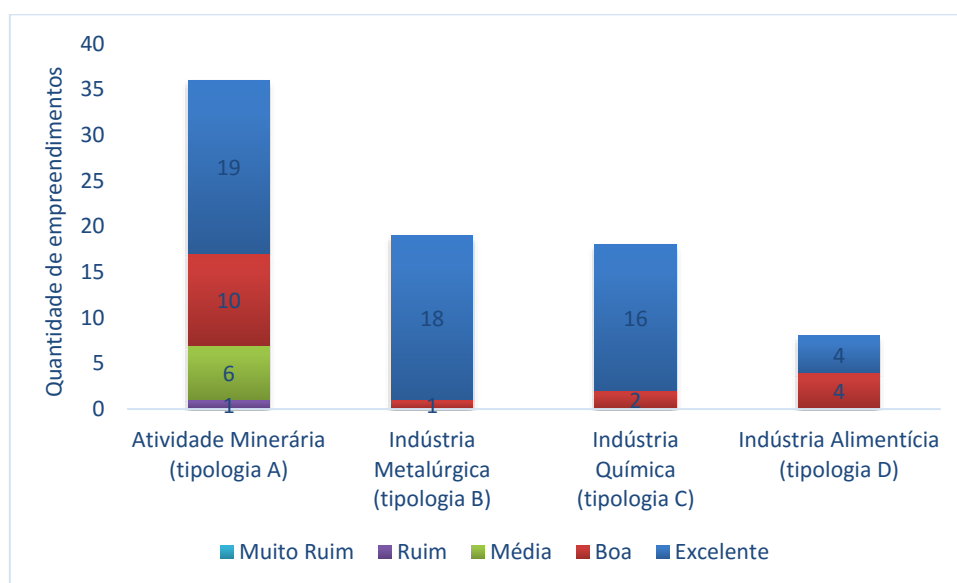


Figura 37 – Gráfico da distribuição dos empreendimentos segundo nota no Indicador 1

A análise dos resultados do Indicador 1 revelam uma situação favorável na bacia, quando 70% dos empreendimentos tiveram a qualidade dos efluentes classificada como excelente (em azul) e 21% como boa (em verde).

Além disso, 32% dos empreendimentos alcançaram nota 100%. Essa nota significa que o efluente esteve adequado à legislação de lançamento em todos os monitoramentos e em todos os parâmetros.

Não foram encontradas notas nas faixas classificadas muito ruim. Assim, a menor nota da BHRP (de 49%) está na faixa Ruim e foi conferida a um empreendimento da tipologia A, que se encontra no trecho médio da bacia. Esse empreendimento é da subtipologia A-02-08-9 (Lavra a céu aberto com tratamento a úmido – minerais não metálicos, exceto

em áreas cársticas ou rochas ornamentais e de revestimento) e desenvolve produção de areia.

As notas médias no Indicador 1 por tipologia são apresentadas na Figura 38.

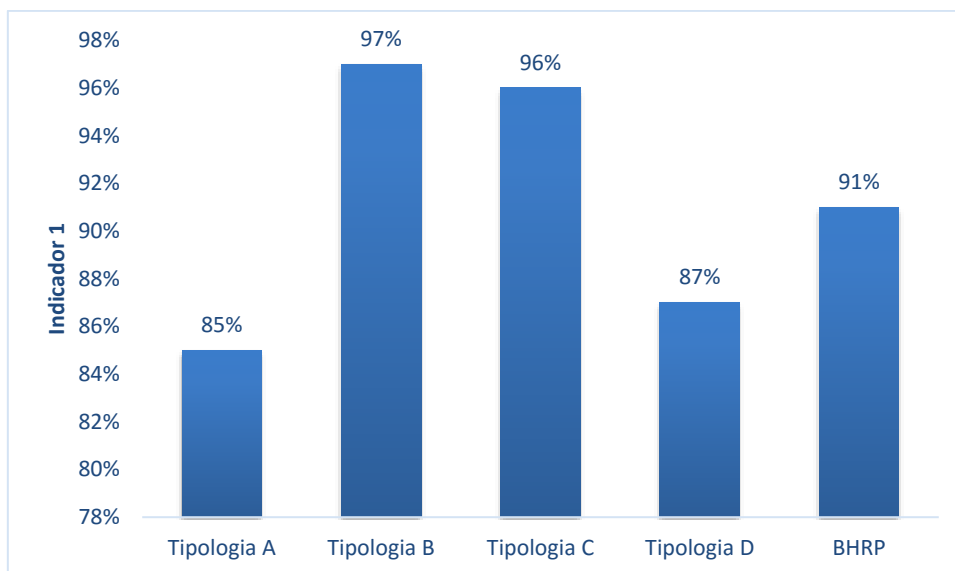


Figura 38 – Gráfico das notas médias no Indicador 1 por tipologia

A nota média na BHRP é de 91%. Isso significa que o panorama geral da bacia é caracterizado como excelente. As tipologias A e D apresentaram resultados inferiores à média da bacia, além de ser as únicas que não se encontraram na faixa de qualidade excelente.

Os subindicadores usados no cálculo do Indicador 1 foram analisados para avaliar quais deles estavam causando maior influência nessas notas. A quantidade de empreendimentos que monitoram os parâmetros associados a esses subindicadores são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 – Quantidade de vezes que cada subindicador foi avaliado por tipologia e na BHRP

Subindicadores	Tipologia				BHRP
	A	B	C	D	
Alumínio total	0	1	0	0	1
Arsênio total	0	0	2	0	2
Bário total	0	0	1	0	1
Benzeno	0	1	2	0	3
Boro total	0	0	2	0	2

Subindicadores	Tipologia				BHRP
	A	B	C	D	
Cádmio total	0	1	4	0	5
Chumbo total	0	2	4	0	6
Cianeto livre	0	0	2	0	2
Cianeto total	0	1	0	0	1
Cobre dissolvido	0	0	1	0	1
Cromo hexavalente	0	2	4	0	6
Cromo trivalente	0	1	2	0	3
DBO	12	11	12	7	42
DQO	19	12	13	7	51
Estanho total	0	1	0	0	1
Etilbenzeno	0	1	1	0	2
Fenóis totais	18	5	4	0	27
Ferro dissolvido	6	2	1	0	9
Fluoreto total	0	3	1	0	4
Manganês dissolvido	4	1	0	0	5
Mercúrio total	0	0	3	0	3
Níquel total	0	2	4	0	6
Nitrogênio amoniacal total	2	2	3	0	7
Óleos e graxas totais	25	6	2	1	9
Óleos minerais	8	2	1	0	13
Óleos vegetais e gorduras animais	8	12	13	7	61
pH	23	19	18	8	68
Prata total	0	0	1	0	1
Selênio total	0	0	1	0	1
Sólidos sedimentáveis	11	17	15	7	50
Sólidos suspensos totais	21	12	15	7	55
Substâncias tensoativas	16	9	8	5	38
Sulfato	0	1	0	0	1
Sulfeto	0	2	6	0	8
Temperatura	6	13	13	4	36
Tolueno	0	1	1	0	2
Xileno	0	1	1	0	2
Zinco	0	1	3	0	4

É possível dizer que os parâmetros mais comumente monitorados são aqueles que tem maior influência nas médias do Indicador 1, seja para aumentar ou rebaixar a nota. Na BHRP, o mais frequentemente medido é o pH. Na tipologia A, os óleos e graxas totais são mais comumente monitorados. Nas tipologias B, C e D, o pH (que é monitorado em todos os empreendimentos dessas tipologias).

As notas médias nos subindicadores sugerem quais parâmetros estão com maior frequência de violação dos limites de lançamento. A Tabela 11 apresenta esses valores segundo tipologia e a média geral na bacia.

Tabela 11 – Notas médias dos subindicadores nas tipologias e média geral na BHRP

Subindicadores	Tipologia				BHRP
	A	B	C	D	
Alumínio total		100%			100%
Arsênio total			100%		100%
Bário total			100%		100%
Benzeno		100%	96%		98%
Boro total			100%		100%
Cádmio total		100%	100%		100%
Chumbo total		100%	98%		99%
Cianeto livre			100%		100%
Cianeto total		100%			100%
Cobre dissolvido			100%		100%
Cromo hexavalente		100%	85%		90%
Cromo trivalente		100%	100%		100%
DBO	70%	85%	78%	84%	79%
DQO	68%	91%	84%	83%	80%
Estanho total		100%			100%
Etilbenzeno		100%	100%		100%
Fenóis totais	96%	100%	98%		97%
Ferro dissolvido	99%	100%	100%		99%
Fluoreto total		100%	100%		100%
Manganês dissolvido	98%	97%			98%
Mercúrio total			98%		98%
Níquel total		100%	100%		100%
Nitrogênio amoniacal total	98%	100%	98%		98%
Óleos e graxas totais	93%	100%	98%	100%	100%
Óleos minerais	94%	100%	100%		95%
Óleos vegetais e gorduras animais	93%	100%	98%	98%	96%
pH	100%	100%	100%	100%	100%
Prata total			100%		100%
Selênio total			100%		100%
Sólidos sedimentáveis	89%	93%	97%	78%	91%
Sólidos suspensos totais	79%	95%	97%	62%	85%
Substâncias tensoativas	55%	94%	88%	97%	76%
Sulfato		100%			100%
Sulfeto		100%	96%		97%
Temperatura	100%	100%	100%	100%	100%

Subindicadores	Tipologia				BHRP
	A	B	C	D	
Tolueno		100%	100%		100%
Xileno		100%	100%		100%
Zinco		67%	99%		91%

Não foram observados subindicadores na faixa de classificação ruim ou muito ruim em nenhuma tipologia. Na média da BHRP, todos os subindicadores estão na faixa de qualidade excelente ou boa.

Dos 38 subindicadores avaliados na BHRP, 18 deles alcançaram nota 100%. Isso significa que o parâmetro a ele associado está totalmente em conformidade com o padrão de lançamento em todos os empreendimentos estudados e devem estar causando os menores impactos ambientais.

Na bacia, o subindicador de menor nota média são as Substâncias Tensoativas. A tipologia A é aquela que mais contribuiu para o rebaixamento da nota do parâmetro, devido ao baixo valor no subindicador e também porque é a que tem mais empreendimentos que o monitoram (vide Tabela 10).

Além das Substâncias Tensoativas, é encontrada grande discrepâncias nas notas, entre as tipologias, nos subindicadores de DQO, Sólidos Suspensos Totais e de Zinco. Essa grande diferença indica que a capacidade de controlar alguns dos parâmetros, durante o tratamento de efluentes, depende da tipologia.

O subindicador de DBO foi um dos 4 que não alcançou a qualidade excelente na BHRP, mas as notas nas tipologias foram bastante homogêneas, variando apenas até 21%. Isso indica que em alguns outros parâmetros, essa dificuldade de tratamento independe da atividade desenvolvida.

## 7.2 Indicador 2 – Verificação do cumprimento de todos os critérios da condicionante de automonitoramento

Dentre os 116 empreendimentos com licença de operação, o indicador 2 avaliou 67, os 49 restantes não foram avaliados em virtude de diversas situações como: os dados não estavam disponíveis para consulta ou algumas empresas não tem condicionantes de

automonitoramento de efluentes. Ressalta-se que alguns poucos empreendimentos, a condicionante é apresentar o contrato com a Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA para participação no Programa de Recebimento e Controle de Efluentes Para Usuários Não Domésticos - PRECEND. Nesses casos, quando o contrato fosse apresentado, o empreendimento receberia nota 100% e quando isso não ocorresse ele receberia nota 0%.

A nota média desse conjunto de empreendimentos no Indicador 2 foi de 82% de atendimento (maior média entre os indicadores para efluentes). Entre eles, 4 empreendimentos tiveram as piores notas (0%) e 13 tiveram as melhores notas (100%). Os 4 empreendimentos avaliados com 0% não preencheram o documento Informações Técnicas II, ou seja, segundo as informações prestadas para esse projeto (respostas aos ofícios), eles não comprovaram cumprimento de nenhuma das exigências de sua condicionante de automonitoramento de efluentes. Já os empreendimentos avaliados com 100% de atendimento, ao responderem os ofícios recebidos, preencheram o documento Informações Técnicas II com todas as análises e com todas as datas corretas (envio e análise), assim, atendendo a totalidade de sua condicionante de automonitoramento de efluentes líquidos. A distribuição das notas dos empreendimentos em suas tipologias e de acordo com as faixas de qualidade pode ser visualizada na Figura 39. Observa-se que, em todas as tipologias, a faixa de qualidade que contém mais empreendimentos é a Excelente, com atendimento entre 89 e 100%.

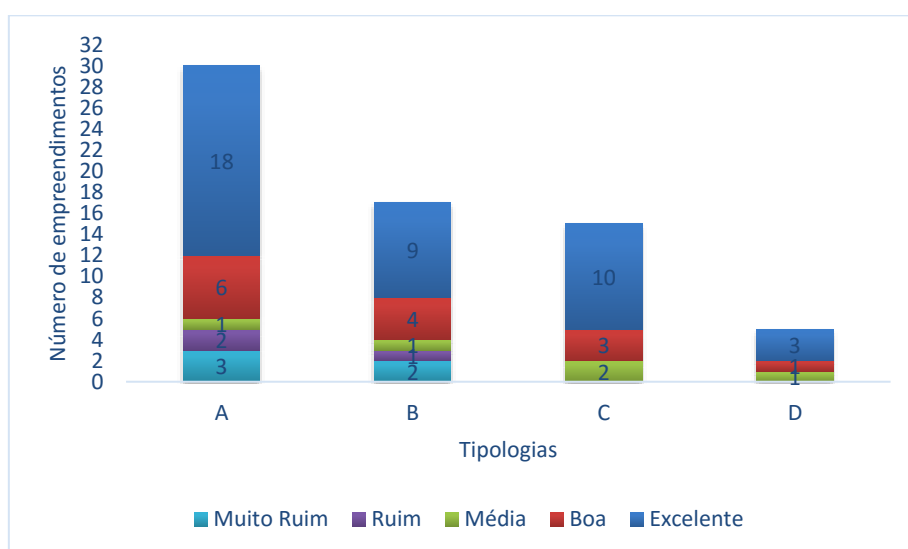


Figura 39 – Distribuição das notas dos empreendimentos no Indicador 2 (cumprimento do automonitoramento) para efluentes

Ao se analisar as notas separadas por tipologia, pode-se afirmar que a nota média para os 30 empreendimentos do Indicador 2 da tipologia A foi de 80%; além disso, a menor nota nessa tipologia foi 0% (2 empreendimentos) e a maior foi 100% (6 empreendimentos). Para a tipologia B (17 empreendimentos) empreendimentos da tipologia B, a nota média foi 76% (menor média nesse indicador), a menor nota foi 0% (2 empreendimentos) e a maior foi 100% (6 empreendimentos).

Já para a tipologia C (15 empreendimentos), a nota média foi de 88% (maior média nesse indicador), enquanto que a menor nota foi 57% (1 empreendimento) e a maior foi 100% (2 empreendimentos). Para a tipologia D (5 empreendimentos), a nota média foi 82%, a menor nota foi 55% (1 empreendimento) e a maior foi 94% (1 empreendimento).

Vale ressaltar que além da nota média da tipologia C (88%) ter sido a maior desse indicador, ela também foi (ao se considerar os indicadores 2 e 3) a maior média entre todas as tipologias para efluentes.

### **7.2.1 Subindicador 2.1 – Frequência de envio: atendimento da frequência de envio de relatórios ao órgão ambiental**

Dentre os 67 empreendimentos avaliados pelo Indicador 2, 60 deles apresentaram frequência de envio em sua condicionante de automonitoramento, enquanto que no caso dos 7 restantes, a frequência de envio não foi estipulada pelo órgão ambiental. A nota média desse conjunto de empreendimentos no Subindicador 2.1 foi de 79% de atendimento (menor média entre os subindicadores para efluentes). Entre os 60 empreendimentos, 5 deles tiveram as piores notas (0%) e 28 tiveram as melhores notas (100%). Esses 5 empreendimentos avaliados com 0% de atendimento descumpriram a frequência de envio em todas as suas análises. Já os empreendimentos avaliados com 100% de atendimento, cumpriram a frequência de envio em todas as análises.

A distribuição das notas dos empreendimentos em suas tipologias e de acordo com as faixas de qualidade pode ser visualizada na Figura 40. Observa-se que, em todas as tipologias, a faixa de qualidade que contém mais empreendimentos é a Excelente, com atendimento entre 89 e 100%.

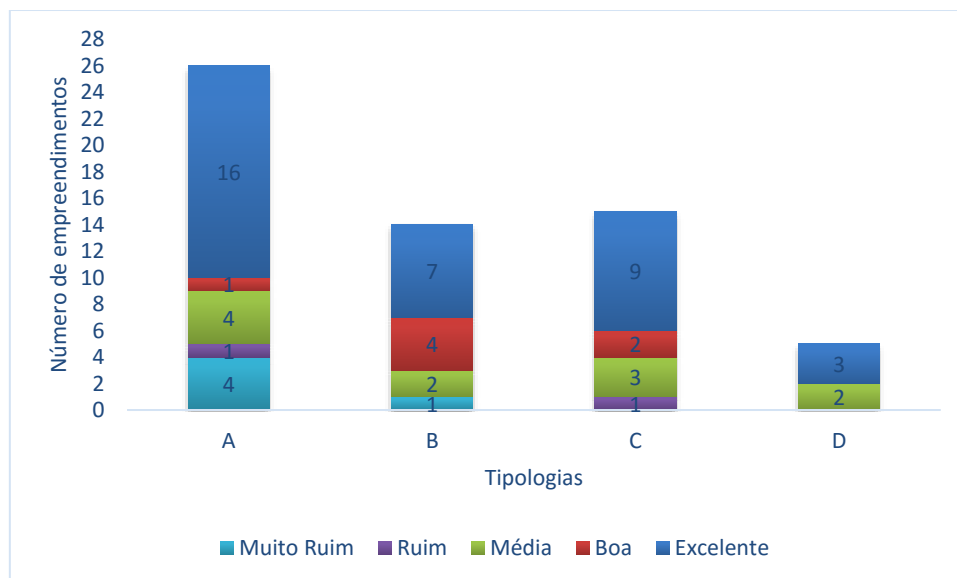


Figura 40 - Distribuição das notas dos empreendimentos no Subindicador 2.1 (Frequência de envio) para efluentes

Ao se analisar as notas separadas por tipologia, pode-se afirmar que a nota média no Subindicador 2.1 para a tipologia A (26 empreendimentos) foi de 75% (menor média nesse subindicador), enquanto que a menor nota nessa tipologia foi 0% (4 empreendimentos) e a maior foi 100% (14 empreendimentos). Para a tipologia B (14 empreendimentos), a nota média foi 80%, a menor nota foi 0% (1 empreendimento) e a maior foi 100% (6 empreendimentos).

Já para a tipologia C (15 empreendimentos), a nota média foi de 85% (maior média nesse indicador), enquanto que a menor nota foi 32% (1 empreendimento) e a maior foi 100% (6 empreendimentos). Para a tipologia D (5 empreendimentos), a nota média foi 83%, a menor nota foi 56% (1 empreendimento) e a maior foi 100% (2 empreendimentos).

### 7.2.2 Subindicador 2.2 – Frequência de análise: atendimento da frequência de análise dos efluentes

Dentre os 67 empreendimentos avaliados pelo Indicador 2, 63 deles apresentaram frequência de análise em sua condicionante de automonitoramento, enquanto que no caso dos 4 restantes, não foi possível aplicar esse subindicador a eles, já que esses empreendimentos participavam do PRECEND, dessa forma, foram avaliados somente pelo Indicador 2 (e não por seus subindicadores). A nota média desse conjunto de empreendimentos no Subindicador 2.2 foi de 85% de atendimento. Entre eles, 2



empreendimentos tiveram as piores notas (0%) e 28 tiveram as melhores notas (100%). Os empreendimentos avaliados com atendimento de 0% desatenderam, todas as vezes, a frequência estabelecida para suas análises, seja por atraso ou por não realização de análises. Já os empreendimentos avaliados com 100% de atendimento, cumpriram todas as vezes a frequência de análise.

A distribuição das notas dos empreendimentos em suas tipologias e de acordo com as faixas de qualidade pode ser visualizada na Figura 41. Observa-se que, nas tipologias A, B e C a faixa de qualidade que contém mais empreendimentos é a Excelente (atendimento entre 89 e 100%), enquanto que na tipologia D são as faixas Excelente e Boa que contém mais empreendimentos (atendimento entre 70 e 100%).

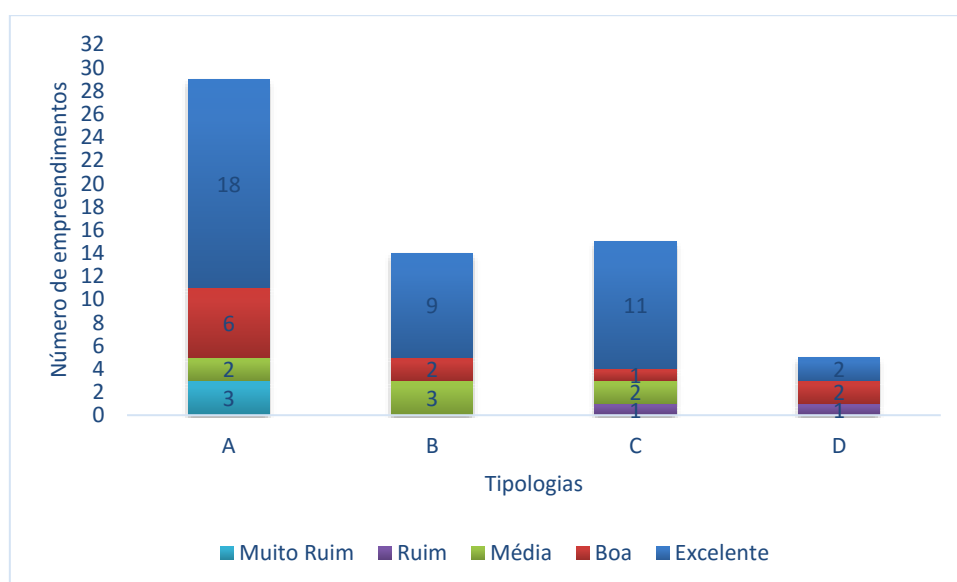


Figura 41 - Distribuição das notas dos empreendimentos no Subindicador 2.2 (Frequência de análise) para efluentes

Ao se analisar as notas separadas por tipologia, pode-se afirmar que a nota média no Subindicador 2.2 para a tipologia A (29 empreendimentos) foi de 82%, além disso a menor nota nessa tipologia foi 0% (2 empreendimentos) e a maior foi 100% (15). Para a tipologia B (14 empreendimentos), a nota média foi 88% (maior média nesse subindicador – junto com a tipologia C), a menor nota foi 51% (1 empreendimento) e a maior foi 100% (8 empreendimentos). Já para a tipologia C (15 empreendimentos), a nota média foi de 88% (maior média nesse subindicador – junto com a tipologia B), enquanto que a menor nota foi 38% (1 empreendimento) e a maior foi 100% (6 empreendimentos). Para a tipologia D (5 empreendimentos), a nota média foi 78%

(menor média nesse subindicador), a menor nota foi 35% (1 empreendimento) e a maior foi 91% (1 empreendimento).

### 7.2.3 Subindicador 2.3 – Parâmetros: análise de todos os parâmetros solicitados em todos os pontos requeridos

Dentre os 67 empreendimentos avaliados pelo Indicador 2, 63 deles apresentaram dados que puderam ser avaliados por esse indicador, enquanto que no caso dos 4 restantes não foi possível aplicar esse subindicador a eles, já que esses empreendimentos participavam do PRECEND, dessa forma, foram avaliados somente pelo Indicador 2 (e não por seus subindicadores). A nota média desse conjunto de empreendimentos no Subindicador 2.3 foi de 88% de atendimento (maior média entre os subindicadores para efluentes). Entre eles, 2 empreendimentos tiveram as piores notas (0%) e 28 tiveram as melhores notas (100%). Os empreendimentos avaliados com 0% de atendimento não avaliaram nenhum dos parâmetros solicitados em nenhuma das datas que deveriam analisar. Já os empreendimentos avaliados com 100% de atendimento, avaliaram todos os parâmetros solicitados em todas as análises. A distribuição das notas dos empreendimentos em suas tipologias e de acordo com as faixas de qualidade pode ser visualizada na Figura 42. Observa-se que, em todas as tipologias a faixa de qualidade que contém mais empreendimentos é a Excelente, com atendimento entre 89 e 100%.

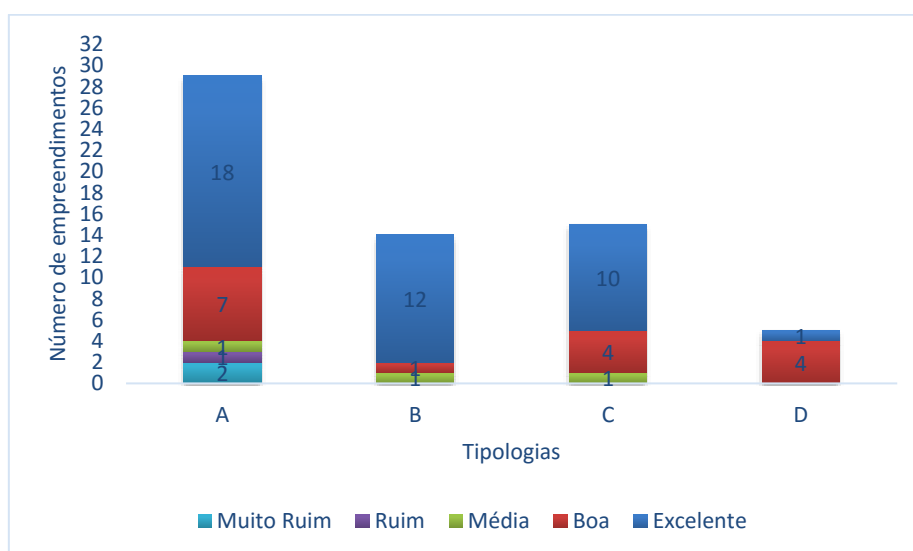


Figura 42 - Distribuição das notas dos empreendimentos no Subindicador 2.3 (Parâmetros) para efluentes

Ao se analisar as notas separadas por tipologia, pode-se afirmar que a nota média no Subindicador 2.3 para a tipologia A (29 empreendimentos) foi de 83% (menor média nesse subindicador), além disso a menor nota nessa tipologia foi 0% (2 empreendimentos) e a maior foi 100% (10). Para a tipologia B (14 empreendimentos), a nota média foi 95% (maior média nesse subindicador), a menor nota foi 51% (1 empreendimento) e a maior foi 100% (9 empreendimentos).

Já para a tipologia C (15 empreendimentos), a nota média foi de 92%, enquanto que a menor nota foi 69% (1 empreendimento) e a maior foi 100% (8 empreendimentos). Para a tipologia D (5 empreendimentos), a nota média foi 84%, a menor nota foi 75% (1 empreendimento) e a maior foi 100% (1 empreendimento).

### 7.3 Indicador 3 – Adequação dos laboratórios

Dentre os 116 empreendimentos avaliados pelo projeto, 67 deles deveriam realizar automonitoramento de efluentes. Entretanto, para as análises de efluentes, foi possível avaliar os laboratórios utilizados por apenas 58 empreendimentos. As principais justificativas para os empreendimentos que apresentavam condicionante de automonitoramento de efluentes líquidos, mas não puderam ser avaliados são: análises não enviadas devido à participação no PRECEND e a impossibilidade de se obter escopos antigos (vigentes durante o período avaliado pelo projeto) dos laboratórios contratados pelos empreendimentos.

A nota média desse conjunto de empreendimentos no Indicador 3 foi de 79% de atendimento (menor média entre os indicadores para efluentes). Entre eles, 3 empreendimentos tiveram as piores notas (0%) e 18 tiveram as melhores notas (100%). Os empreendimentos avaliados com 0% de atendimento utilizaram, em todas as suas análises, laboratórios que não estavam acreditados e nem homologados. Já os empreendimentos avaliados com 100% de atendimento, utilizaram laboratórios acreditados ou homologados em todas as suas análises.

A distribuição das notas dos empreendimentos em suas tipologias e de acordo com as faixas de qualidade pode ser visualizada na Figura 43. Observa-se que, na tipologia A, a faixa de qualidade que contém mais empreendimentos é a Excelente (atendimento

entre 89 e 100%), enquanto que nas tipologias B e C a faixa com mais empreendimentos é a Boa (atendimento entre 70 e 89%) e já na tipologia D não houve predominância entre as faixas de qualidade.

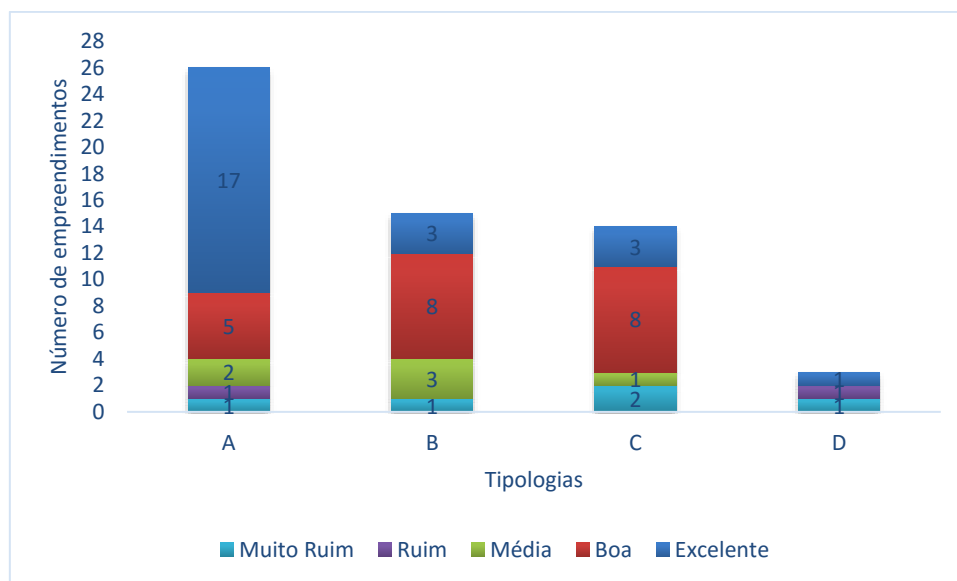


Figura 43 - Distribuição das notas dos empreendimentos no Indicador 3 (adequação dos laboratórios) para efluentes

Ao se analisar as notas separadas por tipologia, pode-se afirmar que a nota média no Indicador 3 para a tipologia A (26 empreendimentos) foi de 86% (melhor nota nesse indicador), além disso a menor nota nessa tipologia foi 1% (1 empreendimento) e a maior foi 100% (13 empreendimentos). Para a tipologia B (15 empreendimentos), a nota média foi 76%, a menor nota foi 0% (1 empreendimento) e a maior foi 100% (3 empreendimentos).

Já para a tipologia C (14 empreendimentos), a nota média foi de 75%, enquanto que a menor nota foi 0% (1 empreendimento) e a maior foi 100% (2 empreendimentos). Para a tipologia D (3 empreendimentos), a nota média foi 46% (menor média nesse indicador), a menor nota foi 0% (1 empreendimento) e a maior foi 90% (1 empreendimento). Vale ressaltar que além da nota média da tipologia D (46%) ter sido a menor desse indicador, ela também foi (ao se considerar os indicadores 2 e 3) a menor média entre todas as tipologias para efluentes (indicadores 2 e 3).

## 7.4 Resultado do IAQM

Considerando os dados obtidos nos indicadores 1, 2 e 3, foi calculado o valor do índice IAQM. Dos 116 empreendimentos, apenas 47 tem a nota do índice, pois foram as empresas que tiveram nota nos três indicadores. Desta forma, os empreendimentos com a ausência da nota de um algum indicador não foi avaliado no âmbito do IAQM.

A distribuição dos empreendimentos, segundo tipologia e faixa de qualidade no IAQM, está apresentada na Figura 44.

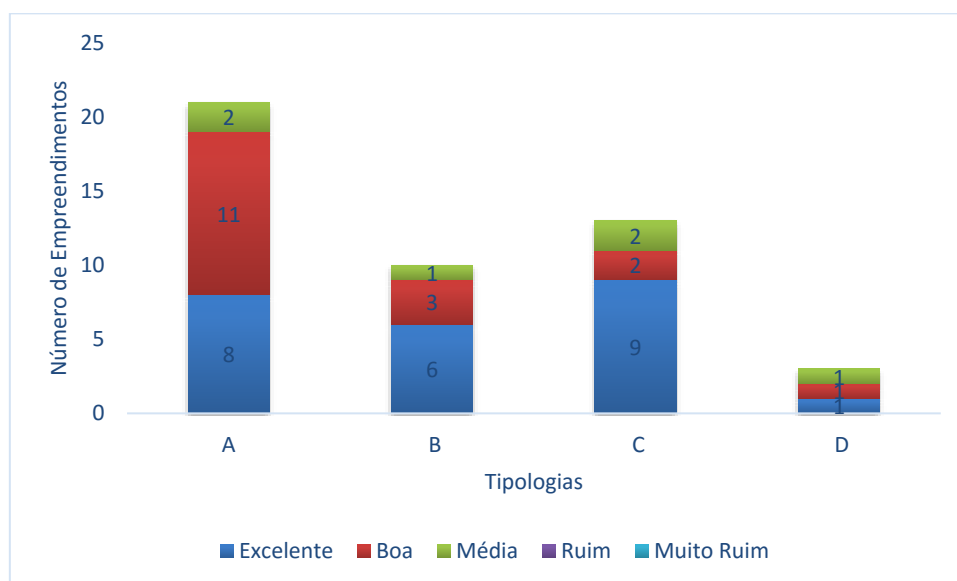


Figura 44 - Gráfico da distribuição dos empreendimentos segundo nota no IAQM

A maior parte dos empreendimentos (51%) se encontram na faixa Excelente, isso quer dizer que na BHRP, há um predomínio de empreendimentos que se adequam a legislação de monitoramento de efluentes industriais.

O empreendimento com o menor valor no índice (56%) pertence à tipologia B. Nas tipologias A há predomínio de empreendimentos na faixa Boa, já nas tipologias B e C predomina a faixa Excelente.

Dos 47 empreendimentos avaliados, 1 deles atingiram nota 100%. Essa nota significa que o empreendimento obedeceu completamente aos padrões de lançamento, cumpriram todas as condicionantes e tem todos os laboratórios contratados adequados ao tipo de medição que fazem.

O resultado do IAQM mostra que a nota média na bacia é de 85%. Esse valor se enquadra na faixa Boa, isso indica que a situação na bacia ainda tem algumas melhorias a serem executadas, mas que o quadro não é crítico. A tipologia B se destaca no resultado do IAQM como aquela com maior nota.

## **8 ÁGUAS SUPERFICIAIS**

Alguns empreendimentos localizados na BHRP monitora os corpos d'água, no entanto vale ressaltar que os resultados de águas superficiais são mais numerosos para os empreendimentos da Tipologia A, porque, muitas vezes, essa é a única medida de automonitoramento possível para as atividades fim das mineradoras, tais como: lavra e beneficiamento. Tal fato ocorre devido à geração de efluentes industriais da mineração, muitas vezes, ser proveniente de suas atividades auxiliares, tais como: oficina mecânica e lavagem de veículos. O monitoramento de águas superficiais é igualmente importante para as atividades industriais, porém muitas vezes ele não é solicitado para esses empreendimentos. Além disso, vale a pena ser mencionado que o automonitoramento das águas superficiais não será avaliado no Indicador 1 e nem no IAQM como um todo, essa avaliação será realizada somente nos indicadores 2 e 3, como pode ser visto a seguir.

### **Indicador 2 – Cumprimento do programa de automonitoramento**

Dentre empreendimentos avaliados pelo projeto, 29 deles deveriam realizar o automonitoramento de águas superficiais.

A nota média desse conjunto de empreendimentos no Indicador 2 foi de 74% de atendimento (menor média entre os indicadores para águas superficiais). Entre eles, 3 empreendimentos tiveram as piores notas (0%) e 4 tiveram as melhores notas (100%). Os empreendimentos avaliados com 0% de atendimento não preencheram o documento Informações Técnicas II. Já os empreendimentos avaliados com 100% de atendimento, ao responderem algum dos ofícios, preencheram o documento Informações Técnicas II atendendo a totalidade de sua condicionante de automonitoramento de águas superficiais.

A distribuição das notas dos empreendimentos em suas tipologias e de acordo com as faixas de qualidade pode ser visualizada na Figura 45. Observa-se que na tipologia A, a faixa de qualidade que contém mais empreendimentos é a Excelente (atendimento entre 89 e 100%) e a Boa (atendimento entre 70 e 89%), enquanto que nas tipologias B e C a faixa de qualidade com mais empreendimentos é a Boa. Já o único empreendimento da tipologia D situa-se na faixa de qualidade Excelente.

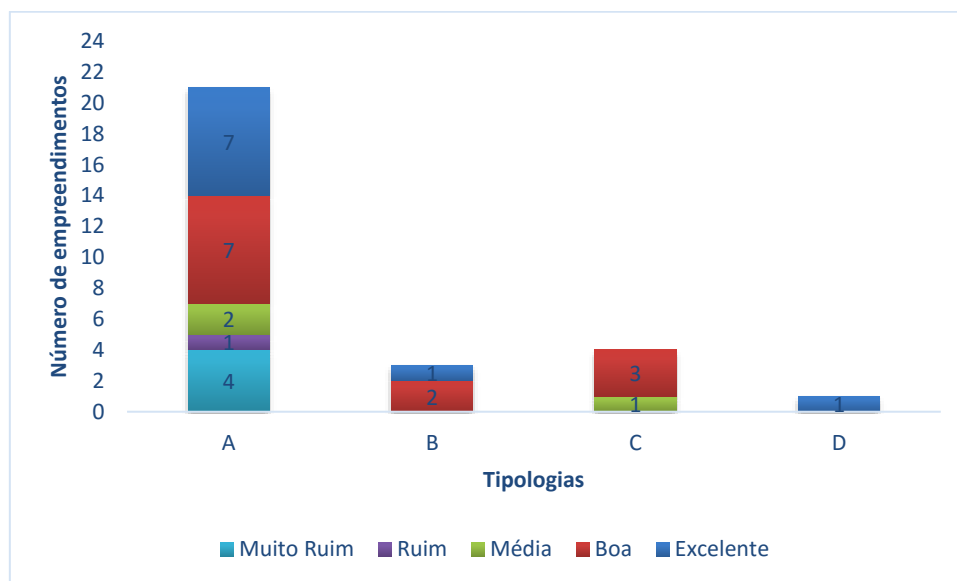


Figura 45- Distribuição das notas dos empreendimentos no Indicador 2 (cumprimento do automonitoramento) para águas superficiais

Ao se analisar as notas separadas por tipologia, pode-se afirmar que a nota média no Indicador 2 para a tipologia A (21 empreendimentos) foi de 70% (menor média nesse indicador), além disso a menor nota nessa tipologia foi 0% (3 empreendimentos) e a maior foi 100% (3 empreendimentos). Para a tipologia B (3 empreendimentos), a nota média foi 89% (maior média nesse indicador – desconsiderando a tipologia D que só contém 1 empreendimento), a menor nota foi 81% (1 empreendimento) e a maior foi 100% (1 empreendimento).

Já para a tipologia C (4 empreendimentos), a nota média foi de 79%, enquanto que a menor nota foi 63% (1 empreendimento) e a maior foi 85% (1 empreendimento). Para a tipologia D, seu único empreendimento obteve nota 94%.

Vale ressaltar que além da nota média da tipologia B (89%) ter sido a maior desse indicador, ela também foi (ao se considerar os indicadores 2 e 3) a maior média entre todas as tipologias para águas superficiais.

### **8.1 Subindicador 2.1 – Frequência de envio: atendimento da frequência de envio de relatórios ao órgão ambiental**

Dentre os 29 empreendimentos avaliados pelo Indicador 2, 27 deles apresentaram frequência de envio em sua condicionante de automonitoramento, enquanto que no caso dos 2 restantes, a frequência de envio não foi estipulada pelo órgão ambiental. A nota média desse conjunto de empreendimentos no Subindicador 2.1 foi de 72% de atendimento (menor média entre os subindicadores para águas superficiais). Entre eles, 4 empreendimentos tiveram as piores notas (0%) e 10 tiveram as melhores notas (100%). Os empreendimentos avaliados com 0% de atendimento descumpriram a frequência de envio em todas as suas análises. Já os empreendimentos avaliados com 100% de atendimento, cumpriram a frequência de envio em todas as análises.

A distribuição das notas dos empreendimentos em suas tipologias e de acordo com as faixas de qualidade pode ser visualizada na Figura 46. Observa-se que, na tipologia A, a faixa de qualidade que contém mais empreendimentos é a Excelente (atendimento entre 89 e 100%). Os 3 empreendimentos da Tipologia B estão divididos entre as faixas de qualidade Excelente, Boa (atendimento entre 70 e 89%) e Média (atendimento entre 50 e 70%). Na tipologia C a faixa de qualidade predominante é a Boa. Já o único empreendimento da tipologia D situa-se na faixa de qualidade Excelente.



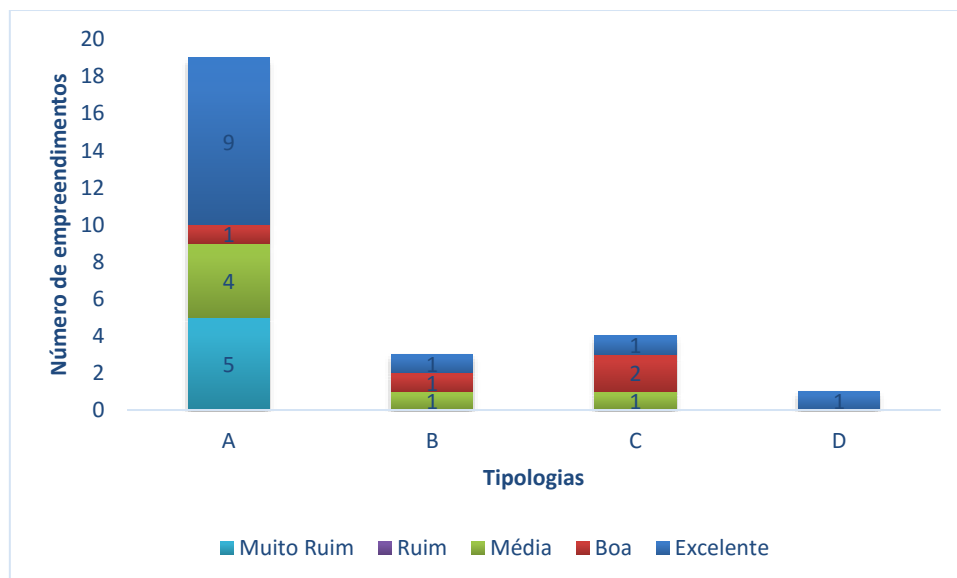


Figura 46 - Distribuição das notas dos empreendimentos no Subindicador 2.1 (Frequência de envio) para águas superficiais

Ao se analisar as notas separadas por tipologia, pode-se afirmar que a nota média no Subindicador 2.1 para a tipologia A (19 empreendimentos) foi de 66% (menor média nesse indicador), além disso a menor nota nessa tipologia foi 0% (4 empreendimentos) e a maior foi 100% (8 empreendimentos). Para a tipologia B (3 empreendimentos), a nota média foi 83% (maior média nesse subindicador – desconsiderando a tipologia D que só contém 1 empreendimento), a menor nota foi 67% (1 empreendimento) e a maior foi 100% (1 empreendimento).

Já para a tipologia C (4 empreendimentos), a nota média foi de 81%, enquanto que a menor nota foi 67% (1 empreendimento) e a maior foi 90% (1 empreendimento). Para a tipologia D, seu único empreendimento obteve nota 100%.

## 8.2 Subindicador 2.2 – Frequência de análise: atendimento da frequência de análise das águas superficiais

Dentre os 29 empreendimentos avaliados pelo Indicador 2, todos eles apresentaram frequência de análise em sua condicionante de automonitoramento. A nota média desse conjunto de empreendimentos no Indicador 2 foi de 74% de atendimento. Entre eles, 4 empreendimentos tiveram as piores notas (0%) e 10 tiveram as melhores notas (100%). Os empreendimentos avaliados com atendimento de 0% desatenderam, todas as vezes,

a frequência estabelecida para suas análises, seja por atraso ou por não realização de análises. Já os empreendimentos avaliados com 100% de atendimento, cumpriram todas as vezes a frequência de análise.

A distribuição das notas dos empreendimentos em suas tipologias e de acordo com as faixas de qualidade pode ser visualizada na Figura 47. Observa-se que, nas tipologias A, e B a faixa de qualidade que contém mais empreendimentos é a Excelente (atendimento entre 89 e 100%), enquanto que na tipologia C a faixa de qualidade predominante é a Boa (atendimento entre 70 e 89%). Já o único empreendimento da tipologia D situa-se na faixa de qualidade Excelente.

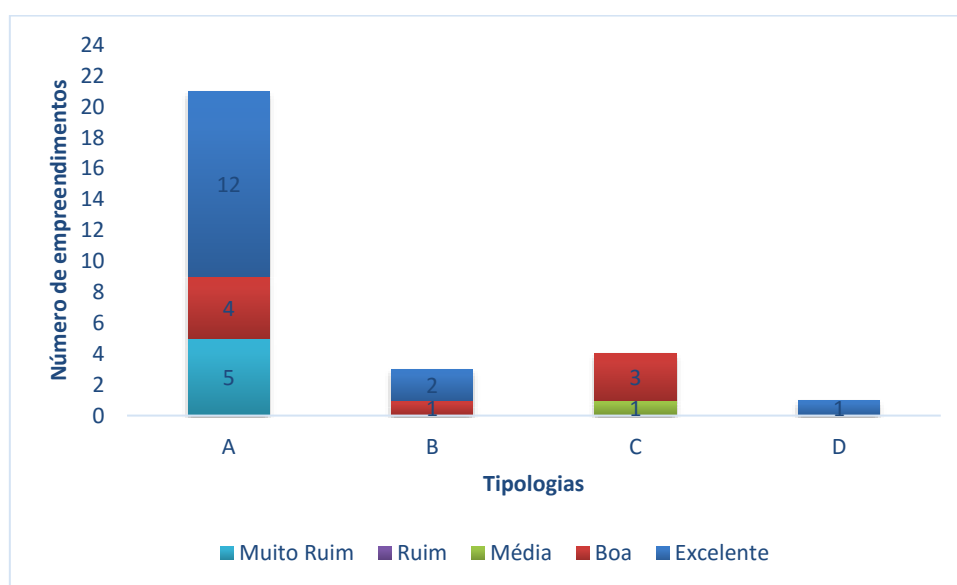


Figura 47 - Distribuição das notas dos empreendimentos no Subindicador 2.2 (Frequência de análise) para águas superficiais

Ao analisar as notas separadas por tipologia, pode-se afirmar que a nota média no Subindicador 2.2 para a tipologia A ( empreendimentos) foi de 64% (menor média nesse subindicador), além disso a menor nota nessa tipologia foi 0% (4 empreendimentos) e a maior foi 100% (8 empreendimentos). Para a tipologia B (3 empreendimentos), a nota média foi 90% (maior média nesse subindicador – desconsiderando a tipologia D que só contém 1 empreendimento), a menor nota foi 75% (1 empreendimento) e a maior foi 100% (1 empreendimento).

Já para a tipologia C (4 empreendimentos), a nota média foi de 74%, enquanto que a menor nota foi 67% (1 empreendimento) e a maior foi 82% (1 empreendimento). Para a tipologia D, seu único empreendimento obteve nota 100%.

### **8.3 Subindicador 2.3 – Parâmetros: análise de todos os parâmetros solicitados em todos os pontos requeridos**

Dentre os 29 empreendimentos avaliados pelo Indicador 2, todos deles apresentaram dados que puderam ser avaliados por esse indicador. A nota média desse conjunto de empreendimentos no Subindicador 2.3 foi de 76% de atendimento (maior média entre os subindicadores para águas superficiais). Entre eles, 4 empreendimentos tiveram as piores notas (0%) e 7 tiveram as melhores notas (100%). Os empreendimentos avaliados com 0% de atendimento não avaliaram nenhum dos parâmetros solicitados em nenhuma de suas análises. Já os empreendimentos avaliados com 100% de atendimento, avaliaram todos os parâmetros solicitados em todas as análises.

A distribuição das notas dos empreendimentos em suas tipologias e de acordo com as faixas de qualidade pode ser visualizada na Figura 48. Observa-se que, para as tipologias A, B e C, a faixa de qualidade que contém mais empreendimentos é a Excelente (atendimento entre 89 a 100%), enquanto que o único empreendimento da tipologia D situa-se na faixa de qualidade Boa (atendimento entre 70 e 89%).

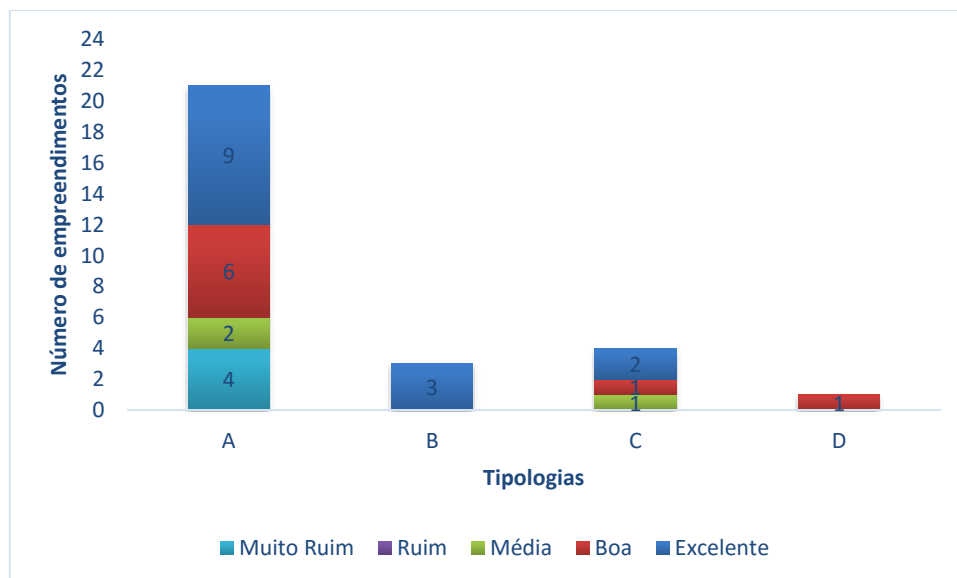


Figura 48 - Distribuição das notas dos empreendimentos no Subindicador 2.3 (Parâmetros) para águas superficiais

Ao se analisar as notas separadas por tipologia, pode-se afirmar que a nota média no Subindicador 2.3 para a tipologia A (21 empreendimentos) foi de 66% (menor média entre nesse subindicador), além disso a menor nota nessa tipologia foi 0% (4 empreendimentos) e a maior foi 100% (4 empreendimentos). Para a tipologia B (3 empreendimentos), a nota média foi 98% (maior média nesse subindicadores), a menor nota foi 93% (1 empreendimento) e a maior foi 100% (2 empreendimentos).

Já para a tipologia C (4 empreendimentos), a nota média foi de 83%, enquanto que a menor nota foi 56% (1 empreendimento) e a maior foi 100% (1 empreendimento). Para a tipologia D, seu único empreendimento obteve nota 83%.

#### 8.4 Indicador 3 – Adequação dos laboratórios

Dentre os empreendimentos avaliados pelo projeto, 29 deles deveriam realizar automonitoramento de águas superficiais. Entretanto, para as análises de águas superficiais, foi possível avaliar os laboratórios utilizados por apenas 23 empreendimentos. A justificativa para os empreendimentos que apresentavam condicionante de automonitoramento de águas superficiais, mas não puderam ser avaliados é a impossibilidade de se obter escopos antigos (vigentes durante o período avaliado pelo projeto) dos laboratórios contratados pelos empreendimentos.

A nota média desse conjunto de empreendimentos no Indicador 3 foi de 78% de atendimento (maior média entre os indicadores para água superficiais). Entre eles, 1 empreendimento teve a pior nota (0%) e 8 tiveram as melhores notas (100%). O empreendimento avaliado com 0% de atendimento utilizou, em todas as suas análises, laboratórios que não estavam acreditados e nem homologados. Já os empreendimentos avaliados com 100% de atendimento, utilizaram laboratórios acreditados ou homologados em todas as suas análises.

A distribuição das notas dos empreendimentos em suas tipologias e de acordo com as faixas de qualidade pode ser visualizada na Figura 49. Observa-se que, na tipologia A, a faixa de qualidade que contém mais empreendimentos é a Excelente (atendimento entre 89 e 100%), enquanto que nas tipologias B e C há um empate entre as faixas de qualidade Excelente e Boa (atendimento entre 70 e 89%). Já o único empreendimento da tipologia D situa-se na faixa de qualidade Boa.

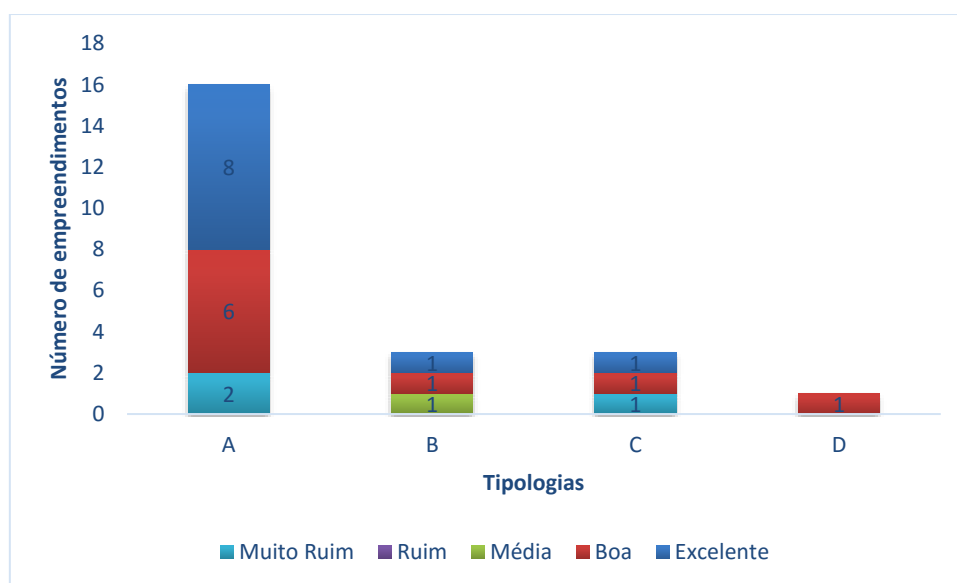


Figura 49 - Distribuição das notas dos empreendimentos no Indicador 3 (adequação dos laboratórios) para águas superficiais

Ao se analisar as notas separadas por tipologia, pode-se afirmar que a nota média no Indicador 3 para a tipologia A (16 empreendimentos) foi de 80% (maior média nesse indicador – desconsiderando a tipologia D que só contém 1 empreendimento), além disso a menor nota nessa tipologia foi 1% (1 empreendimento) e a maior foi 100% (6

empreendimentos). Para a tipologia B (3 empreendimentos), a nota média foi 78%, a menor nota foi 54% (1 empreendimento) e a maior foi 100% (1 empreendimento).

Já para a tipologia C (3 empreendimentos), a nota média foi de 60% (menor média nesse indicador), enquanto que a menor nota foi 0% (1 empreendimento) e a maior foi 100% (1 empreendimento). Para a tipologia D, seu único empreendimento obteve nota 88%.

Vale ressaltar que além da nota média da tipologia C (60%) ter sido a menor desse indicador, ela também foi (ao se considerar os indicadores 2 e 3) a menor média entre todas as tipologias para águas superficiais.

## 9 PADRONIZAÇÃO DO PROGRAMA DE AUTOMONITORAMENTO

O automonitoramento é um importante instrumento de gestão ambiental, uma vez que, juntamente com o licenciamento ambiental tem como objetivo acompanhar a relação de um empreendimento com o meio ambiente (FLORÊNCIO, 2010).

Na maioria das vezes, o automonitoramento é solicitado como condicionante das licenças ambientais, ou seja, como condição estabelecida pelo órgão ambiental para que o empreendimento se adeque aos requisitos de proteção, preservação e conservação ambiental.

Através do automonitoramento é possível verificar o desempenho ambiental dos empreendimentos por meio da eficiência dos sistemas de tratamento, seja de emissões atmosféricas, efluentes líquidos, corpos d'água receptores desses efluentes ou resíduos sólidos (FLORÊNCIO, 2010).

Como observado por Florêncio (2010), os programas de automonitoramento impostos aos empreendimentos do Estado não possuem quaisquer tipos de padronização. Empreendimentos semelhantes se diferenciam quando à frequência de amostragem, envio dos relatórios, ou quanto à solicitação da lista de parâmetros a serem medidos.

A inexistência de uma padronização para as solicitações dos programas de automonitoramento leva a existência de tratamentos diferenciados a empreendimentos semelhantes (FLORÊNCIO, 2010).

Deste modo, é importante estabelecer um padrão para programas de automonitoramento, pois através deles poderão ser definidas as exigências básicas de monitoramento para cada atividade. Isso proporcionaria melhorias na gestão do automonitoramento, permitindo um melhor acompanhamento e avaliação da qualidade do efluente que está sendo descartado. Essa padronização envolve a definição dos parâmetros mínimos que devem ser monitorados, bem como a frequência de análise e envio dos relatórios ao órgão ambiental.

Portanto, para a definição do programa de automonitoramento, foram utilizados uma proposta de deliberação normativa, Indicador 1 e levantamento bibliográfico sobre o

processo industrial das tipologias, pois é necessário caracterizar a carga poluidora dos efluentes industriais para a definição do programa de amostragem.

A proposta de Deliberação foi fruto de um grupo de trabalho de 2010 cuja elaboração consistiu no estabelecimento da padronização do automonitoramento de efluentes líquidos e dos corpos receptores no estado de Minas Gerais de acordo com a tipologia. Nesse caso as consideradas pela proposta foram algumas atividades das tipologias B, C, D e F.

Para a elaboração dessa proposta, considerou-se a necessidade de definir os parâmetros que melhor expressam e avaliam a qualidade dos efluentes líquidos gerados bem como suas influências nas características das águas, pois isso promoveria o acompanhamento do automonitoramento de forma eficiente, facilitando a gestão ambiental.

Embora seja uma proposta de deliberação, o documento foi utilizado para embasar os estudos porque para a elaboração da mesma foram realizadas pesquisas sobre o assunto e instituído grupo de trabalho com profissionais de notório saber na área.

Também com o intuito de auxiliar na padronização do monitoramento, foi utilizado o Indicador 1. Ele analisou os parâmetros de efluentes industriais de 81 empreendimentos que enviaram, via Ofício Circular, os dados de monitoramento dos efluentes industriais gerados no período de janeiro de 2012 a outubro de 2014.

Deste modo, a escolha por usar o Indicador 1 ocorreu porque nele foram analisados os parâmetros monitorados pelos empreendimentos, bem como a qualidade do efluente, para a escolha das tipologias a serem padronizadas.

A aplicação desse indicador permitiu avaliar a qualidade do efluente que está sendo descartado pelas empresas de acordo com faixas que variam de “Muito ruim” a “Excelente”, conforme a Tabela 12.



Tabela 12 - Faixas de qualidade do efluente

Faixa de valores do Indicador 1	Qualidade associada
$0,89 \leq I1 \leq 1,00$	Excelente
$0,70 \leq I1 < 0,89$	Boa
$0,50 \leq I1 < 0,70$	Média
$0,30 \leq I1 < 0,50$	Ruim
$0,00 \leq I1 < 0,30$	Muito ruim

Dos 81 empreendimentos analisados pelo Indicador 1, 36 são da tipologia A – atividades minerárias, 19 da tipologia B – atividades metalúrgicas e outras, 18 da tipologia C – indústria química e 8 da tipologia D – indústria alimentícia.

A análise dos resultados do Indicador 1 revelou que a nota média da BHRP é 0,91, ou seja, o panorama geral da bacia é caracterizado como excelente. Mas a tipologia A – atividade minerária e a tipologia D – atividade alimentícia apresentaram resultados inferiores à média da bacia, além de serem as únicas que não se encontraram na faixa de qualidade excelente, respectivamente 0,85 e 0,87.

Assim, as tipologias A e D foram selecionadas por este estudo para a elaboração da padronização do automonitoramento.

Dentre as atividades da tipologia A, embora os maiores números de empreendimentos minerários realizem a extração de areia, essa subtipologia não foi escolhida, porque a maioria são regularizados com AAF e, portanto, não encaminham os relatórios de automonitoramento ao órgão ambiental e, ao serem consultados, não enviaram a resposta ao ofício circular. Portanto, foram escolhidas as atividades de extração de minério de ferro e extração de ardósia.

A extração de minério de ferro foi escolhida pois a maioria desses empreendimentos são de grande porte e impactam grandes áreas, além de serem responsáveis por grandes volumes de água outorgados, bem como os maiores volumes de efluentes oleosos e consumo de água.

Já a extração de ardósia foi escolhida porque a região do Baixo Rio Paraopeba tem vários empreendimentos dessa subtipologia e é destaque no estado de Minas Gerais por dispor de importantes reservas de ardósia na chamada Província da ardósia que

compreende os municípios de Papagaios, Paraopeba, Felixlândia e Caetanópolis (FEAM, 2015).

Em relação à tipologia D, foram escolhidas as atividades cujos dados de automonitoramento foram avaliados pelo Indicador 1. São elas: abate de animais, industrialização da carne e fabricação de produtos de laticínios.

Para auxiliar na padronização dessas tipologias, foi realizado também uma caracterização da carga poluidora dos efluentes de acordo com o processo industrial. Informações como lista de matérias-primas, principalmente aquelas que de alguma maneira possam ser transferidas para os efluentes; fluxograma do processo industrial indicando os pontos nos quais são gerados efluentes contínuos ou intermitentes; foram importantes para a definição do programa.

### **9.1 Padronização da Tipologia A – Atividade minerária**

A atividade minerária promove a exposição de grandes áreas por meio dos processos de lavra, gerando uma quantidade de rejeitos depositados em pilhas ou barragens próximas às áreas mineradas. Essa exposição do solo acarreta alteração na qualidade das águas dos rios devido à presença de sedimentos finos em suspensão, bem como substâncias lixiviadas presentes nos efluentes das áreas da mineração (SANCHES, 2010). Destaca-se que nas atividades de apoio são gerados efluentes de caráter oleoso e este efluente é direcionado para Caixas Separadoras de Água e Óleo (CSAO).

Portanto, o monitoramento da qualidade da água a jusante e a montante do empreendimento é extremamente importante na área mineraria com intuito de avaliar o impacto da mineração nos cursos d' água. Assim, o programa de automonitoramento da mineração deve ser composto pela análise de efluentes e cursos d' água.

#### **9.1.1 Extração de minério de ferro (A-02-03-8/A-02-04-6)**

Os empreendimentos que realizam a atividade de extração de minério de ferro presentes na BHRP exploram esse bem mineral a céu aberto, sendo classificado pela DN COPAM Nº 74/2004 no código A-02: Lavra a céu aberto. Esse tipo de lavra é explorada

até o esgotamento do recurso mineral ou quando a exploração se torna economicamente inviável.

É comum que o minério de ferro seja encontrado na natureza na forma de rochas, misturado com outras substâncias. Através de processos industriais, é beneficiado e posteriormente vendido a siderúrgicas (VALE, 2016).

O processo produtivo básico para a exploração de minério de ferro está representado na Figura 50.

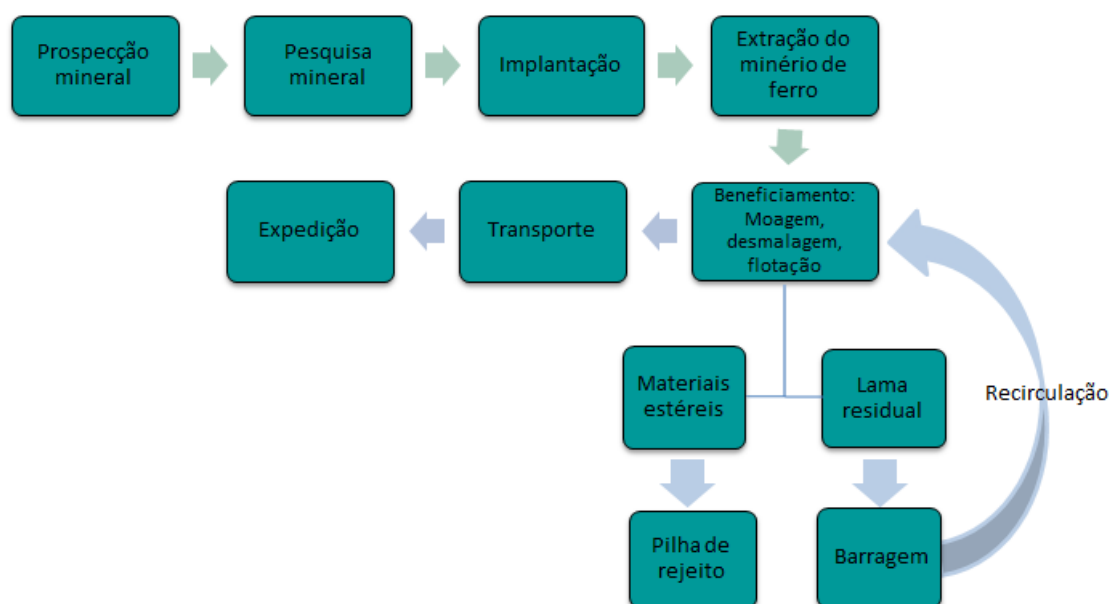


Figura 50 – Fluxograma básico do processo produtivo de minério de ferro  
Fonte: Documentos de regularização ambiental (adaptado)

No caso das minerações de ferro presentes na BHRP, o maior problema ambiental refere-se ao produto do beneficiamento do minério, o rejeito. No processo de beneficiamento, os minérios de alto teor de ferro são submetidos a etapas de cominuição, classificação e deslamagem. Além das etapas anteriores, os minérios pobres necessitam atingir a concentração e as especificações de mercado, em termos de teores de ferro e impurezas, portanto passando pelo processo de flotação. A flotação é o método de concentração largamente utilizado no beneficiamento de minérios de ferro de baixos teores. Nesse processo, utilizam-se reagentes como agentes reguladores e modificadores que são os amidos, bem como soda cáustica (COSTA, 2001).

Os produtos desta etapa de flotação são um concentrado de minério de ferro e um rejeito silicatado, esse rejeito é direcionado para a barragem. É importante ressaltar que esse rejeito pode apresentar soda cáustica em sua composição, uma vez que esse composto pode ser utilizado no processo de flotação do minério (COSTA, 2001).

Em suma, o rejeito da mineração de ferro é constituído pela presença de uma fração líquida e sólida, composta por materiais como areia finas, siltes, argilas, quartzo, hematita, goethita e insumos utilizados no processo de beneficiamento como soda caustica (Silva *et al.* 2006). Esse material pode ter diversos destinos como serem colocados em estado semi-seco, em pilhas, que podem ser erodidas e o material transportado para os cursos d'água. Ou serem transportados em forma de lama, em tubulações ou calhas abertas para barragens (COSTA, 2001). O armazenamento desse efluente em barragens possibilita a recirculação do mesmo ao processo produtivo. As barragens podem evitar o aporte de sedimentos em cursos d'água impedindo assim a alteração da qualidade das águas.

Deste modo, observa-se que, independente da destinação do rejeito, ou seja, pilhas ou barragens, é necessárias medidas para evitar o aporte desse material para os cursos d'água. Portanto, para o controle desse efluente (rejeito) é necessário monitorar essas fontes potenciais, ou seja, barragens e pilhas, bem como os cursos d'água, com o objetivo de avaliar se o material está atingindo os recursos hídricos. Portanto, o automonitoramento será proposto para a saída da barragem e em corpos d'água à montante e jusante do empreendimento.

O monitoramento na saída da barragem é importante, pois o volume de água que não é reaproveitada geralmente passa pelo vertedouro, podendo atingir corpos d'água. Quanto ao monitoramento nos corpos d'água, é necessário que os pontos a serem monitorados (montante e jusante) levem em consideração a localização das pilhas de rejeito do empreendimento, pois elas podem contribuir para o carreamento de sedimentos para cursos d'água próximos.

Com a finalidade de embasar a padronização do automonitoramento nesses pontos, utilizou-se os dados de monitoramento de barragens e de águas superficiais de 10 empreendimentos avaliados pelo Indicador 1. Foi possível observar que nestes

empreendimentos são monitorados ao todo 35 parâmetros, conforme apresentado na Tabela 13.

Tabela 13 - Relação de parâmetros monitorados pelas minerações de minério de ferro da BHRP

<b>Parâmetros monitorados pelas minerações de minério de ferro da BHRP</b>	<b>Quant. de empreendimentos</b>
Acidez	4
Alcalinidade total	4
Amônia	1
Cianeto Livre	1
Cloreto total	4
Condutividade elétrica	8
Cor verdadeira	8
DBO	10
DQO	6
Dureza de Cálcio	1
Dureza total	3
Fenóis totais	2
Ferro dissolvido	8
Ferro Total	7
Fósforo solúvel	1
Fósforo Total	4
Manganês dissolvido	7
Manganês total	6
Nitrato	5
Nitrito	3
Nitrogênio Amoniacal total	3
Nitrogênio Orgânico	2
Nitrogênio total	2
Óleos e Graxas	10
Ortofosfato	1
Oxigênio Dissolvido	6
pH	10
Sólidos dissolvidos totais	8
Sólidos em suspensão totais	10
Sólidos sedimentáveis	8
Sólidos Totais	8
Surfactantes	3
Temperatura do ar	1
Temperatura da água	4
Turbidez	7

Observa-se que dos 35 parâmetros apresentados na Tabela 13, destacam-se 16 cujo monitoramento é mais comum entre os dez empreendimentos. São eles:

- DBO, óleos e graxas, pH e sólidos em suspensão totais (pelos 10 empreendimentos);
- Sólidos dissolvidos totais, condutividade elétrica, cor verdadeira, ferro dissolvido, sólidos sedimentáveis e sólidos totais (por 8 empreendimentos);
- Ferro total, manganês dissolvido, turbidez (por 7 empreendimentos);
- DQO, manganês total e Oxigênio Dissolvido (por 6 empreendimentos).

Ressalta-se que alguns desses parâmetros são monitorados apenas nos cursos d'água e outros na saída das barragens. Portanto os parâmetros DQO, DBO, condutividade elétrica, sólidos dissolvidos, sólidos sedimentáveis, sólidos totais, pH, ferro total, manganês total, óleos e graxas devem ser monitorados nas barragens e nos cursos d'água. Os parâmetros oxigênio dissolvido e cor verdadeira devem ser monitorados apenas nos cursos d'água. Ressalta-se que dependo da geologia da mina é necessário acrescentar outros parâmetros.

A escolha da série de sólidos no monitoramento é importante em virtude de diversos impactos como: os sólidos sedimentáveis pode provocar a destruição dos organismos que fornecem alimentos e danificar os leitos de desova de peixes. Em relação aos sólidos em suspensão, a alta turbidez no curso d'água têm provocado a alteração de ecossistemas aquáticos devido ao surgimento de grandes bancos de lodos em rios (CETESB, 2009), além de dificultar a penetração de raios solares e a reintrodução de oxigênio dissolvido nas águas. Já a presença de sólidos dissolvidos observa-se uma contribuição para o aumento da condutividade elétrica nas águas, proporcionando características corrosivas (CETESB, 2009).

Outros parâmetros que merece atenção é o ferro e manganês devido à presença desses compostos nos solos das minerações de ferro. Esses compostos inorgânicos são capazes de causar cor na água (CETESB, 2009). Além do efeito estético, a presença de cor nos corpos d'água interfere na passagem da luz e, conseqüentemente, nas atividades de fotossíntese. Embora tenham sido apresentados na Tabela 13, na legislação não existem padrões de qualidade de água para os parâmetros "ferro total" e "manganês dissolvido".

Os metais ferro e manganês são avaliados na legislação de padrões de qualidade de água pelas nomenclaturas “ferro dissolvido” e “manganês total”.

Por isso, torna-se indispensável o acréscimo do monitoramento de ferro dissolvido, manganês total e cor verdadeira na padronização do programa de automonitoramento. Essa última representa o nível de cor natural do corpo d’água e deve monitorada apenas nos recursos hídricos.

Vários estudos têm demonstrado que a disponibilidade dos metais pesados nos cursos d’água próximos às minerações pode estar associada a alterações do pH, pois a concentração de metais dissolvidos é influenciada pelo pH. As concentrações de metais dissolvidos em água com pH neutro são baixas, mas em águas ácidas ou ricas em matéria orgânica as concentrações tendem a aumentar (CETESB, 2009). Assim, propõe-se também o acréscimo do parâmetro pH na proposta de automonitoramento.

Em algumas minerações, o efluente das oficinas mecânicas e demais atividades de apoio, compostos por óleos e graxas, depois que passam pela CSAO são direcionadas para a barragem. Caso essas substâncias cheguem a algum curso d’água, podem contribuir para a formação de uma fina película sobre a água que bloqueia a passagem de ar e luz, impedindo a respiração e conseqüentemente a fotossíntese, por isso torna-se imprescindível o monitoramento dos óleos e graxas.

Outros parâmetros que merecem atenção são a DBO, DQO e a alcalinidade, pois o efluente da barragem pode conter amido e soda cáustica. O amido é composto basicamente de glicose sendo, portanto, um composto orgânico e, por isso, a DBO e a DQO são parâmetros importantes para avaliar a biodegradabilidade desse composto.

A partir dessa análise , a Tabela 14 apresenta a proposta de automonitoramento de 14 parâmetros para a mineração de ferro.

Tabela 14 - Proposta de automonitoramento dos parâmetros físicos químicos sugerido pelo estudo para as minerações de minério de ferro da BHRP

Parâmetros sugeridos pelo Estudo	Local do monitoramento	Frequência de análise	Frequência de envio
Sólidos em Suspensão	Curso d’água e barragem	Mensal	Semestral
Sólidos Sedimentáveis	Curso d’água e barragem	Mensal	Semestral

Parâmetros sugeridos pelo Estudo	Local do monitoramento	Frequência de análise	Frequência de envio
Sólidos dissolvidos	Curso d'água e barragem	Mensal	Semestral
Turbidez	Curso d'água e barragem	Mensal	Semestral
Condutividade elétrica	Curso d'água e barragem	Mensal	Semestral
Oxigênio dissolvido	Curso d'água	Mensal	Semestral
pH	Curso d'água e barragem	Mensal	Semestral
Ferro dissolvido	Curso d'água e barragem	Mensal	Semestral
Manganês total*	Curso d'água e barragem	Mensal	Semestral
Óleos e graxas	Curso d'água e barragem	Mensal	Semestral
Cor verdadeira	Curso d'água	Mensal	Semestral
DQO	Curso d'água e barragem	Mensal	Semestral
DBO	Curso d'água e barragem	Mensal	Semestral
Vazão média diária	Curso d'água e barragem	Mensal	Semestral

(\*) quando presente na geologia da mina

Conforme apresentado na Tabela 14, a proposta prevê que esses parâmetros sejam monitorados mensalmente e o envio dos relatórios de monitoramento, emitidos pelo laboratório responsável seja enviado ao órgão ambiental semestralmente. Destaca-se que dependendo da geologia da mina estes parâmetros podem mudar.

O projeto Rede Nacional de Monitoramento de Qualidade de Água - RNMQA estabeleceu a frequência mínima trimestral dos parâmetros por ponto de monitoramento. No entanto, viu-se importante o monitoramento mensal devido aos empreendimentos de grandes porte e potencial poluidor. Em relação ao envio do monitoramento ao órgão ambiental foi estabelecido uma frequência semestral, em virtude dos recursos humanos atuais presentes no órgão.

### 9.1.2 Extração de ardósia (A-02-06-3)

Assim como o minério de ferro, a extração de ardósia também é feita a céu aberto, sendo classificada pela DN COPAM Nº 74/2004 no código A-02: Lavra a céu aberto.



A ardósia é um recurso natural mundialmente conhecido por sua ampla utilização como revestimento. Ela é caracterizada por grande afinidade estética e durabilidade, o que lhe assegura grande confiabilidade principalmente no mercado da construção civil (FEAM, 2010).

O processo produtivo da extração de ardósia consiste basicamente em 5 etapas, como representado na Figura 51.

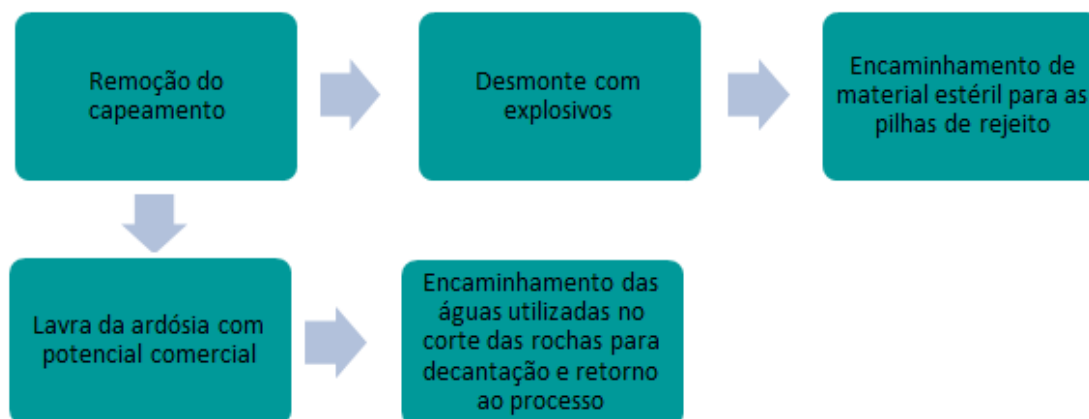


Figura 51 - Fluxograma básico da extração de ardósia

FONTE: FEAM, 2010 (adaptado)

Para o desenvolvimento da lavra de ardósia, primeiramente é feita a etapa de remoção do capeamento. Essa etapa consiste na retirada da camada de solo com espessuras que variam entre centímetros e alguns metros. Esse material retirado não agrega valor, portanto é chamado de estéril e é então carregado em caminhões e direcionados para as pilhas de rejeito. Com a retirada do solo, chega-se em uma camada densa de rocha que é desmontada com a utilização de máquinas e explosivos, caso necessário. Os fragmentos de rocha consequentes dessa etapa também são enviados para as pilhas de rejeito (FEAM, 2010).

A lavra de ardósia é realizada em áreas de topografia ligeiramente inclinada e após atingir o material com potencial comercial, é realizada em degraus (FEAM, 2010). Para a retirada da ardósia são utilizados maquinários de corte compostos de discos diamantados sobre rodas (FEAM, 2010). O material não aproveitado no corte também é depositado nas pilhas de rejeito juntamente com os materiais estéreis retirados na

etapa de capeamento. Esse material forma uma camada filtrante na base da pilha que facilita sua drenagem interna, aumentando sua estabilidade.

Nas regiões onde a atividade de extração de ardósia está presente, observam-se problemas ambientais relacionados à deposição irregular dos rejeitos, sendo o assoreamento de cursos d'água o principal impacto (FEAM, 2010).

Na fase de lavra da ardósia, é comum a utilização de água para refrigerar e lubrificar os discos de corte. A água utilizada entra em contato e se mistura com um pó fino consequente da atividade de corte e desmonte das bancadas, constituindo assim o efluente dessa atividade.

Depois de utilizada na extração da ardósia, a água é direcionada para sistemas de decantação onde os sólidos finos são separados da água por gravidade e se depositam no fundo das estruturas. Depois de separada, a água é recirculada, retornando ao processo. Isso minimiza a necessidade de introdução de água nova no processo de extração.

Caso esse efluente não seja recolhido corretamente, o aporte do mesmo em cursos d'água pode contribuir para o assoreamento e gerar um aumento considerável da turbidez da água, com uma coloração cinza-esbranquiçada.

Além disso, destaca-se também a possibilidade de carreamento de material terroso proveniente da área de lavra para cursos d'água e a contaminação das águas com óleos e graxas utilizados pelos maquinários. Logo, a proposta em questão abordará a padronização do monitoramento em cursos d'água à montante e jusante do empreendimento.

Com a finalidade de embasar a padronização do automonitoramento foram consideradas informações presentes em documentos de regularização ambiental, principalmente pareceres únicos, de empreendimentos que extraem ardósia. Considerando 5 empreendimentos cujos pareceres únicos foram analisados, os parâmetros solicitados pelo órgão ambiental totalizaram 10, conforme a Tabela 15.

Tabela 15 - Relação de parâmetros monitorados pelas minerações ardósia da BHR

<b>Parâmetros monitorados pelas minerações de ardósia de acordo com Pareceres Únicos</b>	<b>Quant. de empreendimentos</b>
DBO	3
DQO	3
Óleos e graxas	5
pH	4
Sólidos sedimentáveis	5
Sólidos em suspensão	5
Sólidos dissolvidos	1
Cor aparente	3
Oxigênio Dissolvido	1
Turbidez	3

Observa-se que entre os 9 parâmetros apresentados na Tabela 15, três são monitorados pelos 5 empreendimentos. São eles: óleos e graxas, sólidos sedimentáveis e sólidos em suspensão.

O monitoramento de óleos e graxas se faz necessário, pois é comum a utilização de óleos lubrificantes bem como graxas nos equipamentos e peças utilizadas no desmonte da ardósia. Caso essas substâncias aportem em cursos d'água, podem acarretar problemas de origem estética além de diminuir a área de contato entre a superfície da água e o ar atmosférico. Isso faz com que a transferência do oxigênio da atmosfera para a água seja prejudicado.

Embora tenham sido solicitados em apenas um empreendimento, os parâmetros "oxigênio dissolvido" e "sólidos dissolvidos" também serão inseridos à proposta de automonitoramento. A inserção do primeiro se dá, pois, a presença de óleos e graxas contribui para a redução da concentração do oxigênio dissolvido nas águas e isso pode impactar diretamente a qualidade das águas. No caso do segundo, a presença dessa substância nas águas contribui para o aumento da condutividade elétrica nas águas. Altos valores podem proporcionar à água características corrosivas (CETESB, 2009). Assim, embora não esteja presente na Tabela 15, propõe-se também a inserção do parâmetro "condutividade elétrica".

Como existe a possibilidade de carreamento de material terroso proveniente da área de lavra para cursos d'água, propõe-se a inserção do parâmetro "sólidos sedimentáveis", pois, a presença deles pode causar assoreamento no curso d'água.

Quanto aos "sólidos em suspensão", faz-se necessária a inclusão desse parâmetro à proposta pois a extração de ardósia gera um pó fino que quando lançada em cursos d'água faz com que a água apresente uma coloração cinza-esbranquiçada. Isso contribui para um aumento considerável da turbidez. Por isso, conseqüentemente à presença de sólidos, propõe-se também o monitoramento da turbidez e da cor aparente. Esta última se refere à determinação da cor em amostras com turbidez, com material em suspensão.

Vale também destacar a importância do monitoramento do pH, solicitado em 4 empreendimentos, esse parâmetro também será inserido na proposta de automonitoramento, pois a influência do pH sobre os ecossistemas aquáticos se dá principalmente por seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies (CETESB, 2009).

Devido ao exposto, o monitoramento dos cursos d'água, à montante e jusante dos empreendimentos que exploram ardósia, deve conter no mínimo 6 parâmetros. Quanto a escolha dos pontos a serem monitorados (montante e jusante) é importante que levem em consideração a localização das pilhas de rejeito do empreendimento, pois elas podem contribuir para o carreamento de sedimentos para cursos d'água próximos.

A escolha desses parâmetros levou em consideração a literatura. Segundo Heller & Murtha (1999), pH, turbidez e o grupo de sólidos caracterizam os efluentes dessa tipologia. Assim a Tabela 16 apresenta a proposta de automonitoramento.

Tabela 16 - Proposta de automonitoramento sugerido pelo estudo para as minerações de ardósia da BHRP

Parâmetros sugeridos pelo Estudo	Local do Monitoramento	Frequência de análise	Frequência de envio
Óleos e graxas	Curso d'água	Mensal	Semestral
Oxigênio dissolvido	Curso d'água	Mensal	Semestral
Condutividade elétrica	Curso d'água	Mensal	Semestral

Parâmetros sugeridos pelo Estudo	Local do Monitoramento	Frequência de análise	Frequência de envio
Sólidos dissolvidos	Curso d'água	Mensal	Semestral
Sólidos sedimentáveis	Curso d'água	Mensal	Semestral
Sólidos em suspensão	Curso d'água	Mensal	Semestral
Turbidez	Curso d'água	Mensal	Semestral
Cor aparente	Curso d'água	Mensal	Semestral
pH	Curso d'água	Mensal	Semestral

Conforme apresentado na Tabela 16, a proposta prevê que esses parâmetros sejam monitorados mensalmente e o envio dos relatórios de monitoramento, emitidos pelo laboratório responsável seja enviado ao órgão ambiental semestralmente.

O projeto Rede Nacional de Monitoramento de Qualidade de Água - RNMQA estabeleceu a frequência mínima trimestral dos parâmetros por ponto de monitoramento. No entanto, viu-se importante o monitoramento mensal devido aos empreendimentos de grandes porte e potencial poluidor. Em relação ao envio do monitoramento ao órgão ambiental foi estabelecido uma frequência semestral, em virtude dos recursos humanos atuais presentes no órgão.

### 9.1.3 Efluentes oleosos das atividades minerárias

No caso dos efluentes oleosos, as características dele independem da substância mineral explorada, diferentemente do efluente gerado no beneficiamento. Estes efluentes são direcionados para Caixas Separadoras de Água e Óleo – CSAO que também precisam ser monitoradas. Logo a proposta de monitoramento para esse tipo de efluente é que o monitoramento seja realizado na entrada e também na saída da CSAO.

É comum que nas atividades de apoio à mineração sejam realizadas manutenções de equipamentos, lubrificação e troca de óleo de veículos, lavagem de veículos, etc. Logo, nessas atividades é comum a presença de óleos e graxas. Essas duas substâncias têm baixa solubilidade e o lançamento delas em cursos d'água contribui para a formação de

uma fina película sobre a água que bloqueia a passagem de ar e luz, impedindo a respiração e conseqüentemente a fotossíntese (CETESB, 2009).

Devido aos possíveis impactos do lançamento de óleos e graxas em cursos d'água sem o monitoramento, torna-se necessário a inserção do parâmetro "óleos e graxas" na proposta de automonitoramento dos efluentes oleosos.

No processo de decomposição de óleos e graxas, ocorre a redução do oxigênio dissolvido elevando então a Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO e Demanda Química de Oxigênio – DQO (CETESB, 2009). Como a DBO é utilizada para medir a fração biodegradável e o efluente em questão não apresenta características orgânicas, não há justificativa para que esse parâmetro seja inserido na proposta de monitoramento. Já o monitoramento da DQO é considerado indispensável nos estudos de caracterização de efluentes com características industriais (CETESB, 2009).

Vale também ressaltar que é comum, nas atividades de apoio, o uso de substâncias detergentes cuja função é desengraxar. Isso pode conferir, ao efluente, características tóxicas. A presença de detergentes no efluente oleoso tem sido responsabilizada pela aceleração da eutrofização de corpos d'água devido à presença de nutrientes como o fósforo (CETESB, 2009). Diante disso, propõe-se também o monitoramento do parâmetro "substâncias tensoativas" para a detecção dessas substâncias nos efluentes oleosos.

A possibilidade da presença de sólidos nesse tipo de efluente também merece destaque, pois nas atividades de apoio, principalmente na lavagem de caminhões e do próprio chão de postos de combustível é comum a presença de partículas de areia, silte, argila entre outros detritos. Assim, propõe-se também o monitoramento de sólidos sedimentáveis e sólidos suspensos, pois a presença dessas substâncias possibilita a sedimentação no leito do rio além de conferir alta turbidez ao curso d'água.

Ressalta-se, no entanto, que a CSAO não é utilizada para tratar o efluente oleoso, sua finalidade é apenas separar substâncias que não se misturam à água. Segundo o levantamento realizado, a maioria dos empreendimentos direcionam o efluente que sai da CSAO para a drenagem natural. Isso torna necessário o monitoramento dessa

estrutura, pois caso algum parâmetro esteja fora dos limites estipulados pela legislação é necessário adequá-lo por meio de um tratamento antes do lançamento final.

A proposta de automonitoramento para esse tipo de efluente gerado nas atividades minerárias está apresentada na Tabela 17.

Tabela 17 - Proposta de automonitoramento sugerido pelo estudo para o efluente oleoso das minerações da BHRP

Parâmetros sugeridos pelo Estudo	Frequência de análise	Frequência de envio
Óleos e graxas totais	Mensal	Semestral
DQO	Mensal	Semestral
Substâncias tensoativas	Mensal	Semestral
Sólidos totais	Mensal	Semestral

Conforme apresentado na Tabela 17, a proposta prevê que esses parâmetros sejam monitorados mensalmente e o envio dos relatórios de monitoramento, emitidos pelo laboratório responsável seja enviado ao órgão ambiental semestralmente.

## 9.2 Padronização da Tipologia D – Indústria alimentícia

Os 8 empreendimentos da indústria alimentícia analisados pelo Indicador 1 realizam atividades da sub tipologia D-01 Indústria de Produtos Alimentares, sendo 6 cuja atividade consiste no abate de animais (pequeno, médio e grande portes); um que realiza a atividade de industrialização da carne, inclusive desossa, charqueada e preparação de conservas e o outro prepara o leite e fabrica produtos de laticínios.

### 9.2.1 Abatedouros de animais de pequeno, médio e grande porte (D-01-02-3/ D-01-03-1)

Os abatedouros são estabelecimentos que realizam o abate de animais, produzindo carne com osso (carcaças) e vísceras comestíveis. Alguns destes estabelecimentos também realizam corte e a desossa das carcaças, mas não industrializam a carne (CETESB, 2006).

O processo produtivo dos abatedouros consiste basicamente em seis etapas, conforme apresentado na Figura 52.

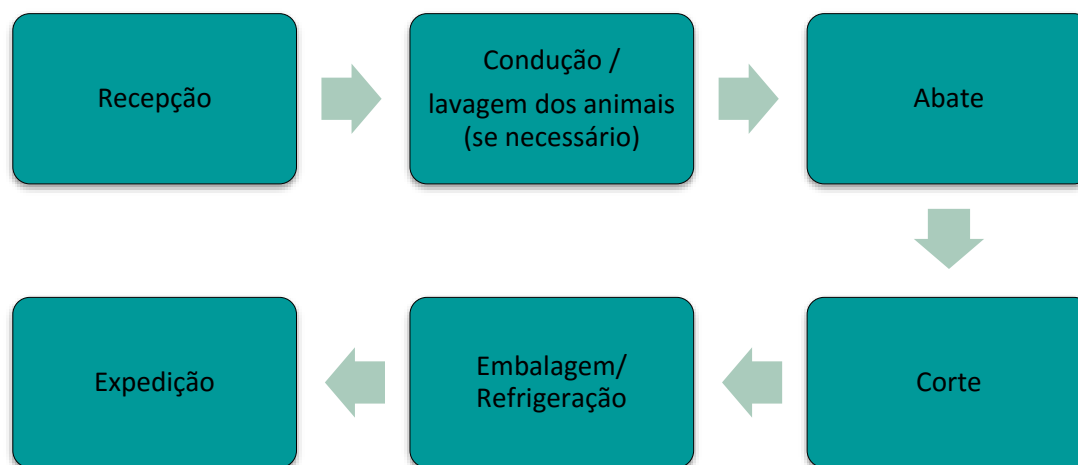


Figura 52 - Fluxograma básico do processo produtivo do abate de animais

Fonte: CETESB, 2006 (adaptado)

Com exceção da etapa de expedição, os efluentes industriais da atividade de abate são gerados em todas as outras etapas do fluxograma apresentado na Figura 52.

Na recepção dos animais, os mesmos são direcionados para locais onde ficam confinados (gaiolas, currais, etc.) até o momento do abate, estes locais apresentam grandes quantidades de esterco e urina. E para a higienização dos mesmos são utilizados água e desinfetante, o que constitui o efluente industrial desta etapa.

O efluente gerado na etapa de condução e lavagem dos animais apresenta as mesmas características do efluente da recepção. Nesta etapa é feita a lavagem dos animais, caso seja necessário, e para isto também são utilizados água e desinfetante para a higienização do piso.

Nas etapas de abate e corte, são geradas as maiores concentrações de matéria orgânica. Sangue, couros, peles, vísceras, gorduras e aparos constituem o efluente destas etapas. Nelas, a higienização se dá por água e produtos de limpeza (saneantes).

Segundo o UNEP (2000) citado pela CETESB (2006), de 80 a 95% da água utilizada nos abatedouros é descartada como efluente líquido. Estes possuem altos valores de DBO e



DQO, além de sólidos em suspensão e graxas. A seguir estão apresentadas as principais características deste efluente:

- Elevada carga orgânica, devido à presença de sangue, esterco, conteúdo estomacal não digerido além de conteúdo intestinal;
- Alto conteúdo de gordura;
- Variações de pH em função do uso de agentes de limpeza ácidos e básicos;
- Altos conteúdos de nitrogênio, fósforo e sal;
- Alterações de temperatura (uso de água quente e fria).

Conforme consta em pareceres técnicos de abatedouros da BHRP, neles é comum o monitoramento de 10 parâmetros, são eles: DBO, DQO, óleos e graxas, pH, sólidos sedimentáveis, sólidos suspensos, substâncias tensoativas, temperatura, vazão média diária e surfactantes. Fato corroborado pela minuta de Deliberação de 2010 que também sugere o monitoramento de 10 parâmetros. A Tabela 18 apresenta a relação dos parâmetros já monitorados pelos seis abatedouros e os parâmetros propostos por esta minuta.

Tabela 18 - Relação de parâmetros monitorados pelos abatedouros da BHRP e os propostos pela minuta de Deliberação de 2010

<b>Parâmetros monitorados pelos abatedouros da BHRP</b>	<b>Quant. de abatedouros</b>	<b>Proposto pela minuta de Deliberação de 2010?</b>
DBO	6	sim
DQO	6	sim
Nitrogênio amoniacal	0	sim
Óleos e graxas	6	sim
pH	6	sim
Sólidos sedimentáveis	6	sim
Sólidos suspensos	6	sim
Substâncias tensoativas	1	sim
Temperatura	4	sim
Vazão média diária	1	sim
Surfactantes	2	não

Observa-se que os parâmetros: DBO, DQO, óleos e graxas, pH, sólidos sedimentáveis e sólidos suspensos são monitorados em todos os seis empreendimentos.

Já o nitrogênio amoniacal foi proposto pela minuta de Deliberação de 2010, mas nenhum empreendimento o monitora. Além disso, o parâmetro “surfactantes” é monitorado por dois empreendimentos, mas não foi proposto pela minuta.

Para a elaboração da padronização do automonitoramento nos abatedouros foi levada em consideração a relevância dos parâmetros para a atividade, o processo produtivo e as características do efluente.

Nos abatedouros é de suma importância o monitoramento da DBO e DQO, pois segundo von SPERLING (2005) estes parâmetros são normalmente utilizados para a quantificação da matéria orgânica ou do seu potencial poluidor.

O monitoramento de óleos e graxas se faz necessário, pois a presença destas substâncias no efluente promove uma resistência à digestão anaeróbia (GUIMARÃES *et al.*, 2002).

Quanto ao pH, o monitoramento deste é considerado relevante, pois pode afetar as taxas de crescimento dos microrganismos, influencia no equilíbrio de compostos químicos além de possibilitar a precipitação de metais (von SPERLING, 2005).

Conforme citado por GIL (2010), os sólidos contribuem para a alteração da cor, aumento da turbidez e diminuição da transparência, se não forem monitorados podem afetar o ecossistema aquático devido à diminuição da fotossíntese.

O monitoramento da temperatura é importante, pois as alterações da mesma podem aumentar a taxa de reações físicas, químicas e biológicas, diminuir a solubilidade dos gases, além de aumentar a taxa de transferência de gases (von SPERLING, 2005).

Também é necessário o monitoramento da vazão média diária, pois os despejos industriais exercem grande influência no projeto de operação da Estação de Tratamento de Efluentes, além de ser relevante para a quantificação de cargas poluidoras (von SPERLING, 2005).

Já os surfactantes, também não propostos pela DN 2010, são comumente utilizados como base de produtos de limpeza para a higienização do local. A nomenclatura “surfactantes” não é abordada pela legislação, o termo normalmente utilizado é

“substâncias tensoativas”. Essas realizam o mesmo papel dos surfactantes e têm limites estabelecidos pela legislação. Assim, estas serão inseridas à proposta de automonitoramento.

Como as características desse tipo de indústria se assemelha muito aos efluentes sanitários é comum a presença de alguns nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo. Embora não monitorado pelos empreendimentos, o parâmetro Nitrogênio Amoniacal fará parte do plano de automonitoramento sugerido pelo Estudo, pois como detalhado anteriormente, podem ser geradas grandes quantidades de esterco e urina nos abatedouros e esta última é uma substância potencial de liberação de nitrogênio amoniacal através da hidrólise da uréia, além disso, essa substância também pode ser liberada através da matéria orgânica.

A partir da análise realizada, a proposta de automonitoramento dos abatedouros da BHRP está apresentada na Tabela 19. Vale ressaltar que a realização desse monitoramento é proposta para a entrada e saída da Estação de Tratamento de Efluentes - ETE.

Tabela 19 - Proposta de automonitoramento sugerido pelo estudo para os abatedouros da BHRP

Parâmetros sugeridos pelo Estudo	Frequência de análise	Frequência de envio
DBO	Mensal	Semestral
DQO	Mensal	Semestral
Nitrogênio Amoniacal	Mensal	Semestral
Óleos e graxas	Mensal	Semestral
pH	Mensal	Semestral
Sólidos sedimentáveis	Mensal	Semestral
Sólidos suspensos	Mensal	Semestral
Substâncias tensoativas	Mensal	Semestral
Temperatura	Mensal	Semestral
Vazão média diária	Mensal	Semestral

Conforme apresentado na Tabela 19, a proposta prevê que esses parâmetros sejam monitorados mensalmente e o envio dos relatórios de monitoramento, emitidos pelo laboratório responsável seja enviado ao órgão ambiental semestralmente.

### 9.2.2 Industrialização da carne, inclusive desossa, charqueada e preparação de conservas (D-01-04-1)

Segundo a CETESB (2006), diferentemente dos abatedouros, na industrialização da carne não ocorre a etapa de abate dos animais. As carnes são compradas em carcaças ou cortes, dos abatedouros/matadouros ou frigoríficos para seu processamento e geração de derivados e subprodutos.

O processo produtivo da industrialização da carne consiste basicamente em quatro etapas, conforme apresentado na Figura 53.

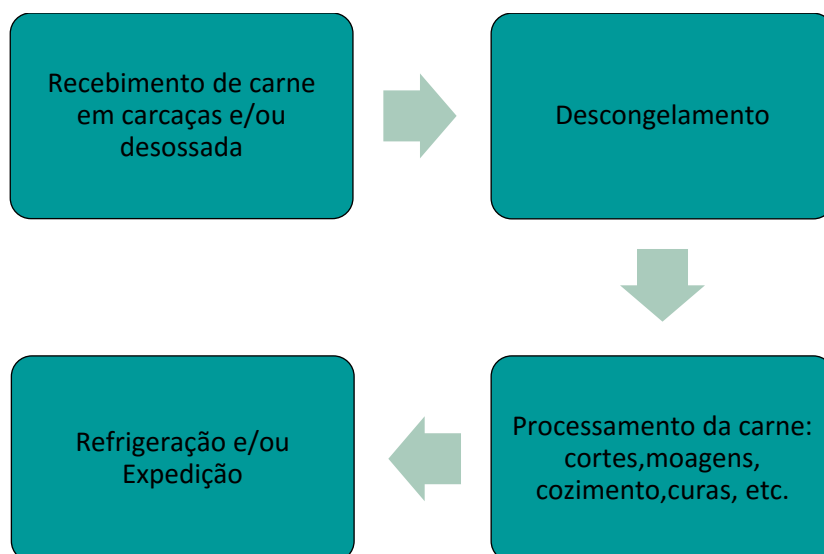


Figura 53 - Fluxograma básico da industrialização da carne  
Fonte: CETESB, 2006 (adaptado)

Com exceção da etapa de refrigeração e/ou expedição, as demais representadas na Figura 53 geram efluentes industriais em função da utilização de água e produtos de limpeza para a higienização, além de sangue, gordura, emulsões e fragmentos de carne. Mesmo sem a etapa de abate dos animais, as características do efluente da industrialização da carne se assemelham ao efluente gerado nos abatedouros, uma vez que ocorre a manipulação e processamento da carne.

Assim, conforme consta em pareceres técnicos de empreendimentos que industrializam carne na BHRP, é comum o monitoramento de 8 parâmetros e são eles: ABS, DBO, DQO, óleos e graxas, pH, sólidos sedimentáveis, sólidos suspensos e temperatura. A Tabela 20 apresenta a relação dos parâmetros já monitorados e os propostos pela minuta de Deliberação de 2010.

Tabela 20 - Relação de parâmetros monitorados por empreendimentos que industrializam carne e os propostos pela minuta de Deliberação de 2010

Parâmetros monitorados pelas indústrias da carne da BHRP	Monitorado pela indústria?	Proposto pela minuta de Deliberação de 2010?
ABS	sim	não
Cloretos	não	sim
DBO	sim	sim
DQO	sim	sim
Óleos e graxas	sim	sim
pH	sim	sim
Sólidos sedimentáveis	sim	sim
Sólidos suspensos	sim	sim
Substâncias tensoativas	não	sim
Temperatura	sim	sim
Vazão média diária	não	sim

Observa-se que os parâmetros: DBO, DQO, óleos e graxas, pH, sólidos sedimentáveis e sólidos suspensos são monitorados e também foram propostos pela minuta.

Assim como nos abatedouros, na industrialização da carne é de suma importância o monitoramento da DBO e DQO, pois segundo von Sperling (2005) estes parâmetros são normalmente utilizados para a quantificação da matéria orgânica ou do seu potencial poluidor.

Já o monitoramento de óleos e graxas é mesmo necessário, pois a presença destas substâncias no efluente promove uma resistência à digestão anaeróbia (GUIMARÃES *et al*, 2002).

Quanto ao pH, o monitoramento deste é considerado relevante, pois pode afetar as taxas de crescimento dos microrganismos, influencia no equilíbrio de compostos químicos além de possibilitar a precipitação de metais (von SPERLING, 2005).

E a presença de sólidos em suspensão nesse tipo de efluentes contribui para a alteração da cor, aumento da turbidez e diminuição da transparência, se não forem monitorados podem afetar o ecossistema aquático devido à diminuição da fotossíntese.

Já o parâmetro ABS é monitorado, mas não foi proposto pela minuta e os parâmetros cloretos, substâncias tensoativas, temperatura e vazão média diária não são monitorados pela indústria, mas foram propostos pela minuta de Deliberação de 2010.

As “substâncias tensoativas”, devem ser monitoradas, uma vez que na industrialização da carne é comum o uso de produtos de limpeza e nestes estão presentes estas substâncias.

Já os cloretos, embora não sejam monitorados pela indústria, foram propostos pela minuta e também serão propostos pelo plano de monitoramento em questão. Pois, para a industrialização da carne, especialmente em processos como o charqueamento e preparação de conservas é comum o uso de cloreto de sódio – sal – para a desidratação da carne. Por isso, propõe-se o monitoramento do parâmetro “cloreto”.

Foi considerado importante acrescentar o monitoramento da vazão média diária na proposta, mesmo que esta não seja monitorada pela indústria, pois ela auxiliará na operação da estação de tratamento do efluente.

A partir da análise realizada, a proposta de automonitoramento para a industrialização da carne na BHRP está apresentada na Tabela 21. Vale ressaltar que a realização desse monitoramento é proposta para a entrada e saída da Estação de Tratamento de Efluentes - ETE.

Tabela 21 - Proposta de automonitoramento sugerido pelo estudo para a industrialização da carne na BHRP

Parâmetros sugeridos pelo Estudo	Frequência de análise	Frequência de envio
Cloretos	Mensal	Semestral
DBO	Mensal	Semestral
DQO	Mensal	Semestral
Óleos e graxas	Mensal	Semestral
pH	Mensal	Semestral
Sólidos sedimentáveis	Mensal	Semestral
Sólidos suspensos	Mensal	Semestral
Substâncias tensoativas	Mensal	Semestral
Temperatura	Mensal	Semestral
Vazão média diária	Mensal	Semestral

Conforme apresentado na Tabela 21, a proposta prevê que esses parâmetros sejam monitorados mensalmente e o envio dos relatórios de monitoramento, emitidos pelo laboratório responsável seja enviado ao órgão ambiental semestralmente.

### 9.2.3 Preparação do leite e fabricação de produtos de laticínios (D-01-06-6)

Segundo a CETESB (2006), a fabricação de produtos de laticínios é caracterizada pela diversidade de produtos, sendo os mais comuns: manteiga, queijo, requeijão, doce de leite e leite. Estes, também chamados de “produtos lácteos” são obtidos através da preparação e elaboração do leite.

O processo produtivo básico da fabricação de produtos de laticínios consiste basicamente em sete etapas, conforme apresentado na Figura 54.

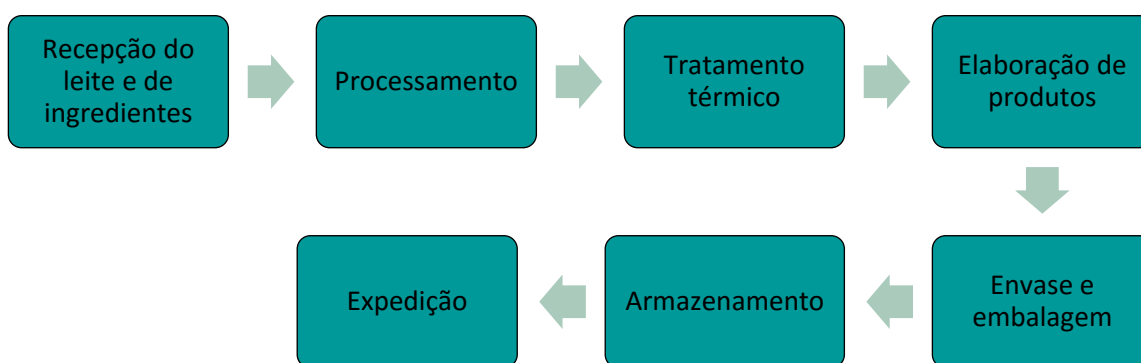


Figura 54 - Fluxograma básico da produção de produtos de laticínios

Fonte: CETESB, 2006

Com exceção da etapa de expedição, os efluentes industriais são gerados em todas as outras seis etapas do fluxograma apresentado na Figura 54.

Nas etapas de recepção do leite, processamento, tratamento térmico, elaboração de produtos e envase e embalagem, o efluente industrial é gerado na lavagem de pisos, tanques de armazenamento, tubulações e equipamentos. Além de derrames, perdas no processo e descartes de produtos ou subprodutos rejeitados.



Embora o efluente industrial dessa atividade tenha uma natureza similar, a sua composição varia um pouco com o produto lácteo fabricado. Vale destacar as fabricações de manteiga e queijos, nas quais ocorre o descarte/derrame de soro. Este é considerado o maior potencial poluidor da indústria de laticínios e por isso o efluente gerado na fabricação desses produtos lácteos merece uma atenção especial.

Há também o efluente gerado na limpeza dos equipamentos, neste caso são utilizados produtos de limpeza como detergentes neutros, alcalinos e ácidos, além de desinfetantes.

O leite, matéria prima dessa atividade, é composto principalmente por água - 87,5%, além de substâncias como lactose, proteínas, gorduras e sais minerais (CETESB, 2006). Essas quatro substâncias são as principais componentes orgânicas dos efluentes industriais provenientes da fabricação de produtos de laticínios.

A seguir estão apresentadas as principais características deste efluente:

- Altos teores de matéria orgânica;
- Óleos e graxas devido à gordura do leite;
- Elevados teores de nitrogênio e fósforo devido ao uso de produtos saneantes;
- Alta condutividade, especialmente na produção de queijos devido ao resíduo de cloreto de sódio utilizado no processo de salga;
- Variações de temperatura

Para a fabricação de produtos de laticínio, a minuta de Deliberação de 2010 sugere o monitoramento de 10 parâmetros. A Tabela 22 apresenta a relação dos parâmetros já monitorados e os parâmetros propostos por esta minuta.

Tabela 22 - Relação de parâmetros monitorados pelo empreendimento que fabrica produtos de laticínio e os propostos pela minuta de Deliberação de 2010

Parâmetros	Monitorado pela indústria?	Proposto pela minuta de Deliberação de 2010?
Cloretos	sim	não
DBO	sim	sim
DQO	sim	sim

Parâmetros	Monitorado pela indústria?	Proposto pela minuta de Deliberação de 2010?
Nitrogênio amoniacal total	sim	sim
Óleos e graxas	sim	sim
pH	sim	sim
Sólidos sedimentáveis	sim	sim
Sólidos suspensos	sim	sim
Substâncias tensoativas	sim	sim
Temperatura	sim	sim
Vazão média diária	sim	sim

Observa-se que, com exceção do parâmetro “cloretos”, todos os outros são monitorados e foram propostos pela minuta de Deliberação de 2010.

Semelhante aos abatedouros e a industrialização da carne, é comum na fabricação de produtos de laticínios o monitoramento dos parâmetros: DBO, DQO, nitrogênio amoniacal total, óleos e graxas, pH, sólidos sedimentáveis, sólidos suspensos, substâncias tensoativas, temperatura e vazão média diária.

Portanto, sabendo que as características do efluente são semelhantes e a relevância destes parâmetros já tenha sido detalhada anteriormente, estes 10 parâmetros também irão compor a proposta de monitoramento para a fabricação de produtos de laticínios.

Embora não sugerido pela minuta de Deliberação de 2010, viu-se necessário o acréscimo do parâmetro “cloretos” na proposta de plano de automonitoramento apenas naqueles empreendimentos que utilizam cloretos na fabricação dos produtos. Pois, nesse tipo de atividade é comum o uso de sais, principalmente o cloreto de sódio, utilizado para dar sabor ao produto.

A partir da análise realizada, a proposta de automonitoramento da fabricação de produtos de laticínios da BHRP está apresentada na Tabela 23.

Tabela 23 - Proposta de automonitoramento sugerido pelo estudo para a indústria de fabricação de produtos de laticínios da BHRP

Parâmetros sugeridos pelo Estudo	Frequência de análise	Frequência de envio
Cloretos	Mensal	Semestral
DBO	Mensal	Semestral
DQO	Mensal	Semestral

Parâmetros sugeridos pelo Estudo	Frequência de análise	Frequência de envio
Nitrogênio Amoniacal	Mensal	Semestral
Óleos e graxas	Mensal	Semestral
pH	Mensal	Semestral
Sólidos sedimentáveis	Mensal	Semestral
Sólidos suspensos	Mensal	Semestral
Substâncias tensoativas	Mensal	Semestral
Temperatura	Mensal	Semestral
Vazão média diária	Mensal	Semestral

Conforme apresentado na Tabela 23, a proposta prevê que esses parâmetros sejam monitorados mensalmente e o envio dos relatórios de monitoramento, emitidos pelo laboratório responsável seja enviado ao órgão ambiental semestralmente.

## 10 DIRETRIZES

A partir da análise dos dados obtidos nas etapas deste Estudo, foram verificadas fragilidades e deficiências da gestão dos efluentes industriais nos empreendimentos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba. Logo, serão apresentadas diretrizes gerais para a melhoria da gestão das águas da bacia. Primeiramente serão apresentados os principais problemas identificados e em seguida as diretrizes.

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

A documentação dos processos de regularização ambiental está armazenada no Sistema Integrado de Informações Ambientais – SIAM e para o levantamento de dados desse estudo, foram coletadas informações nesse sistema. Mas, observou-se que muitos documentos estão indisponíveis para pesquisa e outros estão disponíveis, porém ilegíveis. Vale também ressaltar que em alguns casos observou-se que documentos estavam arquivados em uma pasta diferente da qual deveriam estar.

### **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 dentre outros tópicos.

Além disso, a cartilha também contaria com um passo a passo detalhado das 6 etapas a serem realizadas desde o recebimento dos documentos à digitalização, conforme listado abaixo:

- 1) Recebimento dos documentos;
- 2) Registro por protocolo;

- 3) Distribuição;
- 4) Tramitação;
- 5) Expedição e;
- 6) Digitalização dos documentos.

### **Problema 2 – Inexistência de dados automatizados no SIAM**

Com o envio dos ofícios, foram recebidas muitas planilhas de automonitoramento, no entanto, estas planilhas seguiram um modelo estabelecido pela Gerência de Monitoramento de Efluentes – GEDEF/FEAM (Apêndice 3) cuja finalidade foi facilitar a compilação de dados. No entanto, observou-se que os relatórios de automonitoramento presentes no SIAM não têm um padrão básico, cada um segue um modelo. Além disso, devido falta de digitalização dos documentos, dificulta a compilação manual desses dados em planilhas de Excel.

### **Diretriz 2 – Automatização dos dados 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. 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 – Ausência do envio do automonitoramento de efluentes em AAFs**

O automonitoramento de efluentes é importante, pois através dele é possível verificar o desempenho ambiental dos empreendimentos por meio da eficiência dos sistemas de tratamento, mas no caso das AAFs ele não é encaminhado pelo órgão ambiental.

Nelas, por serem licenciamentos simplificados, não existem programas de monitoramento definidos pelo órgão ambiental com intuito de avaliar e acompanhar os efluentes gerados. Nesse caso, a ausência de um plano de monitoramento dificulta o

acompanhamento pelo órgão ambiental, além de ser um empecilho quanto à quantificação do impacto dos efluentes nos cursos d'água.

### **Diretriz 3 – Detalhamento econômico e ambiental da implementação do automonitoramento em AAFs**

Para auxiliar o órgão ambiental quanto à gestão dos efluentes gerados pelas AAFs, torna-se necessário um estudo econômico e ambiental, para a definição do programa de automonitoramento que se adequa a realidade das AAFs.

A realização do automonitoramento envolve custos que depende de quais os parâmetros serão monitorados bem como a frequência, portanto a definição do escopo do programa é importante, pois são fatores que influenciam no preço do automonitoramento e pode ser um dificultador para a realização do mesmo.

Além do estudo econômico é necessário realizar um detalhamento ambiental que consiste na caracterização do efluente gerado, a fim de determinar se o monitoramento é mesmo essencial ou se o impacto do lançamento pode ser considerado insignificante.

Se analisarmos o impacto gerado por um único empreendimento com AAF em um curso d'água, o automonitoramento pode ser julgado desnecessário, mas é necessário detalhamento ambiental, pois na bacia a maioria dos empreendimentos são AAFs. Sendo, portanto, necessário avaliar o impacto global do lançamento de efluentes de todos os empreendimentos regularizados com AAFs nos cursos d'água.

### **Problema 4 – Inexistência de Plano Diretor da BHRP**

O Plano Diretor de Recursos Hídricos é um importante instrumento de gestão cuja finalidade é promover uma administração ambiental efetiva, além de garantir equilíbrio entre a oferta e demanda das águas, recuperar, manter e conservar a biota aquática (CIBAPAR, 2016).

No caso da BHRP, o Plano Diretor está em elaboração desde fevereiro de 2008, mas até a conclusão desse estudo ainda não tinha finalizado. A empresa responsável pela sua elaboração é a Holos Engenharia Sanitária e Ambiental e conta com o apoio do IGAM e do Fundo de Recuperação, Proteção e Desenvolvimento Sustentável das Bacias Hidrográficas do Estado de Minas Gerais – Fhidro. Este último já investiu 430 mil reais na elaboração do plano (CIBAPAR, 2016).

A ausência do Plano Diretor dificulta a gestão das águas da bacia. Pois, através dele seria possível conhecer as áreas prioritárias de investimento em saneamento bem como saber a relevância e possíveis consequências, da implantação de empreendimentos, nas águas da bacia.

#### **Diretriz 4 – Conclusão do Plano Diretor da BHRP**

A elaboração desse plano o quanto antes se faz necessária devido à grande importância desse instrumento para a gestão das águas da bacia. Através dele poderiam ser determinadas áreas prioritárias de investimento em saneamento, infraestrutura, etc. Propõe-se então que os órgãos e empresas envolvidos sejam procurados e cobrados quanto à finalização do plano diretor.

Com a elaboração do estudo em questão, observou-se que é grande o volume outorgado pelos empreendimentos instalados na bacia, e a criação do Plano Diretor seria uma possível opção para o controle da captação de água, através da cobrança do uso da água. Isso tornaria conhecida a situação atual dos recursos hídricos da BHRP.

#### **Problema 5 – Extinção de empregos devido ao encerramento de atividades minerárias**

Através da caracterização dos empreendimentos instalados na BHRP, observou-se que o maior número de empreendimentos é da Tipologia B – indústria metalúrgica e outras, seguida da Tipologia A – atividade minerária. Essas tipologias estão diretamente ligadas uma vez que a matéria prima utilizada pela metalurgia, na maioria das vezes, provém das minerações.

Porém, observou-se que em um período de 20 anos muitos empreendimentos minerários estarão encerrando suas atividades e isso causará um impacto social muito grande na bacia devido à cessação de empregos. Como a indústria metalúrgica está diretamente ligada às atividades minerárias, o desemprego atingiria proporções ainda maiores.

### **Diretriz 5 – Estudos econômicos quanto a uma possível vocação econômica do município que garanta a geração de empregos**

Para minimizar o impacto causado por essa extinção de empregos, propõe-se um estudo econômico das regiões que serão impactadas para que a economia da bacia não seja tão prejudicada. A proposta consiste em um estudo econômico aprofundado visando descobrir uma nova vocação econômica dessas regiões que garantam a estabilidade econômica independente do encerramento das atividades minerárias na região.

Para a elaboração desses estudos propõe-se a parceria com a Associação dos Municípios Mineradores de Minas Gerais – AMIG. Essa associação é uma sociedade civil sem fins lucrativos que atua na defesa dos municípios minerários do Estado. Ela seria um forte aliado na elaboração desses estudos, pois conta com uma equipe de alta qualidade que auxilia os municípios em áreas jurídicas, meio ambiente e principalmente na recomposição de parte da perda da receita. Além disso, oferece apoio e colabora no estudo e na solução de demandas que envolvam os municípios mineradores.

### **Problema 6 – Outorga**

Durante o estudo, foram observados empreendimentos com volume outorgado inferior ao consumo de água. Conseqüentemente, esses empreendimentos têm outras fontes de água, sendo o mais comum a COPASA. No entanto, próximos a eles, foram encontrados outros empreendimentos com volume de outorga superior ao consumo.

### **Diretriz 6 – Compatibilização do consumo e volume outorgado**

Devido a esse quadro, é sugerido às Suprams que façam um estudo mais detalhado sobre a relação entre volume de outorga e volume de captação, bem como a destinação dos volumes que estão sendo captados. Através desse levantamento, seria possível:

- Evitar que volumes de captação sejam superiores ao volume outorgado;
- Compatibilização do consumo médio de água e do volume outorgado.

### **Problema 7 - Ausência de atendimento da frequência de envio dos relatórios de automonitoramento**

A frequência de envio dos relatórios de automonitoramento ao órgão ambiental foi um



o subindicador com menor de nível de atendimento no âmbito do indicador 2, tanto para efluentes quanto para águas superficiais. Ressalta-se que alguns empreendimentos realizavam as análises dos parâmetros na frequência solicitada, mas não enviavam os relatórios ao órgão ambiental, demonstrando negligência com o cumprimento do programa.

**Diretriz 7: Programas de sensibilização e autuações.**

O envio dos relatórios de automonitoramento ao órgão ambiental é de suma importância para a realização da auditoria do programa. Portanto, é necessária uma sensibilização com os empresários quanto da formalização do processo de licenciamento, informando da necessidade de protocolar os relatórios ao órgão ambiental. Dessa maneira, poderiam ser distribuídos folders explicativos além de um documento oficial a ser enviado junto com a licença ambiental contendo as instruções a seguir no momento da protocolização do relatório. Outra maneira de ajudar nesse problema seria a aplicação de penalidade logo nas primeiras vezes em que houvesse o descumprimento da frequência solicitada.

**Problema 8 – Ausência da solicitação da frequência de envio aos empreendimentos.**

Os órgãos ambientais são responsáveis por solicitar a frequência de envio dos relatórios de automonitoramento. Ao omitirem essa informação na licença ambiental a auditoria do automonitoramento fica prejudicada.

**Diretriz 8: Padronização dos programas de automonitoramento.**

Para a efetiva auditoria dos programas de automonitoramento é essencial que os empreendimentos com a mesma classe e subtipologias tenham programas de automonitoramento mais semelhantes (visando maior fundamentação e eficiência nas auditorias). A etapa mais básica para atingir essa padronização, é que em primeiro lugar todas as informações estejam presentes, tais como: frequência de análise, frequência de envio, parâmetros que devem ser analisados e pontos/locais que devem ser analisados. A partir disso, discussões mais aprofundadas podem ser estabelecidas, para que ocorra uma padronização entre as subtipologias.

## 11 CONCLUSÃO

A qualidade do efluente industrial foi boa para a maioria dos empreendimentos avaliados no estudo. No entanto, foram encontradas várias inconsistências nas informações que muitas vezes não puderam ser sanadas pela dificuldade de obter dados no SIAM. Desta forma, esses dados das declarações apresentadas pelos empreendedores algumas vezes não puderam ser aproveitados, afetando seriamente o trabalho, bem como a aplicação de penalidades. Além disso, a ausência dos dados de automonitoramento das AAF's afetou uma estimativa da qualidade do total do efluente industrial que é lançado na bacia.

Portanto, para uma gestão eficiente da BHRP é necessário a implementação das diretrizes.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

\_\_\_\_\_. *Deliberação Normativa COPAM nº 14, de 28 de dezembro de 1995*. Dispõe sobre o enquadramento das águas da Bacia do rio Paraopeba. Belo Horizonte: Diário do Executivo - "Minas Gerais", 1995.

\_\_\_\_\_. *Norma Reguladora de Mineração – NRM 18. Beneficiamento*. Disponível em: <[http://www.dnrm-pe.gov.br/Legisla/nrm\\_18.htm](http://www.dnrm-pe.gov.br/Legisla/nrm_18.htm)>. Acesso em 14 de janeiro de 2016.

\_\_\_\_\_. *Norma Reguladora de Mineração – NRM 19. Disposição de Estéril, Rejeitos e Produtos*. Disponível em: <[http://www.dnrm-pe.gov.br/Legisla/nrm\\_19.htm](http://www.dnrm-pe.gov.br/Legisla/nrm_19.htm)>. Acesso em 14 de janeiro de 2016.

\_\_\_\_\_. *Resolução RDC nº 173, de 13 de setembro de 2006*. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Boas Práticas para Industrialização e Comercialização de Água Mineral Natural e de Água Natural e a Lista de Verificação das Boas Práticas para Industrialização e Comercialização de Água Mineral Natural e de Água Natural. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br>>. Acesso em 03 de março de 2016.

Agencia Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais - ARSAE-MG. *Relatório de Fiscalização: Sistema Integrado de Abastecimento de Água da RMBH – Bacia Paraopeba, 2013*.

BICHUETI, *O uso da água na mineração: uma análise da produção científica internacional*, 2014. Journal of Environmental Management and Sustainability – JEMS Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade - GeAS Vol. 3, N. 2. Maio. / Agosto. 2014.

Centro de Tecnologia Mineral - CETEM. *Tratamento de minérios*, 4ª edição Revisada e Ampliada, Rio de Janeiro: 2004.

CETESB - Guia Técnico Ambiental de Abate (BOVINO E SUÍNO) - Série P+L, 2006. Disponível em: <<http://www.crq4.org.br/downloads/abate.pdf>>. Acesso em 06 de maio de 2016.

CETESB – Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo. Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem, 2009. Disponível em: <<http://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/32/2013/11/variaveis.pdf>>. Acesso em 25 de junho de 2016.

Consórcio Intermunicipal da Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba - CIBAPAR. *A Bacia Hidrográfica do Paraopeba*. Disponível em: <<http://www.aguasdoparaopeba.org.br>>. Acesso em: 17 de dezembro de 2014.

Consórcio Intermunicipal da Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba - CIBAPAR. Site institucional. Disponível em: <<http://www.cibapar.org.br/a-bacia>>. Acesso em: 29 fev. 2016.

Consórcio Público para Desenvolvimento do Alto Paraopeba – CODAP. *Alto Paraopeba, um dos maiores pólos de desenvolvimento do país, 2010*. Disponível em: <[http://www.fazitocomunicacao.com.br/imagens/20120311\\_Rev\\_CODAP\\_01.pdf](http://www.fazitocomunicacao.com.br/imagens/20120311_Rev_CODAP_01.pdf)>. Acesso em: 10 de dezembro de 2014.

COSTA, Adivane Terezinha. *Geoquímica das águas e dos sedimentos da Bacia do Rio Gualaxo do Norte, leste-sudeste do Quadrilátero Ferrífero (MG): Estudo de uma área afetada por atividades de extração mineral, 2001*. Dissertação de mestrado, UFOP – Universidade Federal de Ouro Preto.

DIANA, Janice Padilha; CERUTI, Fabiane Cristina; VIDAL, Carlos Magno de Sousa et al., 2011. *Análise da utilização de três diferentes coagulantes na remoção da turbidez de água de manancial de abastecimento*. Disponível em: < [http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc2011/anais/diana\\_janice\\_padilha2.pdf](http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc2011/anais/diana_janice_padilha2.pdf)>. Acesso em 12 de dezembro de 2016.

DURÃES, M. F. *Caracterização e avaliação do estresse hidrológico da bacia do rio Paraopeba, por meio de simulação chuva-vazão de cenários atuais e prospectivos de ocupação e uso do solo utilizando um modelo hidrológico distribuído*. Dissertação, Pós-Graduação/Universidade Federal de Minas Gerais, 2010.

Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM, *Plano de Ação para a Adequação Ambiental das Indústrias de Siderurgia Não-Integrada a Carvão Vegetal no Estado de Minas Gerais*, 2009. Estudo para Gestão do Monitoramento de Efluentes Industriais na Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba. Disponível em: < <http://www.feam.br/images/stories/arquivos/producaosustentavel/2012/plano-de-acao-gusa-arte-final.pdf>>. Acesso em 24 de fevereiro de 2016.

Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM. *Plano de Incremento do Percentual de Tratamento de Esgotos Sanitários na Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba, 2011*. Disponível em: <<http://www.feam.br>>. Acesso em: 20 abr. 2016.

Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM, *Gestão de passivos ambientais na mineração. Plano de ação para sustentabilidade do setor de rochas ornamentais, Ardósia Papagaios, 2010*. Disponível em: < [http://www.feam.br/images/stories/arquivos/producaosustentavel/plan%20acao\\_rochas\\_ornamentais\\_ardosia.pdf](http://www.feam.br/images/stories/arquivos/producaosustentavel/plan%20acao_rochas_ornamentais_ardosia.pdf)>. Acesso em 13 de julho de 2016.

FLORÊNCIO, Evandro. *O automonitoramento no Estado de Minas Gerais - estudo de caso: bacia hidrográfica do Rio Itabirito, 2010*. 115f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2010.

GIL, Anelise Sertoli Lopes. *Caracterização do efluente de ETE de abatedouro visando reuso, Universidade de Passo Fundo, 2010*.

GUIMARÃES, A. K. V.; MELO, H. N. S. *Avaliação Estatística da Determinação do Teor de Óleos e Graxas em Efluente Doméstico*. ABES, 2002

Heller, Léo; Murtha, Ney Albert Concepção de alternativa tecnológica para o tratamento de efluentes dos processos de extração e beneficiamento da ardósia, 1999. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES. 20º Congresso brasileiro de engenharia sanitária e ambiental.

HUITEMA, Dave; MEIJERINK, Sander. *Understanding and managing water transitions: a policy science perspective. In: International Conference on Adaptive & Integrated Water Management. Institute of Environmental Systems Research, 2007.* Disponível em: <<http://www.newater.uni-osnabrueck.de/caiwa/data/papers%20session/G1/springer/G1/springer01-Meijerink.pdf>>. Acesso em 03 mar.2016.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. *Estimativas da população residente no Brasil e unidades da federação com data de referência em 1º de julho de 2015.* Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas-de-populacao/estimativas-2015/estimativa-dou-2015-20150915.pdf>>. Acesso em 15 jan. 2016

Instituto Brasileiro de Mineração – IBRAM. *A indústria da mineração e o crescimento do Brasil, 2007.* Disponível em: <<http://www.ibram.org.br/sites/700/784/000000439.pdf>>. Acesso em 29 fev. 2016.

Instituto Brasileiro de Mineração – IBRAM. *Informações sobre a Economia Mineral do Estado de Minas Gerais, 2014.* Disponível em: <<http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00004355.pdf>> Acesso em 26 de fevereiro de 2016.

Instituto Mineiro de Gestão das águas – IGAM. *2º Relatório de Gestão e Situação dos Recursos Hídricos em Minas Gerais, 2014.* Disponível em: <<http://www.cbhdoce.org.br/wp-content/uploads/2015/01/2%C2%BO-Relat%C3%B3rio-de-Gest%C3%A3o-e-Situa%C3%A7%C3%A3o-dos-Recursos-H%C3%Adricos-de-Minas-Gerais-2013.pdf>>. Acesso em 18 abr.2016.

Instituto Mineiro de Gestão das águas – IGAM. *Conheça a Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba.* Disponível em: <<http://comites.igam.mg.gov.br/comites-estaduais/bacia-do-rio-sao-francisco/sf3-cbh-do-rio-paraopeba/1104-conheca-a-bacia>>. Acesso em 17 de dezembro de 2014.

Instituto Mineiro de Gestão das águas – IGAM. *Estudos das metas de qualidade: bacia hidrográfica do Rio Paraopeba 2005. Belo Horizonte: Igam, 2005.* Disponível em: <[http://www.redeapasul.com.br/conheca\\_a\\_apa\\_sul\\_bacias\\_hidrograficas/estudo\\_metas\\_paraopeba.pdf](http://www.redeapasul.com.br/conheca_a_apa_sul_bacias_hidrograficas/estudo_metas_paraopeba.pdf)>. Acesso em: 20 de dezembro de 2014.

Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM. Identificação de municípios com condição crítica para a qualidade de água na bacia do rio Paraopeba. Belo Horizonte: 2013.

Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM. Rio Paraopeba terá plano para incremento do tratamento de esgoto, 2011. Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov>>

.br/banco-de-noticias/1-ultimas-noticias/1053-rio-paraopeba-tera-plano-para-incremento-do-tratamento-de-esgoto>. Acesso em: 03 mar. 2016.

MARQUES, M. O.; FILHO, B. C.; BASTOS, R. K. X. *et al.* Uso de esgotos tratados em irrigação: Aspectos agronômicos e ambientais. In: BASTOS, R.K.X. (coord.). In: Utilização de esgotos tratados em fertirrigação, hidroponia e piscicultura, Rio de Janeiro: ABES. p.60-118, 2003.

MATOS, A.T. *Tratamento de resíduos agroindustriais. Curso sobre tratamento de resíduos agroindustriais.* Departamento de Engenharia Agrícola e Ambiental/UFV. Fundação Estadual do Meio Ambiente. Maio de 2005

MATOS, F.; DIAS, R. A gestão dos recursos hídricos no Estado de Minas Gerais e a situação da Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba. *Gestão & Regionalidade*, v. 28, n. 83, p. 21-34, 2012.

MATOS, Fernanda; DIAS, Reinaldo. *Consórcios intermunicipais e a bacia hidrográfica do rio Paraopeba.* Revista Espacios, vol.32, n.4, p.25, 2011. Disponível em: < <http://www.revistaespacios.com/a11v32n04/113204112.html>>. Acesso em: 26 fev. 2016.

MINAS GERAIS. Decreto nº 45.825, de 20 de dezembro de 2011. Contém o Estatuto da Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM. Belo Horizonte: Diário do Executivo – “Minas Gerais”, 2011.

MINAS GERAIS. Decreto nº 46.636, de 28 de outubro 2014. Contém o Regulamento do Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM – e altera o Decreto nº 41.578, de 8 de março de 2001. Belo Horizonte: Diário do Executivo – “Minas Gerais”, 2011.

Ministério Público do estado de Minas Gerais – MPMG. *Guia técnico para atuação do ministério público no licenciamento ambiental de atividades de mineração*, 2012.

OLIVEIRA, Jessica Duarte de Auditoria *em torres de resfriamento em indústrias químicas/UFBA* 2011.Disponível em: < <http://www.pei.ufba.br/novo/uploads/uploads/biblioteca/TCC-jessica%20REV%203.pdf>>. Acesso em 01.mar.2016.

PAGANINI, Wanderley da Silva. Disposição de esgotos no solo: 12 anos de monitoramento. In: 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Foz do Iguaçu: ABES. p.920-949, 1997. Disponível em: <<http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacd/abes97/doce.pdf>>. Acesso em: 22 fev. 2016.

PENTEADO, José Carlos P.; EL SEOUD, Omar A.; CARVALHO, Lilian R. F. Alquilbenzeno sulfonato linear: uma abordagem ambiental e analítica. *Quím. Nova*, São Paulo, v. 29, n. 5, p. 1038-1046, out. 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=s010040422006000500025](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s010040422006000500025)>. Acesso em: 27 junho de 2016.

PIVELI, Roque Passos. *Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos*, 2016.

RUBIM, Cristiane. *O descarte de efluentes líquidos industriais deve ser sempre tratado*, 2014. Disponível em: < <http://www.revistatae.com.br/noticialnt.asp?id=7201>>. Acesso em 20 de junho de 2016.

SABINO, Claudia de Vilhena Schayer; ABREU, João Francisco de; LOBATO, Wolney *et al.* Análise de alguns aspectos da qualidade da água da Bacia do Rio Paraopeba utilizando estatística multivariada. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, vol. 8, núm. 2, 2008, pp. 6-18, 2008.

SANCHES, Djalma Luis; MECI, Andréa. *Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo*, 2010. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010340142010000100016&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010340142010000100016&script=sci_arttext&tlng=en)> . Acesso em 27 de junho de 2016.

SANTOS, J. A. C. Estudo da influência do cloreto de sódio na remoção de matéria orgânica, na determinação da DQO e na microbiota em um sistema de tratamento aeróbio por lodos ativados, 2010. 97 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

SCHVARTZMAN, Alberto Simon; NASCIMENTO, Nilo de Oliveira & SPERLING, Marcos Von. *Outorga e cobrança pelo uso de recursos hídricos: aplicação à bacia do Rio Paraopeba, MG*. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. VII n. 1, p.103-122, Porto Alegre, 2002.

Serviço Brasileiro de apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE. Manual de Conservação e Reuso de Água na Indústria, 2006. Disponível em: < <https://www2.cead.ufv.br/sgal/files/apoio/saibaMais/saibaMais4.pdf>>. Acesso em 01 de março de 2016.

Serviço Brasileiro de apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE. *Manual de Regularização Ambiental*, 2008. Disponível em: <[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS\\_CHRONUS/bds/bds.nsf/064FD5C9290BABB4832575A005B7884C/\\$File/NT00040D5E.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/064FD5C9290BABB4832575A005B7884C/$File/NT00040D5E.pdf)>. Acesso em 08 de setembro de 2015.

SILVA, Gilson Pereira; FONTES, Mauricio Paulo Ferreira; COSTA, Liovando Marciano; BARROS, Nairam Felix. *Caracterização química, física e mineralógica de estéreis e rejeito da mineração de ferro da Mina de Alegria, Mariana – MG*. *Revista Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.36, p.45-52, 2006.

UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME; DEPA – DANISH ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY; COWI Consulting Engineers and Planners AS, Denmark. Cleaner production assessment in meat processing. Paris: UNEP, 2000. Disponível em: <http://www.agrifood-forum.net/publications/guide/index.htm>

VALE, *Minério de ferro e pelotas*, 2016. Disponível em: <<http://www.vale.com/brasil/PT/business/mining/iron-ore-pellets/p%C3%A1ginas/default.aspx>>. Acesso em 28 jun.2016.

von SPERLING, Marcos. *Princípios do Tratamento Biológico de águas residuárias – Introdução à qualidade das águas e tratamento de esgotos*, v.01. Minas Gerais: ABES, 1995.

von SPERLING, Marcos. *Princípios do Tratamento Biológico de águas residuárias – Lagoas de Estabilização*, v.03. Minas Gerais: ABES, 1996.

von SPERLING, Marcos. *Princípios do Tratamento Biológico de águas residuárias – Lodos Ativados*, v.04. Minas Gerais: ABES, 1997.

YKS. *Projeto a mineração de ferro na serra do Itatiaiuçu*, 2008. Disponível em: <<http://www.feam.br/noticias/1/1291-situacao-atual-da-mineracao-de-ferro-na-serra-do-itatiaiuçu>>. Acesso em 03 de agosto de 2015.



Apêndices

## Apêndice 1



GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS  
Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável  
Fundação Estadual do Meio Ambiente  
Diretoria de Gestão da Qualidade Ambiental  
Gerência de Monitoramento de Efluentes

OF.CIRC.GEDEF. FEAM. SISEMA n. 2/2014

Belo Horizonte, 10 de dezembro de 2014.

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 Paraopeba. 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 dos documentos Informações Técnicas I e Informações Técnicas II em anexo, disponível para download no site [www.feam.br](http://www.feam.br) na aba Minas Trata Esgoto ou solicitado pelo e-mail [gedef@meioambiente.mg.gov.br](mailto:gedef@meioambiente.mg.gov.br).

Os documentos preenchidos deverão ser enviados 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 Rosa Carolina Amaral ou Priscila Santos pelo e-mail ou telefones: (31) 3915 1226, 3915 1221 ou 3916 9275.

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

RCA

---

Cidade Administrativa Tancredo Neves  
Rodovia Prefeito Américo Gianetti, nº 4.143 - Edifício Minas - 1º andar - Bairro Serra Verde  
Telefone: 3915-1226 - CEP: 31.620-900 - Belo Horizonte / MG  
home page: [www.meioambiente.mg.gov.br](http://www.meioambiente.mg.gov.br)

## Apêndice 2

## INFORMAÇÕES TÉCNICAS I

IDENTIFICAÇÃO		
Razão social ou nome do empreendedor:		
Nome do empreendimento:		
CNPJ/CPF:	Inscrição Estadual:	
Endereço do empreendimento:		
Município:	CEP:	Telefone:
Tipo de licenciamento: <input type="checkbox"/> Estadual. Número(s) do(s) Processo(s) COPAM: _____ <input type="checkbox"/> Municipal. Número da licença _____ Data de validade: __/__/____		
Atividade produtiva realizada:		
Produção atual mensal:		
Número total de empregados:		
Número do Processo do DNPM ( específico para mineração):		
Nome do responsável pelo preenchimento:		
E-mail:		

Efluentes líquidos
O empreendimento gera efluentes líquidos decorrente do processo industrial? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Há segregação no tratamento do efluente líquido sanitário do industrial? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Volume mensal efluente líquido gerado: Sanitário: _____ m <sup>3</sup> /mês Industrial: _____ m <sup>3</sup> /mês Total: _____ m <sup>3</sup> /mês
Informar lançamento final do esgoto <b>sanitário</b> : <input type="checkbox"/> Rede Pública. <input type="checkbox"/> Corpo d'água. Especificar: _____

<input type="checkbox"/> Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) no próprio empreendimento específica para o tratamento de esgoto sanitário <sup>1</sup> <input type="checkbox"/> ETE no próprio empreendimento para tratamento do esgoto sanitário em conjunto com o industrial. <input type="checkbox"/> Outros. Especificar: _____ 1 - Caso a ETE seja específica para o tratamento de esgoto sanitário, informar as unidades que a compõe e local de lançamento final: _____		
Informar lançamento final do efluente <b>industrial</b> : <input type="checkbox"/> Rede Pública. <input type="checkbox"/> Corpo d'água sem tratamento. Especificar: _____ <input type="checkbox"/> ETE no próprio empreendimento <input type="checkbox"/> Outros. Especificar: _____ Caso haja uma ETE no próprio empreendimento, informar as unidades que a compõe e local de lançamento do efluente após o tratamento:		
O empreendimento realiza automonitoramento dos efluentes líquidos? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não O empreendimento realiza automonitoramento do corpo receptor? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Em caso positivo para essas perguntas, preencher o documento Informações Técnicas II com os dados de janeiro de 2012 a outubro de 2014. Em caso de indisponibilidade da informação, declarar o motivo.		
Georreferenciar os pontos de lançamento de efluente:		
Datum	[ ] SAD 69 [ ] WGS 84 [ ] Córrego Alegre	
Formato LAT/LONG	Latitude	Longitude
	Grau: ____ Min: ____ Seg: ____	Grau: ____ Min: ____ Seg: ____
Formato UTM (X,Y)	X (6 dígitos)=	Y (7 dígitos)=
	Fuso [ ] 22 [ ] 23 [ ] 24	

## Apêndice 3

## INFORMAÇÕES TÉCNICAS II

Efluente BRUTO (entrada)																					
2-Clorofenol	AOX (Halogênios Organicamente Ligados)	Cor	Cromo hexavalente	Cromo trivalente	DBO	DQO	Ecotoxicidade aguda (Daphnia similis)	Fenóis	Fósforo total	Nitrato	Nitrogênio amoniacal total	Óleos e graxas	pH	Substâncias tensoativas	Sulfetos	Sólidos sedimentáveis	Sólidos suspensos	TCDD/TDCF (dioxinas e furanos)	Temperatura	Turbidez	Vazão Média diária
µg/L	mg/L	mg Pt/L	mg/L Cr <sup>6+</sup>	mg/L Cr <sup>3+</sup>	mg/L	mg/L		mg/L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	mg/L P	mg/L N	mg/L N	mg/L		mg/L LAS	mg/L S	mg/L	mg/L	µg/L	°C	UNT	m <sup>3</sup> /dia

Efluente TRATADO (saída)																					
2-Clorofenol	AOX (Halogênios Organicamente Ligados)	Cor	Cromo hexavalente	Cromo trivalente	DBO	DQO	Ecotoxicidade aguda (Daphnia similis)	Fenóis	Fósforo total	Nitrato	Nitrogênio amoniacal total	Óleos e graxas	pH	Substâncias tensoativas	Sulfetos	Sólidos sedimentáveis	Sólidos suspensos	TCDD/TDCF (dioxinas e furanos)	Temperatura	Turbidez	Vazão Média diária
µg/L	mg/L	mg Pt/L	mg/L Cr <sup>6+</sup>	mg/L Cr <sup>3+</sup>	mg/L	mg/L		mg/L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	mg/L P	mg/L N	mg/L N	mg/L		mg/L LAS	mg/L S	mg/L	mg/L	µg/L	°C	UNT	m <sup>3</sup> /dia

