

FACULDADE DOCTUM
IZABEL CRISTINA DA FONSECA
LUANA BÁRBARA DE ALMEIDA LIMA

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO LANÇAMENTO DE EFLUENTES DE
UMA EMPRESA DO SETOR METALÚRGICO SOBRE A QUALIDADE
DA ÁGUA DO RIO PINHO – SANTOS DUMONT (MG).**

Juiz de Fora
2018

**IZABEL CRISTINA DA FONSECA
LUANA BÁRBARA DE ALMEIDA LIMA**

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO LANÇAMENTO DE EFLUENTES DE UMA
EMPRESA DO SETOR METALÚRGICO SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA DO
RIO PINHO – SANTOS DUMONT (MG).**

Monografia de Conclusão de Curso,
apresentada ao curso de Engenharia
Ambiental da Faculdade Doctum de Juiz
de Fora, como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Christian Ribeiro

Juiz de Fora
2018

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca Faculdade Doctum/JF

Fonseca, Izabel Cristina da.

Avaliação do impacto do lançamento de efluentes de uma empresa do setor metalúrgico sobre a qualidade da água do rio Pinho – Santos Dumont (MG)/ Izabel Cristina da Fonseca, Luana Bárbara de Almeida Lima - 2018.

41f.

Monografia (Curso de Engenharia Ambiental) –
Faculdade Doctum Juiz de Fora

1. Efluentes industriais. 2. Qualidade da água.
I. Título. II Faculdade Doctum de Juiz de Fora

**IZABEL CRISTINA DA FONSECA
LUANA BÁRBARA DE ALMEIDA LIMA**

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO LANÇAMENTO DE EFLUENTES DE UMA
EMPRESA DO SETOR METALÚRGICO SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA DO
RIO PINHO – SANTOS DUMONT (MG).**

Monografia de Conclusão de Curso,
submetida à Faculdade Doctum de Juiz de
Fora, como requisito parcial à obtenção do
título de Bacharel em Engenharia
Ambiental e aprovada pela seguinte banca
examinadora.

Prof. Dr. Christian Ribeiro
Orientador e Docente da Faculdade Doctum - Unidade Juiz de Fora

Prof. MSc. Flavio da Rocha Azevedo
Docente da Faculdade Doctum - Unidade Juiz de Fora

Prof^a. MSc Matheus Machado Cremonese
Docente da Faculdade Doctum - Unidade Juiz de Fora

Examinada em: ___/___/2018.

AGRADECIMENTOS

A Deus, seremos eternamente gratas pela luz que guiou nossos passos e continuará sempre mostrando o caminho certo a seguirmos.

A nossa família, pelo apoio, incentivo, compreensão, amor incondicional e principalmente pelo companheirismo nos momentos difíceis.

Ao nosso Orientador, Prof. Dr. Christian Ribeiro, pela paciência e pela divisão de conhecimentos que nos proporcionou durante o desenvolvimento desta monografia e pela receptividade quando procuramos para que nos orientasse.

A nossa Professora Thassia Marchi Vieira, da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso 2, pelas orientações, conselhos e direcionamento durante o desenvolvimento deste trabalho.

Agradecemos a direção da empresa e ao Gerente de Saúde, Segurança e Meio ambiente, Mario Lopes, que prontamente permitiu a realização do referido trabalho e colocou à disposição todas as informações necessárias para o desenvolvimento teórico e prático do presente trabalho de conclusão do curso.

Enfim, aos amigos, colegas e a todos aqueles que colaboraram direta ou indiretamente para que este trabalho acontecesse.

Aqueles que acreditaram em nós, muito obrigada!

RESUMO

FONSECA, IZABEL CRISTINA; LIMA, LUANA BÁRBARA DE ALMEIDA. **Avaliação do impacto do lançamento de efluentes de uma empresa do setor metalúrgico sobre a qualidade da água do rio Pinho – Santos Dumont (MG)**. 41 f. Monografia de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental). Faculdade Doctum, Juiz de Fora, 2018.

A qualidade da água pode ser representada por diversos parâmetros de características físicas, químicas e biológicas e os efluentes gerados irão variar de acordo com a natureza da empresa, o porte, a forma de utilização, as matérias-primas empregadas. Os efluentes lançados em um corpo hídrico quando não tratados podem causar impactos relevantes ao meio ambiente. No presente trabalho foram considerados a influência de efluentes industriais provenientes de uma empresa metalúrgica, na qualidade da água do Rio Pinho situado no município de Santos Dumont–MG. Foram propostos três cenários que caracterizam a realidade da empresa, e a partir daí amostrados quatro pontos de monitoramento. A comparação dos parâmetros propostos na resolução CONAMA Nº 357 de 17 de março de 2005 demonstrou que as variáveis para a qualidade da água se encontram dentro dos limites para a classe de enquadramento do Rio Pinho. Portanto, a importância das unidades industriais dos mais diversos setores investirem na implementação de estações de tratamento que sejam capazes de adequar o lançamento dos efluentes nos corpos d'água aos padrões estabelecidos pela legislação em vigor, garantindo a sua destinação aos usos mais exigentes previstos no respectivo enquadramento e minimizando o máximo possível os impactos sobre a qualidade da água.

Palavras-chave: Qualidade da água. Efluentes Industriais. Enquadramento

ABSTRACT

Water quality can be represented by various parameters of physical, chemical and biological characteristics and the generated effluents will vary according to the nature of the company, the size, the way of use, the raw materials used. Effluents released into a water body when left untreated can cause significant impacts to the environment. In the present work, the influence of industrial effluents from a metallurgical company was considered, in the quality of the Pinho River water located in the Municipality of Santos Dumont - MG. Three scenarios were proposed that characterize the reality of the company, and from there, four monitoring points were sampled. The comparison of the parameters proposed in CONAMA Resolution 357 of March 17, 2005, showed that the variables for water quality are within the limits for the class of framing of the Pinho River. Therefore, the importance of the industrial units of the most diverse sectors invest in the implementation of treatment plants that are capable of adjusting the discharge of the effluents in the bodies of water to the standards established by the legislation in force, guaranteeing their destination to the most demanding uses foreseen in the and minimizing impacts on water quality as much as possible.

KEYWORDS: Water quality. Industrial Effluents. Framing.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Destino e Classificação das Águas Doces no Brasil.	17
Quadro 2- Etapas de Tratamento de Efluentes	19
Quadro 3 - Descrição e Coordenadas dos Pontos de Coleta.....	24
Quadro 4- Métodos de Análises, Limite de detecção e Unidades das variáveis analisadas	26
Quadro 5- Resultados da concentração (mg/L) dos metais nos 4 pontos de coleta.	28
Quadro 6- Resultados da análise física e química nos 4 pontos de coleta.	29

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figuras

Figura 1 – Mapa com a localização e Identificação dos Pontos de Coleta (Santos Dumont, MG)	23
--	----

Gráficos

Gráfico 1 – Resultados do monitoramento de Ferro (mg/L) no Rio Pinho nos três cenários considerados.	31
Gráfico 2- Resultados do monitoramento de Nitrogênio Amoniacal (mg/L) no Rio Pinho nos três cenários considerados.....	32
Gráfico 3– Resultados do monitoramento da Temperatura (°C) no Rio Pinho nos três cenários considerados.....	32
Gráfico 4– Resultados do monitoramento dos Coliformes Fecais (UFC/100 mL) no Rio Pinho nos três cenários considerados.	33
Gráfico 5– Resultados do monitoramento de Demanda Bioquímica de Oxigênio-DBO (mg/L) no Rio Pinho nos três cenários considerados.	34
Gráfico 6– Resultados do monitoramento de Óleos e Graxas (mg/L) no Rio Pinho nos três cenários considerados.....	34
Gráfico 7 – Resultados do monitoramento do pH no Rio Pinho nos três cenários considerados.....	35
Gráfico 8 – Resultados do monitoramento de Sólidos Sedimentáveis (mg/L) no Rio Pinho nos três cenários considerados.....	36
Gráfico 9– Resultados do monitoramento da Turbidez (UNT) no Rio Pinho nos três cenários considerados.	36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS
ACP	ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS
AF	ANÁLISE FATORIAL
ANA	AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS
APHA	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater
CBH	COMITÊ DE BACIAS HIDROGRÁFICAS
CERH	CONSELHOS ESTADUAIS DE RECURSOS HÍDRICOS
CONAMA	CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE
COPAM	CONSELHO DE PROTEÇÃO AMBIENTAL
INMET	INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA
NBR	NORMAS BRASILEIRAS
PNRH	POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HIDRICOS
SNGRH	SISTEMA NACIONAL DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HIDRICOS
SRQA	SECRETÁRIA DE RECURSOS HÍDRICOS E QUALIDADE AMBIENTAL

LISTA DE SÍMBOLOS

COT	Carbono orgânico total
OD	Oxigênio Dissolvido
UT	Unidade de Turbidez
pH	Potencial Hidrogeniônico
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	Demanda química de Oxigênio
ABS	Agentes Tensoativos
N	Nitrogênio
NH ₃	Amônia
°C	Grau Celsius

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 OBJETIVOS	13
1.1.1 Objetivo geral	13
1.1.2 Objetivos específicos	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 QUALIDADE DA ÁGUA: DEFINIÇÃO, PARÂMETROS E ENQUADRAMENTO	14
2.2. EFLUENTES INDUSTRIAIS: CARACTERIZAÇÃO E TRATAMENTO	17
3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO	22
3.1 ÁREA DE ESTUDO	22
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	22
3.2.1 Definição e Caracterização dos Pontos de Coleta	22
3.2.2 Caracterização dos Cenários	24
3.2.3 Procedimento de Coleta	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1 DADOS OBTIDOS COM MONITORAMENTO	28
4.2 QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO PINHO	30
4.2.1 Metais	30
4.2.2 Nitrogênio Amoniacal	31
4.2.3 Temperatura	32
4.2.4 Coliformes Fecais	33
4.2.5 DBO	33
4.2.6 Óleos e Graxas	34
4.2.7 pH	35
4.2.8 Sólidos Sedimentáveis	35
4.2.9 Turbidez	36
CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

1 INTRODUÇÃO

O uso da água representa uma das maiores preocupações ambientais dos últimos anos, pois ela tem se tornado mais escassa à medida que a população, indústria e agricultura se expandem. Embora os usos da água variem de país para país, a agricultura e os processos industriais são as atividades que mais consomem água no Brasil (FREITAS, 2001).

A água representa um recurso hídrico a partir do momento em que começa a servir a sociedade através dos seus usos. Portanto, sua qualidade pode ser um fator limitante para o uso, podendo influenciar o crescimento e desenvolvimento da sociedade em geral (TUNDISI, 2014).

A qualidade da água pode ser representada por diversos parâmetros de características físicas, químicas e biológicas e os efluentes gerados irão variar de acordo com a natureza e porte da empresa, forma de utilização e das matérias-primas empregadas. Devido a essas variáveis, não se tem um procedimento único para tratar um efluente (STEIN, 2012).

As indústrias, de um modo geral, utilizam este recurso nos seus processos, tornando-se assim um segmento expressivo na utilização da água. Uma boa gestão dos recursos hídricos busca aumentar a eficiência dos tratamentos de efluentes, redução na captação de corpos superficiais e subterrâneos e o monitoramento da qualidade da água do corpo receptor influenciado pelo lançamento de efluente.

No Brasil, existem duas normas jurídicas de âmbito federal que estão associadas a qualidade da água e aos padrões de lançamento de efluentes: a) A Resolução CONAMA N° 357, de 17 de março de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. b) A Resolução CONAMA N° 430, de 13 de maio de 2011, que complementa e altera a Resolução CONAMA N° 357, mas também dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes.

A avaliação da qualidade da água é muito importante para o estudo da preservação do meio ambiente. O presente trabalho considerou a influência de efluentes industriais provenientes de uma empresa metalúrgica sobre a qualidade da água do Rio Pinho, situado no município de Santos Dumont (MG). A partir de três cenários, que caracterizam a realidade da empresa, foram amostrados quatro

pontos, sendo dois pontos no efluente a ser lançado e os outros dois no corpo receptor. Os parâmetros analisados do corpo receptor foram definidos de acordo com a caracterização dos efluentes e atividades desenvolvidas pela empresa.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem como objetivo avaliar o impacto do lançamento de efluentes de uma indústria do setor metalúrgico na qualidade da água do Rio Pinho, enquadrado como um corpo receptor de Classe 2, levando-se em conta os parâmetros de qualidade da água e os padrões de lançamentos de efluentes estabelecidos na legislação vigente.

1.1.2 Objetivos específicos

a) Avaliar a qualidade da água do Rio Pinho por meio do monitoramento de um ponto localizado à montante dos pontos de lançamento dos efluentes industriais, levando-se em conta o seu enquadramento como um corpo receptor de "Classe 2", segundo os parâmetros e os respectivos limites superiores de concentração definidos na Resolução CONAMA N° 357/2005;

b) Caracterizar os efluentes lançados no Rio Pinho pela indústria metalúrgica por meio do monitoramento dos dois pontos em que ocorre o lançamento e em três diferentes cenários de manejo dos efluentes, levando-se em conta os parâmetros e os respectivos limites superiores de concentração definidos na Resolução CONAMA N° 430/2011;

c) Avaliar o impacto do lançamento dos efluentes industriais na qualidade da água do Rio Pinho por meio do monitoramento de um ponto localizado à jusante dos pontos de lançamento.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Qualidade da água: Definição, parâmetros e enquadramento

Em 8 de janeiro de 1997 foi promulgada a Lei Federal N° 9.433 (BRASIL, 1997), conhecida como Lei das Águas, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH). Estabelece a gestão integrada, descentralizada e participativa dos recursos hídricos e aponta a bacia hidrográfica como unidade territorial para a implementação da PNRH e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH).

O SINGREH é composto pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), pela Secretaria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental (SRQA), pela Agência Nacional de Águas, pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos (CERH), pelos Órgãos gestores de recursos hídricos estaduais (Entidades Estaduais), pelos Comitês de Bacia Hidrográfica e pelas Agências de Água.

O Poder Público, a sociedade civil organizada e os usuários da água integram os Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH) e atuam, em conjunto, na definição e aprovação das políticas acerca dos recursos hídricos de cada bacia hidrográfica, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade (MESQUITA, 2017).

Com o objetivo de reger a utilização da água e buscar a melhoria contínua da sua qualidade, foram definidos alguns critérios para garantir os aspectos qualitativos.

Segundo Cech (2008 apud VON SPERLING, 2014), a água é considerada poluída quando se torna inútil para uma determinada finalidade. Essa poluição se dá de forma natural ou devido à atividade humana. Segundo Von Sperling (2014), o conceito qualitativo da água vai além de seu estado de pureza e, portanto, seus aspectos físicos, químicos e biológicos podem ser utilizados como indicadores de qualidade.

Sob os aspectos físicos são avaliados a Temperatura, Sabor e Odor, Cor Turbidez, Sólidos e Condutividade Elétrica.

A **Turbidez** é definida pela concentração de sólidos em suspensão nas águas, influenciando no grau de interferência da passagem da luz através da água, interferindo no ecossistema aquático, principalmente no processo de fotossíntese. Pode também estimular a decomposição anaeróbia pelo sequestro de Oxigênio

Dissolvido (OD). É expressa em Unidade de Turbidez (UT) e causada principalmente por despejos domésticos e industriais, e por carreamento de sólidos decorrentes de processos erosivos (VON SPERLING, 2005).

Os **Sólidos Totais** correspondem às parcelas de sólidos suspensos (Turbidez) e sólidos dissolvidos, sendo a diferença desses dois tipos de sólidos dada pela filtração. Os sólidos que passam pela membrana filtrante são os Sólidos Dissolvidos e os que ficam retidos são os Sólidos Sedimentáveis. A presença de sólidos é oriunda de despejos de esgotos, drenagem de águas pluviais, sedimentos provenientes do assoreamento, erosões, etc. As águas naturais com excesso de sólidos podem afetar a incidência de luz na água, estimular a decomposição anaeróbia, através dos Sólidos Sedimentáveis e até levar ao entupimento de tubulações (LEÃO, 2017).

Sob os aspectos químicos são avaliados o Potencial hidrogeniônico (pH), Alcalinidade, Dureza, Cloretos, Ferro, Manganês, Nitrogênio, Fósforo, Fluoretos, Oxigênio Dissolvido (OD), Matéria Orgânica, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Componentes Inorgânicos e Componentes orgânicos.

A Demanda Química de Oxigênio (**DQO**) mede o consumo de oxigênio durante a oxidação química da matéria orgânica biodegradável e não biodegradável, sendo o seu valor geralmente maior que a DBO. A Demanda Bioquímica de Oxigênio (**DBO**) mede a quantidade de OD necessária aos microrganismos para a estabilização da matéria orgânica presente no curso d'água ou efluente. A relação entre DQO/DBO demonstra o quão biodegradável é uma amostra (VON SPERLING, 2005).

Os aspectos biológicos são avaliados através da presença dos Coliformes termotolerantes e Microalgas (particularmente de cianobactérias).

Os **Coliformes Fecais** são os principais indicadores de contaminação de fezes de animais de sangue quente e com o solo. Abrangem as bactérias dos gêneros *Klebsiella*, *Escherichia*, *Serratia*, *Erwenia* e enterobactérias (VON SPERLING, 2005).

Os padrões de qualidade da água variam para cada tipo de uso e para cada corpo receptor. Assim, os padrões de potabilidade (abastecimento humano) são diferentes dos de balneabilidade (água para fins de recreação), os quais, por sua

vez, não são iguais aos estabelecidos para a água de irrigação ou destinada ao uso industrial.

A qualidade requerida está bem definida nas concentrações máximas permitidas, conforme especificado nas Resoluções CONAMA N° 357/2005.

O enquadramento dos corpos de água é baseado em três pilares: **base técnica**, onde se avaliam as condições de qualidade da água e o potencial de atendimento aos usos pretendidos; **base legal** que são as diretrizes que irão permitir as realizações das ações necessárias para alcançar o enquadramento e **base política** que é o processo participativo para definir os usos pretendidos (ANA, 2010). Segundo o Artigo 9º da PNRH, o enquadramento dos corpos de água em classes visa lhes assegurar qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas e diminuir os custos de combate à poluição, mediante ações preventivas permanente.

Setti (2005) ressalta que os usos pretendidos devem ser discutidos e apontados no Plano de Recursos Hídricos. Este deve definir o enquadramento em classes de cada segmento de corpo de água e conter todas as etapas de levantamento e amostragem, já que os mesmos não podem conferir ao corpo receptor características em desacordo com o seu enquadramento. O plano também tem a competência de modificar a classificação das águas vigentes num determinado momento quando há necessidade de atender aos requisitos de usos mais ou menos exigentes que o atual.

A Resolução CONAMA N° 357/2005 e suas alterações também define enquadramento como o estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade de água (classe), a ser obrigatoriamente alcançado ou mantido em um segmento de corpo d'água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo. De acordo com sua salinidade, a água pode ser caracterizada em Águas Doces, Águas Salinas e Águas Salobras e cada uma possui suas classes de acordo com seu destino.

O presente estudo contemplou a Água Doce, conforme o Quadro 1, que apresenta as cinco classes desta categoria (Classe Especial, Classe 1, Classe 2, Classe 3 e Classe 4), conforme Resolução CONAMA N° 357/2005.

Quadro 1 – Destino e Classificação das Águas Doces no Brasil.

DESTINO DA ÁGUA DOCE	CLASSES				
	Especial	1	2	3	4
Consumo humano: desinfecção simples	X				
Consumo humano: após tratamento simplificado		X			
Consumo humano: após tratamento convencional			X		
Consumo humano: após trat. Convencional ou avançado				X	
Preservação das comunidades aquáticas	X	X	X		
Unidades de conservação de proteção integral.	X				
Recreação de contato primário (natação, esqui e mergulho)		X	X		
Recreação de contato secundário;				X	
Irrigação: Hortaliças que são consumidas cruas, frutas que se desenvolvam rentes ao solo.		X			
Irrigação: Hortaliças, plantas frutíferas com os quais o público possa vir a ter contato direto;			X		
Irrigação: Culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras e a pesca amadora.				X	
Proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.		X			
Aquicultura e a atividade de pesca.			X		
Dessedentação de animais.				X	
A navegação e a harmonia paisagísticas.					X

Fonte: Adaptado da Resolução CONAMA N° 357/2005.

2.2. Efluentes Industriais: Caracterização e Tratamento

A utilização de água pela indústria pode ocorrer de diversas maneiras, desde a incorporação ao produto até lavagens de máquinas e equipamentos. Retirando as águas que são incorporadas ao produto e as perdas por evaporação, o restante torna contaminado por resíduos do processo industrial, originando assim os efluentes líquidos que, ao serem despejados em um corpo receptor, podem causar a alteração de qualidade da água e conseqüentemente a sua poluição (degradação) (GIORDANO, 1999). Tal fato leva a uma preocupação crescente em função do aumento do volume de resíduos de atividades industriais lançados em rios que abastecem desde comunidades ribeirinhas até os grandes centros urbanos.

O descarte de efluentes, principalmente industriais e domésticos, em recursos hídricos, está diretamente ligado à definição de sustentabilidade. Para que os efluentes sejam lançados no meio ambiente ou reutilizados, os mesmos devem

atender a padrões estipulados por normas, legislações, resoluções, entre outros (BELTRAME;LHAMBY;BELTRAME, 2016).

O conhecimento da natureza (física, química e biológica) do efluente é essencial para a indústria, pois a partir desta informação define-se o tipo de tratamento e também a melhor tomada de decisão em relação a fonte poluidora (BELTRAME;LHAMBY;BELTRAME, 2016).

Para que os efluentes industriais sejam lançados no meio ambiente devem ser atendidos os requisitos da Resolução CONAMA N° 430/2011, que dispõe sobre os parâmetros, condições, padrões e diretrizes para a gestão do lançamento de efluentes em corpos de águas receptores. Os principais parâmetros físico-químicos e/ou biológicos estabelecidos para lançamento de efluentes são: pH, Temperatura; Materiais Sedimentáveis, Óleos e Graxas, Cor, Odor, Turbidez, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO); Demanda Química de Oxigênio (DQO); Carbono Orgânico Total (COT), Oxigênio Dissolvido (OD), Metais Pesados (Chumbo, Cromo, Cádmio, Zinco, Ferro, Mercúrio, etc.); Gás Sulfídrico; Metano; Nitrogênio; Fósforo; Cloretos; Sulfatos; Compostos Tóxicos (cianetos e cromatos); Fenóis; Agentes Tensoativos-ABSa; Coliformes Fecais e Totais, e Vazão do efluente. Normalmente um subconjunto destes parâmetros é utilizado para caracterizar o efluente de determinada empresa ou setor.

Os óleos e graxas são substâncias orgânicas de origem vegetal e derivados do petróleo. São raramente encontradas em águas naturais, mas quando presentes, são oriundas de despejos e resíduos industriais, esgotos domésticos, efluentes de oficinas, postos de gasolina, estradas e vias públicas. Os efluentes industriais são os que mais contribuem para o aumento de matérias graxas nos corpos d'água, causando desde o impacto visual negativo sobre os corpos hídricos até a diminuição da área de contato entre a superfície da água e o ar atmosférico, impedindo a troca de oxigênio entre estes dois compartimentos ambientais (MARCONDES, 2012).

Os metais aparecem no meio aquático sob diversas formas e cada um deles possuem comportamentos diferentes em relação a um meio. Quando presentes nos efluentes industriais reduzem a capacidade autodepurativa das águas, devido à ação tóxica sobre os microrganismos. Com isso, ocorre um aumento na demanda bioquímica de oxigênio (DBO), caracterizando um processo de eutrofização (AGUIAR;NOVAES;GUARINO, 2002).

Os processos de tratamentos de efluentes industriais estão diretamente ligados a preservação ambiental e antes de serem adotados devem levar em consideração os seguintes fatores: os custos de investimento; a qualidade e a quantidade de resíduo gerado na estação de tratamento de efluente; a qualidade do efluente tratado; a geração de odor; a segurança operacional; a confiabilidade para o atendimento à legislação ambiental, e também a possibilidade de reuso dos efluentes tratados (MARCONDES, 2012).

Um sistema de tratamento de efluentes é composto por uma série de etapas e processos (Quadro 2), os quais atuam na remoção de substâncias indesejáveis da água ou de sua transformação em outra forma que seja aceitável pela legislação ambiental (BELTRAME;LHAMBY;BELTRAME, 2016).

Quadro 2- Etapas de Tratamento de Efluentes

PRELIMINAR	PRIMÁRIO	SECUNDÁRIO	TERCIÁRIO
Gradeamento	Coagulação	Processos biológicos	Processos biológicos ou físico-químicos avançados
Desarenação	Floculação		
Medição de vazão	Sedimentação		
Remoção de sólidos grosseiros, areia, óleos e gorduras	Flotação	Remoção de sólidos dissolvidos	Remoção de poluentes em concentrações residuais
Eficiência de operação de desinfecção	Remoção de sólidos suspensos		

Fonte: Adaptado de Beltrame, Lhamby e Beltrame (2016)

A etapa preliminar se caracteriza pelas atividades envolvendo gradeamento, desarenação, medição de vazão, remoção de sólidos grosseiros, areia, óleos e gorduras e aumento da eficiência de operação de desinfecção. Na etapa primária se caracteriza pelos processos de coagulação, floculação, sedimentação, flotação e remoção de sólidos suspensos. A etapa secundária envolve os processos biológicos e a remoção de sólidos dissolvidos. Já a etapa terciária envolve os processos biológicos ou físico-químicos avançados e remoção de poluentes em concentrações residuais (BELTRAME; LHAMBY;BELTRAME, 2016).

Os sistemas de tratamento não devem ser utilizados apenas para tratar os efluentes, mas também atender a outras premissas. A estação de tratamento não

deve gerar incômodos, seja por ruídos ou odores, nem causar impacto visual negativo. Cada indústria deve ter a consciência e responsabilidade de controlar a sua carga poluidora (GIORDANO, 1999).

O estudo realizado por Edlinger (2012) em uma indústria metalúrgica no Rio Grande do Sul demonstrou que o efluente gerado apresentava uma concentração excessiva de detergentes. No final do estudo verificou-se que a melhor opção seria a redução na geração desses efluentes. Assim foi proposto também um tratamento com adição de lodo bruto de suíno com injeção de ar de 25 L/min durante 24 horas e após este período, o efluente passaria para um novo tanque para que ocorra a decantação. Nesta indústria foi necessário utilizar o tratamento terciário, para atender os padrões de lançamento de efluentes.

Nagalli e Nemes (2009) investigaram um corpo hídrico receptor de efluentes líquidos industriais e domésticos na região Metropolitana de Curitiba (PR), onde foram analisados os seguintes parâmetros: pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (DBO5), demanda química de oxigênio (DQO), sólidos, e alguns metais pesados. Percebeu-se uma redução de 90% na concentração da DBO5 e de 21% de DQO ao longo do córrego. Os resultados foram confrontados com os parâmetros de águas brutas, indicados na Resolução CONAMA N° 357/2005, demonstraram que, por vezes, os valores destes efluentes ultrapassaram o limite estabelecido. Conclui-se que a capacidade de autodepuração do corpo hídrico se faz presente, embora não seja capaz de degradar toda a carga de poluição afluyente.

O estudo realizado por Lunardi, Santos e Cantelli (2009) teve como objetivo propor formas alternativas de realizar controles ambientais sem a utilização de carvão ativado. Este estudo baseou-se nas concentrações de metais pesados provenientes de efluentes líquidos de empresas metalúrgicas. Depois de vários testes em laboratório, verificou-se que resíduos da *Araucaria angustifolia*, do eucalipto e do *Pinus* são tão eficientes para remoção de metais pesados quanto o carvão ativado.

Um estudo realizado por Thebaldi et al. (2011), em Anápolis (GO), teve como objetivo a análise do efeito do lançamento de efluente de abate de bovinos sobre a qualidade da água do Córrego Jurubatuba. A agroindústria é uma das grandes fontes poluidoras das águas, contendo substâncias orgânicas, nutrientes, sólidos, Óleos e Graxas. Analisaram-se as concentrações de OD, DBO, DQO, amônia, nitrito

e nitrato. Os valores de DBO em todos os pontos de coleta no Córrego Jurubatuba foram superiores aos padrões descritos na Resolução do CONAMA N° 357/2005 para cursos de água da Classe 2. O lançamento de efluente no Córrego Jurubatuba elevou os valores de DBO e DQO. As concentrações de oxigênio dissolvido, amônia, nitrito e nitrato, não sofreram alterações significativas no córrego.

O estudo realizado por Gardiman Junior (2015) abordou a contaminação das águas da Bacia do Rio Jucu, localizado no estado do Espírito Santo. Para a avaliação da qualidade da água foram analisadas dezesseis variáveis e utilizadas técnicas de estatística multivariada para sua interpretação (Análise de Componentes Principais-ACP e Análise Fatorial-AF). Os parâmetros que apresentaram limites acima do permitido foram $N(NH_3)$, DBO, DQO, coliformes totais, pH, sólidos totais e dissolvidos, bem como a clorofila. A partir das análises verificou-se o enriquecimento das águas por cargas orgânicas, acidez dos solos, escoamento superficial e elevados níveis de nutrientes.

3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

3.1 Área de Estudo

O estudo foi realizado em uma área localizada na bacia Hidrográfica do rio Pomba-Muriaé, que, por sua vez, constitui uma sub-bacia da bacia do Rio Paraíba do Sul.

O Rio Pinho nasce na Serra da Mantiqueira, a uma altitude de 1.200 metros, no município de Antônio Carlos. Prossegue pelo município de Santos Dumont e por mais cinco municípios mineiros, até desaguar no Rio Pomba, em Cataguases, a 180 m de altitude. A sua extensão é de 169 km, possui um caudal médio de 32 m³/s e a sua bacia abrange uma área de 1.937 km².

Quanto ao enquadramento do rio do Pinho, conforme estabelecido pelo artigo 42 da Resolução CONAMA N° 357/2005, e artigo 37 da Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG N° 01/08: “Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2”.

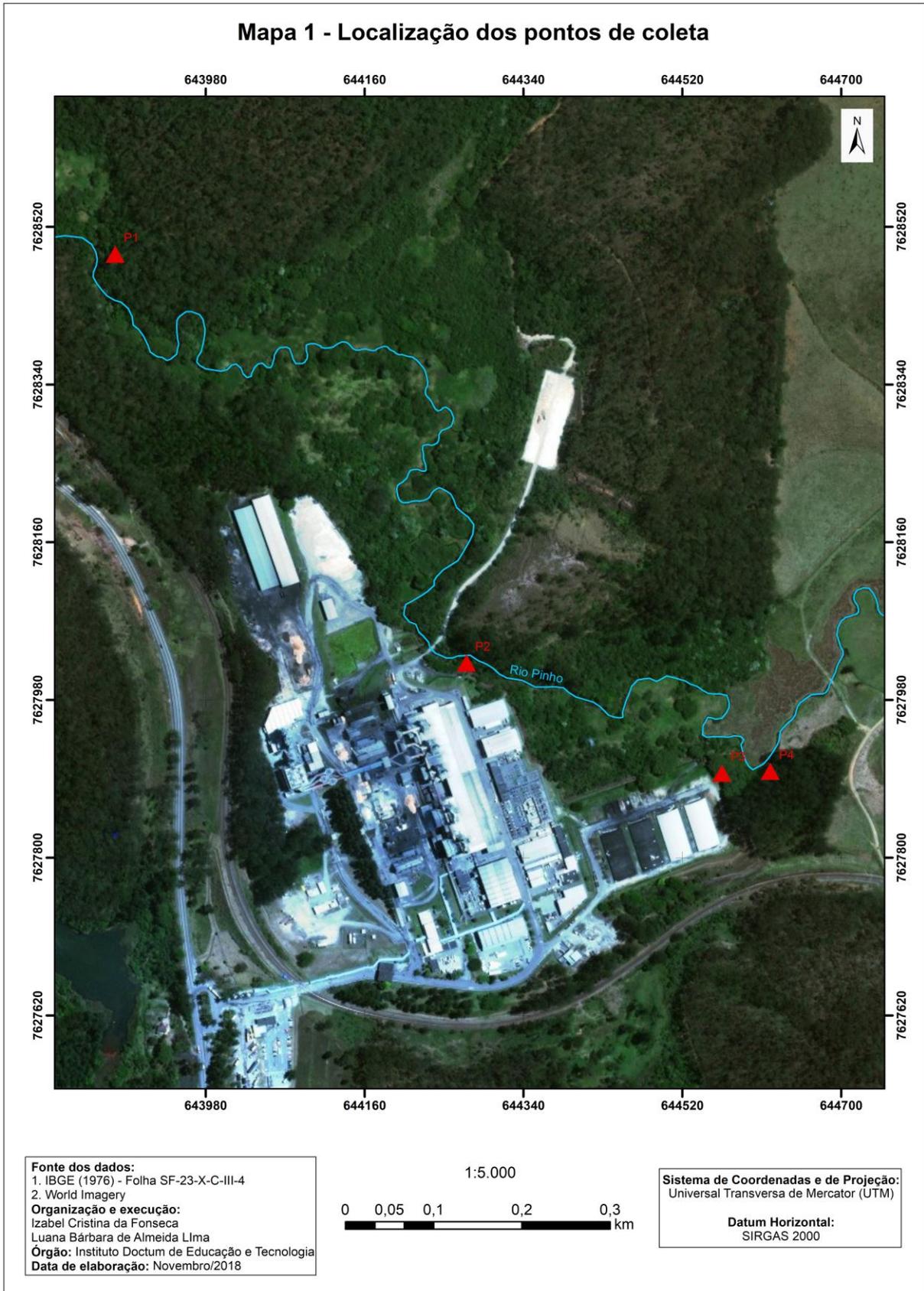
3.2 Material e Métodos

3.2.1 Definição e Caracterização dos Pontos de Coleta

O presente trabalho consistiu na realização de visitas *in loco*, com o objetivo de definir os locais de amostragem. As coletas de amostras de água foram realizadas em maio de 2018 em 4 pontos de coleta: a montante do empreendimento (P1), no lançamento do efluente 01 (P2), no lançamento do efluente 02 (P3) e a jusante do empreendimento (P4), conforme mostram a Figura 1 e Quadro 3.

As coordenadas dos pontos de coleta, conforme descritas no Quadro 3, foram obtidas através de um GPS do modelo Etrex High Sensitivity.

Figura 1 – Mapa com a localização dos Pontos de Coleta (Santos Dumont, MG).



Fonte: Google Earth (novembro de 2018). Elaboração própria.

Quadro 3 - Descrição e Coordenadas dos Pontos de Coleta

PONTOS	DESCRIÇÃO	LATITUDE	LONGITUDE
P1	A montante do empreendimento	S 21°26'24,1"	W43°36'26,4"
P2	Lançamento do efluente 01	S21°26'39,7"	W43°36'28,2"
P3	Lançamento do efluente 02	S 21°26'43"	W43°36'18,4"
P4	A jusante do empreendimento	S 21°26'43,3	W 43°36'16,8"

Fonte: Elaboração própria.

O Ponto 1, localizado à montante do empreendimento, está coberto por uma vegetação nativa e não tem fluxo de pessoas, mas eventualmente estão presentes alguns animais com cavalos e cachorros.

O Ponto 2 é chamado de Efluente 01 e localiza-se antes de seu lançamento no corpo receptor. Este efluente passa por um tratamento preliminar e primário, responsável pela remoção das partículas maiores (gradeamento), remoção de sólidos suspensos (primário) e um bacia de decantação de sólidos (primário).

O Ponto 3 é chamado de Efluente 02 e localiza-se antes do lançamento no corpo receptor. Este efluente passa por um tratamento preliminar e primário, responsável pela remoção das partículas maiores (gradeamento), remoção de sólidos suspensos e uma bacia de decantação de sólidos.

O Ponto 4 está à jusante do empreendimento e é caracterizado por ter uma área coberta por bambuzal. Esse ponto é de extrema importância para o estudo, uma vez que ele reflete na qualidade da água após o lançamento dos efluentes provenientes da empresa metalúrgica.

3.2.2 Caracterização dos Cenários

Para caracterizar os efluentes da empresa metalúrgica, se fez necessário propor três cenários.

No primeiro cenário foi realizada a limpeza dos efluentes 01 e 02, com um equipamento móvel e peneiras de modo a retirar os Sólidos Sedimentáveis e partículas visíveis existentes. Logo após, foi coletada uma amostra do efluente por uma empresa contratada e enviada para o laboratório da mesma para análise de todos os parâmetros indicados pela Resolução CONAMA N° 430/2011.

No segundo cenário, a empresa contratada suspendeu por uma semana a limpeza dos efluentes e realizou a coleta de uma amostra no oitavo dia para análise.

No terceiro cenário foi realizada uma lavagem de todas as ruas da empresa através de caminhão pipa, de modo a direcionar todos os materiais sólidos para os efluentes e depois houve a coleta da amostra do efluente.

Juntamente com as análises dos efluentes dos três cenários, também foi analisada a água à montante e à jusante da empresa.

De acordo com as informações citadas acima foi avaliada a qualidade da água do Rio Pinho, enquadrada como Classe 2, mediante a influência de efluentes industriais proveniente da empresa metalúrgica.

Para o monitoramento qualitativo dos efluentes e do corpo d'água é fundamental a escolha de variáveis que determinem a qualidade da água. Então, foram selecionados os principais parâmetros que podem ter uma interferência devido aos processos realizados na empresa em estudo, tais como: arsênio, bário, boro, cádmio, chumbo, cobre, ferro, fósforo, manganês, níquel, prata, selênio, zinco, Nitrogênio Amoniacal, temperatura, Coliformes Fecais, DBO, óleos e graxas, pH, Sólidos Sedimentáveis, Sólidos Dissolvidos e Turbidez.

3.2.3 Procedimento de Coleta

O procedimento de coleta e preservação das amostras observou as recomendações da ABNT NBR 9897 (Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores, vigente), ABNT NBR 9898 (Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores, vigente) e da APHA (2012)

Os frascos plásticos destinados à coleta das amostras dos efluentes foram fornecidos pelo laboratório da empresa contratada, também responsável pelas análises laboratoriais. Os frascos eram devidamente esterilizados e foram abertos somente no momento da coleta. As amostras foram identificados após a coleta e armazenadas em caixas de isopor de 5 litros, com gelo e enviadas ao laboratório para a realização das análises. Um dos cuidados na coleta das amostras foi a retirada de partículas grandes, detritos e folhas e sempre observando a amostragem de um volume suficiente para atender as demandas das análises e também para uma eventual necessidade de repetição de alguma análise no laboratório.

Em campo também foram anotadas as condições locais, tais como aparência da água, cheiro, assim como as medidas da temperatura da água e pH.

A definição do método de análise para os metais, Nitrogênio Amoniacal, temperatura, Coliformes Fecais, DBO, óleos e graxas, pH, Sólidos Sedimentáveis, Sólidos Dissolvidos e Turbidez, levou em conta o limite de quantificação do método versus a legislação a ser atendida. Diante desses dados, os métodos definidos (Quadro 4) estiveram de acordo com APHA (2012).

Quadro 4- Métodos de Análises, Limite de detecção e Unidades das variáveis analisadas

VARIAVÉIS	MÉTODOS ANALITICOS	LIMITE DE DETECÇÃO	UNIDADE
Bário	SM-3120B	0,1	mg/L
Boro	SM-3120B	0,1	
Cádmio	SM-3120B	0,0005	
Chumbo	SM-3120B	0,005	
Cobre	SM-3120B	0,005	
Ferro	SM-3120B	0,1	
Fósforo	SM-3120B	0,01	
Manganês	SM-3120B	0,05	
Níquel	SM-3120B	0,01	
Prata	SM-3120B	0,01	
Zinco	SM-3120B	0,01	
Nitrogênio Amoniacal	SM 4500NH3 F	0,05	
Temperatura	SM 2550 B	0,1	°C
Coliformes Fecais	SM 9221 D	1	UFC/100 mL
DBO	SM 5210 B	2	mg/L
Óleos e Graxas	SM 5520 B	10	mg/L
pH	SM 4500 H+ B	0,01	-----
Sólidos Sedimentáveis	SM 2540 F	0,1	mg/L
Sólidos Dissolvidos	SM 2540 C	2,5	mg/L
Turbidez	SM 2130 B	0,1	UNT

Obs.: UFC= Unidade de formação de colônias; UFT=Unidade Nefelométrica de Turbidez.

Fonte: Elaboração própria

Para a análise dos metais foi utilizado o método SM-3120B; para o Nitrogênio Amoniacal foi o SM 4500NH3 F, para a Temperatura foi SM 2550 B, para os Coliformes Fecais foi o SM 9221 D, para a DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) foi o SM 5210 B, para o Óleos e Graxas foi o SM 5520 B, para o pH foi o SM 4500

H+ B, Sólidos Sedimentáveis foi o SM 2540 F, para os Sólidos Dissolvidos foi o SM 2540 C e para a Turbidez o método SM 2130 B.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Dados Obtidos com Monitoramento

O Artigo 42 da resolução CONAMA N° 357/2005 estabelece que, enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, exceto, se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente. Diante disso, o Rio Pinho, de domínio estadual, ainda não possui um enquadramento definido pelo Comitê da Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros dos Rios Pomba e Muriaé, sendo, portanto, enquadrado como Classe 2.

Os resultados das análises dos metais nos quatro pontos de coleta nos três cenários encontram-se no Quadro 5. Destaque para a diferença dos valores de referência dos pontos P1 e P4, segundo a resolução CONAMA N° 357/05, e P2 e P3, segundo a resolução CONAMA N° 430/11.

Quadro 5- Resultados da concentração (mg/L) dos metais nos 4 pontos de coleta.

PONTO	CENÁRIO	Ba	B	Cd	Pb	Cu	Fe	P	Mg	Ni	Ag	Zn
P1	1	<0,1	<0,1	<0,0005	<0,005	<0,005	<u>0,84</u>	<0,01	0,05	<0,01	<0,01	0,01
	2						<u>0,55</u>	<0,01	0,09			0,04
	3						<u>1,3</u>	<0,01	<0,05			<0,01
P2	1						<0,1	0,97	0,11			0,18
	2						0,24	4,61	<0,05			0,29
	3						0,41	4,02	<0,05			0,24
P3	1						0,10	0,091	<0,05			0,03
	2						0,38	0,96	0,12			0,12
	3						<0,1	0,87	<0,05			0,05
P4	1						<u>0,84</u>	<0,01	0,05			0,01
	2						<u>0,46</u>	<0,01	0,06			0,04
	3						<u>1,28</u>	<0,01	<0,05			<0,01
Referência para os pontos P1 e P4*		0,7	0,5	0,001	0,01	0,009	0,3	0,03	0,1	0,025	0,01	0,18
Referência para os pontos (P2 e P3)**		<5,0	<5,0	<0,2	<0,5	<1,0	<15,0	--	<1,0	<2,0	<0,1	<5,0

Obs.: valores sublinhados e em negrito são superiores aos valores de referência das Resoluções: CONAMA N° 357/05(*) e CONAMA N° 430/11(**).

Os valores dos elementos bário, boro, cádmio, chumbo, cobre, fósforo, manganês, níquel, prata e zinco estiveram dentro dos limites estabelecidos em todos os pontos amostrados.

O ferro revelou valores superiores aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA N° 357/2005 no Ponto 01 (montante do empreendimento) e para o Ponto 04 (jusante do empreendimento). Já para o Ponto 02 e Ponto 03, os valores estiveram dentro dos limites estabelecidos pela resolução CONAMA N° 430/2011.

Os resultados das análises físicas e químicas dos quatro pontos de coleta para os parâmetros Nitrogênio Amoniacal, Temperatura, Coliformes Fecais, DBO, Óleos e Graxas, pH, Sólidos Sedimentáveis, Sólidos Dissolvidos e Turbidez nos três cenários são descritos no Quadro 6.

Quadro 6- Resultados da análise física e química nos 4 pontos de coleta.

PONTO	CENÁRIO	Nitrogênio Amoniacal	Temperatura	Coliformes Fecais	DBO	Óleos e Graxas	pH	Sólidos Sedimentáveis	Sólidos Dissolvidos	Turbidez
P1	1	0,08	NA	135		Ausente	8,5	NA	17	4,7
	2	0,07		830			8,7		18	4,9
	3	0,05		29			8,8		18,72	8,9
P2	1	26,1	21,2	NA	<2	<10	7,8	1	2	NA
	2	45,2	22,3				7,7	0,2	NA	
	3	26,9	24,4				8,3	1	NA	
P3	1	7,51	20				7,60	<0,10	18	
	2	5,9	23,5				8,2	0,3	NA	
	3	9,63	23,2				7,8	1	NA	
P4	1	0,1	NA	461		Ausente	8,4	NA	17,2	4,6
	2	0,09		472			8,8	NA	18	6,2
	3	0,1		33			7,9	NA	22,26	3,9
Valor de referência* (P1 e P4)		<ul style="list-style-type: none"> • 2,0 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0 • 1,0 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5 • 0,5 mg/L N, para pH > 8,5 	NA	2500 UFC/100 MI	5	Virtualmente ausente	6,0 a 9,0	NA	500	100
Valor de referência** (P2 e P3)		<20,0	<40	NA	60	20	5,0 a 9,0	1	NA	NA

Obs.: NA= não analisado. Fonte: Elaboração própria.

Conforme os limites estabelecidos na resolução CONAMA N° 357/2005, os parâmetros Nitrogênio Amoniacal, Temperatura, Coliformes Fecais, DBO, Óleos e Graxas, pH, Sólidos Sedimentáveis, Sólidos Dissolvidos e Turbidez analisados nos Pontos 1 e 4 estiveram dentro dos limites permitidos, logo o corpos d'água analisado está conforme para esses parâmetros.

A resolução CONAMA N° 430/11 determina que o pH dos efluentes deve estar entre a faixa de 5 a 9, a Temperatura não pode ultrapassar 40°C, os Coliformes Fecais deverão ser inferiores a 2500 UFC/100 mL, na DBO deverá ocorrer uma remoção mínima de 60%, os óleos e graxas deverão ser inferiores a 20 mg/L. Portanto os Pontos 2 e 3 analisados estão dentro dos limites estabelecidos pela legislação.

Os Coliformes Fecais, Sólidos Dissolvidos e Turbidez não foram analisados nos Pontos 2 e 3, pois não são parâmetros exigidos para lançamentos de efluentes em corpos d'água enquadrados como classe 2.

O Nitrogênio Amoniacal apresentou-se em não conformidade com a resolução no. 430/2011 para o monitoramento do Ponto P2. Enquanto o Ponto 3, apresentou valores em conformidade com os limites estabelecidos.

A resolução CONAMA N° 430/2011 também estabelece que Sólidos Sedimentáveis tem um limite de 1 mg/L para efluentes. No Ponto P2 e Ponto P3, os resultado encontram-se dentro dos padrões da legislação.

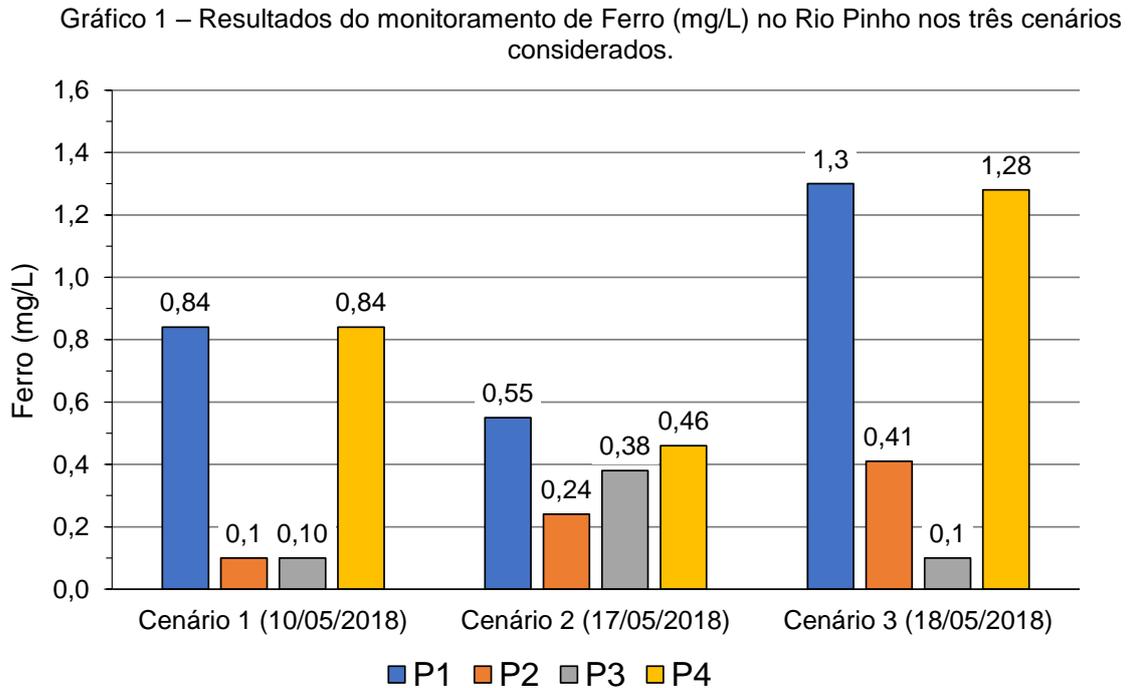
4.2 Qualidade da água do Rio Pinho

Para demonstrar o comportamento de cada parâmetro no corpo d'água mediante a interferência de efluentes industriais, os resultados são apresentados separadamente, comparando os valores com aqueles limites estabelecidos pela Resolução CONAMA N° 357/ para os Pontos 1 e 4 e pela Resolução N° CONAMA 430/2011 para os Pontos 2 e 3.

4.2.1 Metais

A análise de metais foi incorporada neste estudo para a qualidade da água, devido ao processo que a empresa metalúrgica desenvolve. Apenas o parâmetro Ferro está acima dos limites estabelecidos para os Pontos P1 e P4 (Gráfico 1), no

qual a legislação menciona um limite de 0,3 mg/L para águas naturais. Neste caso a empresa não está contribuindo para alteração deste parâmetro, uma vez que, a análise realizada à montante já apresentava valores acima permitidos pela legislação.



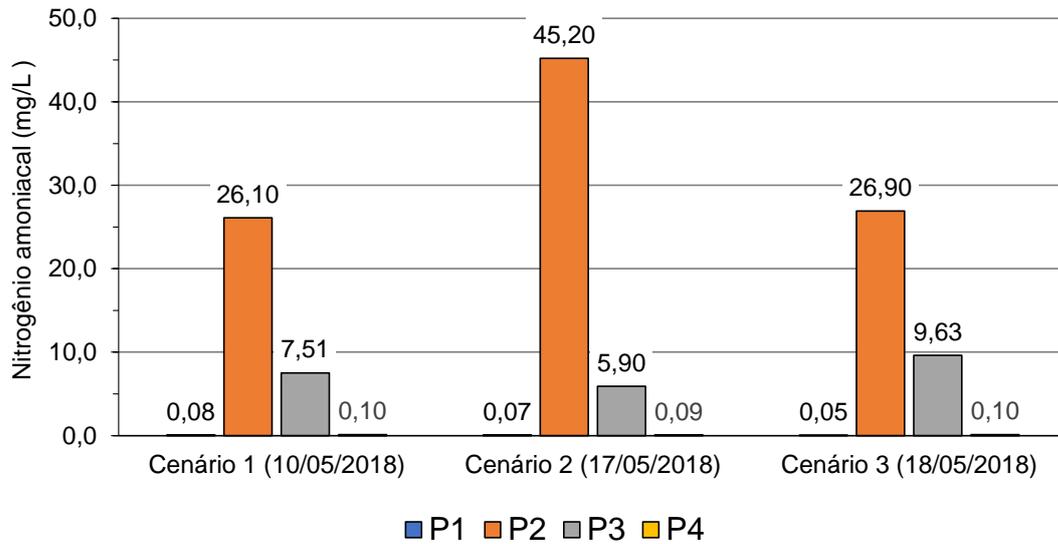
4.2.2 Nitrogênio Amoniacal

O nitrogênio presente no efluente provém da atividade humana. O material fecal contribui com nitrogênio através das proteínas. Esta, por sua vez, sofre a ação decompositora das bactérias e como consequência ocorre a liberação de Nitrogênio Amoniacal.

O Nitrogênio Amoniacal foi considerado neste estudo devido a um sistema de fossa-filtro lançar o efluente sanitário tratado no efluente 01 (Ponto 2).

Na Resolução CONAMA N° 430/2011, o valor de referência considerado para Nitrogênio Amoniacal é de <20 mg/L, sendo que no Gráfico 2 observam-se valores acima do permitido no Ponto 2 para todos os cenários. Portanto, ao efluente ser lançado a microbiologia presente assimilou no corpo receptor, pois na jusante foi identificado Nitrogênio Amoniacal dentro dos limites estabelecidos.

Gráfico 2- Resultados do monitoramento de Nitrogênio Amoniacal (mg/L) no Rio Pinho nos três cenários considerados.

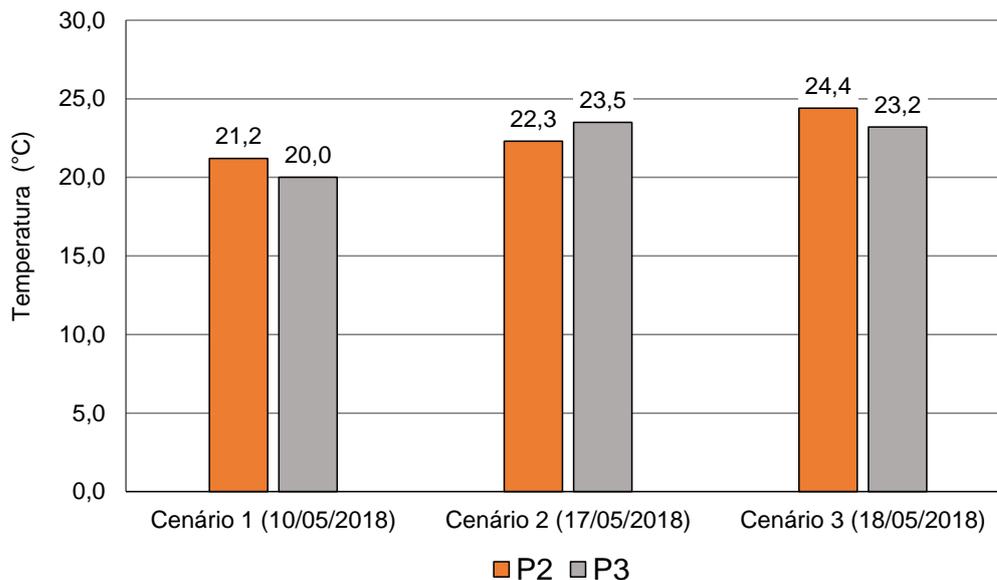


4.2.3 Temperatura

Este parâmetro foi incorporado na análise de efluente de modo a verificar se a Temperatura de lançamento de efluente não ultrapasse a 40°C, conforme exigido na resolução CONAMA N^o 430/2011, uma vez que a empresa utiliza água na refrigeração de seu processo.

No gráfico 3 nota-se que a Temperatura é lançada no corpo receptor com valor menor que 40°C, não interferindo em nenhum processo do meio.

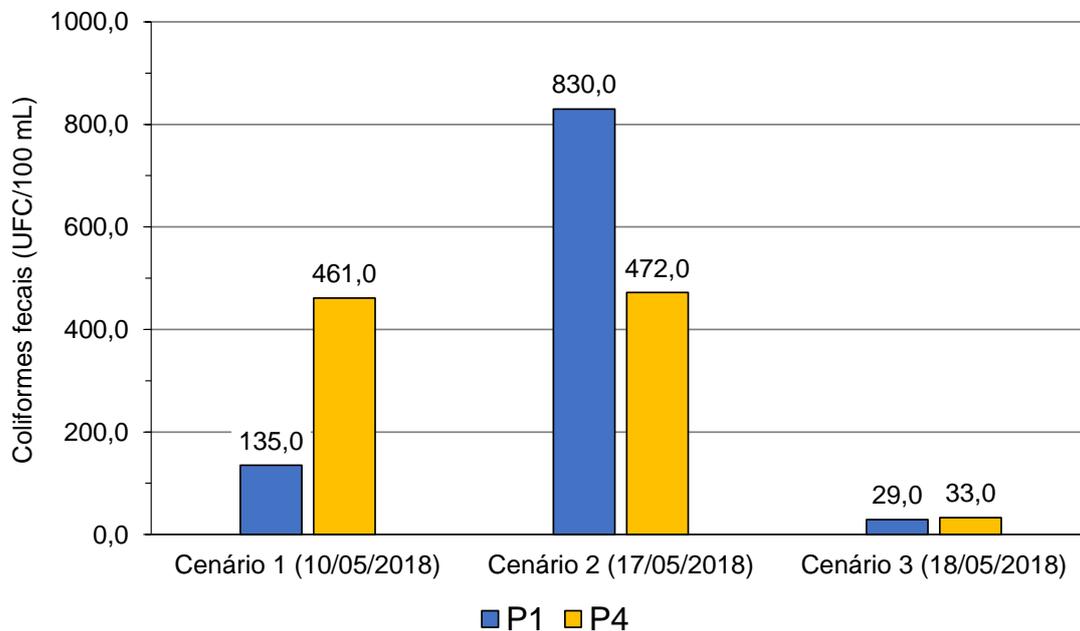
Gráfico 3– Resultados do monitoramento da Temperatura (°C) no Rio Pinho nos três cenários considerados.



4.2.4 Coliformes Fecais

Os Coliformes Fecais representam um parâmetro essencial para a avaliação da qualidade da água, pois a presença destas bactérias em um corpo de água natural indica o grau de poluição, podendo inclusive levar a uma série de doenças na população. A Resolução CONAMA N° 357/2005 estabelece que não deverá ser excedido um limite de 2.500 coliformes termotolerantes por 100 mL. Portanto, nota-se no gráfico 4 que os valores dos pontos amostrados estão dentro dos limites.

Gráfico 4– Resultados do monitoramento dos Coliformes Fecais (UFC/100 mL) no Rio Pinho nos três cenários considerados.



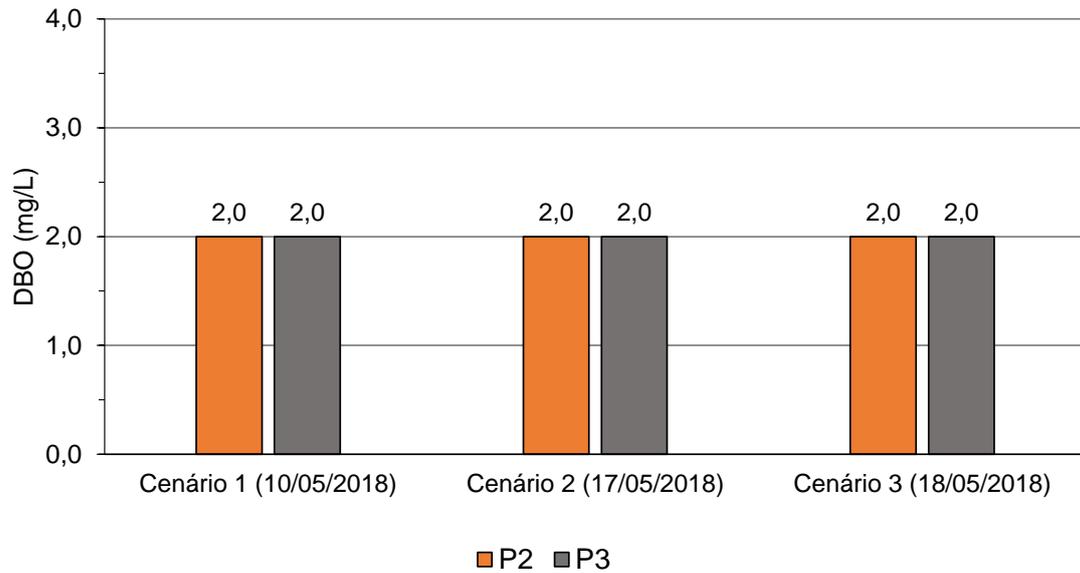
4.2.5 DBO

A DBO exerce um efeito indireto sobre a depleção do Oxigênio Dissolvido, que pode inibir o metabolismo do ecossistema aquático. Este parâmetro funciona como indicador de degradação biológica, podendo caracterizar o grau de poluição de um corpo d'água.

A Resolução CONAMA N° 357/2005 para os Pontos 1 e 4 apresenta limite de 5 mg/L para DBO e para os Pontos 2 e 3 a Resolução CONAMA N° 430/2011 tem como limite de 60 mg/L.

O gráfico 5 mostra que o comportamento da DBO não apresentou oscilação nos pontos monitorados.

Gráfico 5– Resultados do monitoramento de Demanda Bioquímica de Oxigênio-DBO (mg/L) no Rio Pinho nos três cenários considerados.

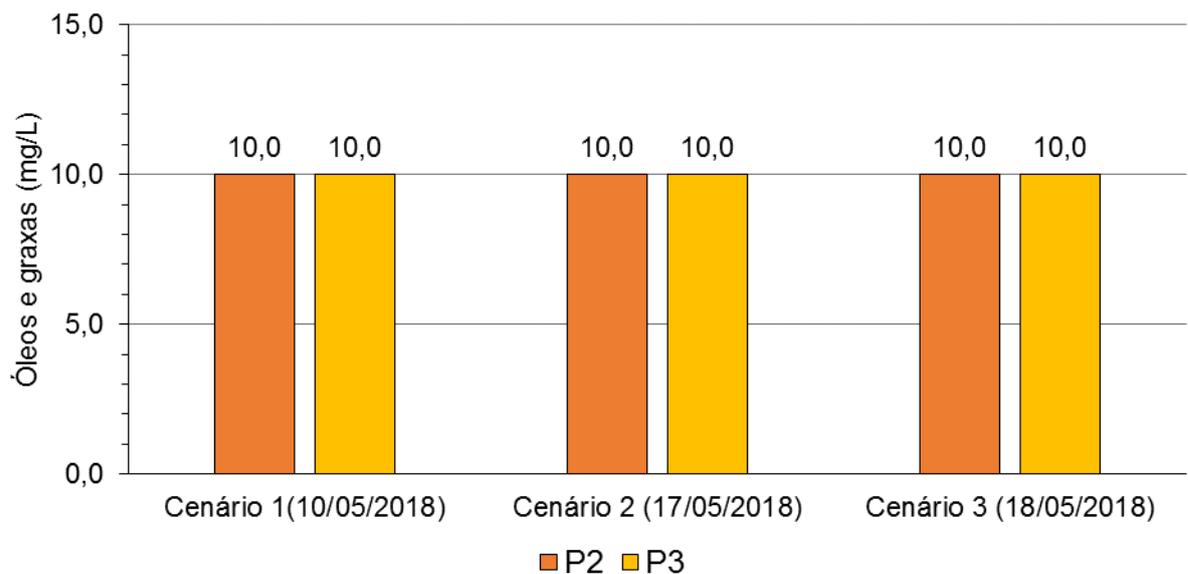


4.2.6 Óleos e Graxas

A Resolução CONAMA N° 430/2011 define um limite de 20 mg/L para Óleos e Graxas.

Nota-se no gráfico 6 que os pontos monitorados estão dentro dos limites estabelecidos. O corpo d'água em estudo apresentou ausente para este parâmetro.

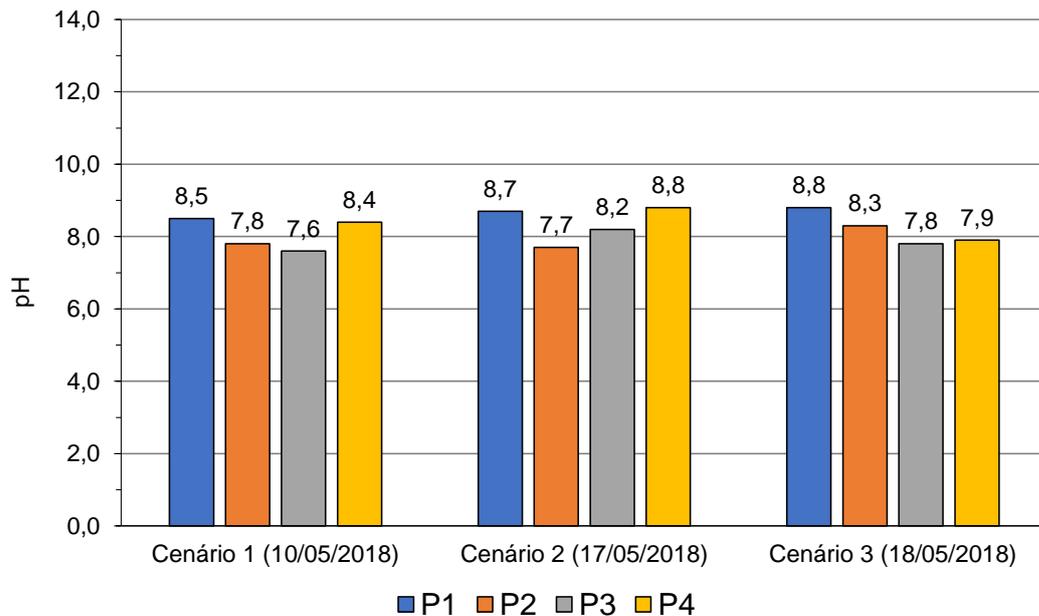
Gráfico 6– Resultados do monitoramento de Óleos e Graxas (mg/L) no Rio Pinho nos três cenários considerados.



4.2.7 pH

Nos pontos analisados o parâmetro pH (Gráfico 7) manteve-se dentro dos limites estabelecidos pela legislação. A legislação menciona que o pH deverá estar entre 5 e 9 para águas naturais e 6 a 9 para efluentes.

Gráfico 7 – Resultados do monitoramento do pH no Rio Pinho nos três cenários considerados.

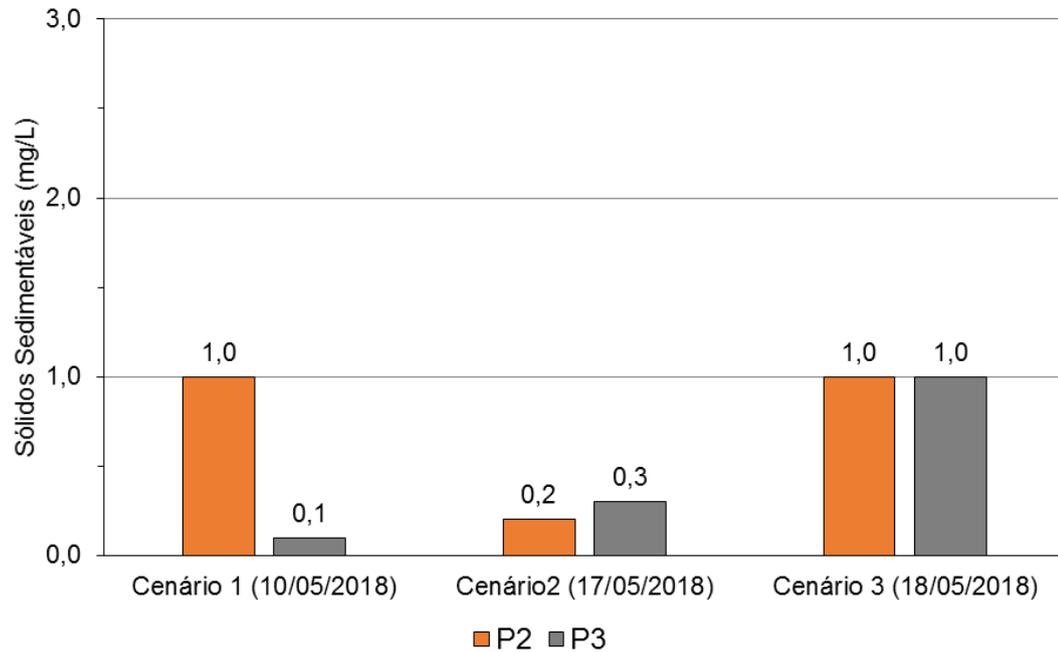


4.2.8 Sólidos Sedimentáveis

A Resolução CONAMA N° 357/2005 não menciona o parâmetro Sólido Sedimentáveis para o monitoramento em curso d'água natural, portanto os pontos 1 e 4 não foram monitorados.

Já a Resolução CONAMA N° 430/2011 exige o monitoramento deste parâmetro com limite de 1 mg/L. Diante disso os pontos 2 e 3 foram monitorados, e nota-se que, o resultado apresenta dentro dos limites estabelecidos pela legislação (Gráfico 8).

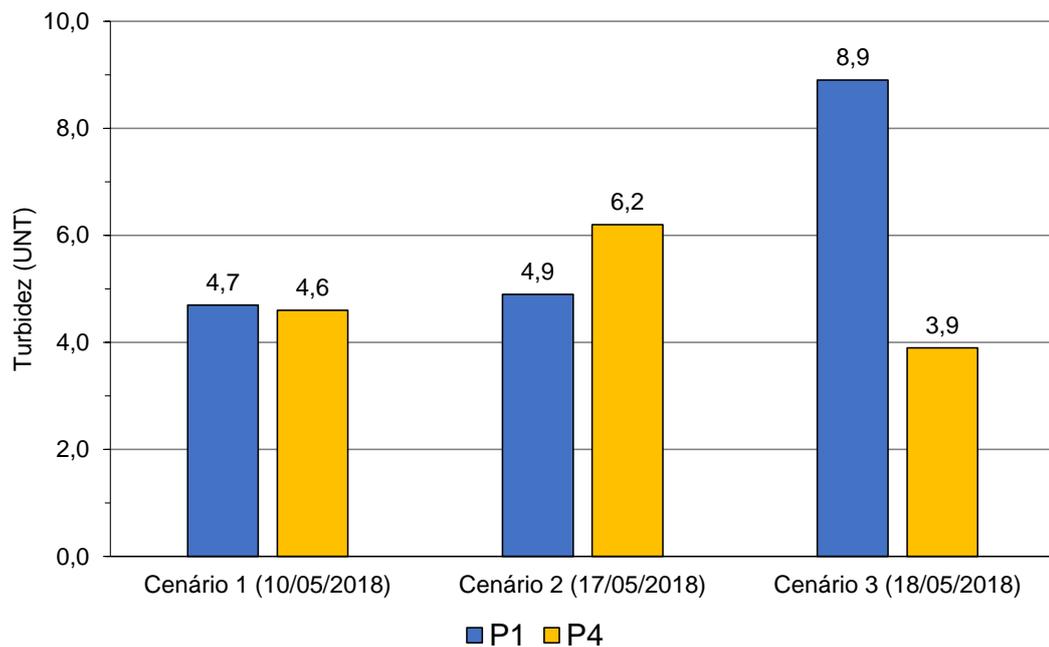
Gráfico 8 – Resultados do monitoramento de Sólidos Sedimentáveis (mg/L) no Rio Pinho nos três cenários considerados.



4.2.9 Turbidez

De acordo com o gráfico 9, nota-se que os valores da Turbidez para as águas naturais estão dentro dos limites estabelecidos para a Classe 2, segundo a resolução CONAMA N° 357/2005.

Gráfico 9– Resultados do monitoramento da Turbidez (UNT) no Rio Pinho nos três cenários considerados.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

As alterações na qualidade da água podem ser provocadas tanto por fatores de ordem natural quanto pela ação antrópica. Em relação a esta última, destacam-se os processos industriais como uma das principais causas de poluição e/ou de contaminação da água, especialmente em decorrência do lançamento de efluentes não tratados nos corpos d'água.

A adequada gestão dos recursos hídricos implica que a mesma seja realizada de uma maneira sistemática, sem a dissociação dos aspectos quantitativos e qualitativos, o que se constitui em uma das diretrizes gerais de ação da Política Nacional de Recursos Hídricos. Por isso mesmo, é de fundamental importância que as agências de água e de bacia e os órgãos colegiados de gestão de recursos hídricos – os Comitês de Bacia Hidrográfica e os Conselhos Estaduais e Nacional de Recursos Hídricos – invistam na implementação do enquadramento dos corpos de água em classes, com o objetivo de assegurar às águas a qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas e de diminuir os custos de combate à poluição, mediante a implementação de ações preventivas.

Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo principal avaliar os possíveis impactos do lançamento de fluentes industriais de uma empresa do setor metalúrgico nas águas do Rio Pinho, enquadrado como um curso d'água de Classe 2, conforme a proposição da Resolução CONAMA N° 357, de 17 de março de 2005. O monitoramento de um conjunto de parâmetros da qualidade da água, realizado a partir da definição de três cenários diferentes, demonstrou que os valores encontrados conformam-se aos limites superiores estabelecidos pela resolução citada e às condições e aos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA N° 430, de 13 de maio de 2011.

Conclui-se, portanto, pela importância das unidades industriais dos mais diversos setores investirem na implementação de estações de tratamento que seja capazes de adequar o lançamento dos efluentes nos corpos d'água aos padrões estabelecidos pela legislação em vigor, garantindo a sua destinação aos usos mais exigentes previstos no respectivo enquadramento e minimizando o máximo possível os impactos sobre a qualidade da água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT **NBR 9897**: Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro, 1998.

ABNT **NBR 9898**: Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro, 1987.

AGUIAR, M. R. M. P; NOVAES, A. C; GUARINO, A. W. S. Remoção de Metais Pesados de Efluentes Industriais por Aluminos-silicatos. **Quim. Nova** v. 25, n. 6B, p.1145-1154, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422002000700015&script=sci_abstract&tlng=es>. Acesso em: 22 ago. 2018.

ANA (Agencia Nacional de Águas). **Enquadramento dos corpos d'água**. 2010. Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/CursoEnquadramentoPortal2010.pdf>>. Acessado em 17 de agosto de 2018.

APHA. **Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater**. 22nd ed. Washington, DC: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. 2012. 1360 p.

BELTRAME, T.F.; LHAMBY, A.R.; BELTRAME, A. Efluentes, resíduos sólidos e educação ambiental: Uma discussão sobre o tema. **REGET**, v. 20, n. 1, p.351-362. 2016. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/20052>>. Acesso em: 18 ago. 2018.

BRASIL. **Lei 9.433**, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o Inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/sileg/integras/470365.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2018.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA Nº 357**, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Publicação DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>> Acesso em: 17 jun. 2018.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA Nº 430**, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Publicação DOU nº 92, de 16/05/2011, pág. 89. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>> Acesso em: 20 jun. 2018.

COPAM (Conselho de Política Ambiental). **Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG N.º 1**, de 05 de maio de 2008. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como

estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Publicação Diário do Executivo – “Minas Gerais” em 13/05/2008; Retificação – Diário do Executivo – “Minas Gerais” – 20/05/2008. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8151>>. Acesso em 10 jul. 2018.

EDLINGER, A.R. **Caracterização De Efluente De Indústria Metalúrgica E Proposta De Tratamento**. In: III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Goiânia/GO, 2012.

FREITAS, M.A.V. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. Brasília: ANEEL, 2011.

GARDIMAN JUNIOR, B. S. Caracterização do processo de poluição das águas superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Jucu, estado do Espírito Santo, Brasil. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 9, n. 3, p.235-242, 2015. Disponível em: <<https://revista.ufrr.br/agroambiente/article/view/2310>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

GIORDANO, G. **Tratamento e controle de efluentes industriais**. Rio de Janeiro: UERJ. Apostila. 1999.

LEAO, A.C.N. **Estudo Ambiental da Bacia Hidrográfica de contribuição do manancial de Tocantins- MG**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) Juiz de Fora: Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Juiz de Fora, 2017. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2014/02/Trabalho-final-de-conclus%C3%A3o-de-curso-Ana-Carolina-Nascimento-Le%C3%A3o.pdf>>. Acesso em 22 set. 2018.

LUNARDI, M.M; SANTOS, F.A; CANTELLI, M. **Tratamento de efluente de indústria metalúrgica com o uso de biosorventes naturais para remoção de metais pesados**. In: X SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA PUCRS, 2009. Disponível em: <http://www.pucrs.br/edipucrs/XSalaoIC/Engenharias/Engenharia_Quimica/70503-MARINA_MONTEIRO_LUNARDI.pdf>. Acesso em: 22 de set. 2018.

MARCONDES, J.G. **Tratamento de Efluentes**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação), Assis, Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, 2012. Disponível em: <<https://cepein.femanet.com.br/BDigital/arqTccs/0911290473.pdf>>. Acesso em 22 set. 2018.

MESQUITA, L.F.G. **Gestão de Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Preto: Atores, Ações e Conflitos**. 2017. 192 f., il. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) —Universidade de Brasília, Brasília, 2017. Disponível em: <<http://repositorio.unb.br/handle/10482/25264>>. Acesso em: 14 out. 2018.

NAGALLI, A; NEMES, P.D. Estudo da Qualidade de água de corpo receptor de efluentes líquidos industriais e domésticos. **Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient. Curitiba**, v. 7, n. 2, p. 131-144, abr./jun. 2009.

SETTI, A. A. Legislação para uso dos recursos hídricos. In: SILVA, D. D. da; PRUSKI, F. F. (eds.). **Gestão de recursos hídricos: aspectos legais, econômicos,**

administrativos e sociais. Brasília: Universidade Federal de Viçosa/Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2005, p. 121-412.

STEIN, R.T. **Caracterização e avaliação do sistema de tratamento de efluentes de uma indústria alimentícia, visando o reuso**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) Lajeado: Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Centro Universitário UNIVATES, 2012. Disponível em: <<https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/430/1/RoneiStein.pdf>>. Acesso em 10 ago. 2018.

THEBALDI, M.S; SANDRI, D; FELISBERTO, A.B; ROCHA, M.S; NETO, S.A. Qualidade da água de um córrego sob influência de efluente tratado de abate bovino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.3, p.302–309, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v15n3/v15n3a12>>. Acesso em: 15 out. 2018.

TUNDISI, J. G. Recursos Hídricos no Brasil: uma síntese. In: **Recursos hídricos no Brasil: problemas, desafios e estratégias para o futuro**. José Galizia Tundisi (coordenador). Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2014. p. 4-7.

VON SPERLING, M. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos: Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias** (vol. 1). Belo Horizonte: DESA-UFMG, 452p. 2005.

_____. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias: Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Volume 1, 4º ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014.