



**UNISUL**

**UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA**

**LEOPOLDO DUARTE PEREIRA**

**INVESTIGAÇÃO DAS CONDIÇÕES SANITÁRIAS E POTENCIAIS FONTES PO-  
LUIDORAS DA ÁGUA DA COMPANHIA HIDROMINERAL CALDAS DA IMPERA-  
TRIZ POR ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICO-BIOLÓGICA NA MINIMIZAÇÃO DOS  
RISCOS À SAÚDE DOS USUÁRIOS**

**Palhoça**

**2015**

**LEOPOLDO DUARTE PEREIRA**

**INVESTIGAÇÃO DAS CONDIÇÕES SANITÁRIAS E POTENCIAIS FONTES POLUIDORAS DA ÁGUA DA COMPANHIA HIDROMINERAL CALDAS DA IMPERATRIZ POR ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICO-BIOLÓGICA NA MINIMIZAÇÃO DOS RISCOS À SAÚDE DOS USUÁRIOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade do Sul de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Ambiental Sanitarista.

Orientador: Prof. Rachel Faverzani Magnado, Dr.

Palhoça

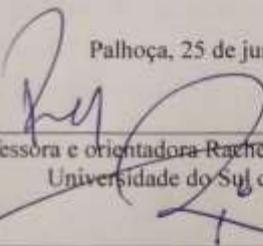
2015

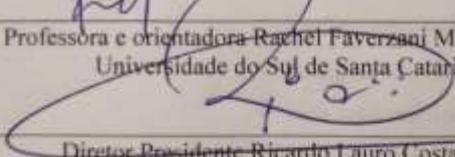
LEOPOLDO DUARTE PEREIRA

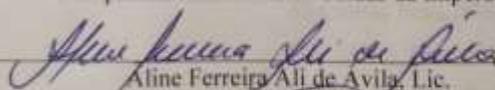
INVESTIGAÇÃO DAS CONDIÇÕES SANITÁRIAS E POTENCIAIS FONTES POLUIDORAS DA ÁGUA DA COMPANHIA HIDROMINERAL CALDAS DA IMPERATRIZ POR ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICO-BIOLÓGICA NA MINIMIZAÇÃO DOS RISCOS À SAÚDE DOS USUÁRIOS

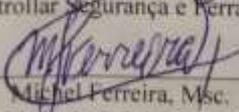
Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Engenheiro Ambiental e Sanitarista e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Palhoça, 25 de junho de 2015.

  
\_\_\_\_\_  
Professora e orientadora Rachel Favreza Magnado, Dr.  
Universidade do Sul de Santa Catarina

  
\_\_\_\_\_  
Diretor Presidente Ricardo Lauro Costa, Esp.  
Companhia Hidromineral Caldas da Imperatriz

  
\_\_\_\_\_  
Aline Ferreira Ali de Avila, Lic.  
Controlar Segurança e Ferragens

  
\_\_\_\_\_  
Michel Ferreira, Msc.  
Universidade do Sul de Santa Catarina

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, pois sem Ele nada seria possível e não estaríamos aqui reunidos, desfrutando, juntos, destes momentos tão importantes.

Aos meus pais, Alécio Belini Pereira e Maria Das Dores Duarte Pereira, minha irmã Alda Cristina Duarte Pereira, e minha namorada, Eloisa Zanin da Silva pelo esforço, dedicação e compreensão em todos os momentos desta e de outras caminhadas.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

A esta universidade, seu corpo docente, direção e administração, que oportunizaram a janela por onde hoje vislumbro um horizonte superior, eivado pela acendrada confiança no mérito e ética aqui presentes.

Aos meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

À minha irmã, Alda Cristina Duarte Pereira, que sempre me auxiliou nestes cinco anos de estudos.

À minha namorada, Eloisa Zanin da Silva, por sempre estar do meu lado, me apoiando e motivando.

À minha orientadora, Rachel Magnago, que mesmo com uma carga horária muito cheia, sempre me deu muito suporte, atenção e incentivos de forma excepcional.

Aos muitos colegas que fiz durante essa caminhada, principalmente aos que estão juntos do desde o primeiro semestre até a formatura.

Aos estagiários e técnicos do Laboratório de Química e do Laboratório de Eng. Ambiental, por terem auxiliado nos procedimentos e nas análises deste trabalho.

À Eng<sup>a</sup>. Aline Ferreira Ali de Ávila, por ter me ensinado com muita boa vontade e paciência o procedimento das análises realizadas neste trabalho.

Ao senhor Diretor Presidente, Ricardo Lauro Costa, por ter autorizado o estudo na Companhia Hidromineral Caldas da Imperatriz e, sempre que solicitado, foi muito atencioso.

Ao senhor Rogerio, funcionário da companhia que sempre me acompanhou nas coletas, com muito bom humor e com uma disposição enorme para ajudar o próximo.

E a todos que, direta ou indiretamente, fizeram parte da minha formação.

Meus sinceros agradecimentos.

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível” (CHARLES CHAPLIN, 1950).

## RESUMO

A água constitui-se em elemento essencial à vida. O acesso à água de boa qualidade e em quantidade adequada está diretamente ligado à saúde da população. Este trabalho tem por objetivo investigar as condições sanitárias e potenciais fontes poluidoras da água da Companhia Hidromineral Caldas da Imperatriz por análise físico-químico-biológica na minimização dos riscos à saúde dos usuários. Foram realizadas três análises nos meses de março, abril e maio de 2015. As análises foram realizadas no Laboratório de Química das Engenharias da UNISUL. Foram analisados os parâmetros químicos (pH, OD, DBO, nitrito, nitrato e sulfato), físicos (cor, turbidez e temperatura) e biológico (coliformes Totais e termotolerantes). Os resultados obtidos foram comparados com os valores máximos permitidos determinados pelas resoluções 357/2005 e 396/2008 do CONAMA e pela portaria 2914/11 do Ministério da Saúde. Os parâmetros analisados atenderam as legislações vigentes, com exceção da análise de nitrito realizada no dia 02 de março, que sofreu alteração devido às chuvas dos dias anteriores, e a análise de DBO que ficou acima do valor máximo permitido pela resolução 357/2005 do CONAMA. Foi verificado como possível fonte poluidora apenas os efluentes dos hotéis no entorno, visto que não existe outras fontes de poluição antrópica, tais como plantações, passagem de gado e indústrias.

Palavras-chave: Água. Qualidade. Parâmetros.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Localização da área de estudo, cidade de Santo Amaro da Imperatriz, bairro Caldas da Imperatriz /SC.....	28
Figura 2 - Hotel de Caldas da Imperatriz onde se localiza a fonte.....	29
Figura 3 - Imagem da parte externa da fonte.....	29
Figura 4 - Imagem ilustra a parte interna da fonte. ....	30
Figura 5 – Desinfecção da torneira.....	31
Figura 6- Procedimento para evitar coleta de água do encanamento .....	32
Figura 7 - Coleta da amostra.....	32
Figura 8 - Dados de precipitação dos dias 28 de fevereiro, 01 e 02 de março de 2015 .....	38
Figura 9 - Dado de precipitação dos dias 04, 05 e 06 de abril de 2015.....	39
Figura 10 - Dados de precipitação dos dias 02, 03 e 04 de maio de 2015.....	40
Figura 11 - Imagem de satélite do local da fonte de 2003.....	47
Figura 12 - Imagem de satélite do local da fonte de 2014.....	48
Figura 13 - Topografia da região.....	49

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Compilação de valores permitidos pelo CONAMA e MS .....	24
Tabela 2 - Resultados das análises dos Parâmetros Físicos Temperatura, cor e turbidez .....	41
Tabela 3 -Resultados das análises dos Parâmetros Químicos OD, pH, Nitrito, Nitrato, Sulfato e DBO.....	43

## LISTA DE SIGLAS

BVB – Caldo Bile Verde Brilhante

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral

EC – Caldo *Escherichia Coli*

LST – Caldo Lauril Triptose

MS – Ministério da Saúde

OMS – Organização Mundial da Saude

OD – Oxigênio Dissolvido

SC – Santa Catarina

UNISUL – Universidade do Sul de Santa Catarina

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
1.1 PROBLEMÁTICA .....	14
1.2 JUSTIFICATIVA .....	15
1.3 OBJETIVOS .....	16
<b>1.3.1 Objetivo Geral .....</b>	<b>16</b>
<b>1.3.2 Objetivos Específicos.....</b>	<b>16</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>17</b>
2.1 QUALIDADE DA ÁGUA.....	17
2.2 ÁGUAS SUBTERRANEAS .....	18
2.3 ÁGUA MINERAL.....	18
<b>2.3.1 Fontes.....</b>	<b>19</b>
2.4 POLUIÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS.....	19
2.5 PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA .....	20
2.6 DOENÇAS POR VEICULAÇÃO HIDRICA .....	25
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>27</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	27
3.2 COLETAS.....	30
3.3 ANÁLISES .....	33
<b>3.3.1 Parâmetros Biológicos.....</b>	<b>33</b>
3.3.1.1 Coliformes Totais e Termotolerantes .....	33
<b>3.3.2 Parâmetros Físicos .....</b>	<b>34</b>
3.3.2.1 Cor.....	34
3.3.2.2 Turbidez.....	34
3.3.2.3 Temperatura.....	34
<b>3.3.3 Parâmetros Químicos.....</b>	<b>35</b>
3.3.3.1 pH.....	35
3.3.3.2 Nitrito .....	35
3.3.3.3 Nitrato.....	36
3.3.3.4 Sulfato.....	36
3.3.3.5 Oxigênio Dissolvido.....	36
3.3.3.6 Demanda Bioquímica de Oxigênio .....	37
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>38</b>

4.1	PRECIPITAÇÃO.....	38
4.2	PARÂMETRO DE QUALIDADE DA ÁGUA.....	40
4.2.1	<b>Parâmetros Físicos .....</b>	<b>41</b>
4.2.2	<b>Parâmetros Químicos.....</b>	<b>42</b>
4.2.3	<b>Parâmetro Biológico.....</b>	<b>46</b>
4.3	AVALIAÇÃO DO ENTORNO .....	46
4.3.1	<b>Vegetação .....</b>	<b>47</b>
4.3.2	<b>Topografia.....</b>	<b>48</b>
4.3.3	<b>Ocupação da área .....</b>	<b>49</b>
5	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>50</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>51</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>55</b>
	<b>ANEXO A – QUADRO DA APHA PARA DETERMINAÇÃO DE COLIFORMES .....</b>	<b>56</b>

## 1 INTRODUÇÃO

“A água doce é um recurso natural finito, cuja qualidade vem piorando devido ao aumento da população e à ausência de políticas públicas voltadas para sua preservação” (MERTEN; MINELLA, 2002, p.34). “A água constitui-se em elemento essencial à vida. O acesso à água de boa qualidade e em quantidade adequada está diretamente ligado à saúde da população, contribuindo para reduzir a ocorrência de diversas doenças” (IBGE, 2008).

Segundo o ministério de Saúde (2011), “a água para consumo humano é a água que atende ao padrão de potabilidade estabelecido nesta Portaria e que não ofereça riscos à saúde, destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem”.

A captação da água para consumo humano pode ocorrer de duas formas diferentes, são elas: captação de águas superficiais, que se refere a lagos e rios, e a captação de águas subterrâneas, que se referem aos mananciais subterrâneos. Águas subterrâneas são utilizadas por boa parte da população brasileira por diversos motivos, falta de sistema de abastecimento de água, água de melhor qualidade, menos custo. A água subterrânea se encontra em diferentes profundidades, mananciais mais profundos normalmente protegidos com uma camada de rocha são conhecidos como lençóis confinados, mais profundos de difícil captação, entretanto com pouca possibilidade de contaminação da água. Mananciais mais próximos a superfície são conhecidos como aquíferos livres, como mencionado, são mais próximos a superfície, de fácil captação, entretanto de fácil contaminação da água (FOSTER, *apud* SILVA; ARAUJO, 2003)

A contaminação dos mananciais subterrâneos se dá por uma série de fatores relacionados com o crescimento desordenado das cidades, falta de conhecimento e descaso com o meio ambiente. A disposição inadequada dos resíduos, falta de sistemas de esgotamento sanitário e a falta de planejamento das cidades estão relacionados a contaminação das águas (ELIS *apud*, CUNHA; SHIRAIWA, 2011).

“A importância das águas subterrâneas na vida do ser humano vem de longa data. Os primeiros registros do aproveitamento dos recursos hídricos subterrâneos, representados por túneis e poços identificados na Pérsia e no Egito, são bem anteriores à era cristã” (FILHO, 1997).

O Sul do país é a terceira região brasileira em concentração de áreas (distritos hidrominerais), reunindo concessões de lavra de águas minerais e potáveis de mesa. Perfazem um total de vinte e nove (29) áreas distribuídas nos estados do Rio Grande do Sul, com nove áreas; Santa Catarina, também com nove; e Paraná, com onze. A produção da região, em 2003, superou o patamar de 545 milhões de litros, terceira posição em volume com relação às demais regiões (DNPM, 2004).

As nove áreas caracterizadas em Santa Catarina estão distribuídas nas regiões leste, noroeste e sudoeste do estado. O predomínio absoluto é das águas minerais radioativas, fluoretadas, alcalino-bicarbonatadas, litinadas, sulfatadas, sódicas, sulfurosas e termais. As captações na forma de poços e fontes apresentam vazões que variam de 1.000 l/h a 90.000 l/h (DNPM, 2004).

De acordo com a publicação de Quintela na revista *Etnográfica* (2003), em Caldas da Imperatriz podem ser feitos banhos termais em hotéis da região, ou então, na Casa de banhos, situada nas proximidades da Companhia hidromineral, que é um estabelecimento termal público de acesso mediante pagamento. O local é frequentado por pacientes que são orientados por seus médicos a irem até lá em busca de um tratamento, e também por pessoas apenas em busca de um banho relaxante.

As estâncias hidrominerais vão além dessa definição legal, pois são cidades que têm características climáticas bem determinadas, dotadas de fontes naturais de águas minerais, vapor ou lama, equipadas com instalações hoteleiras e outros elementos estruturais turísticos, além de serem utilizadas como espaço para tratamento terapêutico ou atividades físicas. Essas cidades podem ser analisadas a partir do processo histórico de sua estruturação turística, ligado ao seu potencial de cura pela natureza, em particular pelas águas minerais (SILVA; MELLO, 2002).

Segundo a Secretaria de Turismo de Santo Amaro da Imperatriz (2014), sua economia é dividida em dois setores, a agricultura e o turismo, sendo o turismo o mais relevante deles, com sua rede hoteleira tendo, nas fontes de águas termais, sua principal atração.

Santa Catarina e a região de Santo Amaro da Imperatriz ficaram conhecidas no mundo todo por causa de suas fontes; o município e a sociedade em geral dependem delas não apenas no aspecto econômico, também histórico e cultural.

Neste contexto, foram realizados ensaios químicos, físicos e biológicos na água da fonte termal da Companhia Hidromineral Caldas da Imperatriz, localizada em Caldas da Imperatriz –SC, visando a buscar possíveis fontes poluidoras, no intuito de minimizar os riscos aos usuários.

## 1.1 PROBLEMÁTICA

A qualidade da água é de fundamental importância para seus consumidores, pois é através dela que se verifica se a água captada apresenta condições de ser utilizada para as diferentes atividades no dia a dia.

No entanto, as fontes de água têm-se apresentado suscetíveis a diferentes formas de poluição, entre estas podem ser citadas contaminação por fossas sépticas, por falhas no sistema de esgotamento sanitário, por agrotóxicos, entre outras. Também deve ser citado o crescimento desordenado de cidades como causador de poluição.

Além disso, em razão do desinteresse dos representantes políticos do município para aprovação e instalação de esgotamento sanitário, fontes de águas acabam sendo poluídas por esgoto doméstico e outros tipos de contaminantes.

Uma fonte de água poluída pode ocasionar diversos problemas de saúde à população, tais como doenças de pele e problemas estomacais, para quem a consuma por ingestão e para quem se banha.

Segundo o censo do IBGE de 2000, a população de Santo Amaro da Imperatriz era de 15.708 habitantes, e a estimativa populacional para 2014 foi de 21.572, um aumento de aproximadamente 6.000 pessoas em um período de quatorze anos. Devido a este aumento populacional e ao não desenvolvimento da estrutura sanitária da cidade, os riscos de poluir lençóis freáticos são evidentes.

De tal modo, para contribuir com o processo de qualidade de água da Fonte Hidromineral Caldas da Imperatriz e, conseqüentemente, proporcionar maior segurança para seus usuários, este estudo fez análises físico-químicas e biológicas em buscas de possíveis contaminantes ou anormalidades na água, que podem sinalizar poluição, bem como fez um levantamento de fontes potenciais de poluição do entorno.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Segundo dados fornecidos pelo IBGE (2010), 38,5% da população do sul do Brasil ainda utiliza fossas rudimentares ou não possui qualquer tipo de saneamento. Este percentual refere-se à região sul em geral (zona urbana e zona rural). Se analisarmos apenas as regiões de zona rural, este valor sobe para 78,6% da população que, na prática, se traduz na deposição inadequada dos efluentes líquidos, muitas vezes diretamente no aquífero.

Através da Portaria nº 231/98, o DNPM criou a obrigatoriedade de determinação de área de proteção das fontes de água mineral, qualquer que seja seu uso final: captação, engarrafamento e comercialização da água para consumo humano, ou como estância hidromineral (VAITSMAN; VAITSMAN, 2005).

Banhar-se em água não própria é um risco a saúde: o contato com a pele, ou até a ingestão desta água pode causar diversas doenças. As doenças de transmissão hídrica mais comuns são as febres tifóide e paratifóide, disenterias bacilar e amebiana, cólera, esquistossomose, hepatite infecciosa, giardíase e criptosporidíase (COPASA, 2015).

De acordo com a Associação de Turismo Hidrotermal de Santa Catarina, a cidade de Santo Amaro da Imperatriz possui a melhor água termal da América do Sul e a estância possui a segunda melhor fonte de água termal do mundo em qualidade, precedida apenas pela de Vichy, na França.

Conforme mencionado anteriormente, a economia de Santo Amaro da Imperatriz divide-se entre os setores de Agricultura e Turismo, e este último é o mais relevante justamente em razão das fontes de águas termais serem um atrativo da rede hoteleira.

Nessa perspectiva, salienta-se a importância da determinação da qualidade da água, pois contribui no que se refere à prevenção e tratamento de problemas de saúde pública. Levando em consideração que a casa de banho recebe em média 1.500 pessoas por mês, se faz necessário manter os cuidados com a qualidade da água, pois a prática de uso de banhos é um possível meio de transmissão de doenças.

Tendo em vista que o hotel utiliza a água da fonte não exclusivamente para as banheiras, mas em pias inclusive na cozinha, os benefícios de realizar análises físico-químico-

microbiológicas são essenciais para a saúde dos hospedes do hotel, pacientes que ali se tratam e usuários das banheiras da Casa de Banhos.

### 1.3 OBJETIVOS

#### 1.3.1 Objetivo Geral

Investigar as condições sanitárias e potenciais fontes poluidoras da água da Companhia Hidromineral Caldas da Imperatriz por análise físico-químico-biológica na minimização dos riscos à saúde dos usuários.

#### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Verificar a presença de microorganismos indicadores (Coliformes termotolerantes e totais) em amostras de água coletada na fonte Hidromineral de Caldas da Imperatriz;
- Determinar parâmetros físicos (cor, turbidez, temperatura) e químicos (pH, nitrito, nitrato, sulfato, oxigênio dissolvido e DBO);
- Comparar os resultados das análises realizadas com as resoluções nº 357/2005 e nº 396/2008 do CONAMA, e segundo o Ministério da Saúde, Portaria nº 2914/11;
- Avaliar o entorno da fonte Hidromineral visando verificar a existência de possíveis fontes de contaminação;
- Apontar as melhorias a serem implantadas após a interpretação dos resultados das análises

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica foi dividida em qualidade da água, águas subterrâneas, água mineral, poluição de águas subterrâneas, parâmetro de qualidade da água e doenças por vinculação hídrica.

### 2.1 QUALIDADE DA ÁGUA

Como mencionado, a água para consumo humano pode ser obtida de diferentes fontes, como o aquífero confinado ou livre. A água captada no aquífero confinado está pouco sujeita a contaminação pois ela se encontra entre duas camadas relativamente impermeáveis, entretanto se captada no aquífero não confinado ou livre, que fica próximo à superfície ela está, portanto, mais suscetível à contaminação. No Brasil em função do baixo custo e facilidade de perfuração, a captação de água do aquífero livre, apesar de ser vulnerável à contaminação, é mais frequentemente utilizada. (SILVA; ARAUJO, 2003).

Desta maneira, “entende-se por água potável aquela que não causa nenhum risco significativo para a saúde quando consumidos ao longo da vida, tendo em conta as vulnerabilidades que podem ter diferentes pessoas e ocorrer em diferentes estágios da vida” (OMS, 2009).

Diversos fatores podem comprometer a qualidade da água subterrânea, como o destino final do esgoto doméstico e industrial em fossas e tanque sépticos, a disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos e industriais, postos de combustíveis e de lavagem, e o uso de produtos químicos na agricultura representam fontes de contaminação das águas subterrâneas por bactérias e vírus patogênicos, parasitas, substâncias orgânicas e inorgânicas (SILVA; ARAUJO, 2003).

Na atualidade, água contaminada por agentes biológicos ou físico-químicos tem sido associada a diversos problemas de saúde. Algumas epidemias de doenças gastrointestinais, por exemplo, têm como fonte de infecção a água contaminada. Essas infecções representam causa de elevada taxa de mortalidade em indivíduos com baixa resistência, atingindo especialmente crianças e idosos (OPS *apud* SILVA; ARAUJO, 2003).

## 2.2 ÁGUAS SUBTERRANEAS

De modo geral, “pode-se considerar por subterrânea todas as águas existentes abaixo da crosta terrestre que preenchem cavidades, fissuras, poros, falhas e fraturas que contêm o perfil geológico das rochas que formam os aquíferos” (VAITSMAN; VAITSMAN, 2005, p. 18).

“Em síntese, a água subterrânea faz parte de um processo dinâmico e interativo do ciclo hidrológico, pelo qual a água circula do oceano para a atmosfera e dessa para os continentes, de onde retorna, superficial e subterraneamente, ao oceano” (RIBEIRO *et al.*, 2007).

Qualquer que seja a teoria que procure explicar sua origem, as águas subterrâneas, incluindo as classificadas como minerais ou potáveis de mesa, podem aflorar naturalmente na superfície da terra ou, mais comumente, são captadas artificialmente através de poços tubulares verticais perfurados com sondas de percussão ou por equipamento rotativo (VAITSMAN; VAITSMAN, 2005).

A resolução CONAMA 396 de 2008 dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para enquadramento das águas subterrâneas.

Segundo a referida resolução, as águas subterrâneas são classificadas em cinco classes, as quais se referem à qualidade da água. Classe especial e classe 1 para águas que não necessitam qualquer tipo de tratamento antes da sua utilização; em seguida, classe 2, 3, 4 e 5, as quais vão decaindo no quesito de qualidade da água, necessitando de tratamento prévio, dependendo da utilização da água.

## 2.3 ÁGUA MINERAL

“Águas minerais são provenientes de fontes naturais ou de fontes artificialmente captadas, que possuam composição química ou propriedades físicas ou físico-químicas distintas das águas comuns” (BRASIL, 1945).

### 2.3.1 Fontes

Existem dois tipos de fontes hidrominerais: as de afloramento e as de captação artificial. “As fontes de afloramento ou surgência natural são aquelas onde as águas subterrâneas por motivo geológico, surgem espontaneamente no terreno produzindo escoamento superficial” (VAITSMAN; VAITSMAN, 2005, p.49).

Fontes de afloramento têm maior probabilidade de serem contaminadas, pois estão próximas da superfície e, assim, mais vulneráveis à contaminação.

“A maior parte da água subterrânea origina-se a partir do excesso de chuva que se infiltra na superfície do solo. Como consequência, as atividades que se desenvolvem na superfície podem ameaçar a qualidade da água” (FOSTER *apud* LOBLER *et al.*, 2013).

## 2.4 POLUIÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

“Poluição das águas é a adição de substâncias ou de formas de energia que, direta ou indiretamente, alterem a natureza da mesma de uma tal maneira que prejudique os legítimos usos que dele são feitos” (SPERLING, 2005, p. 47).

Neste contexto, apesar de os mananciais superficiais estarem mais sujeitos à poluição e às contaminações decorrentes de atividades antrópicas, também tem sido observada a deterioração da qualidade das águas subterrâneas, o que acarreta sérios problemas de saúde pública em localidades que carecem do tratamento e de sistema de distribuição de água adequado (DI BERNARDO *et al.*, 2002).

De modo que a conservação e a preservação dos recursos hídricos tem sido tema de diferentes estudos que buscam estabelecer níveis seguros de exploração e uso sustentável da água. Em se tratando de recursos subterrâneos, a preservação requer um nível de informação elevado, pois eles não estão visíveis, tornando-os muito mais vulneráveis (LOBLER *et al.*, 2013).

Nesta perspectiva, a poluição por esgotos é uma das principais fontes de contaminação, tanto no Brasil como no resto do mundo. Os esgotos contaminam a água que consumimos, principalmente pela falta de sistemas adequados para sua captação, transporte e tratamento (MAGOSSI; BONACELLA, 2003).

Atualmente, na zona rural, no Brasil, existe o uso de fossa séptica, ligada ou não à rede de esgoto, bem como fossas rudimentares, entre outras. O mais comum é a fossa rudimentar, a qual, juntamente com outros métodos e com a não coleta/tratamento, corresponde ao percentual da população rural não assistida com coleta adequada do esgoto. São assim incluídas porque as fossas rudimentares não funcionam como forma de evitar a contaminação das águas superficiais e subterrâneas (COSTA; GUILHOTO, 2014).

A preocupação a respeito da poluição das águas subterrâneas é recente e restrita em nosso país, uma vez que o usuário do recurso subterrâneo, particular ou governamental, ainda desconhece sua importância e ignora as graves consequências de contaminação. Uma justificativa para esse fato é que, ao contrário da contaminação das águas superficiais, identificadas na maioria das vezes, a contaminação das águas subterrâneas não é visível e sua exploração é muito distribuída, dificultando, assim, a identificação do problema (RIBEIRO et al., 2007).

Segundo Lobler *et al.* (2013), quanto maior for a capacidade de a água das chuvas infiltrar no terreno, maior será o perigo de contaminação das águas subterrâneas. Assim, em terrenos de composição arenosa, com maior permeabilidade ou em locais em que a camada de solo acima do lençol freático for pequena, o risco de contaminação é maior.

## 2.5 PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA

“A qualidade da água é uma resultante de fenômenos naturais e da atuação do homem, a qual pode ser representada através de diversos parâmetros, que traduzem as suas principais características físicas, químicas e biológicas” (SPERLING, 2005, p. 15).

As características desejáveis de uma água dependem de sua utilização. Para o consumo humano existe a necessidade de uma água pura e saudável, isto é, livre de matéria suspensa, cor, turbidez e odor, de quaisquer organismos capazes de provocar enfermidades e de quaisquer substâncias orgânicas ou inorgânicas que possam produzir efeitos fisiológicos prejudiciais (RICHTER; NETTO, 2003, p. 25).

Contudo, o comportamento da qualidade da água reflete as condições ambientais da bacia hidrográfica; sendo assim, conhecer as características de qualidade da água amplia o conhecimento ecológico do ecossistema e possibilita detectar alterações provenientes da atividade humana (SOUZA; GASTALDINI, 2014).

A qualidade de determinada água é avaliada por um conjunto de parâmetros determinados por análises físicas, químicas e biológicas. A determinação de sua qualidade com base

em apenas uma análise, frequentemente é causa de erros. A qualidade da água está sujeita a inúmeros fatores, podendo apresentar grande variação no decorrer do tempo, e só pode ser suficientemente conhecida através de uma série de análises, que abranja diversas estações do ano (RICHTER; NETTO, 2003).

Alguns dos parâmetros físico-químicos que analisados descrevem a qualidade da água são: cor, turbidez, oxigênio dissolvido, temperatura, pH, nitrito, nitrato, sulfato e DBO; e para o parâmetro biológico são coliformes totais e termotolerantes.

O parâmetro químico pH representa a concentração de íons de hidrogênio, dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água (SPERLING, 2005). O pH é de importância na questão de qualidade da água, precisando ser analisado em cada fase do processo, na captação e após o tratamento, se houver, sendo referido frequentemente na coagulação, floculação, desinfecção e no controle de corrosão (RICHTER; NETTO, 2003).

O valor do pH varia de 0 a 14. Abaixo de 7, a água é considerada ácida e, acima de 7, alcalina. Água com pH 7 é neutra (FUNASA, 2013).

Segundo a resolução CONAMA 357/2005, para a utilização de água para consumo humano após tratamento simplificado e recreação de contato primário, como natação e banhos em geral, o pH deve estar entre 6,0 e 9,0.

Os parâmetros químicos nitrito e nitrato são originados através da decomposição do nitrogênio, elemento de importância no ciclo biológico. A quantidade de nitrogênio na água pode indicar uma poluição recente ou remota da água (RICHTER; NETTO, 2003).

Através da concentração do nitrato é possível avaliar o grau e a distância de uma poluição pela concentração e pela forma do composto nitrogenado presente na água. Independente da sua origem, que também pode ser mineral, os nitratos (em concentração acima de 50 mg/l em termos de  $\text{NO}_3$ ) provocam, em crianças, a metemoglobinemia, condição mórbida associada à descoloração da pele em consequência de alteração no sangue (RICHTER; NETTO, 2003). Os valores máximos aceitos pelas resoluções CONAMA e a portaria do MS para nitrito e nitrato, respectivamente, são: 1 mg/L N e 10 mg/L N (BRASIL, 2005).

A metemoglobinemia é síndrome clínica causada pelo aumento da concentração de metemoglobina no sangue, que ocorre tanto por alterações congênitas (crônicas) na síntese ou

no metabolismo da hemoglobina, como em situações agudas de desequilíbrio nas reações de redução e oxidação induzidas pela exposição a agentes químicos diversos. Um sintoma clássico é a cianose, que é o arroxamento das extremidades (NASCIMENTO *et al.*, 2008).

O parâmetro químico sulfato, quando presente na água, dependendo da concentração, além de propriedades laxativas mais acentuadas que outros sais, associado ao cálcio e magnésio, promove dureza permanente e pode ser um indicador de poluição de uma das fases da decomposição da matéria orgânica no ciclo do enxofre (RICHTER; NETTO, 2003). O valor máximo permitido pelas resoluções do CONAMA, 357/2005, 396/2008 e pela portaria do MS, é de 250 mg/L  $\text{SO}_4$  (BRASIL, 2005).

O parâmetro químico oxigênio dissolvido é de essencial importância para os organismos aeróbios. Durante a estabilização da matéria orgânica, as bactérias fazem uso do oxigênio nos seus processos respiratórios, podendo vir a causar uma redução da sua concentração no meio. Dependendo da magnitude deste fenômeno, podem vir a morrer diversos seres aquáticos. Caso o oxigênio seja totalmente consumido, tem-se as condições anaeróbia, com possível geração de maus odores (SPERLING, 2005). Os resultados deste parâmetro, para atender a legislação, não deve apresentar valores abaixo de 6 mg/L  $\text{O}_2$  (BRASIL, 2005).

O parâmetro químico DBO é utilizado para indicar a presença de matéria orgânica na água. Sabe-se que a matéria orgânica é responsável pelo principal problema de poluição das águas, que é a redução na concentração de oxigênio dissolvido. Isto ocorre como consequência da atividade respiratória das bactérias para a estabilização da matéria orgânica. Portanto, a avaliação da presença de matéria orgânica na água pode ser feita pela medição do consumo de oxigênio. O já referido parâmetro DBO indica a demanda de oxigênio necessária para estabilizar a matéria orgânica contida na amostra de água. Esta demanda é referida convencionalmente a um período de cinco dias, visto que a estabilização completa da matéria orgânica exige um tempo maior, e temperatura de 20°C (FUNASA, 2014).

A DBO é um dos mais tradicionais parâmetros utilizados quando o assunto é qualidade da água, pois retrata, de forma indireta, o teor de matéria orgânica nos esgotos ou no corpo d'água, sendo, portanto, uma indicação do potencial do consumo do oxigênio dissolvido (SPERLING, 2005). O valor máximo da DBO cinco dias, a 20°C, deve ser até 3 mg/L  $\text{O}_2$  (BRASIL, 2005).

O parâmetro físico cor não representa risco direto à saúde, mas consumidores podem questionar sua confiabilidade (SPERLING, 2005). Normalmente, a cor na água é devida a substâncias em suspensão ou a ácidos húmicos e tanino, originados de decomposição de vegetais, não representando risco à saúde, conforme mencionado anteriormente (RICHTER; NETTO, 2003).

A turbidez da água é devido à presença de materiais sólidos em suspensão, que reduzem sua transparência. Pode ser provocada também pela presença de algas, plâncton, matéria orgânica e muitas outras substâncias, como zinco, ferro, manganês e areia, resultantes do processo natural de erosão ou de despejos domésticos e industriais (FUNASA, 2013). Do mesmo modo que a cor, a turbidez não traz inconvenientes sanitários diretos; porém, é esteticamente desagradável (SPERLING, 2005). A legislação determina um máximo de 5 unidades nefelométricas de turbidez (UNT) (BRASIL, 2005).

O parâmetro físico temperatura tem “importância por sua influência sobre outras propriedades, acelera reações químicas, reduz a solubilidade dos gases, acentua sensação de sabor e odor, entre outras” (RICHTER; NETTO, 2003).

Os parâmetros biológicos coliformes totais e termotolerantes são bactérias que normalmente habitam os intestinos dos animais superiores. No entanto, os termotolerantes não se multiplicam facilmente no ambiente externo, e ocorrem constantemente na flora intestinal do homem e de animais de sangue quente, sendo capazes de sobreviver de modo semelhante às bactérias patogênicas, contaminação da água por esgoto doméstico (RICHTER; METTO, 2003).

Relatos de contaminação de água por bactérias do grupo coliformes são muito frequentes. Os coliformes totais são encontrados no solo e nos vegetais, possuindo a capacidade de se multiplicarem na água atuando, portanto, como potenciais indicadores de contaminação fecal e de patógenos entéricos em água fresca (PORTO *et al.*, 2011).

Coliformes totais são bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativo, capazes de se desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos, que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a  $35,0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  em 24-48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima  $\beta$ -galactosidase. A

maioria das bactérias dos grupos coliforme pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, embora vários outros gêneros e espécies pertençam ao grupo (FUNASA, 2013).

Coliformes termotolerantes são um subgrupo das bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a  $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$  em 24 horas. O principal representante é a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal (FUNASA, 2013).

A Legislação delimita que, para o uso de recreação de contato primário, deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade previstos na Resolução CONAMA Nº 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros, em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. Coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes, de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente (BRASIL, 2005).

Entretanto, para a potabilidade da água, o Ministério da Saúde (2011) determina a ausência de coliformes em 100 ml de amostra.

A resolução CONAMA 396 de 2008 determina diversos parâmetros para a classificação de águas subterrâneas. Porém, os parâmetros utilizados na realização do estudo que constam na resolução foram o nitrito, nitrato, sulfato e coliformes.

Neste contexto, é possível verificar, na Tabela 1, os valores utilizados como parâmetro para qualidade da água, segundo as resoluções CONAMA e a portaria do Ministério da Saúde.

Tabela 1 - Compilação de valores permitidos pelo CONAMA e MS

<b>Valores permitidos</b>			
CONAMA 357/2005 (Água doce classe 1)		MS nº 2914/2011	
Cor	Nível de cor natural	Cor	15 Hazel
Turbidez	40 NTU	Turbidez	5 NTU
Oxigênio dissolvido	Não inferior a 6 mg/L O <sub>2</sub>	Oxigênio dissolvido	-----
pH	6,0 a 9,0	pH	6,0 a 9,5
Nitrito	1 mg/L N <sup>(1)</sup>	Nitrito	1 mg/L N
Nitrato	10 mg/L N <sup>(1)</sup>	Nitrato	10 mg/L N
Sulfato	250 mg/L SO <sub>4</sub> <sup>(1)</sup>	Sulfato	250 mg/LO <sub>4</sub>

DBO	3 mg/L O <sub>2</sub>	DBO	-----
Coliformes	200 coliformes por 100 ml	Coliformes	Ausência em 100 ml <sup>(1)</sup>

Fonte: Adaptado de CONAMA, 2005, CONAMA, 2008 e MS, 2011.

<sup>(1)</sup>- Mesmo valor da resolução CONAMA 396/2008.

## 2.6 DOENÇAS POR VEICULAÇÃO HÍDRICA

A água, tão necessária à vida do ser humano, pode ser também responsável por transmitir doenças.

As principais doenças de veiculação hídrica são a amebíase, giardíase, gastroenterite, febre tifoide e paratifoide, hepatite infecciosa e cólera. Indiretamente, a água também está ligada à transmissão de verminoses, como esquistossomose, ascaridíase, teníase, oxiúriase e ancilostomíase. Vetores, como o mosquito *Aedes aegypti*, que se relacionam com a água podem ocasionar a dengue, a febre amarela e a malária. Em todos esses casos, a análise da qualidade da água, o tratamento, higiene pessoal e condições sanitárias adequadas são formas de evitar as doenças (COPASA, 2015, p. 10).

Vale ressaltar que a destinação dos esgotos sanitários urbanos é, na atualidade um dos principais problemas associados à conservação dos corpos d'água, visto envolver diversos atores e instâncias que, na maioria das vezes, lançam os esgotos *in natura* nos corpos d'água, consistindo um grande problema para a saúde pública, pois se sabe que, entre os graves problemas causados pela falta ou ineficiência de saneamento, há ocorrência de doenças por vinculação hídrica, as quais têm afetado uma grande parcela da população mundial (MAGALHÃES, 2009).

Conforme mencionado, as doenças geralmente aceitas como associadas à inadequação das condições de saneamento são cólera, infecções gastrointestinais, febre tifoide, poliomielite, amebíase, esquistossomose e shigelose. Cólera, shigelose e febre tifoide são tipos específicos de infecções gastrointestinais. Portanto, o número de casos associados à cólera, shigelose ou febre tifoide deve ser separado do total de casos por infecções gastrointestinais. A poliomielite foi erradicada no Brasil na década de 1990 (MENDONÇA; MOTTA, 2008).

Esquistossomose é uma endemia regional no Brasil, ou seja, não ocorre em todos os lugares. É mais comum no Nordeste que no Sudeste, onde a unidade da federação mais acometida é Minas Gerais, e é quase inexistente no Sul. Cólera é pandêmico e só se registram casos, em geral, na vigência de pandemia, tal como ocorreu em 1992. Amebíase é uma protozoose intestinal praticamente inexistente no país; em geral, os casos que ocorrem são importados de

outros países da América Latina, especialmente América Central. Em suma, a incidência das infecções gastrointestinais prevalece majoritariamente nesse grupo de doenças (MENDONÇA; MOTTA, 2007).

Gastroenterite é a mais comum entre as doenças contraídas na água imprópria para banho. A gastroenterite pode ser causada por bactérias, protozoários, como as amebas, ou vírus, como o rotavírus e o norovírus. Esses micro-organismos entram no corpo quando a pessoa ingere água contaminada, ainda que em pequenas quantidades, ou alimentos que tiveram contato com ela. De maneira geral, os sintomas são vômito e diarreia, mas também pode haver cólicas, febre e sangue nas fezes (MORILLO; TIMENETSKY, 2011).

Desta forma, para reduzir o risco de transmissão nos centros urbanos, sejam estes grandes ou pequenos, deve-se construir redes e sistemas de esgoto, disponibilizar o consumo de água potável em quantidade suficiente para a população. O mesmo processo deve ser feito em áreas rurais. Um planejamento preventivo deve ser adequado às condições de cada população para que não ocorra o beneficiamento somente de uma parte desta parcela (CASTIÑEIRAS *et al.*, *apud* MIRANDA, 2008).

### 3 METODOLOGIA

Para realização do trabalho foi utilizada a técnica de pesquisa de campo, técnica cuja coleta dos dados ocorre, como próprio nome diz, onde acontecem os fenômenos focalizados pela investigação, ou seja, buscam-se dados a partir do contexto onde há manifestação deles. Existe, na pesquisa de campo, uma relação direta entre aquilo que se deseja conhecer e o espaço de suas manifestações (MELO *et al.*, 2015).

Foram realizadas coletas em ponto determinado em latitude 27°43'49,9" e longitude 48°48'37,4". Foi realizada uma coleta ao mês, nos dias 02 de fevereiro, 06 de março e 04 de abril de 2015.

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Companhia Hidromineral Caldas da Imperatriz está localizada no município de Santo Amaro da Imperatriz, no bairro de Caldas da Imperatriz, Estado de Santa Catarina, entre os paralelos Equador e Capricórnio, Latitude Sul 27°43'49,9", e 48°48'37,4" de Longitude Oeste de Greenwich, ao largo do litoral Atlântico, como demonstra a Figura 1.

O bairro Caldas de Imperatriz apresenta um relevo com característica acidentado e montanhoso, o qual é evidente em toda cidade.

A cidade de Santo Amaro da Imperatriz tem como principais atividades econômicas o turismo e a agricultura, e a população de 2010, segundo o IBGE, é de 19.823 habitantes.

Outra característica marcante é que, em torno de 70 % do território do município é área de preservação ambiental, e faz parte do Parque Estadual Serra do Tabuleiro (FATMA, 2015).

Figura 1- Localização da área de estudo, cidade de Santo Amaro da Imperatriz, bairro Caldas da Imperatriz /SC



Fonte: LORENZO, 2006.

A fonte cuja água foi coletada encontra-se dentro do Hotel de Caldas da Imperatriz (Figura 2, na página seguinte). O hotel, atualmente, é administrado pela prefeitura e faz parte do Parque Estadual Serra do Tabuleiro.

Figura 2 - Hotel de Caldas da Imperatriz onde se localiza a fonte.



Fonte: HOTELCALDAS, 2015.

Na Figura 3 pode-se observar a parte externa da fonte, onde a porta localizada mais à direita da figura é a entrada para a fonte, e a porta ao fundo é onde se localiza a bomba, que distribui a água para as banheiras e para o hotel.

Figura 3 - Imagem da parte externa da fonte.



Fonte: AUTOR, 2014.

A Figura 4 é a sala mencionada anteriormente onde se localiza a fonte. O ambiente possui luzes ultravioletas que ficam acesas para garantir um ambiente sem riscos de contaminação da água.

Figura 4 - Imagem ilustra a parte interna da fonte.



Fonte: AUTOR,2014.

### 3.2 COLETAS

Utilizando os procedimentos de antissepsia, as amostras de água foram coletadas e transferidas para um frasco devidamente lavado e autoclavado para a análise microbiológica.

Os recipientes foram vedados, identificados e acondicionados em caixas térmicas, que permitam o controle da temperatura e seu fechamento através de lacres e, então, analisados no Laboratório de Química das Engenharias, UNISUL

Foi registrado através de imagens o processo de desinfecção (Figura 5 e 6) e das coletas das amostras de água (Figura 5).

A Figura 3 demonstra o procedimento de desinfecção da torneira de saída da água com álcool 70% antes da coleta.

Figura 5 – Desinfecção da torneira



Fonte: Autor, 2015.

Após a desinfecção foi aberta a torneira (Figura 6) para o escoamento dada água por cerca de 20 segundos, e assim garantir a limpeza da tubulação e eliminação do álcool da saída evitando a análise da água que esteve parada na tubulação.

Figura 6- Procedimento para evitar coleta de água do encanamento



Fonte: Autor, 2015.

Após a realização dessas duas etapas citada, foi então coletada a amostra com recipiente autoclavado como o exigido para análise de parâmetros biológicos, segundo o manual prático de análise de água da FUNASA. Este procedimento foi seguido para todas as amostras realizadas. (Figura 7).

Figura 7 - Coleta da amostra



Fonte: Autor, 2015.

### 3.3 ANALISES

As análises físico-químicas foram realizadas em triplicata para, então, conseguir uma média dos valores obtidos.

Os métodos realizados, utilizados para analisar os parâmetros físico, foram baseados no livro *Qualidade de água I* (LAURENTI, 1997), os parâmetros químicos, foram baseados no Manual prático de análise de água (FUNASA, 2013) e os parâmetros biológicos foram baseados no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, adaptado com procedimentos do Laboratório de Engenharia Ambiental.

#### 3.3.1 Parâmetros Biológicos

Para o parâmetro biológico foi realizada a determinação de coliformes totais termotolerantes.

##### 3.3.1.1 Coliformes Totais e Termotolerantes

Para determinar o número de coliformes totais e coliformes termotolerantes foi utilizada a Técnica de Fermentação em Tubos Múltiplos, transferiu-se 10 porções de 10mL da amostra para tubos contendo 10mL de caldo Lauril Sulfato Triptose (LST), em concentração dupla com tubo de Durhan invertido. Os tubos foram incubados a 35-37°C por 24-48h. A partir dos tubos de LST com produção de gás e turvação (prova presuntiva positiva) transferiu-se 100µL para os tubos contendo 10mL de Caldo Lactosado Bile Verde Brilhante (BVB) com tubos de Durhan invertidos. Estes foram incubados a 35-37°C por 24h-48h, sendo turvação e produção de gás a prova confirmatória positiva para coliformes totais. A partir dos tubos de caldo LST com resultados positivos transferiu-se 100µL para os tubos contendo 5mL de caldo EC com tubos de Durhan invertidos. Os tubos foram incubados em banho-maria a 44,5°C durante 24h ± 2h, sendo a turvação e a produção de gás a prova considerada positiva para coliformes fecais.

Todos os resultados das análises de coliformes totais e termotolerantes foram obtidos através do quadro de referência para o número mais provável o qual está no Quadro-1 do Anexo A.

### **3.3.2 Parâmetros Físicos**

Os parâmetros físicos analisados nas amostras coletadas foram a cor, turbidez e temperatura.

#### **3.3.2.1 Cor**

Para a determinação da cor foi utilizado o disco de cor da HACH contendo duas cubetas uma para leitura da amostra e outra do branco. Os tubos contendo a amostra e o a água destilada (branco), foram introduzidos nos compartimentos indicados pelo fabricante do aparelho. A leitura do resultado foi feita girando o disco até o momento que as duas cores, da amostra e do branco, se igualaram, obtendo assim o valor da unidade de cor correspondente.

#### **3.3.2.2 Turbidez**

A leitura da turbidez foi realizada pelo aparelho Turbidímetro PLUS marca ALFA-KIT modelo AT K2, este foi ligado e calibrado com a solução padrão que o acompanha, levando em consideração a escala com a qual se desejou trabalhar; colocou-se a amostra em uma cubeta e esta foi introduzida no orifício do equipamento para a leitura do valor de turbidez. A escala escolhida foi de 0 a 1000 NTU, no aparelho, e efetuada a leitura direta da turbidez, ligando o controle de medição correspondente.

#### **3.3.2.3 Temperatura**

A análise da temperatura foi realizada através de termômetro digital de marca HANNA HI2484. Foi esperado estabilizar a temperatura, e as leituras foram feitas em triplicata para a obtenção de um valor mais preciso.

### 3.3.3 Parâmetros Químicos

Os parâmetros químicos analisados foram pH, nitrito, nitrato, sulfato, oxigênio dissolvido e DBO.

#### 3.3.3.1 pH

O pH foi analisado através do pHmetro de marca HANNA modelo HI 8424 foi ligado alguns minutos antes para atingir o equilíbrio térmico e elétrico. O equipamento foi previamente calibrado em solução tampão de pH 7,0 e 4,0. A leitura da amostra foi realizada logo após a calibração do equipamento. Foi lavado o eletrodo com água destilada e, em seguida, enxugado delicadamente com o papel toalha. Mergulhou-se o eletrodo na solução tampão pH 7, apertado o botão “CAL” e aguardou-se o aparelho calibrar; foi retirado o eletrodo do tampão e lavado com água destilada. O procedimento foi repetido utilizando a solução tampão pH 4, novamente foi lavado o eletrodo com água destilada e, em seguida, mergulhado o eletrodo na amostra para, então, verificar o valor do pH.

#### 3.3.3.2 Nitrito

Para a determinação do nitrito foi utilizado o Colorímetro de marca HACH modelo DR/890 com o método da dissociação.

As cubetas foram preenchidas com 10 ml de amostra, uma das cubetas serviu de branco para calibração do zero, foi adicionado o reagente *NitriVer 3 Nitrite* apenas na amostra não considerada o “zero”; agitou-se a cubeta até a dissolução do reagente. Aguardou-se um tempo de 15 minutos para que a reação se iniciasse.

Após a passagem de 15 minutos colocou-se a cubeta contendo o branco no colorímetro, e foi pressionado a tecla *ZERO* para calibração do equipamento. Em seguida, retirou-se a cubeta com o branco e foi adicionada à cubeta contendo a amostra para leitura foi pressionado a tecla *READ* e, então, feito a leitura do resultado.

### 3.3.3.3 Nitrato

Para a determinação do nitrato foi utilizado o Colorímetro marca HACH modelo DR/890 da marca HACH.

Para a determinação do nitrato preencheu-se uma cubeta com 10 mL da amostra, em seguida adicionou-se o reagente NitraVer 5 Nitrate em uma das cubetas. Aguardou-se um tempo de 5 minutos para que a reação se iniciasse.

Após passado o tempo de 5 minutos, foi preenchida outra cubeta com 10 mL de amostra sem reagente (o branco).

Colocou-se o branco no colorímetro, e pressionou-se a tecla *ZERO* para calibração do equipamento. Em seguida, retirou-se a cubeta com o branco e foi colocada a cubeta contendo a amostra com o reagente. Em seguida foi pressionado *READ* e, então, lido o resultado da análise.

### 3.3.3.4 Sulfato

Para a determinação do sulfato foi utilizado o Colorímetro da marca HACH modelo DR/890 com o método da dissociação.

Foi preenchida a cubeta com 10 mL da amostra, adicionado um sachê com o reagente *SulfaVer 4 Sulfate*, e aguardou-se um tempo de 5 minutos para que a reação iniciasse.

Após passado o tempo de 5 minutos, foi preenchida a cubeta com 10 mL de amostra sem reagente (o branco).

Colocou-se o branco no colorímetro, e pressionado a tecla *ZERO* para calibração do equipamento. Em seguida, retirou-se a cubeta com o branco e foi colocada a amostra com o reagente, pressionou-se a tecla *READ* para, então, ser lido o resultado da análise.

### 3.3.3.5 Oxigênio Dissolvido

Para determinação do oxigênio dissolvido foi utilizado um Oxímetro da marca AL-FAKIT e modelo AT 130. Inicialmente calibrou-se o aparelho no *ZERO* e, depois, foi calibrado no Ar.

Feita a calibração foi girada a chave para a posição O<sub>2</sub>, e imergiu-se a sonda na amostra. Feito o procedimento, o valor do oxigênio dissolvido apareceu no *display* do aparelho.

#### 3.3.3.6 Demanda Bioquímica de Oxigênio

A DBO foi determinada através do sensor VELP da marca Velp Científica. Foi acondicionado 250mL de amostra dentro de um recipiente contendo uma barra de agitação e 0,25 ml das seguintes soluções: solução de cloreto férrico, solução tampão de fosfato, solução cloreto de cálcio e solução de sulfato de magnésio. O cachimbo localizado na parte superior do recipiente foi preenchido com hidróxido de potássio e passada vaselina para vedação. O recipiente foi fechado com o sensor Velp e colocado sob agitação por 5 dias na incubadora sob com a temperatura controlada, após 5 dias foi realizada a leitura do resultado no sensor VELP em ppm.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

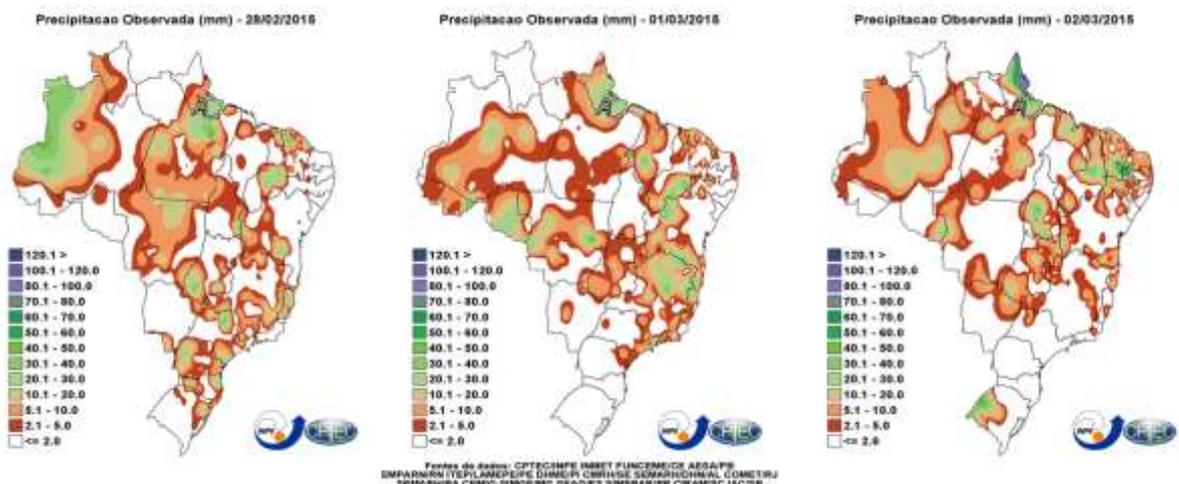
O trabalho foi realizado por método quantitativo e qualitativo, através de visitas de campo, fotografias, conversas, busca na literatura e análises físico-química e biológica da água. Para as análises foram realizadas três amostragens de água, nos dias 02 de março, 06 de abril e 04 de maio do ano de 2015 no Hotel Caldas da Imperatriz. As análises foram realizadas todas no mesmo dia da coleta, no Laboratório de Engenharia Ambiental e no Laboratório de Química das Engenharias, campus Pedra Branca, UNISUL.

### 4.1 PRECIPITAÇÃO

A primeira coleta realizada no dia 02 de março de 2015, às 14h30min, ocorreu em um mês com muitas variações no clima.

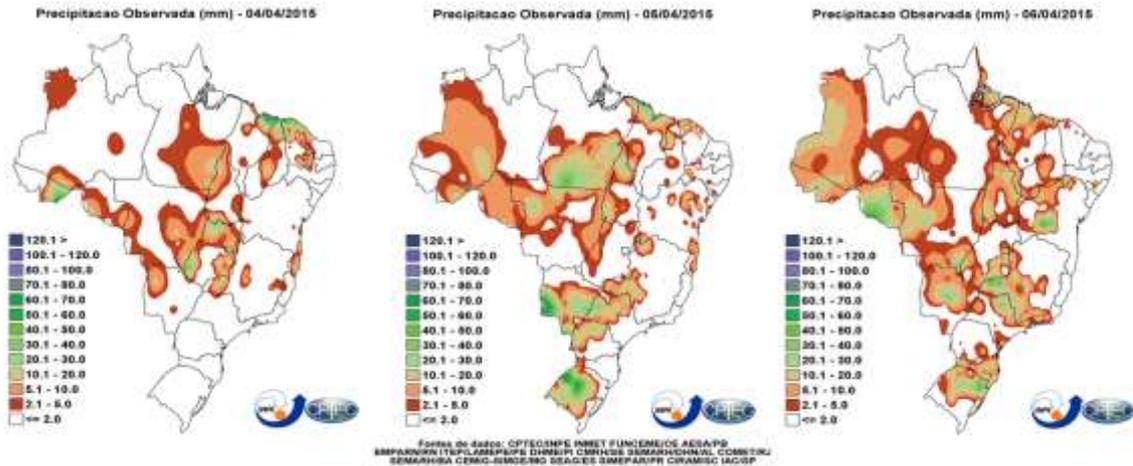
A Figura 8 apresenta o mapa de precipitação para os dias 28 de fevereiro, 01 e 02 de março de 2015. Pode-se verificar (Figura 8) que ocorreu chuva com um volume de 2,1 a 5 milímetros dois dias antes da amostragem para análise.

Figura 8 - Dados de precipitação dos dias 28 de fevereiro, 01 e 02 de março de 2015



A segunda coleta foi realizada no dia 06 de abril de 2015, às 14hs. A Figura 9, apresenta o mapa de precipitação para os dias 04, 05 e 06 de abril de 2015. Segundo INPE (2015), é possível verificar que no dia da amostragem ocorreu um volume de precipitação de 5,1 a 10,0 milímetros.

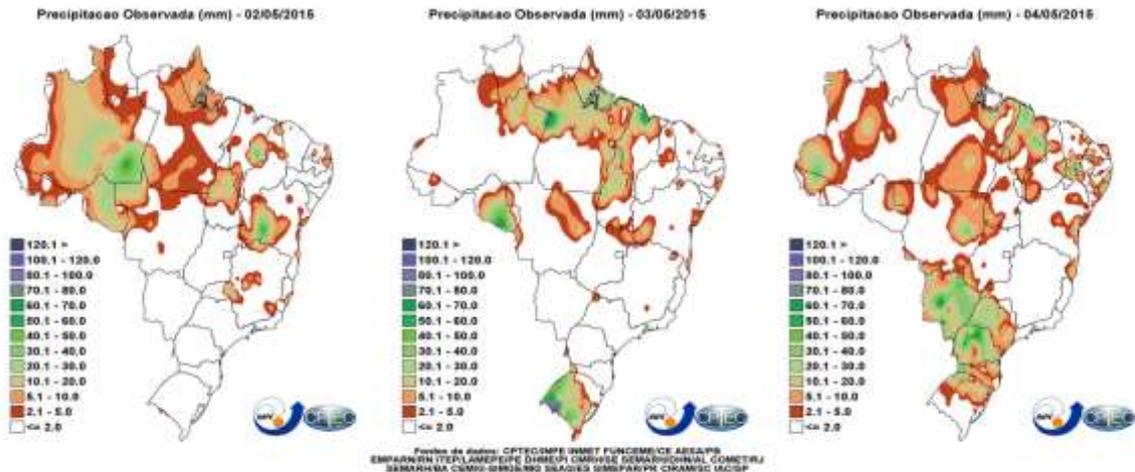
Figura 9 - Dado de precipitação dos dias 04, 05 e 06 de abril de 2015



A terceira e última coleta foi realizada no dia 04 de maio de 2015, às 14h30min. Na Figura 10, também na página seguinte, pode ser verificado que nos dias anteriores da coleta não houve precipitação.

Comparando o mês de maio com os meses de março e abril, percebe-se que foi o mês com o menor índice de precipitação. Este fato faz-se importante, pois segundo Vazhemin (1972; PEREIRA 1997; apud Veronez. 2011), diversos são os fatores que podem influenciar a qualidade da água de uma bacia hidrográfica, dentre eles estão “a precipitação pluviométrica, cobertura vegetal, topografia, geologia, bem como tipo, uso e manejo do solo da bacia hidrográfica”.

Figura 10 - Dados de precipitação dos dias 02, 03 e 04 de maio de 2015



Fonte: INPE, 2015.

## 4.2 PARÂMETRO DE QUALIDADE DA ÁGUA

Para determinação dos parâmetros de qualidade da água, foram realizadas análises físico-químicas e biológicas.

As análises realizadas foram cor, turbidez, temperatura, oxigênio dissolvido, pH, DBO, nitrito, nitrato, sulfato e coliformes Totais e termotolerantes, e foram escolhidas por serem parâmetros indicativos de poluição.

Os resultados obtidos foram comparados com as resoluções CONAMA 357 de 2005, CONAMA 396 de 2008 e com a portaria do Ministério da Saúde nº 2914 de 2011.

- Portaria 2914/2011: Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.
- CONAMA 357/2005: 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.
- CONAMA 396/2008: Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências.

Para cada coleta de água, os valores obtidos nas análises foram organizados em tabelas para facilitar a compreensão e a comparação com as normas citadas.

Tendo em vista que foram utilizadas três legislações como parâmetro, CONAMA 357/2005, 396/2008 e MS 2914/2011, quando ocorreu divergência de valores, foi adotado o valor mais rigoroso.

#### 4.2.1 Parâmetros Físicos

A tabela 2 abaixo apresenta os valores obtidos nas análises de temperatura, cor e turbidez para as amostras coletadas nos meses de março, abril e maio.

Tabela 2- Resultados das análises dos Parâmetros Físicos Temperatura, cor e turbidez

Parâmetros Físicos				
Variável	Coleta dia 02/03/15	Coleta dia 06/04/15	Coleta dia 04/05/15	Padrão
Temperatura (°C)	39,5	39,5	39,5	XXXXXX
Cor (Hazen)	0	0	0	15 <sup>(1)</sup>
Turbidez (UNT)	0	0	0	5 <sup>(1)</sup>

Fonte: Autor, 2015.

<sup>(1)</sup> Portaria 2914/2011 MS.

<sup>(2)</sup> Resolução 357/2005 CONAMA.

A cor na água é devida a substâncias em suspensão ou à decomposição de vegetais, tendo em vista que as análises realizadas obtiveram 0 (zero) Hazen de cor, ou seja, não foram identificadas substâncias em suspensão.

A cor é um parâmetro de aspecto estético, e a presença de cor provoca repulsa psicológica do consumidor, pela associação com a descarga de esgoto. Uma água conforme parâmetro organoléptico deve ser incolor, inodora e insípida, assim proporcionando confiança aos seus usuários.

O parâmetro físico cor atendeu os valores determinados pela portaria 2914/11 do MS.

Os resultados obtidos nas análises de turbidez foram de 0 (zero) UNT para as três amostras de água coletadas, atendendo a legislação do MS 2914/11, que determina o máximo de 5 UNT. As amostras analisadas não apresentaram sólidos em suspensão, que reduzem a sua transparência.

Da mesma forma que a cor, a turbidez é um parâmetro que determina a qualidade estética da água. Água que não apresenta unidades de turbidez agrada mais os usuários.

A legislação não determina valor para a temperatura. Entretanto, a temperatura tem importância por sua influência sobre outras propriedades, pois acelera reações químicas e reduz a solubilidade dos gases.

Através das análises realizadas foram obtidos os valores de 39,5°C nas três coletas.

Segundo o Código das Águas Minerais de 1945, a fonte de Caldas da Imperatriz é uma fonte hipertermal, ou seja, a água sai da fonte com uma temperatura superior a 38°C.

#### **4.2.2 Parâmetros Químicos**

A tabela 1 a seguir apresenta os valores obtidos nas análises de pH, OD, nitrito, nitrato, Sulfato e DBO para as amostras coletadas nos meses de março, abril e maio.

Tabela 3-Resultados das análises dos Parâmetros Químicos OD, pH, Nitrito, Nitrato, Sulfato e DBO

Parâmetros Químicos				
Variável	Coleta dia 02/03/15	Coleta dia 06/04/15	Coleta dia 04/05/15	Padrão
OD (ppm m/L)	7,7	7,0	7,3	>6 <sup>(2)</sup>
pH	6,36	6,22	7,24	6 a 9 <sup>(2)</sup>
Nitrito (mg/L)	1	0	0	1 <sup>(1)</sup>
Nitrato (mg/L)	3	2	1	10 <sup>(1)</sup>
Sulfato (mg/L)	0	0	0	250 <sup>(1)</sup>
DBO (mg/L)	50	60	25	<3 <sup>(2)</sup>

Fonte: Autor, 2015.

<sup>(1)</sup> Portaria 2914/2011 MS.

<sup>(2)</sup> Resolução 357/2005 CONAMA.

Os valores obtidos nas análises de pH variaram de 6,22 a 7,24, portanto, atendendo os parâmetros da resolução CONAMA 357/2005, que determina que o pH deve ter um valor entre 6,0 a 9,0. O parâmetro químico pH representa a concentração de íons de hidrogênio, dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. As amostras analisadas apresentaram pouca variação com relação à condição de neutralidade.

A variação do pH traz diversos problemas à saúde. Águas com o pH fora dos parâmetros podem ocasionar, nos banhistas, irritações nos olhos, pele e mucosas.

Segundo a legislação, o valor máximo determinado para concentração de nitrito é de 1 mg/L. Observando o valor obtido na primeira coleta (Tabela 1), de 2 mg/L, este valor que não atende os parâmetros determinados por lei. Pode-se justificar essa variação, pois, no dia 28 de fevereiro ocorreu um volume de chuva de 2,1 a 5 milímetros, conforme foi demonstrado na Figura 8.

O nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ), devido a sua carga eletrostática ser negativa, e na faixa de pH encontrada em nossos solos predominam as cargas negativas, é facilmente lixiviado para os lençóis e aquíferos próximos, devido a sua solubilidade em água.

Visto que o lençol freático estudado é um lençol de afloramento, um tempo de 48h é suficiente para que o nitrito presente no solo seja arrastado para a fonte em questão.

Pode-se observar, na Figura 7 que, no dia 06 abril, dia da segunda coleta, choveu um volume de 5,1 a 10,0 milímetros; entretanto, o resultado da análise foi 0 (zero) mg/L. Diferente da primeira coleta, a água da chuva não teve tempo para infiltrar-se até o lençol freático. Assim, o valor obtido atendeu ao determinado pela resolução CONAMA 357/2005 e pela portaria do MS 2914/2011.

A terceira coleta foi realizada no mês de maior estiagem, o valor obtido também foi 0 (zero) mg/L e atendeu ao exigido pelas resoluções CONAMA 357/2005, 396/2008 e a portaria do MS 2914/2011.

O valor máximo permitido, segundo a legislação, para o parâmetro químico nitrato, é de 10 mg/L.

Água com altas concentrações de nitrato podem ser indicativos que a água está sendo contaminada por fertilizantes agrícolas. Porém, nas visitas a campo, não foram observadas plantações no entorno da fonte, apenas pequenos cultivos de espécies frutíferas.

Analisando os resultados pode-se verificar que, da primeira coleta para a terceira, o valor do nitrato foi decaindo. Na primeira coleta o valor foi de 3 mg/L, na segunda, foi de 2 mg/L, e na terceira e última coleta, o resultado foi de 1 mg/L.

O nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) também pode ter sido solubilizado pela água e infiltrado durante o período de chuva que precedeu a primeira coleta (dia 02 de março de 2015) ou, ainda, pode ser produto da oxidação a partir do nitrito. Todos os valores obtidos então dentro do valor máximo determinado pelas resoluções CONAMA e pela portaria do MS. Contudo, fica clara a forma que os valores vão diminuindo a cada análise realizada. Isto ocorre devido à diminuição do volume de chuva a cada mês que, em razão da carga negativa desta espécie, apresenta-se solúvel em água.

Dados do Instituto Nacional de Câncer (INCA) apontam que o consumo elevado de alimentos contendo nitrato ou ingestão de água com alta concentração deste íon estão relacionados com a incidência de câncer de estômago.

O sulfato manteve o mesmo valor para as análises das três amostras de águas coletadas, que foi 0 mg/L.

O sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) é um dos íons mais abundantes na natureza. Em águas naturais, a fonte de sulfato ocorre através da dissolução de solos e rochas e pela oxidação de sulfeto (CETESB, 2009).

O valor determinado pelas resoluções CONAMA e pela portaria do MS é uma concentração de, no máximo, 250 mg/L de sulfato.

Durante a degradação da matéria orgânica, as bactérias fazem uso do oxigênio nos seus processos respiratórios, podendo vir a causar uma redução de sua concentração no meio.

Segundo a legislação, para atender o parâmetro, a concentração de OD deve ser maior que 6 mg/L. Como pode-se observar na Tabela 1 os valores obtidos nas análises foram 7,7 mg/L na coleta do dia 02 de março, 7,0 mg/L na coleta do dia 06 de abril e 7,3 mg/L na coleta do dia 04 de maio. Logo, atendem ao valor determinado pela resolução CONAMA 357/2005.

O parâmetro químico Demanda Bioquímica de Oxigênio sofreu uma variação nas análises realizadas para as três amostras coletadas.

A resolução CONAMA 357/2005 determina que a DBO tenha um valor máximo de 3 mg/L.

Já a resolução CONAMA 396/2008 não apresenta a DBO como parâmetro de qualidade.

O valor obtido na primeira análise foi de 50 mg/L, ou seja, está acima do parâmetro determinado pela legislação. Na segunda coleta, o valor foi de 60 mg/L, obtido na análise do dia 06 de abril. O resultado obtido na terceira coleta, no dia 04 de maio, foi de 25mg/L, o qual é bem inferior aos valores obtidos nas duas primeiras análises.

Nenhum dos resultados obtidos da DBO para as amostras coletadas atenderam o padrão exigido pela resolução CONAMA 357/2005.

A DBO pode ser um indicativo de matéria orgânica de origem de esgoto sanitário; no entanto, esta hipótese não é válida, pois todas as análises de coliformes deram o resultado negativo.

Os maiores aumentos em termos de DBO, em um corpo d'água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de alto teor de matéria orgânica pode induzir ao completo esgotamento do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática (CETESB, 2009).

Pela análise de OD pode-se observar que os valores estão dentro do desejado, caso esta água contribua na alimentação de um rio, não chega a contribuir de forma definitiva e negativa para a vida aquática.

#### **4.2.3 Parâmetro Biológico**

A presença de coliformes na água indica poluição, com o risco potencial da presença de organismos patogênicos (SIQUEIRA *et al.*, 2010).

A presença de coliformes na água é um indicativo da contaminação por fossas sépticas, fezes de mamíferos e pássaros.

Para as análises de coliformes, nenhuma amostra das três coletas acusou o número mais provável de coliformes totais para 100 ml de amostra na prova presuntiva. De acordo com a portaria do MS 2914/2011, não se fez necessário testar a prova confirmativa para coliformes termotolerantes, pois na prova presuntiva não houve indicadores de patogenicidade (< 1,1 NMP/100 mL).

#### **4.3 AVALIAÇÃO DO ENTORNO**

A avaliação do entorno da fonte de água hidromineral foi dividida em vegetação, topografia e ocupação da área.

### 4.3.1 Vegetação

Como mencionado anteriormente, a cidade de Santo Amaro da Imperatriz tem entorno de 70% de seu território dentro do Parque Estadual Serra do Tabuleiro.

Analisando a Figura 11, é possível verificar onde está localizada a fonte (círculo vermelho), e como era o seu entorno no ano de 2003.

Na Figura 10, também na próxima página, pode-se verificar a localização da fonte (círculo vermelho) e como se encontra o seu entorno no ano de 2014.

Passados 11 (onze) anos da imagem da Figura 11 para a imagem da Figura 12, é possível observar a melhoria na cobertura vegetal. Comparando as duas imagens, é visível a diferença entre a cobertura vegetal que existia em 2003 (Figura 11) e a cobertura em 2014 (Figura 12).

O motivo deste aumento de árvores e vegetação é devido a um conjunto de fatores que resultaram nesta melhoria. O aumento da fiscalização ambiental, da conscientização ambiental, e também, a ajuda dos hotéis da região contribuíram para a mudança.

O aumento da cobertura vegetal certamente trouxe melhorias em relação à proteção da fonte e, por consequência, da qualidade de sua água.

Figura 11 - Imagem de satélite do local da fonte de 2003.



Fonte: EARTH, 2015.

Figura 12 - Imagem de satélite do local da fonte de 2014.



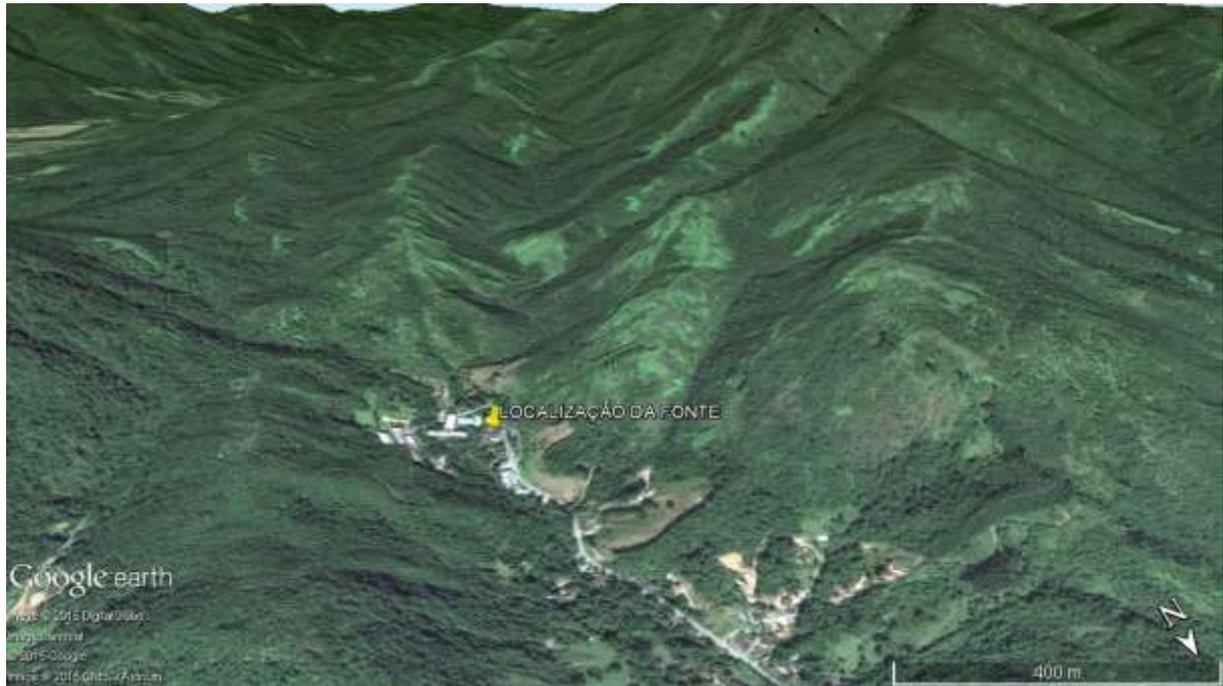
Fonte: EARTH, 2015.

A cobertura vegetal promove melhorias na qualidade física do solo, pois resulta no incremento da matéria orgânica do solo que, por sua vez, promove redução da compactação, bem como aumento da porosidade e maior estabilidade de agregados (ASSIS; BAHIA, 1998, *apud* ROSADO *et al.*, 2012).

### 4.3.2 Topografia

A Topografia é de grande importância no quesito de qualidade da água, devido à direção e o volume de escoamento de água na região estudada.

Figura 13 - Topografia da região



Fonte: EARTH, 2015.

Como é possível verificar na Figura 13, a fonte está localizada na base de uma cadeia de montanhas. Em períodos em que o volume de precipitação é maior que o normal, deve-se dar mais atenção à água da fonte, pois um grande volume de água vinda do escoamento superficial das montanhas pode influenciar o resultado das análises.

### 4.3.3 Ocupação da área

Uma das grandes preocupações deste estudo era a contaminação da água com esgoto doméstico. Entretanto, como foi possível verificar nos resultados das análises biológicas, não se encontraram indícios de contaminação da água por este fator.

Observando a Figura 14, é possível verificar que, ao redor da fonte, não há presença de residências. Os hotéis localizados no entorno da fonte são os únicos produtores de esgoto próximos, todavia, são devidamente tratados, assim não apresentando riscos à fonte termal.

## 5 CONCLUSÃO

Todos os parâmetros físicos (cor, turbidez e temperatura) atenderam o exigido pelas resoluções CONAMA 396/2008 e 357/2005, e pela portaria do MS 2914/11, sempre buscando o valor mais restritivo quando as duas legislações tinham valores distintos.

Os parâmetros químicos pH, nitrato, sulfato e OD tiveram valores que, desde o início do trabalho, atenderam ao determinado pelas resoluções 357/2005 e 396/2008 do CONAMA, e pela portaria 2914/2011 do MS. Os parâmetros químicos nitrito e DBO tiveram alterações nos resultados ao longo da pesquisa, valores que foram diminuindo a cada coleta. Um deles com o valor da primeira coleta fora do padrão, e os demais dentro do desejado (nitrito). Outro com o valor totalmente fora dos padrões, que acabou não atendendo a legislação (DBO) devido ao grande volume pluviométrico registrado nas semanas das coletas, que influenciou nos resultados, conforme mencionado.

O resultado para o parâmetro biológico de coliformes não acusou em nenhuma das três amostras coletadas. Nenhuma possibilidade de contaminação da água por bactérias do grupo coliformes foi observada, visto que a fonte encontra-se dentro de uma área de preservação ambiental. A sugestão a ser feita é, em relação ao tratamento de esgoto dos hotéis próximos a fonte, que se mantenha o tratamento e que seja monitorado frequentemente.

Segundo a Portaria do MS 2914/11, para a determinação da qualidade da água é necessário que se faça uma distribuição uniforme das coletas por um longo período de tempo, ou seja, análises o ano todo, em diferentes estações do ano.

Entretanto, este estudo mostrou que, a partir de análises físico-químicas e biológicas como cor, turbidez, temperatura, pH, nitrito, nitrato, sulfato, OD, DBO e coliformes, que são parâmetros de qualidade, bem como indicativos de poluição, é possível ter um resultado concreto em relação à qualidade da água da Companhia Hidromineral Caldas da Imperatriz. Contudo, as condições climáticas têm grande influência sobre o resultado das análises, pois a fonte analisada é superficial.

## REFERÊNCIAS

APHA: American Health Association. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20<sup>th</sup>ed. Washington, USA, 1998.

BRASIL, Lei n° 7.841, de 8 de agosto de 1945. **Código de águas Minerais**. Brasília, 1945.

BRASIL. Conselho Nacional Do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução n° 357 de 17 de março de 2005**. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/conama/res/res05/res35705.pdf> >. Acesso em: 07 de mar. 2015.

BRASIL. Conselho Nacional Do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução n° 396 de 03 de abril de 2008**. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA\\_RES\\_CONS\\_2008\\_396.pdf](http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_2008_396.pdf)>. Acesso em: 07 de mar. 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria n° 2.914 de 12 de dezembro de 2011**. Disponível em: < [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html)>. Acesso em: 07 mar. 2015.

CASARINI, D. C. *et al.* Critérios de Qualidade de Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo – Valores Orientados. In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. 12., 2001, São Paulo, **Anais...** São Paulo.

CETESB. **Qualidade Das Águas Interiores No Estado de São Paulo. 2009**. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/variaveis.pdf>> Acesso em: 10 mar. 2015.

CRPM. **Crenologia: Água como auxiliar terapêutico**. Disponível em <<http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?inford=1405&sid=129>>. Acesso em: 23 out. 2014.

COPASA. **Água Não Tratada é Porta Aberta Para Várias Doenças. 2015**. Disponível em <[http://www.copasa.com.br/media2/PesquisaEscolar/COPASA\\_Doem%C3%A7as.pdf](http://www.copasa.com.br/media2/PesquisaEscolar/COPASA_Doem%C3%A7as.pdf)>. Acesso em: 18 jan. 2015.

COSTA, Cinthia Cabral; GUILLHOTO, J. J. Martins. Saneamento Rural no Brasil: Impacto da Fossa Séptica Biogestora. **Engenharia Sanitária Ambiental**. Rio de Janeiro, p. 51-60, abr. 2014.

CUNHA, L. Fernando; SHIRAIWA, Shozo. Aplicação do Método Eletromagnético Indutivo na Investigação da Pluma de Contaminação da Água Subterrânea por Resíduos de Cromo de Curtema. **Revista Brasileira de Geofísica**, Cuiabá, v. 29, p. 128-134, mar. 2011.

DNPM. **Crenologia**. 2004. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=735>>. Acesso em: 23 out. 2014.

DNPM. **Legislação**. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=67&IDPagina=84&IDLegislacao=3>>. Acesso em: 23 out. 2014.

DI BERNARDO, Luiz *et al.* **Ensaio de Tratabilidade de Água e dos Resíduos Gerados em Estações de Tratamento de Água**. São Carlos: Rima, 2002. P. 17-37.

FILHO, J. Manoel. **Água subterrânea – histórico e importância**. Fortaleza: Editora gráfica LCR, 1997.

FUNASA. **Manual Prático de Análise de Água**. Disponível em: <[http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files\\_mf/manual\\_pratico\\_de\\_analise\\_de\\_agua\\_2.pdf](http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manual_pratico_de_analise_de_agua_2.pdf)>. Acesso em: 26 fev. 2015.

FUNASA. **Manual de Controle da Qualidade da Água Para Técnicos que trabalham em ETAS**, Disponível em: <[http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files\\_mf/manual-cont\\_quali\\_agua\\_tecnicos\\_trab\\_emetas.pdf](http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manual-cont_quali_agua_tecnicos_trab_emetas.pdf)>. Acesso em: 26 fev. 2015.

IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicao-de-vida/pnsb2008/PNSB\\_2008.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicao-de-vida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf)>. Acesso em: 05 mar. 2015.

IBGE, **Cidades: Santa Catarina**. 2000. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=421570&search=santa-catarina|santo-amaro-da-imperatriz>> Acesso em: 15 abr. 2015.

LAURENTI, Ariane. **Qualidade da Água I**. 1. ed. Florianópolis: [s.n.], 1997.

LAZZERINI, F. Tadeu. **Fontes Hidrominerais do Brasil: Componentes Biologicamente ativos (BAC) Naturais**. 2013. 388 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2013.

LOBLER, C. Alberto *et al.* Pontos Potenciais de Contaminação e Vulnerabilidade Natural das Águas Subterrâneas do Município de Restinga Seca – RS, **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 06, n. 03, p. 500-509, jun. 2013.

LORENZO, Raphael. **Santa Catarina MesoMicro Municip**. Disponível em: <[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:SantaCatarina\\_MesoMicroMunicip.svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:SantaCatarina_MesoMicroMunicip.svg)>. Acesso em: 10 abr. 2015.

LOURENCETTI, Carolina *et al.*, Contaminação de Águas Subterrâneas por Pesticidas: Avaliação Preliminar. **Quim. Nova**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 688-694, jan. 2007.

- MAGALHÃES, A. C. Nuniz. **A Expansão Urbana de Montes Claros e Suas Implicações na Ocorrência das Doenças de Vinculação Hídrica**. 2009. 141 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo/PUC- SP, São Paulo, 2009.
- MAGOSSI, Luiz Roberto; BONACELLA, Paulo Henrique. **Poluição das Águas**. 2. Ed. São Paulo: Moderna, 2003.
- MELLO, A. C. Collaço de. **Metodologia da Pesquisa**. 3. ed. Palhoça: UnisulVirtual, 2006.
- MENDONÇA, M. J Cardoso de; MOTTA R. Seroa da. Cardoso de. Saúde e Saneamento no Brasil. **Planejamento e Políticas Públicas**, Brasília, v. 30, mai. 2008.
- MENEZES, J. P. Cunha de *et al.* Correlação Entre Uso da Terra e Qualidade da Água Subterrânea. **Engenharia Sanitária Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 2, p. 173-186, abr./jun. 2014.
- MERTEN, Gustavo H.; MINELLA, Jean P. Qualidade da Água em Bacias Hidrográficas Rurais: Um Desafio Atual Para a Sobrevivência Futura. **Agroecol. E Desenv. Rur. Sustentável**. Porto Alegre, 2002, v. 3, n. 4, p. 34-38.
- MORILLO, S. Guadagnucci; TIMENETSKY, M. do C. S. Tavares. Nortovírus: Uma Visão Geral. **Ver. Assoc. Med. Brasil**, São Paulo, v. 57, n. 4, p. 462-467, mai. 2011.
- NASCIMENTO, T. Souza do *et al.* Metemoglobinemia: Do Diagnóstico ao Tratamento. **Ver. Bras Anestesiol**, Rio de Janeiro, v. 58, n. 6, p. 651-664, nov./dez. 2008.
- PORTO, M. A. Leal *et al.* Coliformes em Água de Abastecimento de Lojas *fast-food* da Região Metropolitana de Recife (PE, Brasil). **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 5, p. 2653-2658, ago. 2011.
- QUINTELA M. Manuel. Banhos que curam: Práticas termais em Portugal e no Brasil. **Etnográfica**, v.7, n.1, p. 171-185, 2003.
- RICHTER, Carlos A.; NETTO, José M. de Azevedo. **Tratamento de Água**. São Paulo: Edgard Blucher, 2003.
- ROSADO, T. Lopes *et al.* Efeito da Cobertura Vegetal Nos Atributos Físicos de um Latossolo Amarelo Cultivado com Banana. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 8, n. 15, p. 721-728, nov. 2012.
- SILVA, R. de C. Assis da; ARAUJO, T. Maria de. Qualidade da água do Manancial Subterrâneo em Áreas Urbanas de Feira de Santana (BA). **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 4, p. 1019-1028, nov. 2003.

SIQUEIRA, L. Pereira de *et al.* Avaliação Microbiológica da Água de Consumo Empregada em Unidades de Alimentação. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 63-66, jan. 2010.

SPERLING, M. V. **Introdução a Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgoto**. 3.ed. Belo Horizonte: Desa. 2005. p. 15 – 44, out./dez. 2002.

SEWELL, Granville H. **Administração e Controle da Qualidade Ambiental**. São Paulo: Gen, 2011.

SECRETARIA DE TURISMO E CULTURA. **Turismo termal**. Disponível em: <<http://www.santoamaro.tur.br/turismo-termal>>. Acesso em: 30 out. 2014.

UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA. **Trabalhos Acadêmicos na UNISUL: Apresentação Gráfica para TCC, Monografia, Dissertação e Tese**. 2. ed. rev. Tubarão, 2008. 90 p. Disponível em: <<http://busca.unisul.br/pdf/trabalhosacademicos.pdf>>. Acesso em: 10 mai. 2015.

VAITSMAN, Delmo Santiago; VAITSMAN, Mauro Santiago. **Água Mineral**. Rio de Janeiro: Interciência, 2005.

VARNIER, Claudia; HIRATA, Ricardo. Contaminação da Água Subterrânea Por Nitrato no Parque Ecológico do Tietê – São Paulo, Brasil. **Águas Subterrâneas**, São Paulo, n. 16, p. 97-104, mai. 2002.

VERONEZ, B. Pianna. **Análise da Influência da Precipitação Pluviométrica e do Uso do Solo Sobre a Qualidade da Água em Microbacias Hidrográfica no Bordeste Paraense, Amazônia Oriental**, 2011. 173 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2011.

**ANEXOS**

### ANEXO A – Quadro da APHA para determinação de coliformes

Quadro 1- Para 10 tubos com inoculo de 10 mL (NMP/100 mL)

N° de Tubos Positivos	NMP/ 10 mL	Limites de Confiança	
		Inferior	Superior
0	<1,1	0	3,0
1	1,1	0,03	5,9
2	2,2	0,26	8,1
3	3,6	0,69	10,6
4	5,1	1,3	13,4
5	6,9	2,1	16,8
6	9,2	3,1	21,1
7	12,0	4,3	27,1
8	16,1	5,9	36,8
9	23,0	8,1	59,5
10	>23,0	13,5	∞

Fonte: Métodos padrão para o exame o de água e esgoto (1998).  
NMP – Número mais provável.