



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA**

**VIVIAN BERNARDO AZEVEDO**

**ANÁLISE QUALITATIVA DA ÁGUA AO LONGO DO RIO VACACAÍ NO  
MUNICÍPIO DE SÃO GABRIEL/RS**

**SÃO GABRIEL  
2015**

**VIVIAN BERNARDO AZEVEDO**

**ANÁLISE QUALITATIVA DA ÁGUA AO LONGO DO RIO VACACAÍ NO  
MUNICÍPIO DE SÃO GABRIEL/RS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Gestão Ambiental da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Gestão Ambiental.

Orientador: Dr. André Carlos Cruz Copetti

**SÃO GABRIEL  
2015**

**VIVIAN BERNARDO AZEVEDO**

**ANÁLISE QUALITATIVA DA ÁGUA AO LONGO DO RIO VACACAÍ NO  
MUNICÍPIO DE SÃO GABRIEL/RS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Gestão Ambiental da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Gestão Ambiental.

Dissertação defendida e aprovada em: 09 de julho de 2015

Banca examinadora:

---

Prof. Dr. André Carlos Cruz Copetti  
Orientador  
Universidade Federal do Pampa

---

Prof. Dra. Ana Paula Fleig Saidelles  
Universidade Federal do Pampa

---

Prof. Ms. Beatriz Stoll Moraes  
Universidade Federal do Pampa

## RESUMO

A contaminação dos cursos d'água pelas diversas alterações humanas diminui a disponibilidade de água potável e de boa qualidade em todo mundo, garantir sua qualidade é de extrema importância para a continuidade das futuras gerações. Neste contexto, o monitoramento ambiental entra como uma ferramenta de produção e acúmulo de dados, com a finalidade de fornecer informações relevantes quanto à qualidade deste recurso. Esse trabalho visa através do monitoramento da qualidade da água no Rio Vacacaí, no município de São Gabriel - RS, levantar dados importantes sobre os processos limnológicos, que poderão servir de base para futuros projetos de controle da qualidade ambiental na região. A metodologia foi baseada na pesquisa bibliográfica de trabalhos científicos e nas legislações vigentes; foram escolhidos setes pontos ao longo do rio, começando na cabeceira até após a área urbana, avaliou-se oito parâmetros, sendo esses condutividade elétrica, cor, turbidez, oxigênio dissolvido, pH, alcalinidade, cloreto e cálcio; para a análise dos dados foi realizado dois testes um de variância de *Kruskal-Wallis* e outro de Conglomerados ou *Clusters*. Nos resultados obtidos observou-se uma tendência de aumento nos valores dos parâmetros à medida que se aproximavam a área urbana. Conforme os resultados encontrados, considera-se a principal contaminação de forma difusa, pois há aumento da concentração ao longo do curso de água e isso se mantém nos períodos de cheias. Por outro lado, a contaminação devido ao lançamento de esgoto na área urbana fica evidente quando observamos o aumento gradual das concentrações de cor e turbidez, bem com o aumento do pH nos pontos ao longo da área urbana. Por não apresentar aumento extraordinário em nenhum ponto, atribui-se ao lançamento constante e distribuído em inúmeros locais do rio, não sendo possível causar variação abrupta na qualidade. Portanto, a bacia hidrográfica do Rio Vacacaí, não apresenta de uma forma geral grande quantidade de poluentes, uma vez que não foram constatadas alterações significativas nos parâmetros.

Palavras-chave: qualidade ambiental; monitoramento ambiental; monitoramento hídrico; recursos hídricos; gestão ambiental.

## ABSTRACT

The contamination of waterways by a range of changes decreases the availability of clean water and good quality worldwide, ensuring its quality is extremely important for the continuity of future generations. In this context, the environmental monitoring enters as a production tool, and accumulation of data, in order to provide relevant information about the quality of this feature. This work aims by monitoring the water quality in the Rio Vacacaí, in São Gabriel - RS, raise important data on limnological processes, which could form the basis for future environmental quality control projects in the region. The methodology was based on the literature of scientific studies and existing legislation; seven points were selected along the river, starting at the head until after the urban area, was evaluated eight parameters, and these electrical conductivity, color, turbidity, dissolved oxygen, pH, alkalinity, chloride and calcium; Data analysis for two tests was performed a Kruskal-Wallis variance and other conglomerates or clusters. In the results there was an increasing trend in the values of the parameters as they approached the urban area. As the results, it is considered the main contamination diffusely as there are increased concentration over the course of water and this remains in flood periods. Furthermore, contamination due to discharge of sewage in the urban area becomes evident when we observe the gradual increase in color concentration and turbidity, as well as the pH increase at points along the urban area. Not to present extraordinary increase at any point, it is attributed to the constant release and distributed in numerous places of the river, not being possible to cause abrupt change in quality. Therefore, the basin of the Rio Vacacaí, does not have a large amount of pollutants generally, since no significant changes were observed in the parameters.

Keywords: quality: environmental monitoring; water monitoring; water resources; environmental management.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Distribuição das vazões de retirada e de consumo para diferentes usos: 2006 versus 2010.....	19
<b>Figura 2</b> - Estrutura político-institucional do SINGREH. ....	28
<b>Figura 3</b> - Efetivo de bovinos, média de 2009 a 2011. ....	37
<b>Figura 4</b> - Quantidade produzida de arroz em casca, média de 2009 a 2011. ....	37
<b>Figura 5</b> - Quantidade produzida de soja em grão, média de 2009 a 2011.....	38
<b>Figura 6</b> - Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas. ....	39
<b>Figura 7</b> - Representação visual dos pontos escolhidos no Rio Vacacaí, município de São Gabriel. ....	41
<b>Figura 8</b> - Ponto 01, à montante da bacia hidráulica VAC4.....	42
<b>Figura 9</b> - Coleta de dados com a sonda.....	42
<b>Figura 10</b> - Ponto 02, à jusante da bacia hidráulica VAC4, barragem.....	42
<b>Figura 11</b> - Área do reservatório, à jusante da bacia hidráulica VAC4. ....	42
<b>Figura 12</b> - Pontos 03, localizado próximo a ponte Santa Brígida, à montante do contato do rio com efluentes industriais. ....	42
<b>Figura 13</b> - Ponto com descarga de efluentes industriais.....	42
<b>Figura 14</b> - Ponto 04, localizado próximo a ponte Santa Brígida, a jusante do contato do rio com efluente industrial.....	43
<b>Figura 15</b> - Ponto de difícil acesso nos períodos de chuva. ....	43
<b>Figura 16</b> - Ponto 05, localizado junto ao posto fluviométrico do Rio Vacacaí das margens na .....	43
<b>Figura 17</b> - Margens no ponto 05, extração de areia do rio.....	43
<b>Figura 18</b> - Ponto 06, localizado junto à área urbana, próximo ao monumento de Iemanjá. ....	43
<b>Figura 19</b> - Ponte próxima ao ponto de coleta.....	43
<b>Figura 20</b> - Ponto 07, localizado à jusante da área urbana, após o bairro Beira-Rio. ....	44
<b>Figura 21</b> - Margem a montante do ponto 07. ....	44
<b>Figura 22</b> - Equipamentos eletrônicos utilizados para as análises (A) colorímetro, (B) turbidímetro, (C) pHmetro, (D) Oxímetro e (E) condutivímetro.....	45
<b>Figura 23</b> - Análise Multivariada de Conglomerados para o parâmetro Condutividade Elétrica. ....	51

<b>Figura 24</b> - Análise Multivariada de Conglomerados para o parâmetro Cor.....	52
<b>Figura 25</b> - Análise Multivariada de Conglomerados para o parâmetro Turbidez.....	53
<b>Figura 26</b> - Análise Multivariada de Conglomerados para o parâmetro Oxigênio Dissolvido.....	55
<b>Figura 27</b> - Análise Multivariada de Conglomerados para o parâmetro pH.....	56
<b>Figura 28</b> - Análise Multivariada de Conglomerados para o parâmetro Alcalinidade.....	57
<b>Figura 29</b> - Análise Multivariada de Conglomerados para o parâmetro Cloreto.....	58
<b>Figura 30</b> - Análise Multivariada de Conglomerados para o parâmetro Cálcio.....	59
<b>Figura 31</b> – Gráfico do Teste de variância de <i>Kruskal-Wallis</i> para o parâmetro Condutividade Elétrica.....	61
<b>Figura 32</b> - Gráfico do Teste de variância de <i>Kruskal-Wallis</i> para o parâmetro Cor.....	62
<b>Figura 33</b> - Gráfico do Teste de variância de <i>Kruskal-Wallis</i> para o parâmetro Turbidez.....	63
<b>Figura 34</b> - Gráfico do Teste de variância de <i>Kruskal-Wallis</i> para o parâmetro pH.....	63
<b>Figura 35</b> - Gráfico do Teste de variância de <i>Kruskal-Wallis</i> para o parâmetro Oxigênio Dissolvido.....	64
<b>Figura 36</b> - Gráfico do Teste de variância de <i>Kruskal-Wallis</i> para o parâmetro Cloreto.....	65
<b>Figura 37</b> - Gráfico do Teste de variância de <i>Kruskal-Wallis</i> para o parâmetro Alcalinidade.....	65
<b>Figura 38</b> - Gráfico do Teste de variância de <i>Kruskal-Wallis</i> para o parâmetro Cálcio.....	66

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Estatística descritiva básica das variáveis estudadas nos sete pontos amostrais durante o período de julho de 2013 a março de 2014. ....	60
--	----



## LISTA DE ANEXOS

<b>Anexo A</b> - Dados do período de julho de 2013 a março de 2014, ponto 1.....	73
<b>Anexo B</b> - Dados do período de julho de 2013 a março de 2014, ponto 2.....	73
<b>Anexo C</b> - Dados do período de julho de 2013 a março de 2014, ponto 3.....	74
<b>Anexo D</b> - Dados do período de julho de 2013 a março de 2014, ponto 4.....	74
<b>Anexo E</b> - Dados do período de julho de 2013 a março de 2014, ponto 5.....	75
<b>Anexo F</b> - Dados do período de julho de 2013 a março de 2014, ponto 6 .....	75
<b>Anexo G</b> - Dados do período de julho de 2013 a março de 2014, ponto 7.....	76

## LISTA DE SIGLAS

**ANA** - Agência Nacional das Águas

**CBH** - Comitês de Bacia Hidrográfica

**CONAMA** - Conselho Nacional de Meio Ambiente

**CNRH** - Conselho Nacional de Recursos Hídricos

**EDTA** - Ácido Etileno Diamino Tetracético

**IBGE** - Instituto Nacional de Geografia e Estatística

**MMA** - Ministério do Meio Ambiente

**PNRH** – Política Nacional de Recursos Hídricos

**SERH** - Sistema Estadual de Recursos Hídricos

**SNIRH** – Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos

**SINGREH** - Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

**SRHRS** - Sistema de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul

**SISNAMA** - Sistema Nacional do Meio Ambiente

**UNIPAMPA** - Universidade Federal do Pampa

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. OBJETIVOS.....	15
2.1. Objetivo Geral .....	15
2.2. Objetivos Específicos .....	15
3. REFERENCIAL TEÓRICO .....	16
3.1. Crise Hídrica .....	16
3.2. Panorama Nacional dos Recursos Hídricos.....	18
3.3. Panorama Hídrico Regional .....	21
3.4. Legislação Vigente.....	23
3.5. Monitoramento da Qualidade da Água.....	28
3.6. Principais Características Hídricas.....	33
3.7. Características Físicas .....	33
3.7.1. Condutividade Elétrica.....	33
3.7.2. Cor.....	33
3.7.3. Turbidez.....	34
3.8. Características Químicas .....	34
3.8.1. Oxigênio Dissolvido .....	34
3.8.2. pH.....	35
3.8.3. Alcalinidade .....	35
3.8.4. Cloreto.....	35
3.8.5. Cálcio.....	36
3.9. Caracterização do Local do Estudo .....	36
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	40
4.1. Pesquisa Bibliográfica .....	40
4.2. Definição dos locais de monitoramento.....	40
4.3. Parâmetros.....	44

4.4.	Análise das amostras .....	45
4.4.1.	Equipamentos Laboratoriais .....	45
4.4.2.	Titulações .....	46
4.5.	Análise Estatística .....	47
4.5.1.	Teste de variância de <i>Kruskal-Wallis</i> .....	47
4.5.2.	Análise Multivariada de Conglomerados ou <i>Clusters</i> .....	48
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	50
5.1.	Caracterização Organoléptica do Rio Vacacaí.....	50
5.2.	Flutuações Temporais dos Parâmetros de Qualidade .....	59
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	67
	REFERÊNCIAS.....	69
	ANEXOS .....	73

## 1. INTRODUÇÃO

Iniciou-se o século XXI com mais de sete bilhões de habitantes no mundo, e a população mundial só vem crescendo, assim como o avanço tecnológico, industrial e agrícola, como consequência a esses fatores, as pressões exercidas sobre o meio ambiente aumentam, intensifica o esgotamento e poluição dos recursos naturais, principalmente os recursos hídricos. Com isso as preocupações com um desenvolvimento mais sustentável só crescem, assim como as discussões mundiais sobre o tema,

Fonte essencial para a sobrevivência de todos os organismos vivos, a água é um dos recursos naturais mais vulneráveis as pressões antrópicas. Diariamente são despejados milhões de toneladas de esgoto inadequadamente tratados e efluentes industriais e agrícolas, deteriorando assim a qualidade de rios, lagos e aquíferos; a baixa qualidade dos recursos hídricos põe em risco a saúde humana e dos ecossistemas, também reduz a disponibilidade de água potável e para outras finalidades.

O desafio, portanto, está em garantir a qualidade dos corpos hídricos e sua preservação, para isso precisa-se buscar soluções e ações efetivas, como a prevenção das fontes poluidoras, expandir e melhorar o tratamento de efluentes domésticos e industriais, restaurar e proteger os ecossistemas hídricos. Porém, para tornar tais ações possíveis carecem de mecanismos para alcançar êxito, inúmeros podem ser os mecanismos que utilizam como educação ambiental, ferramentas legislativas, tecnologias ou ainda monitoramentos de qualidade ambiental.

O monitoramento, foco do presente trabalho, é peça fundamental dos esforços efetivos para melhoria da qualidade da água, a caracterização física, química e biológica da água proporciona dados importantes para identificação, gestão e na busca por soluções para os problemas de qualidade dos corpos hídricos. Os dados gerados tornam possíveis a determinação dos problemas incipientes e suas potenciais soluções que exigem pronta atenção, assim como medidas preventivas para a proteção da saúde humana e a preservação do ecossistema.

A insuficiência de dados qualitativos em diversas bacias hidrográficas prejudica a gestão e as soluções dos problemas de poluição e deterioração dos recursos hídricos, o desafio, portanto, está na coleta de informações que sirvam de

auxílio para os planos de gestão dos recursos hídricos e na redução de fontes poluidora.

A bacia do Rio Vacacaí, situada no município de São Gabriel – RS, não é diferente das diversas bacias hidrográficas do país; com insuficiência de dados para gestão adequada da água, a região sofre interferência de diversas fontes de contaminação, principalmente de efluentes domésticos. No município o tratamento de efluentes é ineficiente para a demanda. O centro é o único bairro da cidade onde é realizado o tratamento, o restante da área urbana utiliza fossa séptica ou tem seu efluente despejado diretamente no rio, impactando o recurso. Outras fontes de poluição estão representadas pela agricultura, bastante forte na área rural e as poucas indústrias de beneficiamento instaladas no município.

Apesar de sua importância, a Bacia do Rio Vacacaí é uma das bacias hidrográficas do estado com menor número de informações, uma vez que são escassos os trabalhos de pesquisa desenvolvidos para tal, entendeu-se da necessidade de realizar um estudo de monitoramento qualitativo na região da bacia, a fim de identificar possíveis problemas de qualidade da água e distinguir as possíveis interferências antrópicas do rio, além de levantar dados para futuros trabalhos.

## **2. OBJETIVOS**

O presente trabalho tem por objetivos:

### **2.1. Objetivo Geral**

Realizar um monitoramento da qualidade da água em pontos estratégicos do Rio Vacacaí, e assim, levantar dados importantes sobre os processos limnológicos, os quais servirão de base para futuros projetos de controle da qualidade ambiental.

### **2.2. Objetivos Específicos**

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Caracterizar aspectos físico-químicos da água ao longo de seu curso, partindo da porção superior (cabeceira) até um ponto após a interferência da área urbana;
- Determinação de parâmetros que possam representar indicadores da contaminação dos recursos hídricos;

Verificação de diferença nos pontos para cada parâmetro.

### **3. REFERENCIAL TEÓRICO**

O presente referencial teórico trata sobre a situação dos recursos hídricos nacionais e regionais, a legislação vigente e alguns aspectos da crise da água, utilizados para conceituar a importância do monitoramento qualitativo da água como instrumento de gestão dos recursos hídricos.

#### **3.1. Crise Hídrica**

A crise da água é, sobretudo de distribuição e qualidade. O agravamento e a complexidade desta crise decorrem do aumento da demanda mundial pelos recursos hídricos, o crescimento da população e da alta demanda por alimentos acentuam os problemas de deterioração dos corpos hídricos. O uso da água por diversos setores, principalmente pela agricultura, o setor econômico que mais consome este recurso, gera inúmeros conflitos de interesse que prejudicam a quantidade e qualidade a curto, médio e longo prazo deste recurso que é indispensável para a sobrevivência dos ecossistemas (SELBORNE, 2001).

A agricultura produz a maior parte dos alimentos consumidos no mundo, e é responsável por utilizar 70% da água total disponível mundial. Com a demanda mundial de alimentos crescendo progressivamente, torna-se indispensável o aumento da produtividade mundial, porém com as tecnologias atualmente empregadas na produção de alimentos, o consumo de água crescente afeta sua quantidade e qualidade; os problemas ambientais partem pelas chuvas, quando os produtos químicos usados na composição dos pesticidas são lixiviados. A lixiviação ajuda a transportar poluentes agrícolas que acabam infiltrando no solo contaminando os rios e aquíferos (SELBORNE, 2001). Além disso, o uso dos pesticidas acumula-se ao longo das cadeias alimentares, quando usados de forma indevida, uma vez que acumulam-se no solo, os animais se alimentam da vegetação prosseguindo o ciclo de contaminação (PEREIRA, 2004).

A deterioração da qualidade da água superficial é um impacto relevante do uso da água pela agricultura, a poluição pelo uso excessivo de fertilizantes agrícolas aumenta os níveis de nutrientes químicos, como o nitrogênio e fósforo, com isso



podem causar a eutrofização das águas, também prejudicando a demanda de oxigênio e adsorção de luz (TUNDISI, 2008).

O crescimento da população implica também na contaminação das águas por efluentes domésticos e industriais, e conseqüentemente, podem influenciar diretamente para o agravamento da crise hídrica. A ineficiência dos tratamentos de efluentes contribui para que esta poluição seja mais grave, e isso prejudica o ecossistema aquático, causando a perda da qualidade da água, a perda da biodiversidade aquática, além de alteração das características físico-químicas e biológicas importantes para a manutenção deste ecossistema (REBOUÇAS, 2003).

Também é possível encontrar problemas nas redes de tratamento de água; as infraestruturas dos sistemas em algumas regiões do país encontram-se em situação crítica, favorecendo as perdas através do sistema de abastecimento público, onde em muitas áreas urbanas a perda na rede chega a 30% após o tratamento das águas (TUNDISI, 2008), além do prejuízo econômico, o desperdício de água é alto, podendo assim intensificar as crises de abastecimento público e, aliado à falta de gerenciamento, podem causar a diminuição das vazões de rios e reservatórios.

Apesar dos fatores já citados acima, um aspecto que tem grande importância na crise hídrica em todo mundo, e tem sido um tema decorrente em diversas convenções mundiais e nacionais, são as mudanças climáticas; essas afetam diretamente a disponibilidade de água potável em todo mundo, e essas são causadas principalmente por atividades antrópicas, decorrentes do crescimento populacional, da industrialização e pelas mudanças no uso da terra associadas à agricultura e à pecuária. Ocorrem alterações do ciclo hidrológico e, como consequência provocam a modificação do padrão de transporte de umidade atmosférica e o aumento das temperaturas mundiais, segundo Tundisi (2008), os problemas em relação às mudanças globais com eventos hidrológicos provocam chuvas intensas ou períodos intensos de seca, o que aumenta a vulnerabilidade da população e compromete a segurança alimentar. No Brasil, as alterações hidrológicas mudam o transporte de umidade da Amazônia até o Sul, intensificando as chuvas do Sul do país e aumentando os períodos de secas nas demais regiões, ou vice-versa.

Segundo Marengo (2008) as previsões para o futuro sugerem que as mudanças climáticas tornarão a oferta de água cada vez menos previsível e confiável, assim como também tem sido analisadas as mudanças climáticas como

uma provável causa para a variabilidade e a disponibilidade na qualidade e quantidade da água.

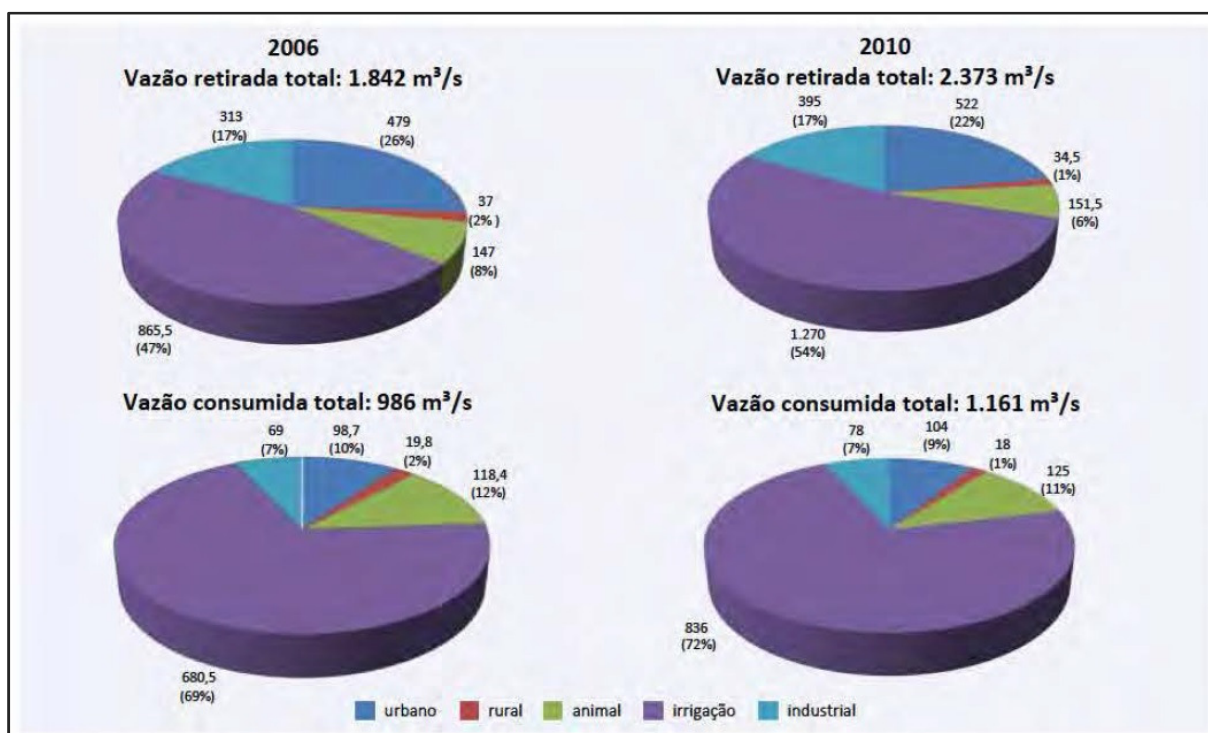
Os problemas de articulação e a falta de ações consistentes na governabilidade de recursos hídricos intensificam a crise atual da água. A solução seria enfrentar as consequências dos efeitos das mudanças globais promovendo melhor governança em nível de bacias hidrográficas, realizando uma gestão adequada dos recursos hídricos de forma sistêmica, integrada e preditiva formando uma base consolidada de dados e transformada em instrumento com a finalidade de descentralizar o gerenciamento e possibilitar a participação de usuários, setor público e privado, para uma gestão participativa da água (SELBORNE, 2001).

O gerenciamento a partir da bacia hidrográfica deve incluir uma valoração dos múltiplos usos que a água pretende atender, junto com técnicas eficientes de monitoramento qualitativo e quantitativo, e um sistema adequado de governança da água com a finalidade de promover oportunidades de desenvolvimento regional e sustentável a partir da água disponível e da sua demanda (TUNDISI, 2008). A informação é essencial para se encontrar soluções para os problemas relacionados à água, quanto maior o volume de dados, melhor será o processo de tomada de decisões para os planos de gestão dos recursos hídricos e melhor será sua conservação e qualidade.

### **3.2. Panorama Nacional dos Recursos Hídricos**

A disponibilidade hídrica no Brasil apresenta em termos de quantidade uma situação bastante confortável, se comparada ao restante do globo, o país tem uma das maiores bacias hidrográficas do mundo, pertencente à Região Amazônica, representando cerca de 80% dos recursos hídricos brasileiros, entretanto a distribuição espacial dos recursos hídricos é desigual, pois essa abundância não contempla a maioria da população do país (ANA, 2013). A concepção de ser um país abundante em água está limitada a uma região pouco povoada em comparação as demais regiões do Brasil, as demais regiões tem condições hídricas péssimas a confortáveis, tendo como exemplo a situação na região nordeste do país que enfrenta sérios problemas de abastecimento, pela falta de água e por problemas climáticos, inerentes a região.

Por outro lado, a demanda hídrica brasileira nos últimos anos apresentou um crescimento bastante significativo, segundo dados apresentados no relatório da Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil: 2013, publicado pela ANA, na comparação do ano de 2006 e 2010, a irrigação foi o consumo consultivo que mais cresceu passando de 47% para 54% de vazão retirada e de 69% para 72% de consumo total utilizado no país, como mostra a Figura 1.



**Figura 1 -** Distribuição das vazões de retirada e de consumo para diferentes usos: 2006 versus 2010. Fonte: ANA, 2013.

Essa compreensão de que o Brasil é um país rico em água, junto ao aumento da demanda dos últimos anos, são preocupantes, pois em algumas regiões do país o consumo excessivo de água pelos diversos usos acima apresentados, diminui o período de reposição natural dos rios, provocando a falta de água em muitos reservatórios utilizados como fonte de água para a população e outras finalidades, tornando mais graves os problemas hídricos enfrentados pelo país na última década. Outro fator preocupante é a elevada contaminação dos corpos hídricos, que recebem altas cargas de esgotos urbanos, efluentes industriais, resíduos sólidos e agroquímicos, que somados às baixas vazões, reduzem a capacidade de recuperação e impedem o estabelecimento da dinâmica natural dos corpos aquáticos (KOBAYAMA, 2008).

Para enfrentar esses problemas relacionados à água, uma gestão integrada de forma qualitativa e quantitativa é de extrema urgência, voltada para os princípios do uso sustentável dos recursos hídricos, de forma a fomentar medidas de preservação em todos os setores e o emprego de medidas estruturais e não estruturais, entre as quais pode-se destacar melhores investimentos em monitoramento, melhoria do sistema de saneamento e na melhoria da difusão de informações sobre recursos hídricos (REIS, 2013). Desta forma a gestão integrada de recursos hídricos mostra-se uma importante ferramenta de preservação e uso consciente da água, para solucionar as crises hídricas que vem se intensificando no país nos últimos anos.

Na última década entendendo a importância da preservação dos recursos hídricos, o país em janeiro de 1997, após um dos compromissos firmados internacionalmente pelo Brasil, a partir da Eco-92, sancionou a Lei nº 9.433 que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, criando o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, que viria para suprir a necessidade do país por uma gestão integrada, sistêmica e participativa.

Apesar da Legislação de Recursos Hídricos ratificada no Brasil, ser bastante avançada e importante para a ordenação das regiões hídricas do país, a mudança de comportamento dos administradores e dos usuários é de fundamental importância para a execução na prática da lei, uma vez que todo o processo é dinâmico e depende da participação de todos para ser efetivamente implementado (LOPES, 2013). A falta de incentivos por parte da administração pública em âmbito federal, estadual e regional dificultam ainda mais a aplicação dos instrumentos previstos em lei, que contribuiriam para mensurar a demanda com a disponibilidade real de cada região, e assim preservar a qualidade e quantidade de água.

Outro aspecto dentro da PNRH é o atual estágio da institucionalização do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, que descentralizaria as informações de água no país, e serviria para fornecer subsídios para a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos de todas as regiões. Essa gestão e seus desdobramentos são temas que merecem grande importância, principalmente nos estados que não adquiriram relevância e expressão no contexto da gestão integrado (LOPES, 2013).

Por fim, o Brasil apresenta uma nova urgência, que se refere à elaboração dos regulamentos e normativas das leis que já foram aprovadas, a fim de torná-los

na prática aplicáveis, inclusive com definição de critérios técnicos e legais para a outorga e a cobrança das águas.

### **3.3. Panorama Hídrico Regional**

A Região Sul tem em seu território cerca de 6,5% dos recursos hídricos do país e 15% da população, presenciando, nos últimos trinta anos, diversos conflitos entre os setores de usuários da água, provenientes dos efeitos negativos da mecanização agrícola, pela urbanização e industrialização que prejudicam a qualidade e quantidade dos corpos hídricos (LOPES, 2013).

O Rio Grande do Sul está situado na região subtropical, que aparece como um dos mais importantes espaços geográficos da nação, tanto pela sua participação econômica quanto pelas especificidades da sua organização social e territorial. É um estado cuja economia se desenvolve através de suas condições naturais de relevo e vegetação, apresenta boa aptidão para as atividades agropecuárias, representando grande parte do PIB do estado.

A área do estado corresponde a 281.731,445 km<sup>2</sup>, cerca de 3% do território nacional, o Rio Grande do Sul abriga uma população de 10.693.929 milhões de habitantes, segundo o censo de 2010. Deste total, 9.100.291 milhões de habitantes residem nos centros urbanos e os demais, 1.593.638 milhões, no meio rural.

O Rio Grande do Sul a partir da década de 50 começou a sofrer mudanças significativas, o perfil da agropecuária gaúcha teve grandes alterações com a modernização das práticas de plantio, a adoção de sementes qualificadas e a introdução de novas tecnologias de irrigação, além da inclusão de novas culturas, nesse novo cenário de diversificação econômica regional, aumentou a utilização da água por esse setor, assim como aumentou a contaminação por agroquímicos. Nas áreas urbanas, o uso da água para o abastecimento público e diluição de efluentes domésticos é mais intenso, em razão da maior densidade populacional, se comparado às áreas rurais. Em áreas urbano industriais, o uso intensivo de produtos químicos provenientes da indústria junto aos efluentes domésticos eleva a contaminação dos rios (ANA, 2001).

A perda da qualidade da água do estado está associada aos diversos problemas já citados, a elevada contaminação por carga orgânica oriunda de

esgotos domésticos e devido à aplicação de agroquímicos, que reduzem a disponibilidade hídrica para o consumo, gerando os conflitos de uso da água atualmente enfrentados pelo estado.

Nesse sentido o Rio Grande do Sul foi o estado pioneiro na criação de uma lei estadual de recursos hídricos, o Decreto nº 30.132, de 13 de maio de 1981, organizando o primeiro Sistema Estadual de Recursos Hídricos e criou o Conselho de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul – CONRHIRGS, porém a instituição do SERH aconteceu somente em 30 de dezembro de 1994 com a Lei nº 10.350.

Essa lei tem por objetivo promover à harmonização entre os múltiplos e competitivos usos dos recursos hídricos e sua limitada e aleatória disponibilidade temporal e espacial, da mesma maneira que traz como princípios fundamentais a prévia aprovação pelo estado de todas as utilizações dos recursos hídricos que afetam sua disponibilidade qualitativa ou quantitativa, ressalvadas aquelas de caráter individual.

Para garantir as necessidades básicas, a gestão dos recursos hídricos pelo estado visando à compatibilização do desenvolvimento econômico e social com a proteção do meio ambiente, e a cobrança nos diversos usos da água, procurando assim gerar recursos financeiros que deem suporte para realização de investimentos para elaboração de estudos e a preservação dos recursos hídricos na bacia hidrográfica de origem, bem como sua correta utilização.

No entanto, observa-se atualmente uma grande dificuldade na implantação do Sistema de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul, uma vez que os órgãos estaduais que integram o SRHRS encontram-se em estado de sucateamento e abandono pelo governo do estado, falhando no suporte de suas agências de subsídio técnico, econômico e ambiental aos comitês de bacias, como ao Conselho de Recursos Hídricos, a Secretária de Meio Ambiente e as Agências de Região Hidrográfica. Na gestão dos recursos hídricos é fundamental que os sistemas de informações e os sistemas de suporte técnico funcionem para o planejamento futuro das demandas de água do estado, evitando futuras crises e conciliando os conflitos existentes entre o setor público e privado, para isso os órgãos estaduais precisam dar este suporte aos comitês de bacias (REIS, 2013).

As dificuldades dos comitês de bacias começam com os baixos orçamentos anuais de alguns comitês do estado, principalmente os que representam bacias hidrográficas menores, a falta de estudos prejudica o processo planejamento em

longo prazo e a preservação do recurso. Outro aspecto que restringe a atuação dos comitês é a excessiva centralização das ações relativas ao gerenciamento de recursos hídricos, afastando os usuários da água, das discussões do planejamento das demandas futuras do recurso, tal fator impede uma maior proteção e gerenciamento mais racional. Nesse sentido, é preciso incentivar a participação a nível local dos usuários da água, nas decisões políticas quanto à gestão dos recursos hídricos, pois sem o apoio e órgãos estatuais e a efetiva participação social, a gestão integrada dos recursos hídricos não atingirá seus objetivos (REIS, 2013)

Na conjuntura de carências relacionadas à gestão apropriada dos Recursos Hídricos que surgem no sistema, especialmente do Rio Grande do Sul, aponta para falhas na execução do SRHRS, como a falta de estudos para a outorga, as poucas redes de monitoramento quantitativo e qualitativo, o sistema de informações ainda em fase de conclusão, e as dificuldades no acompanhamento dos planos de bacia e os poucos investimentos para esses.

Em relação aos órgãos estaduais, a fiscalização precária e a falha ou ausência de assessoria de comunicação, geram situações que certamente necessitam de mecanismos eficazes que só a implantação da Política Nacional de Recursos Hídricos poderia proporcionar.

### **3.4. Legislação Vigente**

As primeiras leis que relacionadas ao meio ambiente no Brasil, surgiram na década de 30, com o Código Florestal (Dec. nº. 23.793/34), o Código das Águas (Dec. nº. 24.643/34); assim como o Código de Caça e Pesca (Dec. Nº 23.672/34); o Decreto de proteção aos animais (Dec. nº. 24.645/34); e o Dec. nº. 25/37 que organizou a proteção ao Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (BRASIL, 2011). Apesar da instituição dessas leis na década de 30, o panorama da legislação ambiental brasileira ainda estava começando a ganhar importância num país que desde sua colonização sofreu uma exploração acentuada nos seus recursos naturais, levando alguns recursos até sua quase extinção, como no caso do pau-brasil.

Porém, foi somente na década de 60 que a legislação ambiental ganhou seus marcos fundadores, com o período em que foram editadas suas importantes legislações sobre questões ambientais, como: o Estatuto da Terra (Lei nº. 4.504/64), o novo Código Florestal (Lei nº. 4.771/65), a nova Lei de Proteção da Fauna (Lei nº. 5.197/67), a Política Nacional do Saneamento Básico (Dec. nº. 248/67) e a criação do Conselho Nacional de Controle da Poluição Ambiental (Dec. nº. 303/67) (BRASIL, 2011). Neste momento a aplicação efetiva da legislação voltada para questões ambientais começaram a fazer diferença no país, com a criação de diversas unidades de conservação, federais e estaduais, mas ainda assim as questões ambientais brasileiras estavam dando seus primeiros passos para a sua evolução.

Foi então na década de 80 que a legislação ambiental deu um grande impulso, deixando de ter um objetivo de proteção econômica/patrimonial para ter um caráter de proteção ambiental, foram quatro os marcos legislativos que passaram a orientar a tutela jurídica do Meio Ambiente no Brasil e tentaram mudar o histórico descaso ambiental no país: a Lei Federal nº. 6.938/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, conceituando Meio Ambiente e instituindo o Sistema Nacional de Meio Ambiente, a Lei nº. 7.347/85, que disciplina a Ação Civil Pública, um instrumento processual de defesa do Meio Ambiente e dos demais interesses difusos e coletivos, a Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, que abriu espaços à participação e atuação da população na preservação e na defesa ambiental, e a Lei nº. 9.605/98, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.

Voltando ao enfoque da legislação ambiental brasileira para a proteção dos recursos hídricos, foi a partir da instituição da Lei Federal nº 6.938/81 que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente e que criou o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente, que iniciou no Brasil a formulação de uma legislação específica para a água, o CONAMA tinha como a finalidade segundo Art. 6, inciso II da presente lei:

II - Órgão consultivo e deliberativo: o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), com a finalidade de assessorar, estudar e propor ao Conselho de Governo, diretrizes de políticas governamentais para o meio ambiente e os recursos naturais e deliberar, no âmbito de sua competência, sobre normas e padrões compatíveis com o meio ambiente ecologicamente equilibrado e essencial à sadia qualidade de vida.



Em 1986, o CONAMA publicou a sua primeira resolução sobre águas do país, a Resolução CONAMA nº 020/1986 que classificou as águas doces, salobras e salinas, em nove classes, segundo seus usos preponderantes, esta resolução foi posteriormente revogada pela Resolução CONAMA nº 357/2005 que classificou os corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, essas duas resoluções foram importantes para a preservação dos corpos hídricos no Brasil e para o início das discussões sobre águas.

Somente em janeiro de 1997 foi criada uma lei federal específica para os recursos hídricos, a Lei nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, criando o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, a sanção desta lei representou um dos compromissos reconhecidos internacionalmente pelo Brasil, a partir da Eco-92. Esta lei trouxe importantes fundamentos, objetivos, diretrizes e principalmente instrumentos que auxiliam na gestão dos recursos hídricos em âmbito federal, regional e estadual, sendo esses citados em seu Art. 5 e respectivos incisos:

**Art. 5.** São instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos:

- I - os Planos de Recursos Hídricos;
- II - o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água,
- III - a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;
- IV - a cobrança pelo uso de recursos hídricos;
- V - a compensação a municípios;
- VI - o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

Essa política resultou em diversos debates de setores públicos, privados e ONG's, alicerçados no Art. 1º que dispõe sobre seus fundamentos, considerando a água como um bem público e um recurso natural limitado e de valor econômico, além da descentralização contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades na gestão dos recursos, entre outros (REIS, 2013).

A criação do SINGREH constituiu também um conjunto de mecanismos jurídico-administrativos, como instituições que são formadas pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos, os Comitês de Bacias Hidrográficas e as Agências de Água e os instrumentos de gestão com a finalidade de implantar a Política Nacional de

Recursos Hídricos, que proporciona o suporte técnico e institucional necessários para o gerenciamento das águas no país.

O CNRH tem por objetivo, segundo o Art. 35, promover a articulação do planejamento de recursos hídricos com os planejamentos nacionais, regionais, estaduais e dos setores usuários; gerenciar os possíveis conflitos entre Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos; estabelecer diretrizes complementares para a implantação da Política Nacional de Recursos Hídricos e estabelecer critérios gerais para outorgas de direito de uso de recursos hídricos, entre outros. O CNRH é um órgão colegiado, consultivo, normativo e deliberativo, composto por representantes dos setores usuários de água, governo e sociedade civil organizada. Também, constitui o SINGREH, o Conselho de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal.

Os Comitês de Bacia Hidrográfica são a base do SINGREH sendo compostos por representantes dos governos da União, do Estado e Municípios que fazem parte da área de drenagem da bacia hidrográfica, entidades civis de recursos hídricos e dos diversos setores de usuários das águas da bacia hidrográfica, podem ser órgãos federais ou estaduais dependendo da jurisdição da bacia hidrográfica, tem caráter deliberativo e normativo, constituem um centro de decisão das ações a serem implantadas na área que inclui a bacia. Segundo Art. 38 e seus respectivos incisos, a Lei 9.433, deve promover:

**Art. 38.** Compete aos Comitês de Bacia Hidrográfica, no âmbito de sua área de atuação:

I - promover o debate das questões relacionadas a recursos hídricos e articular a atuação das entidades intervenientes;

II - arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos relacionados aos recursos hídricos;

III - aprovar o Plano de Recursos Hídricos da bacia;

IV - acompanhar a execução do Plano de Recursos Hídricos da bacia e sugerir as providências necessárias ao cumprimento de suas metas;

V - propor ao Conselho Nacional e aos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos as acumulações, derivações, captações e lançamentos de pouca expressão, para efeito de isenção da obrigatoriedade de outorga de direitos de uso de recursos hídricos, de acordo com os domínios destes;

VI - estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados;

VII - (VETADO)

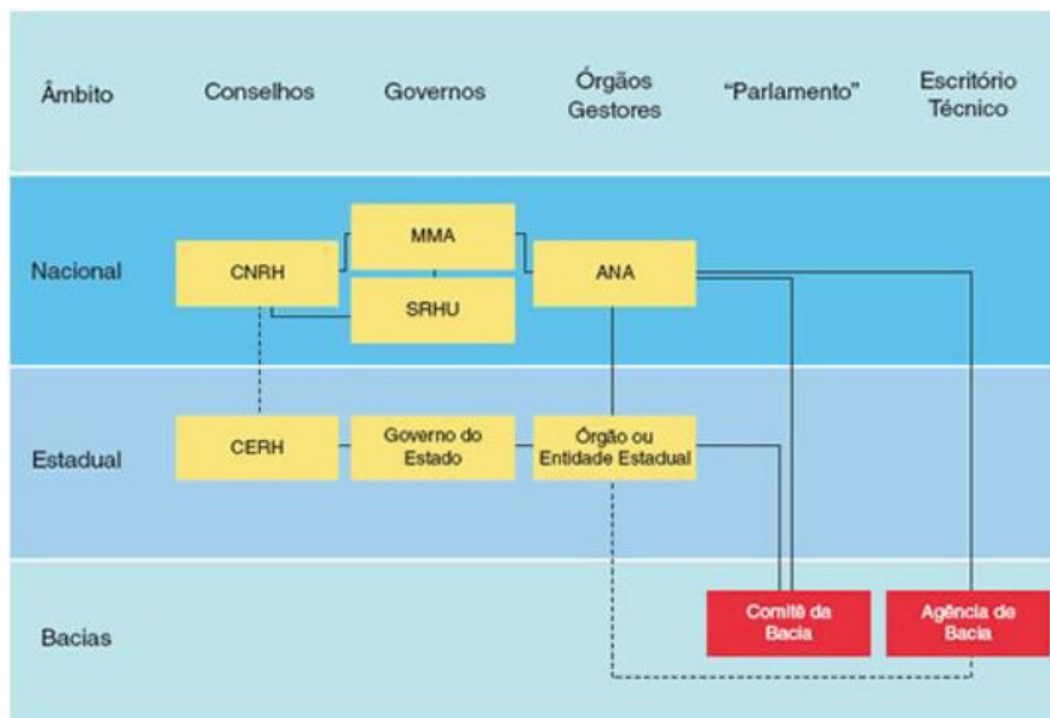
VIII - (VETADO)

IX - estabelecer critérios e promover o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo.

Em âmbito nacional a Secretária de Recursos Hídricos está subordinada ao Ministério do Meio Ambiente, tendo por função prestar apoio administrativo, técnico e financeiro ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos, instruindo os expedientes provenientes dos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos e dos Comitês de Bacia Hidrográfica e elaborar seu programa de trabalho e respectiva proposta orçamentária anual e submetê-los à aprovação do Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Deverá ser exercida pelo órgão integrante da estrutura do Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, responsável pela gestão dos recursos hídricos. Competem aos governos dos Estados o gerenciamento das Secretárias de Meio Ambiente.

Com a necessidade de uma Agência de Águas que pudesse colocar em prática as competências presentes no Art. 44 da PNRH, em 2000 foi criada a Agência Nacional de Águas instituída pela Lei nº 9.984 em 17 de julho de 2000, que está vinculada ao Ministério do Meio Ambiente. À ANA compete obedecer aos fundamentos, objetivos, diretrizes e instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos e desenvolver uma articulação com órgãos e entidades públicas e privadas integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos com a função de implantar os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, promovendo a gestão descentralizada e participativa, e implantar os instrumentos de gestão previstos na Lei das Águas. Por fim, Agências de Bacia, que atuam como Secretária Executiva dos Comitês, oferecendo suporte administrativo, técnico e financeiro para implementar suas decisões.

Na Figura 2 está representada a estrutura político-institucional do SINGREH, quando aos âmbitos da PNRH e os agentes envolvidos no seu funcionamento.



**Figura 2** - Estrutura político-institucional do SINGREH.  
Fonte: ANA, 2013.

Apesar dessa importante evolução institucional nos últimos anos para a regulamentação do uso e proteção dos recursos hídricos no Brasil, muito ainda precisa ser feito para que o desenvolvimento institucional passe da fase de transição. A PNRH foi sancionada em 1997 e ainda não foi completamente aplicada, e nem regulamentada, com a instituição da ANA em 2000, pode-se avançar na aprovação das legislações de parcela importante dos Estados e Comitê de Bacias. No entanto, um dos instrumentos mais importantes para a gestão de recursos hídricos, o SNIRH que deveria dar um suporte institucional básico aos Comitês de Bacia, é ainda bastante ineficiente na geração de dados (TUCCI, 2000).

### 3.5. Monitoramento da Qualidade da Água

Em virtude da crise hídrica, agravada pelo crescimento populacional e a contaminação dos cursos d'água, por diversos tipos de interferências naturais e principalmente antrópicas, diminuem a disponibilidade de água potável e de boa qualidade em todo mundo, tornando a água uma bem natural cada vez mais caro e de difícil acesso. A qualidade da água, neste contexto só poder ser garantida por planos eficientes de monitoramento ambiental, com a finalidade de fornecer

informações relevantes quanto à qualidade deste recurso, minimizando os impactos provocados pelo ser humano (FILITOZA, 2002).

Para a eficiência dos programas de monitoramento hídrico, é necessário levar em consideração as características únicas de cada sistema aquático, essa diferença quanto aos aspectos de cada corpo hídrico tornam complicado o estabelecimento de parâmetros fixos como indicadores padrões para a qualidade da água, pois apresentam variação de rio para rio, assim suas interações com o meio também devem ser levadas em consideração para constituição de uma metodologia adequada para cada sistema hídrico. Pode-se dizer que o primeiro intuito dos trabalhos de monitoramento da qualidade da água é, portanto, obter indicadores de qualidade que demonstrem objetivamente e claramente as alterações dos cursos d'água, principalmente no que diz respeito às intervenções antrópicas (TOLEDO, 2002).

Porém, a ideia que temos sobre qualidade da água está refletida no pensamento de pureza, naturalidade e até mesmo cristalinidade, como uma forma inalterada de suas características, no entanto, assim como não conseguimos definir indicadores padrões de qualidade, qualitativamente também não pode-se definir um único padrão de características como pertencentes à água de boa qualidade, uma vez que a qualidade da água está nas suas intervenções, essas estão associadas a sua área de drenagem e a sua utilização pelo ser humano.

Adotou-se desta forma um arcabouço legal baseado em limites toleráveis e/ou aceitáveis de cargas poluidoras da água, definindo a qualidade com base no uso pretendido para o recurso, deste modo, conseguindo quantificar qualitativamente a água quanto ao uso predominante ou pretendido na sua região de ocorrência, não existindo uma qualidade única, mas um limite específico dos diversos contaminantes para cada uso em particular (TOLEDO, 2004).

O primeiro passo para o estabelecimento desses limites ficou a cargo da Resolução CONAMA nº 020/1986, posteriormente revogada pela Resolução CONAMA nº 357/2005, segundo seu Art. 7º “os padrões de qualidade das águas determinados nesta Resolução estabelecem limites individuais para cada substância em cada classe”, foram definidas a partir dessa norma, treze classes de qualidade de água, sendo divididas em três classificações a água doce, salina e salobra. Pode-se destacar aqui a água de classificação doce como foco de interesse do presente

trabalho, esta é dividida em cinco classes principais, cada uma com suas características específicas de qualidade quanto ao seu uso pretendido na legislação.

O estabelecimento de limites aceitáveis de cargas químicas para a interpretação da qualidade da água é essencial para os sistemas de monitoramento, fornecendo os parâmetros básicos, assim como seus limites, facilitando a formulação de uma metodologia que seja eficiente na obtenção de dados, que realmente proporcione uma análise da qualidade e suas flutuações dentro da classe que o corpo hídrico se encontra, possibilitando a criação de um modelo qualitativo de parâmetros que se molde com a região que o estudo deseja alcançar, obtendo informações objetivas e interpretáveis, possibilitando a identificação de possíveis deteriorações dos recursos hídricos ao longo da bacia hidrográfica ou ao longo do tempo.

Além dessas importantes diretrizes que a Resolução nº 357/05 traz em relação aos limites e aos indicadores de qualidade, o sucesso dos planos de monitoramento dependem diretamente da escolha e localização apropriada dos pontos amostrais, a amostragem dos pontos de monitoramento deve ser estabelecida de forma fixa e contínua, sendo capaz de realizar um levantamento de dados periódicos, e em diferentes condições hídricas e de sazonalidade.

Outro importante aspecto dos planos de monitoramento é o uso de indicadores de qualidade de água, deve-se escolher aqueles que apresentam maiores chances de sucesso na caracterização das mudanças, de modo que possa demonstrar visivelmente os locais mais vulneráveis e/ou frágeis e os locais de boa qualidade, entretanto nenhum deles poderá mostrar as mudanças se o objetivo do monitoramento não for anteriormente delineado, desta forma a abordagem metodológica da área de influência deverá ser baseada essencialmente dentro dos objetivos propostos no monitoramento (TOLEDO, 2004).

O monitoramento deve ser conduzido a partir das verificações de tendências de alterações da qualidade da água, na escolha dos parâmetros e aspectos importantes a serem investigados, os impactos ambientais provenientes de atividades praticadas dentro da área de estudo. Essas alterações podem estar dimensionadas em alguns pontos particulares do rio, representando lançamentos específicos de efluentes, caracterizando-se assim como a presença de fontes pontuais de contaminação, essas são de fácil identificação e controle, em contrapartida existem também as alterações que resultam de fontes difusas de

contaminação, essas não têm um ponto de lançamento específico ou não advêm de um único ponto de geração, tornando-se assim de difícil controle e identificação.

Deste modo, grande parte dos ecossistemas aquáticos são simultaneamente afetados por fatores referentes à distribuição espacial das fontes pontuais de poluição, da mesma maneira que pelos processos de transporte de cargas contaminantes por fontes difusas, o que dificulta a interpretação dos resultados de qualidade de água (TOLEDO, 2004).

Os programas de monitoramento têm como finalidade compreender as dinâmicas dos recursos hídricos, assim como as relações bióticas e abióticas de suas regiões adjacentes, como também na coleta de dados essenciais para os diagnósticos de qualidade da água, assim, com a interpretação dos seus dados determinar qual o grau de qualidade das águas, além de servirem também como auxiliares para possíveis ajustes no plano de monitoramento anteriormente estabelecido.

Assim se comprova que as coletas de dados hidrológicos são essenciais para qualquer gerenciamento adequado de recursos hídricos, porém, o Brasil sendo um país com território de um tamanho continental e concentrando nas entidades federais as atribuições dessas coletas, torna o processo demorado, difícil e com poucos investimentos, trazendo empecilho para execução da PNRH e dos Planos de Gestão de Bacias Hidrográficas, importantes alvos dos monitoramentos de recursos hídricos (TUCCI, 2000).

A centralização dos estudos de monitoramento evidência outro problema de gestão de recursos hídricos, as bacias de pequeno porte, importantes para disponibilidade de água para abastecimento público e principalmente irrigação, são deixadas de lado, pouco ou quase nenhum monitoramento é realizado nesses rios, o que pode conduzir a decisões equivocadas dentro dos comitês de bacias, gerando conflitos de usos. Nota-se também, a necessidade de modernização dos sistemas de monitoramento tradicional, por sistemas mais eficientes e que fornecessem as informações em tempo real, além de revisões hidrométricas e ampliação de coletas de dados de qualidade da água e sedimentos (TUCCI, 2000).

As questões relacionadas ao monitoramento da qualidade da água vêm sendo discutidas em diversas conferências, seminários, encontros, reuniões técnicas, entre outros, além dos diversos trabalhos que tem sido publicados para demonstrar a importância da realização de monitoramentos mais eficientes,

sinalizando para a carência de se executar diagnósticos que possam direcionar as ações efetivas de preservação e conservação dos recursos hídricos, e a importância de objetivos claros que orientem as principais demandas a serem atendidas (BESSA, 1998).

No Brasil diversos estudos sobre monitoramento de qualidade da água já foram realizados de maneira pouco eficiente em âmbito nacional, devido à falta de um padrão para o amplo território brasileiro. Os principais problemas para a adoção de uma padronização no país acontecem devido as dificuldades enfrentadas pelos órgãos responsáveis pelo monitoramento dos recursos hídricos, estes problemas começam nos custos de implantação de aparelhos de monitoramento, a falta de recursos financeiros, chegando até a ausência de agentes capacitados a gerenciar as informações obtidas.

Pode-se destacar como já citado anteriormente que dentre essas dificuldades, a mais expressiva é a falta de definição nos objetivos do monitoramento no país, que tem sido a causa da descontinuidade de vários programas, outro fator que contribui para esse abandono são custos envolvidos em monitoramento de águas partilhados na amplitude do território brasileiro, impossibilitando o prosseguimento de planos que não proporcionarão resultados aceitáveis a um período curto de campanha. Segundo Toledo (2004), muitos dos programas realizados no Brasil que tinham inicialmente a finalidade de verificar as variações de qualidade da água, foram por esses motivos transformados em simples diagnósticos pontuais, que pouco demonstravam a real relação das mudanças sofridas na região impactada alvo dos estudos.

Portanto, para países em desenvolvimento, especialmente o Brasil, que tiveram e ainda tem um rápido crescimento populacional e nos setores industrial e agrícola, torna-se urgente uma gestão dos recursos hídricos que estabeleça um padrão no sistema de monitoramento e informações, permitiriam assim uma análise útil e direcionada para um gerenciamento das bacias hidrográficas e que possibilite aos comitês de bacias tomarem melhores decisões baseados em dados reais de suas bacias, evitando os diversos conflitos gerados pelo uso da água, além da elaboração em longo prazo os planos de gestão (BESSA,1998).



### **3.6. Principais Características Hídricas**

As características físicas, químicas e biológicas da água estão combinadas aos vários processos que ocorrem nos cursos hídricos. Para a manutenção da qualidade da água dois aspectos são de fundamental importância para o meio aquático, a capacidade de dissolução e transporte são as duas características que regulam de maneira absoluta a adequação dessa qualidade, esses aspectos conferem aos recursos hídricos seu potencial de depuração.

Sabe-se assim que a água tem o caráter de dissolver uma ampla variedade de substâncias, as quais atribuem à água suas características inerentes. Além disso, as substâncias dissolvidas e as partículas são transportadas pelos cursos d'água, mudando constantemente de posição e assegurando um caráter fortemente dinâmico para a questão da qualidade da água.

A seguir serão apresentadas algumas dessas características, importantes para a conceituação do presente trabalho.

### **3.7. Características Físicas**

#### **3.7.1. Condutividade Elétrica**

A condutividade elétrica refere-se à capacidade de uma solução aquosa para conduzir uma corrente elétrica. Considerando-se que essa propriedade depende da concentração de íons, quanto maior a concentração iônica, maior será a capacidade da solução de conduzir a corrente elétrica e vice-versa.

A condutividade elétrica pode sofrer alterações por contaminantes domésticos pelo despejo de efluentes domésticos nos cursos d'água e/ou superficiais que podem ser carregados para o rio após períodos de chuva (SANTOS, 2009).

#### **3.7.2. Cor**

A cor está associada à reflexão da luz em partículas minúsculas dissolvidas de dimensões inferiores a 1  $\mu\text{m}$ , a cor de uma água é decorrente da presença de

coloides dispersos de origem orgânica ou inorgânica. A alteração da cor pode ocorrer pela poluição com resíduos industriais, efluentes domésticos e outros efluentes que disseminem partículas solúveis na água. (BRASIL, 2006<sup>1</sup>)

### **3.7.3. Turbidez**

A turbidez é uma característica física da água decorrente da presença de sólidos em suspensão na coluna d'água, ou seja, é uma expressão da propriedade óptica que faz com que a luz seja espalhada ou absorvida, é a medida de redução da transparência. A presença dessas partículas provoca a dispersão e absorção da luz, deixando a água com aparência turva (BRASIL, 2006<sup>1</sup>).

A transparência de um corpo d'água natural é um dos principais determinantes da sua condição e produtividade, assim como indica a presença de resíduos domésticos, industriais e de microrganismos, podendo indicar também processos erosivos ou transporte de sedimentos (MORAES, 2008).

## **3.8. Características Químicas**

### **3.8.1. Oxigênio Dissolvido**

O oxigênio (O<sub>2</sub>), dentre os gases dissolvidos na água, é um dos mais importantes na dinâmica e na caracterização de ecossistemas aquáticos. É um componente essencial para o metabolismo dos organismos aeróbios presentes nos corpos hídricos, sendo indispensável para o equilíbrio das comunidades aquáticas (BRASIL, 2006<sup>1</sup>).

A solubilidade do oxigênio na água depende de dois fatores principais: a temperatura e a pressão, quando ocorre elevação da temperatura e diminuição da pressão, ocorrem conseqüentemente à redução e a solubilidade do oxigênio na água, prejudicando principalmente os peixes. O oxigênio dissolvido também pode sofrer perdas através do consumo pela decomposição da matéria orgânica (oxidação), perdas para a atmosfera, respiração de organismos aquáticos e a oxidação de íons metálicos.

### **3.8.2. pH**

O pH é uma medida que determina se a água é ácida ou alcalina, variando de 0 a 14, os seus valores indicam quando uma solução aquosa é ácida ( $\text{pH} < 7$ ), neutra ( $\text{pH} = 7$ ) ou alcalina ( $\text{pH} > 7$ ). Trata-se de um dos parâmetros mais importantes, influencia de maneira direta nos processos bioquímicos, especialmente as trocas iônicas com o meio extracelular, desta forma, processos de absorção e excreção de substâncias orgânicas e iônicas são diretamente afetados. O pH tem influência em águas de abastecimento, valores baixos de pH podem colaborar para sua corrosividade, já com valores mais altos aumenta a possibilidade de incrustações (MORAES, 2008).

### **3.8.3. Alcalinidade**

A alcalinidade da água é a sua capacidade quantitativa de neutralizar um ácido forte, até um determinado pH, ou seja, é a quantidade de substâncias na água que atuam como solução tampão. A alcalinidade é devida, principalmente, à presença de bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos. Nos ambientes aquáticos, as medidas de pH e alcalinidade são de grande importância para o estudo da produtividade biológica, condicionando os demais processos físico-químicos de uma massa d'água e afetando o metabolismo dos seres aquáticos (BRASIL, 2006<sup>1</sup>).

### **3.8.4. Cloreto**

O cloreto é um dos principais sais inorgânicos presentes na água e sua concentração é maior em águas residuais do que em água bruta. Em águas superficiais a principal fonte de cloreto são as descargas de esgotos sanitários; por isso, durante algum tempo, foi utilizado como indicador da contaminação, associando-se a elevação das concentrações de cloreto de um rio com o lançamento de esgotos sanitários (LENZI, 2012).

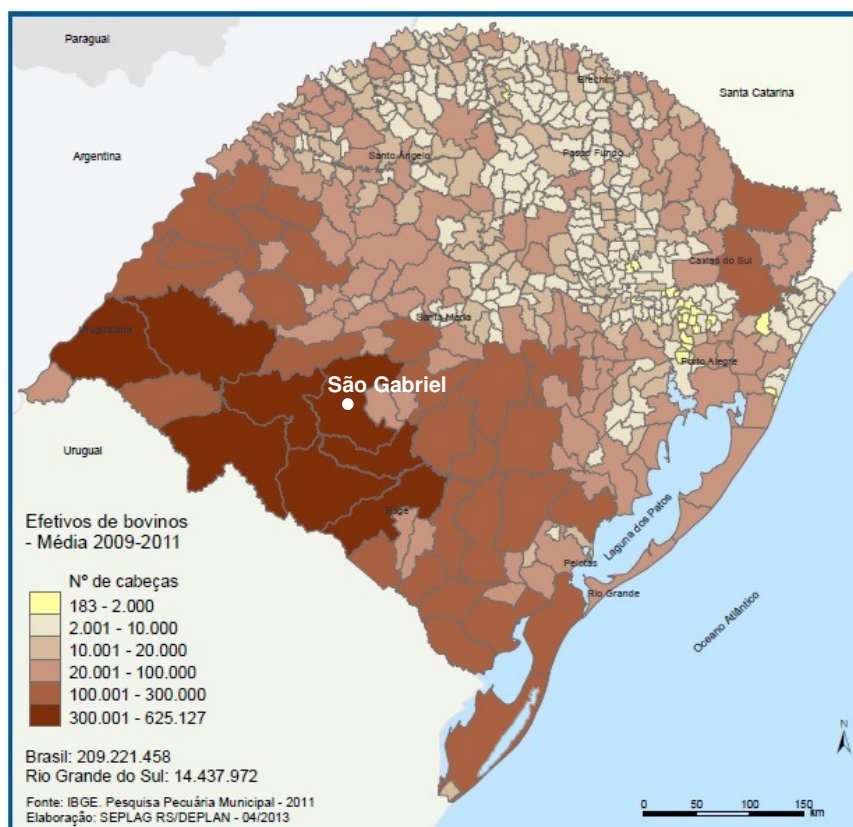
### 3.8.5. Cálcio

Esse íon se encontra combinado em duas formas principais: o carbonato ( $\text{CaCO}_3$ ) e o bicarbonato de cálcio ( $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ). A presença do cálcio nos corpos hídricos resulta do seu contato com depósitos de calcita, dolomita e gipsita, sua solubilidade é controlada pelo pH e gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) dissolvido. É essencial para o crescimento de algas e macrófitas aquáticas. Interfere em um dos principais fatores físico-químicos do meio aquático, o potencial hidrogeniônico (pH), podendo ser indicativo de dureza da água (SILVA, 1977).

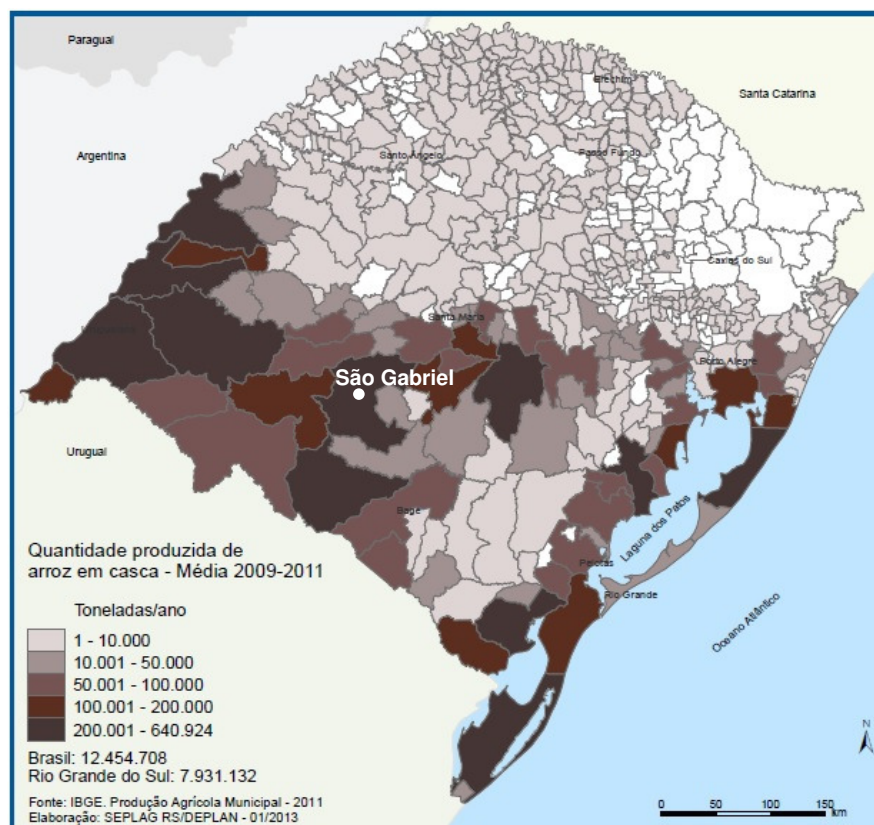
## 3.9. Caracterização do Local do Estudo

O local de realização do estudo fica no município de São Gabriel, localizada na fronteira oeste do Rio Grande do Sul, o município que fica às margens da BR290 tem uma área territorial de 5.023,821 km<sup>2</sup> e população estimada de 60.425 habitantes, está a 320 quilômetros de Porto Alegre (IBGE, 2010).

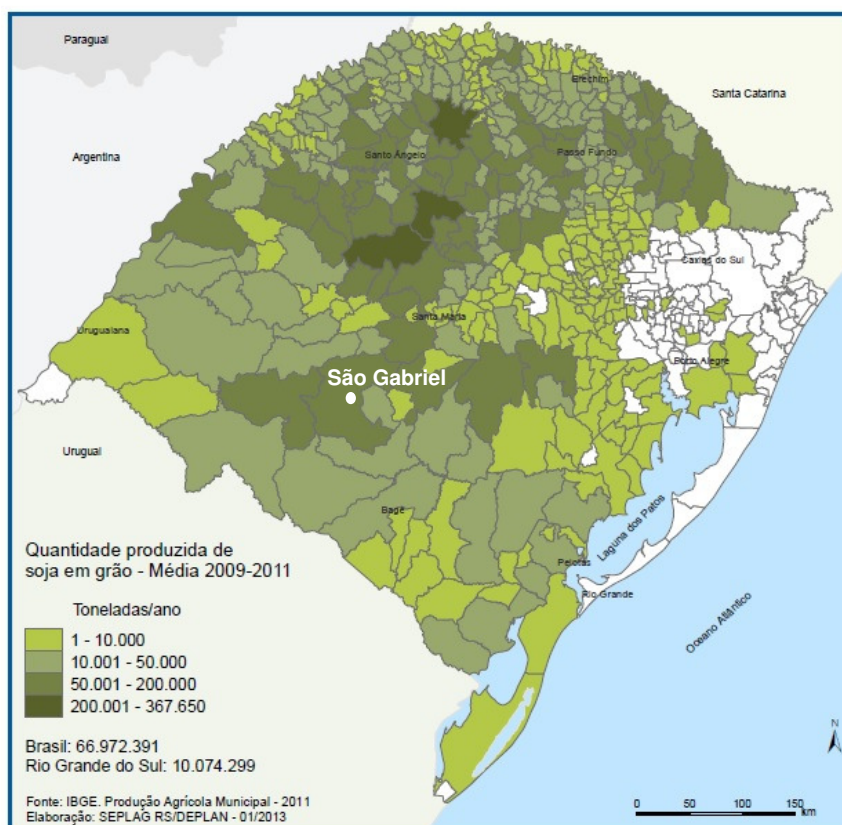
A região faz parte do bioma Pampa, apresentando paisagens típicas da fronteira gaúcha, onde os pastos naturais fazem com que a pecuária seja bastante intensa no município, mescla com a pecuária, o plantio de arroz e soja tem uma produção bastante acentuada na região, pelo relevo ser constituído de coxilhas de baixa declividade com várzeas que favorecem o cultivo, principalmente o de arroz (SÃO GABRIEL, 2015). Abaixo os mapas que representam o efetivo médio de bovinos, e a quantidade média de produção de arroz e soja no Rio Grande do Sul, respectivamente nas Figuras 3, 4 e 5.



**Figura 3** - Efetivo de bovinos, média de 2009 a 2011.  
Fonte: IBGE, 2011. Elaboração SEPLAG RS/DEPLAN, 2013.



**Figura 4** - Quantidade produzida de arroz em casca, média de 2009 a 2011.  
Fonte: IBGE, 2011. Elaboração SEPLAG RS/DEPLAN, 2013.



**Figura 5** - Quantidade produzida de soja em grão, média de 2009 a 2011.  
Fonte: IBGE, 2011. Elaboração SEPLAG RS/DEPLAN, 2013.

O monitoramento da qualidade da água foi realizado no Rio Vacacaí, pertencente à região hidrográfica do Atlântico Sul, Bacia Hidrográfica do Guaíba, sub-bacia do Vacacaí - Vacacaí Mirim (Figura 6). Segundo dados de séries históricas de 1961 a 2007, publicado pela ANA na Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: 2013, a precipitação média anual para a região chega a 1.644 mm.

A bacia do Vacacaí - Vacacaí Mirim tem formato alongado no eixo sudoeste-leste de aproximadamente 145 km e delgado no eixo noroeste-sudeste de aproximadamente 95 km. A bacia apresenta dois cursos d'água principais, Rio Vacacaí e o Rio Vacacaí Mirim, que tem a foz no rio Jacuí.

A bacia do Rio Vacacaí tem origem na parte sul-sudoeste, e suporta aproximadamente 40% da população da sub-bacia do Vacacaí - Vacacaí Mirim tem superfície aproximada de 10062,23 km<sup>2</sup>, o que equivale aproximadamente 90% da superfície da sub-bacia hidrográfica. O rio e seus respectivos afluentes abrangem os municípios de São Gabriel, Caçapava do Sul e São Sepé respectivamente (MPRS, 2008). A bacia fica situada na região do planalto sul-rio-grandense, uma unidade

geomorfológica de relevo ondulado a medianamente acidentado nos limites da bacia. A preservação da vegetação é mais representativa em cursos d'água.

A bacia do Rio Vacacaí apresenta ao longo de seu curso diversos problemas ambientais, como a falta de gestão e planejamento, porém um aspecto que também contribui para os vários problemas encontrados no curso d'água é a falta de informações quantitativas, principalmente qualitativas.

Observa-se ao longo do corpo hídrico, diversas interferências antrópicas que comprometem a qualidade do recurso e sua preservação, os principais problemas na área urbana dizem respeito, principalmente, as cargas de poluentes, o depósito de resíduos domésticos e de construção civil que ocupa as Áreas de Proteção Permanentes, causando vários casos de enchentes no meio urbano.

Já nas áreas rurais a ocupação do solo, principalmente pelo cultivo de arroz, causa poluição através de agroquímicos, prejudicando a qualidade. Outro problema relacionado ao cultivo é o bombeamento para irrigação, prejudicando a quantidade dos recursos hídricos da região.



**Figura 6 - Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas.**  
Fonte: SEMA, 2002. Elaboração SEPLAG RS/DEPLAN, 2012.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1. Pesquisa Bibliográfica**

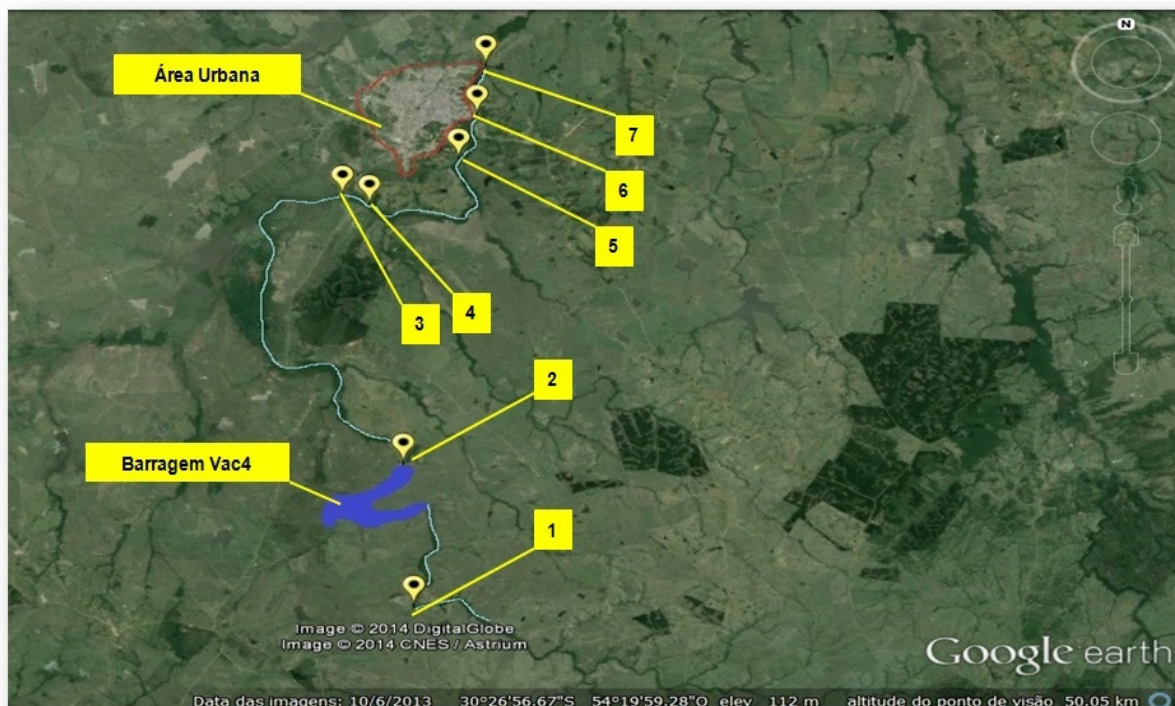
A primeira etapa do trabalho foi realizar um levantamento bibliográfico técnico-científico, relacionado a fatores hidrológicos e ambientais, além de uma pesquisa à legislação vigente relacionada ao Saneamento Básico, Política Nacional de Recursos Hídricos, a Portaria do Ministério da Saúde nº 2914/2011 e principalmente a Resolução CONAMA nº 357/2005, 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, e que também traz em seu Art. 42 uma resolução importante para rios sem enquadramento, deverão ser consideradas classe 2, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinara a aplicação da classe mais rigorosa correspondente.

### **4.2. Definição dos locais de monitoramento**

A segunda etapa desenvolvida diz respeito à determinação dos locais estratégicos de monitoramento para coleta e análise da qualidade da água no Rio Vacacaí, próximo à cidade de São Gabriel.

Os locais foram escolhidos e nomeados do ponto 1 ao ponto 7 seguindo o curso do rio, a partir da cabeceira até um ponto após a área urbana (Figura 7).





**Figura 7** - Representação visual dos pontos escolhidos no Rio Vacacaí, município de São Gabriel.  
Fonte: Google Earth (2013).

- Pontos 01 e 02: pontos localizados a montante e jusante da bacia hidráulica VAC 4, sem e com influência do barramento das águas, respectivamente, porém ambos sem contato com a área urbana (Figuras 8, 9, 10 e 11).
- Pontos 03 e 04: pontos localizados próximos à ponte Santa Brígida, a montante e jusante do primeiro contato do rio com efluentes industriais, sendo sem e com influência de efluentes, respectivamente para o ponto 03 e 04 (Figuras 12, 13, 14 e 15).
- Ponto 05: localizado junto ao posto fluviométrico do Rio Vacacaí às margens na BR290, será considerado importante na relação entre aspectos qualitativos e quantitativos (Figuras 16 e 17).
- Ponto 06: localizado junto à área urbana, próximo ao monumento de Iemanjá, será o ponto para verificar variações ao longo do trecho urbano (Figuras 18 e 19).
- Ponto 07: localizado à jusante da área urbana, após o bairro Beira-Rio, será o ponto que refletirá as alterações proporcionadas por toda a carga de contaminantes recebida ao longo do trecho analisado (Figuras 20 e 21).



**Figura 8** - Ponto 01, à montante da bacia hidráulica VAC4.



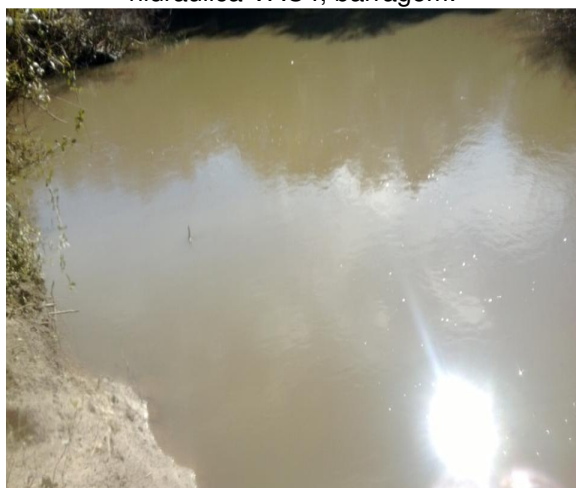
**Figura 9** - Coleta de dados com a sonda.



**Figura 10** - Ponto 02, à jusante da bacia hidráulica VAC4, barragem.



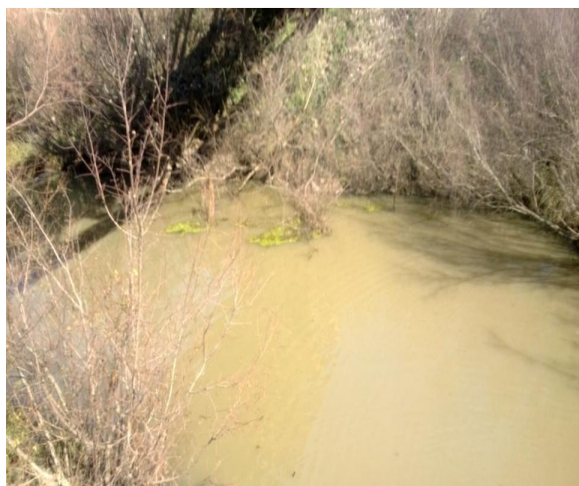
**Figura 11** - Área do reservatório, à jusante da bacia hidráulica VAC4.



**Figura 12** - Pontos 03, localizado próximo a ponte Santa Brígida, à montante do contato do rio com efluentes industriais.



**Figura 13** - Ponto com descarga de efluentes industriais.



**Figura 14** - Ponto 04, localizado próximo a ponte Santa Brígida, a jusante do contato do rio com efluente industrial.



**Figura 15** - Ponto de difícil acesso nos períodos de chuva.



**Figura 16** - Ponto 05, localizado junto ao posto fluviométrico do Rio Vacacaí das margens na BR – 290.



**Figura 17** - Margens no ponto 05, extração de areia do rio.



**Figura 18** - Ponto 06, localizado junto à área urbana, próximo ao monumento de Iemanjá.



**Figura 19** - Ponte próxima ao ponto de coleta.



**Figura 20** - Ponto 07, localizado à jusante da área urbana, após o bairro Beira-Rio.



**Figura 21** - Margem a montante do ponto 07.

### 4.3. Parâmetros

A terceira etapa consiste na definição dos parâmetros para o monitoramento da qualidade da água, que expressam indicadores pertinentes para identificar fontes potenciais de contaminação, conforme padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005, para água com a finalidade do consumo humano. Os parâmetros analisados para a avaliação da qualidade da água foram:

- Oxigênio Dissolvido (OD);
- Condutividade elétrica (CE);
- pH;
- Cor;
- Turbidez;
- Alcalinidade;
- Cloreto;
- Cálcio.

#### 4.4. Análise das amostras

##### 4.4.1. Equipamentos Laboratoriais

As análises foram realizadas do Laboratório de Saneamento e Recursos Hídricos da Universidade Federal do Pampa, as coletas dos setes pontos foram realizadas semanalmente no período de julho de 2013 a março de 2014, ocorriam entre 08:00 e 12:00 horas da manhã. As amostras eram coletadas em frascos plásticos devidamente lavados, e encaminhadas ao Laboratório da UNIPAMPA em caixas térmicas para fins de preservação das amostras e sendo posteriormente analisadas, ao final foram coletadas quinze amostras dos pontos 1, 2 e 3, dezessete amostras do ponto 4, vinte amostras dos pontos 5 e 6, e somente doze do ponto 7, a variação da quantidade das amostras ocorreu pela disponibilidade ou não de acesso aos locais de coleta, um dos principais motivos foi o aumento do leito do rio, após períodos de chuva, impossibilitando o acesso.

As análises de OD, pH, CE, cor e turbidez foram realizadas em equipamentos eletrônicos que mediam cada parâmetro (Figura 22).



**Figura 22** - Equipamentos eletrônicos utilizados para as análises (A) colorímetro, (B) turbidímetro, (C) pHmetro, (D) Oxímetro e (E) condutivímetro.

#### 4.4.2. Titulações

As análises das determinações da alcalinidade, cloreto e cálcio foram realizadas através de titulações.

Para a titulação de alcalinidade usamos 100 mL de amostra em um elenmeyer de 250 mL e adicionando duas gotas de indicador fenolftaleína, assim a amostra ganha uma cor rosa, como titulador utilizamos ácido clorídrico 0,02M em uma bureta, o ponto final da titulação acontece quando a amostra ganha uma coloração (LENZI, 2012). O valor da determinação é obtido através da fórmula abaixo:

$$\text{Alcalinidade mg/L} = \frac{\text{mL de ácido clorífico} \times M \text{ ácido} \times \text{equiv.} \times 100.000}{\text{valor da amostra (mL)}}$$

Para a titulação de cloreto usamos o Método de Mohr, num elenmeyer de 250 mL adicionamos 100 mL de amostra e 2 mL de cromato de potássio 0,041 mol, como titulador utilizamos nitrato de prata 0,00995M em uma bureta, o ponto final da titulação acontece quando a amostra ganha uma coloração alaranjada opaca (LENZI, 2012). O valor da determinação é obtido através da fórmula abaixo:

$$\text{Cloreto mg/L} = \frac{\text{mL de nitro de prata} \times M \times 35,45 \times 1000}{\text{mL da amostra}}$$

Para a titulação de cálcio adicionamos em uma elenmeyer 20 mL de amostra, 80 mL de água destinada e 10 mL de hidróxido de sódio 4% e como indicador adicionamos uma pitada de murexida, assim a amostra ganha um cor rosa, como titulador utilizamos o EDTA 0,01M em uma bureta, o ponto final da titulação acontece quando a amostra ganha uma coloração roxa. O valor da determinação é obtido através da fórmula abaixo:

$$\text{Cálcio mg/L} = \frac{\text{mL de EDTA} \times M \times 40,08 \times 1000}{\text{mL da amostra}}$$

## 4.5. Análise Estatística

A primeira análise estatística dos dados foi à realização de uma análise descritiva básica das variáveis estudadas nos sete pontos amostrais, para a obtenção do coeficiente de variação dos parâmetros, ao longo do tempo de coleta do presente trabalho. No programa *Excel* foram obtidas as médias, desvio padrão, máximo e mínimo valores das amostras, os resultados foram alcançados através da soma das médias dos parâmetros de todos os pontos, assim foram obtidos os resultados de cada parâmetro de todos os sete pontos amostrais, para obter os dados do coeficiente de variação foram divididos o desvio padrão pelas médias.

Para a análise estatística dos dados obtidos com as análises das amostras, a aplicação dos dados foi executada no *software* estatístico o *BioEstat*, foram realizados duas análises, o teste de *Kruskal-wallis* e o teste de Conglomerados ou de *Clusters*.

### 4.5.1. Teste de variância de *Kruskal-Wallis*

O teste de variância de *Kruskal-Wallis* é um teste não paramétrico, conhecido como Teste H, aplicando na comparação três ou mais amostras independentes do mesmo tamanho ou desigual de nível ordinal (AYRES, 2007).

No cálculo da prova de *Kruskal-Wallis* cada uma das  $n$  observações é substituída por um posto. Isto é, todos os dados de todas as  $k$  amostras combinadas são dispostos em uma única série de postos. Após, determina-se a soma dos postos em cada amostra. O método consiste em primeiramente atribuir a cada valor observado, um posto, sempre atribuindo o menor posto ao menor valor e o maior posto ao maior valor. A prova então testa se estas somas são tão diferentes entre si que não seja provável que tenham sido todas retiradas de uma mesma população (VIALI, 2013).

O teste considera um valor de alfa = 0,05, na hipótese nula todos os postos possuem funções de distribuição iguais contra a hipótese alternativa de que ao menos dois dos postos possuem funções de distribuição diferentes.

Pode-se mostrar que se as  $k$  amostras forem efetivamente retiradas de uma mesma população, isto é, se  $H_0$  é verdadeira, então  $H$  tem uma distribuição qui-

quadrado com  $gl = k - 1$ , desde que os tamanhos das  $k$  amostras não sejam muito pequenos. Isto é:

$$H = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{j=1}^k \frac{R_j^2}{n_j} - 3(n+1), \text{ onde}$$

$k$  = número de amostras,

$n_j$  = número de elementos na amostra “j”,

$R_j$  = soma dos postos na amostra (coluna) “j”,

$n = \sum n_j$  = número total de elementos em todas as amostras combinadas, tem distribuição aproximadamente qui-quadrado com  $gl = k - 1$ , para tamanhos de amostras ( $n_j$ ) suficientemente grandes.

#### 4.5.2. Análise Multivariada de Conglomerados ou *Clusters*

A análise multivariada de Conglomerados ou *Clusters* tem por objetivo agrupar um conjunto de dados em subgrupos homogêneos, os dados podem ser objetos ou variáveis, são identificados como grupos que compõem a população ou a amostra que está sendo analisada. Este método da análise exploratória resulta no agrupamento dos grupos em função de dados existentes, de tal modo que as amostras pertencentes a um mesmo cluster sejam os mais semelhantes possíveis e as amostras pertencentes a *clusters* diferentes sejam os mais distintos possíveis (QUINTAL, 2006). A análise pode ser realizada seguindo alguns critérios de metodologia, os quais são selecionados conforme as características das variáveis a serem analisadas.

Dado um conjunto de  $n$  indivíduos, o ponto de partida para os métodos de classificação hierárquicos será, em geral, uma matriz  $n \times n$  cujo elemento genérico ( $i, j$ ) é uma medida de semelhança (ou dissemelhança) entre o indivíduo  $i$  e o indivíduo  $j$ . Os critérios de semelhança (ou dissemelhança) utilizados podem ser diversos, havendo alguns critérios específicos para dados de diversos tipos. Com grande frequência, existe uma matriz  $X_{n \times p}$  de observações multivariadas associadas aos indivíduos e que estão na origem da referida matriz de semelhanças/dissemelhanças.



De forma geral, as dissemelhanças  $d_{ij}$  entre os indivíduos  $i$  e  $j$  são medidas que refletem as maiores ou menores diferenças entre os valores que esses indivíduos registraram num conjunto de  $p$  variáveis.

As medidas de distância  $d_{ij}$  entre indivíduos  $i$  e  $j$ , construídas a partir de valores de  $p$  variáveis na análise de conglomerados é um parâmetro para medir o grau de similaridade entre dois objetos. Cada variável corresponde a uma dimensão, e cada objeto é representado por um ponto no espaço multidimensional resultante. Quanto menor a distância mais similar serão os objetos e, portanto, aumenta a probabilidade de pertencerem ao mesmo grupo. Para o teste usou-se a medida de distância euclidiana.

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^p (x_{ik} - x_{jk})^2}, \text{ onde}$$

$i, j$  = indivíduos;

$k$  = número de amostras;

$p$  = número de variáveis;

$x(i)$  é o vector do  $i$ -ésimo indivíduo;

$x(j)$  é o vector do  $j$ -ésimo indivíduo.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

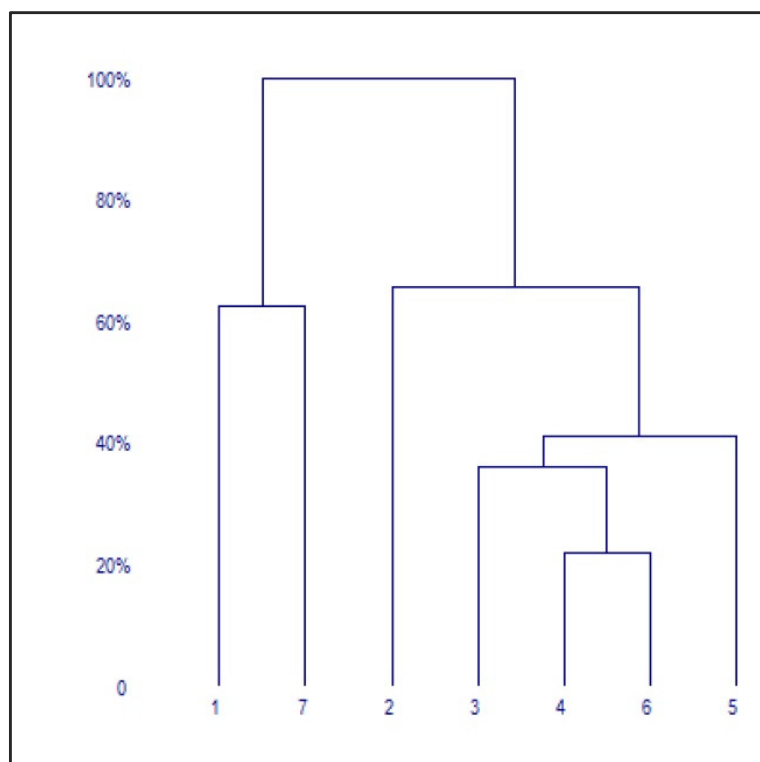
### 5.1. Caracterização Organoléptica do Rio Vacacaí

A análise de *Clusters* para o parâmetro da condutividade elétrica (Figura 23) identifica-se dois grupos bastante distintos, onde os pontos 1 e 7 formam um grupamento com pouco mais de 60% de semelhança em si, o segundo grupamento é formado pelos demais pontos, sendo o ponto 2 o mais distante e menos homogêneo que os demais, o grupo mais semelhante fica então representado pelos pontos 3, 4, 6 e 5 tendo uma porcentagem próxima aos 40%.

A distinção dos agrupamentos levanta uma questão importante, porque dois pontos como 1 e 7 se destacariam dos demais, se são dentre os locais escolhidos os mais distantes, esses tem características diferentes, o primeiro está inserido a montante da área urbana, já o ponto 7 está a jusante do perímetro urbano. Porém, levando em consideração apenas os dados obtidos no estudo são que exibem similaridade de valores, se comparados aos demais pontos que se igualam, sendo o ponto 2 o que retrata os valores menos semelhantes, por isso o mais distante do grupo.

É possível que o agrupamento entre 1 e 7 esteja relacionado a fatores diferentes, já que cada um sofre interferências diferentes, uma vez que no ponto 1 não foram encontradas focos de efluentes domésticos ou industriais, pode-se atribuir à elevada concentração iônica a causas naturais. Entretanto, o mesmo não acontece para o ponto 7 que está em uma área de influência direta de efluentes domésticos e sem nenhum tratamento prévio, sendo a possível causa das altas concentrações verificadas ao longo do estudo.

Outros aspectos que poderiam estar relacionados à concentração mais acentuada de sais destes pontos, seriam as vazões e a velocidade de transporte de cada ponto, porém, não cabe a este estudo supor qual o grau de influência destes dois fatores para este parâmetro, uma vez que não foram realizados estudos mais aprofundados nesse tema.



**Figura 23** - Análise Multivariada de Conglomerados para o parâmetro Condutividade Elétrica.

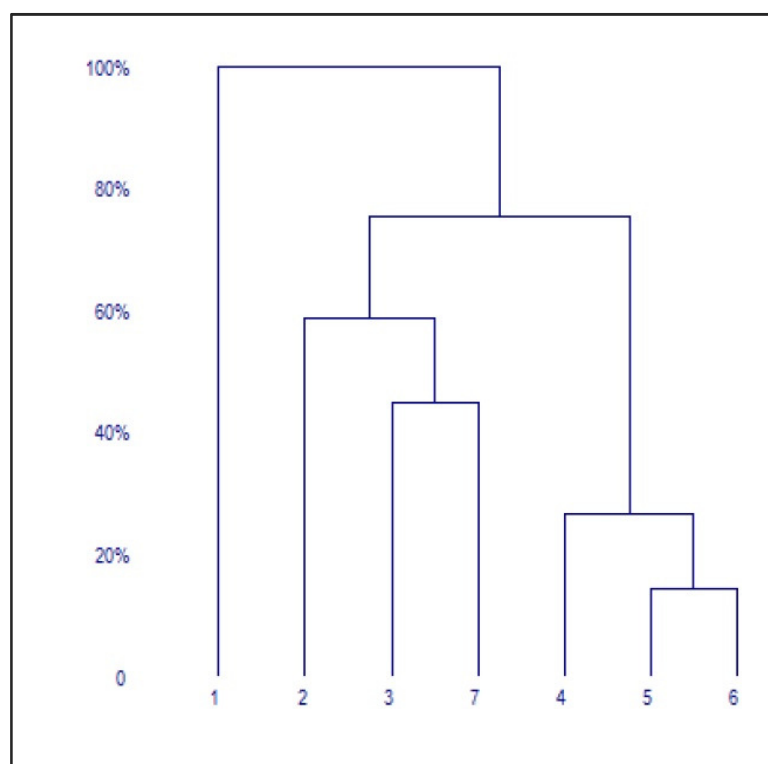
Na análise de cor (Figura 24) destacam-se três grupos, onde o ponto 1 está isolado dos demais pontos, sendo o mais heterogêneo, no segundo grupamento estão os pontos 2, 3 e 7 apresentando uma homogeneidade se comparado ao ponto 1 mais significativa, com 60% de semelhança entre eles, em contrapartida o terceiro grupamento é o que se mostrou mais homogêneo em relação aos outros grupos, tendo uma porcentagem de semelhança próxima aos 30%.

A distribuição dos grupamentos dentro da análise, no que se refere aos valores examinados, demonstram que o ponto 1 possui os menores valores de cor, quando comparados aos demais, por isso fica isolado. Os pontos 2, 3 e 7 apresentam valores mais parecidos entre si, mas ainda se diferem ao longo dos dias de coleta. A união dos grupos mais significativa é também a que demonstra maiores valores para partículas dissolvidas, tendo seus valores muito próximos uns dos outros.

Sabendo que a alteração da cor pode estar relacionada com a presença de poluentes industriais, efluentes domésticos e outros efluentes que disseminam partículas solúveis na água (BRASIL, 2006<sup>1</sup>).

O aparecimento isolado do ponto 1 e seus baixos valores para este parâmetro, demonstra que existem poucas influências de cargas poluidoras nesse

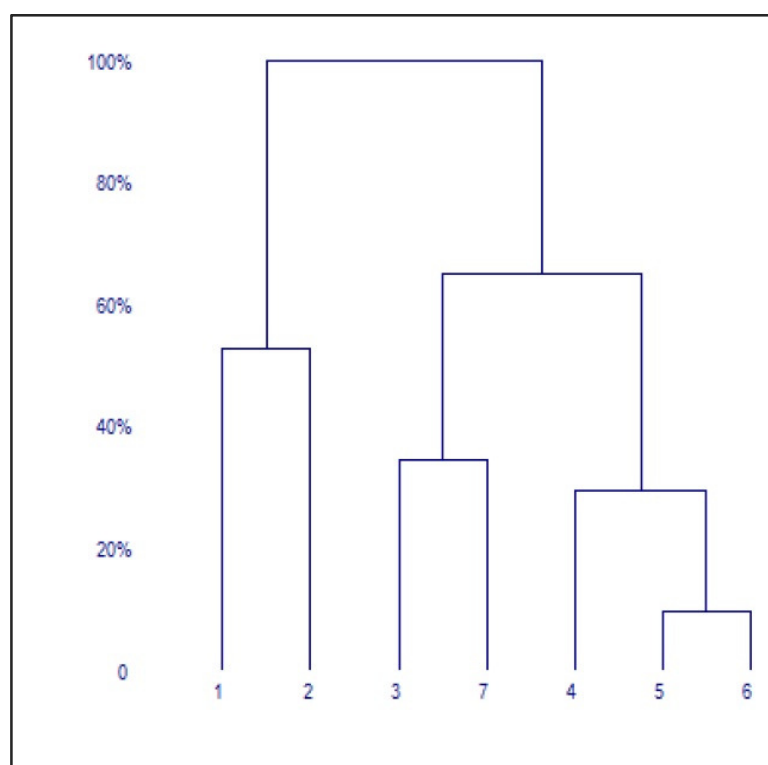
ponto, podendo atribuir a diminuição ou aumento dos valores com causas naturais ou períodos de chuva mais intensos. Ainda observa-se a interação do ponto 7 com 2 e principalmente com 3, uma possível explicação para este fato, é a diluição das cargas poluentes nos pontos a montante de 7, já que estes recebem contaminação direta por lixiviação do perímetro urbano. No ponto 2 não existem indícios de poluição, porém a área de barramento da VAC-4 contribui para os valores de cor neste ponto e em consequência no ponto seguinte, que está próximo a cargas de efluentes industriais.



**Figura 24** - Análise Multivariada de Conglomerados para o parâmetro Cor.

O parâmetro de turbidez mostrou-se bastante similar a análise de cor, formam-se três grupos (Figura 25), porém na união dos pontos, o ponto 2 passou a pertencer ao grupamento um, junto ao ponto 1, sendo o grupamento mais distinto dos demais por apresentar percentuais de semelhança próximos a 60%, o segundo grupo consiste na união dos pontos 3 e 7 com um percentual de homogeneidade perto de 40%, o terceiro assim como no parâmetro de cor é o que se mostrou mais homogêneo dos demais, tendo uma porcentagem de semelhança próxima a 30%, porém nesse parâmetro os pontos 5 e 6 evidenciam a maior homogeneidade de todos os pontos.

Os valores obtidos nas análises das amostras mostraram uma média de valores semelhante para o grupamento que contem a maioria dos pontos, os valores se mantiveram de 20 a 50 NTU, variando para mais ou para menos, mas sempre tendo resultados parecidos para todas as coletas. Os pontos 1 e 2 apresentaram médias menores durante todo período de realização do estudo, variando de 10 a 25 NTU. Segundo Moraes (2008) que a turbidez pode alterar-se pela contaminação de efluente de compostos tóxicos e microrganismos patogênicos que se fixam aos sólidos, esta concepção pode explicar porque neste caso os pontos 1 e 2 aparecem separados e os mais diferentes quando comparados aos outros pontos, por estarem longe do perímetro urbano recebem as menores taxas de contaminação, tendo os menores valores obtidos ao longo de todas as coletas no período de estudo, por outro lado os pontos 4, 5 e 6 são aqueles que tem os maiores valores, podendo indicar a presença de poluentes provenientes da área urbana.



**Figura 25** - Análise Multivariada de Conglomerados para o parâmetro Turbidez.

Na análise do parâmetro de oxigênio dissolvido identificam-se quatro grupos, estes têm semelhanças próximas aos 60% (Figura 26), destacam-se, porém os grupos no centro do organograma, sendo muito próximos em comparação aos pontos 1 e 7, mas distantes no grau de homogeneidade dos pontos. O grupamento

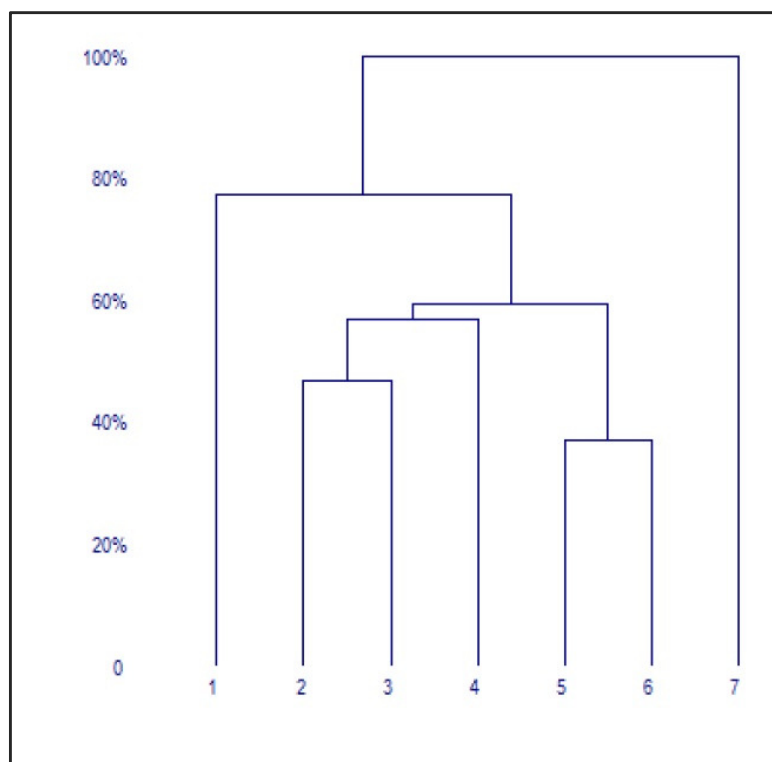
dos pontos 5 e 6 são neste parâmetro os mais semelhantes, e os pontos 1 e 7 os mais heterogêneos, tendo o ponto 7 diferença de 100% dos demais.

Os valores das análises realizadas nos pontos 1 e 7 tiveram as maiores médias somadas de todas as coletas, esse aspecto pode ser uma possível explicação para a separação desses pontos com os outros, enquanto as médias dos demais demonstravam valores variados de  $6 \text{ mg.L}^{-1}$ , os valores dos pontos 1 e 7 apresentavam valores variados de  $7 \text{ mg.L}^{-1}$ .

Entendendo que a variação de oxigênio dissolvido em corpos hídricos está relacionada com o consumo de oxigênio por microrganismo como resultado da decomposição de matéria orgânica, respiração de organismos aquáticos, perdas para atmosfera e a oxidação de íons metálicos (ANA, 2011).

Pode-se supor então, que a demanda de oxigênio é mais intensa nos pontos 2 a 6, o consumo de oxigênio pode estar relacionado com a maior presença de contaminantes, principalmente dos pontos 3 a 6, o ponto 2 se difere por estar localizado em um ponto de barramento do rio, onde a oxigenação fica prejudicada pelo reservatório. A separação do ponto 7 do maior grupo pode estar relacionada a capacidade de depuração do rio, podendo também ter uma demanda menor por sua localização após a área urbana, não recebendo grandes cargas de poluentes.

Por fim, nota-se a uma maior proximidade do ponto 1 com os demais, este é o local de coleta mais a montante do rio do município, sendo o que sofre quase nenhuma ou nenhuma interferência antrópica, por esse motivo e por sua capacidade de oxigenação, vem sendo um dos dois pontos que possui os melhores resultados para esse parâmetro.

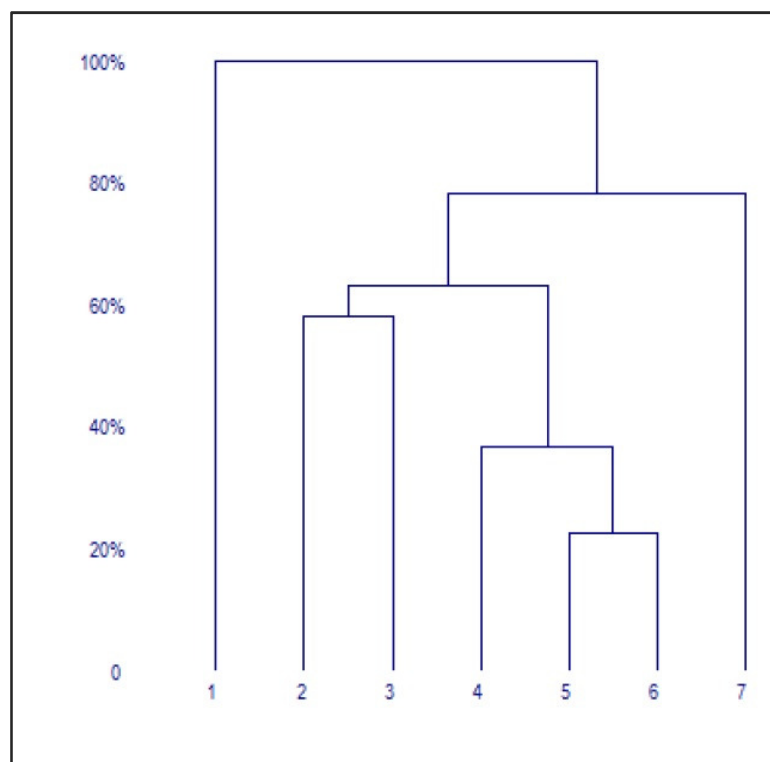


**Figura 26** - Análise Multivariada de Conglomerados para o parâmetro Oxigênio Dissolvido.

Na análise do parâmetro pH identificam-se quatro grupos, esses têm semelhanças próximas aos 60% (Figura 27), destacam-se, porém os grupos no centro do organograma, sendo muito próximos em comparação aos pontos 1 e 7, mas diferentes no grau de homogeneidade dos pontos. O grupamento dos pontos 5 e 6 são, nesse parâmetro, os mais semelhantes, e os pontos 1 e 7 os mais heterogêneos, tendo o ponto 1 diferença de 100% dos demais.

Avaliando os valores das análises realizadas, o ponto 1 apresentou a menor média somando todas as coletas, esse aspecto pode ser uma possível explicação para a separação deste ponto com os outros, enquanto as médias dos demais mostram valores variados de 6,7 a 7,17, os valores do ponto 1 tiveram valor médio de 6,6.

A diferenciação do ponto 1 quanto aos demais pode estar ligada a valores mais ácidos do pH, onde a presença de gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), ácidos minerais e sais hidrolisados é maior, por outro lado a presença de um pH mais alcalino nos outros pontos pode estar associada a eutrofização de alguns locais e o consumo de gás carbônico pelos organismos vivos para decomposição de matéria orgânica, e conseqüentemente aumento do pH (ANA, 2011).



**Figura 27** - Análise Multivariada de Conglomerados para o parâmetro pH.

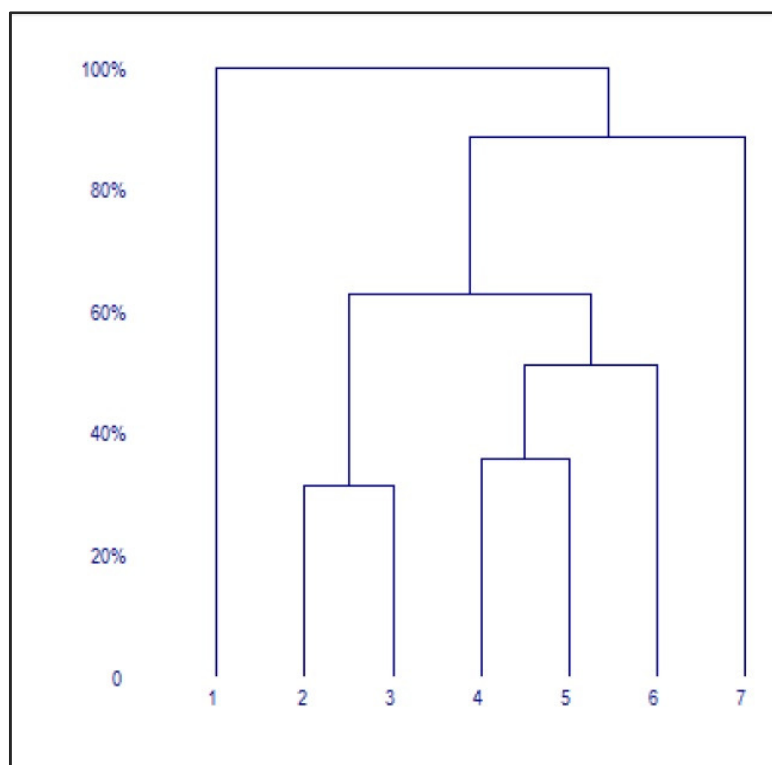
Na análise de *Clusters* para o parâmetro alcalinidade destacam-se quatro grupos (Figura 28), onde os pontos 1 e 7 estão completamente isolados dos demais pontos, sendo o mais heterogêneo, no segundo grupamento estão os pontos 2 e 3 representando o grupo mais homogêneo, com percentual próximo aos 30% de semelhança entre eles, e o terceiro grupamento é representado pelos pontos 4, 5 e 6, tendo menos semelhanças próximas a 50%.

Os valores obtidos na análise das amostras dos pontos 1 e 7 tem resultados opostos, enquanto o ponto 1 tem a maior média com  $92 \text{ mg.L}^{-1}$  em relação a todos os pontos, o ponto 7 tem a menor média, se diferenciando claramente no organograma, os pontos 2 e 3 sofrem uma redução significativa de concentração após o ponto 1, os pontos 4, 5 e 6 também exibem uma concentração média expressiva variando de 75 a  $85 \text{ mg.L}^{-1}$ .

As maiores concentrações de alcalinidade dos ambientes aquáticos devem-se exclusivamente à presença de bicarbonatos, sendo assim valores elevados de alcalinidade estão associados a processos de decomposição da matéria orgânica e à alta taxa respiratória de microrganismos, com liberação e dissolução do gás carbônico na água (BRASIL, 2006<sup>1</sup>). Logo no ponto 1 há fortes cargas orgânicas, o que seria mais plausível para explicar a alta concentração, em  $\text{mg.L}^{-1}$ , é a elevada



presença de bicarbonatos, porém nos pontos do terceiro grupamento, pode-se associar os valores encontrados com fontes de efluentes, principalmente domésticos, que são lixiviados ou arrastados para o rio, aumentando a alcalinidade natural e também contribuindo para o aumento do pH.



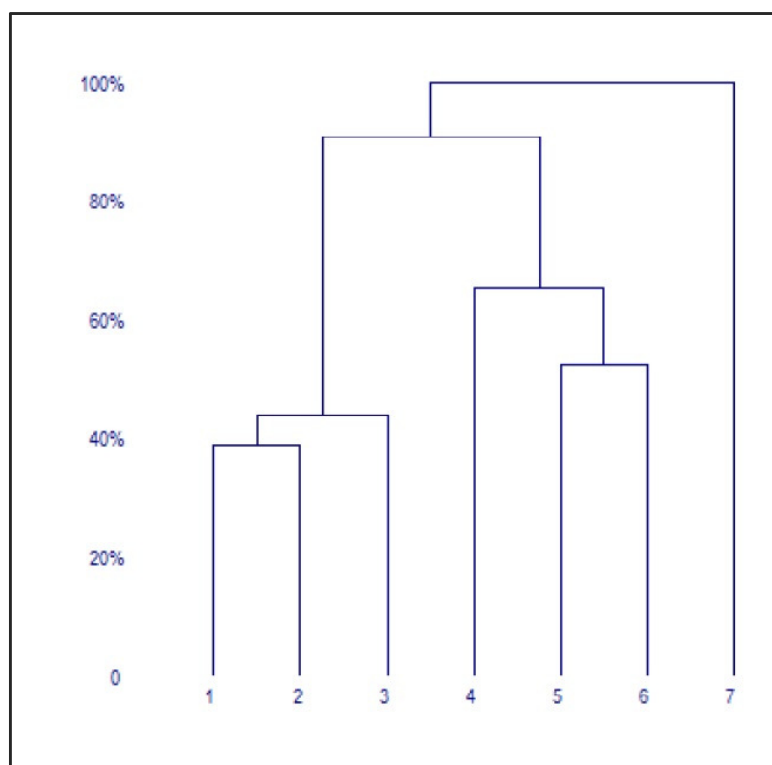
**Figura 28** - Análise Multivariada de Conglomerados para o parâmetro Alcalinidade.

Na análise para o parâmetro cloreto identificam-se três grupos (Figura 29), divididos por um percentual de semelhança entre eles próximo a 70%, sendo o primeiro grupo o mais homogêneo com percentual perto de 40% representados pelos pontos 1, 2 e 3, seguido pelo segundo grupamento dos pontos 4, 5 e 6, e isolado dos demais grupos está o ponto 7, sendo 100% dissimilar dos outros grupos.

Os valores encontrados para este parâmetro se mostraram relativamente baixos no primeiro grupamento, seguindo uma tendência de aumentarem à medida que a proximidade com a cidade aumenta, mostrando índices maiores, resultados pertencentes ao segundo grupo, e voltam a apresentar valores um pouco menores no ponto 7, após a área urbana.

Essa tendência de resultados ao longo do rio pode ser explicada pelo local de ocorrência dos maiores valores, a presença de altas concentrações de cloreto da água pode indicar a descarga de efluentes de indústrias químicas e principalmente

descargas de esgotos sanitários, observa-se, portanto, que o grupo com maiores valores é justamente o pertencente à zona urbana, e o de menores valores está afastado dessa.



**Figura 29** - Análise Multivariada de Conglomerados para o parâmetro Cloreto.

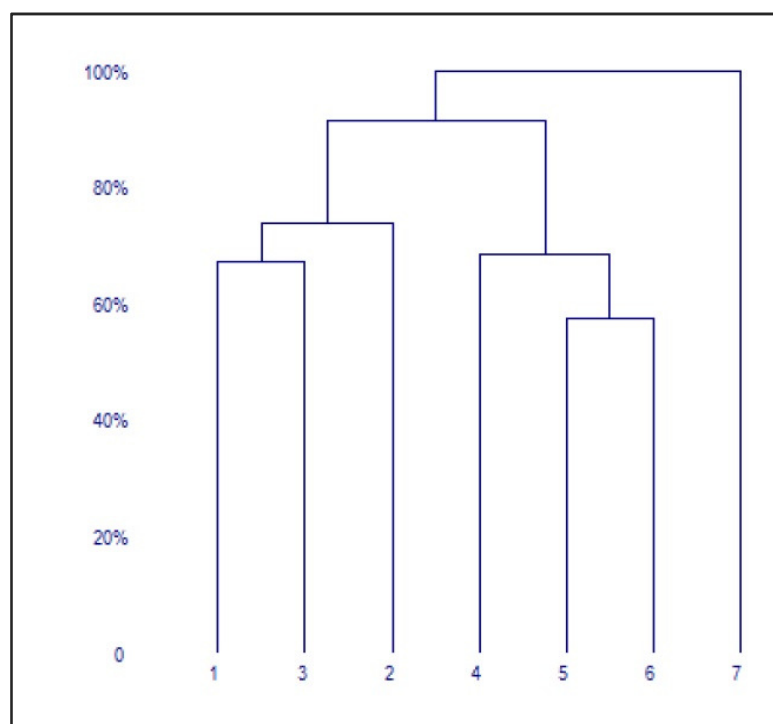
No parâmetro cálcio foi possível identificar três grupos (Figura 30), divididos por um percentual de semelhança entre eles próximo a 80%, sendo os dois primeiros grupos bastante semelhantes entre si, o primeiro grupamento é representado pelos pontos 1, 2 e 3, seguido pelo segundo grupamento dos pontos 4, 5 e 6, e isolado dos demais grupos está o ponto 7, sendo 100% dissimilar aos outros pontos.

Os valores encontrados para este parâmetro se mostraram estáveis, variando para mais ou menos dependendo dos pontos, porém o primeiro grupamento tem as menores médias, quando comparado aos valores dos pontos 4, 5 e 6, e o isolado ponto 7, este último tem a maior média dos dados obtidos ficando próximo dos 9 mg.L<sup>-1</sup> de cálcio.

O cálcio é um dos parâmetros utilizados para a definição de águas duras, essas podem ser causadas por condições naturais, ocorrendo pela passagem da água pelo solo, ocasionando a dissolução da rocha calcária pelo gás carbônico da

água, ou ainda por contaminações que aumentam o nível dos íons de carbonato e bicarbonato de cálcio (LENZI, 2012).

As baixas médias encontradas no estudo não indicam possíveis fontes poluidoras, uma vez que os íons de cálcio estão bem abaixo de  $20 \text{ mg.L}^{-1}$ , desta forma, os valores estão dentro das características naturais de águas superficiais.



**Figura 30** - Análise Multivariada de Conglomerados para o parâmetro Cálcio.

## 5.2. Flutuações Temporais dos Parâmetros de Qualidade

Na comparação de flutuação dos parâmetros de qualidade do estudo, foram obtidos os seguintes resultados, o parâmetro da cor foi o que apresentou maior média, desvio padrão, máxima e mínima, porém tem o quarto coeficiente de variação, junto com o oxigênio dissolvido, enquanto o pH mostrou menor variabilidade em todas as análises, por outro lado o parâmetro cloreto foi o que mostrou maior variação das amostras obtidas, pode-se supor então que com coeficientes de variação o rio demonstre uma estabilidade da qualidade, podendo variar quanto a estação do ano e quanto aos períodos de chuva ou seca da região (Tabela 1).

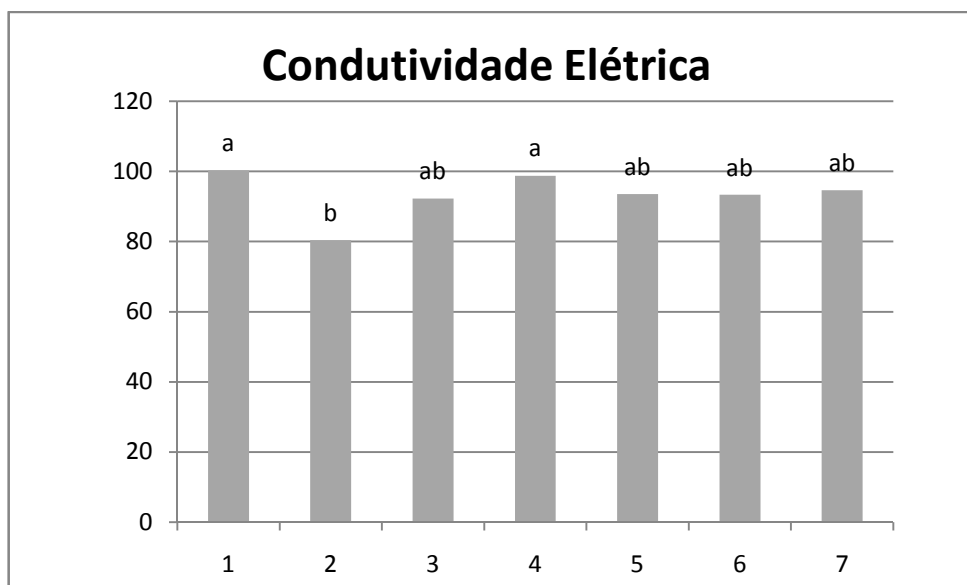
**Tabela 1** - Estatística descritiva básica das variáveis estudadas nos sete pontos amostrais durante o período de julho de 2013 a março de 2014.

PARAMÊTROS	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MÁXIMA	MÍNIMA	Coef. Variação (%)
<b>OD</b>	6.95	1.67	11.72	4.49	24%
<b>pH</b>	6.83	0.53	8.17	6.08	8%
<b>COND. ELÉTRICA</b>	93.32	14.70	123.36	68.14	16%
<b>TURBIDEZ</b>	29.37	8.94	50.61	17.75	30%
<b>COR</b>	286.08	69.00	416.99	169.27	24%
<b>CLORETO</b>	6.08	2.86	11.82	1.35	47%
<b>ALCALINIDADE</b>	78.68	17.94	116.29	50.57	23%
<b>CÁLCIO</b>	8.13	2.05	12.74	5.44	25%

No teste de variância de *Kruskal-Wallis*, a condutividade elétrica (Figura 31) foi maior no ponto 1, apresentando média em torno de  $100 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-2}$ , valor considerado alto para rios de cabeceiras, e no caso do Vacacaí a principal fonte potencial da presença de sais está relacionada com a geologia do local, o qual apresenta rochas calcárias, e afloramentos rochosos graníticos (SCHNEIDER, 1974).

Observou-se uma diferença significativa para o segundo ponto, o que pode ser atribuído ao represamento de água, uma vez que a coleta é realizada na taipa da barragem, ponto onde já ocorreu deposição de fundo devido à baixa velocidade. Na sequência dos pontos nota-se uma pequena elevação nos valores, porém não chegando a se diferenciarem entre si.

Por ser a condutividade elétrica expressão da presença de sais, percebe-se que a área urbana não causa elevação nesse parâmetro, indicando que não pode representar a contaminação urbana, mas pode ser indicativo da interação dos sais naturalmente encontrados nessa bacia, reduzindo a concentração a jusante da cabeceira. Portanto, para essa bacia a condutividade não serve como indicativo de contaminação antrópica, pois seus níveis naturais são tão elevados quanto os encontrados em enxurradas de eventos pluviométricos.

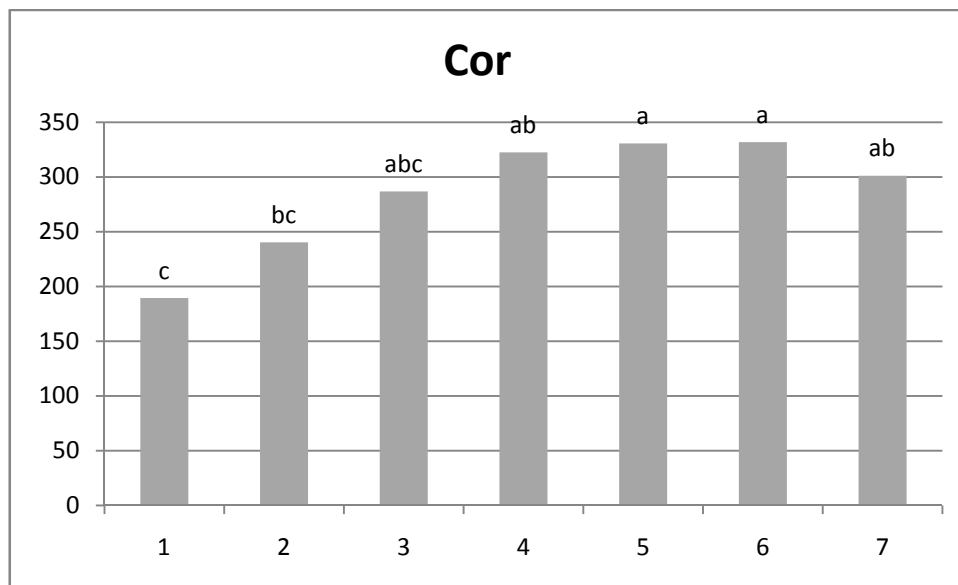


**Figura 31** – Gráfico do Teste de variância de *Kruskal-Wallis* para o parâmetro Condutividade Elétrica. Legenda: Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste *Kruskal-Wallis*, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

O parâmetro cor teve seus menores valores no ponto 1, apresentando média de 189 µm, isso se deve ao fato desse ponto ser na cabeceira do rio, não recebendo grandes quantidades de partículas orgânicas, a não ser aquelas que de forma natural chegam aos rios.

Constata-se que a Figura 32 tem uma tendência de crescimento até o sexto ponto, podendo ser atribuído ao aumento de cargas orgânicas no rio, como resultado da ação humana, uma vez que as coletas vão se aproximando do perímetro urbano, e após o distanciamento da cidade a tendência tem um pequeno decréscimo.

Sendo a cor um indicador da presença de coloides dispersos de origem orgânica ou inorgânica, observa-se que a área urbana causa neste parâmetro uma elevação, indicando que pode haver uma contaminação urbana, principalmente por efluentes domésticos, uma vez que o município não abriga grandes indústrias. Portanto, para essa bacia a cor pode servir como indicativo de contaminação antrópica, pois seus níveis tem um aumento à medida que vão se aproximando da área urbana.



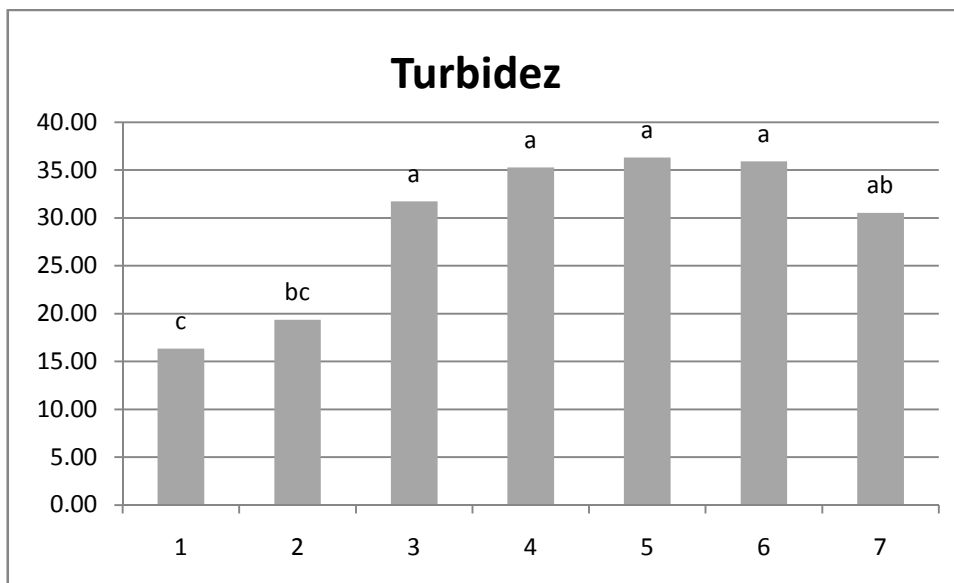
**Figura 32** - Gráfico do Teste de variância de *Kruskal-Wallis* para o parâmetro Cor.

Legenda: Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste *Kruskal-Wallis*, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

O parâmetro turbidez apresentou seus menores valores nos pontos 1 e 2, tendo suas médias de 16 e 19 NTU, respectivamente, podendo, assim como na cor, ser atribuído ao fato de os dois pontos estarem na cabeceira da bacia, não recebendo grandes quantidades de matéria orgânica e inorgânica.

Constata-se que a Figura 33 tem uma tendência de crescimento até o sexto ponto e após esse acontece um pequeno decréscimo, podendo ser atribuído ao aumento dos sólidos orgânicos e inorgânicos que são lixiviados ou arrastados para dentro do rio.

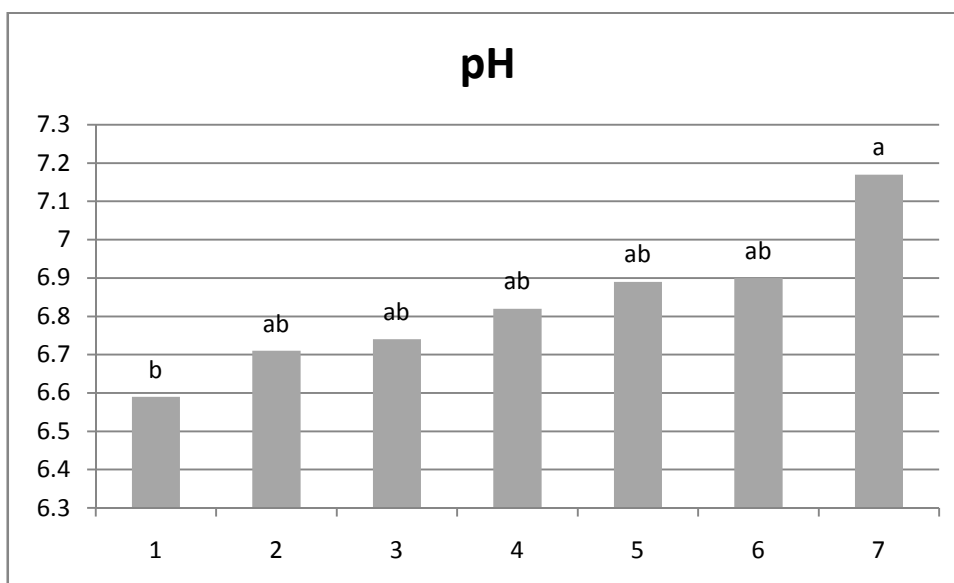
Altos valores de turbidez podem demonstrar a presença de resíduos domésticos, industriais e de microrganismos, podendo indicar também processos erosivos ou transporte de sedimentos, nota-se que a zona urbana causa uma elevação das concentrações de sólidos presentes na água, mostrando que é possível que a contaminação proveniente de regiões povoadas possa ser indicada por este parâmetro, apesar de não serem alarmantes seus valores para essa bacia.



**Figura 33** - Gráfico do Teste de variância de *Kruskal-Wallis* para o parâmetro Turbidez.  
 Legenda: Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste *Kruskal-Wallis*, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

No teste de variância para o parâmetro de pH (Figura 34), somente dois pontos demonstraram significância estatística, estes são representados pelo ponto 1 e 7, que apresentaram médias de 6,9 e 7,17, respectivamente, os demais pontos demonstraram pouca variação.

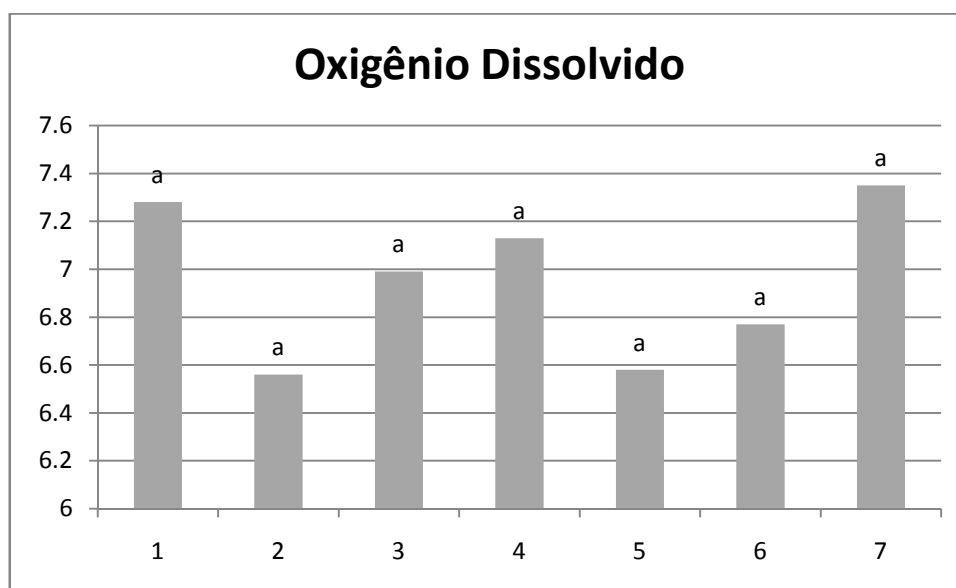
A tendência é crescente, aumentando seus valores da cabeceira em direção aos pontos mais próximos da cidade, não sendo expressivos para indicar que haja algum tipo de poluição nessa bacia. Portanto, este parâmetro não serve como indicativo de contaminação antrópica.



**Figura 34** - Gráfico do Teste de variância de *Kruskal-Wallis* para o parâmetro pH.

Legenda: Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste *Kruskal-Wallis*, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

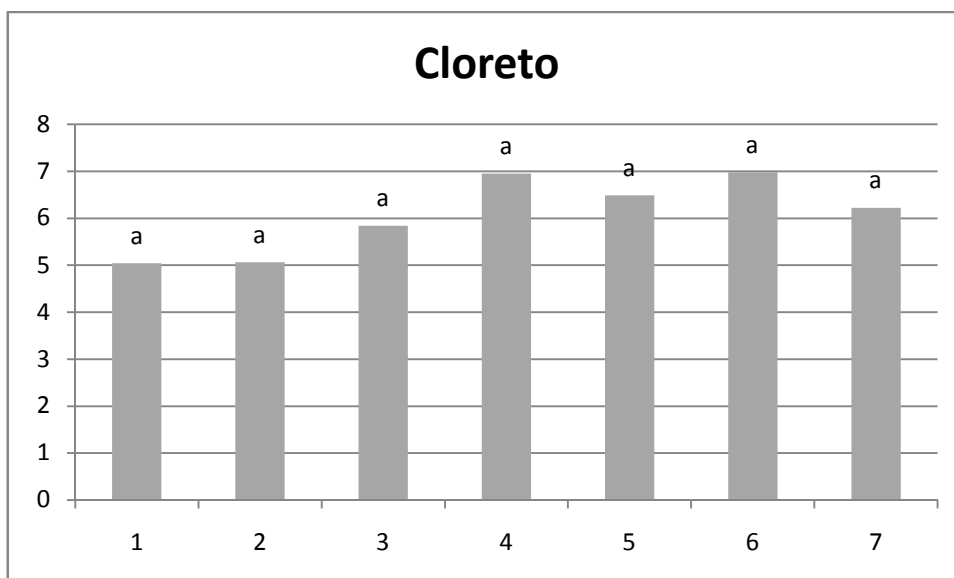
O teste de *Kruskal-Wallis* não foi significativo para o parâmetro oxigênio dissolvido (Figura 35), embora as médias tivessem alguma variação, não demonstraram diferenças, ficando estáveis entre 6,5 e 7,3 mg.L<sup>-1</sup>, não diferindo estatisticamente, o ponto que apresentou maior média foi o ponto 7, e os dois que expressaram menores médias foram os pontos 2 e 6.



**Figura 35 - Gráfico do** Teste de variância de *Kruskal-Wallis* para o parâmetro Oxigênio Dissolvido. Legenda: Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste *Kruskal-Wallis*, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

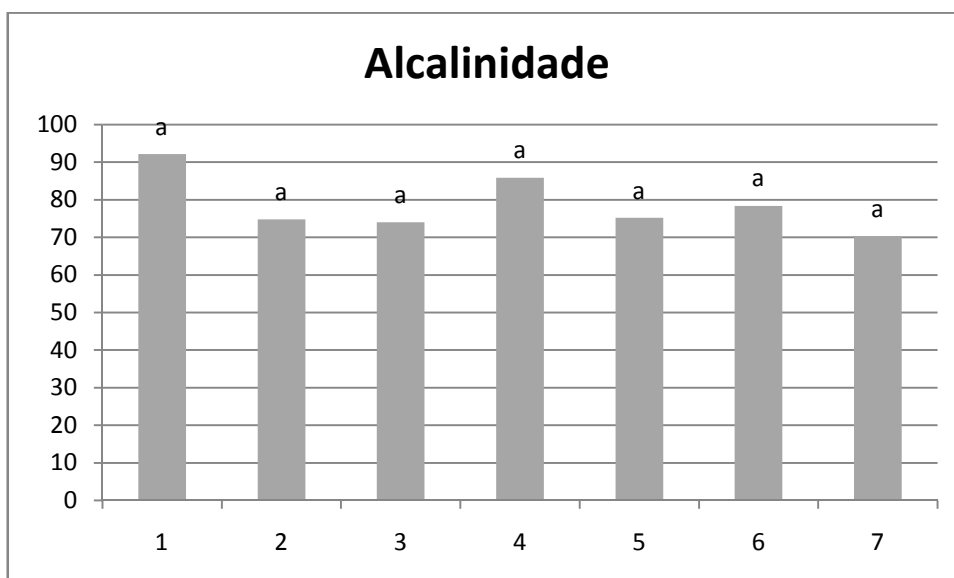
O teste também não apresentou variância significativa para o parâmetro cloreto (Figura 36), onde suas médias variaram de 5 a 7 mg.L<sup>-1</sup>, não demonstrando diferenças estatisticamente, os pontos 4 e 6 tem as maiores médias, e os pontos 1 e 2 apresentam as menores médias.





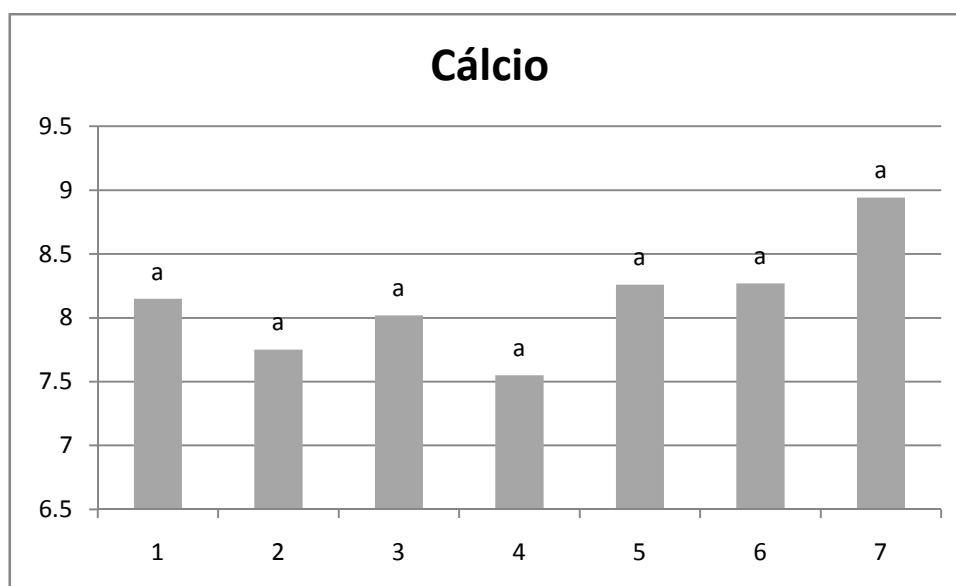
**Figura 36** - Gráfico do Teste de variância de *Kruskal-Wallis* para o parâmetro Cloreto.  
 Legenda: Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste *Kruskal-Wallis*, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

O teste não se demonstrou significativo para o parâmetro alcalinidade (Figura 37), embora as médias tivessem alguma variação, não apresentaram diferenças, ficando estáveis entre 70 e 92 mg.L<sup>-1</sup>, o ponto que apresentou maior média foi o ponto 1, e o que detém a menor média é o ponto 7.



**Figura 37** - Gráfico do Teste de variância de *Kruskal-Wallis* para o parâmetro Alcalinidade.  
 Legenda: Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste *Kruskal-Wallis*, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

O teste de variância também não apresentou valores significativos para o parâmetro cálcio (Figura 38), onde suas médias variaram de 7,5 a 9 mg.L<sup>-1</sup>, não comprovando diferenças estatisticamente, o ponto 7 foi o que apresentou maior média, e o ponto 4 foi o que apresentou a menor média.



**Figura 38** - Gráfico do Teste de variância de *Kruskal-Wallis* para o parâmetro Cálcio.  
Legenda: Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste *Kruskal-Wallis*, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Portanto, os parâmetros oxigênio dissolvido, alcalinidade, cloreto e cálcio não servem como indicativo de contaminação antrópica, uma vez que seus resultados não foram significativos estatisticamente.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelo presente estudo é possível verificar alguns aspectos que devem ser considerados para a caracterização das águas, como por exemplo, a alta presença de sais expressos nos valores de CE, os níveis das concentrações de cor e turbidez que se correlacionam, seguindo um determinado padrão, os parâmetros de pH, alcalinidade e oxigênio dissolvido que influenciam de maneira direta os processos bioquímicos, a sobrevivência das espécies aquáticas e a presença de íons de cálcio, possíveis indicadores de dureza, podendo ainda interferir no pH.

Esses parâmetros sugerem que a bacia hidrográfica do Rio Vacacaí, não apresenta de uma forma geral grande quantidade de poluição, uma vez que não foram constatadas alterações significativas nos parâmetros, assim pode-se dizer que a principal contaminação resulta de fontes difusas, porém o estudo não pode inferir sobre qualquer atividade como sendo ou não causadora de contaminação, pois a bacia de drenagem é consideravelmente grande, proporcionando uma grande vazão, o que dilui os contaminantes e dificulta a identificação de suas possíveis causas.

A forma de encontrar relação da contaminação com as atividades desenvolvidas ao longo do rio é a partir da avaliação da carga total de poluição, a qual se consegue através da medição da vazão em cada ponto avaliado, ela possibilita a quantificação das cargas orgânicas e de poluentes, determinando quais as seções do rio tem alguma fonte poluidora e até onde essa é transportada até ser depurada, assim pode-se determinar a área de ocorrência e precisar melhor qual atividade da bacia de drenagem impacta na qualidade da água. Porém, essa avaliação da vazão é cara e trabalhosa, por isso se deve escolher poucos pontos que gerem dados condizentes com a realidade, os quais permitam a avaliação da vazão de maneira eficaz.

Na análise do rio, durante o período de estudo, mostrou que existe pequena variação dos parâmetros do ponto 1 ao ponto 7 e, que há diferenciação entre si dos pontos 1 e 2 e esses dos demais pontos. O ponto 1 por ser aquele que menos sofre interferências antrópicas é geralmente o que apresenta os melhores resultados de qualidade em todos os parâmetros, seguido pelo ponto 2, porém nesse, o barramento (VAC-4) existente altera de maneira sutil os parâmetros como cor e turbidez, quando comparado ao ponto 1. Nos demais pontos a interferência é,

principalmente por despejos de efluentes domésticos, elevando a cor e a turbidez, e diminuindo os níveis de oxigênio dissolvido, principalmente nos pontos 5 e 6, que são os mais próximos da área urbana.

Portanto, conclui-se que, uma vez que não foram constatadas alterações significativas nos parâmetros averiguados em todos os pontos ao longo do rio, as cargas poluidoras estão em pontos específicos, apresentando diferentes formas de interferência. No que diz respeito aos limites estabelecidos para Classe 2 pela Resolução CONAMA nº 357/2005 e a Portaria do Ministério da Saúde nº 2914/2011, todos os parâmetros verificados atendem as exigências previstas em lei, estando dentro dos limites.

## REFERÊNCIAS

- ANA. Agência Nacional de Águas. **Cuidando das águas:** soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos. Brasília, DF, 2011.
- ANA. Agência Nacional de Águas. **Sinopse das Bacias Hidrográficas do Atlântico Sul.** Brasília, DF, vol. II, out. de 2001. CD-ROM 3. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/cd3/index.htm>>. Acesso em 21 de mai. 2015.
- ANA. Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil:** 2013. Brasília, DF, 2013.
- ANEE. Agência Nacional de Energia Elétrica. Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos.** Brasília, DF, ed. 2, 2000.
- AYRES, M. JUNIOR, Manuel Ayres. **Bioestat: Aplicações Estatísticas nas Áreas das Ciências Biomédicas.** Belém, 2007.
- BENVENUTI, T.; et. al. Avaliação da Qualidade da Água em Regiões de Nascente da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos. Associação Brasileira de Recursos Hídricos, **XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, Bento Gonçalves, RS, nov. 2013.
- BESSA, M. R. M. Qualidade e Monitoramento da Água nos Recursos Hídricos. In: **Simpósio Internacional sobre Gestão de Recursos Hídricos**, 1998, Gramado, RS. Disponível em: <<http://www.geocities.ws/singreh/Web/S4142/5.pdf>>. Acesso em: 29 de mai. 2015.
- BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Seção 1, p. 470-474.
- BRASIL. Conselho Nacional Do Meio Ambiente. Resolução Nº 357: classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Seção 1, p. 58-63.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Recursos Hídricos. Panorama e estado dos recursos hídricos do Brasil:** Volume 1. Brasília. DF, 2006.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano.** Brasília, DF, 2006<sup>1</sup>.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Consultoria Jurídica. **Legislação Ambiental Básica.** Brasília, DF, 2008.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Recursos Hídricos: Prioridades 2012-2015.** Brasília, DF, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 14 de dez. 2011. Seção 1, p. 39-46.

CADIMA, J. **Apontamentos de Estatística Multivariada**: Capítulo 4 - Análises Classificatórias (Clustering). Mestrado em Matemática aplicada em Ciências Biológicas. Lisboa, Portugal, Universidade Técnica de Lisboa, DM, 2010. Disponível em: <<http://www.isa.utl.pt/dm/mestrado/mmacb/UCs/em/webEMCap4.pdf>>. Acesso em: 12 de mai. 2015

FILIZOLA, H. F., et. al. Monitoramento e Avaliação do Risco de Contaminação por Pesticidas em Água Superficial e Subterrânea na região de Guaíra. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, DF, v.37, n. 5, p 659-667, mai. 2002.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Município de São Gabriel**. 2010. Disponível em: <<http://cod.ibge.gov.br/61X>>. Acesso em: 21 de abr. 2015.

KOBIYAMA, M. **Recursos hídricos e saneamento**. Masato Kobiyama, Aline de Almeida Mota, Cláudia Weber Corseuil. Curitiba: Ed. Organic.Trading, Ed. 1, 2008.

LENZI, E. **Introdução à química da água**: ciência, vida e sobrevivência. Rio Janeiro, 2012.

LOPES, M. M.; TEIXEIRA, D. A Trajetória da Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil: Panorama Geral dos Estados Brasileiros. In: **VIII Congresso Nacional de Excelência em Gestão**, 2012, Rio de Janeiro. Disponível em:<[http://www.excelenciaemgestao.org/Portals/2/documents/cneg8/anais/T12\\_0486\\_2866.pdf](http://www.excelenciaemgestao.org/Portals/2/documents/cneg8/anais/T12_0486_2866.pdf)>. Acesso em: 29 de abr. 2015.

MARENCO, J. A. Água e mudanças climáticas. **Estudos Avançados** [online], v.22, n.63, p. 83-96, 2008.

MPRS. MINISTÉRIO PÚBLICO DO RIO GRANDE DO SUL. Divisão Assessoramento Técnico. **Documento DAT-MA Nº 2394/2008**. Disponível em: <[http://www.mprs.mp.br/areas/paibh/arquivos/diagnostico\\_dat\\_2394\\_2008\\_bacias\\_hidrograficas\\_vacacai\\_vacacai\\_mirim.pdf](http://www.mprs.mp.br/areas/paibh/arquivos/diagnostico_dat_2394_2008_bacias_hidrograficas_vacacai_vacacai_mirim.pdf)>. Acesso em: 21 de abr. 2015

MORAES, P. B. **Tratamento Biológico de Efluentes Líquidos**. Campinas, SP, Universidade Estadual de Campinas, Curso Superior de Tecnologia em Saneamento Ambiental, 2008.

PEREIRA, R. S. Identificação e Caracterização das Fontes de Poluição em Sistemas Hídricos. **Revista Eletrônica de Recursos Hídricos**. IPH-UFRGS. V. 1, n. 1, p. 20-36, jul./set. 2004. Disponível em: <<http://www.abrh.org.br/informacoes/rrh.pdf>>. Acesso em: 01 abr de 2015

PETRY, A. T.; HAMESTER, A.; MARQUES D. M. Impactos ambientais em uma bacia urbana e sua influência na qualidade das águas. **Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental** (5.: 2006 22-24 de maio: Porto Alegre, RS). Anais. [recurso eletrônico]. Porto Alegre: Abes, 2006.

QUINTAL, G. M. C. C. **Análise de clusters aplicada ao Sucesso/Insucesso em Matemática** / Guida Maria da Conceição Caldeira Quintal; Orientadora: Professora Doutora Rita Vasconcelos. Funchal, Portugal, Universidade da Madeira, DME, 2006. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade da Madeira, 2006

REBOUÇAS, A. C. Água no Brasil: abundância, desperdício e escassez. **Bahia Análise & Dados**, Salvador, BA, v. 13, n. ESPECIAL, p. 341-345, 2003.

REIS, D. I.; QUEVEDO, D. M.; NAIME, R. H. Gestão de Recursos Hídricos: Panorama Mundial, Brasileiro e Desafios Institucionais. In: **XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, 2013, Bento Gonçalves. Disponível em: <[https://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/825436ef93b2ce7e8b23ddf2a649d174\\_0c6e293059356614509759452be9fba9.pdf](https://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/825436ef93b2ce7e8b23ddf2a649d174_0c6e293059356614509759452be9fba9.pdf)>. Acesso em: 29 de abr. 2015

SANTOS, J. S., Parâmetros indicativos do processo de salinização em rios urbanos do semi-árido brasileiro. **Revista Química Nova**, São Paulo, SP, vol. 32, n. 6, p. 1534-1538, 2009.

SÃO GABRIEL (RS). Prefeitura Município de São Gabriel. 2015. Disponível em: <<http://www.saogabriel.rs.gov.br>>. Acesso em: 21 de abr. 2015.

SCHNEIDER, et. al. Revisão Estratigráfica da Bacia do Paraná. **Anais do XXVIII Congresso**, Porto Alegre, RS, Outubro, 1974. Disponível em: <<https://www.dropbox.com/s/0lcgrm5qw8y1obe/Schneider%201974%20-%20Bacia%20do%20Paran%C3%A1.pdf?dl=0>>. Acesso em: 28 de jun. 2015

SELBORNE, L. A Ética do Uso da Água Doce: um levantamento. **Cadernos UNESCO Brasil**, Série Meio Ambiente, Brasília, DF, v.3, 2001.

SILVA, Manuel Osvaldo Senra Alvares da. **Análise Físico-químicas para controle das estações de tratamento de esgotos**. São Paulo:CETESB, 1977.

TOLEDO, L. G.; NICOLELLA, G. Índice de Qualidade de Água em Microbacia sob Uso Agrícola e Urbano. **Scientia Agricola**. São Paulo, v.59, n.1, p.181-186, jan./mar. 2002

TOLEDO, L. G. Monitoramento dos impactos ambientais das atividades agrícolas na qualidade das águas superficiais. In: **Simpósio Nacional sobre o Uso da Água na Agricultura**, Passo Fundo, set. 2004. Disponível em: <<http://www.upf.br/coaju/index.php/informacoes/downloads/artigos?download=728:Artigo>>. Acesso em: 28 de mai. 2015.

TRENTIN, R.; ROBAINA L. E. S.; SILVEIRA, V. S. Zoneamento do Risco de Inundação do Rio Vacacaí no Município de São Gabriel, RS. **Geo UERJ**, Rio de Janeiro, ano 15, v.1, nº 24, p. 161-180, 2013.

TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; NETTO, O. M. C. Cenário da Gestão da Água no Brasil: uma contribuição para a “visão mundial da água”. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 5, n. 3, p. 31-34, jul./set. 2000.

TUNDISI, J.G. Recursos hídricos. **MultiCiência: O futuro dos recursos**, São Carlos, SP, p. 1-15, out. 2003.

TUNDISI, J.G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos Avançados** [online], São Paulo, SP, v. 22, n. 63, p. 7-16, 2008.

TUNDISI, J.G. Novas Perspectivas para a Gestão de Recursos Hídricos. **REVISTA USP**, São Paulo, n.70, p. 24-35, jun./ago. 2006.

VIALI, L. **Estatística Não-Paramétrica**. Material Didático. 2013. Disponível em: <[http://www.pucrs.br/famat/viali/graduacao/producao/inferencia/material/apostilas/Teles\\_NP.pdf](http://www.pucrs.br/famat/viali/graduacao/producao/inferencia/material/apostilas/Teles_NP.pdf)>. Acesso em: 27 de abr. 2015.

VICINI, Lorena. **Análise multivariada da teoria à prática** / Lorena Vicini; orientador Adriano Mendonça Souza. Santa Maria, RS, UFSM, CCNE, 2005. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado (especialização Universidade Federal de Santa Maria, 2005).

YASSUDA, E. R. Gestão de Recursos Hídricos: fundamentos e aspectos institucionais. **Revista de Administração Pública**. Rio de Janeiro, v. 27, n. 2, p. 5-18, abr./jun.1993.



## ANEXOS

**Anexo A - Dados do período de julho de 2013 a março de 2014, ponto 1.**

## PONTO 1

DATA DA COLETA	OD	PH	CONDUTIVIDADE	TURBIDEZ	COR	CLORETO	ALCALINIDADE	CÁLCIO
26/07/2013	12.65	6.45	77	16	154	1.35	80	8.02
01/08/2013	5.9	7.98	90.6	16.1	172.8	1.35	86	8.02
15/08/2013	9.8	7.28	103.1	13.5	100	4.06	100	8.02
29/08/2013	6.6	6.3	101.1	15.9	129.5	5.09	98	10.02
05/09/2013	6.9	6	109	9.11	67.5	5.09	100	10.02
12/09/2013	6.2	7.81	126.1	7.29	87.9	-	108	10.02
19/09/2013	6.9	6.05	106.9	17.9	267.9	5.09	106	10.02
26/09/2013	6	6.01	112.7	17.6	256.2	4.75	108	12.02
03/10/2013	5.2	6.57	120.8	9.81	196.5	6.1	112	6.01
10/10/2013	4.9	6.11	129.2	4.74	175.3	3.73	116	8.02
15/10/2013	8.5	6.3	97.4	24.1	378.3	8.81	76	6.01
25/10/2013	6.1	6.22	92	22.5	201.6	5.76	88	8.02
29/10/2013	7.8	6.21	73.6	35.6	344.8	7.8	66	6.01
05/11/2013	8.1	6.1	87.4	19.1	165.9	6.78	74	6.01
12/03/2014	7.7	7.5	77.3	16.2	143.9	4.75	64	6.01
<b>MÉDIA</b>	<b>7.28</b>	<b>6.59</b>	<b>100.28</b>	<b>16.36</b>	<b>189.47</b>	<b>5.04</b>	<b>92.13</b>	<b>8.15</b>

Unidades de medidas: OD ( $\text{mg.L}^{-1}$ ), Condutividade elétrica ( $\mu\text{S.cm}^{-2}$ ), Turbidez (NTU), Cor (UC), Cloreto ( $\text{mg.L}^{-1}$ ), Alcalinidade ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) e Cálcio ( $\text{mg.L}^{-1}$ ).

**Anexo B - Dados do período de julho de 2013 a março de 2014, ponto 2.**

## PONTO 2

DATA DA COLETA	OD	PH	CONDUTIVIDADE	TURBIDEZ	COR	CLORETO	ALCALINIDADE	CÁLCIO
26/07/2013	11.3	6.7	62.1	28	295.1	1.35	56	6.01
01/08/2013	6.1	5.07	67.3	25.8	270.9	1.35	52	8.02
15/08/2013	6.4	7.37	71.8	22.4	217.9	5.42	98	8.02
29/08/2013	6.3	7.7	76.5	21.3	202	4.75	68	6.01
05/09/2013	6.2	6.4	80.5	19.5	204.7	4.75	68	8.02
12/09/2013	4.7	7.78	85.2	17.8	271.3	-	68	8.02
19/09/2013	7.5	6.38	85.2	15.4	264.6	4.75	74	6.01
26/09/2013	6.2	6.28	85.3	16.6	251.5	4.09	72	10.02
03/10/2013	5	7.21	87.3	14.8	245.6	6.1	72	6.01
10/10/2013	5.1	6.7	90.3	13	326.9	5.42	134	8.02
15/10/2013	8.3	6.63	91	13.3	244.1	7.12	70	10.02
25/10/2013	7.9	6.35	92.6	10.7	101.6	6.44	90	8.02
29/10/2013	7.2	6.43	85.9	27.8	259.3	7.8	78	6.01
05/11/2013	7.7	6.21	81	19.3	186.4	7.12	70	12.02
12/03/2014	7.3	7.5	64.1	24.9	262	4.4	52	6.01
<b>MÉDIA</b>	<b>6.56</b>	<b>6.71</b>	<b>80.41</b>	<b>19.37</b>	<b>240.26</b>	<b>5.06</b>	<b>74.80</b>	<b>7.75</b>

Unidades de medidas: OD ( $\text{mg.L}^{-1}$ ), Condutividade elétrica ( $\mu\text{S.cm}^{-2}$ ), Turbidez (NTU), Cor (UC), Cloreto ( $\text{mg.L}^{-1}$ ), Alcalinidade ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) e Cálcio ( $\text{mg.L}^{-1}$ ).

**Anexo C - Dados do período de julho de 2013 a março de 2014, ponto 3.****PONTO 3**

DATA DA COLETA	OD	PH	CONDUTIVIDADE	TURBIDEZ	COR	CLORETO	ALCALINIDADE	CÁLCIO
26/07/2013	11.7	6.7	68	33	317.9	1.35	58	10.02
01/08/2013	5.5	7.73	77.9	28.5	273.8	1.35	48	8.02
15/08/2013	6.2	6.2	84.1	26.7	231.1	4.74	96	4.00
29/08/2013	5.8	7.15	89.4	33.5	305	5.42	68	8.02
05/09/2013	6.7	6.53	93.8	24	220.1	4.75	78	8.02
12/09/2013	4.7	7.78	102.5	23.7	314.6	-	70	12.02
19/09/2013	7	6.74	91.2	31.5	357	5.09	62	6.01
26/09/2013	8.3	6.37	94.8	24.1	298.9	4.75	86	10.02
03/10/2013	8.1	6.31	97.4	42.9	379.6	6.44	86	6.01
10/10/2013	5.3	6.69	105.3	53.4	175.3	5.09	110	10.02
15/10/2013	7.7	6.6	98.2	31.7	344.4	7.46	74	8.02
25/10/2013	8.3	6.35	104.5	38.4	307.6	11.87	72	8.02
29/10/2013	6	6.43	88.8	30.3	264.7	9.49	72	8.02
05/11/2013	7	6.27	92.2	26.1	239.6	9.15	82	8.02
12/03/2014	6.6	7.2	96.3	28.4	271.9	4.75	48	6.01
<b>MÉDIA</b>	<b>6.99</b>	<b>6.74</b>	<b>92.29</b>	<b>31.75</b>	<b>286.77</b>	<b>5.84</b>	<b>74.00</b>	<b>8.02</b>

Unidades de medidas: OD (mg.L<sup>-1</sup>), Condutividade elétrica ( $\mu\text{S.cm}^{-2}$ ), Turbidez (NTU), Cor (UC), Cloreto (mg.L<sup>-1</sup>), Alcalinidade (mg.L<sup>-1</sup>) e Cálcio (mg.L<sup>-1</sup>).

**Anexo D - Dados do período de julho de 2013 a março de 2014, ponto 4.****PONTO 4**

DATA DA COLETA	OD	PH	CONDUTIVIDADE	TURBIDEZ	COR	CLORETO	ALCALINIDADE	CÁLCIO
26/07/2013	11.3	7.19	71.6	32	301.9	1.35	54	4.00
01/08/2013	5.8	7.77	78	28.4	272.3	1.35	62	8.02
15/08/2013	6.7	6.9	86.2	27.8	251.7	4.74	100	6.01
29/08/2013	6.2	7.26	90.4	35.7	305	5.42	66	8.02
05/09/2013	7.3	6.73	95.9	23.6	223.1	5.09	78	8.02
12/09/2013	4.8	7.61	103.1	22.8	188.1	-	72	8.02
19/09/2013	8.5	6.7	90.6	33.7	356	5.09	68	6.01
26/09/2013	7	6.65	97.3	23.8	299.8	5.42	86	8.02
03/10/2013	7.6	7.21	102	43.5	379.6	7.8	86	8.02
10/10/2013	8.1	6.74	109	52.7	416.1	7.12	94	8.02
11/10/2013	7.2	6.31	112.4	47.6	408.1	15.93	114	8.02
12/10/2013	7.4	6.32	110.9	46.2	404.9	6.78	116	8.02
13/10/2013	6.6	6.29	143.7	48.2	421.3	13.22	116	10.02
14/10/2013	6.7	6.33	111.3	34.3	351.2	10.85	80	6.01
16/10/2013	6.3	6.03	102.5	52.8	439.7	7.8	98	6.01
05/11/2013	6.5	6.36	93.7	27.1	243.9	8.48	82	10.02
12/03/2014	-	7.56	80.3	19.9	217.2	4.75	56	8.02
<b>MÉDIA</b>	<b>7.13</b>	<b>6.82</b>	<b>98.76</b>	<b>35.30</b>	<b>322.35</b>	<b>6.95</b>	<b>85.88</b>	<b>7.55</b>

Unidades de medidas: OD (mg.L<sup>-1</sup>), Condutividade elétrica ( $\mu\text{S.cm}^{-2}$ ), Turbidez (NTU), Cor (UC), Cloreto (mg.L<sup>-1</sup>), Alcalinidade (mg.L<sup>-1</sup>) e Cálcio (mg.L<sup>-1</sup>).

**Anexo E - Dados do período de julho de 2013 a março de 2014, ponto 5.****PONTO 5**

DATA DA COLETA	OD	PH	CONDUTIVIDADE	TURBIDEZ	COR	CLORETO	ALCALINIDADE	CÁLCIO
26/07/2013	11.7	7	65.8	31	301.9	1.35	56	6.01
01/08/2013	6.2	7.85	71.2	27.5	259.4	1.35	58	6.01
15/08/2013	6.6	7.03	83.3	26.9	234.5	5.42	96	6.01
29/08/2013	6.6	7.1	85.4	35.9	269.7	5.76	70	8.02
05/09/2013	6.5	6.79	89.1	22.9	219.2	5.42	84	6.01
12/09/2013	4.7	9.23	162.7	21.7	285	-	80	8.02
19/09/2013	7.2	6.68	88.8	36.6	386.9	5.76	68	8.02
26/09/2013	8.2	6.75	93	22.9	292	5.42	74	10.02
03/10/2013	4	7.17	98.9	34.5	339.8	7.12	78	8.02
10/10/2013	4.8	6.79	104.3	48.7	408.3	9.83	90	10.02
11/10/2013	6.4	6.47	105.9	46.4	394.4	6.78	96	8.02
12/10/2013	6.6	6.36	106.3	42.5	383.8	6.78	80	10.02
13/10/2013	6.6	6.42	79.1	71.1	500	5.42	98	10.02
14/10/201	6.5	6.43	96.5	50.1	442.9	10.17	74	6.01
15/10/2013	7.6	6.77	100.3	29.5	344.4	9.15	56	8.02
16/10/2013	7.5	6.2	98.9	46.1	410.8	6.78	72	6.01
25/10/2013	5.4	6.4	99.9	39.7	324.8	8.48	72	8.02
29/10/2013	5.6	6.54	85.6	33.8	290.8	9.15	58	10.82
05/11/2013	6.3	6.4	88.3	28.6	256.6	8.48	90	12.02
12/03/2014	6.5	7.44	67.3	29.8	269.3	4.75	54	10.02
<b>MÉDIA</b>	<b>6.58</b>	<b>6.89</b>	<b>93.53</b>	<b>36.31</b>	<b>330.73</b>	<b>6.49</b>	<b>75.20</b>	<b>8.26</b>

Unidades de medidas: OD ( $\text{mg.L}^{-1}$ ), Condutividade elétrica ( $\mu\text{S.cm}^{-2}$ ), Turbidez (NTU), Cor (UC), Cloreto ( $\text{mg.L}^{-1}$ ), Alcalinidade ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) e Cálcio ( $\text{mg.L}^{-1}$ ).

**Anexo F - Dados do período de julho de 2013 a março de 2014, ponto 6****PONTO 6**

DATA DA COLETA	OD	PH	CONDUTIVIDADE	TURBIDEZ	COR	CLORETO	ALCALINIDADE	CÁLCIO
26/07/2013	11.62	7.1	66.5	31	250.6	2.03	34	6.01
01/08/2013	6.5	7.71	71.4	27.7	265.4	1.35	60	8.02
15/08/2013	6.9	7.06	85.3	26.2	229	5.42	70	8.02
29/08/2013	6.2	7.37	88.3	35.5	309.7	6.1	66	6.01
05/09/2013	6.7	6.8	93.4	22.9	217.6	5.76	80	8.02
12/09/2013	4.6	8.4	104.1	21.1	285	-	72	8.02
19/09/2013	7.6	6.66	90	36.2	374.1	5.76	66	11.02
26/09/2013	8.2	6.91	94.1	23.1	291	5.42	86	12.02
03/10/2013	5.9	7.17	100.3	32.7	329.4	7.12	84	6.01
10/10/2013	3.8	6.79	109.1	47	408.3	5.76	140	10.02
11/10/2013	8.3	6.64	107.2	46.1	404.9	11.19	116	8.02
12/10/2013	7.2	6.4	110.1	45.5	393.8	10.51	104	10.02
13/10/2013	6.4	6.45	93.3	66	500	4.75	112	10.02
14/10/201	6.6	6.51	91.5	49.2	451.3	10.51	62	6.01

<b>15/10/2013</b>	6.6	6.74	103.6	28.8	344.4	6.78	78	8.02
<b>16/10/2013</b>	6.3	6.38	96.5	31.5	345.6	9.15	80	8.02
<b>25/10/2013</b>	6.7	6.44	102.5	39.7	318.1	11.87	74	8.02
<b>29/10/2013</b>	5.3	6.54	96.9	45.4	360.7	9.83	54	8.02
<b>05/11/2013</b>	6.7	6.44	90.9	30.2	270.8	8.48	74	8.02
<b>12/03/2014</b>	7.3	7.43	71.3	32.5	286.2	4.75	56	8.02
<b>MÉDIA</b>	6.77	6.90	93.32	35.92	331.80	6.98	78.40	8.27

Unidades de medidas: OD ( $\text{mg.L}^{-1}$ ), Condutividade elétrica ( $\mu\text{S.cm}^{-2}$ ), Turbidez (NTU), Cor (UC), Cloreto ( $\text{mg.L}^{-1}$ ), Alcalinidade ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) e Cálcio ( $\text{mg.L}^{-1}$ ).

### Anexo G - Dados do período de julho de 2013 a março de 2014, ponto 7.

PONTO 7								
DATA DA COLETA	OD	PH	CONDUTIVIDADE	TURBIDEZ	COR	CLORETO	ALCALINIDADE	CÁLCIO
<b>26/07/2013</b>	11.74	6.9	69.4	30	262.2	2.03	60	6.01
<b>01/08/2013</b>	7.9	7.6	75.6	29.3	269.4	1.35	62	6.01
<b>15/08/2013</b>	5.5	6.8	87.5	26	231.1	6.1	70	8.02
<b>29/08/2013</b>	6.5	7.25	93.2	37.1	320.4	6.1	70	8.02
<b>05/09/2013</b>	6.5	6.88	97.4	23.3	215.6	6.1	72	8.02
<b>12/09/2013</b>	4.5	8.1	111.2	22.9	295.6	-	74	8.02
<b>19/09/2013</b>	8.2	6.68	93.7	36.8	376.7	6.1	48	19.04
<b>26/09/2013</b>	7.6	6.93	98.2	22.4	282.7	5.76	84	10.02
<b>03/10/2013</b>	8.1	7.15	109.2	32.8	326.6	7.12	80	8.02
<b>10/10/2013</b>	8.7	6.75	119.9	47.4	394.4	6.1	100	10.02
<b>15/10/2013</b>	6.6	6.77	107.7	29.6	335.5	16.27	70	10.02
<b>12/03/2014</b>	6.4	8.28	72.5	29	303.8	5.42	54	6.01
<b>MÉDIA</b>	7.35	7.17	94.63	30.55	301.17	6.22	70.33	8.94

Unidades de medidas: OD ( $\text{mg.L}^{-1}$ ), Condutividade elétrica ( $\mu\text{S.cm}^{-2}$ ), Turbidez (NTU), Cor (UC), Cloreto ( $\text{mg.L}^{-1}$ ), Alcalinidade ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) e Cálcio ( $\text{mg.L}^{-1}$ ).