

CENTRO UNIVERSITÁRIO FEEVALE

FILIPPE REIS PAVANI

ARROIO ESTÂNCIA VELHA: CONTRIBUIÇÃO DOMÉSTICA E INDUSTRIAL  
A SITUAÇÃO NO PERÍODO DE 2005 A 2009 E O ENQUADRAMENTO SEGUNDO  
A RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005

Novo Hamburgo

2009

FILIPPE REIS PAVANI

ARROIO ESTÂNCIA VELHA: CONTRIBUIÇÃO DOMÉSTICA E INDUSTRIAL  
A SITUAÇÃO NO PERÍODO DE 2005 A 2009 E O ENQUADRAMENTO SEGUNDO  
A RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito parcial  
à obtenção do grau de Bacharel em  
Engenharia Industrial Química pelo  
Centro Universitário Feevale

Orientador: Prof. Ms. Carlos Augusto do Nascimento

Novo Hamburgo  
2009

## **FILIFE REIS PAVANI**

Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Industrial Química, com título Arroio Estância Velha: Contribuição doméstica e industrial. A situação no período de 2005 a 2009 e o enquadramento segundo a Resolução CONAMA 357/2005, submetido ao corpo docente do Centro Universitário Feevale, como requisito necessário para a obtenção do grau de Bacharel no Curso de Engenharia Industrial Química - Habilitação em Gerenciamento Ambiental.

Aprovador por:

---

Professor Orientador Ms. Carlos Augusto do Nascimento  
Centro Universitário Feevale

---

Professor Dr. Roberto Harb Naime (Examinador da banca)  
Centro Universitário Feevale

---

Professora Ms. Liane Bianchin (Examinador da banca)  
Centro Universitário Feevale

---

Ms. Júlio César Macedo (Examinador da banca)  
Companhia Municipal de Saneamento - COMUSA

Novo Hamburgo, dezembro de 2009.

À Deus!

Dedico esta conquista a Deus, por me conceder a vida, por acompanhar-me em todos os meus passos, guiar-me em minhas decisões e iluminar-me nos momentos de angústia e dificuldade. E principalmente por ter me dado capacidade e determinação suficientes para realizar esta pesquisa.

À minha família!

Aos meus maravilhosos pais, Ronaldo e Elza, e aos meus queridos irmãos, Giuliano, Michel e Tiago, que sempre estiveram ao meu lado, prestando apoio e incentivo nos momentos de dificuldade, e pela constante paciência de suportar minha ausência, por muitas e muitas vezes. A estas importantes pessoas, meu eterno agradecimento.

## AGRADECIMENTOS

Sem a colaboração intelectual de uns e o incentivo, amizade, carinho, dedicação, solidariedade e apoio de outros, esta pesquisa, possivelmente, não estaria concretizada.

Por isso, meus sinceros agradecimentos vão a todos os professores do Curso de Engenharia Industrial Química, que contribuíram com minha formação e meu crescimento intelectual e humano.

Em especial aos professores Liane Bianchin e Marco Antônio Siqueira Rodrigues, pelo convívio amistoso, por estar à disposição, dedicando tempo e paciência, e pelo estímulo em me fazer prosseguir, mesmo nos momentos instáveis da caminhada.

Ao professor Reginaldo Macedônio da Silva, embora não tenha sido meu professor, sempre prestativo quando necessário. Ao amigo Júlio Macedo, pela ajuda e explicações que contribuíram para o esclarecimento de dúvidas.

Ao meu professor e orientador MS. Carlos Augusto do Nascimento pela amizade, ajuda e empenho na realização deste trabalho.

Aos meus colegas, pelo período em que estivemos juntos e dividimos angústias, alegrias e muitos sentimentos que fortaleceram nossa amizade, e pelos momentos de descontração, que também contribuíram para aliviar as tensões.

A Secretaria de Meio Ambiente e Preservação Ecológica por ter proporcionado condições para que esta pesquisa fosse realizada, em especial a Claudenir Ferreira dos Santos, por estar sempre à disposição para auxiliar-me com muita competência profissional e seriedade, por prestar informações necessárias para a realização desta pesquisa.

A Julia, pelo apoio, paciência nos momentos de angústia, pelo incentivo permanente e compreensão em diversos momentos de minha graduação.

Aos meus colegas de trabalho da Central Analítica, em especial a Naira, pelas conversas e conselhos.

Ao Centro Universitário Feevale.

Enfim, a todos àqueles que, direta ou indiretamente, se fizeram presentes, torceram pelo meu sucesso e contribuíram para que este trabalho se tornasse realidade. A todos minha sincera gratidão.

*“Ontem, ao lançar a latinha de meu refrigerante favorito,  
Eu vi o mar: tão infinito, tão majestoso...  
Ontem, jogando o resto do cigarro que me satisfaz,  
Eu vi o rio; tão imponente, tão contínuo...  
Ontem também, lançando os resíduos que não mais  
me interessavam,  
Eu, no fundo de minha propriedade, vi o arroio;  
Tão belo, tão determinado em seu caminho...  
Hoje ... não mais me vi”*

**(Autor Desconhecido)**

## RESUMO

O arroio Estância Velha com extensão aproximada de 8 km apresenta como uso preponderante a condução de efluentes industriais, especialmente do setor coureiro, e esgotos cloacais. O arroio no decorrer dos tempos sofreu degradação por ação antrópica sendo que sua coloração e o seu odor ainda estão distanciados das características naturais presumíveis. Este trabalho avaliou o monitoramento ambiental realizado pela SEMAPE no período de 2005 a 2009, buscando identificar a contribuição dos esgotos domésticos e efluentes industriais neste corpo receptor, bem como uma possível classificação segundo a Resolução CONAMA 357/2005. Foram selecionados 3 pontos para estudo neste trabalho identificados como ponto 1 (Nascente), ponto 6 (Centro) e ponto 25 (Campo Grande). As águas do arroio apresentaram para alguns parâmetros características semelhantes à de esgoto doméstico e em algumas coletas altos teores de cromo. O impacto causado ao arroio Estância Velha é relativo a esgoto doméstico, porém a presença de níveis significativos de cromo requer cuidados quanto a influência dos efluentes industriais nas águas do arroio.

Palavras-chave: Monitoramento; Esgoto Doméstico; Efluente Industrial; Arroio Estância Velha.

## **ABSTRACT**

The Estância Velha stream with approximate extension of 8 km have as principal use the industrial effluents conduction, specially of leather industry and sewage. With the course of time the stream suffered degradation by human action and its color and odor are still apart of the presumable natural characteristics. This work evaluated the ambient monitoring accomplished by SEMAPE in the period between 2005 and 2009, as well as a possible classification according to National Regulations (CONAMA 357/2005). Were selected 3 points for study in this work identified as point 1 (Nascente), point 6 (Centro) and point 25 (Campo Grande). The water of the stream presented similar characteristic parameters of sewage and in some samples high chromium levels. The impact caused to Estância Velha stream is related to sewage; however the presence of significant chromium levels requires care about the influence of the industrial effluents in the stream waters.

Keywords: Monitoring; Sewage, Industrial Effluent; Estância Velha Stream.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação da distribuição da água no planeta. ....	16
Figura 2 - Poluição das águas com diferentes origens. ....	17
Figura 3 - Ciclo hidrológico da água. ....	19
Figura 4 - Distribuição de água no Brasil. ....	20
Figura 5 - Ciclo de contaminação da água. ....	22
Figura 6 - Região Hidrográfica do Guaíba. ....	32
Figura 7 - Mapa da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos. ....	33
Figura 8 - Bacia hidrográfica do arroio Estância Velha/Portão. ....	37
Figura 9 - Mortandade de peixes em outubro de 2006 no rio dos Sinos. ....	39
Figura 10 - Ponto de monitoramento e fiscalização do arroio Estância Velha. ....	41
Figura 11 - Pontos localizados ao longo do arroio Estância Velha. ....	45
Figura 12 - Ponto 1 de monitoramento do arroio Estância Velha. ....	46
Figura 13 - Ponto 6 de monitoramento do arroio Estância Velha. ....	47
Figura 14 - Ponto 25 de monitoramento do arroio Estância Velha. ....	48
Figura 15 - Resultados obtidos para DQO no período monitorado. ....	53
Figura 16 - Percentual de característica como efluente industrial dos pontos monitorados segundo a Resolução CONSEMA 128/2006. ....	54
Figura 17 - Resultados obtidos para DBO <sub>5</sub> durante o período monitorado. ....	55
Figura 18 - Percentual de característica como esgoto doméstico dos pontos monitorados. ....	56
Figura 19 - Porcentagem de ocorrência de classes para DBO <sub>5</sub> nos pontos estudados. ....	57
Figura 20 - Resultados obtidos para OD durante o período monitorado. ....	57
Figura 21 - Ponto 25 do arroio Estância Velha. ....	59
Figura 22 - Porcentagem de ocorrência de classes para OD nos pontos estudados. ....	59
Figura 23 - Resultados obtidos no ponto 1 para coliformes fecais durante o período monitorado. ....	60
Figura 24 - Resultados obtidos nos pontos 6 e 25 para coliformes fecais durante o período monitorado. ....	60

Figura 25 - Percentual de característica como esgoto doméstico dos pontos monitorados.....	61
Figura 26 - Porcentagem de ocorrência de classes para coliformes fecais nos pontos estudados.....	62
Figura 27 - Resultados obtidos para nitrogênio amoniacal durante o período monitorado.....	63
Figura 28 - Percentual de característica como esgoto doméstico dos pontos monitorados.....	64
Figura 29 - Porcentagem de ocorrência de classes para nitrogênio amoniacal nos pontos estudados.....	65
Figura 30 - Resultados obtidos para OG durante o período monitorado.....	66
Figura 31 - Porcentagem característica de efluente industrial para os pontos 6 e 25 monitorados.....	67
Figura 32 - Porcentagem de ocorrência de classes para OG nos pontos estudados.....	68
Figura 33 - Resultados obtidos para fenol durante o período monitorado.....	69
Figura 34 - Porcentagem de ocorrência de classes para fenóis nos pontos estudados.....	70
Figura 35 - Resultados obtidos para cromo total durante o período monitorado.....	71
Figura 36 - Porcentagem de ocorrência de classes para cromo total nos pontos estudados.....	72
Figura 37 - Apresentação dos resultados obtidos para o ponto 1 durante o período monitorado, segundo a metodologia proposta.....	74
Figura 38 - Apresentação dos resultados obtidos para o ponto 6 durante o período monitorado, segundo a metodologia proposta.....	75
Figura 39 - Apresentação dos resultados obtidos para o ponto 25 durante o período monitorado, segundo a metodologia proposta.....	76

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Teores máximos de DBO <sub>5</sub> e DQO para descartes de efluentes industriais .....	24
Tabela 2 - Teores máximos de DBO <sub>5</sub> e DQO para descartes de efluentes domésticos .....	24
Tabela 3 - Classes e seus usos segundo a Resolução CONAMA 357/2005.....	27
Tabela 4 - Municípios constituintes da bacia hidrográfica dos Sinos e distribuição populacional. ....	31
Tabela 5 - Ponto de estudo afetado, atividade industrial e parâmetros característicos da atividade. ....	42
Tabela 6 - Identificação e localização geográfica dos pontos.....	44
Tabela 7 - Mês/ano e período das coletas.....	48
Tabela 8 - Parâmetros determinados e a metodologia utilizada nos ensaios laboratoriais. ....	49
Tabela 9 - Valores de referência para classificação das amostras estudadas. ....	50
Tabela 10 - Concentrações máximas permitidas para descarte de efluente industrial. ....	51
Tabela 11 - Concentrações máximas permitidas para lançamento do efluente tratado. ....	51
Tabela 12 - Valores de referência segundo a Resolução CONAMA 357/2005. ....	52
Tabela 13 - Apresentação segundo a metodologia proposta para a classificação dos pontos avaliados no monitoramento com identificação da classe por uma cor característica. ....	73

## LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

CF – Constituição Federal.

COMITESINOS – Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente.

CONSEMA – Conselho Estadual do Meio Ambiente.

CORSAN – Companhia Rio-Grandense de Saneamento.

DBO<sub>5</sub> – Demanda Bioquímica de Oxigênio.

DQO – Demanda Química de Oxigênio.

ETE – Estação de Tratamento de Esgoto.

FEPAM – Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler.

FIERGS – Federação das Indústrias de Estado do Rio Grande do Sul.

GPS – Global Positioning System.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

IRGA – Instituto Rio-Grandense do Arroz.

METROPLAN – Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional.

MONALISA – Monitoramento de Alterações Ambientais em Arroios.

NMP – Número Mais Provável.

OD – Oxigênio Dissolvido.

OG – Óleos e Graxas.

OMS – Organização Mundial da Saúde.

PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos.

PROTEGER – Programa Técnico para o Gerenciamento da Região Metropolitana de Porto Alegre.

SEMAPE – Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Preservação Ecológica.

SNGRH – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

SSMA – Secretaria da saúde e Meio Ambiente.

VMP – Valor Máximo Permitido.

WGS – World Geodetic System.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>1 REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>16</b>
1.1 ÁGUA: DISTRIBUIÇÃO E USOS .....	16
1.1.1 Poluição das águas .....	21
1.2 ASPECTOS LEGAIS.....	25
1.2.1 Monitoramento Ambiental.....	28
1.3 BACIA HIDROGRÁFICA DO SINOS .....	29
1.3.1 Histórico do Município de Estância Velha .....	33
1.3.2 Localização e caracterização do município .....	34
1.3.3 Arroio estância velha .....	36
1.3.3.1 Monitoramento ambiental do arroio Estância Velha.....	40
<b>2 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>44</b>
2.1 DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE ESTUDO .....	44
2.1.1 Ponto 1 - Nascente.....	45
2.1.2 Ponto 6 - Centro .....	46
2.1.3 Ponto 25 - Campo Grande.....	47
2.2 SEQUÊNCIA DE COLETAS .....	48
2.3 PARÂMETROS DETERMINADOS .....	49
2.4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA DO ARROIO ESTÂNCIA VELHA .....	50
2.4.1 Caracterização como Esgoto Doméstico.....	50
2.4.2 Caracterização como Efluente Industrial .....	51
2.4.3 Caracterização segundo Resolução CONAMA 357/2005 .....	52
2.4.4 Tratamento de Dados.....	52
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>53</b>
3.1 DQO.....	53
3.2 DBO <sub>5</sub> .....	55
3.3 OXIGÊNIO DISSOLVIDO .....	57
3.4 COLIFORMES FECALIS (Escherichia Coli) .....	60
3.5 NITROGÊNIO AMONÍACAL .....	63
3.6 ÓLEOS E GRAXAS TOTAIS .....	65
3.7 FENOL .....	68
3.8 CROMO TOTAL.....	71
3.9 CLASSIFICAÇÃO DOS PONTOS SEGUNDO A METODOLOGIA PROPOSTA .....	73
3.9.1 Classificação do Ponto 1 - Nascente.....	73
3.9.2 Classificação do Ponto 6 - Centro .....	74
3.9.2 Classificação do Ponto 25 - Campo Grande.....	75
<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>77</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>78</b>

## INTRODUÇÃO

Desde o primórdio de sua existência, o homem vem se organizando em sociedade para produzir suas condições de vida na inter-relação que estabelece com a natureza, transformando-a pelo trabalho social.

No entanto, ao criar estas relações, o homem imagina-se centro do universo e a natureza como algo fora dele mesmo. Dessa forma, torna a natureza um objeto passível de manipulação e conquista, legitimando uma prática de domínio e profunda ignorância relativa ao seu papel e sobre o seu meio.

Diversos estudos mostram que as modificações ambientais provocadas pela ação antrópica, alterando significativamente os ambientes naturais, poluindo o meio ambiente físico, consumindo recursos naturais sem critérios adequados, aumentam o risco de exposição a doenças e atuam negativamente na qualidade de vida da população (MIRANDA et al. 1994).

As modificações ambientais decorrentes do processo antrópico de ocupação dos espaços e de urbanização, que ocorrem em escala global, especialmente as que vêm acontecendo desde os séculos XIX e XX, impõem taxas incompatíveis com a capacidade suporte dos ecossistemas naturais.

A superfície de nosso planeta é constituída por apenas 29 % de terra firme, os 71 % restantes são de água, mas nem toda essa água está disponível para uso humano (97,5 % são águas salgadas e apenas 2,5 % são doces). Destes, apenas 0,6 % são águas doces superficiais sendo que um pouco mais da metade está disponível nos lagos e nos rios. Todos os ciclos vitais que compõem nosso ecossistema a possuem como constituinte essencial e, em quantidade majoritária. Além disso, a escassez de água num intervalo de tempo muito reduzido figura-se como um princípio letal para a continuidade da vida.

A consciência sobre sua importância vital está aumentando, porém, mesmo sabendo da incomensurável importância para nossas vidas e do risco eminente da falta da mesma, muitos ainda continuam poluindo rios e reservatórios com esgotos domésticos e industriais, retirando vegetação protetora das margens e mananciais, o que apressa seu assoreamento, contaminando com metais pesados e agrotóxicos, construindo em suas margens e modificando seus cursos, além de muitas outras agressões.

A escassez dos recursos hídricos e a crescente poluição doméstica e industrial levam a necessidade do monitoramento da qualidade das águas, a fim de propor medidas que contribuam com a melhoria da qualidade dos mananciais hídricos superficiais e subterrâneos.

Algumas iniciativas realizadas com este propósito foram realizadas na bacia hidrográfica dos Sinos (trecho inferior) e publicadas no meio acadêmico.

No ano de 2004 o arroio Portão teve monitoradas suas águas entre os meses de março a julho, revelando o problema do esgoto doméstico lançado sem tratamento e o uso do arroio como corpo receptor de efluentes industriais (NAIME e FAGUNDES, 2005).

A condição do arroio Pampa foi apresentada por NASCIMENTO (2007) revelando altos níveis de poluição doméstica em toda a sua extensão e a contribuição de efluentes industriais, contaminando suas águas com metais como cromo e níquel.

O arroio Estância Velha, no decorrer dos tempos, sofreu degradação por ação antrópica. A sua coloração e o seu odor ainda estão distanciados das características naturais presumíveis; a biota que poderia comportar, praticamente inexistente.

A gravidade de qualquer descuido com este arroio não reside apenas no aspecto estético ou localizado; pelo contrário, é um problema de abrangência regional, pois, a água como sendo recurso natural não renovável, apresenta certas formas de ligações entre si e determinados ciclos de atuações e transferências, podendo assim, ter um raio de contaminação maior do que se possa imaginar.

Dentro deste contexto, este trabalho apresenta informações a respeito da qualidade da água do arroio Estância Velha, através de análise de dados secundários, obtidos através do monitoramento ambiental realizado pela Secretaria de Meio Ambiente e Preservação Ecológica (SEMAPE) nos anos de 2005 a 2009 no município de Estância Velha.

Especificamente foram avaliados os parâmetros de DQO, DBO<sub>5</sub>, nitrogênio amoniacal, coliformes fecais (*Escherichia Coli*), óleos e graxas totais, oxigênio dissolvido, fenóis e cromo total. O objetivo principal foi associar os resultados à caracterização das águas como esgoto doméstico (utilizando como referência os dados da Estação de Tratamento de Esgoto da Companhia Rio-grandense de Saneamento do município de Canoas – RS) ou efluente industrial (baseado na

Resolução CONSEMA 128/2006), assim como, avaliar o enquadramento da classe segundo a Resolução CONAMA 357/2005.

Foram identificadas as empresas licenciadas no município e a atividade industrial praticada, buscando localizar os pontos de influência industrial e doméstica, objetivando associar os resultados com estas contribuições citadas, visando subsidiar o planejamento de ações públicas de saneamento ambiental para a melhoria da qualidade de vida das populações atingidas.



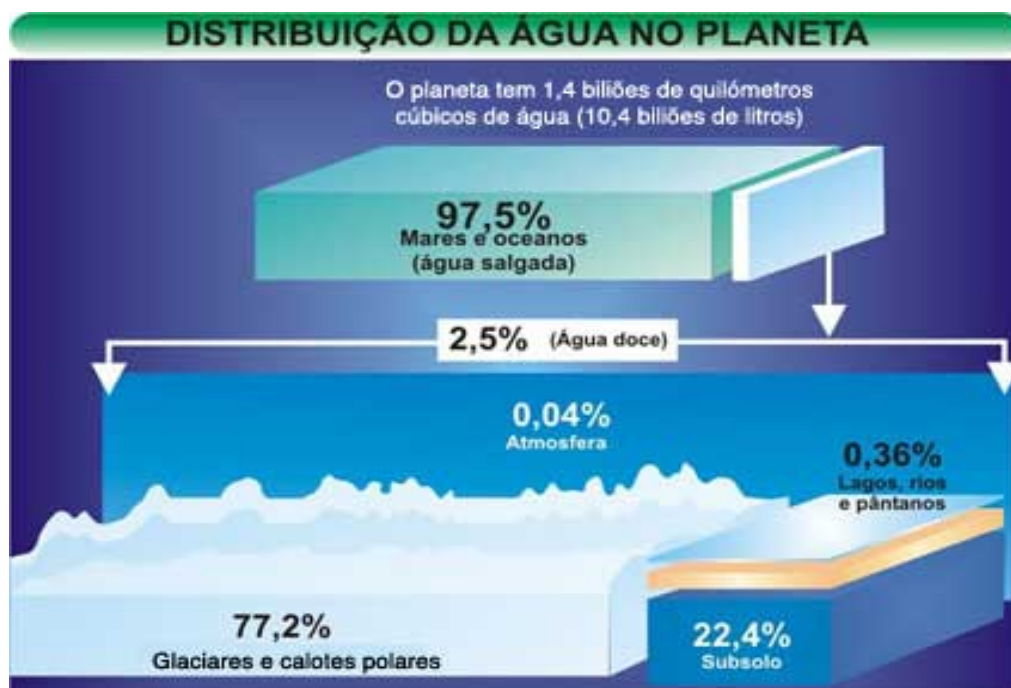
# 1 REVISÃO DA LITERATURA

## 1.1 ÁGUA: DISTRIBUIÇÃO E USOS

Todas as formas de vida existentes na Terra dependem da água. Cada ser humano necessita consumir diariamente vários litros de água doce para manter-se vivo (BAIRD, 2004).

A água é o constituinte inorgânico mais abundante na matéria viva: no homem, mais de 60% do seu peso é constituído por água, e em certos animais aquáticos esta porcentagem sobe a 98% (VON SPERLING, 1996). Em vista disso, a massa de seres vivos existente em qualquer parte da superfície terrestre é proporcional à disponibilidade de água (BRANCO e MURGEL, 1997).

Segundo REBOUÇAS (2004), os oceanos recobrem 71% da superfície do planeta e contêm 97,5% de toda água. O planeta possui apenas 2,5% de água doce. De acordo com a figura 1, pode ser observada a distribuição da água no planeta.



Fonte - <http://e-atlantico.org/seccaooa/agua.html>.

Figura 1 - Representação da distribuição da água no planeta.

A quantidade de água superficial e de fácil acesso é de 0,36%, e está distribuída entre rios, charcos, pântanos e arroios. A água doce é ainda encontrada nas geleiras e lençóis polares, assim como na atmosfera (NORONHA, et al. 2006; TUCCI, et al. 2000; BRAGA, et al. 2006; REBOUÇAS, 2004).

Sendo a água um recurso natural essencial para nossa sobrevivência e de todas as espécies que habitam a Terra, o homem também utiliza a água para muitos outros fins como lavar roupas, navegar, nadar e também retirar seu alimento de seres vivos que nela vivem (TAKIYAMA, 2003).

Mas, para tudo isso, a água deve manter as propriedades adequadas aos usos e à vida aquática e ela vem sendo poluída por atividades antrópicas onde uma variedade de dejetos é lançada nos rios, igarapés, lagos e mares. A figura 2 apresenta uma ilustração da utilização da água e as formas de contaminação decorrentes do seu mau uso.



Fonte - CD-ROM Água, Meio Ambiente e Vida.  
**Figura 2 - Poluição das águas com diferentes origens.**

A qualidade da água é resultante de fenômenos naturais e da atuação do homem, pode-se dizer que a qualidade de uma determinada água é função do uso e da ocupação do solo na bacia hidrográfica (VON SPERLING, 1996).

As águas subterrâneas têm sido consideradas como uma forma de água pura, devido à sua filtração através do solo e ao longo tempo de permanência no

subsolo ela contém uma quantidade de matéria orgânica e microorganismos causadores de doenças muito menores do que as águas de rios e lagos (BAIRD, 2004).

Mesmo com a bacia hidrográfica preservada nas suas condições naturais, a qualidade das águas subterrâneas é afetada pelo escoamento superficial e pela infiltração do solo, resultantes da precipitação atmosférica. O impacto nas mesmas é dependente do contato da água em escoamento ou infiltração com as partículas, substâncias e impurezas no solo (VON SPERLING, 1996).

A ação antrópica, seja de forma concentrada, como na geração de despejos domésticos ou industriais, ou dispersa, como a aplicação de defensivos agrícolas contribui na composição da água, alterando sua qualidade. Portanto, a forma como o homem usa e ocupa o solo tem uma implicação direta na qualidade da água (ASSIS, 2006).

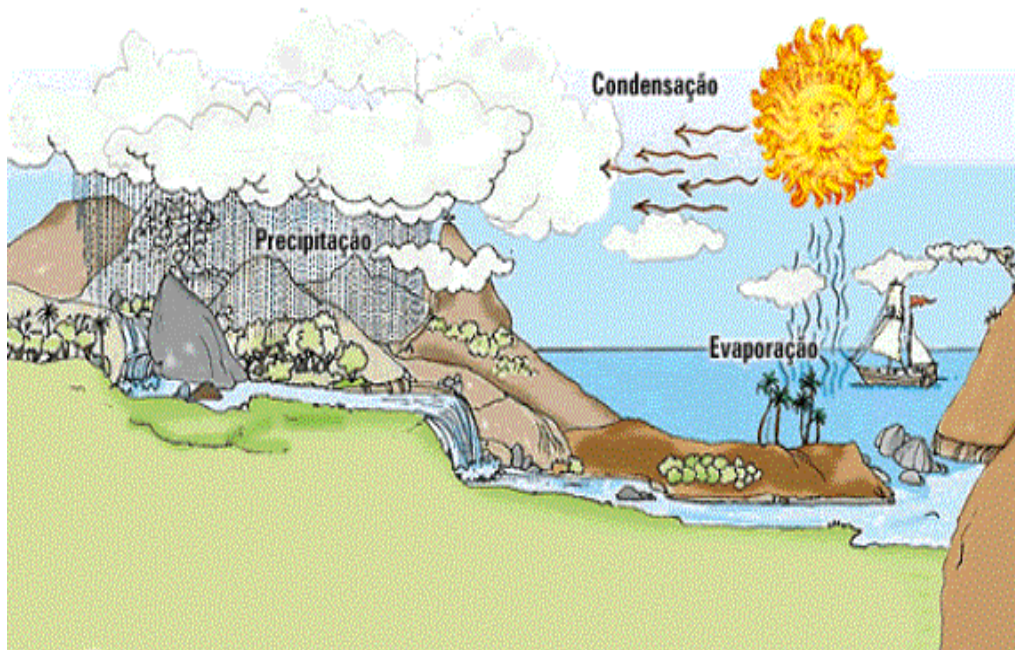
Tanto a quantidade quanto a qualidade da água possui ciclos alterados, em todos os continentes os recursos hídricos superficiais e subterrâneos deterioram-se rapidamente colocando em risco fontes de suprimento. Crescimento da população mundial e a taxa de urbanização têm produzido um aumento no consumo e a rápida deterioração da qualidade da água (TUNDISI, 2000).

Na natureza a água e a umidade se encontram em contínua circulação, fenômeno conhecido como ciclo hidrológico. As águas dos oceanos, rios, lagos, evaporam-se por ação dos raios solares, o vapor formado vai constituir as nuvens que, em condições adequadas, condensam-se, precipitando-se em forma de chuva, neve ou granizo. A figura 3 apresenta o ciclo hidrológico da água.

A circulação da água entre a superfície terrestre e a atmosfera, ocorre em dois sentidos, no sentido superfície atmosfera, fundamentalmente na forma de vapor, e no sentido atmosfera superfície, fundamentalmente na forma de chuva e neve (TUCCI, et al. 2000).

Quando as precipitações caem no solo, uma parte da água escorre pela superfície, alimentando os rios, lagos e oceanos; a outra se infiltra no solo e uma última parte volta a formar nuvens, regressando à atmosfera através da evaporação. É um ciclo sem fim. Assim como a esponja absorve a água, os solos fazem o mesmo durante a infiltração, constituindo o que chamamos de águas subterrâneas. As águas são armazenadas em diferentes profundidades e essas reservas são

alimentadas por rios, lagoas, canais e águas providas de degelo (REBOUÇAS, 2004).



Fonte - CD-ROM Água, Meio Ambiente e Vida.

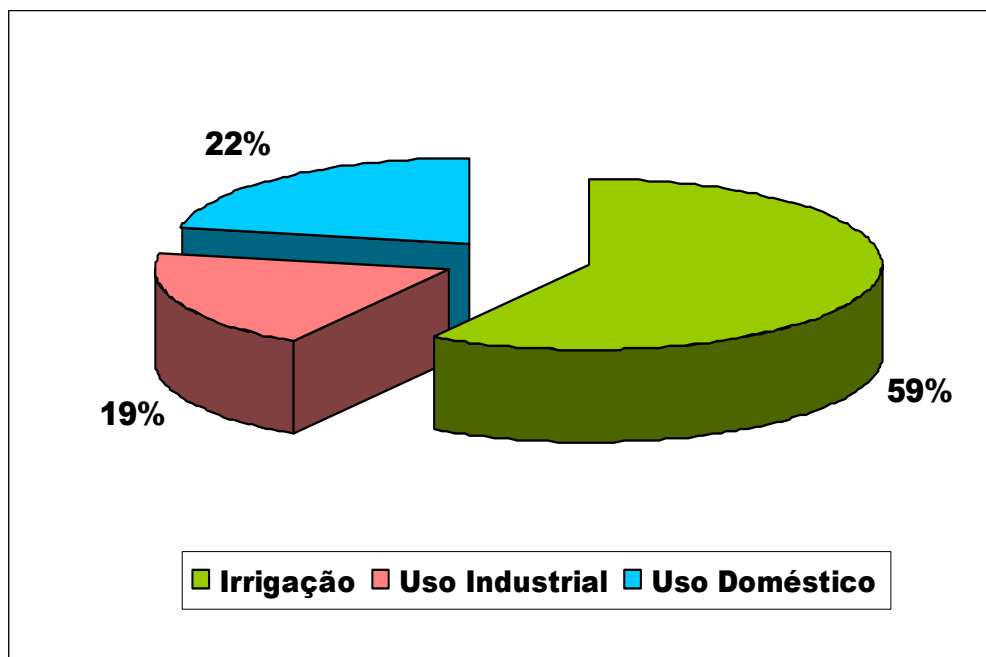
**Figura 3 - Ciclo hidrológico da água.**

O volume total de água na Terra não aumenta nem diminui. Cada pessoa gasta por dia, em média, 200 litros de água tratada: bebendo, tomando banho, escovando os dentes e lavando as mãos antes das refeições (NUVOLARI, et al. 2003).

Hoje, 54% da água disponível anualmente está sendo consumida, dos quais 2/3 na agricultura. Em 2025, 70% será consumida, apenas considerando o aumento da população. Caso os padrões de consumo dos países desenvolvidos forem estendidos à população mundial, estaremos consumindo 90% da água disponível (TAKIYAMA, 2003).

No Brasil, assim como no mundo todo, a maior parte da água é utilizada para a irrigação, como é observado na figura 4 que apresenta a distribuição do consumo.

O Rio Grande do Sul é o Estado que apresenta a maior área irrigada do país. Essa condição deve-se principalmente a lavoura de arroz irrigado por inundação. Segundo dados do Instituto Rio-Grandense do Arroz (IRGA, 1993), em 43% das propriedades orizícolas o processo de distribuição de água é feito por gravidade e nos 57% restantes a captação depende de conjuntos moto-bomba.



Fonte - Adaptado de CD-ROM Água, Meio Ambiente e Vida.

**Figura 4 - Distribuição de água no Brasil.**

O Brasil registra também elevado desperdício, sendo que entre 20% e 60% da água tratada para consumo se perdem na distribuição, dependendo das condições de conservação das redes. Além dessa perda no caminho até o consumidor, o desperdício acontece no exagero do tempo e na forma do banho, na utilização de descargas no vaso sanitário que consomem muita água, na lavagem da louça, uso da mangueira de água como vassoura na lavagem de calçadas e carros (TAKIYAMA, 2003).

Além do consumo de água nos setores doméstico e agrícola, o ramo industrial utiliza no seu processo produtivo grande quantidade de água.

Na atividade coureira o volume de água utilizado para o processo de curtimento pode variar de 20 a 40 m<sup>3</sup> por tonelada de pele processada, devido as variações tecnológicas estabelecidas. Essas variações podem ser determinadas pelo artigo final a ser obtido. Além do volume gerado, a concentração de poluentes também sofre variações consideráveis (CLAAS e MAIA, 1994).

A água em larga distribuição no planeta constitui um grande ambiente ecológico de características peculiares, componente fundamental da hidrosfera da Terra e parte indispensável de todos os ecossistemas terrestres.

A preservação da água é o fator fundamental na estabilidade do ambiente, porém quando poluída, põe em risco a própria sobrevivência do homem. Em vista do

exposto, pode-se citar a Agenda 21 (1992), que deixa claro em seu capítulo 18, a necessidade da proteção da qualidade do abastecimento dos recursos hídricos, com a seguinte designação:

A água é necessária em todos os aspectos da vida. O objetivo geral é assegurar que se mantenha uma oferta adequada de água de boa qualidade para toda a população do planeta, ao mesmo tempo em que se preservem as funções hidrológicas, biológicas e químicas dos ecossistemas, adaptando as atividades humanas aos limites da capacidade da natureza e combatendo vetores de moléstias relacionadas com a água. Tecnologias inovadoras, inclusive o aperfeiçoamento de tecnologias nativas, são necessárias para aproveitar plenamente os recursos hídricos limitados e protegê-los da poluição.

(AGENDA 21, 1992)

### **1.1.1 Poluição das águas**

Entende-se por poluição das águas a adição de substâncias ou de formas de energia que, direta ou indiretamente, alterem a natureza do corpo d'água de uma maneira tal que prejudique os legítimos usos que dele são feitos (VON SPERLING, 1996).

A poluição, segundo TUCCI (2000) e BRAGA (et.al. 2006), é uma alteração indesejável nas características químicas, físicas ou biológicas do meio ambiente que cause ou possa causar prejuízo à sobrevivência ou as atividades dos seres humanos e outras espécies.

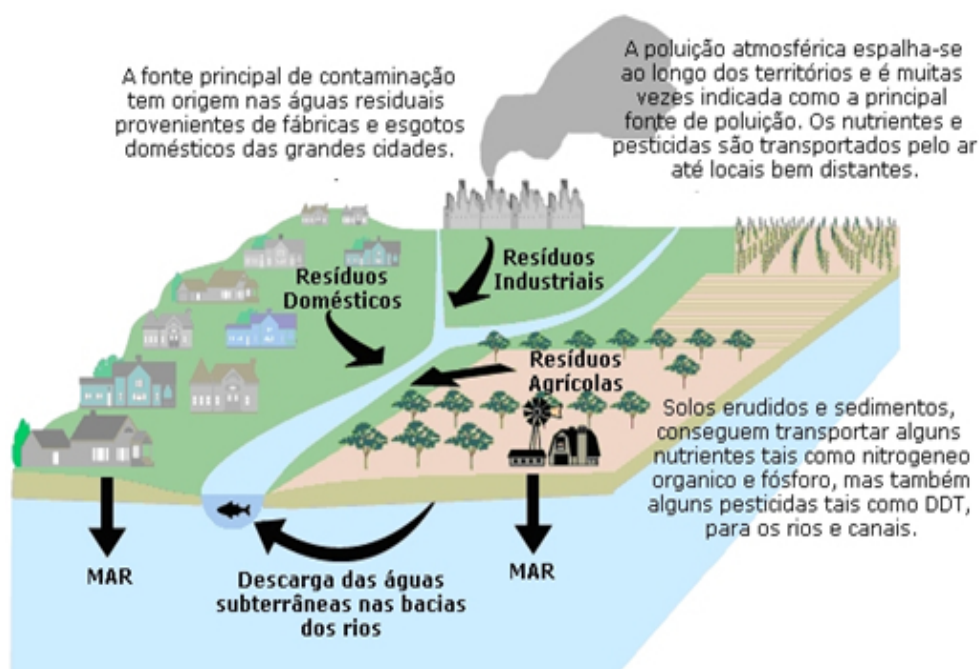
Já pela OMS (Organização Mundial da Saúde): “Um curso de água é considerado poluído quando a composição e o estado de suas águas forem diretamente alterados em consequência da atividade do homem, numa medida tal que elas as prestem menos facilmente (ou mais dificilmente) a todos os usos para os quais elas poderiam servir em seu estado natural, ou a alguns desses usos”.

Quando o homem entra neste sistema hídrico produz alterações que modificam significativamente esse ciclo e resultam em impactos negativos, por vezes irreversíveis, no próprio homem e na natureza.

Os poluentes podem ser introduzidos no meio aquático de forma pontual ou difusa. As cargas pontuais são lançamentos individualizados, como os que ocorrem no despejo de esgotos sanitários ou de efluentes industriais. Cargas pontuais são

facilmente identificadas e, portanto, seu controle é mais eficiente e rápido. As cargas difusas não possuem um ponto de lançamento específico e ocorrem ao longo da margem dos rios, como por exemplo, provenientes de campos agrícolas ou por não advirem de um ponto preciso de geração, como a drenagem urbana (BRAGA, et al. 2006).

Na figura 5 pode ser observado o ciclo de contaminação da água.



Fonte - [www.watershop.pt/img/factos03.jpg](http://www.watershop.pt/img/factos03.jpg).  
**Figura 5 - Ciclo de contaminação da água.**

Em alguns países considera-se conveniente distinguir poluição de contaminação. Poluir provém do verbo latino “pollutare” que significa sujar, conspurcar. Por outro lado, o termo contaminar origina-se de “contaminare” que se relaciona com a transmissão por contágio. A diferença é sutil, mas existe. Uma água pode estar poluída pela temperatura, pela cor, por argila etc. e não estar contaminada. Nem toda água poluída é contaminada, entretanto, toda água contaminada está poluída (KALE, 2000).

O crescimento da população humana e sua concentração nas cidades produzem grandes quantidades de esgoto doméstico, rico em matéria orgânica. Quando é lançado diretamente nos rios, o esgoto provoca morte de peixes e outros organismos. É o mais grave impacto ambiental de nossos dias, tanto pelas conseqüências como pela extensão com que ocorre (SARIEGO, 1994).

As principais causas desses impactos ambientais decorrem de uma forte pressão antrópica sobre os recursos hídricos. O uso intenso do solo e da água gera um permanente conflito entre o desenvolvimento econômico, normalmente com ocupação desordenada da bacia hidrográfica, e a busca de mitigação de impactos resultantes destas atividades (CUNHA, et al. 2005).

O lançamento de esgoto doméstico sem tratamento ou com tratamento ineficiente promove não só a diminuição da quantidade de oxigênio dissolvido presente na água, mas principalmente produz efeitos danosos à saúde (JORDÃO, et al. 2005).

Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, o Rio Grande do Sul está entre os cinco estados brasileiros com as menores taxas de volume de esgoto tratado, na ordem de 22% (FIERGS, 2006). Além do esgoto doméstico, os efluentes gerados pelas indústrias, contribuem de forma significativa para a contaminação das águas.

Esgoto sanitário é o despejo líquido constituído de esgotos doméstico e industrial, água de infiltração e a contribuição pluvial parasitária (ABNT, 1986). Define ainda:

- Esgoto doméstico: é o despejo líquido resultante do uso da água para higiene e necessidades fisiológicas humanas;
- Esgoto industrial: é o despejo líquido resultante dos processos industriais, respeitados os padrões de lançamento estabelecidos;
- Água de infiltração: é toda a água proveniente do subsolo, indesejável ao sistema separador e que penetra nas canalizações;
- Contribuição pluvial parasitária: é a parcela do deflúvio superficial inevitavelmente absorvida pela rede de esgoto sanitário.

Toda indústria que produza efluentes, sejam estes classificados pela legislação como de origem orgânica ou química, deve obrigatoriamente ser licenciada para operação, bem como seguir a legislação em vigor. Enquanto praticamente toda a destinação final do esgoto doméstico é o descarte em cursos de água sem nenhum tratamento, a indústria deve antes do descarte de seus efluentes, tratá-los adequadamente (NASCIMENTO, 2007).

No Rio Grande do Sul, as indústrias que produzem efluentes são fiscalizadas por órgão competente, que pode ser a FEPAM (Fundação Estadual de



Proteção Ambiental) ou a Secretaria Municipal de Meio Ambiente do Município, em função do porte da empresa.

A Portaria 05/89 – SSMA, que aprova a norma técnica número 01/89 de 16 de novembro de 1989 (SECRETARIA DA SAÚDE E MEIO AMBIENTE, 1989), que “dispõe sobre critérios e padrões de efluentes líquidos a serem observados por todas as fontes poluidoras que lancem seus efluentes nos corpos de água interiores do Estado do Rio Grande do Sul”, modificada pela Resolução CONSEMA (Conselho Estadual do Meio Ambiente) 128/2006, é a fonte legal onde está determinado o teor máximo de matéria orgânica para lançamentos dos efluentes industriais e efluentes domésticos conforme o enquadramento nas respectivas faixas de vazão de lançamento.

As tabelas 1 e 2 apresentam os teores máximos para descarte de efluentes industriais e efluentes domésticos respectivamente, em corpos interiores do Estado do Rio Grande do Sul.

**Tabela 1 - Teores máximos de DBO<sub>5</sub> e DQO para descartes de efluentes industriais em corpos de água interiores do Estado do Rio Grande do Sul.**

Vazão (m <sup>3</sup> /dia)		DBO <sub>5</sub> 20°C (mg O <sub>2</sub> L <sup>-1</sup> )	DQO (mg O <sub>2</sub> L <sup>-1</sup> )
	Q < 20	180	400
20	≤ Q < 100	150	360
100	≤ Q < 500	110	330
500	≤ Q < 1.000	80	300
1.000	≤ Q < 3.000	70	260
3.000	≤ Q < 7.000	60	200
7.000	≤ Q < 10.000	50	180
10.000	≤ Q	40	150

Fonte - Resolução CONSEMA 128/2006.

**Tabela 2 - Teores máximos de DBO<sub>5</sub> e DQO para descartes de efluentes domésticos em corpos de água interiores do Estado do Rio Grande do Sul.**

Vazão (m <sup>3</sup> /dia)		DBO <sub>5</sub> 20°C (mg O <sub>2</sub> L <sup>-1</sup> )	DQO (mg O <sub>2</sub> L <sup>-1</sup> )
	Q < 20	180	400
20	≤ Q < 100	150	360
100	≤ Q < 200	120	330
200	≤ Q < 500	100	300
500	≤ Q < 1.000	80	260
1.000	< Q < 2.000	70	200
2.000	≤ Q < 10.000	60	180
10.000	≤ Q	40	150

Fonte - Resolução CONSEMA 128/2006.

Ainda para o lançamento de efluentes líquidos industriais, devem obedecer aos critérios para lançamento em corpos d'água, direta ou indiretamente os padrões de emissão: cromo total  $0,5 \text{ mg L}^{-1}$ , fenol total  $0,1 \text{ mg L}^{-1}$ , óleos e graxas mineral  $\leq 10 \text{ mg L}^{-1}$  e óleos e graxas vegetal e gordura animal  $\leq 30 \text{ mg L}^{-1}$ . Para este trabalho será avaliado o teor de óleos e graxas totais  $\leq 40 \text{ mg L}^{-1}$ , neste caso, considerado a soma dos óleos e graxas mineral e óleos e graxas vegetal e gordura animal.

O crescimento industrial desordenado gera como consequência uma grande liberação de compostos indesejáveis ao meio ambiente, causando danos à vida animal e vegetal (COTTA, et al. 2006).

A água é insumo fundamental na indústria, agricultura e para o bom funcionamento das cidades. Os rios e arroios são cursos de água usados como transportadores e diluidores de efluentes industriais e domésticos. Em razão do forte crescimento populacional e a ampliação do conceito de desenvolvimento sustentável, o controle no uso da água tem sido alvo de grande número de leis, decretos e portarias que regulamentam o seu uso.

## 1.2 ASPECTOS LEGAIS

A proteção ao meio ambiente e o combate à poluição em todas as suas formas, assim como acompanhar e fiscalizar a concessão do direito de pesquisa e exploração de recursos minerais e hídricos é de competência comum da União, dos Estados e dos Municípios (BRASIL, 1988).

Cada Estado tem uma constituição própria e um conjunto de leis estaduais que deve se enquadrar nas leis federais. Da mesma forma, os Municípios, ao elaborarem suas leis orgânicas e demais leis, devem conformá-las de modo a não contrariar a lei estadual e a lei federal (SOARES, 2007).

Uma lei municipal deve ser tão ou mais restritiva quanto uma lei estadual, que por sua vez deve ser tão ou mais restritiva que uma lei federal.

No que diz respeito ao gerenciamento de seus recursos hídricos, o Brasil vivenciou dois momentos distintos: pré e pós Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988). Antes do advento desse instrumento jurídico, além da água ser considerada

como bem inesgotável, ela podia ser de propriedade particular (FINK e SANTOS, 2003; apud BÁRBARA, 2006).

De acordo com o artigo 225 da Constituição da República Federativa do Brasil (BRASIL, 1988), todos têm o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, sendo bem de uso comum e, cabe ao poder público o dever de defendê-lo e preservá-lo para as futuras gerações.

Promulgada no dia 8 de janeiro de 1997 a Lei Federal 9.433 – A Lei das Águas – vêm sendo apontada como um marco no desenvolvimento da política e gestão dos recursos hídricos no país (PHILIPPI Jr, 2008). Essa lei introduziu novos conceitos no aproveitamento dos recursos hídricos, podendo-se destacar a instituição de uma Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH); a criação de um Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH) e a classificação da água como um bem de domínio público, com um recurso limitado e dotado de valor econômico.

Em situações de escassez, seu uso prioritário é o consumo humano e a dessedentação de animais. E ainda, que a sua gestão deve proporcionar o uso múltiplo das águas, sendo a bacia hidrográfica a unidade territorial para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997; apud NASCIMENTO, 2007).

A Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005) que substitui o CONAMA 20 (BRASIL, 1986), regulamenta o artigo 10º da lei federal 9.433 (BRASIL, 1997), classificando as águas superficiais, buscando com este ato o estabelecimento dos parâmetros químicos, físicos e microbiológicos, conforme determina a lei.

A Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005) têm como definição cinco classes possíveis para águas doces superficiais, tendo como critério de classificação os parâmetros máximos permitidos para cada classe. Apresentada na tabela 3 a classificação e possíveis usos.

Esta classificação busca o enquadramento das águas relacionando a qualidade que se almeja para os corpos hídricos com seus diferentes usos. O artigo 42 desta resolução, quando não há enquadramento, as águas doces devem ser consideradas como sendo pertencentes à Classe 2, exceto se as condições de qualidade forem melhores.

**Tabela 3 - Classes e seus usos segundo a Resolução CONAMA 357/2005.**

Classificação	Usos
I - classe especial	Abastecimento para consumo humano, com desinfecção; preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação e proteção integral.
II - classe 1	Abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; proteção das comunidades aquáticas; recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; proteção das comunidades aquáticas em terras indígenas.
III - classe 2	Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional. Proteção das comunidades aquáticas; recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; aquicultura e a atividade de pesca.
IV - classe 3	Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; pesca amadora; recreação de contato secundário e dessedentação de animais.
V - classe 4	Navegação; harmonia paisagística.

Fonte - Resolução CONAMA 357/2005.

A Resolução CONAMA 357/2005 também estipulou metas de parâmetros de qualidade da água, tanto para corpos naturais, de acordo com cada classe, quanto para lançamentos de efluentes. O objetivo é garantir não somente a qualidade desse recurso ambiental para a atual e as futuras gerações, mas também o equilíbrio dos ecossistemas hídricos, de forma que os seres vivos não venham a ser prejudicados devido à poluição causada pelas atividades humanas (BÁRBARA, 2006).

No Estado do Rio Grande do Sul, a efetiva implantação e institucionalização do Sistema Estadual de Recursos Hídricos têm como base o estabelecido pelo artigo 171 da Constituição Estadual. Regulamentada pela Lei 10.350 de 30 de novembro de 1994 (ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 1994), a Lei das Águas do Rio Grande do Sul, sistema este que tem por escopo uma gestão dos recursos hídricos de forma descentralizada e participativa.

Cabe ainda salientar que a lei 10.350 (ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 1994) institui as agências de região hidrográfica, cabendo a estas agências a atribuição de arrecadar e gerenciar recursos aplicáveis na preservação da qualidade de mananciais utilizados como fonte para captação de água para consumo (NIETO, et al. 2005; apud NASCIMENTO, 2007). Porém, até hoje, tais agências não foram implantadas.

No âmbito municipal, a Lei 050 de 5 de agosto de 1993 de Estância Velha que dispõe sobre a Política de Meio Ambiente Municipal, estão instituídos princípios, objetivos e normas básicas para a proteção do meio ambiente e melhoria da qualidade de vida da população, competindo a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Preservação Ecológica - SEMAPE, a implementação dessa política. O conteúdo da lei prevê tanto os instrumentos e mecanismos a serem utilizados para a execução da política ambiental, quanto às sanções penais, civis e administrativas a serem aplicadas aos infratores.

Para o cumprimento das obrigações legais existem ferramentas que podem auxiliar na administração dos recursos naturais. Um estudo ambiental com acompanhamento contínuo facilita na avaliação das condições destes recursos.

### **1.2.1 Monitoramento Ambiental**

O monitoramento ambiental é uma importante ferramenta para a administração dos recursos naturais, é um processo de coleta de dados, estudo e acompanhamento contínuo e sistemático das variáveis ambientais, visando identificar e avaliar quantitativa e qualitativamente as condições dos recursos naturais em um determinado momento, assim como as tendências ao longo do tempo. Este oferece conhecimento e informações básicas para avaliar a presença de contaminantes, para compreender os sistemas ambientais e para dar suporte às políticas ambientais (SILVA, 2008).

O monitoramento reflete a relação de ações antrópicas e fatores naturais sobre o meio ambiente, bem como o resultado da atuação das instituições por meio de planos, programas, projetos, instrumentos legais e financeiros capazes de manter

as condições ideais dos recursos naturais, equilíbrio ecológico, ou recuperar área de sistema específico (SILVA, 2008).

Desta forma, subsidia medidas de planejamento, controle, recuperação, preservação e conservação do ambiente de estudo, bem como auxilia na definição das políticas ambientais (SILVA, 2008).

A gestão adequada dos recursos hídricos está se tornando uma necessidade em função do aumento das populações e da escassez de água. Para um manejo adequado, a primeira necessidade é de informação. Para isto, os procedimentos mais adequados são o monitoramento ambiental integrado e seqüencial dos recursos, para reconhecer seu estado e as causas que atuam na sua qualidade (NAIME e FAGUNDES, 2005).

Uma melhoria ambiental através da reversão do quadro atual, em locais específicos de centros urbanos, pode ser obtida através de programas de monitoramento ambiental, possibilitando a prevenção da degradação da qualidade da água (YABE e OLIVEIRA, 1998 apud NASCIMENTO, 2007).

### 1.3 BACIA HIDROGRÁFICA DO SINOS

Inicialmente o rio dos Sinos era chamado de Curuyareio (que significa rio dos ratões-do-banhado) pelos indígenas que habitavam o vale, até receber o nome atual de um padre jesuíta. Uma das razões do nome se deve a sua grande sinuosidade (JORNAL NH, 2008).

A bacia hidrográfica do rio dos Sinos tem 3.800 km<sup>2</sup> de área e sua malha hídrica soma aproximadamente 1200 km de extensão. Composta por 32 municípios tem uma população em torno de 1 milhão 350 mil de habitantes (IBGE, 2007).

A bacia hidrográfica do rio dos Sinos está localizada na porção nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, entre os paralelos 29° o 20' e 30° o 10' ao sul e entre os meridianos 50° o 15' e 51° o 20' a leste e pertence a região hidrográfica do Guaíba (COMITESINOS, 1999 apud NASCIMENTO, 2007).

Os municípios com território totalmente dentro da bacia são: Araricá, Campo Bom, Caraá, Estância Velha, Esteio, Nova Hartz, Novo Hamburgo, Parobé, Riozinho, Rolante, São Leopoldo e Sapucaia do Sul (MONALISA, 2006).

A bacia hidrográfica do rio dos Sinos corresponde a 4,5 % da bacia hidrográfica do Guaíba e 1,5 % da área total do Estado do Rio Grande do Sul, com uma população aproximada de 1.350.000 habitantes, sendo que 90,6% ocupam as áreas urbanas e 9,4 % estão nas áreas rurais. Esta bacia é delimitada à leste pelas encostas da Serra Geral e pela bacia do rio Caí à oeste e ao norte, e ao sul pela bacia do Gravataí (FEPAM, 1997).

Suas nascentes estão localizadas na Serra Geral, no município de Caraá, a cerca de 900 metros de altitude correndo no sentido leste-oeste até a cidade de São Leopoldo, onde muda para a direção norte-sul, desembocando no delta do rio Jacuí entre as ilhas Grandes dos Marinheiros e das Garças, a uma altitude de 12 metros (FEPAM, 1997).

Seus principais formadores são os rios Rolante, Paranhana e Ilha, além dos arroios Pampa, Luiz Rau e João Correa. O rio Paranhana recebe águas transpostas da bacia do Caí, das barragens do Salto, Divisa e Blang (SEMAPE, 2009).

A porção superior do rio dos Sinos (de Caraá até Rolante) apresenta vegetação ciliar e pequenos banhados. São áreas de baixa densidade populacional, com pequenas propriedades rurais cuja agricultura é diversificada, com culturas de arroz, cana-de-açúcar e hortaliças diversas. A pecuária também é pouco desenvolvida, mas encontramos pequenas criações de gado leiteiro, suínos e aves (SEMAPE, 2009).

Na porção média do rio dos Sinos (entre Taquara e Sapiranga) a densidade populacional aumenta, mas as duas grandes cidades não estão localizadas em suas margens. Esta porção do rio não apresenta uma característica tão rural como a porção superior (SEMAPE, 2009).

A tabela 4 apresenta a composição da bacia hidrográfica dos Sinos, com os municípios que a compõem, bem como sua distribuição demográfica.

**Tabela 4 - Municípios constituintes da bacia hidrográfica dos Sinos e distribuição populacional.**

Município	Participação na Bacia	População Rural na Bacia	População Urbana na Bacia	População Total na Bacia
		Habitantes	Habitantes	Habitantes
Araricá	Total	545	4527	5072
Cachoeirinha	Parcial	0	10975	10975
Campo Bom	Total	4573	54319	58892
Canela	Parcial	2169	10249	12418
Canoas	Parcial	0	169813	169813
Capela de Santana	**Pequena porção	99	80	179
Caraá	Total	6512	985	7497
Dois Irmãos	Parcial	17	329	346
Estância Velha	Total	1025	42016	43041
Esteio	Total	89	81039	81128
Glorinha	**Pequena porção	0	0	0
Gramado	Parcial	1167	12767	13934
Gravataí	Parcial	3784	1870	5654
Igrejinha	Parcial	1233	31618	32851
Ivoti	**Pequena porção	56	4300	4356
Nova Hartz	Total	2740	14751	17491
Nova Santa Rita	Parcial	1642	14377	16019
Novo Hamburgo	Total	4551	251286	255837
Osório	**Pequena porção	263	0	263
Parobé	Total	2653	48379	51032
Portão	Parcial	4749	24698	29447
Riozinho	Total	1734	2876	4610
Rolante	Total	4677	15412	20089
Santa Maria do Herval	**Pequena porção	38	0	38
Santo Antônio da Patrulha	Parcial	3844	0	3844
São Francisco de Paula	Parcial	969	7138	8107
São Leopoldo	Total	712	209428	210140
São Sebastião do Caí	**Pequena porção	170	4487	4657
Sapiranga	Parcial	2884	70758	73642
Sapucaia do Sul	Total	444	125638	126082
Taquara	Parcial	8624	45924	54548
Três Coroas	Parcial	2568	21581	24149
		<b>64.531</b>	<b>1.281.620</b>	<b>1.346.151</b>

\*\* Pequena porção (menos de 10 % da área do município).

Fonte - Comitesinos, 2009 MONALISA, 2006.

O principal afluente do rio dos Sinos na porção média é o rio Paranhana, que drena municípios como Taquara, Igrejinha, Três Coroas e parte de Gramado e Canela. O trecho inferior, de Campo Bom até a foz no delta do Jacuí é de grande



concentração populacional e industrial, onde os principais arroios formadores drenam grandes centros urbanos, como Campo Bom (arroio Schmidt), Novo Hamburgo (arroio Pampa e arroio Luiz Rau), São Leopoldo (arroio Peão e canal João Corrêa), Estância Velha e Portão (arroio Estância/Portão), Sapucaia do Sul (arroio José Joaquim) e Esteio e zona norte de Canoas (arroio Sapucaia).

A região hidrográfica do Guaíba, localizada no Estado do Rio Grande do Sul está representada na figura 6.



Fonte - Projeto diagnóstico ambiental SEMAPE, 2008.

**Figura 6 - Região Hidrográfica do Guaíba.**

A região hidrográfica do Guaíba é composta por nove bacias, sendo que o arroio Estância Velha localiza-se dentro da bacia hidrográfica do rio dos Sinos. A figura 7 mostra o mapa da bacia hidrográfica do rio dos Sinos com os municípios que a compõem.



Fonte - Projeto diagnóstico ambiental SEMAPE, 2008.  
**Figura 7 - Mapa da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos.**

### 1.3.1 Histórico do Município de Estância Velha

O município de Estância Velha, integrante da bacia hidrográfica do rio dos Sinos, fazia parte no ano de 1788 da Real Feitoria do Linho Cânhamo, instalada às margens do Rio dos Sinos, com o objetivo de ocupar a área para a Coroa Portuguesa e produzir cânhamo, matéria prima para a fabricação de cordame de navios e que Portugal importava de outros países (SEMAPE, 2009).

Como o plano de ocupação não surtiu efeitos desejados, em 1824, já no Brasil Imperial, Dom Pedro distribuiu estas terras da Real Feitoria aos imigrantes alemães que aportaram em São Leopoldo. O primeiro imigrante alemão que se estabeleceu em Estância Velha foi Mathias Franzen, que derrubou o mato e fez sua roça. Sendo sapateiro, em 1830 já exercia o ofício aprendido na Europa. A partir daí, seguiu-se à vinda de diversas famílias de imigrantes (SEMAPE, 2009).

Ainda no século dezenove, cria-se a base de desenvolvimento industrial do município. Data de 1890 a tradição coureira de Estância Velha, a princípio voltada à fabricação de selas e acessórios para montaria, e, mais tarde, dedicada ao curtimento de couros e peles e à produção de calçados, principal vocação da região.

Com a evolução da indústria e a agricultura se mantendo forte, Estância Velha foi elevada à sede do décimo distrito de São Leopoldo, em 15 de janeiro de 1930. O movimento emancipacionista lutou durante nove anos para que, em 08 de setembro de 1959, Estância Velha fosse emancipada (SEMAPE, 2009).

O nome de Estância Velha originou-se de sua localização à margem direita do Rio dos Sinos, numa estância de criação de gado. Também era conhecida como Entrada de Bom Jardim. O capataz da estância chama-se José Antônio de Quadros e residia próximo a Lagoa Lourenço Torres (SEMAPE, 2009).

Em 1939, a vila de Estância Velha, 10º Distrito de São Leopoldo, passou a denominar-se Genuíno Sampaio, em homenagem ao Coronel Genuíno Sampaio. Entretanto, este nome não teve êxito, voltando a chamar-se Estância Velha, no dia 10 de abril de 1950, pelo então prefeito de São Leopoldo, Sr. Mário Sperb (SEMAPE, 2009).

### **1.3.2 Localização e caracterização do município**

O município de Estância Velha está situado na porção norte da região Metropolitana de Porto Alegre, no Rio Grande do Sul (RS), abrangendo atualmente uma área de 51,74 km<sup>2</sup>.

Possui uma população de aproximadamente 40.740 habitantes (IBGE, 2007) que se concentra na área urbana, com apenas 15 % da área do município ocupada pela comunidade rural.

A principal atividade econômica do município é representada pela indústria de beneficiamento e acabamento de couros, bem como pela indústria de calçados (KREBS e REIS, 1994).

O setor coureiro é considerado por especialistas como um dos dez ramos industriais que mais prejuízos causam ao meio ambiente, sendo responsável por grande consumo de recursos hídricos e por gerar substâncias que deterioram o mesmo (MITTEREGGER Jr, et al. 2006).

O uso do solo é caracterizado por campos e pastagens e o reflorestamento com acácia-negra utilizada na obtenção do tanino para a indústria coureira. Cerca de

90 % de suas empresas consideradas de alto grau de poluição descartam os resíduos líquidos no Arroio Estância Velha e seus afluentes.

Segundo KREBS e FILHO (1994), o mapeamento geológico permite identificar a presença das seguintes unidades geológicas:

- Botucatu (compreende os arenitos que antecedem os derrames basálticos da Serra Geral);

- Formação Serra Geral (abrange uma sucessão de derrames de lavas predominantemente básicas, contendo domínios ácidos e intermediários, principalmente no terço médio e superior);

- Depósitos de Encostas (constituem depósitos de material heterogêneo, com abundante bloco e matacões de rochas vulcânicas e areníticas dispersas caoticamente em uma matriz arenosa);

- Depósitos de Várzea (material areno-argilosos, de cores variadas, geralmente amarelo-avermelhado ou amarelo-esbranquiçado, com porosidade e permeabilidade variadas).

Quanto à atividade mineral, destacam-se a extração de basalto para a obtenção de brita, utilizada nas obras rodoviárias e na construção civil (KREBS e FILHO, 1994).

A região fitogeográfica na qual está inserido o município é denominada regionalmente de Depressão Central, constituindo uma área de tensão ecológica, devido ao aumento da ocupação antrópica. A paisagem compreende duas topografias básicas: terrenos suavemente ondulados semelhantes a coxilhas (morros arrasados) e encostas caracterizadas por morros-testemunho de rochas areníticas e basálticas da Serra Geral (BULHÕES e FERRIL, 1994).

Estância Velha localiza-se no trecho inferior do rio dos Sinos, compreendendo Campo Bom até a foz no delta do Jacuí, possuindo uma grande concentração populacional e industrial, onde os principais arroios formadores drenam grandes centros urbanos, como Campo Bom (arroio Schmidt), Novo Hamburgo (arroio Pampa e arroio Luiz Rau), São Leopoldo (arroio Peão e canal João Corrêa), Estância Velha e Portão (arroio Portão), Sapucaia do Sul (arroio José Joaquim), Esteio e zona norte de Canoas (arroio Sapucaia) (COMITESINOS, 1999).

### 1.3.3 Arroio Estância Velha

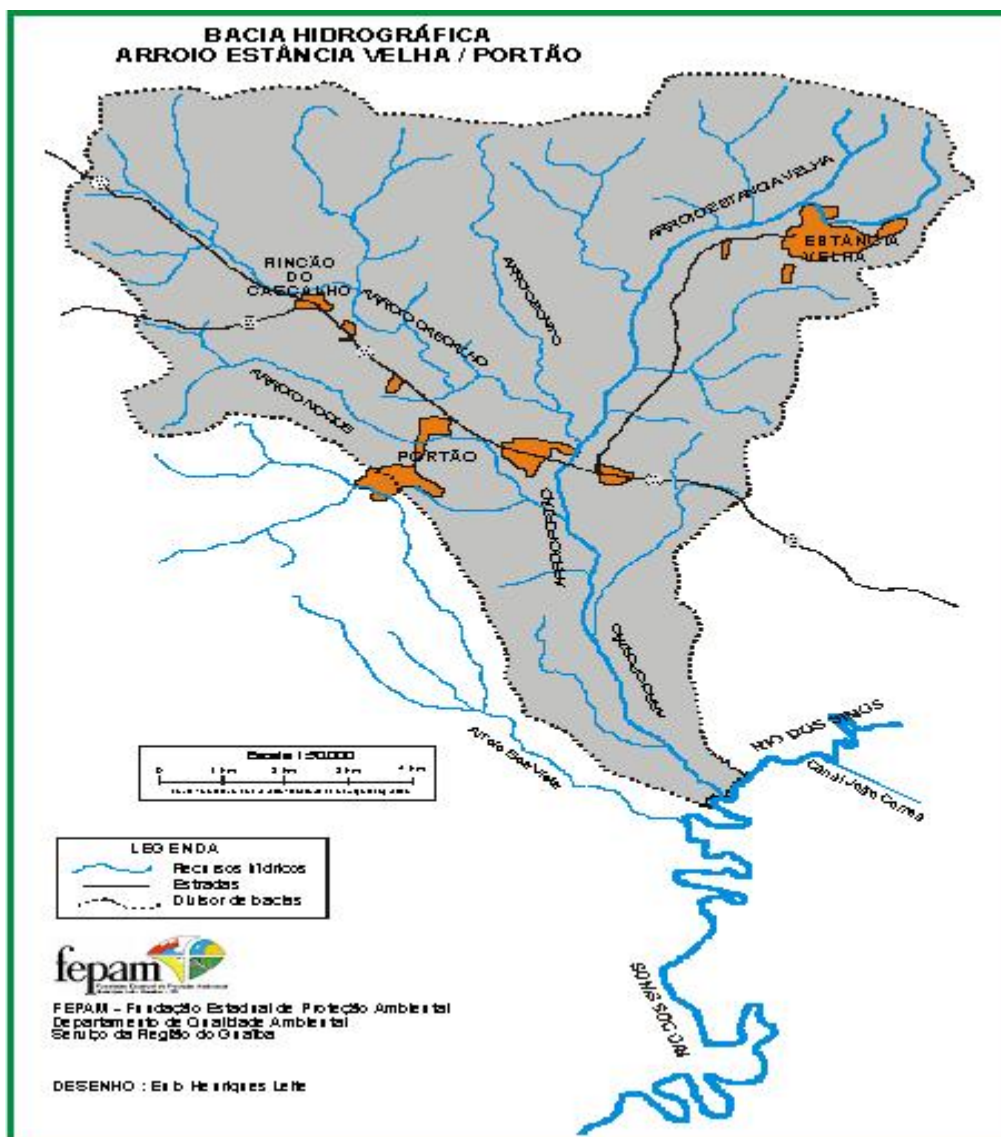
O arroio Estância Velha é um dos formadores do arroio Portão, possuindo sua foz no rio dos Sinos, que origina uma das nove bacias formadoras do mapa hidrográfico do RS, a bacia do rio dos Sinos. Esta corresponde a 1,5% da área total do RS, com uma população aproximada de 1,6 milhões de habitantes, representando 17% da população do Estado (PRÓ-GUAÍBA, 1998; COMITESINOS, 1999 ).

O arroio Estância Velha/Portão tem 20 km de extensão. Nasce no interior do município de Estância Velha, onde é denominado de arroio Estância Velha, com extensão aproximada de 8 km, atravessando a sede deste município onde o canal principal do arroio apresenta como uso preponderante a condução de efluentes industriais, especialmente do setor coureiro, e esgotos cloacais (usos menos exigentes). Usos mais nobres podem ser encontrados em alguns arroios afluentes, como o arroio das Rosas e arroio Balneário, localizados entre os bairros Centro e Campo Grande.

Posteriormente atravessa o município de Portão, passando a denominar-se arroio Portão, onde também recebe efluentes industriais, esgotos cloacais e o lançamento de resíduos sólidos descartados irresponsavelmente em suas margens.

Conforme estudo realizado por FAGUNDES (2004) o arroio Portão praticamente não tem peixes. Os principais afluentes são: arroio Bonito, arroio Cascalho e arroio (margem direita), e arroio Bopp (margem esquerda). Após, deságua no rio dos Sinos.

A bacia hidrográfica do arroio Estância Velha/Portão está representada na figura 8.



Fonte - projeto diagnóstico ambiental SEMAPE, 2008.

**Figura 8 - Bacia hidrográfica do arroio Estância Velha/Portão.**

Sua vegetação é essencialmente estrato arbóreo e arbustivo. A mata ciliar possui em média 2 (dois) metros de largura, sendo esta enriquecida com o plantio de árvores de várias espécies nativas.

A preocupação com os resíduos gerados no município foi de encontro a um dos projetos executados pelo governo do Estado do RS, o Pró-Guaíba, um programa governamental de desenvolvimento ecologicamente sustentável da região hidrográfica do Guaíba. Este programa visa contribuir para a melhoria das condições ambientais de uma região hidrográfica com área aproximada de 114.536,7 km<sup>2</sup>, em um total de 251 municípios envolvidos, com um percentual de área da bacia no Estado de 40,61 % (COMITESINOS, 1999).

No ano de 1994, o PROTEGER - Programa Técnico para o Gerenciamento da Região Metropolitana de Porto Alegre já havia identificado no município de Estância Velha atividades que se caracterizavam pela utilização dos recursos naturais. Essas atividades propiciaram um crescimento desordenado no município, assim como a presença de esgoto doméstico, lançamento de efluentes industriais (principalmente curtumes e beneficiamento de couros) com elevada carga orgânica, presença de sólidos, óleos e graxas, cromo, sódio, sulfetos, sulfatos, cloretos, nitrogênio, além de outros metais (KREBS e REIS, 1994).

Segundo o mesmo programa, diz:

A cidade de Estância Velha, com uma área pequena, onde se desenvolvem atividades bastante diversificadoras, podem ser caracterizados interesses especialmente conflitantes na utilização de seus recursos minerais, na ocupação do meio físico e na preservação do meio ambiente. Estes usos conflitantes se intensificam na medida em que os problemas decorrentes das atividades industriais, com seu grande número de curtumes, da exploração mineral em zona urbana e periurbana, da ocupação inadequada de encostas e de terrenos suscetíveis à erosão, interferem de forma negativa no meio ambiente, comprometendo seu equilíbrio e, em decorrência, a própria qualidade de vida da população.

(PROTEGER, 1994).

Em abril de 2002, após a ocorrência de mais uma mortandade de peixes no rio dos Sinos, desta vez de grande intensidade, a FEPAM publicou Ordem de Serviço nº 34/02, na qual suspendia os licenciamentos de novas empresas ou a reativação de atividades, com médio e alto potencial poluidor hídrico, dentro da bacia hidrográfica do arroio Portão, por tempo indeterminado, até a inversão da tendência da qualidade das águas na foz do arroio Portão, junto ao rio dos Sinos (FEPAM, 2002).

Em outubro de 2006, vítima do esgoto doméstico e industrial conforme a edição online do jornal Zero Hora (de 18 de dezembro de 2006), o rio dos Sinos sofreu o que foi considerado o maior desastre ambiental do Estado do Rio Grande do Sul, com mais de um milhão de peixes mortos, equivalente a 90 toneladas, entre os dias 6 a 8 de outubro do mesmo ano, apresentado na figura 9.



Fonte - Jornal Zero Hora, edição online.

**Figura 9 - Mortandade de peixes em outubro de 2006 no rio dos Sinos.**

Acontecimentos como este no rio dos Sinos não são acidentes, mas sim uma situação gerada por anos de descaso com o gerenciamento do sistema hídrico local, que recebe praticamente todo o esgoto doméstico gerado nas cidades que compõem sua bacia hidrográfica, sem tratamento prévio (NASCIMENTO, 2007).

O lançamento do esgoto doméstico sem prévio tratamento no Sinos ou em seus afluentes, levou a FEPAM a editar a portaria número 087/2006 em 11 de outubro de 2006, que estipulava o prazo de 180 dias para que todos os municípios inseridos nesta bacia hidrográfica apresentassem proposta de plano de redução de lançamentos de esgoto doméstico sem tratamento.

As medidas adotadas não foram suficientes, já que no dia 16 de dezembro do mesmo ano (15 toneladas) e no dia 04 de janeiro de 2007 (1 tonelada), ocorreu nova mortandade de peixes, porém em menor escala no rio dos Sinos

Em 16 de outubro de 2007 a FEPAM edita a portaria 074/2007 que proíbe o licenciamento de novos empreendimentos ou a ampliação dos existentes na sub-bacia do arroio Portão com potencial poluidor hídrico até que se defina o plano de bacia hidrográfica do rio dos Sinos e revoga as publicações anteriores sobre o mesmo assunto.



### *1.3.3.1 Monitoramento ambiental do arroio Estância Velha*

O arroio Estância Velha, no decorrer dos tempos, sofreu degradação por ação antrópica. A sua coloração e o seu odor ainda estão distanciados das características naturais presumíveis; a biota que poderia comportar, praticamente inexistente.

A gravidade de qualquer descuido com este arroio não reside apenas no aspecto estético, visual ou localizado; pelo contrário, é um problema de abrangência regional, pois, a água como sendo recurso natural não renovável, apresenta certas formas de ligações entre si e determinados ciclos de atuações e transferências, podendo assim, ter um raio de contaminação maior do que se possa imaginar.

Segundo a SEMAPE, atualmente 25 empresas com alto grau poluidor estão licenciadas pela Fepam e fiscalizadas pelo município. Destas empresas, 40 % (10 empresas) lançam seus efluentes no arroio após o tratamento. A atividade industrial é basicamente coureira e indústria química relacionada ao couro. Através do lançamento de seus efluentes sem o devido tratamento, podem gerar um recurso hídrico com características ecotóxicas e, até mesmo, genotóxicas.

Preocupados com a qualidade de vida da população, a SEMAPE através do Projeto Diagnóstico da Qualidade Ambiental Arroio Estância Velha, monitora e fiscaliza desde 1999, toda a extensão do arroio, totalizando 32 pontos.

Os pontos de monitoramento do município (abrangendo desde sua nascente, passando pelos municípios de Estância Velha e Portão, chegando a foz do rio dos Sinos) foram identificados por números cardinais e identificados através de placas fixadas às margens do arroio, conforme pode ser observado na figura 10.

A SEMAPE com parceria de um laboratório do município cadastrado junto a Fepam realiza análises ambientais nos diferentes pontos de controle.

Realizando um comparativo entre os índices encontrados e os sugeridos pela legislação pertinente, a Secretaria busca identificar pontos poluidores a fim de responsabilizar os causadores de danos a este recurso hídrico.



Fonte - Filipe Reis Pavani, 2009.

**Figura 10 - Ponto de monitoramento e fiscalização do arroio Estância Velha.**

Todos os laudos técnicos emitidos pelo laboratório são arquivados na SEMAPE, compondo um banco de informações pertinentes ao monitoramento ambiental do arroio Estância Velha.

Embora o monitoramento ambiental do arroio Estância Velha venha sendo realizado desde o ano de 1999 com seus laudos arquivados, estes resultados não foram disponibilizados para consulta pública de fácil acesso.

Este trabalho buscou organizar de forma sistêmica os dados existentes e analisar qual a poluição predominante no arroio. Foram pesquisados os dados de licenciamento ambiental das empresas licenciadas, buscando com isso, identificar quais as características químicas do efluente lançado no arroio pelas empresas existentes na área analisada.

Baseados no histórico de informações foram selecionados 3 pontos para estudo neste trabalho, identificados como: ponto 1 (Nascente), ponto 6 (Centro) e ponto 25 (Campo Grande). A escolha dos pontos teve como referência a experiência do órgão público que, ao longo dos anos, observou importante relevância nestes pontos de monitoramento.

A tabela 5 apresenta os pontos de estudo afetados, a atividade industrial praticada pela empresa e parâmetros controlados conforme a licença de operação.

**Tabela 5 - Ponto de estudo afetado, atividade industrial e parâmetros característicos da atividade.**

Ponto de estudo	Atividade Industrial	Parâmetros monitorados pela empresa
Ponto 1 Nascente	-	-
Ponto 6 Centro	Curtume	Temperatura, sólidos sedimentáveis, pH, DBO <sub>5</sub> , DQO, sólidos suspensos, óleos e graxas, cromo.
Ponto 25 Campo Grande	Acabamento Couros	Temperatura, sólidos sedimentáveis, pH, DBO <sub>5</sub> , DQO, sólidos suspensos, fósforo, nitrogênio total, cloretos, cor, cromo.
Ponto 25 Campo Grande	Acabamento Couros	Temperatura, sólidos sedimentáveis, pH, espumas, materiais flutuantes, odor, cor, DQO, DBO <sub>5</sub> , fósforo, nitrogênio total, nitrogênio amoniacal, sólidos suspensos, óleos e graxas, cromo.
Ponto 25 Campo Grande	Acabamento Couros	Temperatura, sólidos sedimentáveis, pH, espumas, materiais flutuantes, odor, cor, DQO, DBO <sub>5</sub> , fósforo, nitrogênio total, nitrogênio amoniacal, sólidos suspensos, óleos e graxas vegetais e animais, cromo.
Ponto 25 Campo Grande	Curtume	Temperatura, sólidos sedimentáveis, pH, DBO <sub>5</sub> , DQO, sólidos suspensos, fósforo, nitrogênio total, sulfetos, cromo.
Ponto 25 Campo Grande	Acabamento Couros	Temperatura, sólidos sedimentáveis, pH, DBO <sub>5</sub> , DQO, sólidos suspensos, fósforo, nitrogênio total, cromo, cloretos.
Ponto 25 Campo Grande	Acabamento Couros	Temperatura, sólidos sedimentáveis, pH, DBO <sub>5</sub> , DQO, sólidos suspensos, fósforo, nitrogênio total, coliformes termotolerantes, cloretos, cromo, cor.
Ponto 25 Campo Grande	Acabamento Couros	Temperatura, sólidos sedimentáveis, pH, DBO <sub>5</sub> , DQO, sólidos suspensos, fósforo, nitrogênio total, coliformes termotolerantes, cloretos, cromo, cor.
Ponto 25 Campo Grande	Fabricação formulações para manufatura couros	Temperatura, cloretos, cromo, DBO <sub>5</sub> , DQO, fenol, óleos e graxas minerais, sólidos sedimentáveis, sólidos suspensos.
Ponto 25 Campo Grande	Beneficiamento tecidos vegetais e sintéticos	Temperatura, sólidos sedimentáveis, pH, espumas, materiais flutuantes, odor, cor, DQO, DBO <sub>5</sub> , fósforo, nitrogênio total, nitrogênio amoniacal, sólidos suspensos, óleos e graxas vegetais e animais.

No ponto 1 não há registros de empresas licenciadas no município. Do ponto 1 até o ponto 6, existem 3 empresas licenciadas sendo que, apenas uma faz o lançamento do efluente tratado. Após este ponto até o ponto 25, estão licenciadas no Município 22 empresas. Destas empresas 9 realizam o lançamento do efluente tratado no arroio.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido visando apresentar as condições do arroio Estância Velha através de pesquisa, utilizando os registros de monitoramento ambiental realizado pela SEMAPE. O monitoramento foi realizado nos anos de 2005, 2006, 2007, 2008 e 2009.

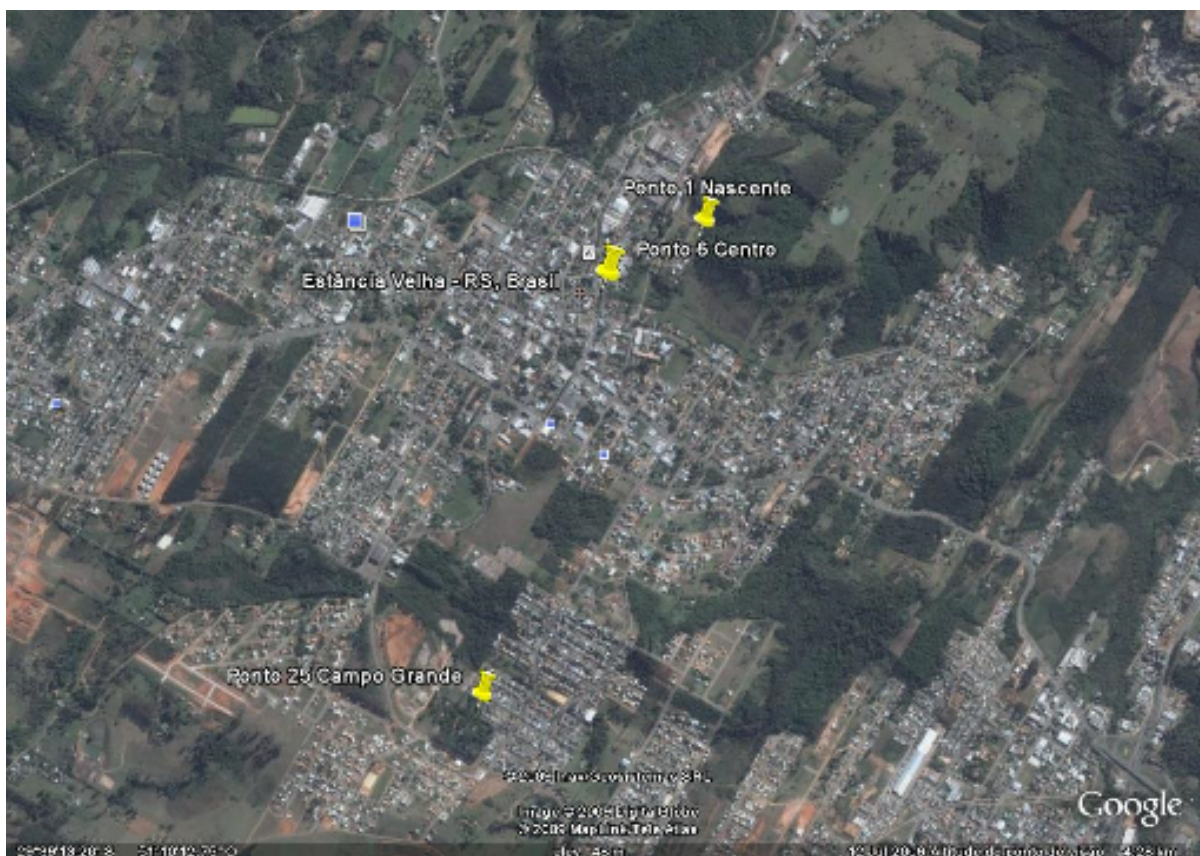
### 2.1 DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE ESTUDO

Os pontos de amostragem foram localizados com o uso de um GPS (Global Positioning System) de navegação, de marca *Garmin*, modelo *E-Trex*, com precisão horizontal de 7 a 14 m conforme o número de satélites captados (de 8 a 12) e precisão vertical até 4 m. O sistema de referência utilizado na coleta das coordenadas foi o Datum WGS-84 (World Geodetic System), pois esse é o mesmo sistema de referência utilizado no Google Earth. A tabela 6 apresenta a identificação e a localização geográfica dos pontos estudados.

**Tabela 6 - Identificação e localização geográfica dos pontos.**

Ponto de coleta	Local	Coordenadas geográficas	Elevação do nível do mar (m)
Ponto 1	Nascente	29° 38' 32,5" latitude Sul e 51° 09' 29,1" longitude oeste de Greenwich	69
Ponto 6	Centro	29° 38' 53,6" latitude Sul e 51° 10' 20,0" longitude oeste de Greenwich	32
Ponto 25	Bairro Campo Grande	29° 39' 51,2" latitude Sul e 51° 12' 07,5" longitude oeste de Greenwich	16

A figura 11 apresenta a distribuição dos pontos estudados ao longo do arroio Estância Velha.



Fonte - Google Earth (outubro 2009).

**Figura 11 - Pontos localizados ao longo do arroio Estância Velha.**

### **2.1.1 Ponto 1 - Nascente**

Ponto considerado a nascente do arroio Estância Velha, figura 12, formado por um lago que recebe água proveniente de fontes naturais, possuindo uma vazão de transbordo que permite a formação do arroio Estância Velha. Este ponto é caracterizado pela presença de aguapés que cobrem toda a superfície da água nos meses com temperatura mais elevada, como os de primavera e verão.

Considerado o “ponto branco” não possui interferência de efluente industrial, porém, há alguns anos registrou-se a criação de animais em áreas próximas. Atualmente não há informações sobre a existência destas criações na área.



Fonte - Filipe Reis Pavani, 2009.

**Figura 12 - Ponto 1 de monitoramento do arroio Estância Velha.**

### **2.1.2 Ponto 6 - Centro**

Este ponto está localizado no centro da cidade, figura 13. No que se refere ao esgoto doméstico, representa um somatório da poluição advinda do bairro Floresta e boa parte do centro da cidade. Em relação ao efluente industrial, de acordo com a SEMAPE, existem 3 empresas licenciadas de alto grau poluidor, no entanto, apenas 1 empresa com atividade coureira que lança seu efluente tratado.



Fonte - Filipe Reis Pavani, 2009.

**Figura 13 - Ponto 6 de monitoramento do arroio Estância Velha.**

### **2.1.3 Ponto 25 - Campo Grande**

Este ponto, figura 14, está localizado antes da junção entre o afluente advindo do bairro Morro Agudo e o leito principal do arroio Estância Velha. Quanto ao esgoto doméstico, representa o somatório da poluição advinda dos bairros Floresta e Centro, acrescido da poluição ocasionada pelo bairro Campo Grande. O ponto 25 tem a contribuição do arroio das Rosas e arroio Balneário que diluem suas águas após o ponto 6. Segundo a SEMAPE, até este ponto de monitoramento, estão licenciadas 25 empresas de alto grau poluidor, com atividades coureiras e de indústria química relacionada ao couro, onde, 10 empresas emitem seus efluentes tratados contribuindo com o esgoto industrial.





Fonte - Filipe Reis Pavani, 2009.

**Figura 14 - Ponto 25 de monitoramento do arroio Estância Velha.**

## 2.2 SEQUÊNCIA DE COLETAS

Foram realizadas 14 coletas de água em cada ponto avaliado durante o período de 2005 a 2009. A tabela 7 apresenta as etapas desenvolvidas, mês e ano e o período em que foram realizadas durante o monitoramento.

**Tabela 7 - Mês/ano e período das coletas.**

Seqüência de Coleta	Mês/ Ano	Período do dia
01	05/2005	Manhã
02	09/2005	Manhã
03	11/2005	Manhã
04	04/2006	Manhã
05	06/2006	Manhã
06	08/2006	Manhã
07	10/2006	Manhã
08	12/2006	Manhã
09	04/2007	Manhã
10	06/2007	Manhã
11	08/2007	Manhã
12	12/2007	Manhã
13	06/2008	Manhã
14	08/2009	Manhã

## 2.3 PARÂMETROS DETERMINADOS

Para a escolha dos parâmetros, a SEMAPE utilizou como referência a norma ABNT NBR 9897/87 que trata do planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Ao longo do monitoramento foram definidas modificações nos parâmetros iniciais devido às características das empresas licenciadas no município.

Os parâmetros físico-químicos e microbiológico tratados neste trabalho são: demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO<sub>5</sub>), oxigênio dissolvido (OD), coliformes fecais, nitrogênio amoniacal, óleos e graxas totais (OG), fenol e cromo total. Os parâmetros foram selecionados baseados nas atividades industriais das empresas desta região, a tabela 8 apresenta os parâmetros e as metodologias que foram utilizadas nestas determinações.

**Tabela 8 - Parâmetros determinados e a metodologia utilizada nos ensaios laboratoriais.**

Parâmetro	Unidade	Metodologia
DQO	mg O <sub>2</sub> L <sup>-1</sup>	Titulometria
DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> L <sup>-1</sup>	Manometria
OD	mg L <sup>-1</sup>	Titulometria
Coliformes Fecais	NMP/ 100 mL	Tubos Múltiplos
Nitrogênio Amoniacal	mg L <sup>-1</sup>	Titulometria
OG totais	mg L <sup>-1</sup>	Gravimetria
Fenol	mg L <sup>-1</sup>	Espectroscopia UV-Vis
Cromo total	mg L <sup>-1</sup>	Absorção Atômica de Chama

As determinações físico-químicas e microbiológica realizadas tiveram como base de referência o *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005). A coleta e a preservação das amostras tiveram como referência a mesma metodologia e a amostragem foi realizada por coleta simples.

Todas as análises foram realizadas pelo laboratório do Centro Tecnológico do Couro - SENAI.

## 2.4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA DO ARROIO ESTÂNCIA VELHA

Para avaliar as condições da água do arroio Estância Velha, foram estabelecidos três critérios para caracterização neste trabalho: esgoto doméstico, efluente industrial e caracterização de classe segundo a Resolução CONAMA 357/2005.

### 2.4.1 Caracterização como Esgoto Doméstico

Para a condição de esgoto doméstico foram adotados valores de mínimo e máximo do afluente da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) da Companhia Rio-grandense de Saneamento (CORSAN) do município de Canoas – RS, valores apresentados por Nascimento (2007). Os valores referem-se aos parâmetros de DBO<sub>5</sub>, coliformes fecais e nitrogênio amoniacal. Estes valores podem ser verificados na tabela 9.

**Tabela 9 - Valores de referência para classificação das amostras estudadas.**

Parâmetro	Unidade	* Esgoto
DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> L <sup>-1</sup>	80 - 500
Coliformes Fecais	NMP/ 100 mL	> 1,7 x 10 <sup>5</sup>
Nitrogênio Amoniacal	mg L <sup>-1</sup>	21 - 532

\*Valores de mínimo e máximo do afluente da ETE CORSAN do município de Canoas - RS.  
Fonte – Nascimento, 2007.

O município de Canoas é integrante da bacia hidrográfica do rio dos Sinos e o mais próximo da micro-bacia pesquisada com caracterização de esgoto doméstico.

Foram definidas estas condições devido à falta de informações relacionadas ao esgoto doméstico bruto e sistema de coleta por separador absoluto na bacia hidrográfica do rio dos Sinos.

## 2.4.2 Caracterização como Efluente Industrial

Para a avaliação da condição do efluente industrial foram adotados os padrões de emissão segundo a Resolução CONSEMA 128/2006.

As concentrações máximas permitidas para o parâmetro de DQO conforme a vazão de lançamento está apresentada na tabela 10. Para a avaliação neste trabalho, será considerado o valor referente a menor vazão de lançamento, uma vez que, conforme a SEMAPE, todas as empresas licenciadas que lançam seus efluentes possuem vazão de lançamento inferior a 20 m<sup>3</sup>/dia.

**Tabela 10 - Concentrações máximas permitidas para descarte de efluente industrial.**

Vazão (m <sup>3</sup> /dia)		DQO (mg O <sub>2</sub> L <sup>-1</sup> )
	Q <	20
20	≤ Q <	100
100	≤ Q <	500
500	≤ Q <	1.000
1.000	≤ Q <	3.000
3.000	≤ Q <	7.000
7.000	≤ Q <	10.000
10.000	≤ Q	
		400
		360
		330
		300
		260
		200
		180
		150

Fonte - Resolução CONSEMA 128/2006.

Para as concentrações de cromo, fenol e óleos e graxas, os valores máximos de referência estão apresentadas na tabela 11. Para o valor de óleos e graxas, foi considerada a soma de óleos e graxas mineral, vegetal ou gordura animal.

**Tabela 11 - Concentrações máximas permitidas para lançamento do efluente tratado.**

Parâmetro	Unidade	*VMP
Cromo	mg L <sup>-1</sup>	0,5
Fenol	mg L <sup>-1</sup>	0,1
Óleos e Graxas totais	mg L <sup>-1</sup>	≤ 40

\*Valor máximo permitido.

Fonte - Resolução CONSEMA 128/2006.

### 2.4.3 Caracterização segundo Resolução CONAMA 357/2005

Para a classificação das águas do arroio Estância Velha nos pontos de monitoramento estudados, foi utilizado como referência o limite definido na Resolução CONAMA 357 (BRASIL, 2005) para águas superficiais.

Neste trabalho adotou-se a nomenclatura “Sem Classe” para a apresentação dos resultados nos gráficos quando o mesmo não pode ser enquadrado em uma das quatro classes estabelecidas pela legislação.

A tabela 12 apresenta os valores segundo a Resolução CONAMA 357/2005 e as respectivas classes de enquadramento.

**Tabela 12 - Valores de referência segundo a Resolução CONAMA 357/2005.**

Parâmetro	Unidade	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Sem Classe
DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> L <sup>-1</sup>	≤ 3	≤ 5	≤ 10	NI	---
Cromo	mg L <sup>-1</sup>	0,05	0,05	0,05	NI	---
OD	mg O <sub>2</sub> L <sup>-1</sup>	> 6	> 5	> 4	> 2	< 2
Coliformes Fecais	NMP/ 100 mL	200	1000	2500	NI	---
Fenol	mg L <sup>-1</sup>	0,003	0,003	0,01	1	---
OG	mg L <sup>-1</sup>	ausentes	ausentes	ausentes	*	---
Nitrogênio Amoniacal	mg L <sup>-1</sup>	3,7 pH ≤ 7,5	3,7 pH ≤ 7,5	13,3 pH ≤ 7,5	NI	---

\* toleram-se iridescências

NI – não informado

Fonte - Resolução CONAMA 357/2005.

Embora a periodicidade de coleta das amostras não tenha seguido o procedimento segundo esta Resolução, que fixa intervalos de no máximo 45 dias entre coletas, foram utilizados estes parâmetros a fim de avaliar quais os enquadramentos possíveis para os pontos estudados nos períodos em que foram amostrados.

### 2.4.4 Tratamento de Dados

Para a elaboração das tabelas e gráficos apresentados neste trabalho, utilizou-se a ferramenta do Microsoft Office Excel 2003.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir deste capítulo serão apresentados e discutidos os resultados para os parâmetros DQO, DBO<sub>5</sub>, OD, coliformes fecais, nitrogênio amoniacal, OG, fenol e cromo, nos pontos monitorados pela SEMAPE nos anos de 2005 a 2009.

#### 3.1 DQO

O tratamento dos dados obtidos pelo monitoramento realizado pela SEMAPE para o parâmetro DQO nas águas do arroio Estância Velha nos pontos identificados como ponto 1, ponto 6 e ponto 25 durante o período monitorado, são apresentados na figura 15.

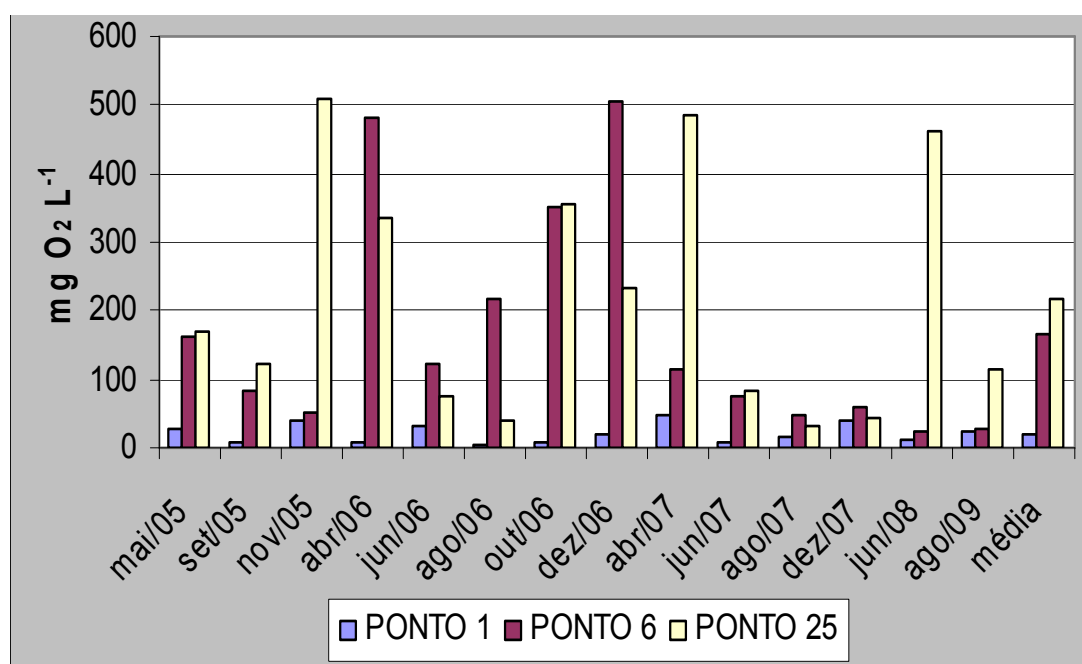


Figura 15 - Resultados obtidos para DQO no período monitorado.

O ponto de monitoramento identificado como ponto 1 apresentou como valor máximo para este parâmetro o valor de 46,0 mg O<sub>2</sub> L<sup>-1</sup> e como valor mínimo 4,0 mg O<sub>2</sub> L<sup>-1</sup> tendo o valor médio de 21,0 mg O<sub>2</sub> L<sup>-1</sup>. Considerando a Resolução

CONSEMA 128/2006, todas as coletas realizadas neste ponto apresentaram valores inferiores à concentração máxima permitida.

No período monitorado, o ponto 6 apresentou em dezembro de 2006 o valor máximo de 506,0 mg O<sub>2</sub> L<sup>-1</sup> e, em junho de 2008 o valor mínimo de 24,0 mg O<sub>2</sub> L<sup>-1</sup>. O ponto 6 teve em 14,3 % das amostragens valores superiores a concentração máxima permitida pela Resolução CONSEMA 128/2006.

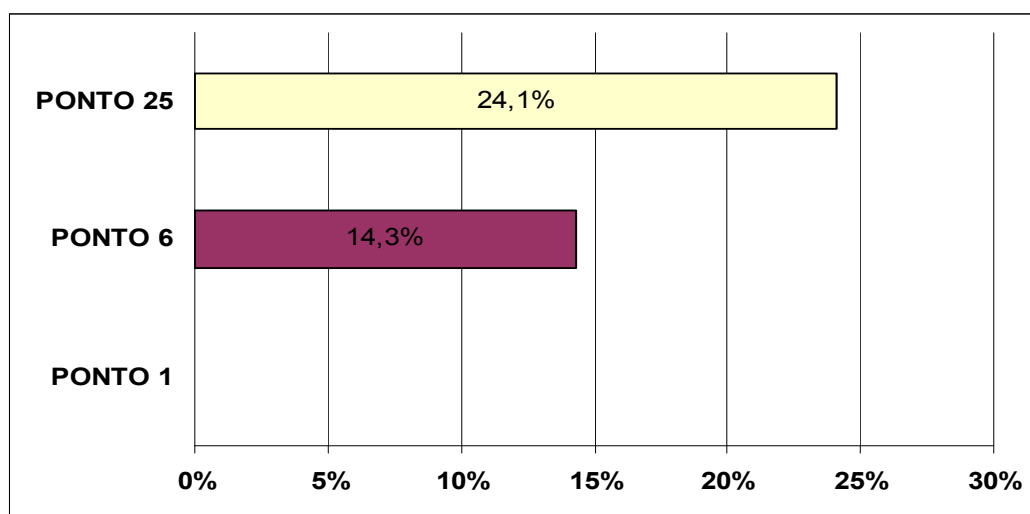
Estes resultados podem estar relacionados à presença de um curtume próximo ao ponto 6, o qual utiliza o arroio como corpo receptor do seu efluente tratado.

O ponto 25 que concentra 90 % das empresas licenciadas que lançam seus efluentes no arroio, apresentou como valor máximo para DQO o resultado de 511,0 mg O<sub>2</sub> L<sup>-1</sup> e como valor mínimo 33,0 mg O<sub>2</sub> L<sup>-1</sup>.

Em 64,3 % das coletas o ponto 25 apresentou valores superiores ao ponto 6. Em 24,1 % das amostragens os resultados apresentaram-se acima do valor máximo permitido conforme a legislação CONSEMA 128/2006.

O arroio Estância Velha recebe os efluentes tratados das empresas licenciadas no município, este fato torna-se perceptível no ponto 6 e no ponto 25 onde os índices encontrados de DQO atingem valores acima da concentração máxima permitida pela legislação em 5 oportunidades, ou seja, 35,7 % das coletas após o ponto 1.

A figura 16 apresenta o percentual de característica como efluente industrial, para os pontos 1, 6 e 25 durante o período monitorado.



**Figura 16 - Percentual de característica como efluente industrial dos pontos monitorados segundo a Resolução CONSEMA 128/2006.**

### 3.2 DBO<sub>5</sub>

Os resultados para o parâmetro DBO<sub>5</sub> apurados durante o monitoramento em todos os pontos avaliados são apresentados na figura 17.

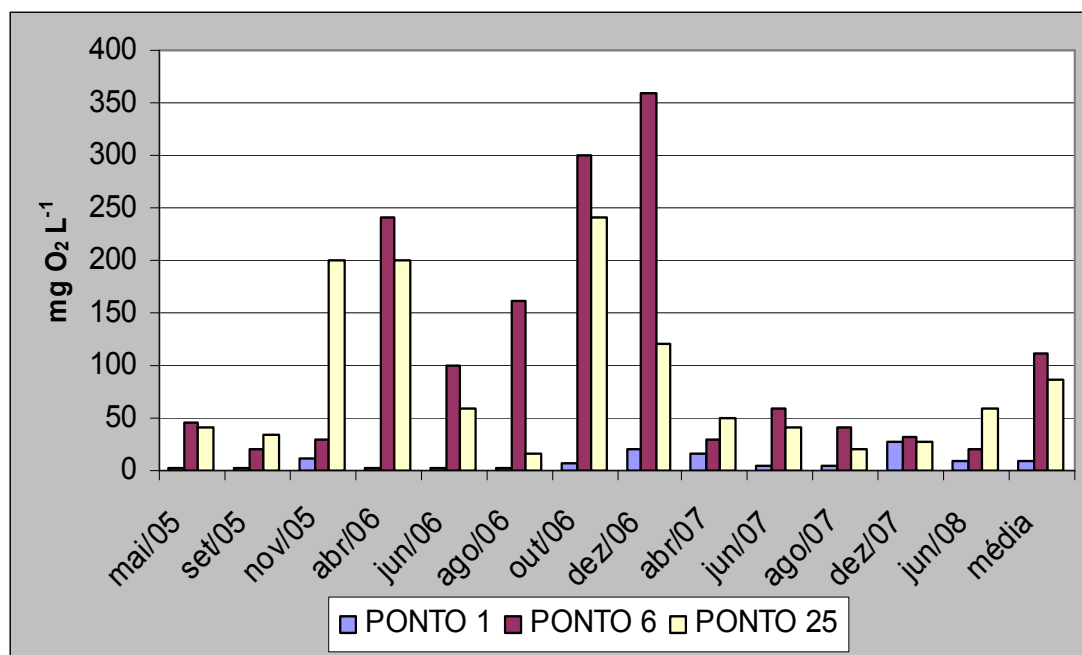


Figura 17 - Resultados obtidos para DBO<sub>5</sub> durante o período monitorado.

Para este parâmetro, avaliando os resultados nos três pontos de monitoramento, o valor máximo encontrado foi registrado no ponto 6 com valor de 360,0 mg O<sub>2</sub> L<sup>-1</sup> e o valor mínimo foi encontrado no ponto 1 com 2,0 mg O<sub>2</sub> L<sup>-1</sup>. O valor médio considerando todos os pontos de amostragem foi de 64,1 mg O<sub>2</sub> L<sup>-1</sup>.

Durante o monitoramento houve variação significativa de valores entre os pontos 6 e 25; esta variação pode estar associada à despejos de origem doméstica e industrial.

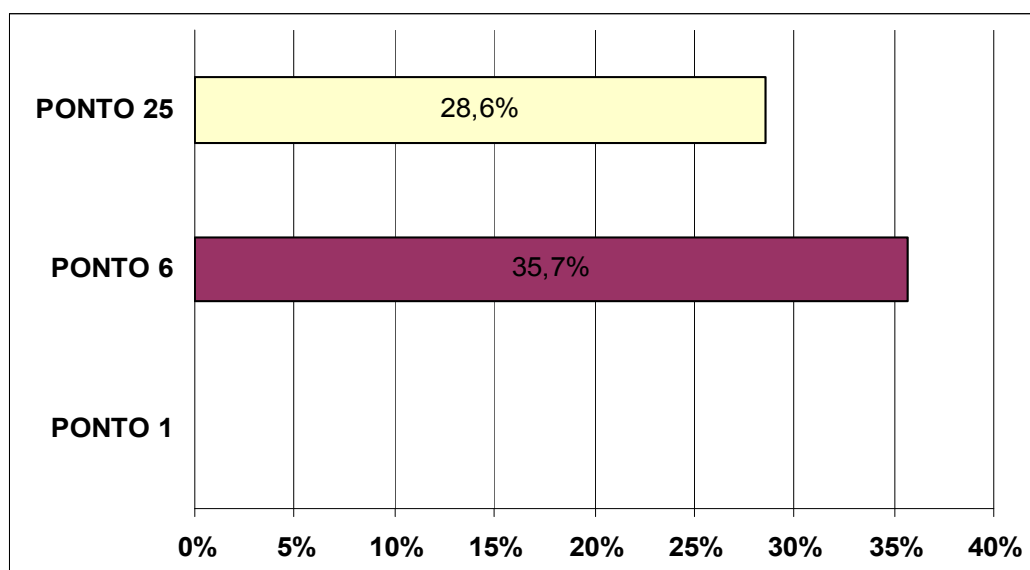
Considerando os valores para a caracterização de esgoto doméstico segundo a referência apresentada no capítulo 2 desta pesquisa, o ponto 1 apresentou em todas as coletas resultados inferior a concentração mínima estabelecida.

Quando considerada a Resolução CONAMA 357/2005, o ponto 1 apresenta em 35,7 % das coletas característica de classe 1.



Os resultados encontrados neste ponto demonstram a pouca influência de esgotos nesta região, uma vez que a variação da  $DBO_5$  normalmente é devida a despejos de origem predominantemente de compostos orgânicos.

O ponto 6 apresentou característica de esgoto doméstico em 35,7 % das coletas, enquanto o ponto 25 apresentou esta característica em 28,6 %, conforme pode ser observado na figura 18.



**Figura 18 - Percentual de característica como esgoto doméstico dos pontos monitorados.**

O esgoto doméstico e o esgoto industrial são compostos por um grande número de substâncias biodegradáveis de características distintas de consumo de oxigênio, no ponto 6 e no ponto 25 pode ser observada uma interferência maior destes despejos, onde a concentração populacional e as atividades industriais aumentam.

Segundo a Resolução CONAMA 357/2005, o ponto 6 apresentou em 92,8 % das amostragens a característica "Sem classe". O ponto 25 em todas as amostragens realizadas apresentou características "Sem classe" segundo a mesma legislação.

A figura 19 apresenta a distribuição das classes para cada ponto avaliado segundo a Resolução CONAMA 357/2005.

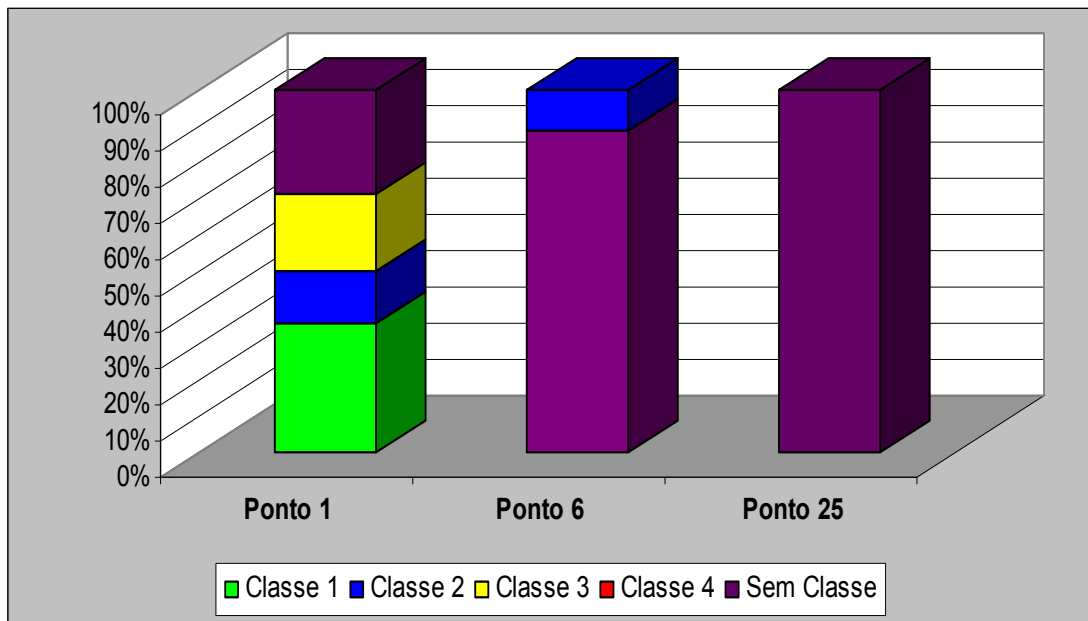


Figura 19 - Porcentagem de ocorrência de classes para  $DBO_5$  nos pontos estudados.

### 3.3 OXIGÊNIO DISSOLVIDO

Os resultados obtidos para o parâmetro OD nas águas do arroio Estância Velha nos pontos monitorados durante o período estudado estão apresentados na figura 20.

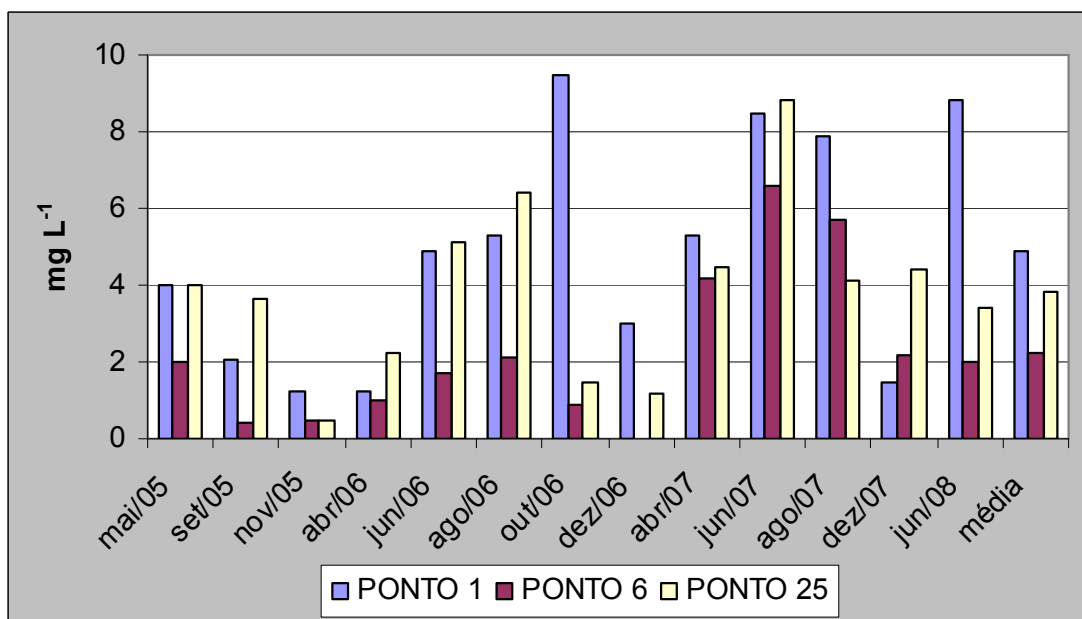


Figura 20 - Resultados obtidos para OD durante o período monitorado.

No ponto 1 os resultados para o parâmetro de oxigênio dissolvido em 35,7 % das amostragens apresentaram valores superiores a  $6 \text{ mg L}^{-1}$ .

Durante a estabilização da matéria orgânica, as bactérias aeróbias (presentes nos esgotos domésticos e efluentes industriais) fazem uso do oxigênio dissolvido nos seus processos respiratórios, podendo causar redução da sua concentração no meio, sendo assim, no ponto 1 há pouca influência de esgotos doméstico e industrial.

No ponto 6 percebe-se uma significativa redução do oxigênio dissolvido quando comparado ao ponto 1. Em 42,8 % das amostragens os valores ficaram abaixo de  $2 \text{ mg L}^{-1}$ , fato que pode estar relacionado a maior concentração populacional e a atividade industrial nesta área.

Em dezembro de 2006 o ponto 6 mostra condição de anaerobiose, ou seja, ausência de oxigênio. No mesmo mês, o parâmetro de  $\text{DBO}_5$  neste ponto apresentou o maior resultado entre todos os pontos durante todo o período monitorado. Este fato revela o forte impacto causado neste ponto por despejos orgânicos.

O ponto 25, embora tenha contribuição de esgotos doméstico e industrial, apresentou em 50 % das amostragens valores superiores a  $4 \text{ mg L}^{-1}$ , fator que pode estar relacionado as diluições naturais que ocorrem entre o ponto 6 e 25, com a contribuição das águas do arroio das Rosas e arroio Balneário, além da aeração natural das águas do arroio (figura 21), apresentando capacidade de recuperação, embora ainda insuficiente para manter o equilíbrio ambiental devido as variações apresentadas.

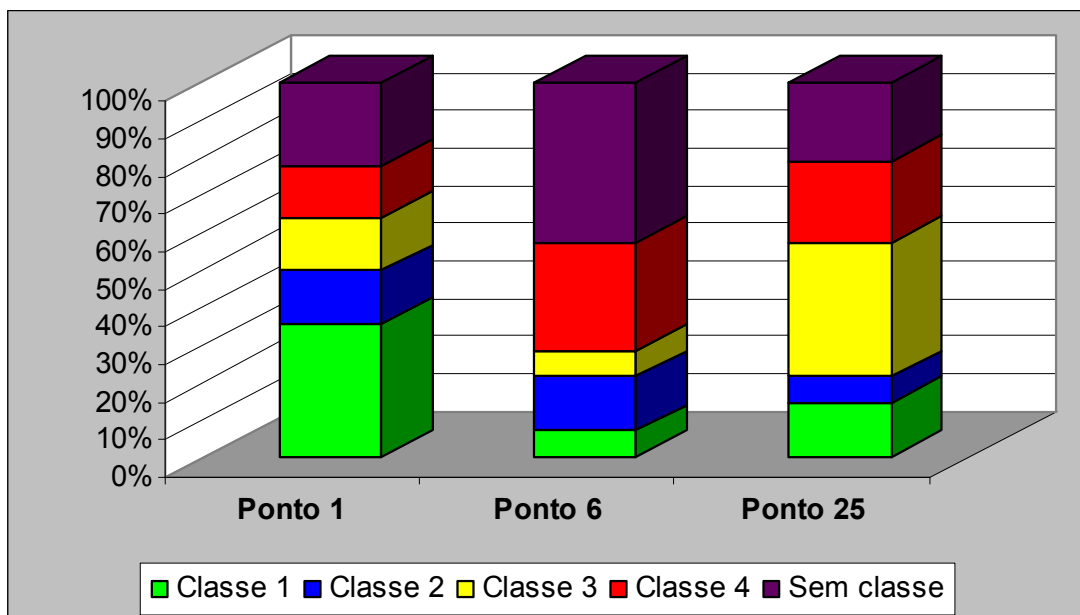
Cabe salientar que a matéria orgânica causa a destruição de espécies aeróbias em razão do consumo de oxigênio. Sendo assim o impacto de despejos de esgoto doméstico em corpos hídricos ocorre em função da diminuição do oxigênio dissolvido disponível na água e não pela presença de substâncias tóxicas (BRAGA, et al. 2006).



Fonte - Filipe Reis Pavani, 2009.

**Figura 21 - Ponto 25 do arroio Estância Velha.**

Quando comparada à Resolução CONAMA 357/2005, as águas do arroio Estância Velha apresentam no ponto 1 qualidade compatível com a condição de classe 1 em 35,7 % das coletas realizadas. O ponto 6 apresenta característica “Sem classe” por ter em 42,8 % das amostragens resultados inferiores a  $2 \text{ mg L}^{-1}$ . O Ponto 25 demonstrou em 35,7 % das amostragens característica de classe 3. Na figura 22 pode ser observada a distribuição das características discutidas para cada ponto avaliado.



**Figura 22 - Porcentagem de ocorrência de classes para OD nos pontos estudados.**

### 3.4 COLIFORMES FECAIS (*Escherichia Coli*)

O parâmetro de coliformes fecais tem seus resultados apresentados na figura 23 para o ponto 1 e na figura 24, os resultados para os pontos 6 e 25.

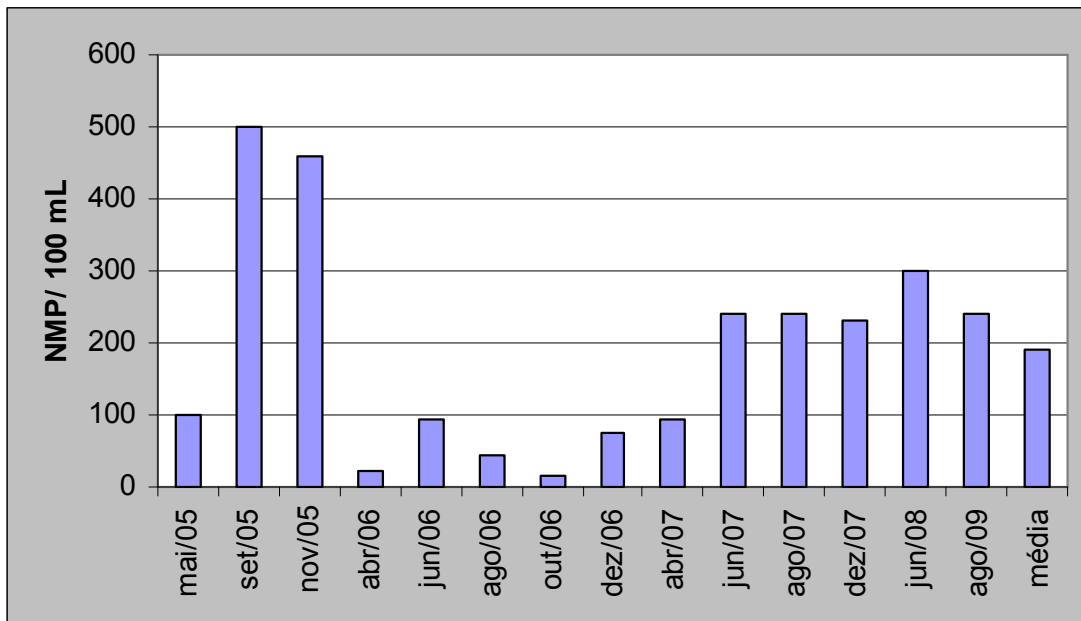


Figura 23 - Resultados obtidos no ponto 1 para coliformes fecais durante o período monitorado.

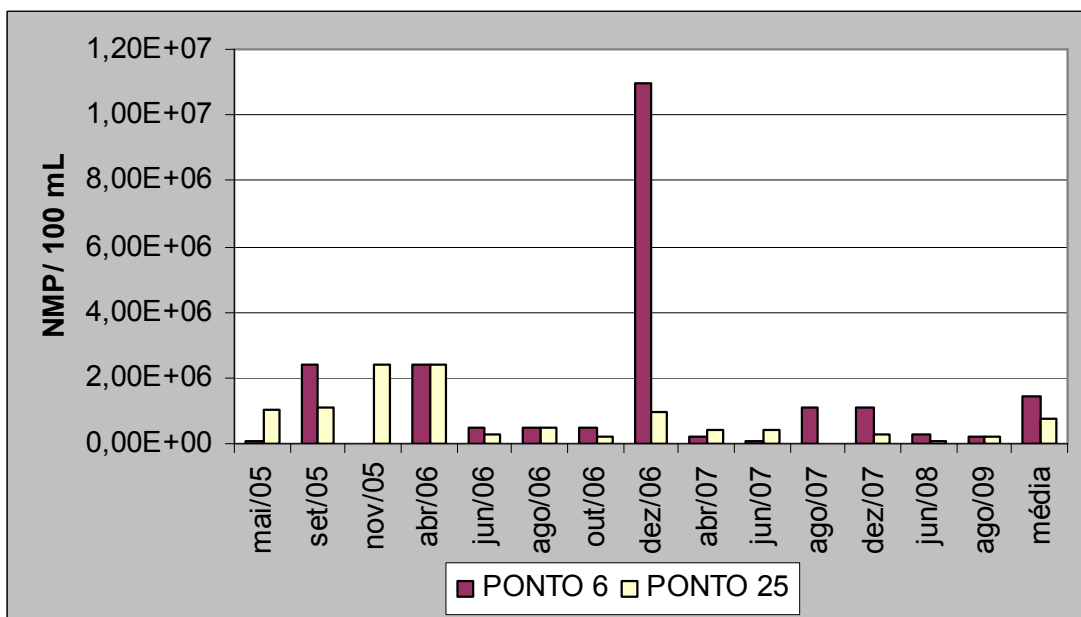


Figura 24 - Resultados obtidos nos pontos 6 e 25 para coliformes fecais durante o período monitorado.

Este parâmetro está diretamente relacionado à poluição por esgotos domésticos uma vez que a *Escherichia Coli* é um organismo naturalmente encontrado no intestino humano e é usado como um indicador da presença de esgoto. É abundante em fezes humanas e de animais, tendo, somente sido encontrada em esgotos e efluentes que tenham recebido contaminação fecal recente, sendo sua avaliação de grande importância.

Para o parâmetro de coliformes fecais no ponto 1 as águas do arroio Estância Velha não apresentaram características de esgoto doméstico. Os resultados deste parâmetro quando comparados aos pontos 6 e 25 mostram uma grande diferença, uma vez que a distribuição populacional e a atividade industrial estão localizadas a jusante do ponto analisado.

Nos pontos 6 e 25 em 85,7 % das amostragens os valores apresentaram características de esgoto doméstico. A perda da qualidade da água em termos microbiológicos acontece devido ao processo de urbanização sem planejamento, conduzindo para o arroio Estância Velha o esgoto doméstico gerado sem tratamento. A figura 25 apresenta o percentual de característica como esgoto doméstico, para os pontos 1, 6 e 25 durante o período monitorado.

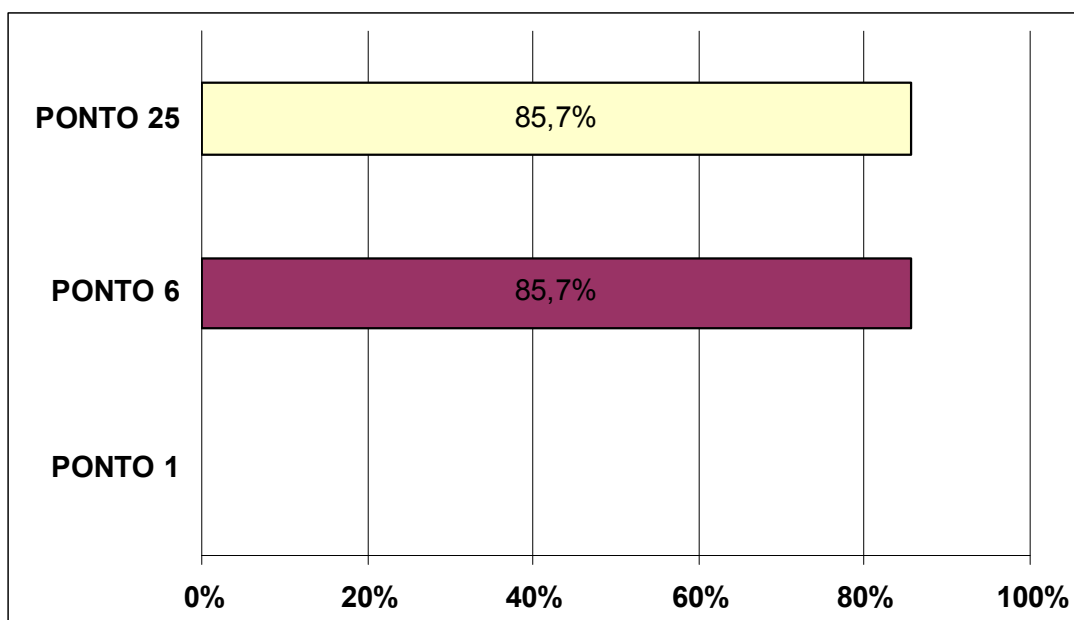


Figura 25 - Percentual de característica como esgoto doméstico dos pontos monitorados.

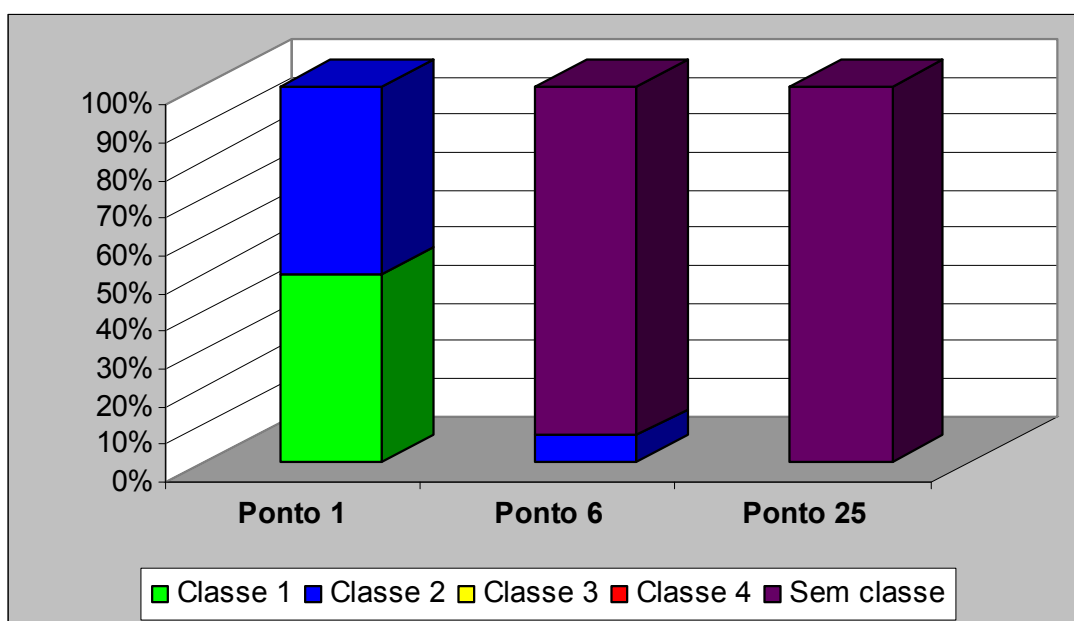
O parâmetro de coliformes fecais em dezembro de 2006 apresenta no ponto 6 quase 12 vezes o resultado do ponto 25. Deste modo, a influência nas

características da água do arroio Estância Velha no ponto 6, é representativa do ponto de vista microbiológico, corroborando para a afirmativa que a poluição por esgotos domésticos é relevante.

O ponto 6 apresentou em 81,8 % das coletas resultados superiores ao ponto 25, fator relacionado ao maior número de lançamentos de esgoto doméstico sem tratamento.

Segundo a Resolução CONAMA 357/2005, as águas do arroio Estância Velha apresentaram características de classe 1 em 50 % das amostragens realizadas no ponto 1, sendo inclusive própria para abastecimento humano após tratamento e contato primário para recreação.

Seguindo a mesma legislação, o ponto 6 apresentou em 92,9 % das coletas característica "Sem Classe". No ponto 25 apresentou em sua totalidade a mesma característica. A figura 26 apresenta a classificação dos pontos para o parâmetro de coliformes fecais nos três pontos analisados.

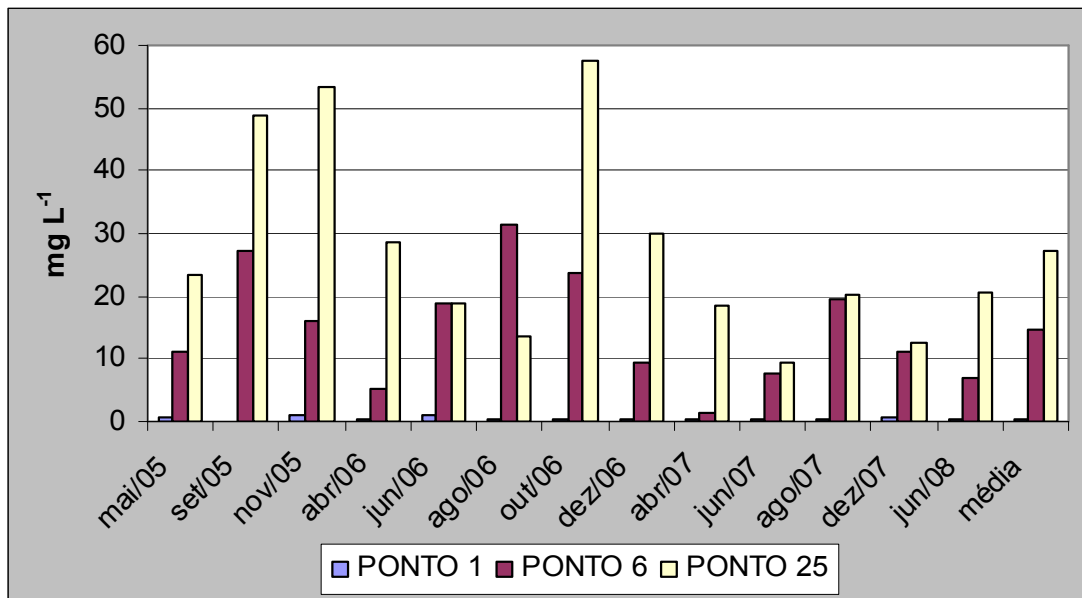


**Figura 26 - Porcentagem de ocorrência de classes para coliformes fecais nos pontos estudados.**

Os resultados encontrados mostram um corpo hídrico que passa a ser um canal de afastamento de esgoto doméstico que tem como destino as águas do arroio Portão e conseqüentemente, atinge as águas do rio dos Sinos.

### 3.5 NITROGÊNIO AMONÍACAL

Para o parâmetro de nitrogênio amoniacal os resultados estão apresentados na figura 27 para os pontos estudados.



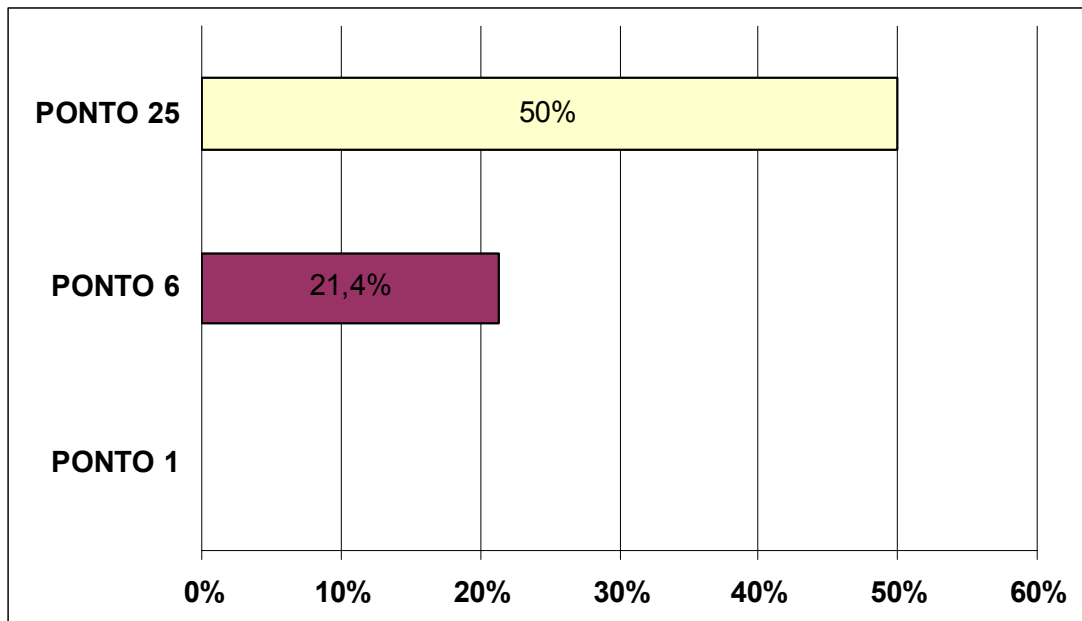
**Figura 27 - Resultados obtidos para nitrogênio amoniacal durante o período monitorado.**

Considerando os valores referidos para a caracterização de esgoto doméstico nesta pesquisa, o ponto 1 não apresentou características de esgoto doméstico em nenhuma das amostragens realizadas no período.

Seguindo a mesma caracterização, o ponto 6 apresentou em 21,4 % das amostragens realizadas características de esgoto doméstico enquanto o ponto 25 apresentou em 50 % das amostragens esta característica.

Pode ser observada na figura 28 a distribuição percentual de característica como esgoto doméstico para os pontos 1, 6 e 25 durante o período monitorado.





**Figura 28 - Percentual de característica como esgoto doméstico dos pontos monitorados.**

A contribuição para este parâmetro pode estar associada a fontes antrópicas como esgotos domésticos e industriais, assim como adubos agrícolas, embora não tenha sido identificada durante a pesquisa nenhuma contribuição por esta fonte ao longo do arroio.

Em 71,4 % das amostragens, o ponto 6 e o ponto 25 apresentaram valores superiores ao mínimo para a caracterização de esgoto doméstico.

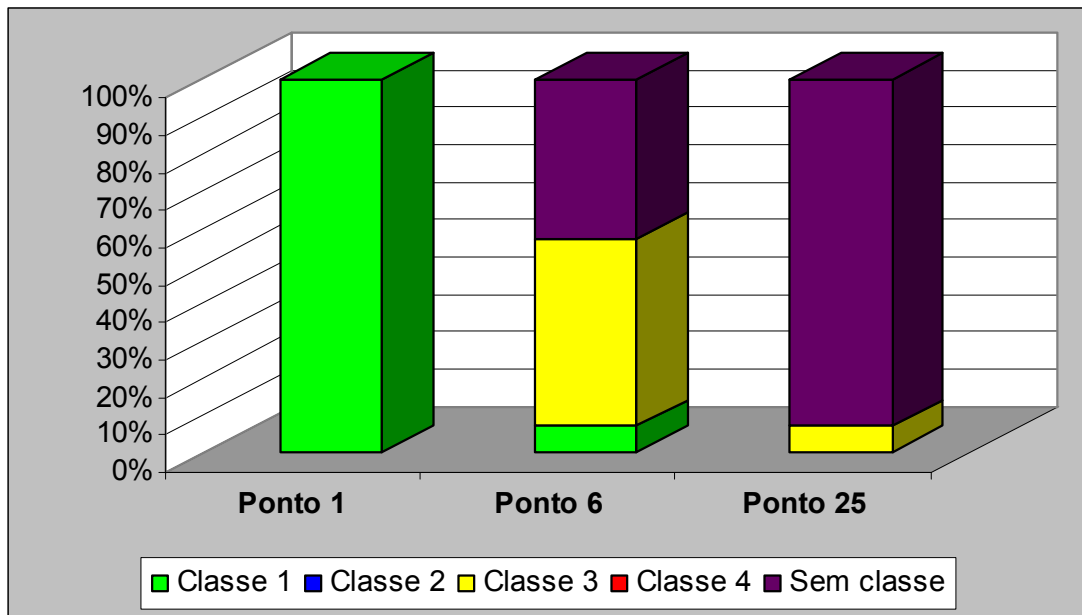
Em um corpo d'água, a determinação da forma predominante de nitrogênio pode fornecer informações sobre o estágio da poluição. Uma poluição recente está associada ao nitrogênio na forma orgânica ou de amônia, enquanto uma poluição mais antiga está associada ao nitrogênio na forma de nitrato.

Considerando a Resolução CONAMA 357/2005, os resultados apresentados no ponto 1 demonstram que em todas as amostragens realizadas apontam características de classe 1.

No ponto 6 apresenta uma diminuição na qualidade da água onde 50 % das amostragens foram classificadas como classe 3.

O ponto 25 apresentou em 92,9 % das amostragens realizadas característica "Sem classe".

A figura 29 apresenta a porcentagem para a ocorrência de classes para o parâmetro de nitrogênio amoniacal nos pontos avaliados.



**Figura 29 - Porcentagem de ocorrência de classes para nitrogênio amoniacal nos pontos estudados.**

O nitrogênio é elemento indispensável para o crescimento de algas e em elevadas concentrações podem conduzir a um crescimento exagerado desses organismos, processo denominado eutrofização. Este fenômeno pode causar a diminuição do OD, o que leva a morte por asfixia de organismos aeróbios.

Portanto os resultados para os parâmetros analisados até aqui mostram impacto causado nas águas do arroio pelo lançamento de esgoto doméstico sem tratamento e esgoto industrial.

### 3.6 ÓLEOS E GRAXAS TOTAIS

Os resultados para o parâmetro OG nos pontos 1, 6 e 25 durante o período de monitoramento deste trabalho são apresentados na figura 30.

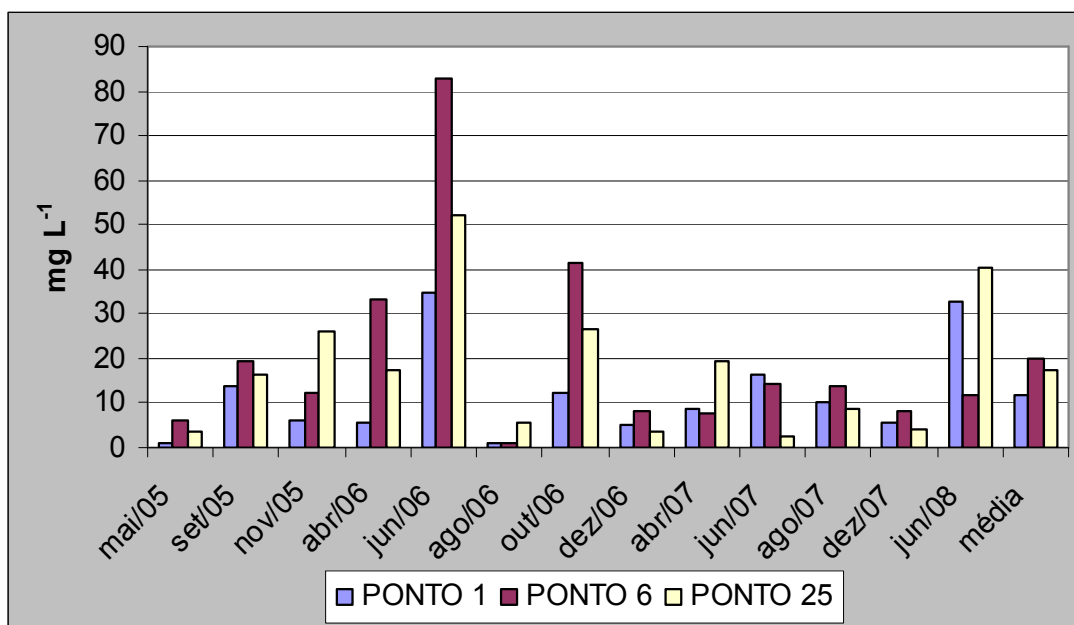


Figura 30 - Resultados obtidos para OG durante o período monitorado.

Na avaliação do parâmetro OG foi considerado como valor de referência a soma dos óleos e graxas vegetal ou gordura animal e óleos e graxas minerais, uma vez que a legislação os trata com distinção.

As amostragens para o ponto 1 apresentaram variações de 97 % entre os resultados em determinados períodos de coleta, o valor mínimo foi de 1 mg L<sup>-1</sup> e o valor máximo 35 mg L<sup>-1</sup>.

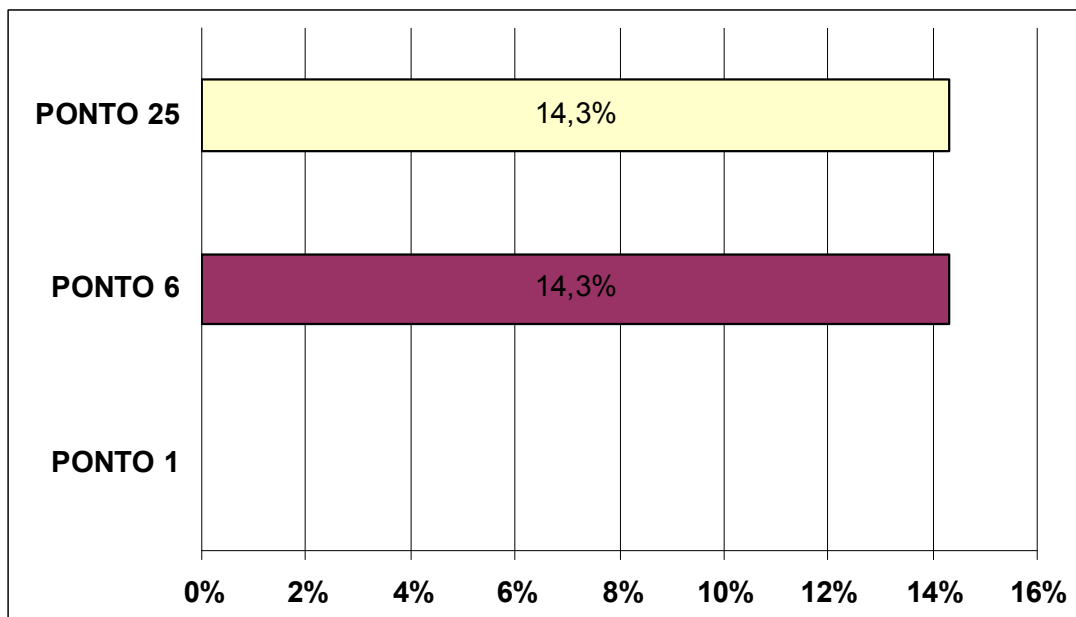
Considerando a legislação Resolução CONSEMA 128/2006 o ponto 1 não apresentou característica de efluente industrial.

Para a mesma legislação, o ponto 6 e o ponto 25 apresentaram em 14,3 % das amostragens características de efluente industrial.

Os óleos e graxas são oriundos de despejos e resíduos industriais, esgotos domésticos, cozinhas domésticas, restaurantes, efluentes de oficinas mecânicas, postos de gasolina, estradas e vias públicas e raramente são oriundos de águas naturais.

Os despejos de origem industrial são os que mais contribuem para o aumento de matérias graxas nos corpos d'água, dessa forma, este parâmetro revela a interferência antrópica no meio.

A figura 31 apresenta a distribuição percentual dos pontos 6 e 25 com relação a característica de efluente industrial conforme a Resolução CONSEMA 128/2006.

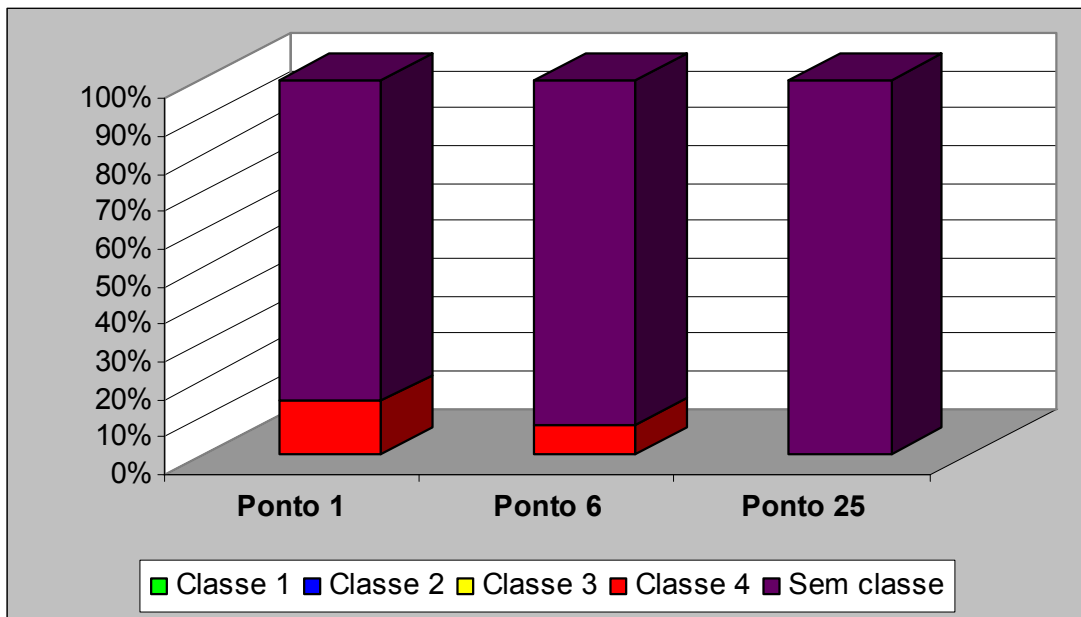


**Figura 31 - Porcentagem característica de efluente industrial para os pontos 6 e 25 monitorados.**

Considerando a resolução CONAMA 357/2005, o parâmetro OG apresentou característica “Sem classe” na maioria das amostragens realizadas, uma vez que, pela legislação, este parâmetro é definido como critério de classificação como ausente em todas as classes, exceto a classe 4 que tolera iridescências, neste caso estabeleceu-se o valor de  $1 \text{ mg L}^{-1}$  como referência.

O ponto 1 apresentou em 14,3 % características de classe 4 enquanto o ponto 6 apresentou em 7,1 % das amostragens a mesma classe. O ponto 25 apresentou em todas as amostragens características “Sem Classe”.

Pode-se observar na figura 32 a distribuição percentual da ocorrência de classes no parâmetro de OG segundo a Resolução CONAMA 357/2005.



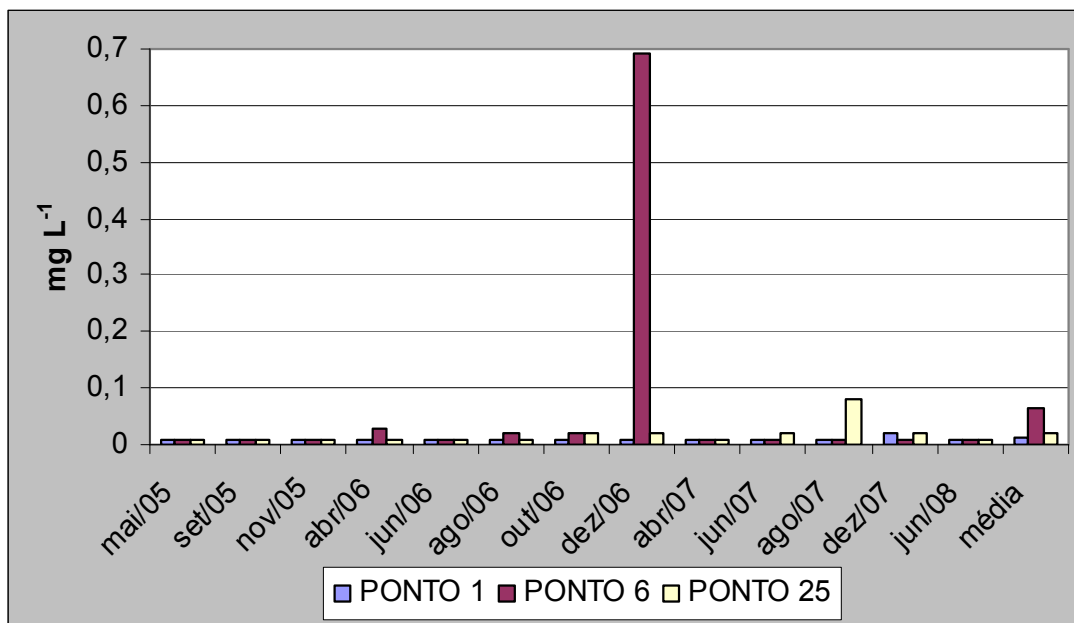
**Figura 32 - Porcentagem de ocorrência de classes para OG nos pontos estudados.**

Devido a contribuição de esgotos domésticos e efluentes industriais, estes resultados são justificados para os pontos 6 e 25. Porém, o ponto 1 considerado a nascente do arroio Estância Velha apresentou em algumas amostragens com características semelhantes ao ponto 6.

Para este comportamento, uma possível fonte é a contribuição de esgotos de poucas residências e da criação de animais (embora em quantidade muito inferior quando comparada aos outros pontos) em área próxima ao ponto amostrado.

### 3.7 FENOL

O tratamento dos dados obtidos pelo monitoramento realizado pela SEMAPE para o parâmetro fenol nas águas do arroio Estância Velha nos pontos identificados como ponto 1, ponto 6 e ponto 25 durante o período monitorado, são apresentados na figura 33.



**Figura 33 - Resultados obtidos para fenol durante o período monitorado.**

O fenol pode ser encontrado em efluentes de empresas que produzem resinas ou compostos fenólicos para o uso de desinfetantes e agentes antissépticos. No município de Estância Velha, o fenol pode ser encontrado em efluentes de empresas que utilizam curtentes vegetais (tanino vegetal) no curtimento de peles na fabricação do couro.

Analisando o gráfico com os valores apresentados no período monitorado, observa-se que os resultados não apresentaram variações significativas, exceto em dezembro de 2006 onde pode ser observado um valor de 0,69 mg L<sup>-1</sup> no ponto 6.

Embora no ponto 6 não tenha sido identificada nenhuma empresa que utiliza tanino no processo, este resultado pode estar relacionado a um lançamento pontual de efluente industrial de empresa não licenciada no município, uma vez que a região apresenta empresas de curtimento à base de tanino vegetal.

O ponto 1 e o ponto 25 em todas as amostragens apresentaram resultados abaixo dos valores de referência segundo a Resolução CONSEMA 128/2006, não apresentando características de efluente industrial segundo este parâmetro, enquanto o ponto 6 apresentou em 7,1 % das amostragens a característica de efluente industrial.

Embora os resultados para os pontos 6 e 25 não os classifiquem como efluente industrial, exceto a coleta de dezembro para o ponto 6, nestes pontos já é

possível observar a influência dos despejos industriais onde os valores apresentam-se maiores em relação ao ponto 1.

Considerando a Resolução CONAMA 357/2005, o ponto 1 apresentou característica de classe 3 em 92 % das coletas realizadas. O ponto 6 e 25 apresentaram respectivamente 77 % e 62 % de característica para a classe 3.

A figura 34 apresenta a porcentagem de ocorrência de classes para os pontos avaliados segundo a Resolução CONAMA 357/2005.

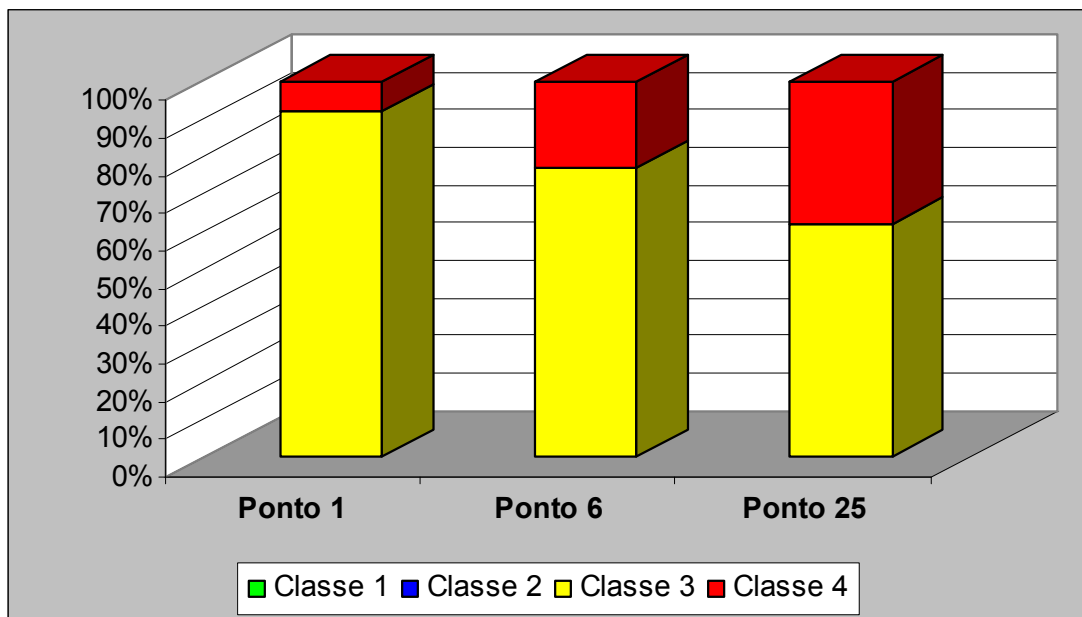


Figura 34 - Porcentagem de ocorrência de classes para fenóis nos pontos estudados.

Os fenóis e seus compostos existentes em resíduos industriais, além de serem tóxicos, causam problemas em sistemas de tratamento de água, pois se combinam com o cloro para produzir sabor e odor desagradáveis.

Os fenóis são tóxicos ao homem, aos organismos aquáticos e aos microrganismos que tomam parte dos sistemas de tratamento de esgotos sanitários e de efluentes industriais.

### 3.8 CROMO TOTAL

Os resultados para o parâmetro de cromo total nos pontos identificados como ponto 1, ponto 6 e ponto 25 durante o período de monitoramento deste trabalho são apresentados na figura 35.

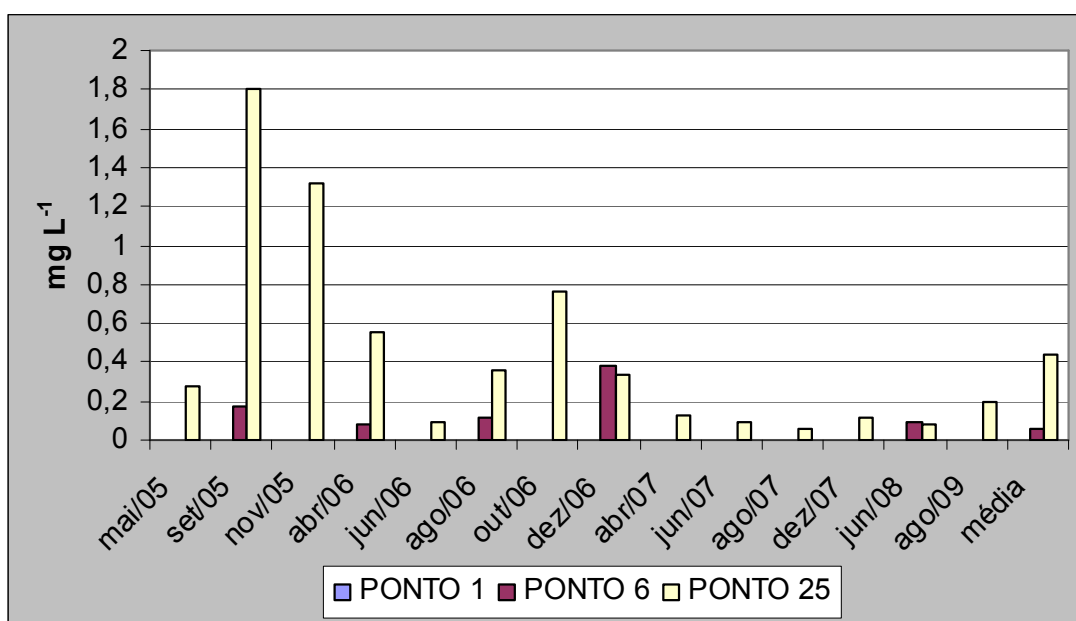


Figura 35 - Resultados obtidos para cromo total durante o período monitorado.

Os valores encontrados no ponto 1 em todas as amostragens ficaram abaixo do limite de detecção do método utilizado no laboratório ( $0,005 \text{ mg L}^{-1}$ ). O que demonstra para este ponto nenhuma poluição por efluentes industriais que tenham este metal em sua composição.

O ponto 6 em 64,3 % das coletas apresentou-se abaixo do limite de detecção. Em dezembro de 2006, este ponto apresentou o valor máximo de  $0,38 \text{ mg L}^{-1}$ . Fato que se deve a presença de um curtume licenciado que lança seu efluente tratado neste ponto monitorado.

Considerando a Resolução CONSEMA 128/2006, todos os resultados dos pontos 1 e 6 ficaram abaixo do valor máximo permitido, ou seja, abaixo de  $0,5 \text{ mg L}^{-1}$ , não apresentando desta forma, características de efluente industrial.

O ponto 25 apresentou em 28,6 % das amostragens realizadas características de efluente industrial segundo a legislação CONSEMA 128/2006,



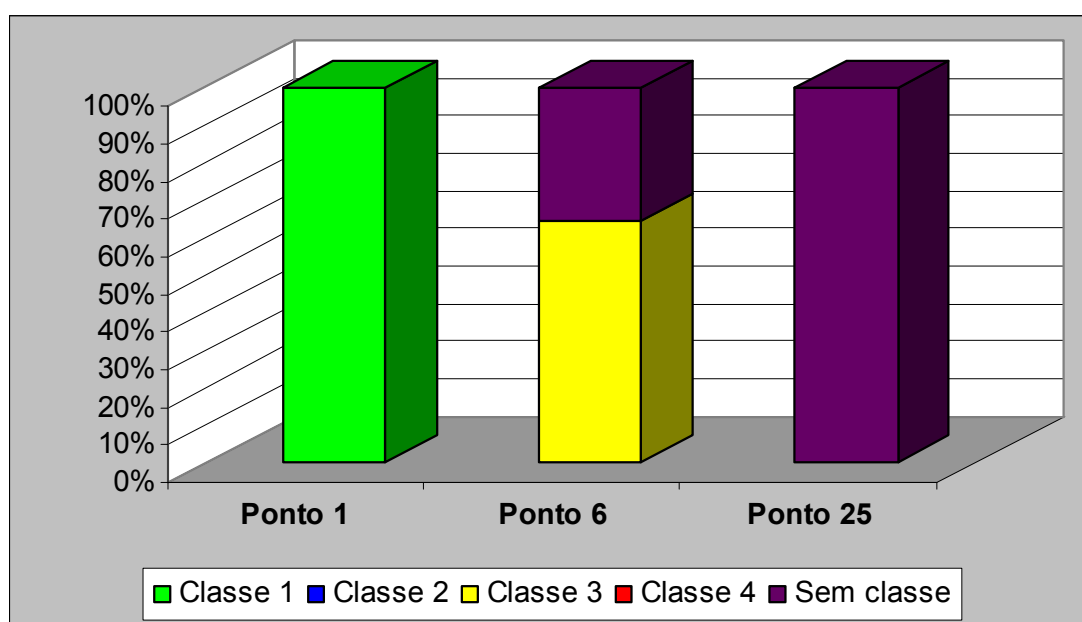
apresentando em duas oportunidades resultados maiores do que o dobro do valor máximo permitido por esta legislação.

Estes resultados revelam claramente a ação antrópica no meio a partir do ponto 6, uma vez que este metal está presente na matéria prima utilizada para curtimento do couro, principal atividade industrial do município.

Um organismo aquático pode ou não ser sensível a ação tóxica de um metal, mas o bioacumula, potencializando o efeito nocivo ao longo da cadeia alimentar, colocando em risco organismos situados no topo dessa cadeia. Embora o arroio Estância Velha não tenha mais a presença de peixes, suas águas contribuem para o rio dos Sinos, onde famílias praticam a pesca como meio de sobrevivência.

Segundo a Resolução CONAMA 357/2005, o ponto 1 apresentou características compatíveis com a classe 1 durante todo o período monitorado em todas as amostras analisadas. No ponto 6 em aproximadamente 35,7 % das amostras analisadas, os resultados apresentaram característica "Sem Classe". O ponto de monitoramento 25 apresentou característica "Sem classe" em todas as coletas realizadas. Em setembro de 2005 o valor foi de  $1,8 \text{ mg L}^{-1}$ , 36 vezes acima do valor máximo permitido para a classe 3.

A partir de dezembro de 2006 observa-se uma diminuição dos valores encontrados para este parâmetro analisado. A figura 36 apresenta o percentual de ocorrência de classes para os pontos monitorados neste estudo.










**Figura 36 - Porcentagem de ocorrência de classes para cromo total nos pontos estudados.**

Os despejos de resíduos industriais são as principais fontes de contaminação das águas dos rios com metais, visto que o cromo é o insumo principal dos curtumes. Este curtente mineral é usado nos processos de curtimento e recurtimento de couros.

### 3.9 CLASSIFICAÇÃO DOS PONTOS SEGUNDO A METODOLOGIA PROPOSTA

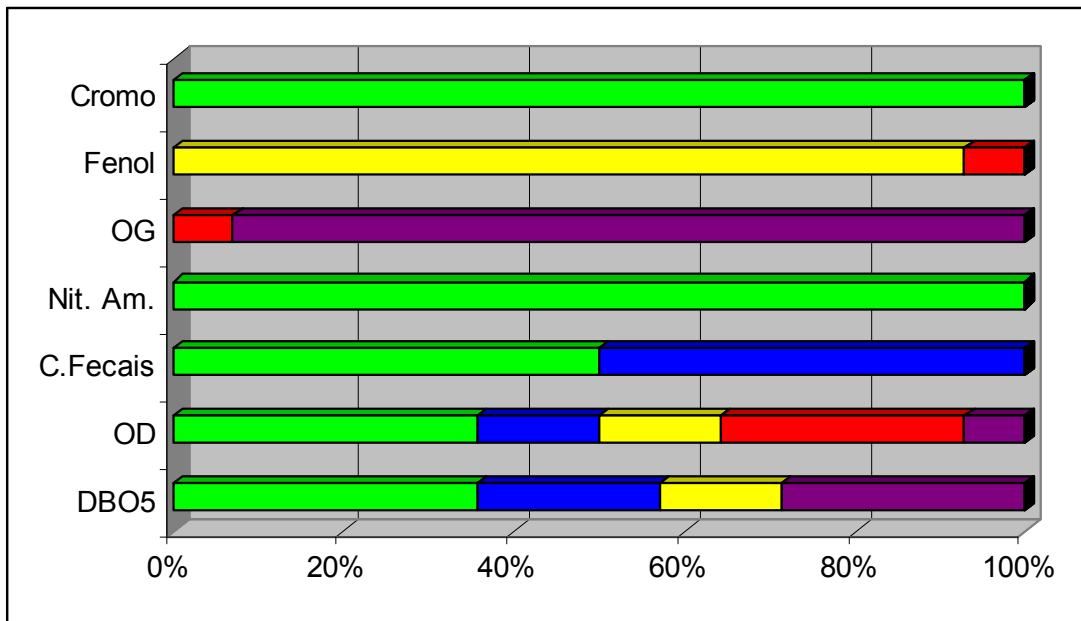
Conforme a metodologia proposta, os resultados dos parâmetros geraram classificação para cada um dos três pontos monitorados no arroio Estância Velha. A forma de apresentação desta classificação é feita através de cores (tabela 13), que identificam cada uma das classes ou características pré-determinadas, para cada um dos pontos avaliados no monitoramento desenvolvido pelo município.

**Tabela 13 - Apresentação segundo a metodologia proposta para a classificação dos pontos avaliados no monitoramento com identificação da classe por uma cor característica.**

	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Sem Classe	Efluente Industrial	Esgoto Doméstico
Cor característica							

#### 3.9.1 Classificação do Ponto 1 - Nascente

A figura 37 apresenta a distribuição percentual para a classificação das águas do arroio Estância Velha, para o ponto 1 de monitoramento do município, realizado pela SEMAPE no período de 2005 a 2009, segundo a metodologia proposta neste trabalho.

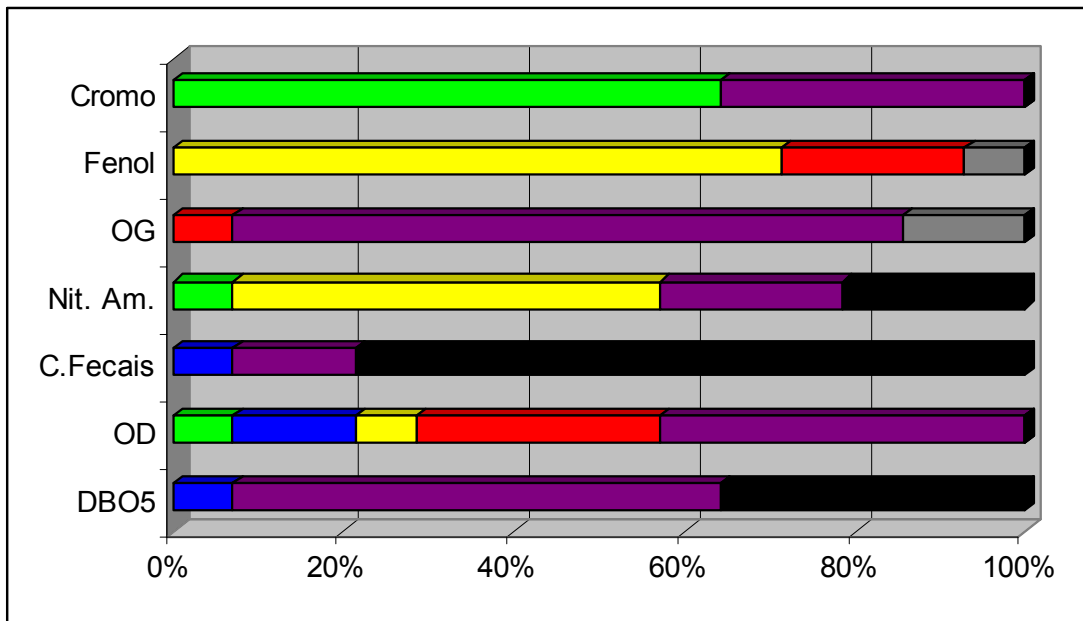


**Figura 37 - Apresentação dos resultados obtidos para o ponto 1 durante o período monitorado, segundo a metodologia proposta.**

Considerado a nascente do arroio Estância Velha, a maioria dos parâmetros analisados apresentaram características de classe 1 com exceção do parâmetro de OG e fenol, que apresentaram característica “Sem Classe” e classe 3 respectivamente. Os dados apresentados mostram que o ponto 1 não possui a interferência de efluentes industriais ou esgotos domésticos.

### **3.9.2 Classificação do Ponto 6 - Centro**

A distribuição percentual para a classificação das águas do arroio Estância Velha, para o ponto 6 de monitoramento do município, está apresentada na figura 38, segundo a metodologia proposta neste trabalho.



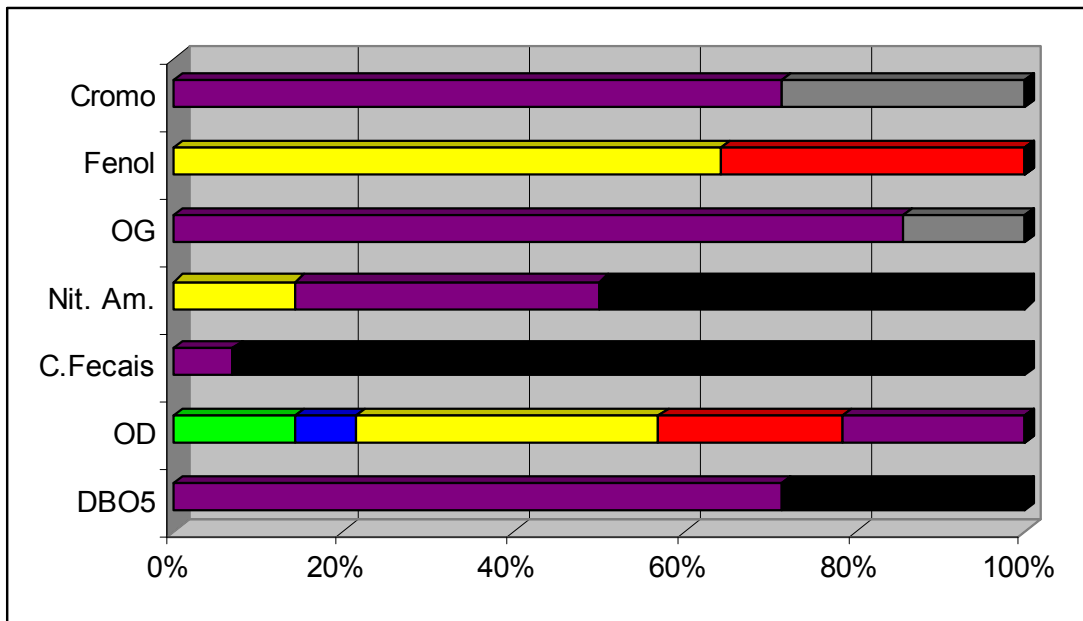
**Figura 38 - Apresentação dos resultados obtidos para o ponto 6 durante o período monitorado, segundo a metodologia proposta.**

Localizado no centro do município de Estância Velha, o ponto 6 recebe a contribuição dos esgotos domésticos sem tratamento e o lançamento do efluente industrial de um curtume licenciado pela SEMAPE.

Segundo os dados apresentados, observa-se a interferência da ação antrópica. Os parâmetros avaliados são comparáveis a característica de esgoto doméstico, com o parâmetro de coliformes fecais com 80 % do período monitorado apresentando esta característica.

### 3.9.2 Classificação do Ponto 25 - Campo Grande

O ponto 25 de monitoramento tem sua distribuição percentual para a classificação das águas do arroio Estância Velha apresentada na figura 39, segundo a metodologia proposta neste trabalho



**Figura 39 - Apresentação dos resultados obtidos para o ponto 25 durante o período monitorado, segundo a metodologia proposta.**

Os resultados apurados e analisados para este ponto de monitoramento são a exemplo do ponto anterior, semelhantes quando analisados os parâmetros característicos de poluição doméstica, com forte impacto deste tipo de poluente.

O metal analisado neste ponto de amostragem mostra o forte impacto produzido por poluição de características industriais.

O monitoramento mostra para este ponto (a exemplo do ponto 6) alternância de momentos com classificação, indicando que os lançamentos de origem industriais fora do padrão são realizados esporadicamente.

## CONCLUSÃO

Durante o período monitorado, o ponto 1 considerado a nascente do arroio Estância Velha não apresentou a interferência de esgotos domésticos e efluentes industriais, tendo em sua maioria, a característica de classe 1 segundo a Resolução CONAMA 357/2005.

O arroio Estância Velha nos pontos de monitoramento 6 e 25, revelam altos níveis de poluição doméstica, muitas vezes, com valores comparáveis a esgoto doméstico bruto. O ponto 6 revela o forte impacto causado pelos esgotos domésticos lançados sem tratamento.

Ao ponto 25 soma-se à poluição doméstica a poluição industrial, relacionadas às indústrias nesta região que utilizam o cromo em seus processos produtivos.

Em duas oportunidades, os resultados para o parâmetro cromo total apresentaram-se maiores que o dobro do valor máximo permitido pela legislação CONSEMA 128/2006.

Os valores encontrados nas determinações deste metal são indicativos de estações de tratamento de efluentes industriais com baixos níveis de eficiência.

A maioria das análises realizadas indicam a quantidade de cargas poluentes no ponto 25 maior que nos outros pontos, o que indica a carga de poluentes domésticos e industriais tem concentrações muito elevadas.

A partir de dezembro de 2006 parte dos parâmetros avaliados apresentaram uma diminuição dos valores, este reflexo pode estar relacionado a maior controle de fiscalização do órgão público após o maior desastre ambiental ocorrido no Sinos no mesmo ano.

A solução para uma melhora significativa da poluição orgânica passa necessariamente pela construção de Estação de Tratamento de Esgoto, medida fundamental para a despoluição deste curso de água.

A natureza, o homem e até mesmo as cidades estão interligados e dependem de um equilíbrio do ciclo da água. Apenas quando tivermos um destino adequado para todos os resíduos industriais e todo esgoto produzido nas áreas urbanas, poderemos garantir a conservação de nossos rios e mananciais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20th. APHA, 2005.

ASSIS, Fabíola O. **Poluição Hídrica por dejetos de Suínos: um estudo de caso na área rural do município de Quilombo, Santa Catarina**. Curitiba, 2006. 182 p. Tese (Mestrado em Geografia) Universidade Federal do Paraná, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1986, NBR 9648: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1987, NBR 9897: Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro.

AZEVEDO, Netto; NETTO, Manoel Henrique Campos Botelho. **Manual de Saneamento de Cidades e Edificações**. Ed. São Paulo Pini, 1991.

BAIRD, Colin. **Química Ambiental**. 2. ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2004. 621p

BÁRBARA, Viníciu F.; UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS. Mestrado em Meio Ambiente. **Uso do Modelo QUAL2E no Estudo da Qualidade da Água e da Capacidade de Autodepuração do Rio Araguari – AP (AMAZÔNIA)**. 2006. 174 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente) – Universidade Federal de Goiás, 2006.

BIGNETTI, J.C. **Técnicas de Coleta e Preservação de Amostras Ambientais**. Rede Metrológica, RS. Porto Alegre, 2004.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J.G.L.; BARROS, M.T.L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à Engenharia Ambiental**. São Paulo, SP: Prentice Hall. 318 p. 2006.

BRANCO, Samuel M.; MURGEL, Eduardo. **Poluição do ar**. 6. ed. São Paulo, SP: Moderna, 1997. 87 p.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. DOU em 05 de outubro de 1988. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/sf/legislacao/const/>> Acesso em: 14 set 2009.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **AGENDA 21: cidades sustentáveis**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>> Acesso em: 10 ago 2009.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Política Nacional de Recursos Hídricos: **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 1997. p. 1 – 8.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente: **Resolução 274, de 29 de novembro de 2000**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2000. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res00/res27400.html>> Acesso em: 14 set 2009.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente: **Resolução 357, de 17 de março de 2005**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. p. 1-23. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama/res/res05/res35705>> Acesso em: 14 set 2009.

CAUDURO, F. A. **Apontamentos de irrigação**. Porto Alegre: IPH/UFRGS, 1996.

CD-ROM Água, Meio Ambiente e Vida – Coleção Água, Meio Ambiente e Cidadania. SRH/MMA/ABEAS.

CETESB, 2009. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>> Acesso em: 05 set 2009.

COMITESINOS. Revista. **Enquadramento das águas da bacia hidrográfica do rio dos sinos**. Paim, Paulo; Weinmann, Carlos G; Nabinger, Viviane. Ed. São Leopoldo. 1999.

COMITESINOS. **Identificação dos Pontos de Impacto na Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos – Retirada e Devolução de Água**. PROJETO MONALISA, Dezembro/2006. DVD.

COMITESINOS, 2009. Disponível em: <<http://www.comitesinos.com.br>> Acesso em: 05 set 2009.



CONSELHO DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL - CRH. **Resolução nº 128/2006**. Disponível em: <<http://www.rs.gov.br>> Acesso em: 20 set 2009.

COTTA, Jussara A. O; REZENDE, Maria A. O; PIOVANI, Mônica R. **Avaliação do Teor de Metais em Sedimento do Rio Betari no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira – Petar**, São Paulo, Brasil. **Quím. Nova**, Vol 29, nº 1, 4045, 2006.

CUNHA, Alan C; CUNHA, Helenilza F. A; SOUZA, Jaceline de A; NAZARÉ Alan S. **Monitoramento de Águas Superficiais em Rios Estuarinos do Estado do Amapá sob Poluição Microbiológica**. Ciências Naturais, Belém, v. 1, n. 1, p. 191-199, jan-abr. 2005.

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Lei nº 10.350, de 30 de dezembro de 1994**. DOE em 01/01/1995. Disponível em: <[http://wwwbr.geocities.com/amientche/lei\\_10350.htm](http://wwwbr.geocities.com/amientche/lei_10350.htm)> Acesso em: 14 set 2009.

FAGUNDES, R. M. S. **Monitoramento Ambiental da Qualidade da Água do Arroio Portão no Município de Portão**. Novo Hamburgo, 2004. 111p. Monografia. Instituto de Ciência Exatas e Tecnológicas, FEEVALE, 2004.

FIERGS. Comunicado técnico CODEMA. **A Carga Orgânica Despejada na Bacia do Rio dos Sinos**. Edição 10, 2006.

FINK, D.R.; SANTOS, H.F. **A Legislação de Reuso de Água**. In: Reuso de Água. Barueri, SP: Manole [et al.]. 579 p. 2003.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIZ ROESSLER (RS) - FEPAM. **Efluentes líquidos industriais: cargas poluidoras lançadas nos corpos hídricos do Estado do Rio Grande do Sul -1997**. Porto Alegre, RS: FEPAM, 145 p.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIZ ROESSLER (RS) - FEPAM. **Portaria nº 074/2007**. Disponível em: <[http://www.fepam.rs.gov.br/legislacao/arq/Portaria074\\_2007.pdf](http://www.fepam.rs.gov.br/legislacao/arq/Portaria074_2007.pdf)> Acesso em: 05 set 2009.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIZ ROESSLER (RS) - FEPAM. **Portaria nº 087/2006**. Disponível em: <<http://www.fepam.rs.gov.br/noticias>> Acesso em: 05 set 2009.

GOMES, A. da S. & PETRINI, J. A. **Manejo da água em arroz irrigado**. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ, XXII. Anais.EPAGRI-IRGA, Itajaí, SC.1997. p68-70.

GOOGLE, 2009. Disponível em: <<http://www.google.com.br>> Acesso em: 20 ago 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.com.br>> Acesso em: 15 set 2009.

INSTITUTO RIOGRANDENSE DO ARROZ – IRGA, 2003. Disponível em: <<http://www.irga.rs.gov.br>> Acesso em: 05 set 2009.

JORDÃO, Cláudio P.; PEREIRA, Madson de G.; MATOS, Antônio T.; PEREIRA, José L. **Influence of Domestic and Industrial Waste Discharges on Water Quality at Minas Gerais State, Brazil**. J. Braz. Chem. Soc, Vol. 16, Nº. 2, 241-250, 2005.

JORNAL NH. Grupo Editorial Sinos. Novo Hamburgo - RS. **Reportagem do dia 17/03/2008**.

JORNAL ZERO HORA. Grupo RBS Internet e Inovação. Porto Alegre - RS. Disponível em: <<http://zerohora.clicrbs.com.br/zerohora>> Acesso em: 05 set 2009.

KALE, Eduardo. **Estudo Experimental na Baía de Sepetiba para Obtenção de Dados de Velocidade em Águas Costeiras para a Utilização na Calibração e Validação de Resultados de Métodos Computacionais**. Rio de Janeiro, 2000. 140 p. Tese (Mestrado em Ciências em Saúde Pública) Fundação Oswaldo Cruz, 2000.

KREBS, S.J.; REIS, F. P. 1994. **Fontes de Degradação Ambiental do Município de Estância Velha/RS**. Porto Alegre: CPRM/METROPLAN.

**LEI MUNICIPAL 050, de 5 de agosto de 1993**. In: Política do Meio Ambiente do Município de Estância Velha. Disponível em: <<http://www.estanciavelha.rs.gov.br>> Acesso em: 05 ago 2009.

MITTEREGGER Jr, Horst.; HENRIQUES, J.A.P.; SILVA, J.; YONEMA, M.L.; DIAS, J.F. **Avaliação das atividades tóxicas e mutagênicas da água e do sedimento do Arroio Estância Velha, Região Coureira-Calçadista. Utilizando Allium cepa**. J. Braz. Soc. Ecotoxicol., Vol. 1, Nº. 2, 147-151, 2006.

MAIA, R. A M. & CLAAS, C.I. 1994. **Manual básico de resíduos industriais de curtume**. Porto Alegre, SENAI/RS. 187p.

NASCIMENTO, Carlos Augusto do. **Arroio Pampa: condição atual e sua contribuição para as águas do Rio dos Sinos**. Novo Hamburgo, 2007. 107 p. Tese (Mestrado em Qualidade Ambiental) Instituto de Ciência Exatas e Tecnológicas, FEEVALE, 2007.

NAIME, R.; FAGUNDES, R. S. **Controle da Qualidade da água do Arroio Portão, RS**. Instituto de Geociências, UFRGS, Pesquisa em Geociências, 32. Porto Alegre – Brasil, 2005.

NIETO P.; CUSTODIO Emilio.; MANZANO M. **Baseline groundwater quality: a European approach**. Environmental Science & Policy, 8, 399–409, Spain, 2005.

NORONHA, L. C.; GRASSI, L. A.T.; CALLEGARO, V. L.; FILHO, O. L. B.; FISCHER, L. A. **Tempo das Águas**. Porto Alegre, RS: Laser Press Comunicação, 2006.120p.Seleção de artigos.

NUVOLARI, A.; TELLES, D.; RIBEIRO, J. T.; MIYASHITA, N. J.; RODRIGUES, R. B.; ARAÚJO, R. **Esgoto Sanitário**. São Paulo, SP: Edgard Blücher Ltda, 2003. 520p.

PHILIPPI Jr, Arlindo. 2008. **Saneamento, Saúde e Ambiente**. São Paulo, SP: Manole. 842p.

PRÓ-GUAÍBA, 1998. **Baía de todas as águas**. Secretaria Executiva do Programa Pró-Guaíba. Secretaria da Coordenação e Planejamento do Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

PROTEGER, 1994. **Programa Técnico para o Gerenciamento da Região Metropolitana de Porto Alegre**. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Fundação de Planejamento Metropolitano e Regional. Porto Alegre.

REBOUÇAS, Aldo da Cunha. 2004. **Uso inteligente da água**. São Paulo, SP: Escrituras Editora. 207p.

SARIEGO, José Carlos. 1994. **Educação Ambiental – As ameaças ao planeta azul**. São Paulo, SP: Ed. Scipione. 208p.

SECRETARIA DA SAÚDE E MEIO AMBIENTE. Portaria n° 05/89 de 16 de março de 1989 –. **Aprova a Norma Técnica SSMA n° 01/89**. Governo do Estado do Rio Grande do Sul, 1989.

**SEMAPE – SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE E PRESERVAÇÃO ECOLÓGICA**. Disponível em: <<http://www.estanciavelha.rs.gov.br>> Acesso em: 05 ago 2009.

SILVA, Angela Tostes Alves da. **Aspectos meteorológicos e balanço hídrico em um aterro de resíduos sólidos urbanos**. Rio de Janeiro, 2008. 141 p. Tese (Mestrado em Engenharia Civil) Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2008.

SOARES, Rosinethe Monteiro. 2007. Hierarquia das Leis. Disponível em: <<http://www.essere.com.br/artigos/hierarquia.htm>> Acesso em: 05 ago 2009.

SPERLING, Marcos Von. 1996. **Introdução à qualidade das águas ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte, UFMG, Departamento do Engenharia Sanitária e Ambiental. 243p.

SPERLING, Marcos Von. 1996. **Princípios básicos do tratamento de esgotos**. Belo Horizonte, UFMG, Departamento do Engenharia Sanitária e Ambiental. 211p.

TAKIYAMA, Luis Roberto. 2003. **Projeto Rede de Coletores de Informações Sócio-Ambientais**. Disponível em: <<http://www.iepa.ap.gov.br>> Acesso em: 05 ago 2009.

TUNDISI, José Galizia. **Limnologia e Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos**. Revista Ciência & Ambiente. Santa Maria, UFSM. Vol. 1, 9-20, 2000.

TUCCI, Carlos E. M.; SILVEIRA, André L. L. da; BENETTI, Antonio; LANNA, Antonio E. L.; BIDONE, Francisco Ricardo Andrade. **Hidrologia**. 2. ed. Porto Alegre, RS: Ed. da Universidade / UFRGS, ABRH - Nacional, 2000. 943 p.

YABE, Maria Josefa S.; OLIVEIRA, Elisabeth de. **Metais Pesados em Águas Superficiais Como Estratégia de Caracterização de Bacias Hidrográficas**. Quim. Nova, Vol 21, n° 5, 551 – 556, 1998.