Estudos Tecnológicos - Vol. 5, n° 2:227-244 (mai/ago. 2009) ISSN 1808-7310
doi: 10.4013/ete.2009.52.09

Monitoramento de ph, temperatura, OD, DBO e condições microbiológicas das águas do arroio Pampa em Novo Hamburgo (RS)

Ph, temperature, OD, DBO and mycrobiologiccal conditions tracking of the waters of Pampa Stream in Novo Hamburgo (RS)

Carlos Augusto do Nascimento
Professor do ICET – FEEVALE
RS 239, 2755, Novo Hamburgo, RS, Brasil, 93352-000
efluentes@terra.com.br

Roberto Naime
Professor do ICET –FEEVALE
RS 239, 2755, Novo Hamburgo, RS, Brasil, 93352-000
rnaime@feevale.br

Resumo

Arroios que passam por centros urbanos carregam em suas águas esgoto doméstico e efluentes industrias. Embora a legislação ambiental brasileira determine o monitoramento, e a classificação destes corpos hídricos, com posterior publicação dos resultados obtidos, na maioria dos casos isto efetivamente não ocorre. O arroio Pampa com a maior parte do seu território no município de Novo Hamburgo (RS, Brasil), passa por bairros densamente habitados, tem todo o esgoto doméstico destes bairros escoado por suas águas, é corpo receptor de efluentes industriais, e apesar de ter sua foz a aproximadamente 1,5 km do ponto de captação de água para o consumo de mais de 250.000 pessoas, é exemplo típico desta situação. Este trabalho monitorou por período de um ano as águas do arroio Pampa, e as águas do rio dos Sinos a montante da foz do arroio, com coletas espaçadas por aproximadamente 45 dias, buscado a classificação segundo a Resolução CONAMA 357 e a influência das águas do arroio no ponto do Rio dos Sinos onde se localiza a captação de água para consumo do município de Novo Hamburgo. A determinações dos parâmetros nos pontos de amostragem do arroio Pampa e do ponto localizado no rio dos Sinos a montante da foz do arroio, foram realizadas pela Central Analítica do Centro Universitário FEEVALE. Para a comprovação da influência das águas do arroio nas águas do Rio dos Sinos no ponto de captação da Companhia Municipal de Saneamento (COMUSA), usou-se dados desta companhia e da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (RS, FEPAM), entidades que monitoram este ponto de retirada de água. As águas do arroio Pampa apresentaram para alguns parâmetros características semelhantes a de esgoto doméstico. O impacto causado as águas do Rio dos Sinos pelas águas do arroio Pampa é relativo a esgoto doméstico. A solução para as atuais péssimas condições químicas e microbiológicas das

Abstract

Streams which pass by urban centers, as a rule, carry domestic sewage and industrial effluents in their waters. Although the Brazilian environmental legislation determines their control and the classifications of these hydric bodies with posterior publication of the obtained results, this fact does not effectively occurs. The Pampa stream, with the major part of its territory in the municipal district of Novo Hamburgo (RS, Brazil), passes by densely inhabited districts. All of the domestic sewage from these districts is flowed off by its waters as a receptor body of industrial effluents. And, in despite of having its mouth about 1,5 km far from the point of water caption for the consume of more than 250,000 people, it is a typical example of this situation. This work monitored the waters of the Pampa stream for a period of one year and the waters of the Sinos River at the upstream of the stream mouth, with sampling seat at intervals of 45 days, searching for the classification according to the CONAMA 357 resolution and the influence of the stream waters in the point of the Sinos River where the caption of water for consume of the municipal district of Novo Hamburgo is located. The determinations of parameters in the sampling points of the Pampa stream and of the located point in the Sinos river at the upstream of the streamlet mouth, were accomplished by the Central Analítica do Centro Universitário FEEVALE. Data from Companhia Municipal de Saneamento (COMUSA) were used to prove the influence of the stream waters in the waters of Sinos river in the point of caption of the company named above, as well as, data from the *Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler* (RS, FEPAM), entities which monitor that point of withdrawal of water. The Pampa stream waters presented characteristics similar to domestic sewage. The impact caused to the waters of Sinos River by the waters of Pampa stream is related to the domestic sewage. The solution for the currently awful chemical and microbiological conditions of the Pampa waters, necessarily, passes by the construction and operation of waste water treatment

águas do arroio Pampa passa necessariamente pela construção e operação de sistemas de tratamento de esgoto doméstico.
Palavras chaves: *qualidade da água, monitoramento, Arroio Pampa.*

systems.
Key words: *water quality, monitoring, Pampa stream.*

1. Introdução

A água é um bem natural considerada renovável, mas necessita de uso responsável e otimizado, que garanta a continuidade do ciclo hidrológico. A escassez dos recursos hídricos projetado frente ao aumento da população e a crescente poluição doméstica ou industrial determinam a necessidade de monitoramento da qualidade das águas, com a finalidade de propor medidas que auxiliem na melhoria dos mananciais hídricos superficiais e subterrâneos.

Embora determinado pela legislação vigente, o monitoramento das águas superficiais não é prioridade, excluindo-se os rios principais das bacias hidrográficas, são poucos os arroios da região metropolitana de Porto Alegre que recebem ou receberam algum tipo de monitoramento físico-químico e microbiológico.

As poucas iniciativas com este propósito partiram quase que exclusivamente do meio acadêmico, como em 2002, a micro-bacia do arroio Kruze no município de São Leopoldo (RS), teve seu tronco principal monitorado, foco de dissertação de mestrado, e apresentou resultados de classificação, como por exemplo, para cromo total como classe 1, porém como classe 3 e 4 para nitrogênio e fósforo, respectivamente (Diniz, 2002), indicando poluição com característica doméstica como a maior fonte poluidora deste curso de água.

O Departamento Municipal de Águas e Esgotos de Porto Alegre (DMAE) no ano de 2002 dispensou atenção ao arroio Dilúvio, realizando monitoramento em oito estações de coletas, distribuídas nos 17 km de extensão do arroio (Tucci *et al.*, 1997).

Este monitoramento teve como proposta avaliar ações de saneamento ambiental para melhoria na qualidade das águas do arroio Dilúvio após realização de obras de saneamento na sua micro-bacia, e concluiu que mesmo após a ampliação do sistema de esgotamento sanitário não foi possível reverter o quadro de poluição destas águas (Faria e Morandi, 2002).

No ano de 2004 o arroio Portão teve alguns parâmetros físico-químicos de suas águas monitoradas, entre os meses de março e julho, e como resultado apresentou grande presença de carga orgânica, e altas concentrações de coliformes fecais, evidenciando como maior problema os efluentes domésticos lançados sem tratamento no arroio, apesar de suas águas serem também usadas como corpo receptor de efluentes industriais (Naime e Fagundes, 2005).

São reduzidos os trabalhos de monitoramento de cursos de água existentes (Rissato *et al*. 2004; Nieto *et al.,* 2005).

No município de Novo Hamburgo a qualidade das águas do arroio Pampa é alvo de discussão há mais de duas décadas, porém sem em nenhum momento terem seus parâmetros químico-físicos monitorados, ou se o tiveram, estes resultados não foram publicados.

Situado no município de Novo Hamburgo o arroio Pampa é o tronco principal da micro-bacia homônima, com aproximadamente 9 km de extensão. Corta bairros densamente habitados da cidade, e serve como corpo receptor de efluentes industriais e de esgoto doméstico, este último lançado em suas águas sem tratamento, sua foz no Rio dos Sinos está a aproximadamente 1,5 km a montante do ponto da captação de água para consumo humano do município.

O objetivo geral deste trabalho é avaliar as condições do arroio Pampa através do monitoramento das condições químicas, físicas e microbiológicas das suas águas, no período de maio de 2006 a maio de 2007, realizando coletas em três pontos do arroio Pampa espaçadas por 45 dias entre uma e outra.

Especificamente buscou-se monitorar os parâmetros de qualidade de água: pH, temperatura, demanda bioquímica de oxigênio (DBO_5), oxigênio dissolvido (OD), e coliformes fecais (*Escherichia Coli*), em três pontos do arroio Pampa e em um ponto do rio dos Sinos à montante da foz do arroio.

Relacionar os resultados obtidos com os valores de referência da Resolução 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (Brasil, 2005), para verificação da Classe atual, nos pontos de amostragem do arroio Pampa e do rio dos Sinos, além de determinando a contribuição da carga poluente presente no arroio Pampa para o ponto de captação de água para consumo humano do município de Novo Hamburgo no Rio dos Sinos, usando para isso dados da Companhia Municipal Saneamento (COMUSA) e da Fundação estadual de proteção ambiental Henrique Luiz Roessler – RS (FEPAM).

Dentro deste contexto, este trabalho pretende obter informações a respeito da qualidade das águas do tronco principal da micro-bacia pesquisada, utilizando critérios técnico-científicos, através de dados analíticos primários e secundários, obtidos em coletas de amostra realizadas nestes locais e assim contribuir para a gestão sistêmica desta micro-bacia hidrográfica

2. Materiais e métodos

A características das águas do arroio Pampa, nos diferentes pontos de amostragem, tem como referência os limites definidos na Resolução CONAMA 357 de 17 de março de 2005 (Brasil, 2005), que estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas segundo seus usos preponderantes.

Nos casos em que a legislação estabelece limites iguais para as diferentes classes de uma mesma característica, classificou-se como a de melhor qualidade. Para a condição de esgoto doméstico foram adotados valores de mínimo e máximo do mesmo período das coletas de amostras realizadas neste trabalho, do afluente da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) da CORSAN do município de Canoas - RS, município

este integrante da bacia do rio dos Sinos e o mais próximo da micro-bacia pesquisada com caracterização de esgoto doméstico.

Os valores de referência para a classificação são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: *Valores de referência para a classificação das amostras pesquisadas.*

Parâmetro	Unidade	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	* Esgoto	Fora de Classe
DBO_5	mg O_2 L^{-1}	**3**	**5**	**10**	**NE**	**80 – 500**	**- - -**
pH	Unidades de pH	**6 a 9**	**6 a 9**	**6 a 9**	**6 a 9**	**- - -**	**< 6 > 9**
Oxigênio Dissolvido	Mg O_2 L^{-1}	****6**	****5**	****4**	****2**	**- - -**	**< 2**
Coliformes Fecais	NMP/ 100 mL	**200**	**1000**	**2500**	**NE**	**> $1,7x10^5$**	**- - -**

Obs.: Os valores apresentados são máximos permitidos para a classe. NE:Não especificado. **Não inferior.
*Valores de mínimo e máximo do afluente da ETE CORSAN do município de Canoas - RS.

Para determinação dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos foram escolhidos três pontos para coleta de amostras no arroio Pampa e dois pontos de coleta no rio dos Sinos. Os pontos monitorados foram escolhidos de forma a representar estrategicamente a investigação dos parâmetros. O primeiro no começo do curso do Arroio Pampa, o segundo na parte média do arroio, o terceiro próximo a sua foz, um ponto no Rio dos Sinos a montante da foz do arroio, além de um ponto a jusante da foz do arroio, todos no território do município de Novo Hamburgo, sendo os pontos denominados respectivamente como, P1, P2, P3, P4 e P5.

Todas as vazões do Rio dos Sinos são referentes a dados obtidos junto a ANA operadas pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), na estação fluviométrica de Campo Bom, nas coordenadas geográficas 29° 41’ 31” latitude Sul e 51° 02’ 42” longitude oeste de Greenwich a montante da foz do arroio Pampa em ponto denominado como ponto PQ, sendo estes valores dados brutos correspondentes à leitura diária do nível do rio às 07:00 horas. As datas das coletas, e demais informações pertinentes no momento das coletas são apresentados na Tabela 2. Os parâmetros de análise são apresentados na Tabela 3.

Tabela 2: *Estação do ano, data e período das coletas de amostras.*

Estação do ano	Seqüência de Coleta	Data	Período do Dia
Outono	1	11/05/2006	Manhã
Inverno	2	06/07/2006	Manhã
Inverno	3	24/08/2006	Manhã
Primavera	4	05/10/2006	Manhã
Primavera	5	23/11/2006	Manhã
Verão	6	04/01/2007	Manhã
Verão	7	14/02/2007	Manhã
Outono	8	29/03/2007	Manhã
Outono	9	10/05/2007	Manhã

Tabela 3: *Parâmetros determinados e a metodologia utilizada nos ensaios laboratoriais.*

Parâmetro	Unidade	Metodologia
DBO_5	$mgO_2\ L^{-1}$	Manometria
pH	Unidades de pH	Potenciometria
Oxigênio Dissolvido	$Mg\ L^{-1}$	Titulometria
Coliformes Fecais *(Escherichia Coli)*	NMP / 100Ml	Substrato Enzimático

As amostras para as determinações analíticas foram coletadas em frascos de polietileno, com capacidade de cinco litros para os parâmetros de pH.

As amostras para determinação de OD foram coletadas de forma direta, em frascos adequados, preservadas no momento da coleta com 1 mL de solução de sulfato manganoso e com um 1 mL de solução de iodeto de potássio alcalino. As amostras coletadas foram acondicionadas em recipiente térmico preservadas com gelo e transportadas até a Central Analítica do Centro Universitário Feevale em até três horas, para então serem analisadas.

A medida da temperatura das amostras foi realizada no momento da coleta, usando termômetro comum. As determinações físico-químicas e microbiológicas para os pontos de monitoramento P1, P2 e P3 no arroio Pampa e do ponto de monitoramento P4 no Rio dos Sinos foram realizadas em duplicata pela Central Analítica do Centro Universitário Feevale, tendo como base de referência o *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005).

As determinações dos parâmetros OD, pH, DBO_5 e Coliformes fecais para o ponto de monitoramento P5 foram realizadas pelo laboratório da COMUSA. Para os parâmetros cromo, níquel e chumbo, no ponto P5 foram usadas médias de monitoramento realizado pela FEPAM neste ponto. Os pontos de amostragem denominados como P1, P2, P3, P4 e P5 sua localização e as suas coordenadas geográficas são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4: *Localização geográfica dos pontos de coleta de amostras.*

Ponto de Coleta	Local	Coordenadas geográficas
P1	Próximo a nascente	29° 39’ 35,7” latitude Sul e 51° 06’ 27,9” longitude oeste de Greenwich
P2	Parte média do curso	29° 41’ 17,9” latitude Sul e 51° 05’ 15,8” longitude oeste de Greenwich
P3	Foz	29° 42’ 19,2” latitude Sul e 51° 05’ 17,6” longitude oeste de Greenwich
P4	Rio dos Sinos a montante da foz do arroio Pampa	29° 43’ 11,4” latitude Sul e 51° 05’ 02,3” longitude oeste de Greenwich
P5	Rios dos Sinos a Jusante da foz do arroio Pampa	29° 43’ 50’’ latitude Sul e 51° 05’ 00’’ longitude oeste de Greenwich

As coordenadas foram verificadas pelo aparelho GPS (“*Global Positioning Satellite*”), marca *Garmin* modelo *e Trex Summit*, que no momento da obtenção destes dados apresentava precisão de 7 m, indicada pelo aparelho em função dos satélites captados.

A Figura 1 apresenta os pontos P1, P2 e P3 localizados no arroio Pampa e os Pontos P4 e P5 localizados no Rio dos Sinos, esta figura apresenta ainda o ponto identificado como PQ que é o local de medida de vazão do CPRM/ANA para o rio dos Sinos.

Nos pontos P1, P2, P3 os resultados para o parâmetro OD dos dias 06/07/2006 (2ª coleta) e 5/10/2006 (4ª coleta), e coliformes fecais *(Escherichia Coli)* para todas as coletas realizadas nestes pontos, são dados obtidos junto ao laboratório da COMUSA, assim como para o Ponto P4 o valor de OD do dia 11/05/2006 (1ª coleta). No dia 23/03/2007 (8ª coleta), por problema técnico não foi possível realizar a determinação da DBO_5 no ponto P5.

Nos dias 23/11/2006 e 14/02/2007, 5ª e 7ª coletas respectivamente, não foram realizadas coletas nos ponto P3 e P4 por impedimento operacional. Os resultados obtidos para a vazão do arroio Pampa foram analisados estatisticamente para comprovação da influência desta característica nos parâmetros químicos determinados.

Figura 1: *Localização geográfica dos pontos P1, P2, P3, P4, P5 e PQ. Fonte: Google (2007).*

3. Resultados e Discussão

São apresentados os resultados para os parâmetros pH, temperatura da água, OD, DBO_5 e Coliformes Fecais (E*scherichia Coli*).

3.1 PH

Os resultados obtidos para o parâmetro pH nas águas do arroio Pampa nos pontos P1, P2 e P3 e no Rio dos Sinos nos pontos identificados como P4 e P5 durante o período monitorado, são apresentados na Figura 2.

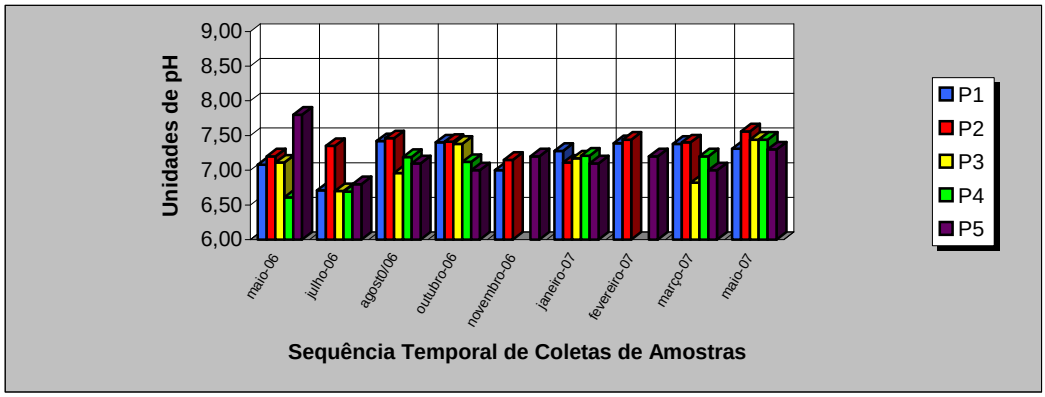

Figura 2: *Valores de pH verificados durante o monitoramento das águas do arroio Pampa e do Rio dos Sinos.*

As águas do Rio dos Sinos (P4), apresentaram características de classe 1 para este parâmetro, durante todo o período monitorado, com média de 7,01 e valores de pH máximo e mínimo de 7,44 e 6,50 respectivamente.

Os resultados medidos para o parâmetro pH das águas do arroio Pampa apresentaram resultados similares durante todo o período de monitoramento, com valores médios entre 7,12 e 7,34 e valores de mínimo e máximo de 6,70 (P3) e 7,56 (P2) respectivamente (Figura 3).

Houve pequena variação de valores entre datas e locais de coleta, e os resultados encontrados conferem às águas do arroio Pampa em todos os pontos de amostragem e em todas as coletas realizadas, característica de classe 1, conforme a Resolução CONAMA 357 (Brasil, 2005).

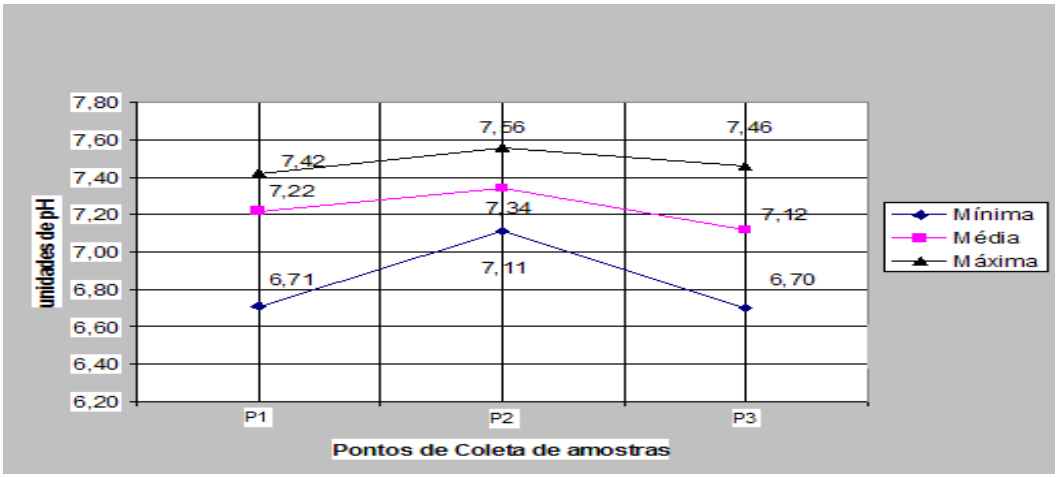

Figura 3: *Valores de máximo, mínimo e média do parâmetro pH, nos pontos P1, P2 e P3.*

3.2 Temperatura da água

Os resultados obtidos para a temperatura da água no arroio Pampa nos pontos P1, P2 e P3 e no Rio dos Sinos nos pontos P4 e P5 durante o período monitorado, são apresentados na Figura 4.

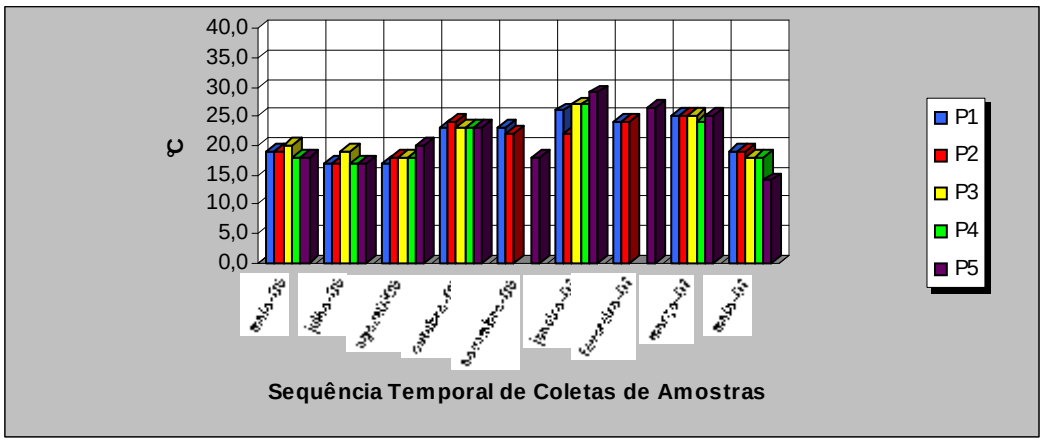

Figura 4: *Resultados para a temperatura da água obtidos no monitoramento dos pontos P1, P2, P3, P4 e P5.*

Como esperado, a temperatura das águas durante o período de monitoramento acompanharam as características das estações do ano. No arroio Pampa houve no mesmo dia monitorado variação de até 5 °C para maior (6ª coleta) no dia 04/01/2007 entre os pontos P2 e o P3. Esta variação pode estar associada à influência de lançamentos pontuais localizados próximos ao local de coleta.

3.3 Oxigênio Dissolvido (OD)

Os resultados obtidos para o parâmetro OD nos pontos monitorados durante o período deste trabalho são apresentados na Figura 5.

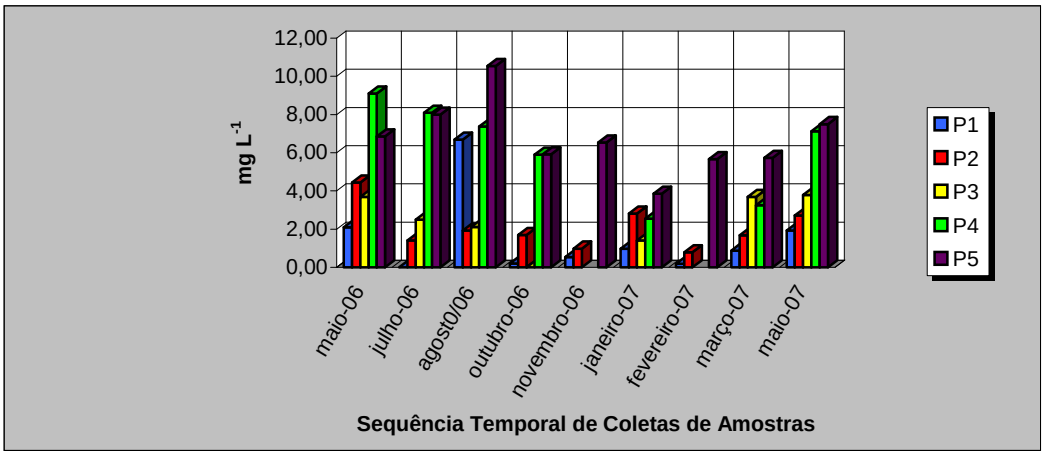

Figura 5: *Resultados para OD obtidos para os pontos P1, P2, P3, P4 e P5.*

As águas do arroio Pampa apresentaram resultados para o parâmetro oxigênio dissolvido qualidade compatível com a condição "fora de classe" nos pontos de amostragem P1, P2 e P3, com base na Resolução CONAMA 357 (Brasil, 2005), por terem apresentado resultado menor do que 2 mg L^{-1} em pelo menos uma das coletas. No ponto de amostragem P1 em aproximadamente 78 % das amostras os valores apresentados

são compatíveis com a classificação "fora de classe" e nos pontos P2 e P3 em 67 % e 29 %, respectivamente (Figura 6).

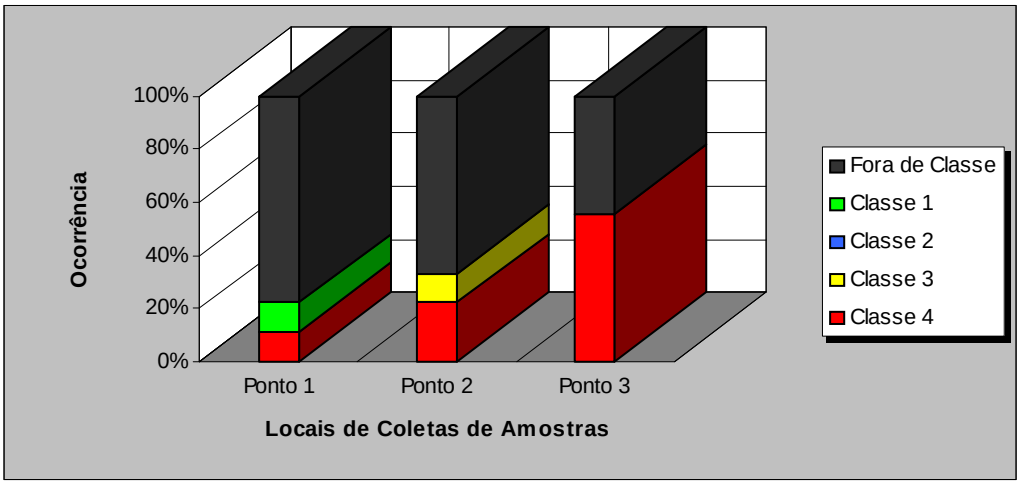

Figura 6: *Porcentagem de ocorrência por classes para o parâmetro OD nos pontos monitorados.*

Com exceção da coleta do dia 24/08/2006 (3ª coleta), onde o valor encontrado para o ponto P1 foi excessivamente alto se comparado a todas as determinações de OD realizadas neste ponto, o monitoramento mostrou um aumento do nível de oxigênio dissolvido significativo entre o ponto P1 e o ponto P2, causado pela aeração natural da águas do arroio.

Este acontecimento mostra que apesar de receber uma grande carga de despejos que necessitam de oxigênio para sua oxidação, o arroio apresenta ainda capacidade de recuperação, embora insuficiente para manter o equilíbrio ambiental. Este aumento de oxigênio nas águas aponta para capacidade de auto depuração existente entre o ponto P1 e o P2. Este fenômeno também ocorre com a mesma freqüência entre o ponto P2 e P3, apesar da menor declividade e do alargamento do canal, que diminuem a velocidade do escoamento, reduzindo a incorporação de oxigênio.

Na coleta realizada no dia 06/07/2006 (2ª coleta) no ponto de amostragem P1, a condição encontrada nas águas do arroio, mostram condições de anaerobiose, ou seja, ausência de oxigênio. A mesma característica (anaerobiose) voltou a ocorrer no dia 05/10/2006 (4ª coleta), no ponto P3, onde o odor séptico característico desta condição era muito forte no momento destas coletas. Estes acontecimentos, inexistência de oxigênio nas águas, mostram o forte estado de degradação que se encontram as águas do arroio Pampa.

A média de oxigênio dissolvido no ponto P2 apresentou característica de classe 4, assim como no ponto P3 (Figura 7). No ponto P1 apesar de ser o ponto com o maior valor medido durante o monitoramento a média é de característica de "fora de classe".

Os valores para máximas mostram que em certos momentos o arroio apresenta bons valores de oxigênio dissolvido, com valores correspondentes a classe 1 e 2 da Resolução CONAMA 357 (Brasil, 2005). O

ponto P4 no Rio dos Sinos apresentou variações significativas nos níveis de oxigênio dissolvido presente em suas águas, a Figura 8 apresenta a porcentagem de ocorrência por classes neste ponto de amostragem.

As estações do ano foram determinantes para os níveis de oxigênio dissolvido encontrados nas águas deste ponto de monitoramento. No outono, inverno e primavera, as coletas realizadas, apresentaram classificação como classe 1 segundo a Resolução CONAMA 357 (Brasil, 2005). Diferente da coleta realizada no verão, onde o nível de oxigênio dissolvido das águas do Rio dos Sinos apresentou valor compatível com classe 4 (2,55 mg L^{-1}) , sendo portanto imprópria para o uso como consumo humano, conforme a Resolução CONAMA 357 (Brasil, 2005).

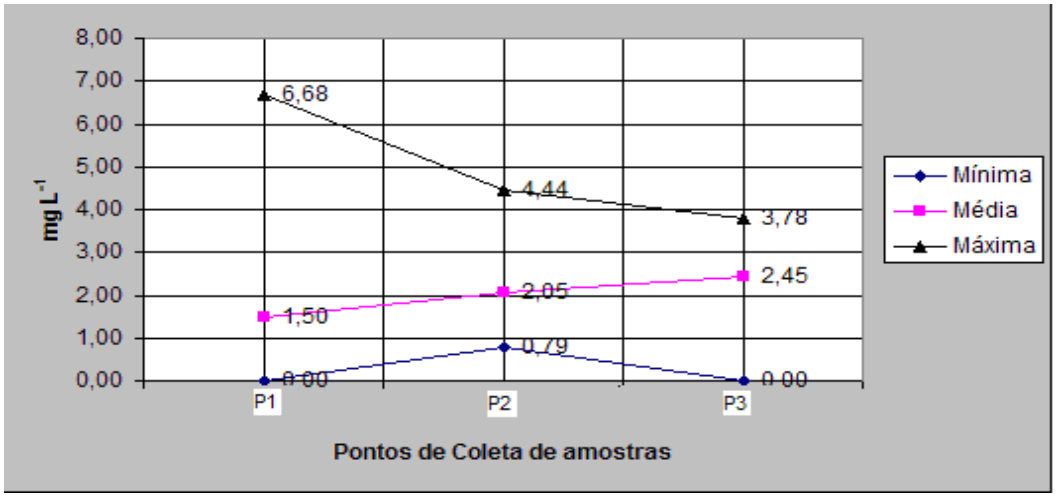

Figura 7: *Valores de mínimo, média e máximo para teor de OD nos pontos P1, P2 e P3.*

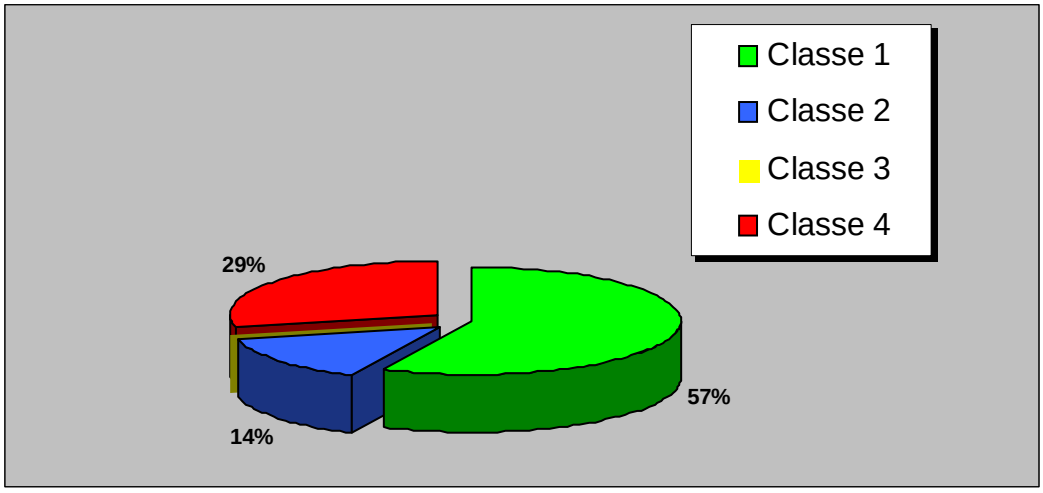

Figura 8: *Porcentagem de ocorrência de classes para o OD no ponto de monitoramento P4.*

Os resultados por porcentagem de classes no ponto de amostragem P5, apurados pela laboratório da COMUSA estão apresentados na Figura 9. Os valores para oxigênio dissolvido apresentaram pequena diferença para menor quantidade, quanto ao número de ocorrência por classes se comparados com os valores obtidos para o ponto de amostragem P4.

No ponto de amostragem P5 a condição para classe 4 não ocorre, estando assim as águas do Rio dos Sinos no ponto de captação de água para consumo humano no município de Novo Hamburgo, durante a totalidade do monitoramento, para este parâmetro dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357 (Brasil, 2005).

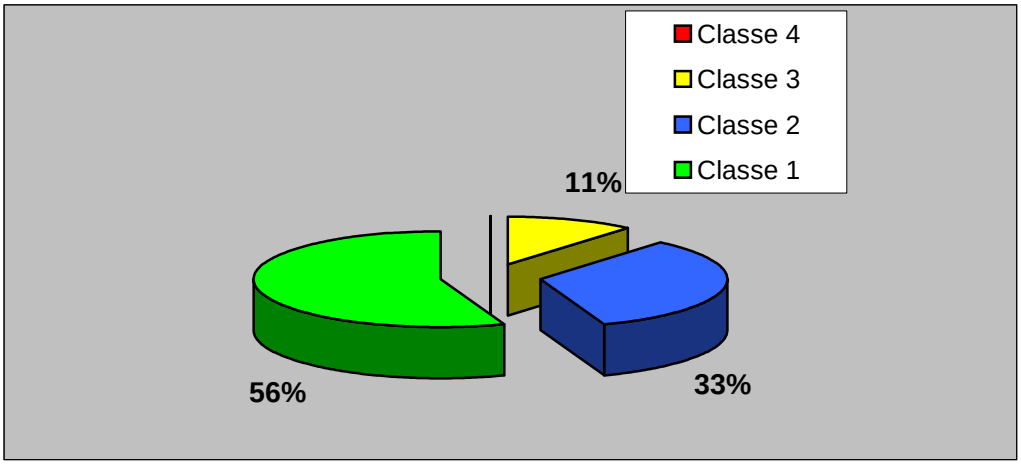

Figura 9: *Porcentagem de ocorrência de classes para o parâmetro OD no ponto de monitorado da captação de água bruta da COMUSA (P5).*

3.4 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_5)

Os resultados para o parâmetro DBO_5 apurados durante o monitoramento em todos os pontos analisados, são apresentados na Figura 10.

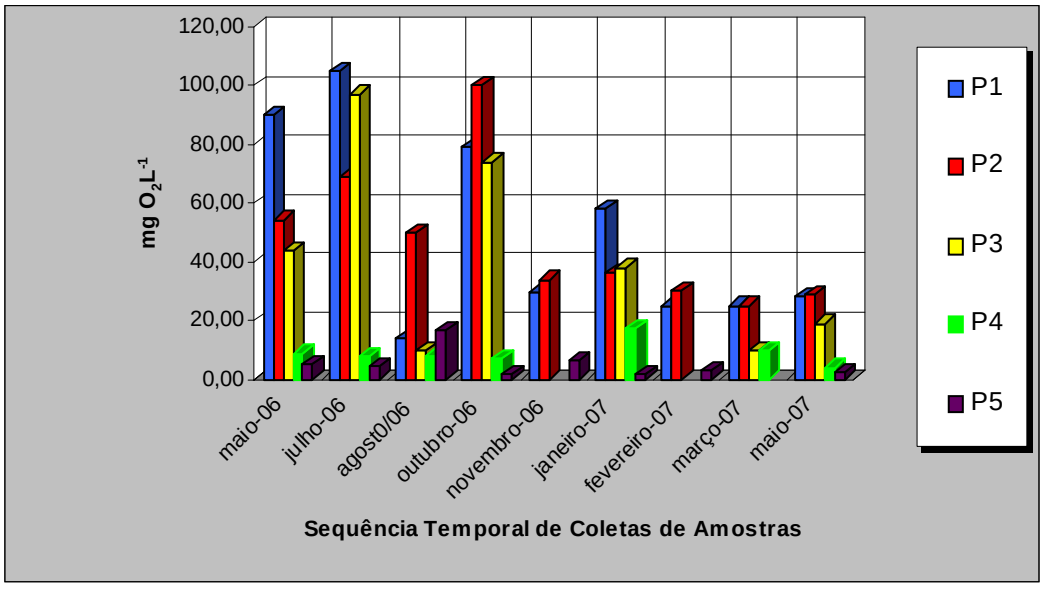

Figura 10: *Resultados para DBO_5 obtidos para os pontos P1, P2, P3, P4 e P5 durante o período monitorado.*

Nos três pontos de monitoramento do arroio Pampa, o valor máximo de DBO_5 encontrado durante o período de monitoramento foi no ponto de amostragem P1, com valor de 105,0 mg O_2 L^{-1}. O valor médio

considerando todos os pontos de amostragem foi de 50,3 mg O_2 L^{-1}. Durante o período monitorado houve variação significativa de valores entre os pontos. A DBO_5 do arroio Pampa manteve-se na maioria dos pontos de coleta com níveis de classe 4, e em alguns momentos valores comparáveis com esgoto doméstico, a Figura 11 apresenta os resultados por ocorrência de classes.

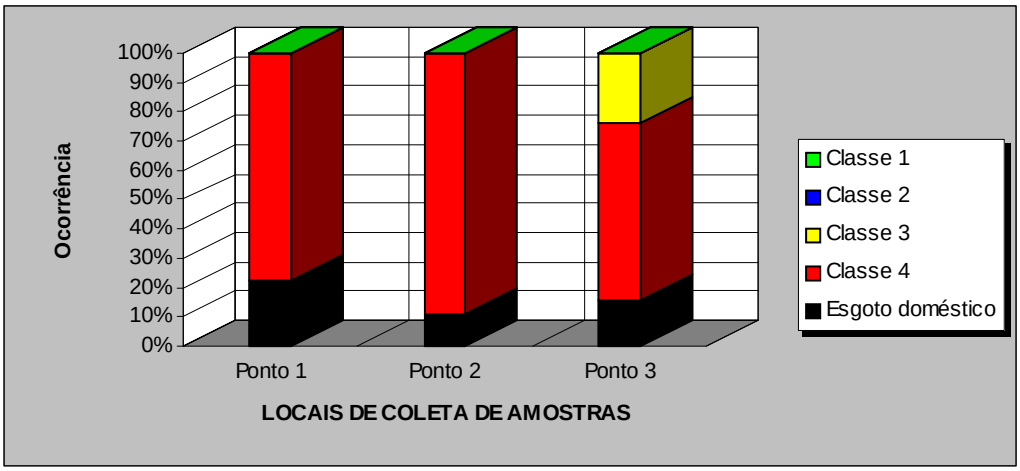

Figura 11: *Porcentagem de ocorrência de classes para DBO_5 nos pontos de monitoramento P1, P2 e P3.*

Os resultados para DBO_5 das águas do arroio Pampa nos pontos monitorados, com exceção do ponto P1, não estão associados com a vazão deste corpo hídrico, afirmação comprovada estatisticamente (capítulo 6.13), ou seja, para uma vazão maior nos pontos P2 e P3 não significa uma DBO_5 menor. O que indica que nestes pontos durante o período monitorado o efeito diluição não ocorre.

Para o ponto de monitoramento P5 os valores analisados contemplam a totalidade das coletas realizadas, ou seja, nove. Os valores encontrados são relativamente satisfatórios, apesar de que em uma das amostras (3ª coleta) determinadas o resultado apresentou característica de classe 4, sendo esta a única amostra com resultado superior ao ponto P4. Estes resultados por porcentagem de ocorrência são apresentados na Figura 12.

No monitoramento do ponto de coleta P5 no Rio dos Sinos (a jusante da foz do arroio Pampa), os valores de DBO_5, quando comparados com o ponto de amostragem P4 (a montante do arroio), mostram em média resultados de classificação melhores que este último.

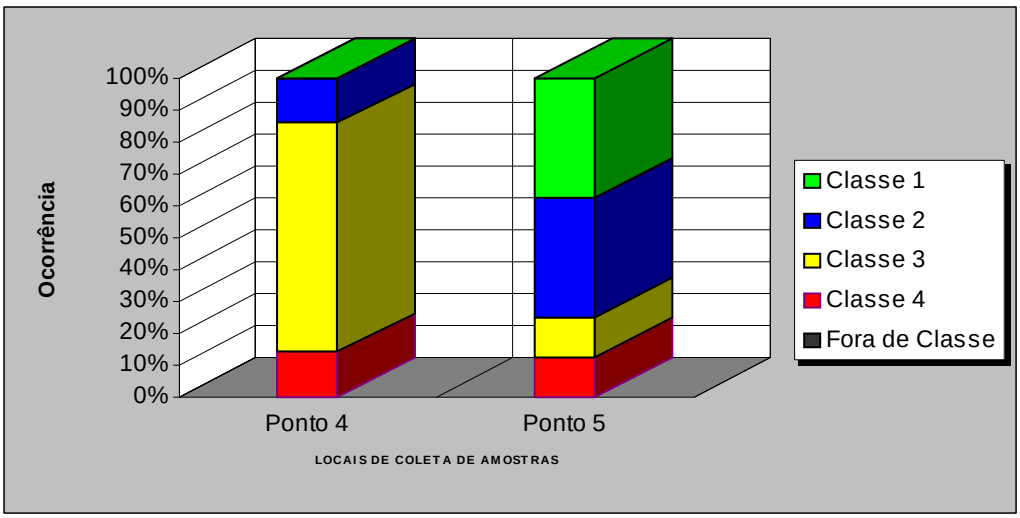

Figura 12: *Porcentagem de ocorrência de classes para o parâmetro DBO_5 nos pontos de monitoramento P4 e o ponto P5.*

Na 3ª coleta, realizada no dia 24/08/2006, no ponto de captação de água bruta da COMUSA (P5), o resultado encontrado para o parâmetro DBO_5 apresentou característica de classe 4, portanto imprópria para o consumo humano.

3.5 Coliformes Fecais *(Escherichia Coli)*

Este parâmetro está diretamente ligado a poluição por esgotos domésticos, sendo de grande importante sua análise. Sua possível relação como nitrogênio, que está relacionado diretamente, com valor médio produzido diariamente por pessoa de aproximadamente 16 g/dia em média. Os resultados para o parâmetro coliformes fecais *(Escherichia Coli)*, obtidos durante o monitoramento deste trabalho para os pontos P1, P2 e P3 no arroio Pampa, são apresentados na Figura 13. Para o parâmetro coliforme fecais *(Escherichia Coli)* as águas do arroio Pampa apresentaram resultados semelhantes a esgoto doméstico em aproximadamente 45% do período monitorado no ponto P1.

Para o ponto de monitoramento P2 (ponto médio), a ocorrência da característica de esgoto doméstico teve valor igual ao do ponto P1, ou seja, em 45% monitorado esta característica esteve presente. No ponto P3 este comportamento foi encontrado em aproximadamente 35% do período monitorado. Estes resultados mostram um corpo hídrico, que com os resultados encontrados passa a ser um canal de afastamento de esgoto doméstico que tem como destino final as águas do Rio dos Sinos.

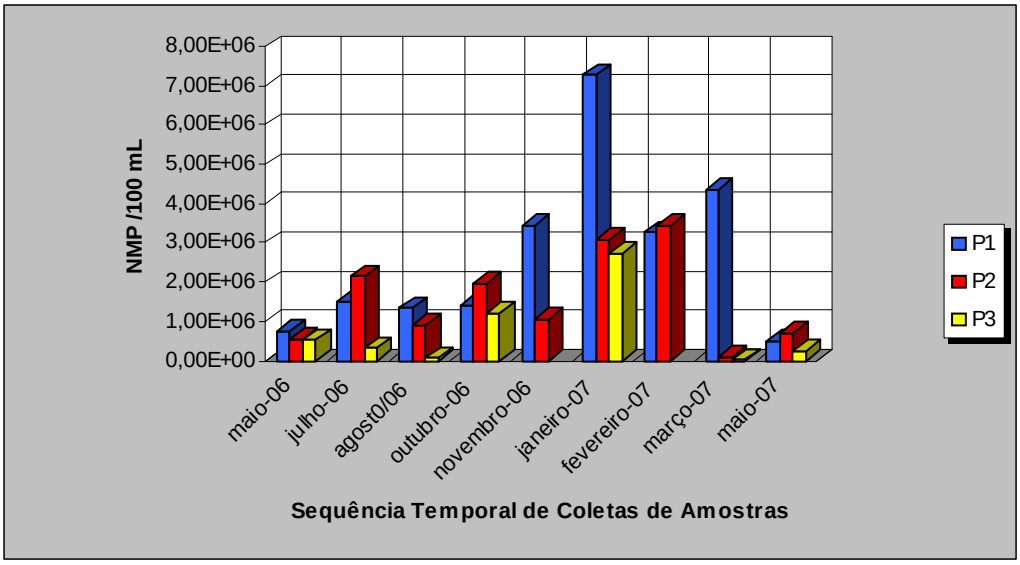

Figura 13: *Resultados para coliformes fecais (Escherichia Coli) obtidos durante o monitoramento nos pontos P1, P2 e P3.*

No restante do período todos os pontos apresentaram característica de classe 4 segundo a metodologia proposta neste trabalho, pois para este parâmetro a Resolução CONAMA não determina um valor máximo para a classe 4. A Figura 14 apresenta resultados pelo percentual de ocorrência para os pontos de monitoramento no arroio Pampa.

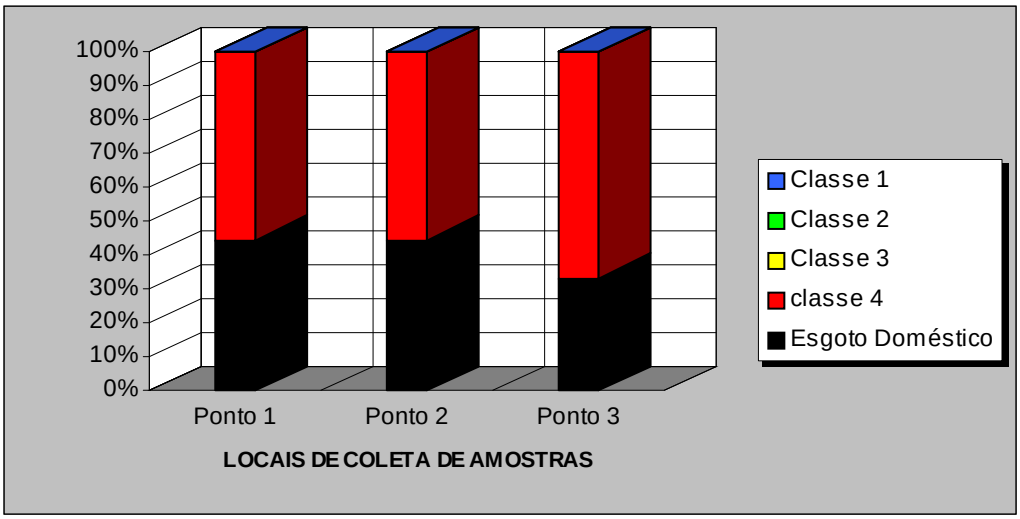

Figura 14: *Porcentagem de ocorrência de classes para o parâmetro coliformes fecais (Escherichia Coli) nos pontos monitorados no arroio Pampa.*

As diferenças da quantidade de microorganismos presentes no ponto P3 quando comparados ao ponto P2, pode estar relacionada ao decaimento bacteriano natural, ou a lançamento de esgoto doméstico localizados. Os resultados para coliformes fecais *(Escherichia Coli)* nos pontos P4 e P5 (Rio dos Sinos) durante o período do monitoramento deste trabalho são apresentados na Figura 15.

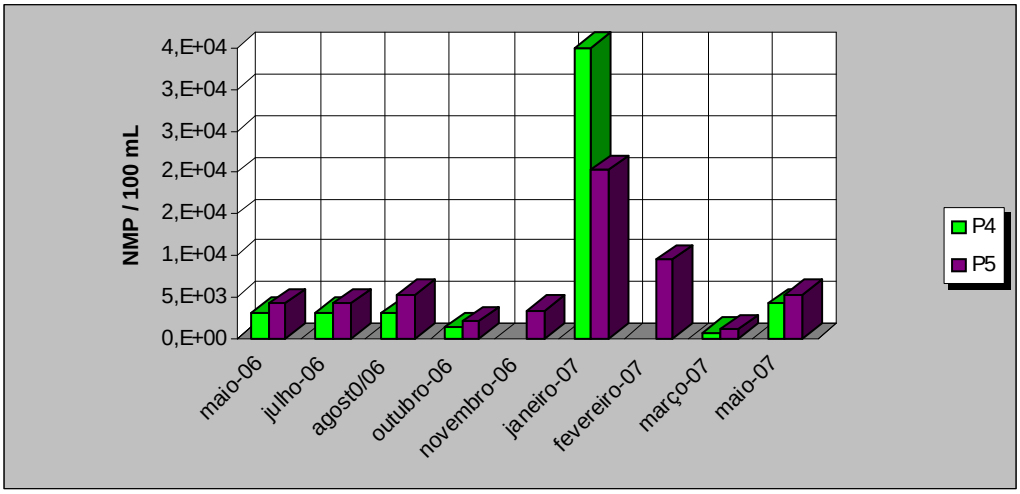

Figura 15: *Resultados para o parâmetro coliformes fecais para os pontos P1, P2 e P3.*

Para o ponto P4 no Rio dos Sinos (montante da foz do arroio) os resultados por porcentagem de ocorrência de classe são apresentados na Figura 16.

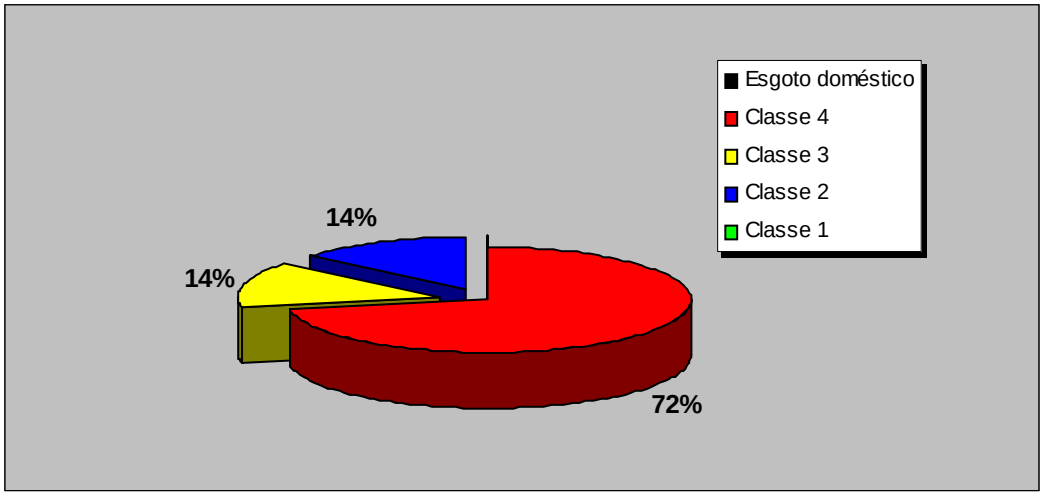

Figura 16: *Porcentagem de ocorrência de classes para o parâmetro coliformes fecais em P4.*

Estes resultados quando comparados com os do ponto P5, mostram em mais de 80% das coletas realizadas um número maior de microorganismos do que o encontrado para o ponto P4. A Figura 17 apresenta a incidência por classes para o ponto P5.

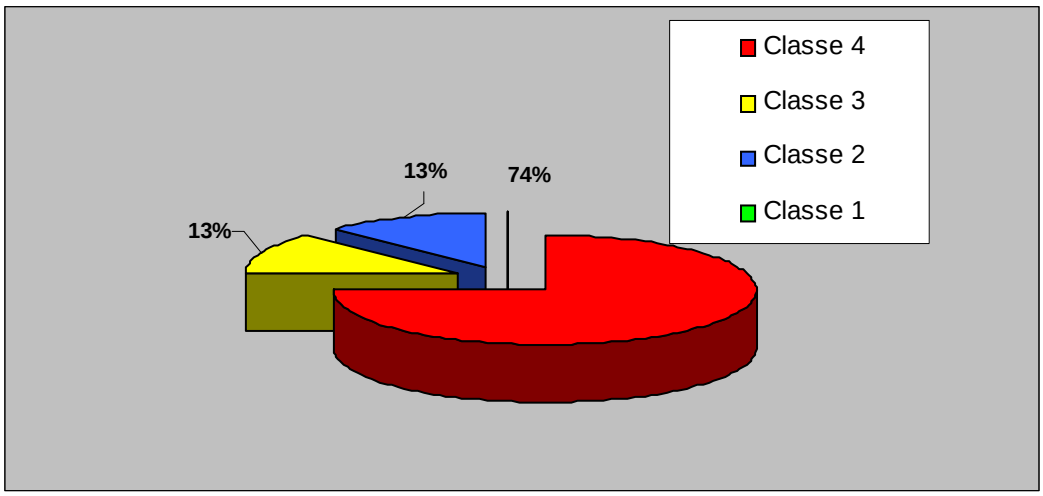

Figura 17: *Porcentagem de ocorrência de classes para o parâmetro coliformes fecais no ponto P5.*

Este resultado demonstra que para este parâmetro as águas do arroio Pampa causam forte influencia nas águas do rio dos Sinos. A Figura 18 apresenta os resultados por porcentagem de ocorrência de classes para os parâmetros analisados no rio dos Sinos até aqui como forma de comparação entre os pontos de monitoramento P4 localizado a montante da foz do arroio Pampa e o ponto P5 localizado a jusante da foz do arroio.

Observa-se que deste conjunto de parâmetros o parâmetro coliformes fecais *(Escherichia Coli)* no ponto P5 apresenta incidência de valor superior aos determinados no ponto P4 em aproximadamente 86% das coletas. O meio encontrado no Rio dos Sinos é propício a este acontecimento, devido aos níveis de oxigênio da presença de fósforo total e nitrogênio total.

Para o parâmetro DBO_5 na 3ª coleta o resultado para o Ponto P5 é superior ao do ponto P4. Para o parâmetro OD nos dias 11/05/2006 e 06/07/2006 (1ª e 2ª coletas) é igualmente de resultado inferior, o ponto P5 com valor menor ao ponto P4, isto representa aproximadamente 28,5% de ocorrência para o OD e 14% para DBO_5. A influência nas características das águas do rio dos Sinos no ponto (P5), causadas pelas águas do arroio Pampa é representativa do ponto de vista microbiológico, corroborando para a afirmativa que a poluição por efluentes domésticos é relevante.

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).

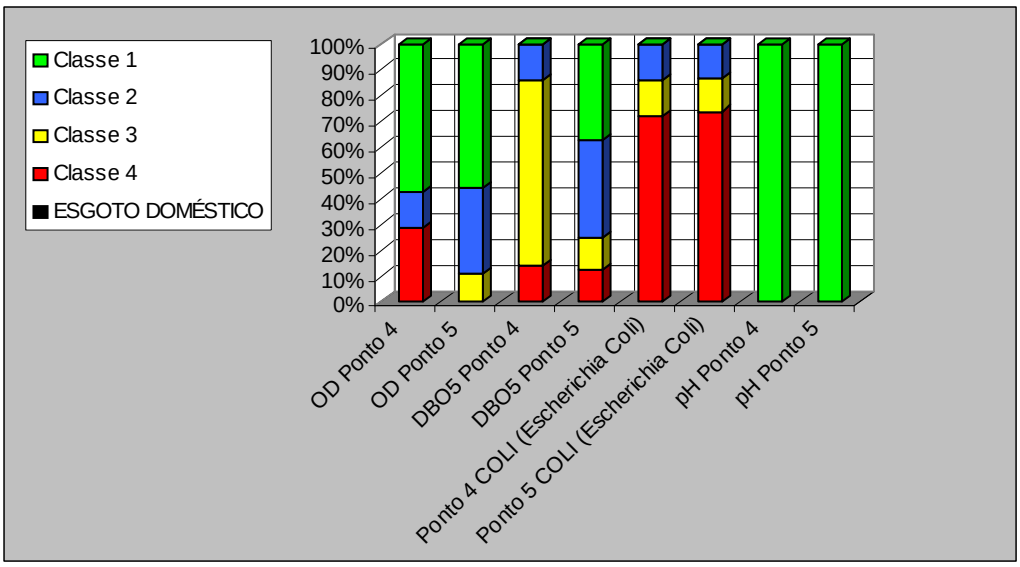

Figura 18: *Porcentagem de ocorrência de classes para os parâmetros OD, DBO_5, coliformes fecais (Escherichia Coli) e pH nos pontos de monitorado P4 (Rio dos Sinos a montante da foz do arroio Pampa) e no ponto P5 (local da captação de água bruta da COMUSA, a jusante da foz do arroio Pampa).*

A perda da qualidade da água em termos microbiológicos é explicada devida ao processo de urbanização que sem planejamento, conduz para o arroio Pampa o esgoto domestico gerado nesta micro-bacia.

4. Conclusões

O arroio Pampa apresenta em toda a sua extensão altos níveis de poluição doméstica, muitas vezes, com valores que são comparáveis à esgoto doméstico bruto. Neste cenário, medidas alternativas de remediação terão pouca eficácia ou serão pouco eficientes na alteração dos parâmetros indicativos da qualidade deste manancial hídrico.

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

Pela quantidade de habitantes da micro-bacia do Pampa, agravada pela previsão de crescimento populacional, e comprovado pelo monitoramento do parâmetro DBO_5, o arroio Pampa não tem vazão suficiente para ser o corpo receptor de efluente de estação de tratamento, mesmo que esta trabalhe com eficiência de 90%.

A constatação de aumento do parâmetro DBO_5, assim como da quantidade de Coliformes fecais, no ponto de monitoramento P5 quando comparado com o ponto P4, demonstra que a poluição por esgoto doméstico existente no arroio Pampa é a que mais impacto causa as águas do Rio dos Sinos. A fragilidade do arroio Pampa em razão do elevado nível de poluição doméstica torna difícil sua recuperação.

Somente o efetivo aporte de recursos que contemple na totalidade a infra-estrutura urbana necessária para suprir as necessidades de saneamento ambiental da população pode levar o sistema desta região hídrica ao equilíbrio

Referências

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). 2005. *Standard methods for the examination of water and wastewater.* 20ª ed., Washington, APHA.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J.G.L.; BARROS, M.T.L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. 2006. *Introdução à Engenharia Ambiental***.** São Paulo, Prentice Hall, 305 p.

BRASIL**.** 2005. 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. Acessado em: 21/11/2006, disponível em:http://www.mma.gov.br/conama /res/res05/res35705.

DINIZ, E.D.P. 2002. *Diagnóstico Ambiental da Bacia Hidrográfica do Arroio Cruze*. Canoas, RS. Dissertação de mestrado. Universidade Luterana do Brasil, 105 p.

FARIA, C.M.; MORANDI, I.C. 2002. A Difícil *Recuperação de Arroios em Áreas Urbanas*. *Pesquisa Ecos. Revista,* **3**(6):38-52

NAIME, R.; FAGUNDES, R.S. 2005. Controle da Qualidade da água do Arroio Portão, RS. *Instituto de Geociências, UFRGS, Pesquisa em Geociências,* **32**(1):27-35.

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

RISSATO, S.R.; LIBÂNIO, M.; GIAFFERIS, G.P.; GERENUTTI, M. 2004. Determinação de Pesticidas e Organoclorados em Água de Manancial, Água Potável e Solo na Região de Bauru (SP). *Quím. Nova,* **27**(5):739-743.

TUCCI, C.E.M.; SILVEIRA, A.L.L. da; BENETTI, A.; LANNA, A.E.L.; BIDONE, F.R.A. 1997. *Hidrologia*. 2ª ed., Porto Alegre, Ed. da Universidade/UFRGS, ABRH - Nacional, 943 p.

Submissão: 26/02/2008
Aceite: 01/04/2009