UNIVERSIDADE FEEVALE

SHEILA MARIA LEUCK

MONITORAMENTO E CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS DO PARQUE MUNICIPAL HENRIQUE LUIS ROESSLER DE NOVO HAMBURGO

Novo Hamburgo
2010

SHEILA MARIA LEUCK

MONITORAMENTO E CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS DO PARQUE MUNICIPAL HENRIQUE LUIS ROESSLER DE NOVO HAMBURGO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Industrial Química – Habilitação em Gerenciamento Ambiental

Orientadora: Prof.ª Me. Liane Bianchin

Novo Hamburgo
2010

SHEILA MARIA LEUCK

Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Industrial Química, com título Monitoramento e Classificação das águas do Parque Municipal Henrique Luis Roessler, submetido ao corpo docente da Universidade Feevale, como requisito necessário para a obtenção do grau de Bacharel no Curso de Engenharia Industrial Química - Habilitação em Gerenciamento Ambiental.

Aprovado por:

_____
Professora Orientadora Me. Liane Bianchin
Universidade Feevale

_____
Professor Dr. Roberto Harb Naime (Examinador da banca)
Universidade Feevale

_____
Professora Me. Cláudia Gonçalves Pereira (Examinador da banca)
Universidade Feevale

_____
Professora Me. Ana Almeida Garcia (Examinador da banca)
Unisinos

Novo Hamburgo, junho de 2010.

A Deus!

Que sempre esteve comigo em todos os momentos. Que me deu força, coragem e sempre me protegeu em minha caminhada rumo aos meus objetivos.

A meu esposo Dani!

Por sempre estar ao meu lado me incentivando a continuar. Por todo o amor e carinho. Por toda a compreensão durante períodos de ausência e apoio para realizar este trabalho.

À minha filha Isadora!

Obrigada por ser esta menina querida e amorosa em todos os momentos, inclusive quando íamos às aulas juntas. Minha pequena e amada companheira.

AGRADECIMENTOS

Para que este trabalho se concretizasse a participação de várias pessoas foi de fundamental importância.

Aos meus pais, Reni e Solange e meu irmão Tiago que sempre me incentivaram e torceram por mim nesta longa caminhada.

A minha professora orientadora Me. Liane Bianchin pelo apoio, incentivo, carinho e dedicação na realização deste trabalho.

Aos meus colegas de trabalho Naira, Cheila, Filipe e Jeferson no apoio as análises e coletas das amostras e especialmente a Clariani minha companheira de tantas disciplinas, trabalhos e coletas.

Ao professor Reginaldo Macedônio da Silva, pela ajuda em parte importante desta pesquisa.

Aos professores da banca avaliadora Cláudia Gonçalves Pereira, Roberto Harb Naime e Ana Almeida Garcia que prontamente aceitaram o convite para contribuir e enriquecer esta pesquisa.

A todos os professores do Curso de Engenharia Industrial Química que contribuíram para o meu crescimento profissional e humano, especialmente a professora Edinea Terezinha da Rosa Gonçalves, pelos conselhos e força para seguir em frente.

Ao coordenador do Parcão Udo Sarlet, por todo o apoio nas coletas e na busca por informações importantes para este trabalho.

A Universidade Feevale que proporcionou ambiente adequado para a realização de todas as análises.

Enfim, a todas as pessoas que acreditaram em mim e que direta ou indiretamente contribuíram para que este trabalho se concretizasse. O meu sincero obrigada.

RESUMO

O Parque Municipal Henrique Luis Roessler, com extensão de 54,16 ha faz parte da história do Município de Novo Hamburgo. Nele habitam muitas espécies de animais e plantas que são raros nos dias de hoje em centro urbanos e que devem ser preservados. Existem também três nascentes importantes para a hidrografia do município, pois estes cursos de água vão até o arroio Vila Kunz, encontram com as águas do Arroio Pampa e deságuam no Rio dos Sinos. Este trabalho avaliou a qualidade das águas que fazem parte do Parcão, durante o período de dezembro de 2009 a maio de 2010 a fim de evidenciar quais são os possíveis contaminantes destes cursos de água para posterior classificação segundo a Resolução CONAMA 357/2005. Para esta avaliação foram selecionados 5 pontos, identificados como ponto P1 (Nascente), ponto P2 (Ponto Médio), ponto P3 (Ponto Médio da Nascente N02), ponto P4 (Encontro dos Pontos P2 e P3) e ponto P5 (Montante ao Arroio Vila Kunz). Os resultados obtidos das avaliações químicas, físicas e microbiológicas mostram que em todos os pontos de coleta os principais contaminantes são os coliformes totais e termotolerantes (*Escherichia Coli),* mostrando que a contaminação das águas é proveniente principalmente de esgoto doméstico. Dos metais avaliados, apenas chumbo ficou em algumas coletas com valores acima do limite permitido conforme Resolução CONAMA 357/2005. Nos outros parâmetros ocorreram variações nos resultados principalmente em função do índice pluviométrico. Esta avaliação poderá contribuir para a elaboração e implantação de práticas de conservação e gestão ambiental.

Palavras-chave: Monitoramento. Qualidade das águas. Parcão. Unidade de Conservação.

ABSTRACT

The Municipal Henrique Luis Roessler park, with 54.16 ha of length, is part of Novo Hamburgo's city history. In it inhabit many species of animals and plants that are rare nowadays in urban centers that should be preserved. There are also three important sources for the hydrography of the city, because this water goes to the Vila Kunz stream, meet the waters of Pampa stream and flows into Rio dos Sinos River. This study evaluated the quality of the waters that are part of Parcão, during the period of December 2009 to May 2010, in order to evidence what are the possible contaminants of these watercourses for subsequent classification under federal regulation CONAMA 357/2005. To make this evaluation were selected five points, identified as point P1 (Source), point P2 (Midpoint), point P3 (Midpoint of the N02 Source), point P4 (Meeting of the points P2 and P3) and point P5 (Vila Kunz Stream). The results of assessments of chemical, physical and microbiological tests show that in all the sampling points the major contaminants are total and thermotolerant coliforms (*Escherichia Coli*), showing that the water contamination is mainly from domestic sewage. Among the metals evaluated, just lead was over the CONAMA 357/2005 Resolution permitted limit in some samples. In the other parameters were variations in the results mainly due to rainfall. This study may contribute to the development and implementation of conservation practices and environmental management.

Keywords: Monitoring. Water quality. Parcão. Conservation unit.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição da Água no Planeta 15
Figura 2 - Distribuição dos Recursos Hídricos no Brasil 17
Figura 3 - Ciclo Geoquímico da Água. 18
Figura 4 - Ciclo de Contaminação da Água. 20
Figura 5 - Bacia Hidrográfica dos Sinos. 24
Figura 6 - Percurso do Arroio Vila Kunz. 26
Figura 7 - Foto Aérea do Parque Municipal Henrique Luiz Roessler 32
Figura 8 - Localização do Parcão. 37
Figura 9 - Localização das Nascentes. 38
Figura 10 - Lançamento de Esgoto em Canal Aberto 40
Figura 11 - Tubulação cruzando Rua Barão de Santo Ângelo. 40
Figura 12 - Lançamento Rua Francisco Manoel da Silva. 41
Figura 13 - Lançamento Rua Clara Nunes. 41
Figura 14 - Lançamento Rua Elis Regina. 42
Figura 15 - Lançamento Rua Jardel Filho. 42
Figura 16 - Lançamento Rua Normélio Stabel. 42
Figura 17 - Localização dos Pontos de Coleta. 45
Figura 18 - 23/12/09 (A) 19/04/10 (B) 19/03/10 (C) 25/05/10 (D) 46
Figura 19 - 23/12/09 (A) 19/03/10 (B) 19/04/10 (C) 25/05/10 (D). 47
Figura 20 - 22/12/09 (A) 18/03/10 (B) 19/04/10 (C) 25/05/10 (D). 48
Figura 21 - 22/12/09 (A) 19/03/10 (B) 19/04/10 (C) 25/05/10 (D). 49
Figura 22 - 21/12/09 (A) 18/03/10 (B) 19/04/10 (C) 25/05/10 (D). 50
Figura 23 - Média de chuvas e quantidades de dias medidos durante o monitoramento. 56
Figura 24 - Resultados obtidos para pH durante o monitoramento. 57
Figura 25 - Resultados obtidos para Temperatura durante o monitoramento. 57
Figura 26 - Resultados obtidos para Oxigênio Dissolvido durante o monitoramento. 58
Figura 27 - Classificação segundo Resolução CONAMA 357/2005 para Oxigênio Dissolvido. 60

Figura 28 - Resultados obtidos para DBO_5 durante o monitoramento. 60
Figura 29 - Classificação segundo Resolução CONAMA 357/2005 para DBO_5.....61
Figura 30 - Resultados obtidos para DQO durante o monitoramento. 62
Figura 31 - Resultados obtidos para Fósforo durante o monitoramento. 63
Figura 32 - Classificação segundo Resolução CONAMA 357/2005 para Fósforo.....63
Figura 33 - Resultados para Nitrogênio Amoniacal durante o monitoramento. 64
Figura 34 - Classificação segundo Resolução CONAMA 357/2005 para Nitrogênio Amoniacal.....65
Figura 35 - Resultados para Sólidos Dissolvidos Totais durante o monitoramento...66
Figura 36 - Classificação segundo Resolução CONAMA 357/2005 para sólidos dissolvidos totais. 67
Figura 37 - Resultados obtidos para Coliformes Totais durante o monitoramento....67
Figura 38 - Classificação segundo Resolução CONAMA 357/2005 para Coliformes Totais. 68
Figura 39 - Resultados obtidos para *Escherichia coli* durante o monitoramento.....68
Figura 40 - Classificação segundo Resolução CONAMA 357/2005 para *Escherichia coli*. 69
Figura 41 - Resultados obtidos para Cobre Dissolvido durante o monitoramento.....71
Figura 42 - Classificação segundo Resolução CONAMA 357/2005 para cobre dissolvido.....71
Figura 43 - Resultados obtidos para Chumbo durante o período monitorado.....72
Figura 44 - Classificação segundo Resolução CONAMA 357/2005 para Chumbo. ..72
Figura 45 - Resultados obtidos para Zinco durante o monitoramento.....73
Figura 46 - Classificação segundo Resolução CONAMA 357/2005 para Zinco.....74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classes e usos da água segundo Resolução CONAMA 357/2005.....22
Tabela 2 - Valores de referência para a classificação das águas doces segundo Resolução CONAMA 357/2005.....44
Tabela 3 - Identificação dos pontos de coleta e georeferenciamento em WGS-84...45
Tabela 4 - Data, período do dia e estação do ano que foram realizadas as coletas.51
Tabela 5 - Parâmetros determinados e sua respectiva estratégia de preservação...51
Tabela 6 - Parâmetros determinados e metodologia utilizada 52
Tabela 7- Resultados obtidos para o ponto P1..... 53
Tabela 8 - Resultados obtidos para o ponto P2.....52
Tabela 9 - Resultados obtidos para o ponto P3.....54
Tabela 10 - Resultados obtidos para o ponto P4.....54
Tabela 11 - Resultados obtidos para o ponto P5.....55

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADEMA - Administração Estadual do Meio Ambiente
ARIE - Área de Relevante Interesse Ecológico
COMPAM - Conselho Municipal de Proteção Ambiental
CONAMA- Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONSEMA - Conselho Estadual de Meio Ambiente
DBO_5 - Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO - Demanda Química de Oxigênio
DUC – Divisão de Unidades de Conservação
ETA – Estação de Tratamento de Água
ETE - Estação de Tratamento de Esgoto
FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental
FNMA – Fundo Nacional do Meio Ambiente
FUNDEMA - Fundação Municipal do Meio Ambiente
GPS- *Global Positioning System*
MONALISA - Monitoramento de Alterações Ambientais em Arroios
MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
NBR – Norma Regulamentadora Brasileira
NMP – Número Mais Provável
OD - Oxigênio Dissolvido
OMS - Organização Mundial de Saúde
PMNH – Prefeitura Municipal de Novo Hamburgo
SEMAM - Secretaria Municipal do Meio Ambiente
SEMA - Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul
SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação
SISNAMA - Sistema Nacional do Meio Ambiente
UPAN - União Protetora do Ambiente Natural
WGS - *World Geodetic System*

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO **13**

1 REVISÃO DA LITERATURA **15**

1.1 A IMPORTÂNCIA DA ÁGUA 15
1.2 CICLO GEOQUÍMICO DA ÁGUA 18
1.3 IMPACTOS NOS RECURSOS HÍDRICOS 19
1.4 LEGISLAÇÃO PARA OS RECURSOS HÍDRICOS 20
1.5 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOS SINOS 23
1.6 MICRO BACIAS DE NOVO HAMBURGO 25
1.7 DESCRIÇÃO DOS PARÂMETROS PARA CARACTERIZAÇÃO DAS ÁGUAS DO PARCÃO. 26
1.8 MONITORAMENTO AMBIENTAL 31

2 HISTÓRICO DO PARQUE MUNICIPAL HENRIQUE LUIS ROESSLER **32**

2.1 O PARQUE COMO UNIDADE DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL 34
2.2 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO PARCÃO 36

3 MATERIAL E MÉTODOS **43**

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO 45
3.1.1 Ponto 1 – Nascente N03 (P1) 46
3.1.2 Ponto 2 – Ponto médio nascente N03 (P2) 47
3.1.3 Ponto 3 – Ponto médio nascente N02 (P3) 48
3.1.4 Ponto 4 – Encontro dos pontos P2 e P3 (P4) 49
3.1.5 Ponto 5 – Montante ao arroio Vila Kunz (P5) 50
3.2 DADOS DAS COLETAS 51

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO **53**

4.1 ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO 55
4.2 pH 56
4.3 TEMPERATURA 57
4.4 OXIGÊNIO DISSOLVIDO 58
4.5 DBO_5 60
4.6 DQO 61
4.7 FÓSFORO TOTAL 62
4.8 NITROGÊNIO AMONIACAL 64
4.9 SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS 66
4.10 COLIFORMES TOTAIS 67
4.11 COLIFORMES TERMOTOLERANTES (*ESCHERICHIA COLI*) 68
4.12 METAIS 70
4.12.1 Cromo 70
4.12.2 Cobre dissolvido 70
4.13.3 Chumbo 72
4.12.4 Zinco 73

5 PROPOSTAS FUTURAS PARA O PLANO DE MONITORAMENTO **75**

CONCLUSÃO **76**

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS **77**

INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos são de fundamental importância para a sobrevivência dos seres vivos e para a melhoria de suas condições econômicas, sociais e comunitárias. Para que se preserve este bem precioso é necessário conhecer os mecanismos de funcionamento dos sistemas aquáticos continentais, superficiais e subterrâneos.

A água sobre a Terra é complexa e está diretamente relacionada ao crescimento da população humana em função da urbanização e aos usos múltiplos que afetam sua qualidade.

Em muitos países novas iniciativas na legislação para os recursos hídricos começaram a ser implantadas no final do século XX. Essas ações decorreram do reconhecimento de que sem evolução na legislação, sem novas formas de administração e organização das instituições que planejam e gerenciam recursos hídricos é impossível implantar os avanços da tecnologia e da participação da comunidade.

O monitoramento ambiental é uma excelente ferramenta para o controle desses recursos. Através deste pode-se avaliar a qualidade da água para determinar sua adequabilidade para os usos, tais como abastecimento público, recreação, irrigação entre outros. Também é uma ferramenta importante para acompanhar a evolução da qualidade do manancial ao longo do tempo, como reflexo do uso da bacia e de medidas de controle da poluição avaliando o mesmo de forma integral, considerando, além da água, sedimento e material biológico.

O município de Novo Hamburgo possui ainda riquezas naturais e dentre estas riquezas está o Parque Municipal Henrique Luiz Roessler que faz parte do Programa de Desenvolvimento Municipal Integrado de Novo Hamburgo/RS, para requalificação urbana e ambiental do município.

Nesse contexto, as nascentes do Parque Municipal Henrique Luis Roessler (Parcão) são de extrema importância para a manutenção do patrimônio ambiental do município de Novo Hamburgo.

Este trabalho visa avaliar as condições das nascentes e córregos que se localizam no Parcão através do monitoramento das condições químicas, físicas e

microbiológicas das suas águas no período dezembro de 2009 a maio de 2010, realizando coletas em cinco pontos. Este estudo trará contribuições importantes para a elaboração e implantação de práticas de conservação e gestão ambiental.

Atualmente a Prefeitura Municipal de Novo Hamburgo, através da contratação de empresa especializada está desenvolvendo o Plano de Manejo do Parcão. Com este instrumento serão propostas ações importantes para o parque, porém estas ações precisam ser eficazes de forma que não se perca a real importância da sua preservação.

De acordo com o relatório preliminar do Plano de Manejo, a elaboração do diagnóstico ambiental e a concepção de zoneamento e propostas têm como objetivo fornecer subsídios para a discussão de diretrizes para o manejo das áreas protegidas do parque, mediante a análise dos seus recursos naturais e da infra estrutura existente, estabelecendo o seu zoneamento, corredores ecológicos, zonas de amortecimento e as normas que devem presidir o uso da área e a implantação das estruturas físicas necessárias ao Parque e à sua gestão.

Com este trabalho buscou-se monitorar os parâmetros de qualidade de água: pH, temperatura, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, demanda química de oxigênio, fósforo total, nitrogênio amoniacal, sólidos dissolvidos totais, coliformes totais e termotolerantes (*Escherichia coli*), cobre dissolvido, cromo total, chumbo total e zinco total em cinco pontos localizados dentro do perímetro do Parcão, para classificar as águas de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 e identificar potenciais fontes de contaminação.

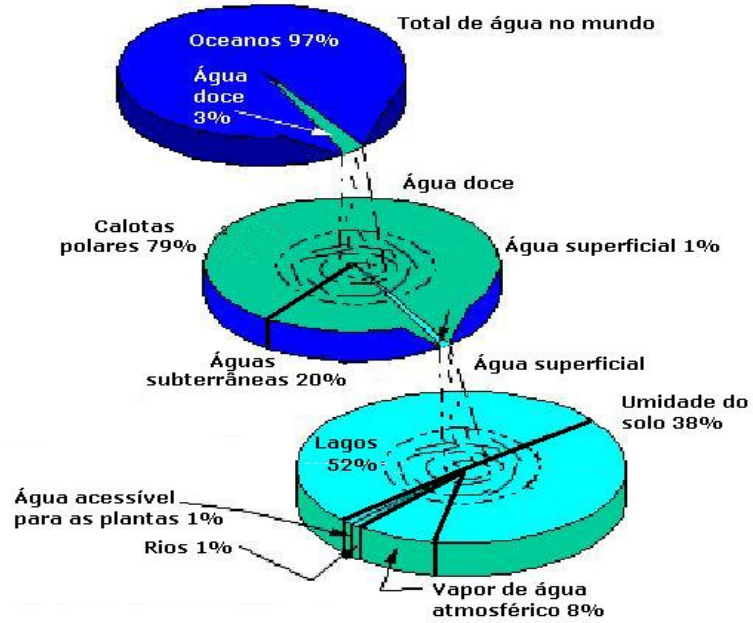
A partir dos resultados obtidos pode-se propor um plano de monitoramento para as águas do Parcão e apresentar propostas de continuidade para análises de solos e sedimento. Com este estudo mais aprofundado pode-se traçar um perfil e um histórico detalhado desta área.

1 REVISÃO DA LITERATURA

1.1 A IMPORTÂNCIA DA ÁGUA

A água encontra-se disponível sob várias formas e é uma das substâncias mais comuns existentes na natureza, cobrindo 70% da superfície do planeta. É encontrada principalmente no estado líquido, constituindo um recurso natural renovável por meio do ciclo hidrológico (BRAGA et al., 2006).

Mais de 97% da água do mundo é água de mar, indisponível para beber e para a maioria dos usos agrícolas. Três quartas partes da água doce estão presas em geleiras e nas calotas polares. Lagos e rios são as principais fontes de água potável, mesmo constituindo, em seu conjunto, menos de 0,01% do suprimento total de água (BAIRD, 2002). A figura 1 mostra a distribuição da água no planeta.



Fonte: http://www.cq.ufam.edu.br/moleculas/agua/figura/distribuicao

Figura 1 - Distribuição da Água no Planeta

Todas as formas de vida existentes na terra dependem da água. O ser humano necessita consumir diariamente vários litros de água doce para manter-se vivo (BAIRD, 2002).

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).

A quantidade mínima de água necessária para a vida de um ser humano varia, diariamente, conforme o seu padrão de vida e hábitos.

O Banco Mundial publicou um relatório mostrando o desperdício de água. Neste relatório mostrou-se o consumo médio de água por classe econômica e foi constatado que a classe alta gasta mais água por ano. São 1167 m^3 por pessoa, contra 453 m^3 da classe média e 386 m^3 da baixa.

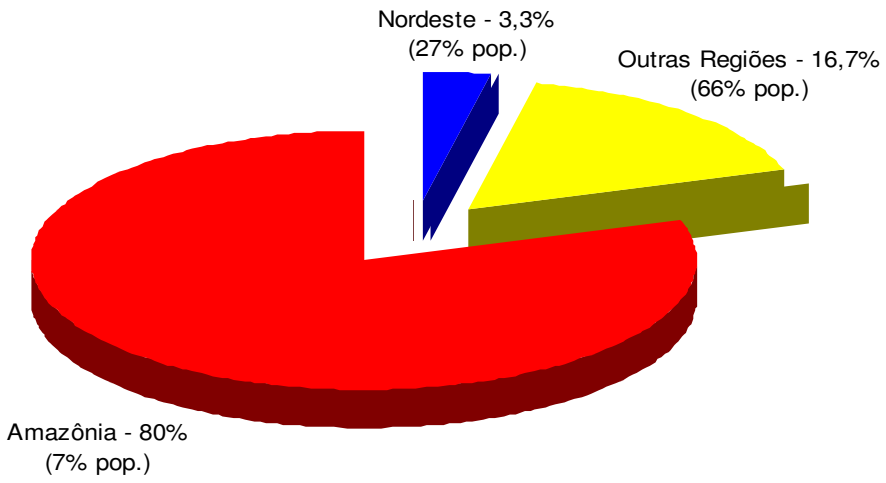
A grande diferença entre o consumo de água dos ricos e pobres não tem relação com a consciência ambiental de cada classe social, mas sim com a falta de dinheiro: quem possui menos recursos financeiros, usa menos água. A conclusão é do mesmo relatório do Banco Mundial, apontando que toda a população mundial dobrou seu consumo de água nos últimos 50 anos, ou seja, ninguém está mais consciente quando o assunto é o uso do recurso.

Atualmente, 1,2 bilhões de pessoas no mundo não tem acesso à água potável sendo a maioria em países africanos e do Oriente Médio. A situação pode ficar muito pior se o consumo continuar no ritmo que se encontra hoje. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), até 2025, serão cerca de 2,8 bilhões de pessoas, de 48 países diferentes, que viverão em situação de escassez total de água. Ou seja, quase um terço da população mundial sofrerá com a falta do recurso.

O termo “água” refere-se ao elemento natural, desvinculado de qualquer uso ou utilização. Por sua vez, o termo “recursos hídricos” é a consideração da água como bem econômico passível de utilização com tal fim. Entretanto, deve-se ressaltar que toda a água da Terra não é, necessariamente, um recurso hídrico, na medida em que seu uso ou utilização nem sempre tem viabilidade econômica (REBOUÇAS, 2006).

Os recursos hídricos são finitos e a sua distribuição ao longo do tempo e da região é bastante irregular na crosta terrestre. No Brasil, a região amazônica tem 80% do volume de água do território nacional para apenas 7% da população. Essa má distribuição da água no tempo e no espaço faz necessário um gerenciamento das águas de forma multidisciplinar, de forma que estes recursos sejam utilizados

com racionalidade e eficiência (COÊLHO, 2001). A figura 2 mostra a distribuição dos recursos hídricos no Brasil.



Fonte: http://www.scielo.br/img/revistas/rbeaa/v4n3/a25fig01.gif
Figura 2 - Distribuição dos Recursos Hídricos no Brasil

A disponibilidade média no Brasil segundo estudo do Banco Mundial, é superior a 20.000 m³/hab/ano, mas a distribuição destas águas não é homogênea. Na região nordeste do Brasil a disponibilidade é inferior a 500 m³/hab/ano, já nas regiões sul e sudoeste é abundante, porém com forte poluição (NORONHA et al., 2006).

O Brasil registra um elevado desperdício, sendo que de 20% a 60% da água tratada para consumo se perde na distribuição, dependendo das condições de conservação das redes. Além dessa perda no caminho até o consumidor, o desperdício doméstico em geral também contribui para aumentar estes dados (TAKIYAMA, 2003).

A crescente importância da água, como elemento vital e fundamental ao desenvolvimento da economia moderna, levou as Nações Unidas à instituição do 22 de março como o Dia Mundial da Água. Este dia foi instituído como forma de lembrar que os nossos mananciais não podem continuar sendo degradados em níveis nunca imaginados, pelo lançamento de esgotos domésticos e efluentes industriais não tratados, ocupação desordenada do meio urbano, disposição inadequada de resíduos no ambiente, desenvolvimento de atividades agrícolas altamente predatórias no meio rural e construção de poços sem o atendimento de requisitos

mínimos das normas de uso e proteção das águas subterrâneas (REBOUÇAS, 2008).

1.2 CICLO GEOQUÍMICO DA ÁGUA

> O ciclo da água pode ser equilibrado se o volume de água que escoa dos rios para os continentes e vai para os oceanos igualar-se ao volume de água evaporado dos oceanos, o qual volta aos continentes por meio de sistemas frontais (MICHAL KRAVČÍK apud BARLOW e CLARKE, 2003).

O ciclo hidrológico está intimamente ligado ao ciclo energético terrestre, isto é, à distribuição da energia solar. Por processo de evaporação, essa energia é responsável pelo transporte da água dos compartimentos hidrosfera e litosfera ao compartimento atmosfera. Após a precipitação da água na forma de chuva ou neve, por infiltração no solo, ocorre à renovação das águas subterrâneas, ou lençol freático (recarga dos aquíferos) e essa água pode afluir em determinados pontos, formando as nascentes. A água acumulada pela infiltração é devolvida à atmosfera por efeito de evaporação direta dos sistemas aquáticos, solo e pela transpiração das folhas dos vegetais (ROCHA; ROSA; CARDOSO, 2004). A figura 3 esquematiza o ciclo geoquímico da água.

Fonte: http://acmarretti.files.wordpress.com/2009/05/agua_ciclo.jpg

Figura 3 - Ciclo Geoquímico da Água.

A velocidade do ciclo hidrológico varia de uma era geológica para outra, assim como as proporções da soma total de águas doces e de águas marinhas. Em períodos de glaciação, por exemplo, era menor a proporção de água doce líquida, enquanto em períodos mais quentes a forma líquida era mais comum (TUNDISI, 2005).

A presença do homem nesse ciclo pode ser notada por meio do desmatamento e da impermeabilização via pavimentação do solo. Isso acelera a evaporação e reduz a recarga dos aquíferos subterrâneos, gerando, assim, maiores enchentes nos cursos de água que cortam centros urbanos, causando uma série de danos físicos, econômicos e transtornos aos habitantes da cidade. Nas regiões de clima frio, devem-se considerar, ainda, a água armazenada na forma de geleiras, as quais são formadas pela precipitação de neve, e o fluxo correspondente ao degelo dessas geleiras (BRAGA, et al., 2006).

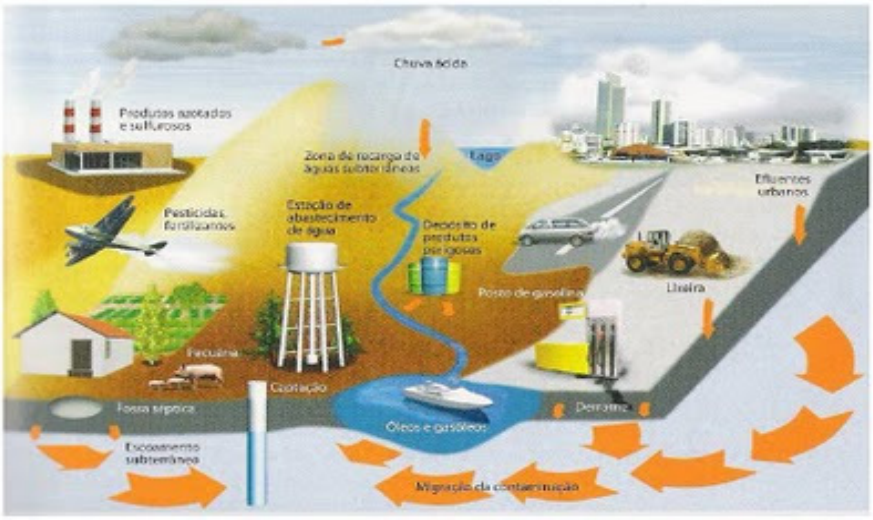
1.3 IMPACTOS NOS RECURSOS HÍDRICOS

Várias são as atividades humanas cujos impactos nos recursos hídricos, do ponto de vista quantitativo e qualitativo são relevantes, alternando o ciclo hidrológico e a qualidade da água. Dentre elas pode-se citar urbanização e despejos de esgotos sem tratamento, construção de estradas, desvio de rios e construção de canais, mineração, hidrovias e construção de represas (TUNDISI, 2005).

As atividades industriais, agricultura, pesca e piscicultura, aquicultura, introdução de espécies exóticas, disposição de resíduos sólidos e desmatamento nas bacias hidrográficas também fazem parte destas atividades (TUNDISI, 2005).

Estas atividades têm consequências, gerando impactos tais como a eutrofização, aumento do material em suspensão a assoreamento de rios, lagos e represas, perda da diversidade biológica, alterações no ciclo hidrológico e no volume de reservatórios, rios e lagos, alterações na flutuação de nível dos rios e nas áreas de inundações, contaminação dos aquíferos, aumento da toxicidade de águas e sedimentos, expansão geográfica de doenças de veiculação hídrica e degradação

dos mananciais e das áreas de abastecimento (TUNDISI, 2005). A figura 4 mostra o ciclo de contaminação da água.



Fonte: www.googleimagens.com.br

Figura 4 - Ciclo de Contaminação da Água.

1.4 LEGISLAÇÃO PARA OS RECURSOS HÍDRICOS

No final do século XX, novas iniciativas na legislação de recursos hídricos e na organização institucional começaram a ser implementadas em muitos países. Essas ações decorreram do reconhecimento de que sem evolução na legislação e sem novas formas de administração e organização das instituições que planejam recursos hídricos é impossível implantar os avanços da tecnologia e da participação da comunidade (TUNDISI, 2005).

No Brasil, em 8 de janeiro de 1997, é sancionada a Lei Federal 9.433 que define a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Desde então, o país dispõe de um instrumento legal que, se efetivamente implementado, garantirá às gerações futuras a disponibilidade de água em condições adequadas.

O art. 225 da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 no seu capítulo 6 refere-se ao Meio Ambiente e diz que:

> Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida,

> impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.
> § 1º - Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao poder público:
> I - preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas;
> II - preservar a diversidade e a integridade do patrimônio genético do País e fiscalizar as entidades dedicadas à pesquisa e manipulação de material genético;
> III - definir, em todas as unidades da Federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e a supressão permitidas somente através de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção;
> IV - exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade;
> V - controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente;
> VI - promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente;
> VII - proteger a fauna e a flora, vedadas, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais a crueldade.
> § 2º - Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei.
> § 3º - As condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados.
> § 4º - A Floresta Amazônica brasileira, a Mata Atlântica, a Serra do Mar, o Pantanal Mato-Grossense e a Zona Costeira são patrimônio nacional, e sua utilização far-se-á, na forma da lei, dentro de condições que assegurem a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais.
> § 5º - São indisponíveis as terras devolutas ou arrecadadas pelos Estados, por ações discriminatórias, necessárias à proteção dos ecossistemas naturais.
> § 6º - As usinas que operem com reator nuclear deverão ter sua localização definida em lei federal, sem o que não poderão ser instaladas.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) é o órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA). Foi instituído pela Lei 6.938/1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, regulamentada pelo Decreto 99.274/1990.

A Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005) que substitui a Resolução 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.

Esta resolução dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e

padrões de lançamento de efluente e define como cinco as classes possíveis para águas doces superficiais, tendo como critérios para esta classificação parâmetros máximos permitidos para cada classe. Para que a legislação seja cumprida é necessário um monitoramento continuo das águas para a verificação do cumprimento da mesma.

A tabela 1 mostra as classes e os usos da água segundo a Resolução CONAMA 357/2005.

Tabela 1 - Classes e usos da água segundo 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.

1.5 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOS SINOS

A bacia hidrográfica do Rio dos Sinos está situada a nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, entre os paralelos 29° e 30° sul. Possui uma área de 3.820 km^2, correspondendo 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 975.000 habitantes, sendo que 90,6 % ocupam as áreas urbanas e 9,4 % estão nas áreas rurais. Esta bacia é delimitada a leste pela Serra Geral, pela bacia do Caí a oeste e ao norte, e ao sul pela bacia do Gravataí (FEPAM, 2005).

Seu curso d'água principal tem uma extensão aproximada de 190 km, e uma precipitação pluviométrica anual média de 1.350 mm. Suas nascentes estão localizadas na Serra Geral, no município de Caraá, a cerca de 600 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 a ilha Grande dos Marinheiros e ilha das Garças, a uma altitude de 12 metros. Seus principais formadores são o rio Rolante e Paranhana, além de diversos arroios. O rio Paranhana recebe águas transpostas da bacia do Caí, das barragens do Salto, Divisa e Blang (FEPAM, 2009).

A cobertura vegetal da bacia está muito reduzida, os remanescentes localizam-se, predominantemente, nas nascentes do rio dos Sinos e seus formadores.

As características hidrológica e hidráulica do rio dos Sinos são divididas em três sub-trechos distintos que são o trecho superior com cerca de 25 km, desenvolvendo-se entre a cota 600 m até a cota 60 m, em alta declividade; o trecho médio com declividade média e extensão de aproximadamente 125 km, recebe o rio Paranhana, que drena uma área de 580 km^2, o rio Rolante, drenando 500 km^2, e o rio da Ilha com uma área drenada de 330 km^2, possui alto índice pluviométrico, tornando seus afluentes importantes na definição do regime hídrico do rio e o trecho inferior que caracteriza-se por declividades suaves a quase nulas, próximas a Campo Bom, ocorrendo alguns trechos de contra-declives, característica de rio de planície, com formação de meandros e zona de sedimentação (FEPAM, 2009).

Os trechos superior e médio têm escoamento regular por jusante e o trecho inferior sofre influência do Delta do Jacuí, existindo represamento e até mesmo refluxo. 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 (culturas de arroz, cana de açúcar e hortaliças, etc). A pecuária também é pouco desenvolvida, mas neste ponto encontram-se pequenas criações de gado leiteiro, suínos e aves (FEPAM, 2009).

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

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 Portão/Estância Velha), Sapucaia do Sul (arroio José Joaquim), Esteio e zona norte de Canoas (arroio Sapucaia) (FEPAM, 2009). A figura 5 mostra o mapa da Bacia Hidrográfica dos Sinos.

Fonte: Portal Pró-Sinos (2010)

Figura 5 - Bacia Hidrográfica dos Sinos.

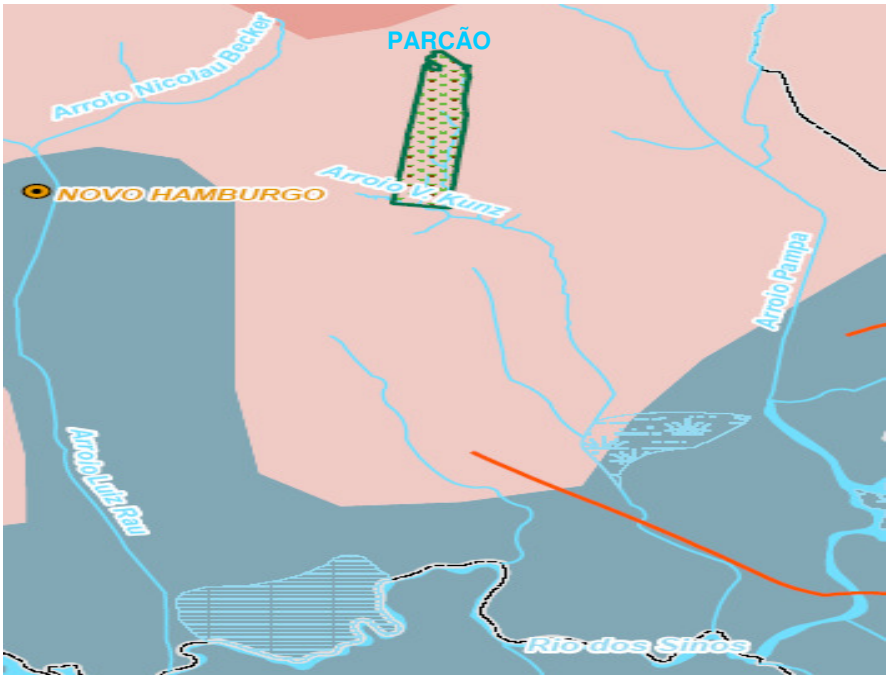
1.6 MICRO BACIAS DE NOVO HAMBURGO

De acordo com a Prefeitura Municipal de Novo Hamburgo (PMNH) o município, integrante da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos é divididas em quatro micro bacias, formadas pelos arroios Pampa, Cerquinha, Luiz Rau e Gauchinho. Além destes, vários são os arroios que deságuam na região da várzea dos Sinos, tanto na margem norte quanto na sul do rio. Os arroios da margem sul são todos localizados no bairro de Lomba Grande, enquanto que, na margem norte chegam águas dos arroios cujas nascentes estão nos morros de Novo Hamburgo .

A zona urbana é composta pelos arroios Pampa, Peri, Gauchinho, Luiz Rau, Sanga Funda, Guarani, Nicolau Becker, Marquês de Olinda, Vila Kunz, Manteiga e Cerquinha e a zona rural é constituída pelos arroios Peão, Passo dos Corvos, Wallahay, Centro, Guari, Taimbé, São João, São Jacó e Poço Feio (PMNH, 2009).

O arroio Vila Kunz possui uma extensão de aproximadamente 5 km incluindo seu percurso canalizado (cerca de 2 km) tem sua nascente no Parque Municipal Henrique Luis Roessler (Parcão) e um braço na Rua Francisco Manoel da Silva no bairro Jardim Mauá. Seu leito segue por dentro de matas nativas, atravessando o Loteamento Mundo Novo em direção a Rua Bartolomeu de Gusmão, nº 2900 no bairro Canudos (Empresa PL Fundição). Nas proximidades da Escola Municipal de Ensino Fundamental Anita Garibaldi, as margens desse arroio estão ocupadas por sub-habitações, sofrendo vários impactos, como esgotos, lixo e assoreamento. A partir da Rua Bartolomeu de Gusmão, 2900, suas águas seguem menos impactadas até a Avenida dos Municípios, onde desemboca no Banhado do Sinos. (PMNH, 2008).

A equipe técnica do Projeto Monitoramento de Alterações Ambientais em Arroios (MONALISA) observou que no seu trecho superior, dentro do Parcão, as águas são límpidas, protegidas pela mata ciliar densa. Nas proximidades das nascentes, as árvores apresentam liquens em tons alaranjados e avermelhados, indicando boa qualidade do ar. Entretanto, ainda na área do Parcão, aparecem pontos de degradação com a presença de lixo e águas fétidas. A figura 6 mostra o percurso do arroio Vila Kunz.



Fonte: PMNH (2010)

Figura 6 - Percurso do Arroio Vila Kunz.

1.7 DESCRIÇÃO DOS PARÂMETROS PARA CARACTERIZAÇÃO DAS ÁGUAS DO PARCÃO.

Para a caracterização das águas do Parcão foram avaliados alguns parâmetros que constam na Resolução CONAMA 357/2005 que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

A seguir será apresentada a descrição dos parâmetros que compõe este trabalho.

- pH

Representa a concentração de íons hidrogênio H^+ (em escala anti-logarítmica), dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. A faixa de pH é de 0 a 14 (VON SPERLING, 1996).

O nível de pH indica o tipo de água que exerce efeito corrosivo sobre tubulações e equipamentos de sistemas de água e esgoto. Também indica e o grau

de influência na coagulação química e sedimentação em estações de tratamento de água, esgoto e efluentes (BENETTI e BIDONE apud., TUCCI, 2000)

Algumas origens naturais que contribuem para diminuir ou aumentar o pH são a dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera, oxidação de matéria orgânica, fotossíntese entre outras. As origens antropogênicas são despejos domésticos e despejos industriais (VON SPERLING, 1996).

- Temperatura

A temperatura é a medida da intensidade de calor. É um parâmetro importante, pois, influi em algumas propriedades da água (densidade, viscosidade, oxigênio dissolvido), com reflexos sobre a vida aquática. A temperatura pode variar em função de fontes naturais e fontes antropogênicas.

O efeito da temperatura sobre as características químicas da água decorre da influência que a massa exerce sobre as reações químicas. A velocidade da reação química duplica para cada 10 ºC de aumento da temperatura, acelerando as reações que se relacionam com a atividade microbiana (BENETTI e BIDONE apud TUCCI, 2000)

- Oxigênio Dissolvido

Os níveis de oxigênio dissolvido em águas naturais e residuárias dependem das atividades físicas, químicas e biológicas do curso de água. Para controle da poluição das águas e processos de tratamento de resíduos este parâmetro é fundamental (APHA, 2005).

A quantidade de oxigênio dissolvido na água é um índice expressivo de sua qualidade sanitária. Águas superficiais de boa qualidade devem estar saturadas de oxigênio. Uma água saturada pode ou não estar poluída, mas a saturação indicará que não está contaminada por matéria oxidável (BENETTI e BIDONE apud TUCCI, 2000).

Com a diminuição de oxigênio em cursos da água, podem vir a morrer diversos seres aquáticos, inclusive peixes. Caso o oxigênio seja totalmente consumido, têm-se as condições anaeróbias, com geração de maus odores (VON SPERLING, 1996).

- Demanda Bioquímica de Oxigênio

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO_5) introduzida em recursos hídricos através de despejos orgânicos trata-se de uma demanda respiratória. Uma vez que a oxidação desse material é realizada exclusivamente por via enzimática ocorre então à demanda bioquímica de oxigênio (APHA, 2005).

A (DBO_5) é a quantidade de oxigênio necessária para depurar a matéria orgânica biodegradável lançada na água. Portanto, indica a presença de matéria orgânica, que pode ter origem nos esgotos cloacais ou nos efluentes industriais. Quanto maior a concentração de DBO_5 na água haverá uma tendência de redução na concentração do oxigênio que está dissolvido na água (FEPAM, 2010).

A DBO_5 é ainda importante parâmetro a ser considerado no dimensionamento de estações de tratamento e no seu monitoramento, sendo um excelente índice para indicar a eficiência de uma estação de tratamento de efluentes (ETE).

- Demanda Química de Oxigênio

A demanda química de oxigênio (DQO) é quantidade de oxigênio consumido na oxidação química da matéria orgânica existente na água, medida em teste específico e expressa em unidades equivalentes a mg de O_2 por litro (Norma Regulamentadora Brasileira NBR 9896/1993).

Este parâmetro é geralmente usado como indicador do grau de poluição de um corpo de água ou de águas residuárias (NBR 9896/1993).

Altos valores do parâmetro DQO reduzem os níveis de oxigênio, afetando a sobrevivência de organismos aquáticos. Também prejudicam o crescimento de plantas principalmente em solos pobres quando a água de irrigação tem um alto valor de DQO.

- Fósforo

Fósforo ocorre em águas naturais e em águas residuárias quase exclusivamente como fosfatos. Estes são classificados como ortofosfatos, fosfatos condensados e organicamente ligado a fosfatos. (APHA, 2005)

Fosfatos ocorrem em sedimentos e lodos biológicos, tanto precipitados nas formas inorgânicas como incorporados em compostos orgânicos (APHA, 2005).

Os compostos de fósforo não têm importância sobre o aspecto sanitário para águas e abastecimento público, e é um elemento indispensável no crescimento de algas, mas, em grandes quantidades, pode levar a um processo de eutrofização de um recurso hídrico (VON SPERLING, 1996).

Algumas origens dos fosfatos podem estar relacionadas a quando pequenas quantidades de certos fosfatos condensados são adicionados à água de abastecimento durante o seu tratamento. Quantidades maiores desses compostos podem ser adicionados à água em procedimentos de limpeza, pois os polifosfatos são constituintes dos detergentes comerciais (VON SPERLING, 1996).

- Nitrogênio

As formas em que o nitrogênio se encontra em águas e efluentes ocorrem em ordem decrescente de estado de oxidação que são nitrato (NO_3), nitrito (NO_2), amônia (NH_3), nitrogênio orgânico e nitrogênio molecular. Todas as formas do nitrogênio são bioquimicamente interconversíveis e são componentes do ciclo do nitrogênio (APHA, 2005).

O nitrogênio é um elemento indispensável para o crescimento de algas e, quando em elevadas concentrações em lagos e represas, pode conduzir a um crescimento exagerado desses organismos, levando à eutrofização (VON SPERLING, 1996).

O nitrogênio na forma de amônia livre é diretamente tóxico aos peixes. Nos processos de tratamento biológico de águas residuárias, as determinações de nitrogênio orgânico são feitas para verificar se a quantidade de nitrogênio presente é suficiente para o bom desempenho dos microorganismos e para controlar os processos de aeração (VON SPERLING, 1996).

- Sólidos

A quantidade e a natureza dos sólidos nas águas variam muito. Em águas de abastecimento, os sólidos ocorrem, em geral, na forma dissolvida e são

constituídos principalmente de sais inorgânicos, além de pequenas quantidades de matéria orgânica (APHA, 2005).

As águas naturalmente carregam uma série de materiais em suspensão (minerais e orgânicos) procedente de fontes diversas, como erosão do solo, curtumes, esgotos urbanos, etc. Estes materiais conforme sua densidade, diante das características do corpo receptor sofre sedimentação ao longo do curso das águas, em distâncias variáveis de acordo com o regime de escoamento das mesmas, causando maior ou menor impacto ambiental (MAIA e CLASS 1994).

- Coliformes totais e termotolerantes (*Escherichia Coli)*

Os coliformes totais são um grupo de bactérias constituído por bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, capazes de crescer na presença de sais biliares ou outros compostos ativos de superfície (surfactantes), com propriedades similares de inibição de crescimento, e que fermentam a lactose com produção de aldeído, ácido e gás a 35°C em 24-48 horas. O grupo inclui os seguintes gêneros: *Escherichia, Citrobacter, Enterobacter* e *Klebisiela* (APHA, 2005).

Coliformes termotolerantes são coliformes capazes de se desenvolver e fermentar a lactose com produção de ácido e gás à temperatura de 44,5 ± 0,2°C em 24 horas. O principal componente deste grupo é *Escherichia coli*, sendo que alguns coliformes do gênero *Klebisiela* também apresentam essa capacidade (APHA, 2005).

As bactérias do grupo coliforme são mundialmente utilizadas como indicadores de contaminação fecal. A *Escherichia Coli* é encontrada naturalmente na microbiota do intestino humano e de demais animais de sangue quente. São também encontrados em esgotos e efluentes que tenham recebido contaminação fecal recente (APHA, 2005).

- Metais

Os efeitos dos metais em águas e efluentes variam de benéficos até perigosamente tóxicos. Alguns metais são essenciais para o crescimento vegetal e animal, enquanto outros podem afetar os sistemas de tratamento de águas residuais

e águas receptoras. A toxicidade versus benefícios de alguns metais dependem da sua concentração nas águas (APHA, 2005).

Os metais não podem ser destruídos e são altamente reativos do ponto de vista químico, o que explica a dificuldade de serem encontrados em estado puro na natureza. Quando lançados na água como resíduos industriais, podem ser absorvidos pelos tecidos animais e vegetais. Também se depositam no solo ou em corpos de água de regiões mais distantes devido à movimentação das massas de ar. Assim os metais pesados podem se acumular em todos os organismos que constituem a cadeia trófica (NAIME e FAGUNDES, 2004).

1.8 MONITORAMENTO AMBIENTAL

O Monitoramento ambiental é a avaliação qualitativa e quantitativa, contínua e/ou periódica, da presença de poluentes no meio ambiente. Apresenta informações sobre a qualidade da água e avalia os impactos e riscos ambientais, a partir de levantamentos e medições. Estas informações, além de direcionar as ações de licenciamento ambiental, têm também a finalidade de informar a qualidade atual do local em questão (ADEMA, 2010).

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, apud PAVANI, 2009).

Um projeto efetivo de monitoramento é constituído de três fatores: um plano de monitoramento, um processo de gerenciamento e um objetivo claro bem definido. O plano de monitoramento envolve, entre outros, coletas, análises, interpretação e retroalimentação (PHILIPPI, 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 sequencial dos recursos, para reconhecer seu estado e as causas que atuam na sua qualidade (NAIME e FAGUNDES, 2004).

2 HISTÓRICO DO PARQUE MUNICIPAL HENRIQUE LUIS ROESSLER

O Parque Municipal Henrique Luis Roessler, com uma área de 54,16 ha formavam parte das terras do comerciante João Pedro Schmitt, imigrante do estado de Hessen - Alemanha, em 1857, considerado um dos fundadores do município de Novo Hamburgo.

O Parque é conhecido como Parcão e assim será referenciado no decorrer deste trabalho. A figura 7 mostra a foto aérea do Parcão.

Fonte: Prefeitura Municipal de Novo Hamburgo (2007)
Figura 7 - Foto Aérea do Parque Municipal Henrique Luis Roessler.

A história do Parcão inicia em dezembro de 1985 quando lideranças comunitárias se reúnem para conhecer o trabalho de conclusão de curso da arquiteta Jussara Helena Kley, que previa a utilização daquela área para a criação de um parque público.

No dia 31 de janeiro de 1986 uma comissão denominada Grupo do Parque se reuniu com o Prefeito Atalíbio Foscarini, para a implantação deste projeto, começando uma campanha comunitária liderada pelo Projeto ”NH como Meta”, Grupo de Parque e com o apoio da União Protetora do Ambiente Natural (UPAN) de São Leopoldo e Movimento Roessler.

No mês de outubro de 1986 foi assinado o Decreto Municipal nº 108/86, declarando a área de utilidade pública para fins de desapropriação.

Em Abril de 1989, foi promulgada a Lei Municipal nº 12/89, autorizando o Executivo Municipal a instituir a Fundação Pró-Parque de Novo Hamburgo. Em agosto do mesmo ano, o Decreto nº 203/89 instituiu a Fundação Pró-Parque.

No dia 19 de fevereiro de 1990 foi firmado o acordo entre a Prefeitura Municipal de Novo Hamburgo e a empresa proprietária da área. É assinada a escritura da mesma, sendo considerada esta a data de criação do parque. O nome dado ao parque é homenagem a Henrique Luis Roessler, pioneiro na luta ecológica no Brasil.

Em 03 de abril de 1990 foi editada a Lei Municipal n° 020/90 denominando o Parcão como Parque Municipal Henrique Luis Roessler.

No ano de 1992 foi instalada no Parcão uma infraestrutura básica, que foi denominada de Projeto Embrião (constituída de sanitários, praça de brinquedos infantis, jardins, bancos, pista para prática de ginástica, vigilância, entre outros) e a população foi incentivada a utilizá-lo como opção de lazer ativo e contemplativo.

Em 1º de março de 1999 foi aprovada a Lei Municipal nº 167/99, instituindo o Plano de Manejo do Parque Municipal, dispondo das normas de uso e ocupação do mesmo.

A inauguração da sede administrativa e de educação ambiental ocorreu no ano de 2002.

Em março de 2007 a Prefeitura de Novo Hamburgo recebeu o parecer favorável da Divisão de Unidades de Conservação (DUC) da Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul (SEMA), sendo sua categoria “Área de Relevante Interesse Ecológico” (ARIE) no Grupo das Unidades de Uso Sustentável, conforme Lei Federal nº 9.985/00.

Em setembro de 2007 foi firmado convênio de cooperação mútua entre a Prefeitura Municipal e o então Centro Universitário Feevale, resultando em 9 projetos de pesquisa na área do parque.

Atualmente está em andamento uma negociação junto à Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler (FEPAM) e a SEMA para que os créditos de compensação ambiental da implantação da via metroviária TRENSURB (trecho São Leopoldo – Novo Hamburgo) sejam destinados em até 75% para o Parcão.

O processo de inscrição do Parcão no Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) iniciou em março de 2007, sendo finalizado em

março de 2010 com a certificação do Parque Henrique Luis Roessler como uma Unidade de Conservação (PMNH, 2010).

2.1 O PARQUE COMO UNIDADE DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL

O prefeito de Novo Hamburgo através do decreto nº 4.129/09 declara o parque Municipal Henrique Luis Roessler Unidade de Conservação Municipal em 21 de dezembro de 2009 e a partir daí passa a integrar o SNUC.

A inserção do Parcão no SNUC permite à Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SEMAM), buscar recursos, como os distribuídos pelo Fundo Nacional de Meio Ambiente (FNMA), um dos mais importantes instrumentos da política ambiental brasileira.

Entre os projetos que podem receber investimentos, estão os referentes ao cercamento do local, a definição do Plano de Manejo e a retirada de plantas não nativas do local.

O capítulo III da Lei 9.985, de 18 de julho de 2000 estabelece as categorias de Unidades de Conservação, regulamentando o art. 225 da Constituição Federal.

> Art. 7º As unidades de conservação integrantes do SNUC dividem-se em dois grupos, com características específicas:
> I - Unidades de Proteção Integral;
> II - Unidades de Uso Sustentável.
> § 1º O objetivo básico das Unidades de Proteção Integral é preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, com exceção dos casos previstos nesta Lei.
> § 2º O objetivo básico das Unidades de Uso Sustentável é compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais.

O grupo das Unidades de Proteção Integral é composto pelas categorias: Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Monumento Natural e Refúgio da Vida Silvestre (BRASIL, 2000).

O grupo das Unidades de Uso Sustentável é composto pelas categorias: Área de Proteção Ambiental, Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável e Reserva Particular do Patrimônio Natural.

O Parcão foi enquadrado como Unidade de Uso Sustentável. Estas áreas serão detalhadas a seguir com base na Lei 9.985/00.

Área de Proteção Ambiental: Área em geral extensa, com certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais (BRASIL, 2000).

Área de Relevante Interesse Ecológico: Área em geral de pequena extensão, com pouca ou nenhuma ocupação humana, com características naturais extraordinárias ou que abriga exemplares raros da biota regional, e tem como objetivo manter os ecossistemas naturais de importância regional ou local e regular o uso admissível dessas áreas, de modo a compatibilizá-lo com os objetivos de conservação da natureza (BRASIL, 2000).

Floresta Nacional: Área com cobertura florestal de espécies predominantemente nativas e tem como objetivo básico o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas (BRASIL, 2000).

Reserva Extrativista: Área utilizada por populações extrativistas tradicionais, cuja subsistência baseia-se no extrativismo e, complementarmente, na agricultura de subsistência e na criação de animais de pequeno porte, e tem como objetivos básicos proteger os meios de vida e a cultura dessas populações, e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais da unidade (BRASIL, 2000).

Reserva de Fauna: Área natural com populações animais de espécies nativas, terrestres ou aquáticas, residentes ou migratórias, adequadas para estudos técnico-científicos sobre o manejo econômico sustentável de recursos faunísticos (BRASIL, 2000).

Reserva de Desenvolvimento Sustentável: Área natural que abriga populações tradicionais, cuja existência baseia-se em sistemas sustentáveis de exploração dos recursos naturais, desenvolvidos ao longo de gerações e adaptados às condições ecológicas locais e que desempenham um papel fundamental na proteção da natureza e na manutenção da diversidade biológica (BRASIL, 2000).

Reserva Particular do Patrimônio Natural: Área privada, gravada com perpetuidade, com o objetivo de conservar a diversidade biológica (BRASIL, 2000).

Com o decreto nº 4.129/09 o Parcão tornou-se a primeira e única Unidade de Conservação Ambiental do Município na atualidade. Na SEMAM o parque será registrado como Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) (PMNH, 2009).

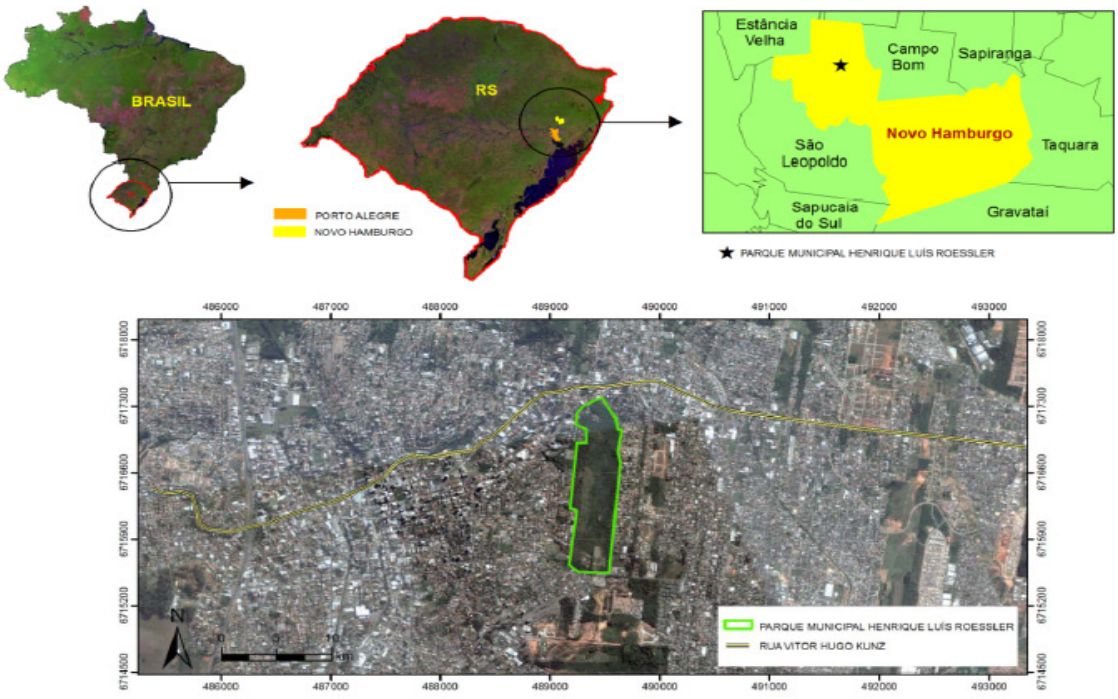
O local é utilizado para a realização de eventos, oficinas de Meio Ambiente, e atividades de lazer, como trilhas pela mata e praça para crianças e adultos. Nele podem-se encontrar diversas árvores nativas, como a Corticeira do Banhado, Araçá, Maricá e Camboim, além de animais como preás, tatus, ouriços, gambás e furão (PMNH, 2009).

O Parcão como ARIE é uma grande conquista para o município de Novo Hamburgo, pois é a primeira e única Unidade de Conservação Ambiental atualmente. Com esta conquista a busca por novos recursos e investimentos por diferentes meios será facilitada.

2.2 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO PARCÃO

O Parcão situa-se em Novo Hamburgo, região metropolitana de Porto Alegre, RS. Localiza-se na Encosta Inferior do Nordeste, apresentando altitude média de 57 m acima do nível do mar. É marcado por baixas altitudes onde ocorrem coxilhas e cerros, com exceção do norte e nordeste onde há ocorrência de morros provenientes de derrames vulcânicos. No sul e sudeste predominam as áreas de várzea junto ao rio dos Sinos, com relevo plano (PMNH, 2010).

O Parcão está localizado nas coordenadas 29°41'S e 51°06'W tem uma extensão de 51 ha, distribuídos entre mata, campo e áreas úmidas (WEISSHEIMER et al., 1996), pertencentes à fitofisionomia da floresta estacional semidecidual (TEIXEIRA et al., 1986 apud SCHMITT e CAPPELATTI, 2009). A figura 8 mostra a localização do Parcão.



Fonte: PMNH 2010

Figura 8 - Localização do Parcão.

Segundo Koeppen o clima da região é do tipo Cfa, significando que possui clima subtropical (C), úmido o ano inteiro (f) e a temperatura média do mês mais quente ultrapassa 22°C (a) (MORENO,1961).

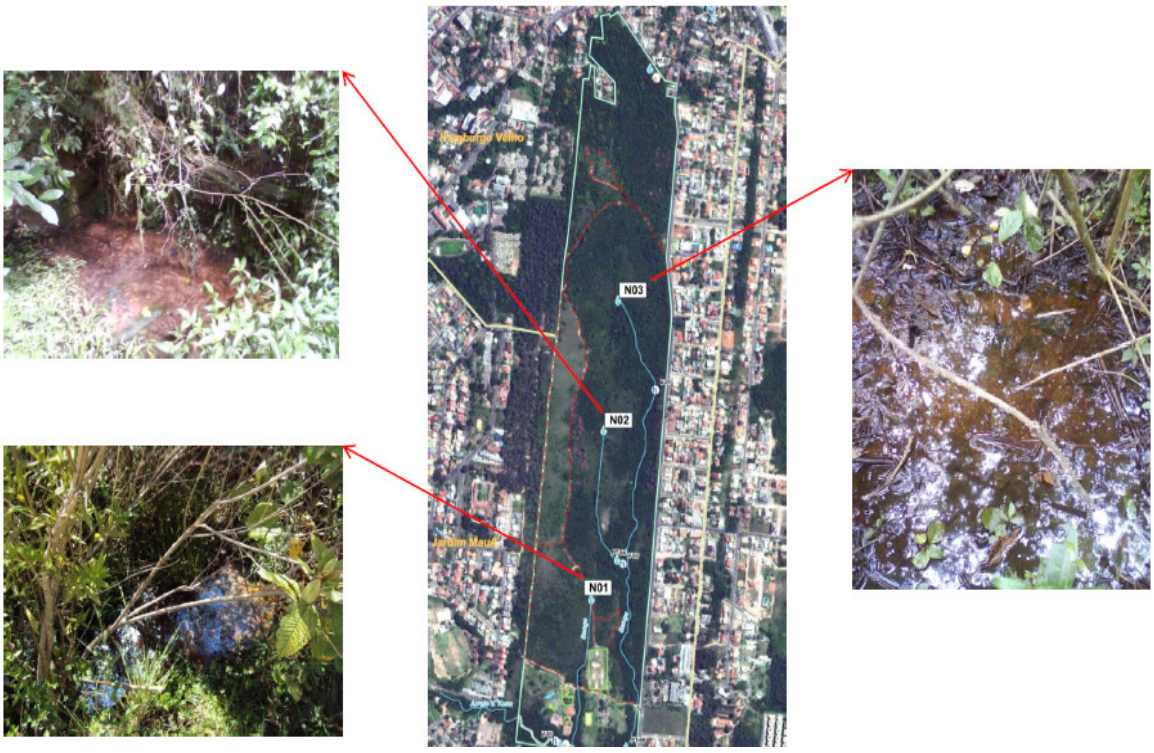
O solo da região foi classificado como Planossolo Hidromórfico eutrófico arênico (STRECK et al., 2002). Em um mapa de classes de declividade do parque pode-se caracterizar o relevo em 33,67% plano (0 a 3%), 24,27% suave ondulado (3 a 8%), 23,16% moderadamente ondulado (8 a 13%), 15,82% ondulado (13 a 20%), 3,07% forte ondulado (20 a 45%) e 0,01% montanhoso (maior que 45%) (SCHMITT e CAPPELATTI, 2009).

O Parcão situa-se em plena malha urbana de Novo Hamburgo, fazendo divisa com os bairros Canudos, Hamburgo Velho e Jardim Mauá. Consiste numa porção de terras que abriga vegetação natural, originalmente formada por campos e floresta. Dada sua exposição ao manejo antrópico, desde os primórdios da imigração européia, a cobertura vegetal encontra-se modificada, sendo significativa a participação de espécies exóticas nas comunidades vegetais atualmente (PMNH, 2010).

Os corpos hídricos localizados na área do Parcão imediatos a ele são constituintes da bacia do Arroio Pampa, segundo o Mapa do Sistema de Esgotamento Sanitário de Novo Hamburgo (COMUSA, 2007).

Em 2009 a PMNH contratou a empresa MRS Estudos Ambientais através de licitação, para a elaboração do Relatório preliminar do Diagnóstico Ambiental, Zoneamento e Concepção de Propostas para a Elaboração do Plano de Manejo do Parcão. Neste relatório preliminar foram descritos dados importantes sobre a hidrografia do Parcão.

São três os principais cursos de água que fazem parte do Parcão denominados como nascentes. A figura 9 mostra a localização das nascentes.



Fonte: MRS Estudos Ambientais

Figura 9 - Localização das Nascentes.

A nascente N01 dá origem ao menor e menos volumoso dos cursos d'água deste sistema e margeia o campo de futebol e parte do trecho de uma das trilhas principais. Apresenta coloração ferruginosa e sem odor junto à nascente e trecho superior. No trecho médio ele é canalizado, passando sob a estrada de acesso à sede principal do Parque. Esta nascente desemboca no Sistema Sul, junto ao arroio Vila Kunz, ainda dentro dos limites da área do Parcão (MRS, 2010).

A nascente N02 encontra-se próxima a uma das principais trilhas do parque, tendo seu acesso por uma escadaria. Este corpo hídrico, de competência baixa, apresenta águas sem odor e límpidas junto à nascente, trechos superior e médio. Com fluxo no sentido sudeste une-se ao curso d'água proveniente da nascente N03.

A nascente N03 localizada mais a centro-norte do Sistema da origem ao curso d'água mais extenso do Parque, de competência baixa e que, como citado anteriormente, recebe as águas provindas da N02. São, portanto, canais de 1ª ordem que se encontram formando um canal de 2ª ordem, que por sua vez desemboca junto ao arroio Vila Kunz, fora da área de estudo, junto à Rua Sapiranga. Cabe ressaltar que ao longo de praticamente todo o seu percurso recebe efluentes da rede pluvial de esgoto, despejadas através de tubulações adjacentes a Rua Barão de Santo Ângelo. Em função disto, suas águas possuem odor fétido (MRS, 2010).

Na área interior do Parcão existem vários escoamentos de efluentes cloacais, originários do trato com animais (potreiro) e esgoto das residências próximas e também a presença de lixo dentro dos canais de efluentes (MRS, 2010).

De acordo com o levantamento feito pela empresa MRS as espécies de peixes encontradas nos arroios do Parque Henrique Luis Roessler, são bioindicadoras de ambientes poluídos e indicam degradação da qualidade da água dos corpos hídricos.

O entorno do Parcão é composto por 15 quadras. Estas quadras são compostas por um total de 227 lotes as quais tem contribuição de esgoto doméstico para o Parcão.

Na divisa oeste do parque não existe lançamento de poluentes, por esta área ser um divisor de águas natural e por não ter implantados lotes com habitações. Existe um loteamento da Comunidade Evangélica de Hamburgo Velho aprovado que além de prever toda a intercepção do esgoto, está prevista a instalação de duas ETEs. Após o tratamento os efluentes serão lançados por uma tubulação que corre da direção norte ao sul lançando no canal do Arroio Kunz na altura da Rua Francisco Manoel da Silva.

Ainda na divisa oeste, porém no extremo norte do parque, existe um pequeno curso de água natural que desce em direção leste até a Rua Almiro Lau, onde é acrescido de esgoto sanitário de diversas residências próximas. Este continua descendo em direção leste a céu aberto, com exceção de um pequeno

trecho que é canalizado com tubo de concreto de diâmetro 0,30m passando entre algumas casas na Rua Gustavo João Eisinger indo em direção a Rua Barão Homem de Mello conforme mostra a figura 10.

Fonte: MRS Estudos Ambientais (2010)
Figura 10 - Lançamento de Esgoto em Canal Aberto

Deste ponto em diante segue a divisa do Parcão em direção a Rua Barão de Santo Ângelo, na altura da residência de nº 290 que é mostrado na figura 11.

Fonte: MRS Estudos Ambientais (2010)
Figura 11 - Tubulação cruzando Rua Barão de Santo Ângelo.

Na parte leste do parque, existem vários pontos de lançamento da tubulação do esgoto que está implantada na Rua Barão de Santo Ângelo. Foram destacados cinco pontos de lançamento. O perfil da rua tem o seu ponto mais alto no cruzamento com a Rua Tarso Dutra, impondo um divisor de águas para o norte e outro para o sul do parque.

No trecho em direção ao sul está o primeiro lançamento de esgoto na altura da Rua Francisco Manoel da Silva, com um tubo de concreto de 1,0 m de diâmetro avançando 12,0 m para dentro do parque (Figura 12).

Fonte: MRS Estudos Ambientais (2010)
Figura 12 - Lançamento Rua Francisco Manoel da Silva.

O segundo ponto de lançamento fica no encontro da Rua Clara Nunes, com tubo de concreto com diâmetro de 0,8 m e avança 9,0 m para dentro do parque (Figura 13).

Fonte: MRS Estudos Ambientais
Figura 13 - Lançamento Rua Clara Nunes.

O terceiro ponto de lançamento fica no encontro da Rua Elis Regina, com tubo de concreto com diâmetro de 0,8 m e avança 12,0 m que encontra um poço executado em pedra grés com altura de 2,1 m com largura e comprimento de 2,00 m, sendo aberto na base para escoar o esgoto para o curso d'água (Figura 14).

Fonte: MRS Estudos Ambientais (2010)
Figura 14 - Lançamento Rua Elis Regina.

O quarto ponto de lançamento fica no encontro da Rua Jardel Filho, com tubo de concreto com diâmetro de 0,6 m e avança 14,0 m para dentro do parque (Figura 15).

Fonte: MRS Estudos Ambientais (2010)
Figura 15 - Lançamento Rua Jardel Filho.

O quinto ponto de lançamento fica no encontro da Rua Normélio Stabel, com tubo de concreto com diâmetro de 0,3 m e avança 8,5 m para dentro (Figura 16).

Fonte: MRS Estudos Ambientais (2010)
Figura 16 - Lançamento Rua Normélio Stabel.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido visando analisar as condições das águas que fazem parte do Parcão. Foram realizadas coletas em cinco pontos no período de dezembro de 2009 a maio de 2010, totalizando 4 campanhas.

Além dos parâmetros químicos, físicos e microbiológicos, será apresentado também o índice pluviométrico monitorado pela defesa civil durante o período das coletas para verificar a influência das chuvas nos resultados obtidos.

Para caracterizar as águas do Parcão nos diferentes pontos de amostragem, foram utilizados como referência os limites definidos na Resolução CONAMA 357/2005, que estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas no território nacional, segundo seus usos preponderantes. Os valores de referência para a classificação proposta neste trabalho são apresentados na tabela 2.

Tabela 2 - Valores de referência para a classificação das águas doces segundo Resolução CONAMA 357/2005

Parâmetro	Unidade	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Ph	----	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0
Temperatura	---	NE	NE	NE	NE
OD	$mgO_2\ L^{-1}$	6	5	4	2
DBO_5	$mgO_2\ L^{-1}$	3	5	10	NE
DQO	$mg\ L^{-1}$	NE	NE	NE	NE
Fósforo total	$mg\ L^{-1}$	0,1	0,1	0,15	NE
Nitrogênio Amoniacal Total	$mg\ L^{-1}$ N	3,7 $mg\ L^{-1}$, para pH ≤7,5 2,0 $mg\ L^{-1}$, para 7,5<pH ≤8,0 1,0 $mg\ L^{-1}$, para 8,0< pH ≤8,5 0,5 $mg\ L^{-1}$, para pH >8,5	3,7 $mg\ L^{-1}$, para pH ≤7,5 2,0 $mg\ L^{-1}$, para 7,5<pH ≤8,0 1,0 $mg\ L^{-1}$, para 8,0 <pH ≤8,5 0,5 $mg\ L^{-1}$, para pH >8,5	13,3 $mg\ L^{-1}$, para pH ≤7,5 5,6 $mg\ L^{-1}$, para 7,5<pH ≤8,0 2,0 $mg\ L^{-1}$, para 8,0< pH ≤8,5 1,0 $mg\ L^{-1}$, para pH >8,5	NE
Sólidos dissolvidos totais	$mg\ L^{-1}$	500	500	NE	NE
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	200	1000	4000	NE
Cobre dissolvido	$mg\ L^{-1}$	0,009	0,009	0,013	NE
Chumbo total	$mg\ L^{-1}$	0,01	0,01	0,033	NE
Cromo total	$mg\ L^{-1}$	0,05	0,05	0,05	NE
Zinco total	$mg\ L^{-1}$	0,18	0,18	5	NE

NE: Não especificado
Fonte: Resolução CONAMA 357/2005.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Os pontos de amostragem foram localizados com o uso de um Receptor GPS (*Global Positioning System*) de navegação, de marca *Garmin*, modelo *E-Trex*, com precisão horizontal de 5 a 15 m (sem a S/A ligada), dependendo da geometria e do número de satélites no momento do rastreamento, com precisão vertical variando em torno de 20 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 aplicativo Google Earth. A tabela 3 apresenta a identificação e a localização geográfica dos pontos coletados em campo.

Tabela 3 - Identificação dos pontos de coleta e georeferenciamento em WGS-84

Ponto de coleta	Local	Latitude	Longitude
Ponto 1 (P1)	Nascente N03	29° 40´ 50.4" Sul	51° 06´ 29.3" Oeste
Ponto 2 (P2)	Ponto médio da nascente N03	29° 41´ 07.1" Sul	51° 06´ 30.9" Oeste
Ponto 3 (P3)	Ponto médio da nascente N02	29° 41´ 04.0" Sul	51° 06´ 34.5" Oeste
Ponto 4 (P4)	Encontro entre P2 e P3	29° 41´ 09.6" Sul	51° 06´ 31.6" Oeste
Ponto 5 (P5)	Montante ao arroio Vila Kunz	29° 41´ 23.4" Sul	51° 06´ 31.1" Oeste

Fonte: Sheila Maria Leuck

A figura 17 mostra a localização dos pontos de coleta.

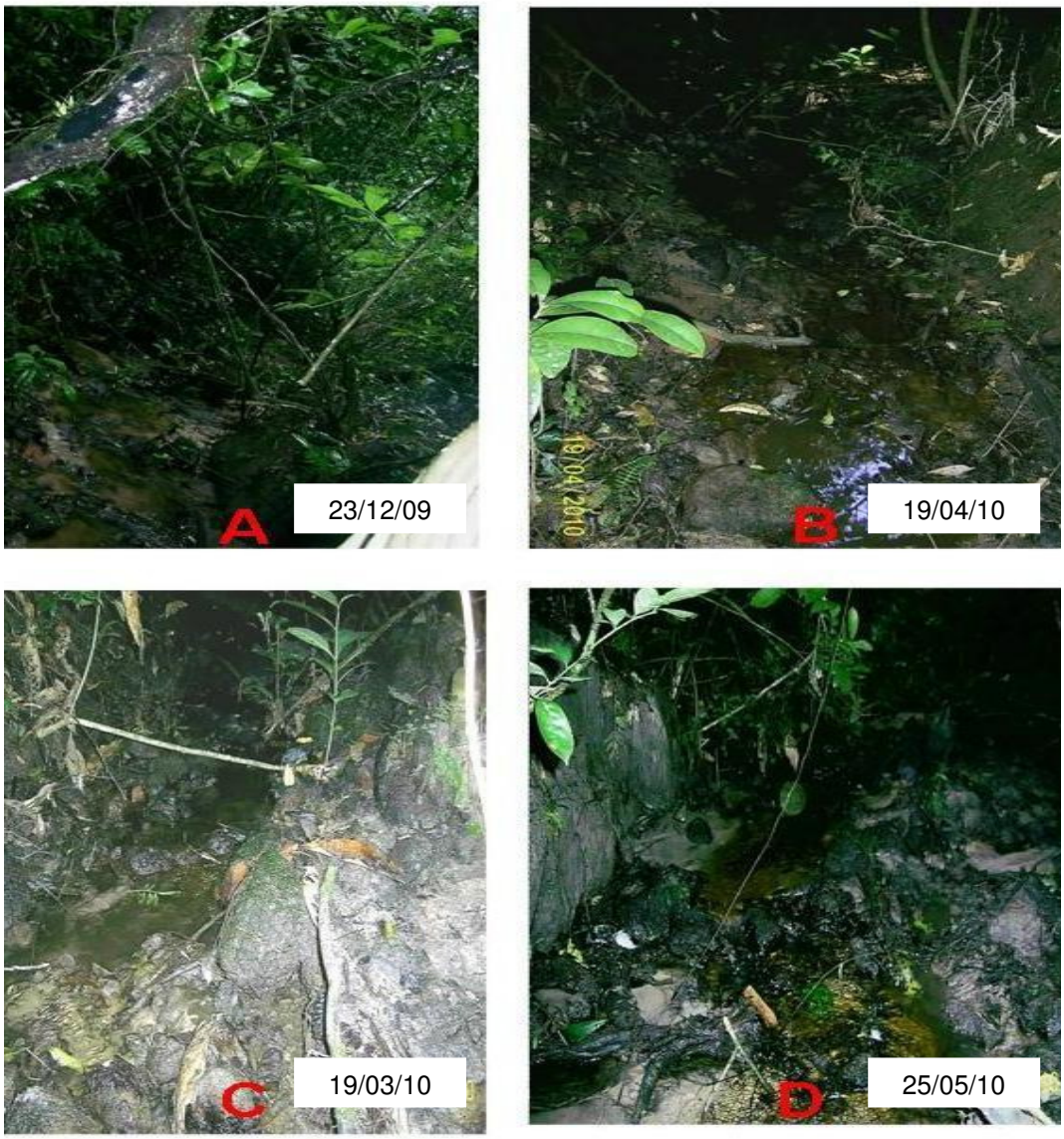
Fonte: Google Earth, 2010

Figura 17 - Localização dos Pontos de Coleta.

3.1.1 Ponto 1 – Nascente N03 (P1)

O ponto P1 é considerado a nascente mais importante, pois dá origem ao curso d'água mais extenso do Parque, localizado mais a centro-norte do sistema. É um canal de 1ª ordem que se encontra durante o seu percurso com um córrego de águas providas de outra nascente, formando um canal de 2ª ordem.

Este ponto é caracterizado pela presença de boa cobertura vegetal composta por mata nativa. Tem largura de aproximadamente 50 cm e 20 cm de profundidade. Em períodos de poucas chuvas diminui consideravelmente a quantidade de água neste ponto. O relevo deste ponto é moderadamente ondulado. A figura 18 mostra à nascente (P1) nas 4 coletas realizadas.



Fonte: Sheila Maria Leuck

Figura 18 – Ponto 1 - 23/12/09 (A) 19/04/10 (B) 19/03/10 (C) 25/05/10 (D)

3.1.2 Ponto 2 – Ponto médio nascente N03 (P2)

O ponto P2 é o ponto médio deste curso de água. Este ponto é caracterizado pela presença de boa cobertura vegetal. Tem largura em torno de 1 m e 10 cm de profundidade. O relevo deste ponto é considerado forte ondulado. É um ponto de difícil acesso, mas mesmo assim é encontrado lixo no percurso até a chegada do ponto e no ponto de coleta. A figura 19 mostra o ponto médio (P2) nas 4 coletas realizadas.

Fonte: Sheila Maria Leuck

Figura 19 – Ponto 2 - 23/12/09 (A) 19/03/10 (B) 19/04/10 (C) 25/05/10 (D).

3.1.3 Ponto 3 – Ponto médio nascente N02 (P3)

Este ponto está localizado as margens de uma trilha na qual é permitida a circulação de pessoas. Devido a esta circulação é comum a presença de lixo. A cobertura vegetal neste ponto é composta por árvores do tipo *Pinus* que são espécies invasoras. Estas árvores deixam as margens deste ponto totalmente cobertas por folhas.

Tem largura em torno de 50 cm e 20 cm de profundidade. O relevo deste ponto é considerado suave ondulado. Em uma das coletas devido à estiagem o ponto estava com 5 cm de profundidade dificultando a coleta. A figura 20 mostra o ponto médio nas 4 coletas realizadas.

Fonte: Sheila Maria Leuck

Figura 20 – Ponto 3 - 22/12/09 (A) 18/03/10 (B) 19/04/10 (C) 25/05/10 (D).

3.1.4 Ponto 4 – Encontro dos pontos P2 e P3 (P4)

O ponto P4 é o encontro das nascente 01 e 03. Tem uma boa cobertura vegetal. A largura é em torno de 2 m, e tem uma profundidade torno de 10 cm.

O relevo deste ponto é considerado forte ondulado. Neste ponto também é observada a presença de lixo. A figura 21 mostra o ponto P4 nas 4 coletas realizadas.

Fonte: Sheila Maria Leuck

Figura 21- Ponto 4 - 22/12/09 (A) 19/03/10 (B) 19/04/10 (C) 25/05/10 (D).

3.1.5 Ponto 5 – Montante ao arroio Vila Kunz (P5)

O ponto 05 é o local onde as águas estão a 100 m a montante do Arroio Vila Kunz. Tem uma boa cobertura vegetal, porém é bastante impactado. É observada presença de lixo e odor fétido que se intensifica nos períodos de pouca chuva. A largura é em torno de 1 m, e tem uma profundidade em torno de 20 cm. O relevo deste ponto é considerado suave ondulado. A figura 22 mostra o ponto P5 nas 4 coletas realizadas.

Fonte: Sheila Maria Leuck

Figura 22 – Ponto 5 - 21/12/09 (A) 18/03/10 (B) 19/04/10 (C) 25/05/10 (D).

3.2 DADOS DAS COLETAS

Foram realizadas 4 campanhas para coleta de água em cada ponto avaliado durante o período de dezembro de 2009 a maio de 2010. A tabela 4 apresenta a relação das coletas, data, período do dia e estação do ano em que foram realizadas.

Tabela 4 - Data, período do dia e estação do ano que foram realizadas as coletas

Coleta	Data	Período do dia	Estação do ano
1	23/12/2009	Manhã	Verão
2	18 e 19/03/2010	Manhã e tarde	Verão
3	19/04/2010	Manhã	Outono
4	25/05/2010	Manhã	Outono

A coleta e a preservação das amostras tiveram como referência a metodologia descrita em APHA (2005) e a amostragem foi realizada por coleta simples. As análises foram realizadas pela Central Analítica da Universidade Feevale. A tabela 5 apresenta os parâmetros com sua respectiva preservação.

Tabela 5 - Parâmetros determinados e sua respectiva estratégia de preservação

Parâmetro	Preservação	Tempo máximo de estocagem
pH	------	0,25 h
Temperatura	-----	No momento da coleta
Oxigênio Dissolvido	Sulfato manganoso álcali–iodeto-azida	24 h
DBO_5	Refrigerar a 4°C	48 h
DQO	Adicionar H_2SO_4 até pH < 2	28 d
Fósforo Total	Adicionar H_2SO_4 até pH < 2, refrigerar a 4°C	28 d
Nitrogênio Amoniacal	Adicionar H_2SO_4 até pH < 2, refrigerar a 4°C	7 d
Sólidos Dissolvidos Totais	Refrigerar a 4°C	7 d
Coliformes	Refrigerar a 4°C	6h
Cobre Dissolvido	Adicionar HNO_3 até pH < 2	6 meses
Cromo Total	Adicionar HNO_3 até pH < 2	6 meses
Chumbo Total	Adicionar HNO_3 até pH < 2	6 meses
Zinco total	Adicionar HNO_3 até pH < 2	6 meses

Fonte: APHA, 2005

O parâmetro temperatura foi realizado no momento da coleta sendo utilizado para a determinação um termômetro comum.

As amostras para as determinações físico-químicas foram coletadas em frascos de polietileno, com capacidade de cinco litros. Para as determinações dos

parâmetros de fósforo total e metais, as amostras foram coletadas em frasco com capacidade de 500 mL previamente preparado para este fim.

As amostras para determinação microbiológica foram coletadas em embalagem apropriada para este fim, previamente esterilizadas.

As amostras para determinação de OD foram coletadas em frascos adequados, preservadas no momento da coleta com 2 mL de solução de sulfato manganoso e 2 mL de solução álcali-iodeto-azida.

Os metais analisados neste trabalho foram selecionados baseados em seu grau de toxicidade para o homem e por serem utilizados nas indústrias desta região. As determinações foram utilizadas por espectrofotometria de absorção atômica de chama.

As amostras coletadas foram acondicionadas em recipiente térmico preservadas com gelo e transportadas até a Central Analítica da Universidade Feevale para serem analisadas.

Os parâmetros analisados tiveram como referência APHA, 2005. A tabela 6 descreve os parâmetros determinados e a metodologia utilizada.

Tabela 6 - Parâmetros determinados e metodologia utilizada

Parâmetro	Unidade	Metodologia [1]
pH	---	SM 4500
Temperatura	℃	SM 2550
OD	mg L^{-1}	SM 4500-O
DBO_5	mg O_2 L-1	SM 5210
DQO	mg O_2 L-1	SM 5220
Fósforo total	mg L^{-1}	SM 4500-P
Nitrogênio Amoniacal	mg L^{-1}	SM 4500-NH_3
Sólidos dissolvidos totais	mg L^{-1}	SM 2540 D
Coliformes totais e fecais	NMP/ 100 mL	SM 9223
Cobre dissolvido	mg L^{-1}	SM 3111
Cromo total	mg L^{-1}	SM 3111
Zinco total	mg L^{-1}	SM 3111

[1] Conforme APHA, 2005

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir, serão apresentados os resultados obtidos para cada um dos parâmetros avaliados e a discussão dos resultados nos cinco pontos de coleta monitorados nos córregos do Parcão, durante a execução do trabalho.

As tabelas 7, 8, 9, 10 e 11 apresentam os resultados obtidos que a seguir serão detalhados separadamente.

Tabela 7: Resultados obtidos para o ponto P1

	Datas das coletas			
Parâmetro	**23/12/09**	**18 e 19/03/10**	**19/04/10**	**25/05/10**
pH	5,16	6,2	5,66	5,56
Temperatura (°C)	23	21	21	21
OD ($mgO_2\ L^{-1}$)	--	7,22	6,80	8,99
DBO_5 ($mgO_2\ L^{-1}$)	3	6	9	5
DQO ($mgO_2\ L^{-1}$)	14	20	25	20
Fósforo total ($mg\ L^{-1}$)	0,185	0,025	0,24	0,1093
Nitrogênio amoniacal ($mg\ L^{-1}$)	1,76	2,56	3,02	2,66
Sólidos dissolvidos totais ($mg\ L^{-1}$)	180	250	277	92
Coliformes totais (NMP/100mL)	$3,97x10^4$	$2,00x10^4$	$8,10x10^4$	$9,60x10^3$
Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	$3,64x10^3$	$1,10x10^2$	$8,60x10^3$	$2,60x10^3$
Cromo ($mg\ L^{-1}$)	n.d	n.d	n.d	n.d
Cobre ($mg\ L^{-1}$)	0,002	0,003	0,003	0,002
Chumbo ($mg\ L^{-1}$)	n.d	0,01	0,012	n.d
Zinco ($mg\ L^{-1}$)	0,01	0,016	0,021	0,004

n.d : Não detectado
Limite de detecção Cromo: 0,005mg L^{-1} Chumbo: 0,01 mg L^{-1}

Tabela 8: Resultados obtidos para o ponto P2

	Datas das coletas			
Parâmetro	**23/12/09**	**18 e 19/03/10**	**19/04/10**	**25/05/10**
pH	6,9	7,4	7,06	6,81
Temperatura (°C)	23	21	22	21
OD ($mgO_2\ L^{-1}$)	---	8,5	7,68	8,16
DBO_5 ($mgO_2\ L^{-1}$)	10	5	6	9
DQO ($mgO_2\ L^{-1}$)	38	18	19,7	28
Fósforo total ($mg\ L^{-1}$)	0,16	0,08	0,29	0,24

Nitrogênio amoniacal (mg L^{-1})	2,17	3,36	3,84	2,89
Sólidos dissolvidos totais (mg L^{-1})	120	98	131	84
Coliformes totais (NMP/100mL)	$2,42x10^4$	$6,10x10^4$	$1,10x10^4$	$2,10x10^5$
Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	$2,49x10^4$	$1,30x10^2$	$2,00x10^4$	$2,10x10^4$
Cromo (mg L^{-1})	n.d	n.d	n.d	n.d
Cobre (mg L^{-1})	0,003	0,003	0,002	0,0015
Chumbo (mg L^{-1})	n.d	0,01	0,02	0,01
Zinco (mg L^{-1})	0,01	0,016	0,017	0,005

n.d : Não detectado
Limite de detecção Cromo: 0,005mg L^{-1} Chumbo: 0,01 mg L^{-1}

Tabela 9: Resultados obtidos para o ponto P3

	Datas das coletas			
Parâmetro	**23/12/09**	**18 e 19/03/10**	**19/04/10**	**25/05/10**
pH	5,28	5,88	5,38	5,15
Temperatura (°C)	23	23	22	21
OD (mgO_2 L^{-1})	--	6,91	5,86	9,81
DBO_5 (mgO_2 L^{-1})	11	8	5	8
DQO (mgO_2 L^{-1})	30	20	16,9	25
Fósforo total (mg L^{-1})	0,059	0.023	0,136	0,099
Nitrogênio amoniacal (mg L^{-1})	2,41	1,1	1,87	1,34
Sólidos dissolvidos totais (mg L^{-1})	90	80	92	55
Coliformes totais (NMP/100mL)	$1,11x10^4$	$1,50x10^4$	$7,70x10^4$	$2,60x10^3$
Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	$1,52x10^3$	$3,10x10^2$	$1,90x10^4$	$4,70x10^2$
Cromo (mg L^{-1})	n.d	n.d	n.d	n.d
Cobre (mg L^{-1})	0,002	0,003	0,002	0,0015
Chumbo (mg L^{-1})	n.d	n.d	0,010	0,010
Zinco (mg L^{-1})	0,007	0,009	0,01	0,003

n.d : Não detectado
Limite de detecção Cromo: 0,005mg L^{-1} Chumbo: 0,01 mg L^{-1}

Tabela 10: Resultados obtidos para o ponto P4

	Datas das coletas			
Parâmetro	**23/12/09**	**18 e 19/03/10**	**19/04/10**	**25/05/10**
pH	7,01	7,66	7,17	7,01
Temperatura (°C)	23	21	22	21
OD (mgO_2 L^{-1})	---	8,45	8,85	8,18
DBO_5 (mgO_2 L^{-1})	9	5	8	7
DQO (mgO_2 L^{-1})	29	17	16	27
Fósforo total (mg L^{-1})	0,2	0,031	0,27	0,122

Nitrogênio amoniacal (mg L^{-1})	2,88	1,65	3,73	2,5
Sólidos dissolvidos totais (mg L^{-1})	80	48	130	70
Coliformes totais (NMP/100mL)	$2,42x10^5$	$3,00x10^4$	$1,00x10^5$	$1,30x10^5$
Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	$8,32x10^3$	$9,80x10^2$	$2,60x10^4$	$4,00x10^4$
Cromo (mg L^{-1})	n.d	n.d	n.d	n.d
Cobre (mg L^{-1})	0,003	0,002	0,003	0,002
Chumbo (mg L^{-1})	n.d	0,016	0,021	0,01
Zinco (mg L^{-1})	0,015	0,012	0,02	0,005

n.d : Não detectado
Limite de detecção Cromo: 0,005mg L^{-1} Chumbo: 0,01 mg L^{-1}

Tabela 11: Resultados obtidos para o ponto P5

	Datas das coletas			
Parâmetro	**23/12/09**	**18 e 19/03/10**	**19/04/10**	**25/05/10**
pH	7,02	7,73	7,25	7,05
Temperatura (°C)	23	23	22	21
OD (mgO_2 L^{-1})	--	5,44	5,68	6,54
DBO_5 (mgO_2 L^{-1})	15	28	20	12
DQO (mgO_2 L^{-1})	52	100	89,1	53,19
Fósforo total (mg L^{-1})	0,762	0,628	0,993	0,676
Nitrogênio amoniacal (mg L^{-1})	5,28	8,4	8,65	7,83
Sólidos dissolvidos totais (mg L^{-1})	140	136	151	83
Coliformes totais (NMP/100mL)	$2,42x10^6$	$2,30x10^6$	$6,50x10^6$	$2,00x10^6$
Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	$1,05x10^5$	$6,10x10^5$	$1,50x10^6$	$4,70x10^5$
Cromo (mg L^{-1})	n.d	n.d	n.d	n.d
Cobre (mg L^{-1})	0,005	0,0035	0,006	0,0032
Chumbo (mg L^{-1})	n.d	0,02	0,026	0,019
Zinco (mg L^{-1})	0,02	0,019	0,023	0,006

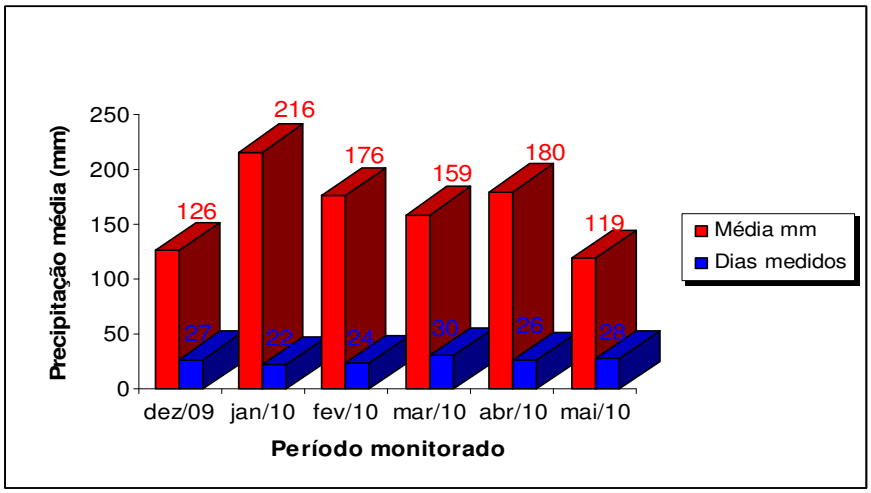
n.d : Não detectado
Limite de detecção Cromo: 0,005mg L^{-1} Chumbo: 0,01 mg L^{-1}

4.1 ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO

De acordo com Bertoni e Tucci (2000), a disponibilidade de precipitações numa bacia durante o ano é o fator determinante para quantificar, entre outros, a necessidade de irrigação de culturas e o abastecimento de água doméstico e industrial. A determinação da intensidade da precipitação é importante para o

controle de inundações e a erosão do solo. Por sua capacidade para produzir escoamento, a chuva é o tipo de precipitação mais importante para a hidrologia.

O índice pluviométrico é um importante parâmetro a ser monitorado, pois interfere diretamente na vazão dos cursos d'água. A figura 23 mostra a média de chuvas mensais e o número de dias monitorados durante o período do estudo.



Fonte: Adaptado Defesa Civil (2009 - 2010)

Figura 23 - Média de chuvas mensais e número de dias monitorados.

Pode-se observar na figura 23 que os meses de janeiro e abril foram respectivamente os meses de maior e menor volume de chuva. A média total do período foi de 163 mm. Com estes dados serão discutidos os resultados dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, verificando a sua influência.

Os apêndices A, B, C, D, E e F mostram as precipitações dos meses monitorados.

4.2 pH

Os resultados obtidos para pH nas águas do Parcão nos pontos P1, P2, P3, P4 e P5 durante o período monitorado, são apresentados na Figura 24.

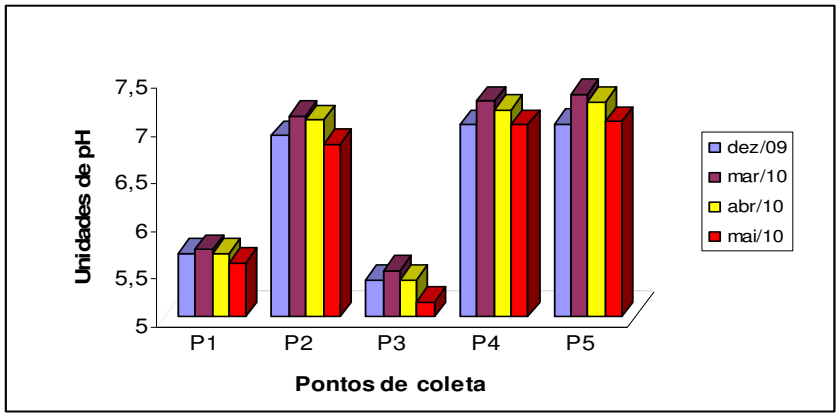


Figura 24 - Resultados obtidos para pH durante o monitoramento.

De acordo com a figura 24 os valores de pH ficaram próximos para os pontos P1 e P3. Nesses dois pontos o leito do percurso da água é composto por pedras. Os pontos P2, P4 e P5 também registraram valores próximos de pH entre si. O leito nestes pontos é composto por material fino.

A coleta do mês de maio para todos os pontos houve uma diminuição nos valores de pH devido ao alto índice de pluviosidade próximo ao dia da coleta.

4.3 TEMPERATURA

Os resultados obtidos para temperatura nas águas do Parcão nos pontos P1, P2, P3, P4 e P5 durante o período monitorado, são apresentados na Figura 25.

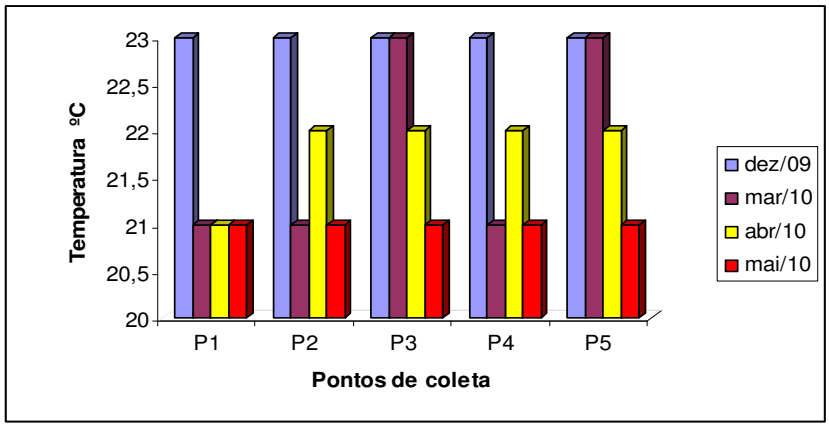


Figura 25 - Resultados obtidos para Temperatura durante o monitoramento.

A temperatura nos pontos de coleta variou de acordo com a estação do ano, sendo que a temperatura mais alta foi de 23°C na coleta do mês de dezembro para todos os pontos.

Houve variação de temperatura na coleta do mês de março devido à coleta ter sido feita em períodos e dias diferentes. A coleta dos pontos P3 e P4 foram feitas dia 18/03/10 no período da tarde e a coleta dos pontos P1, P2 e P5 foram feitas no dia 19/03/10 no período da manhã.

Não houve variação de temperatura na coleta do mês de maio. A temperatura de 21°C se manteve em todos os pontos. Na semana da coleta ocorreram chuvas que aumentaram o volume de água nos pontos e a temperatura da água diminuiu, acompanhando a diminuição da temperatura ambiente.

4.4 OXIGÊNIO DISSOLVIDO

Os resultados obtidos para oxigênio dissolvido nas águas do Parcão nos pontos P1, P2, P3, P4 e P5 durante o período monitorado, são apresentados na Figura 26.

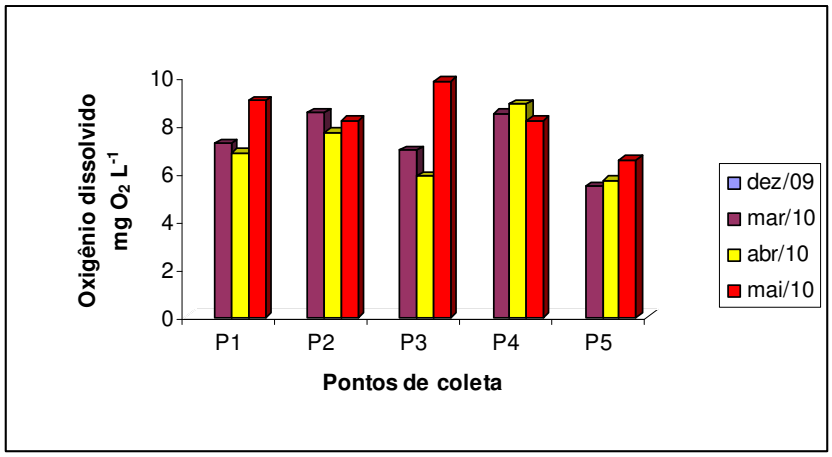


Figura 26 - Resultados obtidos para Oxigênio Dissolvido durante o monitoramento.

Na coleta de dezembro, por problemas operacionais, não foi possível a coleta para a determinação de oxigênio dissolvido.

Os pontos monitorados apresentaram resultados para oxigênio dissolvido, compatíveis com o enquadramento como classes I e II de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005).

O ponto P1 pode ser classificado como classe I, pois todos os resultados encontrados foram superiores a 6 mgO_2 L^{-1} O valor de oxigênio mais elevado ocorreu na coleta do mês de maio. Esse valor mais elevado pode estar relacionado tanto com o aumento de volume de água como com a menor temperatura. Os pontos P2 e P4 mostraram comportamento semelhante ao P1, com valores de OD superiores a 6 mgO_2 L^{-1}, podendo também ser classificado como classe I.

Na coleta do mês de abril o ponto P3 estava com seu curso de água bem reduzido. Em alguns trechos do percurso praticamente não havia água e com isso, o valor de OD reduziu consideravelmente. Apesar do mês de abril ter sido o mês de maior índice pluviométrico, até o dia da coleta havia sido registrado um volume de apenas 32 mm e nos 8 dias que antecederam a data coleta não ocorreram chuvas, conforme pode ser observado no apêndice E. Este ponto pode ser classificado como classe II para esta coleta, pois o valor de OD estava em 5,68 mgO_2 L^{-1} .

Para as coletas dos meses de março e maio este ponto pode ser classificado como classe I, pois os valores encontrados foram superiores a 6 mgO_2 L^{-1}. A coleta realizada em maio para o ponto P3 teve o maior valor de oxigênio dissolvido. Isto se deve a diminuição da temperatura ambiente o que consequentemente diminui a temperatura das águas e há um maior volume de água no corpo hídrico devido às chuvas que ocorreram antes da coleta que somaram 114 mm. Ocorreu chuva 1 dia antes desta coleta. Estes fatos explicam o aumento da quantidade de oxigênio no ponto P3.

Os resultados foram constantes, todos em torno de 8 mgO_2 L^{-1} para o ponto P4. Por ser um ponto com maior movimentação de água devido ao encontro das águas dos pontos P2 e P3, aumentando assim a oxigenação do meio.

O ponto P5 é o ponto mais impactado entre os pontos analisados. Nas coletas de março e abril apresentou características de classe II e no mês de maio de classe I. Na coleta de março e abril este ponto apresentou odor desagradável e volume de água inferior ao mês de maio.

A figura 27 mostra a classificação dos 5 pontos analisados de acordo com a resolução CONAMA 357/2005 em relação ao parâmetro oxigênio dissolvido.

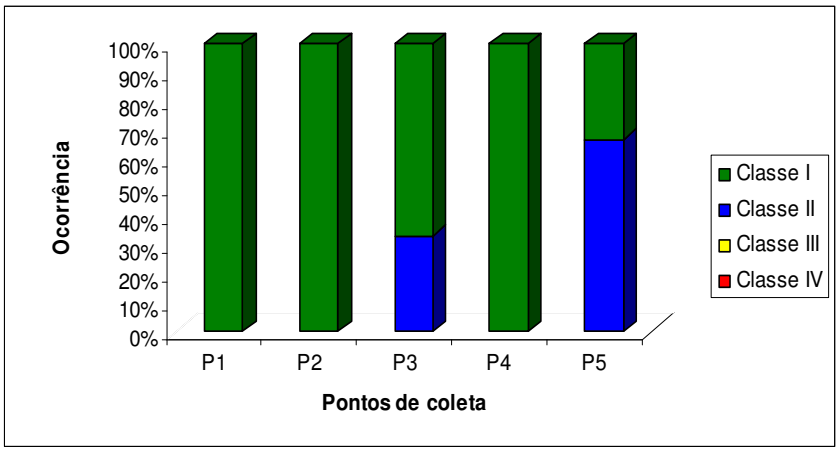


Figura 27 - Classificação segundo Resolução CONAMA 357/2005 para Oxigênio Dissolvido.

4.5 DBO_5

Os resultados obtidos para o parâmetro DBO_5 nas águas do Parcão nos pontos P1, P2, P3, P4 e P5 durante o período monitorado, são apresentados na Figura 28.

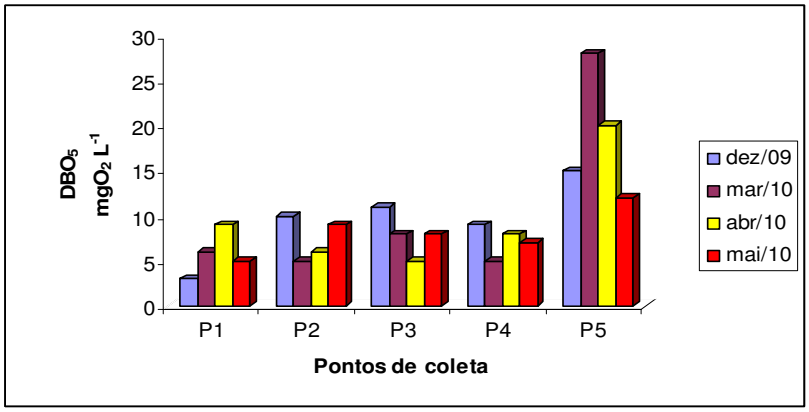


Figura 28 - Resultados obtidos para DBO_5 durante o monitoramento.

O ponto P1, por ser o ponto menos impactado teve os menores valores de DBO_5, já o ponto P5 que é o mais impactado tem os maiores valores de DBO_5.

O ponto P5 nos meses de março e abril teve um aumento significativo no valor da BDO_5. Fato que pode ser associado a lançamento de esgoto próximo ao momento da coleta.

No mês de maio os valores reduziram em relação aos valores de abril devido ao alto índice pluviométrico do período.

A figura 29 mostra a classificação dos 5 pontos analisados de acordo com a resolução CONAMA 357/2005 em relação ao parâmetro DBO_5.

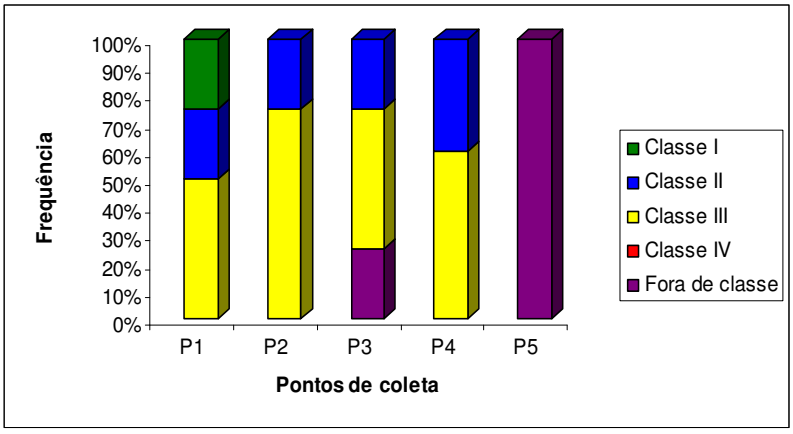


Figura 29 - Classificação segundo Resolução CONAMA 357/2005 para DBO_5.

Como mostra a figura 29 o ponto P1 tem 25% características de classe I e 25% características de classe II e 50% características classe III durante o período de monitoramento.

O ponto P2 possui 25% com características de classe II, e 75% classe III.

O ponto P3 por ser um ponto de outra nascente tem características diferentes dos outros pontos, pois tem 25% de características de Classe I e 50% classe III e 25% foras da classe.

Em todos os meses para o ponto P5 os valores ficaram classificados como fora de classe devido ao resultado ter ficado acima de 10 $mgO_2\ L^{-1}$.

4.6 DQO

Os resultados obtidos para o parâmetro DQO nas águas do Parcão nos pontos P1, P2, P3, P4 e P5 durante o período monitorado, são apresentados na Figura 30.

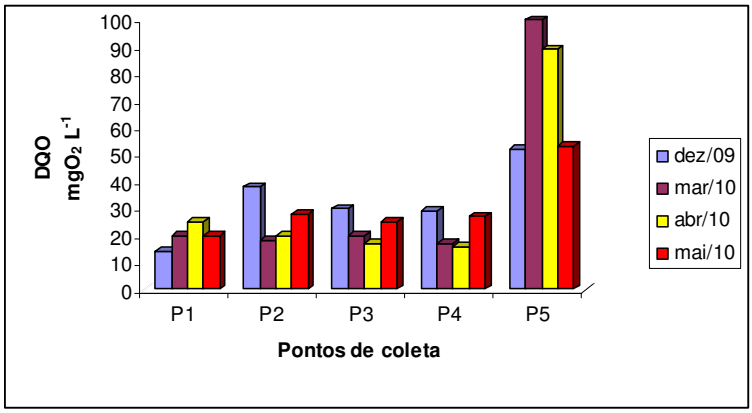


Figura 30 - Resultados obtidos para DQO durante o monitoramento.

Novamente os maiores valores encontrados são os do ponto P5, fato que evidencia o lançamento de poluentes provenientes de esgoto doméstico próximos a este ponto.

A relação DQO/DBO, que indica a biodegradabilidade de uma amostra, conforme se observa pelos resultados apresentados nas figuras 29 e 30 ficaram acima do esperado para cursos de água no interior do Parque. Os valores médios desta relação para os 5 pontos amostrados foi de 3,69, 3,42, 2,88, 3,10 e 3,95 respectivamente para os pontos P1, P2, P3, P4 e P5. A maior relação observada no ponto 5 reforça a observação de que este é o ponto que se apresenta mais impactado; no entanto, os valores elevados também para os demais pontos, indica uma possível contaminação por substâncias não avaliadas neste estudo.

4.7 FÓSFORO TOTAL

Os resultados obtidos para o parâmetro fósforo nas águas do Parcão nos pontos P1, P2, P3, P4 e P5 durante o período monitorado, são apresentados na Figura 31.

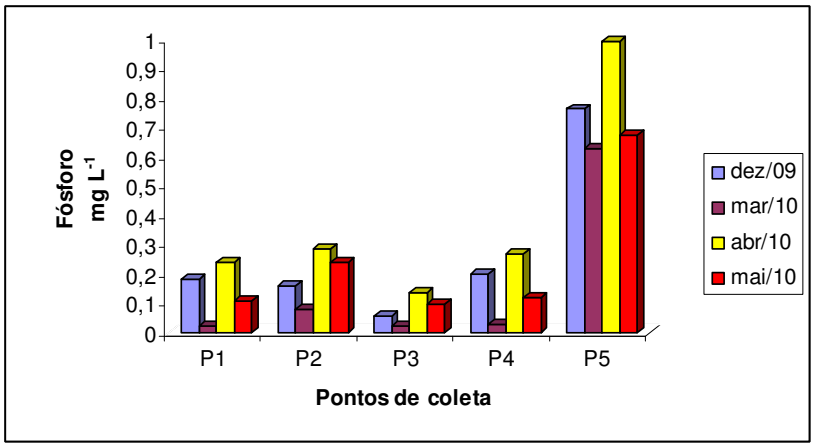


Figura 31 - Resultados obtidos para Fósforo durante o monitoramento.

Durante o período monitorado houve uma grande variação nos valores de fósforo. O mês de abril foi o mês com os maiores para todos os pontos. A média do mês de abril foi 0,38 mg L^{-1}, com valor máximo de 0,99 mg L^{-1} para o ponto P5 e de mínimo de 0,14 mg L^{-1} para o ponto P3.

Comparando a média das 4 coletas para o ponto P1 que foi de 0,14 mg L^{-1}, com o ponto P5 com valor de 0,76 mg L^{-1} é evidenciada a ação antrópica no decorrer deste curso de água.

O ponto P3 por fazer parte de outra nascente, tem características diferentes, com valores de fósforo menores que nos outros pontos, tendo valor de mínimo 0,023 mg L^{-1} e valores de máximo 0,136 mg L^{-1}. A média foi de 0,079 mg L^{-1}.

Com os resultados obtidos pode-se classificar estes pontos de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 conforme mostra a figura 32.

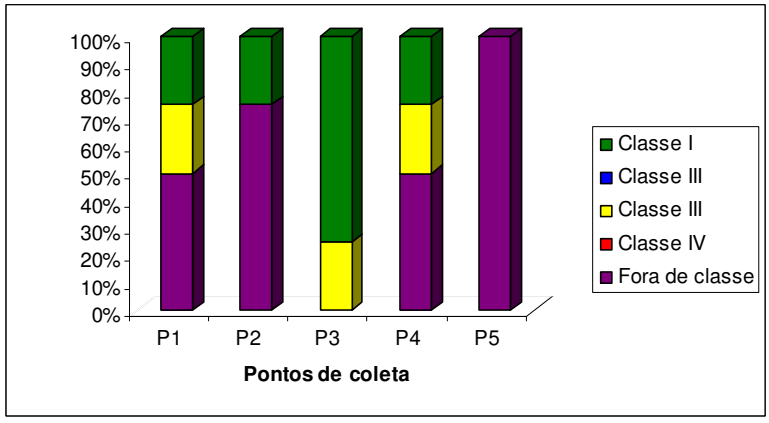


Figura 32 - Classificação segundo Resolução CONAMA 357/2005 para Fósforo.

Observa-se na figura 32 o ponto P1 com 25% dos resultados como classe I, 25% como classe III e 50% fora da classe. Para o ponto P2 25% dos resultados são classe I e 75% fora da classe.

O ponto P3 é menos impactado comparando com os outros pontos com 75% classe I e 25% classe III.

O ponto P4 resultou em 25% classe I, 25% classe III e 50% fora da classe. Para o ponto P5 todos os resultados ficaram fora de classe.

O fósforo é considerado um grande poluente de cursos de água, principalmente águas superficiais. A Eutrofização é o enriquecimento excessivo da água e pode ser causado por drenagem de fertilizantes agrícolas, águas pluviais de cidades, detergentes, dejetos de minas e drenagem de dejetos humanos. Quando estes resíduos aumentam a concentração de nutrientes (fosfatos, principalmente) de rios e lagos, podem causar eutrofização excessiva. Os nutrientes estimulam o crescimento de algas e plantas, que interferem na utilização da água para beber ou recreação; estas entradas, geralmente irregulares, causam ondas de crescimento, seguidas por períodos de consumo excessivo que podem utilizar todo o oxigênio e ocasionar a mortandade de peixes.

4.8 NITROGÊNIO AMONIACAL

Os resultados obtidos para o parâmetro nitrogênio amoniacal nas águas do Parcão nos pontos P1, P2, P3, P4 e P5 durante o período monitorado, são apresentados na Figura 33.

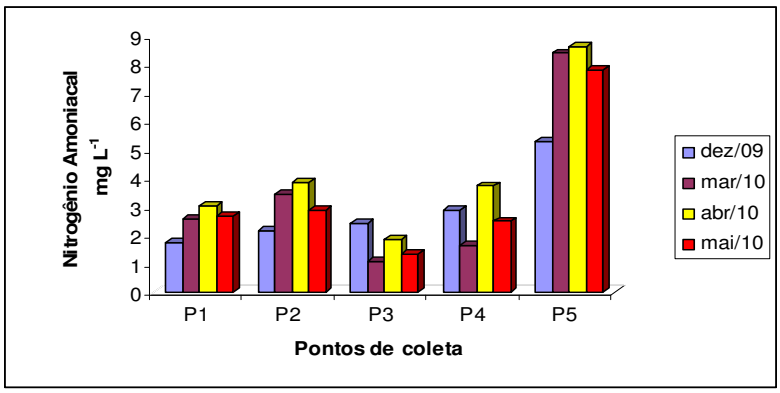


Figura 33 - Resultados para Nitrogênio Amoniacal durante o monitoramento.

Os resultados para nitrogênio amoniacal mostram que o ponto mais impactado é novamente o ponto P5. O valor médio para este ponto ficou em 7,44 mg L^{-1}. O menor valor foi verificado no mês de dezembro com 5,28 mg L^{-1}. O maior valor ocorreu no mês de abril com 8,65 mg L^{-1}. O valor maior é justificado neste mês devido ao baixo índice pluviométrico nos dias que antecederam a coleta.

A média para o ponto P1 ficou semelhante à média do ponto P3, com valores respectivamente 2,50 e 2,69 mg L^{-1}.

O ponto P3 é o menos impactado com valor médio de 1,68 mg L^{-1}, mínimo de 1,1 mg L^{-1} e máximo de 2,40 mg L^{-1}.

O nitrogênio é essencial para o crescimento de algas, porém em elevadas concentrações ocorre o processo denominado de eutrofização que é o crescimento exagerado de algas podendo causar a diminuição do oxigênio dissolvido nas águas.

Com os resultados obtidos pode-se classificar estes pontos de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 conforme mostra a figura 34.

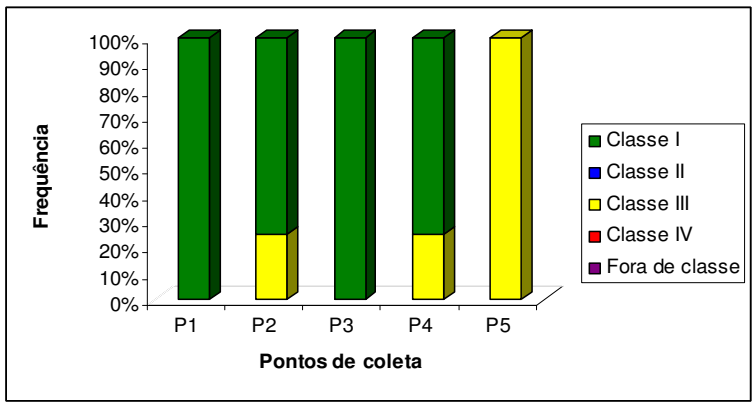


Figura 34 - Classificação segundo Resolução CONAMA 357/2005 para Nitrogênio Amoniacal.

Observa-se na figura 34 que o ponto P1 e P3 podem ser classificados como classe II, em 100% das resultados, os pontos P2 e P4 são classificados em 25% classe II e 75% classe I.

O ponto P5 que é o mais impactado pode ser enquadrado em 100% das coletas como classe III.

4.9 SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS

Os resultados obtidos para o parâmetro sólidos dissolvido totais nas águas do Parcão nos pontos P1, P2, P3, P4 e P5 durante o período monitorado, são apresentados na Figura 35.

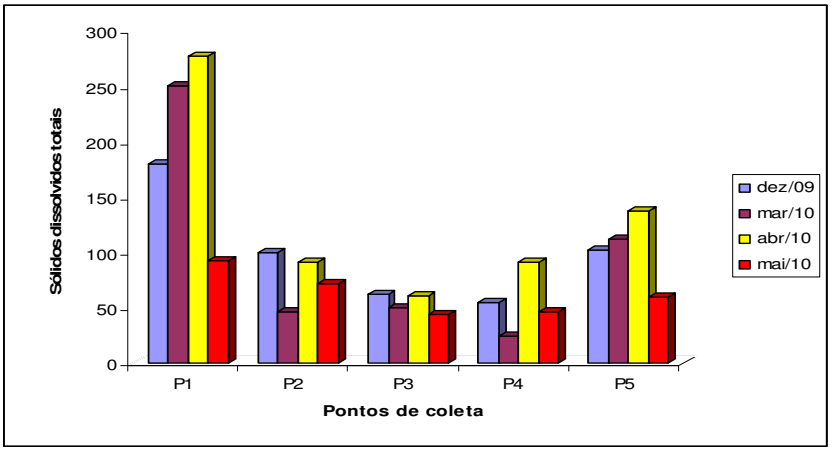


Figura 35 - Resultados para Sólidos Dissolvidos Totais durante o monitoramento.

Os valores de sólidos dissolvidos totais para o ponto P1 foram os valores mais significativos devido a este ponto ser um ponto de profundidade baixa mesmo com chuvas tem uma profundidade de no máximo 20 cm. No momento da coleta esta baixa profundidade, dificultou a tomada da amostra. O sedimento nesse ponto é composto por material fino que pode ter sido recolhido juntamente com a água, apesar dos cuidados tomados. Nas coletas principalmente dos meses de março e abril, estes sólidos estavam em maior quantidade na água.

Os outros pontos mantiveram aproximadamente o mesmo perfil durante todo o período monitorado.

Com os resultados obtidos pode-se classificar estes pontos de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 conforme mostra a figura 36.

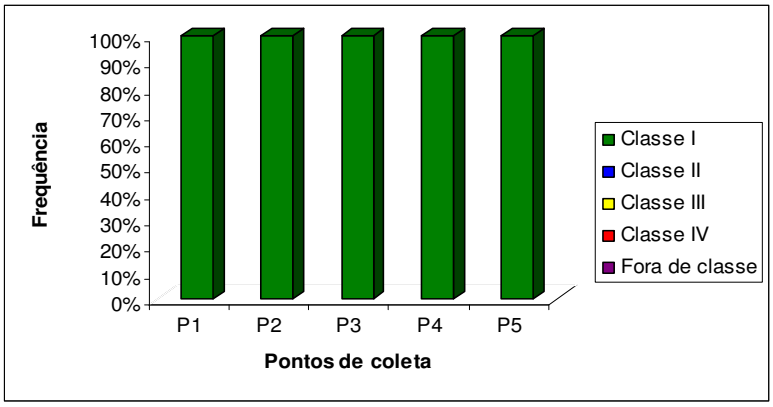


Figura 36 - Classificação segundo Resolução CONAMA 357/2005 para sólidos dissolvidos totais.

Como pode ser visto na figura 36, apesar de alguns valores de sólidos dissolvidos totais apresentara-se elevados, todos ficaram classificados como classe I

4.10 COLIFORMES TOTAIS

Os resultados obtidos para o parâmetro coliformes totais nas águas do Parcão nos pontos P1, P2, P3, P4 e P5 durante o período monitorado, são apresentados na Figura 37.

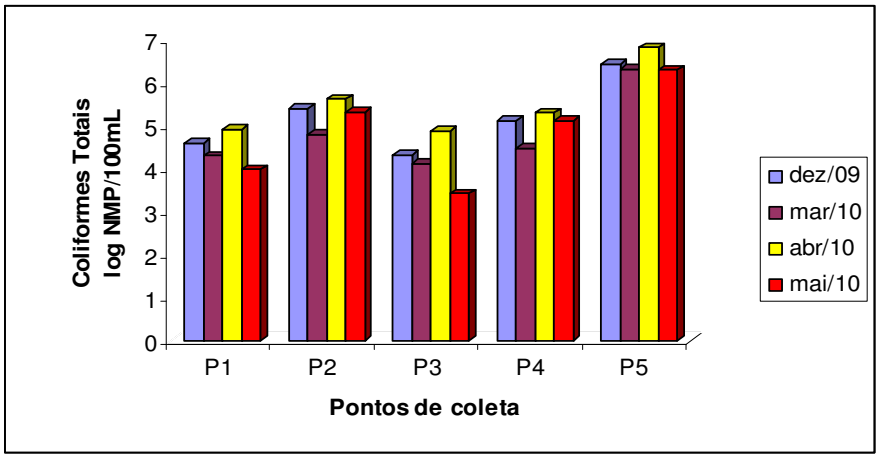


Figura 37 - Resultados obtidos para Coliformes Totais durante o monitoramento.

Como mostra na figura 37 em todos os pontos analisados existe a contaminação por coliformes totais.

O ponto mais impactado pelos coliformes totais é o ponto P5 devido ao lançamento de esgotos bem próximo a este curso de água.

No momento da coleta, no mês de abril pode-se perceber o odor desagradável dos pontos de coleta, mas o que se destacava era o ponto P5, e através das análises se comprova este fato.

Com os resultados obtidos pode-se classificar estes pontos de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 conforme mostra a figura 38.

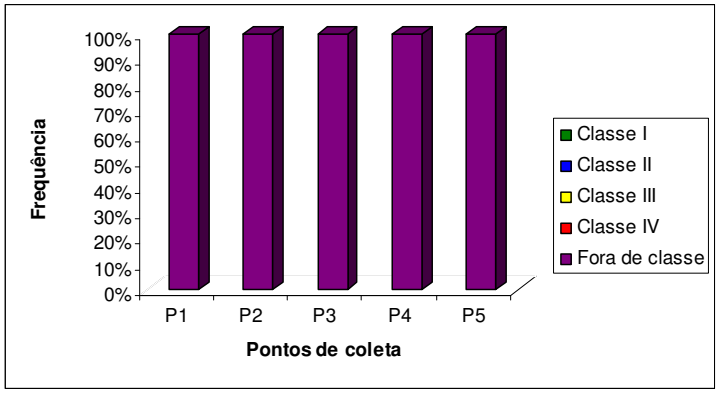


Figura 38 - Classificação segundo Resolução CONAMA 357/2005 para Coliformes Totais.

De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 todos os pontos de coleta estão fora de classe, pois os valores máximos permitidos são de 4000 coliformes por 100 mL, e todos os valores ultrapassaram o máximo permitido.

4.11 COLIFORMES TERMOTOLERANTES (*Escherichia coli*)

Os resultados obtidos para o parâmetro coliformes termotolerantes (*Escherichia coli)* nas águas do Parcão nos pontos P1, P2, P3, P4 e P5 durante o período monitorado, são apresentados na Figura 39.

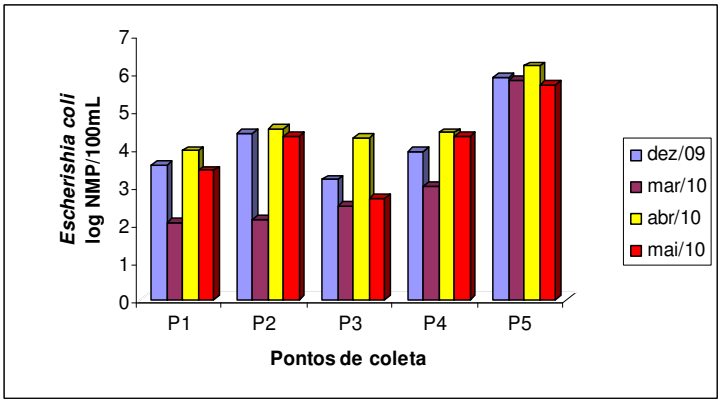


Figura 39 - Resultados obtidos para *Escherichia coli* durante o monitoramento.

Como mostra na figura 39 em todos os pontos analisados existe a presença da bactéria do tipo *Esherichia coli,* comprovando a presença de contaminação sanitária, pois, estas bactérias estão associadas com fezes de animais de sangue quente.

O ponto P5 é o ponto mais contaminado. Em todas as coletas este ponto apresentou odor desagradável, mas principalmente na coleta do mês de abril e através das análises pode-se constatar a grande contaminação que este ponto se encontra.

A coleta do mês de abril conforme mostra o apêndice E mostra claramente que as chuvas interferem diretamente nos valores de coliformes termotolerantes. Como nos dias antecedentes à coleta o índice pluviométrico foi de apenas 32 mm e 8 dias de estiagem pode-se observar que além do odor desagradável que as águas estavam, os valores de coliformes foram altos.

Comparando com o P1 que é a nascente do ponto P5 ter um valor muito maior desta bactéria, comprovando que durante todo o percurso do Parque existe lançamento de esgoto doméstico contaminando os cursos de água.

Este parâmetro é indicador da possibilidade da existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratifóide, desinteria bacilar e cólera.

Com os resultados obtidos pode-se classificar estes pontos de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 conforme mostra a figura 40.

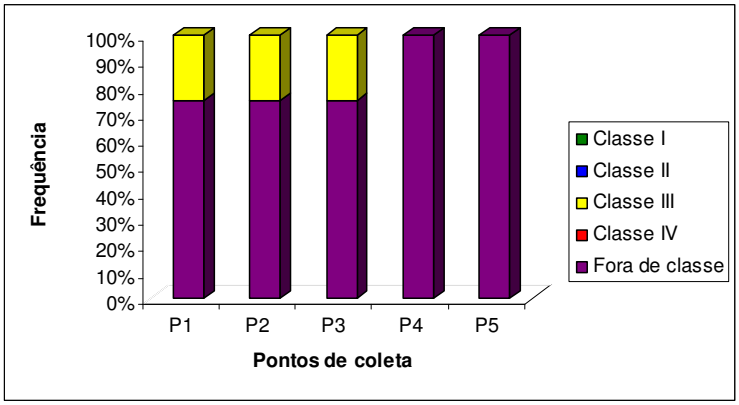


Figura 40 - Classificação segundo Resolução CONAMA 357/2005 para *Escherichia coli*.

Segundo a Resolução CONAMA 357/2005, as águas do ponto P1 são enquadradas em 25% classe 3 e 75% fora de classe. Os pontos P2 e P3 têm o mesmo perfil. Os pontos P4 e P5 são enquadrados como fora de classe.

Os resultados comprovam que existem muitos lançamentos de esgoto no entorno do Parcão. Este esgoto vai para os cursos de água que estão no Parcão, desembocam no arroio Vila Kunz que se encontra com o Arroio Pampa e seguem até o Rio dos Sinos.

4.12 METAIS

A seguir serão discutidos os resultados para os metais cromo, chumbo, cobre, e zinco analisados durante este trabalho.

4.12.1 Cromo

Em todas os pontos analisados, os resultados de cromo ficaram abaixo do limite de detecção do método que é 0,005 mg L^{-1}. O valor máximo permitido para cromo segundo a Resolução CONAMA 357/2005 é 0,05 mg L^{-1}. Com estes resultados todos os pontos se enquadram como classe I. Este fato mostra que no entorno do Parque não há lançamento de efluente industrial que possua cromo.

4.12.2 Cobre dissolvido

Os resultados obtidos para o parâmetro cobre nas águas do Parcão nos pontos P1, P2, P3, P4 e P5 durante o período monitorado, são apresentados na Figura 41.

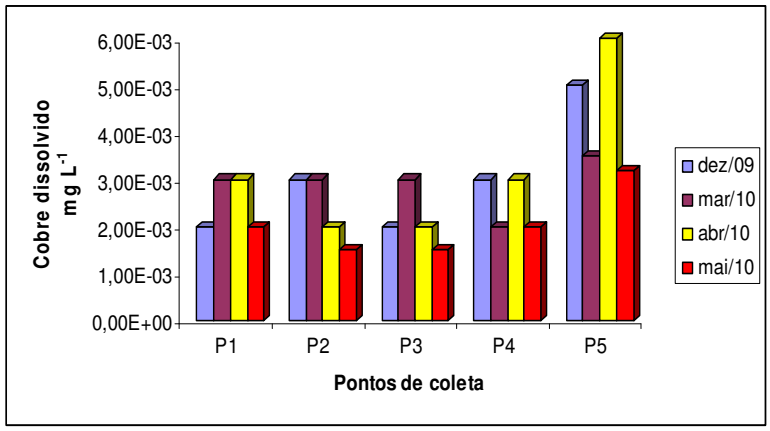


Figura 41 - Resultados obtidos para Cobre Dissolvido durante o monitoramento.

No período monitorado todos os valores para cobre dissolvido ficaram classificados como classe I. O valor máximo permitido é 0,009 mg L^{-1}. O valor máximo encontrado foi 0,006 mg L^{-1} no ponto P5, porém está dentro dos limites da Resolução CONAMA 357/2005.

A figura 42 mostra a classificação segundo a Resolução CONAMA 357/2005 para cobre dissolvido.

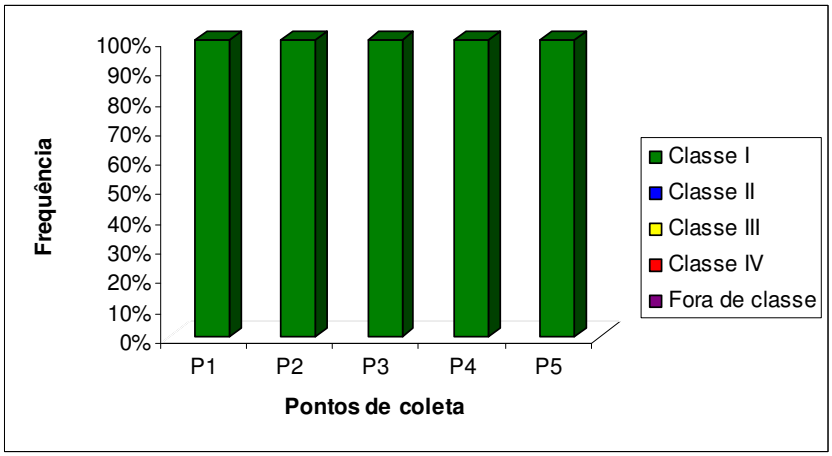


Figura 42 - Classificação segundo Resolução CONAMA 357/2005 para cobre dissolvido.

Observa-se que para todas as coletas durante o período monitorado o parâmetro cobre dissolvido está dentro dos limites estipulados pela Resolução.

4.13.3 Chumbo

Os resultados obtidos para o parâmetro chumbo nas águas do Parcão nos pontos P1, P2, P3, P4 e P5 durante o período monitorado, são apresentados na Figura 43.

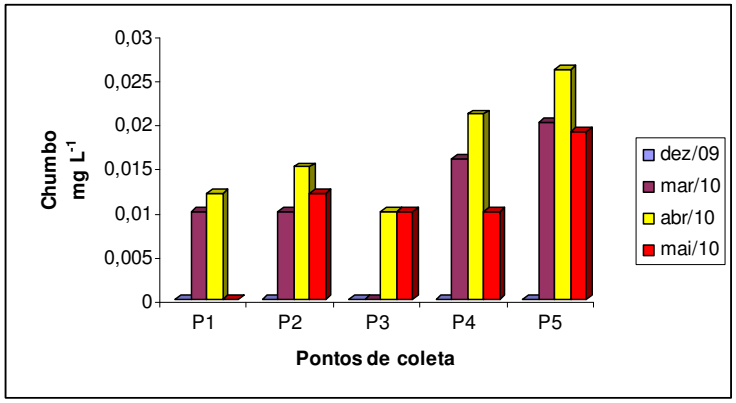


Figura 43 - Resultados obtidos para Chumbo durante o período monitorado

Para todos os pontos do mês de dezembro não foi detectada a presença de chumbo. O mesmo ocorreu para o ponto P3 na coleta de março. O limite de detecção do método é de 0,01 mg L^{-1}.

Nas outras coletas foi detectado a presença de chumbo que leva à classificação de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 conforme mostra a figura 44 .

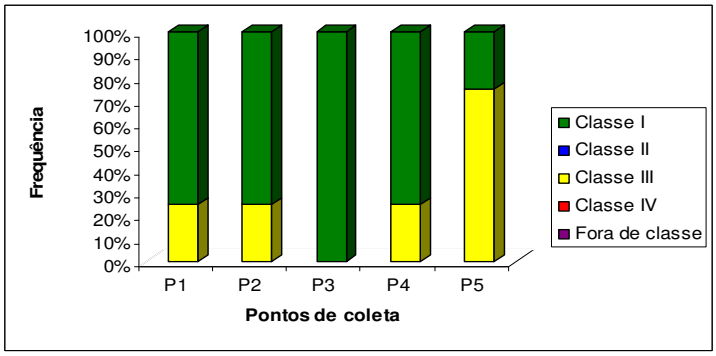


Figura 44 - Classificação segundo Resolução CONAMA 357/2005 para Chumbo.

Os resultados mostram que o ponto P3 é classificado em 100% como classe I, os pontos P2, P3 e P4 são classificados em 75% classe I e 25% classe II, já o ponto P5 25% são classificadas como classe I e 75% como classe II.

O chumbo é o metal mais abundante no meio ambiente. É depositado nos lagos, rios e oceanos proveniente da atmosfera ou do escoamento superficial do solo, oriundo de fontes naturais ou antropogênicas. O metal que alcança a superfície das águas é absorvido nos sólidos suspensos e sedimentos. Dentre as fontes antropogênicas mais importantes, destacam-se as operações de produção e processamento de metal, além das indústrias de ferro e aço. O escoamento superficial urbano e a disposição atmosférica são fontes indiretas significativas do chumbo encontrado em ambientes aquáticos (PAOLIELLO E CHASIN, 2001).

O entorno do parque é composto por área residencial, não sendo identificados empreendimentos que possam estar lançando chumbo para as águas do parque. Este metal deve ser investigado com mais detalhes para evidenciar o que causou este aumento nos valores que no mês de dezembro não foi detectado e nos meses subseqüentes começa a ser encontrado.

4.12.4 Zinco

Os resultados obtidos para o parâmetro zinco nas águas do Parcão nos pontos P1, P2, P3, P4 e P5 durante o período monitorado, são apresentados na Figura 45.

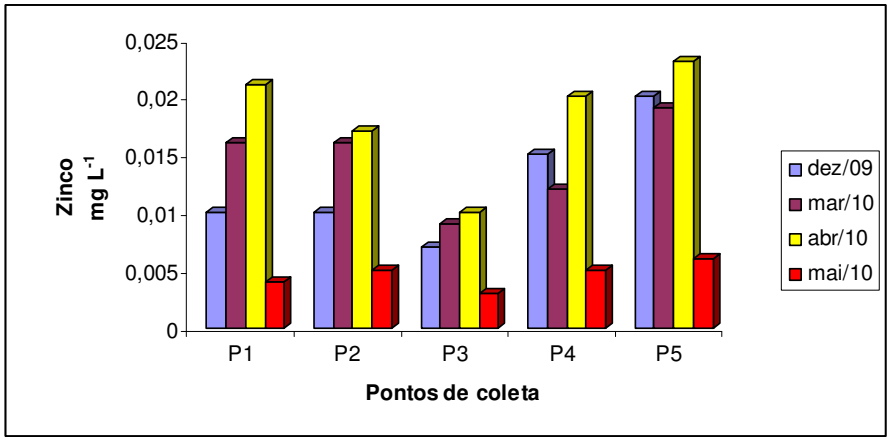


Figura 45 - Resultados obtidos para Zinco durante o monitoramento.

Observa-se na figura 45 que na coleta do mês de abril para todos os pontos os valores de zinco foram mais elevados, mas estavam bem abaixo do valor máximo que é determinado pela Resolução CONAMA 357/2005.

Na coleta de maio houve redução de todos os valores devido a grandes quantidades de chuvas próximas ao dia da coleta tendo efeito de diluição.

A figura 46 mostra a classificação de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 para o parâmetro zinco.

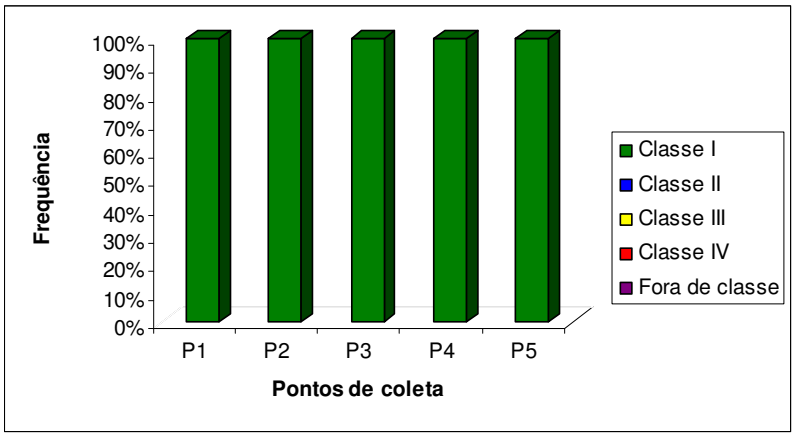


Figura 46 - Classificação segundo Resolução CONAMA 357/2005 para Zinco.

O maior valor de zinco foi mostrado na coleta de abril no ponto P5 com valor de 0,023 mg L^{-1}.

O valor máximo permitido segundo a Resolução CONAMA 357/2005 para águas de classe I é 0,18 mg L^{-1}. Pode-se observar que para as coletas de todos os pontos as águas ficam classificadas como classe I.

5 PROPOSTAS FUTURAS PARA O PLANO DE MONITORAMENTO

Devido à importância das nascentes que se encontram no Parcão para a hidrografia de Novo Hamburgo será proposto a seguir um plano de monitoramento para dar continuidade ao trabalho realizado.

Os pontos adotados neste estudo se mostraram adequados para o monitoramento, sendo representativos das águas do Parcão. Conforme apontam os resultados obtidos, em relação à qualidade das águas, os parâmetros microbiológicos são os de maior importância e devem ser monitorados com frequência mínima mensal. Essa frequência deverá ser aumentada no caso de os usos futuros do parque ou o seu entorno sofrerem modificações que alterem o perfil atual.

Para um entendimento da alta relação DQO/DBO observada, é preciso acrescentar outros parâmetros não analisados neste trabalho como compostos orgânicos, pois este tipo de contaminante aumenta os valores de DQO e, sendo recalcitrantes, podem não ser avaliados pela DBO. Estes parâmetros devem ser avaliados mensalmente para que se possa traçar um perfil desta relação. A avaliação mensal deve prever ainda as determinações de OD, nitrogênio e fósforo. Sólidos dissolvidos por estarem de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 podem ser analisados trimestralmente

Os metais, com excessão do chumbo por estarem enquadrados na Resolução CONAMA 357/2005 como classe I podem ser monitorados trimestralmente a fim de confirmar o enquadramento.

Além do monitoramento sistemático das águas, uma avaliação dos solos e sedimentos dos mesmos pontos de coleta irá contribuir para traçar um perfil e um histórico desta área de estudo e possibilitará em conjunto com as determinações nas águas, previsões em relação aos impactos da ação humana no Parcão e em seu entorno.

Cabe salientar que no presente estudo foram contempladas as estações verão e outono e, mesmo com essa limitação, concluiu-se que a atual condição do Parcão no que se refere a qualidade de suas águas, exige um monitoramento constante que subsidie as futuras práticas de gestão ambiental e práticas de uso do espaço visando sua preservação.

CONCLUSÃO

Este estudo, apesar de se restringir a coletas em duas estações do ano em quatro campanhas, demonstrou a fragilidade do Parcão frente ao impacto da urbanização.

Os pontos adotados neste estudo se mostraram adequados para o monitoramento, sendo representativos das águas do Parcão.

As águas do Parcão estão atualmente, muito impactadas, principalmente no que diz respeito a coliformes totais e termotolerantes (*Escherichia coli*) devido à descarga de esgoto doméstico no interior do parque, sendo o ponto 5 identificado como mais impactado.

O ponto P3 por ser um ponto que provem de outra nascente tem características diferentes dos demais pontos analisados. O encontro das águas no ponto P4 em algumas determinações é influenciado pela diluição de P3, porém quando é analisado o ponto subsequente (P5) essa diluição não é mais suficiente para manter os parâmetros dentro do limite máximo estipulado pela Resolução CONAMA 357/2005, devido ao lançamento de esgoto neste percurso.

No período monitorado os resultados para cromo, cobre e zinco foram classificados como classe I, mostrando que no entorno do parque a contaminação industrial não é evidente.

Foi detectada a presença de chumbo nas coletas de março, abril e maio. Este é um metal muito espalhado no ambiente proveniente de diversas fontes. Deve-se fazer um levantamento mais aprofundado do entorno do parque a fim de evidenciar a fonte causadora deste aumento de chumbo nas águas do parque.

A medida mais urgente a ser tomada para a preservação destas nascentes é a canalização do que é despejado diretamente nestes cursos de água sem tratamento.

Estes poluentes precisam ser tratados antes de serem lançados em cursos de água, pois se não forem tratados o problema apenas irá ser transferido para outro local.

Após estas medidas serem tomadas será importante fazer novas avaliações destas águas para verificar se estas nascentes foram recuperadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADMINISTRAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (SE) - ADEMA. Disponível em: <www.adema.se.gov.br> Acesso em 19 abr 2010.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.** 20th. APHA, 2005.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 9896**: Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro, 1993.

AZEVEDO, Netto; NETTO, Manoel Henrique Campos Botelho. **Manual de Saneamento de Cidades e Edificações**. Ed. São Paulo Pini, 1991. 229 p.

BAIRD, Colin. **Química Ambiental.** 2. ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2002. 621 p.

BARLOW, Maude; CLARKE, Tony. **Ouro Azul.** São Paulo, SP: M. Books, 2003. 329 p.

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. 2006. 318 p.

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: 25 abr 2010.

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: 10 abr 2010.

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: 10 abr 2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Departamento de Áreas Protegidas: **Lei nº 9.985** de 18 de julho de 2000. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_dap_cnuc2/_arquivos/snuc.pdf. Acesso em 10 mai. 2010.

CAPPELATTI, L.; SCHMITT, J.L.. **Caracterização da Flora Arbórea de um Fragmento Urbano de Floresta Estacional Semidecidual no Rio Grande do Sul**, Brasil. Pesquisa botânica 60: 2009. 341-354 p.

COÊLHO, Adalberto Cavalcanti. **Manual de Economia de Água.** Olinda, PE: Comunigraf Editora, 2001. 264 p.

COMITESINOS, 2010 Disponível em: <www.comitesinos.com.br> Acesso em 04 fev. 2010.

COMITESINOS, 2010. **Projeto Monalisa.** Disponível em: < http://www.comitesinos.com.br/site/index.php?option=com_content&task=view&id=21&Itemid=32> Acesso em 20 abr. 2010.

COMUSA, 2007 Disponível em: www.comusa.com.br Acesso em 01 fev. 2010.

DEFESA CIVIL. Disponível em: <www.defesacivil.gov.br> Acesso em 01 jul 2010

Disponível em: <www.googleimagens.com.br>. Acesso em 17 fev 2010.

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

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIZ ROESSLER (RS) FEPAM. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br> Acesso em: 20 mar 2010.

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** Porto Alegre, RS: FEPAM, 1997. 145 p.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIZ ROESSLER (RS). **Diagnóstico da poluição gerada pelas indústrias localizadas na área da bacia hidrográfica do Guaíba.** Porto Alegre, RS: FEPAM, 1997. 151 p.

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

MORENO, J. A. 1961. **Clima do Rio Grande do Sul.** Secretaria da Agricultura: Porto Alegre.

MRS ESTUDOS AMBIENTAIS. **Relatório preliminar do diagnóstico ambiental, zoneamento e concepção de propostas para a elaboração do plano de manejo do Parque Municipal Henrique Luís Roessler – Parcão.** Novo Hamburgo, 2010.

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.

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

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, 2006.120 p.

PAOLIELLO, Monica M. B.; CLASIN, Aline A. M. **Ecotoxicologia do chumbo e seus compostos.** Salvador. Caderno de Referência Ambiental V. 3. 2001.

PAVANI, Filipe Reis. **Arroio Estância Velha: contribuição doméstica ou industrial? A situação no período de 2005 a 2009 e o enquadramento segundo a resolução CONAMA 357/2005.** Novo Hamburgo. Instituto de Ciência Exatas e Tecnológicas, FEEVALE, 2009. 84 p.

PAZ, Vital Pedro da Silva; TEODORO, Reges Eduardo Franco; MENDONCA, Fernando Campos**. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente.** Rev. bras. eng. agricultura ambiental, Campina Grande, v. 4, n. 3, dez. 2000. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.>. acesso em 28 mar. 2010.

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

PREFEITURA MUNICIPAL DE NOVO HANBURGO (RS) - PMNH. Disponível em: <www.novohamburgo.rs.gov.br> Acesso em 15 mar 2010.

PRÓ SINOS 2010. Disponível em <http://www.portalprosinos.com.br> Acesso em 15 mai 2010.

REBOUÇAS, Aldo da Cunha. **Uso inteligente da água.** São Paulo, SP: Escrituras Editora. 2008. 207 p.

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil**. 3. ed. São Paulo, SP: Escrituras, 2006. 748 p.

ROCHA, Julio Cesar; ROSA, André Henrique; CARDOSO, Arnaldo Alves. **Introdução à química ambiental.** Porto Alegre, RS: Bookman, 2004. 154 p.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE (RS) - SEMA. Disponível em: <www.sema.rs.gov.br/sema/html/doc/relatorio.pdf> Acesso em 12 abr 2010.

SILVA, Reginaldo Macedônio. **Caracterização ambiental da microbacia do córrego da barrinha (Pirassununga - SP), utilizando geoprocessamento e o sistema topográfico local.** Dissertação (Mestrado em Ciência da Engenharia Ambiental), Universidade de São Paulo, USP, São Carlos, SP, 2000.

SciELO - Scientific Electonic Library Online. Disponível em: <http://www.scielo.br/img/revistas/rbeaa/v4n3/a25fig01.gif> Acesso em 17 abr 2010.

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

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

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C. do & SCHNEIDER, P. **Solos do Rio Grande do Sul.** 1ª ed. Porto Alegre, UFRGS. 2002.

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.

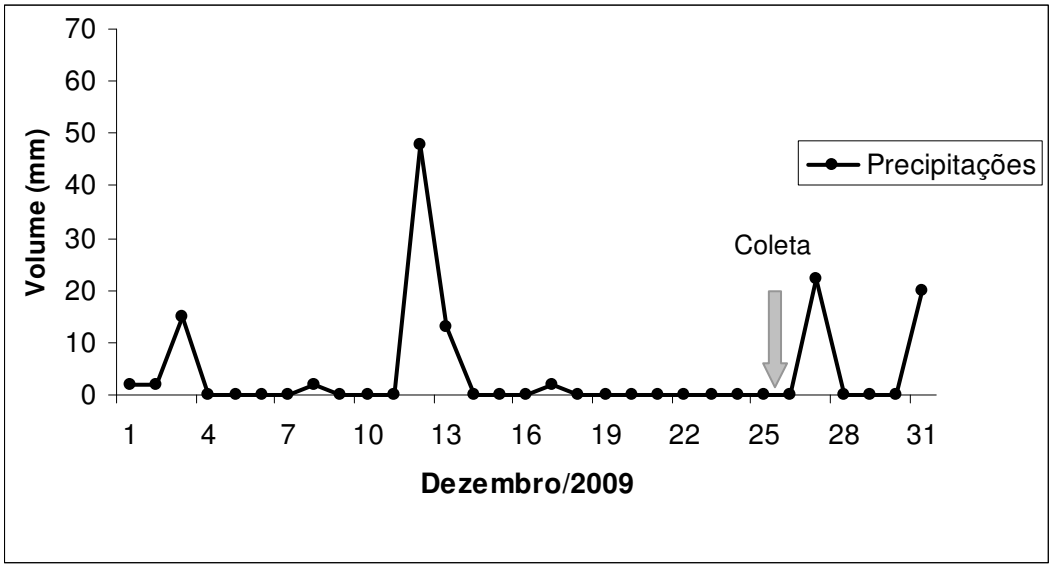
TUCCI, Carlos E. M.; SILVEIRA, André L. L. da; BENETTI, Antonio; LANNA, Antonio E. L.; BIDONE, Francisco Ricardo Andrade. **Hidrologia**. 2. ed. Porto Alegre, RS: Ed. da Universidade / UFRGS, ABRH - Nacional, 2000. 943 p.

TUNDISI, Jose Galizia. **ÁGUA NO SÉCULO XXI**: ENFRENTANDO A ESCASSEZ. 2. ed. São Carlos, SP: RiMa, 2005. 251(9) p.

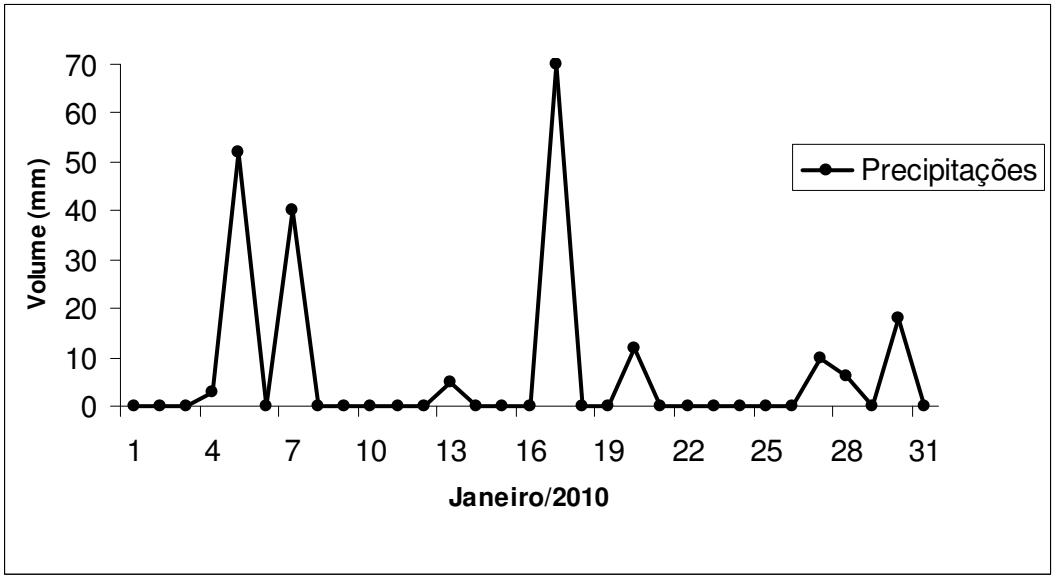
WEISHEIMER, J. L.; MAUHS, J. & SAUL, A. F. P. **Plano de Manejo – Parque Henrique Luís Roessler – Parcão.** Prefeitura Municipal de Novo Hamburgo, RS. 1996. 31 p.

APÊNDICES

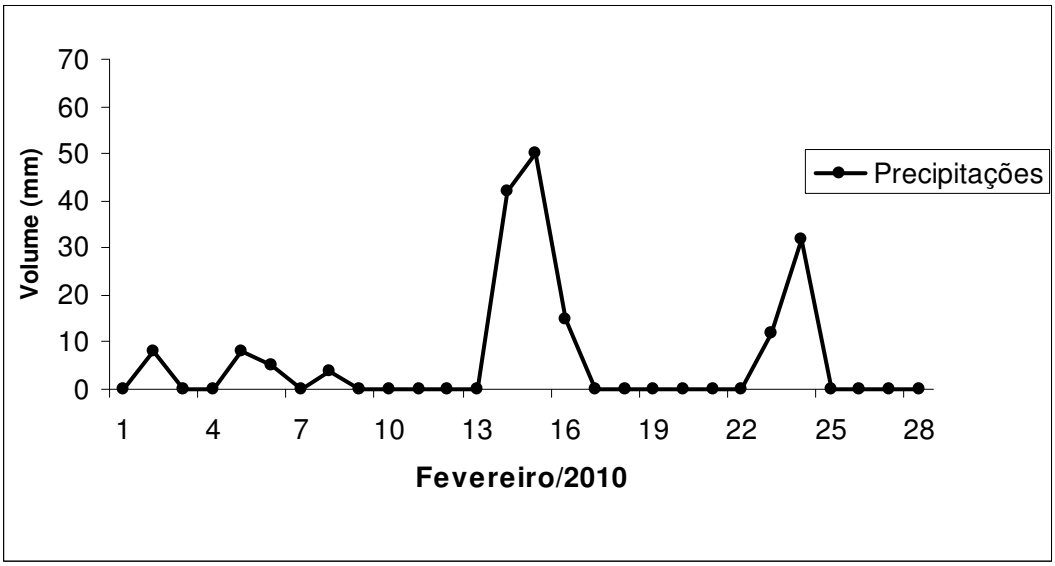
APÊNDICE A – Precipitações diárias no mês de dezembro de 2009.



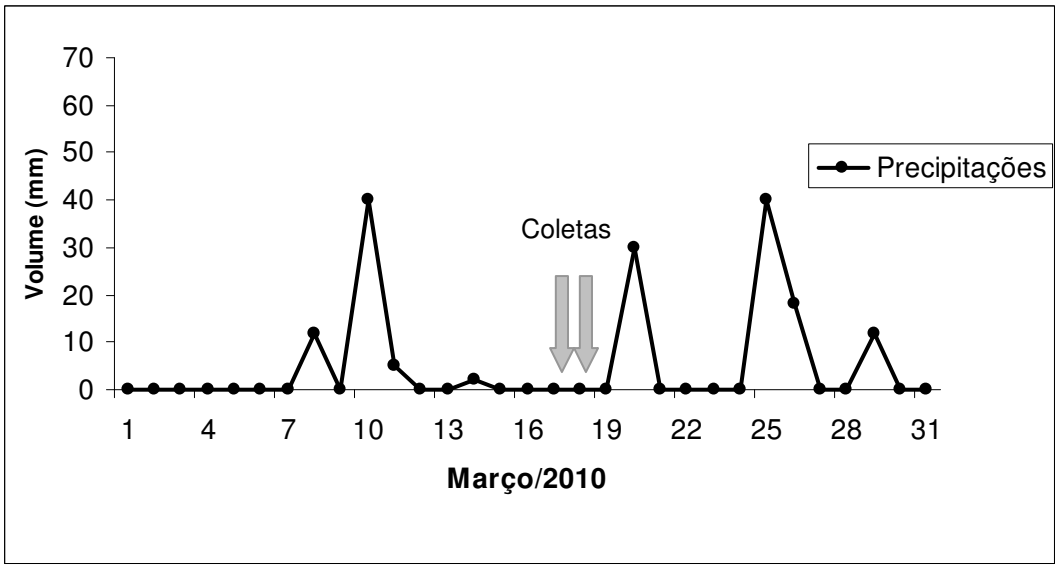
APÊNDICE B – Precipitações diárias no mês de janeiro de 2010.



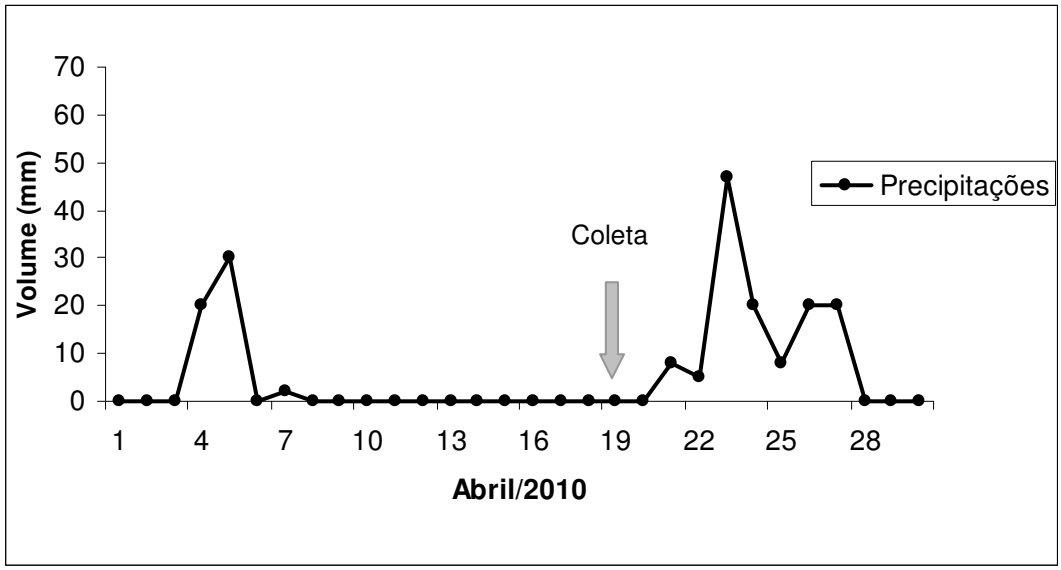
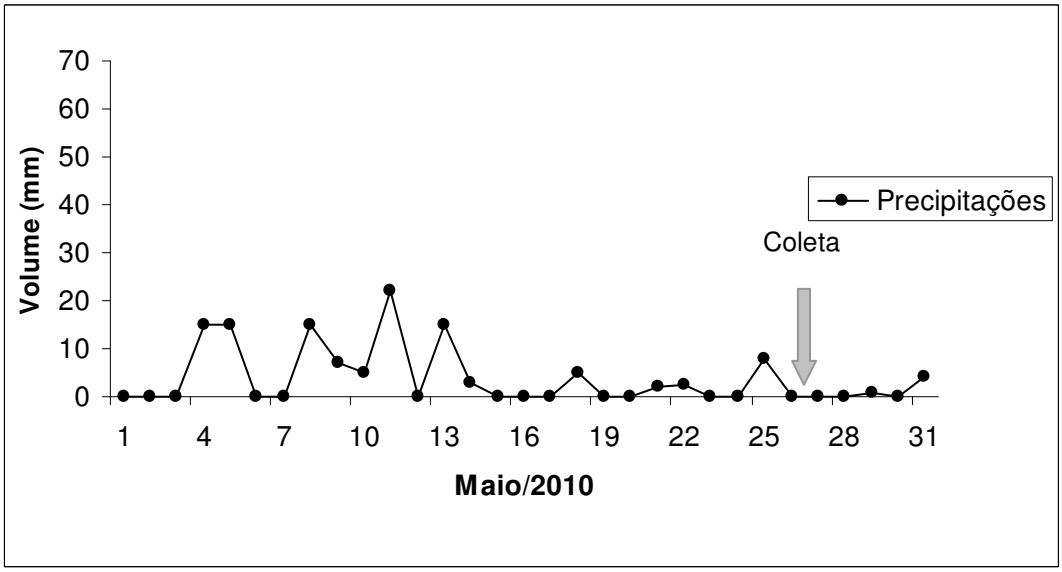
APÊNDICE C – Precipitações diárias no mês de fevereiro de 2010.



APÊNDICE D – Precipitações diárias do mês de março de 2010.



APÊNDICE E – Precipitações diárias do mês de abril de 2010.



APÊNDICE F- Precipitações diárias do mês de maio de 2010.