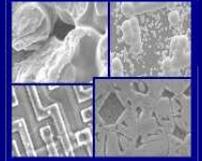




PUCRS

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E
TECNOLOGIA DE MATERIAIS**

Faculdade de Engenharia
Faculdade de Física
Faculdade de Química



PGETEMA

**MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUA E CARACTERIZAÇÃO
DE RESÍDUOS FLORESTAIS EM UMA MICROBACIA SOB A
INFLUÊNCIA DO CULTIVO DE EUCALIPTOS NO SUL DO BRASIL**

CRISTINA DOS SANTOS HACK

BIÓLOGA

**DISSERTAÇÃO PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM ENGENHARIA
E TECNOLOGIA DE MATERIAIS**

Porto Alegre

Agosto, 2009

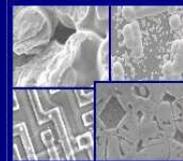


PUCRS

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E
TECNOLOGIA DE MATERIAIS**

Faculdade de Engenharia
Faculdade de Física
Faculdade de Química



PGETEMA

MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUA E CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUOS FLORESTAIS EM UMA MICROBACIA SOB A INFLUÊNCIA DO CULTIVO DE EUCALIPTOS NO SUL DO BRASIL

CRISTINA DOS SANTOS HACK

BIÓLOGA

ORIENTADOR: PROF. DR. MARÇAL JOSE RODRIGUES PIRES

Trabalho realizado no Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia de Materiais (PGETEMA) da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia e Tecnologia de Materiais.

Porto Alegre

Agosto, 2009

“Quando a última árvore cair derrubada;
quando o último rio for envenenado;
quando o último peixe for pescado,
só então nos daremos conta de que
dinheiro é coisa que não se come.”

(Índios Amazônicos).

DEDICATÓRIA

Aos amores da minha vida, meus irmãos Camila e Filipe, meu pai Carlos Alberto Hack, minha mãe Enilda Hack e meu namorado Luciano Fernandes.

AGRADECIMENTOS

Ao orientador Prof. Dr. Marçal Pires, pelo apoio, compreensão, dedicação e principalmente pela paciência e contribuição para meu crescimento pessoal e profissional, meu muito obrigado.

À CAPES pela bolsa concedida.

À empresa FLOSUL pela permissão da realização das coletas, meu agradecimento especial aos funcionários Diego, Acácio, Vanderlei, Pedro e Flávio pelo suporte nas coletas e informações complementares.

Ao Laboratório de Processos Ambientais – LAPA, em especial a funcionária Fernanda pelas análises dos compostos fenólicos.

À minha grande amiga Letícia, pelo apoio, incentivo e compreensão, e por me apresentar ao Prof. Marçal.

Ao colega Alexandre por me ensinar as análises de laboratório e sempre estar disposto a me ajudar.

As colegas do LQAmb Heldiane, Suzana, Prof. Vera, Prof. Rosangela e Prof. Carla pelo companheirismo e auxílio nas dúvidas de química.

As bolsistas de Iniciação Científica, Luciana, Taíse, Elisa e Fernanda pela ajuda no preparo das amostras e análises de cromatografia iônica.

Ao amigo Yvan por todo o apoio, mapas, informações, pela oportunidade de poder começar a trabalhar na área de silvicultura e por toda a experiência transmitida.

Aos colegas Thiago e Roberta pelas ajudas nas coletas e compreensão de minha ausência nas idas a campo deste mês.

Às minhas amigas Glaura e Betânia pelas caronas, amizade, carinho, por escutar meus desabafos e principalmente pelo apoio para seguir em frente.

A minha família, em especial, a minha mãe Enilda por todo o amor, dedicação, carinho, amizade e exemplo de mulher batalhadora, e ao meu pai Carlos, meu grande companheiro de coletas, por todo o amor, amizade, pelos conselhos, caronas até a PUC, e estar sempre presente quando precisei de ajuda.

Ao Luciano, meu amor, amigo e companheiro, pelo constante incentivo, paciência, compreensão, dedicação e por me fazer acreditar em minha capacidade e não me deixar desistir.

Agradeço também a todos que de alguma forma contribuíram para realização deste trabalho.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	4
AGRADECIMENTOS	5
SUMÁRIO	7
LISTA DE FIGURAS.....	10
LISTA DE TABELAS	12
LISTA DE QUADROS.....	13
LISTA DE ABREVIATURAS	14
RESUMO	15
ABSTRACT	17
1. INTRODUÇÃO.....	19
2. OBJETIVOS	21
2.1. Objetivos Específicos	21
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	22
3.1. O Eucalipto	22
3.2. Etapas do Cultivo de Eucaliptos.....	23
3.2.1. Preparação da área de plantio.....	23
3.2.2. Plantio das mudas.....	23
3.2.3. Desrama.....	23
3.2.4. Desbastes e colheita das toras.....	24
3.3. Sistema de Certificação de Florestas.....	24
3.3.1. Monitoramento ambiental como princípio da certificação.....	25
3.4. Influência do Reflorestamento de Eucalipto na Qualidade da Água	26
3.5. Compostos Polifenólicos em Resíduos Vegetais	29
3.6. A Influência das Precipitações Atmosféricas	31
4. METODOLOGIA	33
4.1. Área de estudo.....	33
4.1.1. O Horto Florestal.....	35

4.1.2. O Arroio Cidreira.....	35
4.1.3 Dados pluviométricos da região.....	36
4.2. Coleta das Amostras de Água.....	37
4.2.1. Descrição dos pontos de amostragem.....	38
4.3. Coleta dos Resíduos Florestais.....	43
4.4. Análises em Laboratório.....	44
4.5. Análise e Classificação dos Dados Obtidos.....	45
4.5.1. Classificação das águas conforme CONAMA.....	45
4.5.2. Índice de qualidade de água – IQA.....	46
4.5.3. Análise estatística.....	48
5. RESULTADOS	49
5.1. Parâmetros Físico-químicos	49
5.1.1. Temperatura.....	49
5.1.2. Condutividade	51
5.1.3. Oxigênio Dissolvido	54
5.1.4. pH	56
5.1.5. Cor	58
5.1.6. Turbidez	59
5.1.7. Alcalinidade	61
5.1.8. Sólidos Suspensos	62
5.2. Matéria Orgânica	63
5.2.1. Absorvância UV a 254nm	63
5.2.2. Polifenóis	64
5.2.3. Carbono Orgânico Total-COT.....	68
5.2.4. Demandas Química (DQO) e Bioquímica (DBO) de oxigênios.....	69
5.3. Análise de Íons	70
5.4. Correlações entre os parâmetros analisados.....	75
5.5. IQA – índice de Qualidade	76
6. CONCLUSÃO.....	79
7. REFERÊNCIAS	81
ANEXO I	89
ANEXO II	90

ANEXO III 93
ANEXO IV 95
ANEXO V 98
ANEXO VI 99

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localização da área de estudo. (A) localização no estado do Rio Grande do Sul; (B) área de estudo (O círculo vermelho destaca a área estudada)	34
Figura 2. Precipitações nos meses de estudo da microbacia do Arroio Cidreira.....	36
Figura 3. Coleta de amostra de água no ponto 5 do Arroio Cidreira realizada em março de 2009.....	38
Figura 4. Ponto 1 de coleta de água, anterior a entrada no horto da empresa. Campanha de dezembro de 2007.	39
Figura 5. Ponto 2 de coleta de água, abaixo da RS040 é o segundo ponto antes da empresa. Campanha de dezembro de 2007.	40
Figura 6. Ponto 3 de coleta de água, primeiro ponto na área da empresa. Campanha de dezembro de 2007.....	40
Figura 7. Ponto 4 de coleta de água, próximo a áreas de moradia. Campanha de dezembro de 2007.....	41
Figura 8. Ponto 5 de coleta de água, margem oposta com lavouras e pastos. Campanha de dezembro de 2007.	41
Figura 9. Ponto de Coleta em área de mata nativa (PN) sem a influência do plantio de arroz.	42
Figura 10. Pontos de amostragem no Arroio Cidreira.	43
Figura 11. Temperaturas da água obtida nos pontos de coleta do Arroio Cidreira Sazonalmente.....	50
Figura 12. Resultados para Condutividade em sete pontos de coleta no Arroio Cidreira.....	51
Figura 13. Valores para oxigênio dissolvido nas amostras de água coletadas no Arroio Cidreira.....	54
Figura 14. Valores de pH para as amostras de água coletadas no Arroio Cidreira sazonalmente.....	56

Figura 15. Valores de cor referentes as amostras de água coletadas no Arroio Cidreira.....	58
Figura 16. Valores de turbidez referentes às amostras de água coletadas no Arroio Cidreira.....	60
Figura 17. Resultados para sólidos suspensos nas águas amostradas ao longo do percurso do Arroio Cidreira no mês de mar/09, representativo do verão... ..	62
Figura 18. Absorvância em 254nm para todos os pontos de coleta no Arroio Cidreira.....	64
Figura 19. Resultado para quantificação de fenóis totais nas amostras de água coletadas no Arroio Cidreira.....	65
Figura 20. Gráfico de correlação entre COT e absorvância medida a 254nm.....	69
Figura 22. Concentrações de cálcio nas amostras de água coletadas no Arroio Cidreira.....	71
Figura 21. Concentração de sódio (A) e cloreto (B) analisados nas amostras de água coletadas no Arroio Cidreira.....	73
Figura 23. Concentrações de sulfato nas amostras de água coletadas no Arroio Cidreira.....	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classes de uso do solo na microbacia do Arroio Cidreira através de imagens de satélite	35
Tabela 2. Curva Padrão do ácido gálico	45
Tabela 3. Índices para parâmetros físico-químicos descritos para o Arroio Cidreira.	47
Tabela 4. Comparativo dos valores médios para condutividade elétrica das amostras de água em pontos amostrados no Arroio Cidreira, ponto em mata nativa (PN) e dados de literatura.	53
Tabela 5. Resultados de Alcalinidade para análises realizadas em 4 campanhas de coleta de águas no Arroio Cidreira.....	61
Tabela 6. Valores médios para fenóis totais na água dos pontos coletados no Arroio Cidreira comparados ao ponto PN e resolução CONAMA 357, 2005.	67
Tabela 7. Valores médios de carbono orgânico total para cada ponto de coleta em duas campanhas	68
Tabela 8. Concentrações médias de cátions e ânions nas áreas de plantio eucalipto comparadas a dados de literatura.....	70
Tabela 9. Cálculo do Coeficiente de Pearson correlacionando todos os parâmetros analisados.	76
Tabela 10. Índices de qualidade da água no Arroio Cidreira.....	77

LISTA DE QUADROS

- Quadro 1. Atividades principais de manejo florestal que podem causar alteração na qualidade da água e respectivos parâmetros de qualidade envolvidos.28
- Quadro 2. Período das coletas realizadas, respectivas estações do ano e condições climáticas.....37
- Quadro 3. Métodos analíticos empregados nas análises físico-químicas das amostras.....44

LISTA DE ABREVIATURAS

APPs	Áreas de Preservação Permanente
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
P	Ponto de amostragem
SBS	Sociedade Brasileira de Silvicultura
FSC	<i>Forest Smartwood Council</i>
SEMA	Secretaria Estadual de Meio Ambiente
DRH	Departamento de Recursos Hídricos
P0	Ponto de Coleta próximo a nascente do Arroio Cidreira
PN	Ponto de Coleta em área de Mata Nativa, em Pântano Grande, RS
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
NB	Norma Brasileira
IQA	Índice de Qualidade de Água
UNT	Unidade Nefelométrica de Turbidez
OD	Oxigênio Dissolvido
COT	Carbono Orgânico Total
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
UV	Ultravioleta

RESUMO

HACK, Cristina dos Santos. **Monitoramento da qualidade de água e caracterização de resíduos florestais em uma microbacia sob a influência do cultivo de eucaliptos no sul do Brasil.** Porto Alegre 2009. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia de Materiais, PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL.

O eucalipto é um gênero arbóreo exótico utilizado na silvicultura, caracterizado não apenas pela fácil adaptação a diferentes climas, mas também pela tendência ao crescimento acelerado. Sua importância no setor madeireiro vem crescendo a cada ano, e paralelamente ao crescimento no mercado surgem as preocupações ambientais. Para o plantio e manejo das florestas de eucalipto são necessárias atividades que podem alterar o meio ambiente, interferindo no microclima e na qualidade do ar, do solo e das águas. A compreensão do efeito que estas florestas exercem sobre a qualidade das águas pode auxiliar em monitoramentos e aperfeiçoamentos de ações de manejo a fim de preservar os recursos naturais. Este estudo avalia os possíveis impactos causados pelo plantio de eucaliptos na qualidade das águas superficiais na microbacia do Arroio Cidreira, localizada na região litorânea do estado do Rio Grande do Sul. Tal avaliação foi realizada em oito pontos de coleta de águas superficiais pelo percurso do arroio no período de dez/07 a mar/09. Foram realizadas análises físico-químicas e quantificação de polifenóis, da matéria orgânica, e dos ânions e cátions; correlacionando-os a dados meteorológicos do local. Foram também coletados e caracterizados resíduos florestais provenientes do manejo. Os resultados mostraram que características da região, como a proximidade com o mar e outras atividades econômicas desenvolvidas no local (plantio de arroz e pecuária), também podem estar interferindo nas análises realizadas, visto que alguns parâmetros apresentam-se alterados antes da entrada na floresta de eucaliptos. No entanto, alguns parâmetros mostraram variações ao longo dos pontos coletados nas áreas de cultivo. Em análise aos resíduos florestais constataram-se maiores quantidades de polifenóis presentes em folhas de eucalipto quando comparados a vegetais presentes na mata ciliar do arroio. Estes compostos podem passar para a água através da decomposição das folhas caídas contribuindo para um acréscimo de

material orgânico no arroio. O aporte de matéria orgânica através de atividades de manejo da floresta e fenômenos naturais como o vento e as chuvas pode ser uma das principais causas de alterações causadas a qualidade da água do Arroio Cidreira.

Palavras-Chaves: Eucalipto, microbacias, monitoramento, resíduos florestais, qualidade da água.

ABSTRACT

HACK, Cristina dos Santos. **Water quality monitoring and characterization of forest residues of a microbasin under influence of eucalypt culture in south of Brazil**. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil. Ano 2009. Thesis. Pos-Graduation Program in Materials Engineering and Technology, PONTIFICAL CATHOLIC UNIVERSITY OF RIO GRANDE DO SUL.

The eucalyptus tree, which is widely used in forestry, is an exotic species characterized not only by its easy adaptation to different climates, but also by its tendency to an accelerated growth. Because of these characteristics, its importance in the timber industry has been growing in the last few years, and along with the growth in the market, environmental concerns have arisen. For the planting and management of eucalyptus forests, activities that may alter the environment, the climate, air quality, soil and water are necessary. Understanding the effect that these forests have on the water quality can help in monitoring and improving management actions to conserve natural resources. This study assesses the possible impacts caused by the planting of eucalyptus on the quality of surface water in the watershed of the Arroyo Cidreira, a stream located in the coastal region of the state of Rio Grande do Sul. This assessment was conducted in eight surface water collection points throughout the stream from December 2007 to March 2009. Physical-chemical analysis and polyphenols, organic matter, anions and cations quantification were carried out, correlating the resulting data to the local meteorological data and to the characterization of waste from the forest management. The results showed that the region's characteristics and the proximity to the sea, and economic activities undertaken at the site (planting of rice and livestock) may also have interfered in the analysis, since some parameters have changed before entering the eucalyptus forest. However, some parameters showed variations over the collected points in areas of cultivation. In the forest residues analysis, higher amounts of polyphenols eucalyptus leaves were found as compared to plants in the riparian vegetation of the stream. These compounds can get to the water through the decomposition of fallen leaves, contributing to an increase in the organic material of the stream. The input of organic matter by forest management activities and natural phenomena such as wind

and rain can be the major triggers of changes on the water quality of Arroio Cidreira.

Keywords: Eucalyptus, micro, monitoring, forest waste

1. INTRODUÇÃO

O setor madeireiro vem crescendo a cada ano, e com ele crescem as exigências de mercado que se preocupa cada vez mais com o meio ambiente. Para o cumprimento de tais exigências tornasse necessária a criação de metodologias adequadas ao desenvolvimento de monitoramentos e manejos nas áreas de cultivo da madeira, preservando e reestruturando os recursos naturais.

O Brasil possui aproximadamente 627.000 ha de florestas plantadas, deste total 90.000 ha se concentram no Rio Grande do Sul, terceiro estado com maior produção no país (SBS, 2006).

O cultivo de florestas exóticas é imprescindível à preservação das matas, pois atualmente o país ainda consome maior quantidade de madeiras provenientes de árvores nativas, com um consumo relativamente pequeno de matéria-prima resultante das florestas plantadas. O desenvolvimento de metodologias eficazes com a avaliação dos possíveis impactos causados pela introdução de espécies exóticas utilizadas na silvicultura torna-se importante à preservação dos recursos naturais.

Com a crescente monocultura do eucalipto, inevitavelmente, surgem críticas e discussões a cerca de seus efeitos (benéficos e deletérios) sobre a água, o ar, o solo, a biodiversidade, ou seja, o meio ambiente (VITAL, 2007).

A compreensão do efeito que estas florestas exercem sobre as águas irá auxiliar no esclarecimento de questões a respeito de impactos ambientais em áreas sob a influência de atividades silviculturais.

As relações entre as florestas plantadas e seus efeitos sobre a água vem sendo estudados em vários países, através de diferentes modalidades e enfoques de pesquisa, tanto no nível de árvore isolada, quanto do talhão e também na escala

de microbacias experimentais (RODRIGUES & BUCCI, 2006). O uso de microbacias hidrográficas como unidade experimental teve início no século passado em vários países, e os inúmeros resultados já obtidos mostram, cabalmente, que o uso da terra e as atividades florestais podem afetar não apenas a quantidade e o regime da vazão, mas também a qualidade da água. Muito mais importante, todavia, são as evidências demonstradas em vários trabalhos experimentais de que é perfeitamente possível, como base no conhecimento do funcionamento da microbacia, realizar todas as operações necessárias à produção florestal com um mínimo de impacto à qualidade da água (AUBERTIN & PATRIC, 1974).

O monitoramento das águas de superfície é um dos indicadores mais seguros para a avaliação da qualidade ambiental. Através desse monitoramento é possível detectar a ocorrência de eventuais falhas operacionais no manejo florestal empregado (ARACRUZ, 2004).

O presente estudo apresenta questões relativas ao plantio de eucalipto e sua possível interferência na qualidade de águas superficiais em uma microbacia localizada na região litorânea do estado do Rio Grande do Sul.

2. OBJETIVOS

O presente estudo avalia os possíveis impactos causados pelo plantio de eucaliptos na qualidade das águas superficiais em uma microbacia localizada na região litorânea do estado do Rio Grande do Sul. Tal avaliação é realizada através de análises físico-químicas, assim como quantificação de compostos fenólicos, da matéria orgânica, e de ânions e cátions presentes na água; correlacionando-os a dados meteorológicos do local. Os resultados são comparados com área próxima a nascente do arroio objeto do estudo, e mata nativa, avaliando a interferência das diferentes atividades desenvolvidas na região.

2.1. Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são os seguintes:

- Análise sazonal de parâmetros de qualidade das águas e índices pluviométricos que podem estar interferindo nas características das amostras de águas superficiais coletadas;
- Caracterização dos resíduos florestais encontrados em campo, resultantes do manejo da floresta exótica com o intuito de encontrar substâncias que possam alterar as características naturais do arroio;
- Análise de águas superficiais em área próxima a nascente e local de mata nativa para a obtenção de um parâmetro de avaliação (controle) dos pontos analisados em florestas de eucalipto;
- Correlações entre os parâmetros analisados e classificação das águas do arroio através de um Índice de qualidade de águas – IQA.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. O Eucalipto

Eucalyptus (Mirtaceae) é um gênero originário da Austrália constituído de aproximadamente 600 espécies (FREITAS, 2007). Por ser um gênero adaptado a quase todas as condições climáticas e de rápido crescimento, este vegetal tornou-se muito importante economicamente, sendo utilizado como matéria-prima na produção da pasta de celulose, carvão vegetal e madeira.

Morfologicamente é uma árvore perenifólia de grande porte, pode chegar a até 55 metros de altura. Possui fuste reto de até 2 metros de diâmetro, com casca fibrosa, clara e acinzentada na base, lisa e esbranquiçada ou acinzentada na parte superior. Seus frutos são do tipo cápsulas e possuem dimensões de até 8 mm de comprimento por até 7mm de diâmetro. Sua floração ocorre nos meses de verão e outono e sua frutificação nos meses de inverno e primavera (BACKES & IRGAN, 2004).

O plantio sistemático de eucalipto foi iniciado nas três primeiras décadas do século XIX, e disseminou-se como a espécie florestal mais plantada do mundo, ao longo do século seguinte. No Brasil, a cultura de eucalipto teve início nos primeiros anos do século XX, apesar de sua introdução inicial datar do século anterior, quando a planta era utilizada como quebra-ventos, para fins ornamentais, e na extração de óleo vegetal. No fim da década de 1930, o eucalipto já era plantado em escala comercial, sendo utilizado como dormentes para construção de casas e estradas de ferro e combustível para siderurgia e fornos domésticos (VITAL, 2007).

As espécies mais cultivadas no Brasil são *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla* (VITAL, 2007).

Para o desenvolvimento do presente estudo foi analisada a influência da espécie *Eucalyptus grandis*, que pela característica de um crescimento rápido e uniforme é bastante utilizado na produção de postes de energia elétrica e construção civil.

3.2. Etapas do Cultivo de Eucaliptos

O cultivo do eucalipto é formado por etapas, desde o preparo da terra até a colheita da madeira.

3.2.1. Preparação da área de plantio

Em maior parte das áreas de plantio a terra possui cepas (restos de caules) provenientes do corte de plantios anteriores. Estas cepas rebrotam facilmente, originando vegetais com madeira de qualidade ruim. Para a utilização deste mesmo espaço, denominado de talhão nas áreas de cultivo, aplica-se um herbicida a base de glifosato sobre as cepas aproximadamente 20 dias antes do novo plantio. O glifosato é um herbicida não seletivo, sendo recomendado para o controle de mais de 150 espécies de plantas daninhas (RODRIGUES & ALMEIDA, 2005).

3.2.2. Plantio das mudas

As mudas são intercaladas em um espaçamento de aproximadamente 3mX3m e este processo é feito manualmente.

3.2.3. Desrama

Naturalmente o vegetal desenvolve ramos laterais que comprometem a boa qualidade da madeira pela formação de nós que se tornam maiores com o crescimento destes ramos. Para evitar que estes nós se desenvolvam e que o caule cresça alinhado, estes novos ramos são retirados. A desrama é realizada com aproximadamente 3 anos de desenvolvimento.

3.2.4. Desbastes e Colheita das toras

A colheita de madeira é realizada em etapas abrindo espaços para que as últimas árvores derrubadas adquiram um maior porte, estas primeiras retiradas de madeira no meio florestal são denominadas desbastes. Os desbastes ocorrem em três etapas, o primeiro com 4 anos, onde são retiradas lenhas ou escoras, o segundo em 8 anos, com a retirada de lenhas, postes e toretes e o terceiro em 12 anos de desenvolvimento retirando lenha, postes, toretes e toras. O corte final é realizado com 16 -17 anos para a retirada de lenhas, toretes e toras.

A retirada de madeira dos talhões de cultivo em todas as etapas citadas pode interferir na qualidade da água de locais próximos a estas atividades. Para tal, são ativadas algumas estradas que ficaram anos sem utilização causando assoreamento e transporte de solo para próximo ou até mesmo para o interior de cursos d'água. Esta ação necessita de locais apropriados à passagem dos veículos de forma a evitar o contato de substâncias como óleos automotivos, combustíveis ou qualquer outra substância proveniente dos caminhões de carga.

Quantidades significativas de resíduos florestais como cascas, folhas e frutos são deixados nos locais, o que torna necessários estudos como forma de avaliar o impacto desta matéria orgânica na qualidade das águas.

3.3. Sistema de Certificação de Florestas

A certificação é um processo voluntário em que se avaliam questões ambientais, econômicas e sociais de um empreendimento florestal. Para obter tal certificação a empresa necessita adotar alguns princípios e critérios exigidos pela certificadora.

Dentre estes princípios do sistema, o princípio 6 , destinado ao impacto ambiental, trás a seguinte descrição: "***O manejo florestal deve conservar a***

diversidade ecológica e seus valores associados, os recursos hídricos, os solos, os ecossistemas e paisagens frágeis e singulares, e ao assim atuar, manter as funções ecológicas e a integridade da floresta”(FSC,2008).

Para atender ao princípio tornou-se necessário o desenvolvimento de uma metodologia de monitoramento das áreas manejadas com o propósito de avaliar os danos ocasionados pela floresta de espécies exóticas de forma a mitigar os impactos causados, caso sejam existentes.

A empresa recebe anualmente auditores que avaliam se os princípios da certificação estão sendo cumpridos corretamente. Recentemente, surgiu a preocupação e a exigência da certificadora com a questão de monitoramento de microbacias dentro de hortos florestais.

Diferentes métodos de avaliação destes parâmetros estão sendo realizados em empresas certificadas, mas, ainda não foi definida uma metodologia padrão para tal.

3.3.1. Monitoramento ambiental como princípio da certificação

O monitoramento ambiental engloba vários aspectos, dentre eles o acompanhamento da fauna e flora nativa, monitoramento de invasão das espécies exóticas em áreas de mata nativa em reserva legal e em áreas de preservação permanente, e avaliação da interferência destes vegetais nos recursos hídricos sob a influência dos locais de cultivo.

Os aspectos citados precisam ser analisados em conjunto porque a interferência em apenas um destes parâmetros monitorados pode ocasionar modificações em todos os outros, pois um depende do outro. Segundo Rocha (1991), o manejo de uma microbacia consiste na elaboração e aplicação de diagnósticos físicos, conservacionistas, sócio-econômicos, ambiental, hídrico,

edáfico, botânico e faunísticos, para identificar problemas da bacia e propor soluções compatíveis com cada situação.

3.4. Influência do reflorestamento de eucalipto na qualidade da água

Conforme descrito anteriormente (item 3.2.4), o manejo das plantações florestais gera resíduos, como cascas, folhas verdes e secas e serragens provenientes dos cortes e manutenção da madeira em campo. No entanto, não se sabe se tais resíduos possuem substâncias que podem interferir na qualidade dos cursos d'água próximos as florestas de eucalipto.

Nos últimos anos, o sistema de certificação passou a exigir o monitoramento de microbacias. Tal monitoramento é uma forma de avaliar se o eucalipto pode realmente oferecer riscos à biodiversidade local ou se este vegetal por ser proveniente de uma região tropical de clima bastante semelhante ao encontrado no Brasil, pode contribuir para a regeneração de áreas degradadas pela poluição e má utilização do solo.

As bacias hidrográficas constituem ecossistemas adequados para avaliação dos impactos causados pela atividade antrópica. Estas atividades podem acarretar sérios riscos ao equilíbrio e à manutenção da quantidade e qualidade da água (RANZINI, 1990). As microbacias constituem unidades naturais para a análise de ecossistemas, apresentando características próprias, as quais permitem utilizá-las para testar os efeitos do uso da terra (CASTRO, 1980). Elas também proporcionam uma modalidade de avaliação das relações entre o manejo de florestas plantadas e a água numa escala sistêmica da paisagem, com base em sua funcionalidade e nas interações biofísicas entre as práticas de manejo e os possíveis impactos sobre a água, movidos pelo próprio ciclo hidrológico, ela possibilita também, uma base estrutural consistente para a implementação de uma estratégia sistêmica de manejo das florestas plantadas (RANZINI & LIMA, 2002).

A água, ao mover-se pelos diferentes compartimentos de uma microbacia, tem sua qualidade alterada, e qualquer alteração nas condições da microbacia hidrográfica pode causar alterações significativas na qualidade das suas águas (ARCOVA & CICCIO, 1999). A água que sai de microbacias em regiões de florestas não perturbadas é, em geral, de boa qualidade e com baixas concentrações de nutrientes dissolvidos e sedimentos em suspensão. Por outro lado, as práticas da exploração florestal podem produzir degradação de efeito prolongado na qualidade da água (BROW, 1988).

Uma visão mais abrangente das relações entre a utilização da terra, em toda e qualquer alteração antrópica da paisagem, e a conservação dos recursos hídricos auxiliaria a sociedade a perceber que o eventual problema da diminuição da água e da deterioração de sua qualidade não está apenas nas florestas plantadas, mas numa infinidade de outras ações antrópicas e de práticas inadequadas de manejo (LIMA, 2004).

Algumas empresas já estão realizando estudos em bacias hidrográficas locais, porém a maior parte dos estudos concentra-se na questão quantitativa. Preocupam-se com o consumo de água pelos exemplares de eucalipto, deixando a questão da qualidade deste recurso como tema secundário, esquecendo que o cultivo florestal envolve muito mais do que o simples crescimento do vegetal, englobando todos os agentes químicos direta e indiretamente utilizados no local.

Conforme apresentado no quadro 1, o cultivo de eucalipto pode ocasionar alguns danos ambientais, no entanto, quando comparado a algumas culturas, é segundo alguns autores, menos impactante, tanto na questão relativa ao consumo quanto a qualidade das águas.

Categoria de Poluição	Atividade de Manejo Causadora	Monitoramento
Material Orgânico	Decomposição de folhas e resíduos florestais na água.	Oxigênio Dissolvido
Nutrientes	Decomposição de material orgânico, carregamento de fertilizantes para os cursos d'água por escoamento superficial e lixiviação de nutrientes após o corte da floresta	Nitrato, Nitrito, Amônia, Fósforo Total
Sedimentos em suspensão	Erosão provocada por estradas e carregadores, preparo do solo e exploração florestal.	Turbidez, Condutividade, Cor
Diversos	Aumento da temperatura da água do riacho em decorrência da destruição da mata ciliar.	Temperatura, pH

Quadro 1. Atividades principais de manejo florestal que podem causar alteração na qualidade da água e respectivos parâmetros de qualidade envolvidos (modificado de Lima & Zakia, 1996).

Leite *et al.* (1997), em trabalho a respeito de regime hídrico do solo com diferentes coberturas vegetais (eucalipto, mata nativa e pastagens), constataram que o eucalipto não interferiu de modo negativo no regime hídrico quando comparado aos outros tipos de vegetação. Sabara (1999) ao comparar o efeito do eucalipto e culturas agrícolas em rios, na região do Médio Rio Doce – MG, concluiu que a atividade silvicultural apresenta vantagens sobre a agricultura e pecuária, na qualidade e conservação da água.

A qualidade da água, independente da utilização do solo na área de influência da microbacia, deve ser definida em termos de suas características físicas, químicas e biológicas. Dentre os parâmetros significativos de avaliação, a turbidez, a cor e as concentrações de sedimentos em suspensão são parâmetros importantes tanto no que diz respeito ao processo de tratamento da água para fins de abastecimento público, quanto para o monitoramento das práticas de manejo florestal (WETZEL & LIKENS, 1991).

A turbidez define a alteração na penetração da luz em uma amostra de água causada por partículas em suspensão, material coloidal como argilas, partículas finas, tanto de origem orgânica como inorgânica, plânctons e outros organismos microscópicos. A cor da água é função tanto da presença de íons metálicos (principalmente Fe e Mn), como húmus e pequenas partículas, plânctons, algas e resíduos industriais, parte dos quais podem ser removidos por filtração. Os sedimentos em suspensão, referem-se às porções de materiais retidas nos filtros depois da passagem de uma amostra de água (ANIDO, 2002). Estes sedimentos podem ser provenientes da erosão do solo, remoção de partículas do fundo do arroio, ou até mesmo de compostos presentes nos resíduos florestais.

Nas florestas de eucaliptos estes parâmetros (cor, turbidez e sólidos suspensos) podem ser alterados por substâncias presentes naturalmente nestes vegetais.

3.5. Compostos polifenólicos em resíduos vegetais

Os polifenóis estão presentes em todos os vegetais, porém em diferentes quantidades. Estes compostos são utilizados por algumas espécies como forma de defesa, aumentando seus níveis em situações de *stress* para as plantas, como aplicação de herbicidas ou ameaça por determinado predador.

Polifenóis antibióticos podem ser formados em resposta ao ingresso de patógenos e ser parte dos mecanismos de resposta ativa ou, por outro lado, ocorrer constitutivamente nas plantas e funcionar como inibidores pré-formados associados à resistência de plantas não hospedeiras (NICHOLSON & HAMMERSCHMIDT, 1992). Fatores abióticos naturais como irradiação solar, luz UV, seca, nutrientes e estações do ano influenciam no metabolismo e produção destes compostos pelos vegetais (MOLE & WATERMAN, 1988).

A durabilidade natural da madeira de eucalipto pode ter influência das concentrações de polifenóis em sua estrutura, pois estes compostos possuem propriedade germicida e antioxidante (MORAIS et. al, 2005).

Os taninos são polifenóis bastante conhecidos e encontrados em vegetais, possuem peso molecular variado, a propriedade de precipitar proteínas e são solúveis em água (TRUGILHO, 2003). Segundo Haslam (1988), "polifenóis vegetais" seria a forma mais correta para esta classe de compostos secundários; porém, nem todos os polifenóis são taninos (WATERMAN & MOLE 1994). Os flavonóides também são compostos fenólicos e têm sua estrutura baseada em 2-fenil-benzopirano ($C_6C_3C_6$), sendo representados por várias classes, de acordo com o grau de oxidação do anel central (Harborne 1973). Hemingway (1989) afirma que o significado do termo tanino para as plantas se refere aos produtos naturais e fenólicos baseados no ácido gálico (taninos hidrolisáveis) ou poliflavonóides (taninos condensados).

Os taninos constituem de 5% a 15% dos resíduos das plantas e influenciam na velocidade de decomposição desses. Quanto maior é a sua quantidade nas folhas, maior é o tempo de decomposição (MASON,1980).

Mori (1997) determinou o rendimento em taninos na casca de *Eucalyptus grandis* em torno de 6,4%, após extração aquosa, e determinou um percentual de tanino superior a 30% na casca de *Eucalyptus cloeziana*, após extração com etanol por um período de quatro horas.

Devido a característica de solubilidade em águas, estes polifenóis podem passar para as águas através do aporte de resíduos florestais, como folhas, galhos e cascas, nos cursos d'água, podendo permanecer por mais de sessenta dias dissolvido nas águas. Ribeiro et. al (1988), observou que a decomposição de polifenóis, em folhas de duas espécies vegetais em um lago, ocorreu em mais de 50% nos primeiros trinta dias de experimento. Após esse período houve uma variação muito grande no decaimento, notando-se até mesmo um acréscimo nas concentrações de polifenóis após sessenta dias.

Canhoto (2001) demonstrou a presença de grandes quantidades de compostos fenólicos dispersos no tecido foliar de eucalipto. Porém, ainda não se sabe a interferência desta substância, que também é encontrada em outros vegetais, na qualidade das águas naturais.

A Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005, que classifica os corpos d'água e estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes determina a quantificação de fenóis totais, medida através da reação com a substância 4-aminoantipirimidina, com valor máximo permitido de 0,003 mg/L para águas de padrão de qualidade classes 1 e 2, 0,01 mg/L para classe 3 e 1 mg/L para classe 4. No entanto, tal legislação esta baseada em valores para polifenóis totais sem a distinção para polifenóis , que são encontrados naturalmente em corpos hídricos. Por tal motivo, um valor de referência para avaliação e classificação de águas naturais é importante para que possamos avaliar corpos hídricos sem a interferência de agentes químicos. Através de padrões de qualidade recentemente adotadas pela legislação, áreas naturais, com baixa interferência antrópica, podem apresentar valores acima dos valores permitidos.

3.6. A influência das Precipitações Atmosféricas

No estudo de bacias hidrográficas a precipitação é considerada elemento básico de análise, pois se constitui em uma das entradas de água do sistema (STARZYNSKI,2006). Além disso, a quantidade de chuvas pode interferir significativamente nas concentrações de vários parâmetros indicadores de qualidade da água de uma microbacia.

De acordo com Ranzini (2002), concentrações de nutrientes na água da chuva podem apresentar variações devido a influências atmosféricas (tempo da última chuva, direção do vento, trajetória das massas de ar etc.), ocasionando uma diversidade de valores ao longo do ano.

As florestas desempenham um papel fundamental no recebimento e distribuição da água das chuvas nas microbacias. A produção de água, o regime pluviométrico e a qualidade da água da microbacia são significativamente influenciados pelo manejo da cobertura florestal (ARCOVA & CICCIO,1997). Segundo Castro (1980), as florestas alteram a composição química da água de chuva, sendo que ao interagir com a vegetação, a água arrasta certa quantidade de nutrientes. O mesmo autor, ao medir alterações na composição química da água em plantações de *Eucalyptus saligna* constatou que esta espécie tem maior capacidade de alterar a água do que a espécie *Pinus caribaea* Morelet.

4. METODOLOGIA

Analisaram-se sazonalmente parâmetros físico-químicos, presença de matéria orgânica, polifenóis e alguns íons em seis pontos do percurso da microbacia do Arroio Cidreira, município de Capivari do Sul, RS, em meio ao plantio de *Eucalyptus grandis* em um horto florestal. As coletas foram realizadas de dezembro de 2007 a março de 2009 em meses representativos de cada estação do ano.

Para avaliação das alterações nas características naturais, foram coletadas amostras em área próxima a nascente e em área de mata nativa na área rural do município de Pântano Grande, localizado na região central do estado, onde são desenvolvidas outras atividades, diferentes das encontradas na região litorânea.

Amostras de resíduos florestais provenientes do manejo da floresta de vegetação exótica (folhas e cascas) e dados pluviométricos do local também foram coletados.

4.1. Área de estudo

A região compreendida pelo horto florestal localiza-se 16 km do Oceano Atlântico. Denominada planície costeira, a região possui sua paisagem determinada pela seqüência de transgressões e regressões marinhas, que resultaram em diferentes depósitos, níveis altimétricos e composição edáfica.

A Figura 2 (A e B) mostra a localização da área de estudo (horto florestal FLOSUL). O círculo vermelho na Figura 2B destaca a microbacia do Arroio Cidreira.

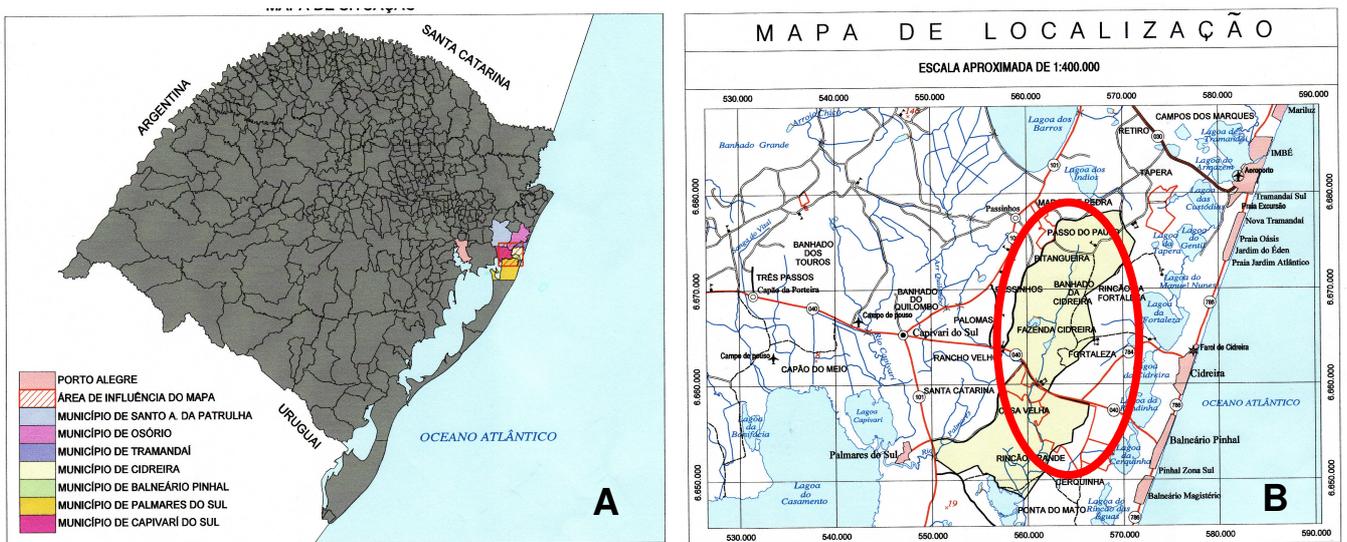


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo. (A) localização no estado do Rio Grande do Sul; (B) área de estudo (O círculo vermelho destaca a área estudada)

Fonte: Moraes, 2008

No local há um extenso rosário de lagoas (Figura 2B) cuja formação remonta a 6.000 anos, na última regressão marinha. Para leste, ocorre uma extensa área de dunas, que perto da praia são móveis e, para dentro do continente, paulatinamente são fixadas pela vegetação, normalmente antes de alcançarem as lagoas. A área forma um divisor de águas, com uma vertente drenando para leste, para as lagoas costeiras, e outra para oeste, para a Lagoa dos Patos (FLOSUL, 2004).

Característica comum à paisagem local são as extensas lavouras de cultivo de arroz, que podem comprometer a qualidade da água pela utilização de agentes químicos e desvios necessários para irrigações. A pecuária também é bastante desenvolvida nas áreas de campo, inclusive com a passagem de animais por vários pontos do arroio.

A Tabela 1 apresenta as diferentes classes de utilização do solo na região sob a influência da microbacia do Arroio Cidreira. Podemos notar que as culturas de arroz são as atividades que mais ocupam o solo nesta região.

Tabela 1. Classes de uso do solo na microbacia do Arroio Cidreira através de imagens de satélite Landsat TM7 de 16/07/2002

BACIA	Florestamento%	Campo%	Cultivos Agrícolas%	Mata%	Massa D'água%	Total
MONTANTE*	8,9	36,8	51,0	-	3,3	100
JUSANTE**	29,8	15,5	51,2	2,8	0,7	100

* antes da área de estudo

** após a área de estudo

Fonte: Moraes, 2008.

4.1.1. O Horto Florestal

A reserva florestal da empresa FLOSUL possui em manejo sustentado 6.000 hectares de área, sendo 4.500 hectares de *Eucalyptus sp.* e 1.000 hectares de *Pinus sp.* Há predominância de *Eucalyptus Grandis*, devido às suas características de rápido crescimento e produtividade (FLOSUL,2008).

A área total de domínio da empresa localiza-se nos municípios de Capivari do Sul, Pinhal e Tramandaí, no entanto, o local de estudo esta localizado em área pertencente ao município de Capivari do Sul, sob as coordenadas geográficas 30°12'10.90"S / 50°22'11.51"O.

Este local encontrasse bastante próximo ao mar, por tal motivo os aspectos climáticos, geológicos e paisagísticos são bastante característicos, como a presença de ventos, solos arenosos e áreas totalmente planas.

4.1.2. O Arroio Cidreira

O Arroio Cidreira esta localizado na Bacia Hidrográfica do Litoral Médio, tal bacia possui 6.462,10 km² que representam 11,34% da área total das Bacias Litorâneas (RIO GRANDE DO SUL,2009), o arroio possui sua nascente no município de Tramandaí, próximo ao parque eólico de Osório.

O arroio percorre aproximadamente 15 km até a entrada na propriedade da área de estudo, após a saída, em nosso último ponto de amostragem, percorre mais 12Km até desembocar no Rio Palmares, localizado no município de Palmares do Sul. O total de seu percurso da nascente até a foz são de aproximadamente 30 Km. Cerca de 6 km de seu percurso compreendem áreas de plantio de eucalipto e matas nativas de preservação permanente dentro do horto florestal estudado.

Dentre outros cursos d'água existentes na propriedade o Arroio Cidreira foi escolhido como objeto de nosso estudo, pela razão de que seu trajeto corta a área de cultivo do eucalipto, facilitando a avaliação antes da entrada na empresa, em meio ao plantio e na saída da área do horto florestal.

4.1.3 Dados pluviométricos da região

A região litorânea do Rio Grande do Sul caracteriza-se, em geral, por invernos com maior pluviosidade e verões mais secos, conforme históricos anuais pluviométricos da área próxima ao plantio de eucaliptos estudado (ANEXO V).

A Figura 2 mostra as variações pluviométricas nos meses de coleta na área de estudo. Os dados foram coletados na estação pluviométrica localizada na sede da empresa FLOSUL, município de Capivari do Sul, bem próximo à área de estudo.

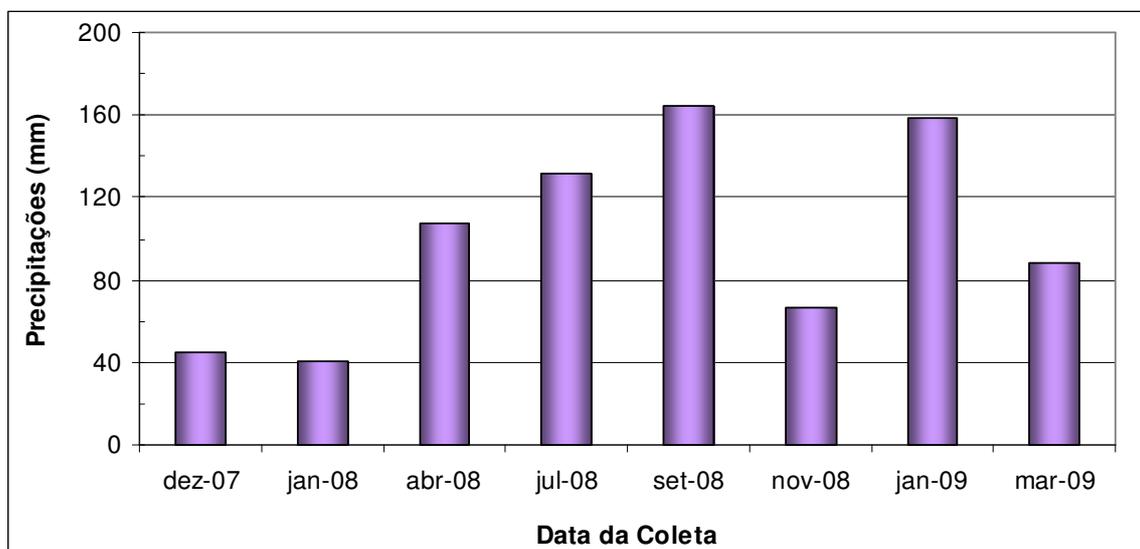


Figura 2. Precipitações nos meses de estudo da microbacia do Arroio Cidreira.

Os meses de maior precipitação foram set/08 (164 mm) e jan/09 (158 mm), e as mínimas foram obtidas nos meses de dez/07 e jan/08. De modo geral, a região possui como característica o aumento das chuvas em meses de inverno e um decréscimo nos meses de verão, com uma diminuição significativa do nível dos corpos hídricos.

Os dados de vazão e evapotranspiração não foram medidos devido a falta de equipamento para tal.

4.2. Coleta das amostras de água

As coletas realizaram-se sazonalmente, com amostragens em meses representativos de cada estação do ano, totalizando 8 coletas realizadas entre dezembro/2007 e março/2009 conforme datas no quadro 2.

Campanha	Data	Condições climáticas	Estação do ano
1	11/12/2007	Nublado /chuva fraca	Verão
2	22/01/2008	Parcialmente nublado	Verão
3	24/04/2008	Ensolarado	Outono
4	01/07/2008	Parcialmente nublado	Inverno
5	15/09/2008	Ensolarado	Primavera
6	11/11/2008	Ensolarado	Primavera
7	14/01/2009	Ensolarado	Verão
8	31/03/2009	Ensolarado	Outono

Quadro 2. Período das coletas realizadas, respectivas estações do ano e condições climáticas.

Em todos os pontos de coleta foram medidos *in situ* temperatura (termômetro de mercúrio) e oxigênio dissolvido (oximêtro portátil) na água. Para cada ponto de monitoramento coletaram-se aproximadamente 1,5 litros de amostra de água, 0,5 litros desta água com a adição de preservante (2ml de ácido fosfórico) para a posterior análise de compostos fenólicos. Todas as amostras foram armazenadas em garrafas plásticas, identificadas e refrigeradas ($\sim 4^{\circ}\text{C}$) no momento da coleta.

Devido à profundidade do arroio em alguns pontos utilizou-se um coletor plástico com o auxílio de uma corda para facilitar a coleta em meio ao curso do arroio, conforme mostra a Figura 3.



Figura 3. Coleta de amostra de água no ponto 5 do Arroio Cidreira realizada em março de 2009.

4.2.1. Descrição dos pontos de amostragem

Foram avaliados seis pontos de coleta no percurso do arroio na área de estudo, desde a entrada na propriedade até a sua saída, um ponto em área de nascente e um ponto em mata nativa, totalizando 8 pontos de coleta:

Ponto 0: Área próxima a nascente, local de difícil acesso, caracterizado por uma área de banhado (localizado a 15km do ponto 1). Neste local a água não possui a interferência de arrozais e áreas de criação de gado. Assim, avaliando suas características bem próximas a vertente. Este ponto teve uma coleta única devido às dificuldades de acesso, não permitindo avaliar se comportamentos para determinados parâmetros se mantêm ao longo do ano.

Ponto 1: Ponto localizado aproximadamente 50m antes da ponte localizada na rodovia RS 040, local que delimita a área de entrada do arroio na área de estudo. Este ponto possui lavouras de arroz localizadas nos dois lados de seu curso. Neste ponto foi possível avaliar a qualidade da água antes do contato com a vegetação exótica em estudo (figura 4).



Figura 4. Ponto 1 de coleta de água, anterior a entrada no horto da empresa. Campanha de dezembro de 2007.

Ponto 2: Área limite da entrada do arroio no horto (figura 5). Neste local desemboca um canal que possui sua origem em uma empresa que processa resinas de *Pinus sp.* Na coleta realizada no mês de abr/08 este canal apresentou características diferenciadas, com um forte odor e cor escura. No entanto, esta alteração não se manteve nos outros meses. O ponto 2 localiza-se a 50 m do primeiro ponto de amostragem.



Figura 5. Ponto 2 de coleta de água, abaixo da RS040 é o segundo ponto antes da empresa. Campanha de dezembro de 2007.

Ponto 3: Área dentro da empresa onde não foram respeitados os limites previstos por lei de preservação de áreas de preservação permanente, tendo eucaliptos em todo o seu entorno (Figura 6). Dentro de alguns meses esta área receberá tratamento de corte onde poderemos avaliar os impactos causados por esta fase do plantio. Este ponto está a aproximadamente 1 km do ponto 2.



Figura 6. Ponto 3 de coleta de água, primeiro ponto na área da empresa. Campanha de dezembro de 2007.

Ponto 4: Local cercado por vegetação rasteira bem próximo a talhões de exemplares de eucalipto em desenvolvimento (Figura 7). Neste ponto as coletas foram realizadas sobre a ponte que atravessa o arroio. Localiza-se 1,35 km após o ponto 3.



Figura 7. Ponto 4 de coleta de água, próximo a áreas de moradia. Campanha de dezembro de 2007.

Ponto 5: Ponto onde desemboca um canal de drenagem (água da chuva) que auxilia no controle de inundações dentro dos talhões em épocas de muita chuva. Na margem oposta a área da empresa neste ponto, localizam-se pastos de criação de gado e uma lavoura de arroz (figura 8). Localiza-se a 4,68 km do ponto 4, maior distância devido a uma propriedade que desvia o percurso do arroio da área da empresa.



Figura 8. Ponto 5 de coleta de água, margem oposta com lavouras e pastos. Campanha de dezembro de 2007.

Ponto 6: Ponto de saída da área do horto. Neste ponto encontram-se lavouras de arroz na margem oposta ao horto. Localizado a 1 km do ponto 5.

Além dos pontos coletados no Arroio Cidreira (ponto 0 a ponto 6), foram coletadas amostras em uma área no centro do estado, distante da influência do mar e do cultivo de arroz (PN).

Ponto PN (Ponto de Mata Nativa): Área de mata nativa localizada no município de Pântano Grande, centro do estado do Rio Grande do Sul (figura 9). Este local possui aspectos físicos diferenciado como uma maior distância do mar e solos argilosos. No entanto, o escolhemos devido à ausência de culturas de arroz, principal atividade desenvolvida na microbacia do Arroio Cidreira.



Figura 9. Ponto de Coleta em área de mata nativa (PN) sem a influência do plantio de arroz.

A figura 10 demonstra a distribuição dos pontos de coleta no Arroio Cidreira dentro da área do horto florestal estudado. As áreas em verde escuro caracterizam-se por florestas exóticas e nativas, as áreas verdes claras são locais de campo, e as

áreas marrons representam as lavouras de arroz, esta coloração deve-se a época em que foi capturada a imagem, provavelmente após a colheita.

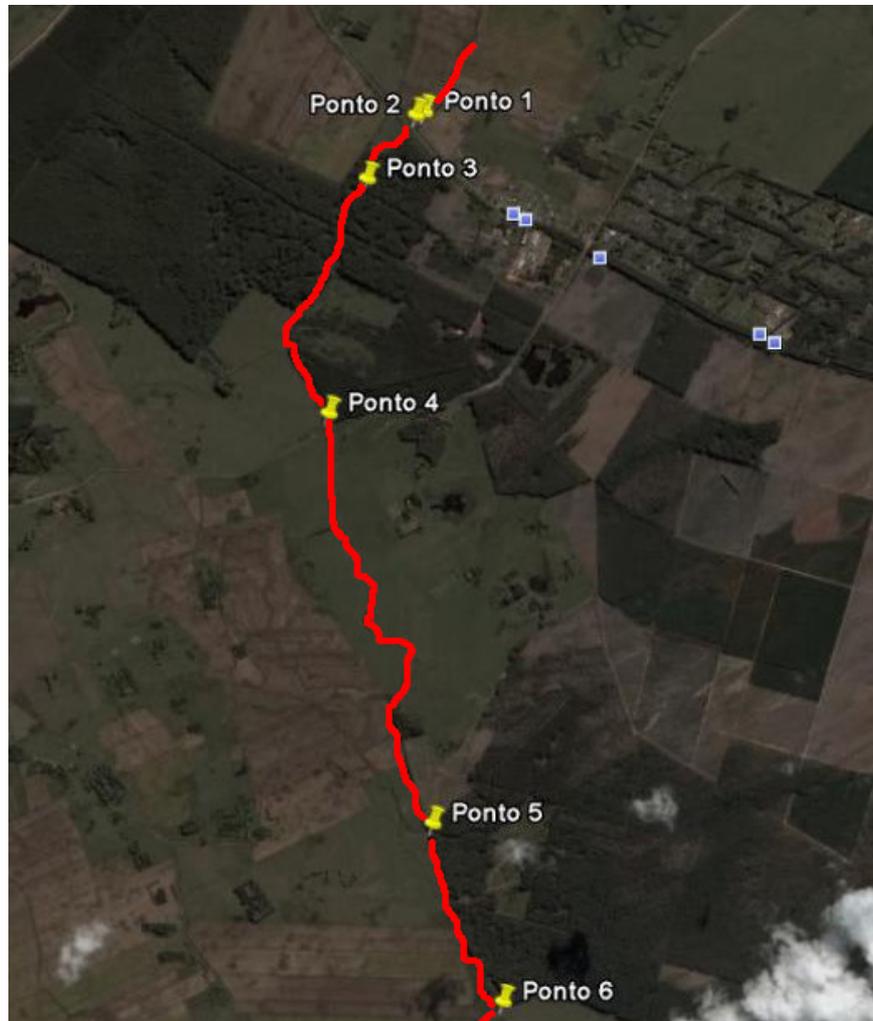


Figura 10. Pontos de amostragem no Arroio Cidreira. (Linha vermelha – trajeto do arroio na área estudada). Fonte: Google Earth, 2009.

4.3. Coleta dos resíduos florestais

Os resíduos florestais coletados (cascas e folhas de *Eucalyptus grandis*) foram recolhidos manualmente do solo na área do ponto 3 próxima ao arroio. As cascas e folhas foram armazenadas em saco plástico e identificadas para posterior análises laboratoriais de compostos fenólicos. Foram também coletadas amostras de vegetação ciliar encontradas no local (folhas de gramíneas).

As coletas de resíduos florestais e vegetação ciliar foram realizadas no mesmo momento de duas coletas de água (campanhas 4 e 6) referentes ao inverno e primavera.

4.4. Análises em laboratório

Uma sub-amostra das amostras coletadas sem a adição de preservante, foi utilizada para as análises físico-químicas (pH, condutividade, turbidez e cor) realizadas no Laboratório de Química Analítica Ambiental- LQAmb da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUCRS . O restante filtrado em holder de material plástico com membranas (GS em éster de celulose 0,22 μm de poro, 47mm de diâmetro, branca, lisa, marca Millipore) para retirada do material suspenso. O filtrado foi então utilizado para análises por espectroscopia UV, para detecção de matéria orgânica a 254nm; e cromatografia iônica para a quantificação de cátions e ânions. Os métodos analíticos empregados (Quadro 3) para a avaliação das amostras seguiram as normas da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Parâmetro	Método Analítico
pH	NBR- 9251- Método eletrométrico
Cor	NBR- 13798- Método da comparação visual
Condutividade Elétrica	NBR- 10223- Método da cela de condutividade
Turbidez	MB- 3227- Método nefelométrico
Oxigênio Dissolvido	MB- 3030- Método eletrodo de membrana
Absorção UV-Vis	Intervalo de 200 a 1100nm e uso de λ de 254 nm para quantificação de matéria orgânica

Quadro 3. Métodos analíticos empregados nas análises físico-químicas das amostras.

Os compostos fenólicos foram quantificados em águas pela reação a aminoantipirimidina. Em sólidos (folhas e cascas de eucalipto e mata ciliar) foi realizado o método espectrofotométrico de Swain e Hills (1959). O material sólido foi previamente extraído, com a incubação das amostras em etanol, (96%, Merck)

diluído a 70%, durante 7 dias sob agitação a uma temperatura de 8°C, centrifugação durante 1 hora e quantificação pelo reagente Folin-Ciocalteu (Merck), (NOZELLA,2001).

A curva padrão para análise de polifenóis (Tabela 2) pelo método Folin-Ciocalteu em sólidos foi feita com uma solução padrão de ácido gálico (98%, Nuclear) em concentração 0,01 N.

Tabela 2. Curva Padrão do ácido gálico

Tubo	Sol. Ac. Gálico (µL)	Folin Cioc. 1:1 (uL)	Na₂CO₃ (20%)mL	Ácido Gálico (µg)
PA 0	0	500	1,25	0
PA 1	20	480	1,25	2
PA 2	40	460	1,25	4
PA 3	60	440	1,25	6
PA 4	80	420	1,25	8
PA 5	100	400	1,25	10

PA= padrão

Para a análise dos extratos das amostras sólidas, foram adicionados em tubos de ensaio 50uL do sobrenadante de cada amostra, 450uL de água destilada, 250uL do reagente Folin Ciocalteu diluído (1:1) e 1,25 de carbonato de sódio(99%, Merck) diluído a 20%. Os tubos foram agitados e após 40 minutos foi feita leitura em espectrofotômetro sob absorvância de 725nm.

As análises de cátions e ânions foram realizadas por cromatografia iônica.

4.5. Análise e classificação dos dados obtidos

4.5.1. Classificação das águas conforme CONAMA

Os dados obtidos neste estudo foram avaliados a fim de classificar as amostras coletadas no Arroio Cidreira de acordo com os parâmetros estabelecidos

para qualidade das águas doces na resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA n°. 357, 2005 (ANEXO VI).

Embora as águas do arroio sejam consideradas doces, em determinadas épocas do ano a proximidade com o mar pode alterar suas características, com um aporte salino trazido pelas chuvas e ventos. O que pode ocasionar alterações em determinados parâmetros e mudando as classificações em determinados períodos.

A resolução CONAMA possui cinco classificações para águas doces: águas de classe especial, classes 1, 2, 3 e 4. Sendo a classe especial a melhor classificação, utilizada inclusive para consumo humano apenas com desinfecção, e a classe 4 considerada a pior classificação sendo utilizada apenas para navegação e paisagismo, conforme tabela 3.

Tabela 3. Parâmetros de qualidade de águas estabelecidos pela resolução CONAMA

Classif.	OD (mgO ₂ /L)	Turbidez (UNT)	Cor (mg Pt/L)	pH	Cloreto (mg/L)	Sulfato (mg/L)	Fluoreto (mg/L)	N-Nitrato (mg/L)	N-Nitrito (mg/L)	Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	Fenóis Totais (mg/L)
CLASSE 1	≥ 6	Até 40	Até 75	6 a 9	250	250	1,4	10	1	3,7 para pH ≥ 7,5	0,003
CLASSE 2	≥ 5	Até 100	Até 75	6 a 9	250	250	1,4	10	1	3,7 para pH ≥ 7,5	0,003
CLASSE 3	≥ 4	Até 100	Até 75	6 a 9	250	250	1,4	10	1	13,3 para pH ≥ 7,5	0,01
CLASSE 4	≥ 2	-	-	6 a 9	-	-	-	-	-	-	1

4.5.2. Índice de qualidade de Água – IQA

As principais vantagens dos índices de qualidade de águas são as facilidades de comunicação com o público não técnico, pelo fato de representar uma média de diversas variáveis em um único número, combinando diferentes unidades de medidas em uma única. No entanto, sua principal desvantagem consiste na perda de informação das variáveis individuais e da interação entre as mesmas. O índice, apesar de fornecer uma avaliação integrada, jamais substituirá uma avaliação detalhada da qualidade das águas de uma determinada bacia hidrográfica (SÃO PAULO, 2008).

Para a classificação das amostras coletadas no Arroio Cidreira utilizou-se um Índice de Qualidade de água – IQA (Stream Water Index – SWI), baseado em um estudo desenvolvido na Bacia do Rio Paraná por Casatti (2006), com os valores calculados pela tabela 3. Optou-se pela utilização deste índice de qualidade (SWI), por conter parâmetros considerados importantes à qualidade das águas analisadas e sobrevivência de animais aquáticos. Tal índice foi utilizado por Casatti (2006) para avaliar a qualidade de habitats de peixes na bacia do Rio Paraná.

Tabela 3. Índices para parâmetros físico-químicos descritos para o Arroio Cidreira.

Descrição	Score 4	Score 3	Score 2	Score 1
Oxigênio Dissolvido (mg/l)	≥ 6,0	5,0 – 5,9	4,0 – 4,9	<4,0
Condutividade (uS/cm)	≤ 50	51 -100	101 – 150	>150
pH	6 a 9	5.0 – 5.9	4.0 – 4.9	<4.0
		9,1 – 10,0	10,1 – 11,0	>11,0
Turbidez(NTU)	≤ 40	41 – 150	151 – 300	>300
Nitrato (mg/l)	≤ 1,0	1,1 – 1,5	1,6 – 1,75	>1,75
Amônia (mg/l)	≤ 0,01	0,02 – 0,5	0,6 – 1,0	>1,0
Fosfato (mg/l)	≤ 0,03	0,04 – 0,5	0,6 – 1,0	>1,0
Odor	Normal	-	-	Alterado
Óleo superficial	Ausente	-	-	Presente

SWI (Stream Water Index). Resultados para soma dos scores: Bom (36-30), Razoável (29-23) Ruim (22-16), Muito Ruim (15-9). (Adaptado de Casatti L. et al., 2006)

Em análise a outros índices de qualidade de águas foi observado que existem diferentes parâmetros selecionados para o cálculo de índices. Adotamos o IQA que mais se adequou as análises realizadas e resultados preliminares deste estudo, onde o pH e oxigênio dissolvido mostraram-se como os parâmetros de maior variação. No entanto, deve-se ter cautela ao analisar estas classificações, devido às particularidades de cada região. Os parâmetros analisados podem não ter

o mesmo grau de importância para a sobrevivência destes animais, entretanto, muitos recebem o mesmo *score* para esta classificação.

4.5.3. Análise estatística

Além da estatística descritiva (média, desvio padrão, máximas e mínimas) realizada no programa Excel, foram calculados os coeficientes de Pearson para correlações dos dados obtidos através do programa estatístico SPSS for Windows.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para uma melhor apresentação dos resultados os parâmetros analisados foram divididos em três grupos: parâmetros físico-químicos, parâmetros relacionados à matéria orgânica e análises de íons.

Após a apresentação dos três grupos de parâmetros, são apresentadas as correlações existentes entre esses parâmetros e o Índice de Qualidade das Águas aplicado a esses dados (IQA – SWI).

5.1. Parâmetros Físico-químicos

5.1.1. Temperatura

As análises da temperatura da água realizadas *in situ* nos pontos amostrados do Arroio Cidreira estão apresentadas na Figura 11. As temperaturas da água não foram avaliadas nos meses de dez/07 e set/08 devido a problemas com o instrumento de amostragem.

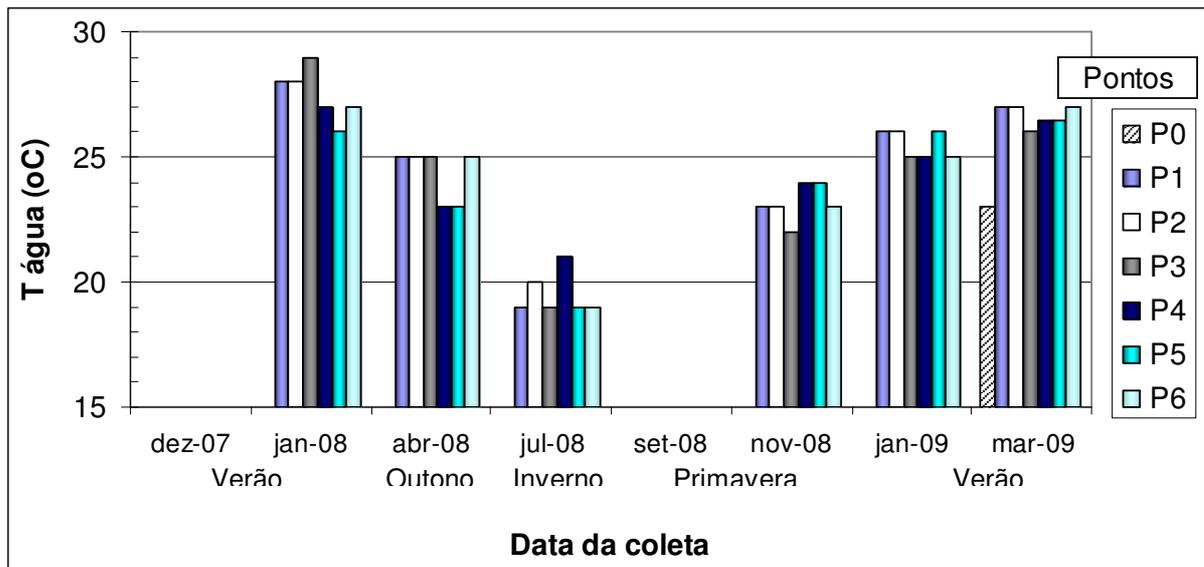


Figura 11. Temperaturas da água obtida nos pontos de coleta do Arroio Cidreira Sazonalmente.

Os meses de estiagem (janeiro/08, janeiro/09 e março/09) apresentaram valores altos para temperatura da água quando comparados aos meses com maior pluviometria (abril/08, julho/08 e novembro/08). Em época de poucas chuvas o nível da água torna-se mais baixo, facilitando o aquecimento pela penetração dos raios solares, o que também pode contribuir para o aumento da temperatura da água.

De um modo geral, ao longo do percurso do arroio ocorrem decréscimos da temperatura da água seguidos por um aumento (figura 11) na saída do plantio (P6). Este ponto de saída (P6) está localizado em uma área com mata ciliar de menor porte (pastagens), sem a proteção de uma mata mais alta que pode proteger o curso d'água do calor excessivo nos meses de verão, o que pode explicar este aumento na temperatura da água. Sabara (1999) estudando córregos no médio Rio Doce conclui que o comportamento da temperatura foi afetado pelo uso do solo. A tendência de apresentar menores valores nas áreas florestais (eucalipto), pela condição de cobertura dos córregos, enfatiza o papel significativo da mata ciliar.

A média de temperatura em todos os pontos de amostragem no Arroio Cidreira foi de 24°C, valor bastante próximo ao encontrado no ponto P0 (23°C). Devido a distância da nascente até a área de estudo, as coletas não foram realizadas em um mesmo horário, as coletas da nascente (P0) foram realizadas

antes dos outros pontos, no início da manhã e nos outros pontos próximos ao meio dia. Tal fato pode ter contribuído para o aumento de 1^oC na temperatura média dos pontos P1 a P6. ARCOVA et al. (1993) afirmam que a principal variável que controla a temperatura da água de pequenos rios é a radiação solar.

A temperatura da água no Arroio Cidreira pode estar sendo influenciada pela temperatura do ar característica de cada estação do ano. Este parâmetro comporta-se de forma semelhante ao ar com temperaturas altas no verão (máxima de 29^oC) e mais amenas no inverno (mínima 19^oC).

5.1.2. Condutividade

O gráfico apresentado na Figura 12 mostra os resultados referentes à condutividade elétrica das águas no ponto próximo a nascente (P0) e ao longo do percurso do Arroio Cidreira (P1-P6).

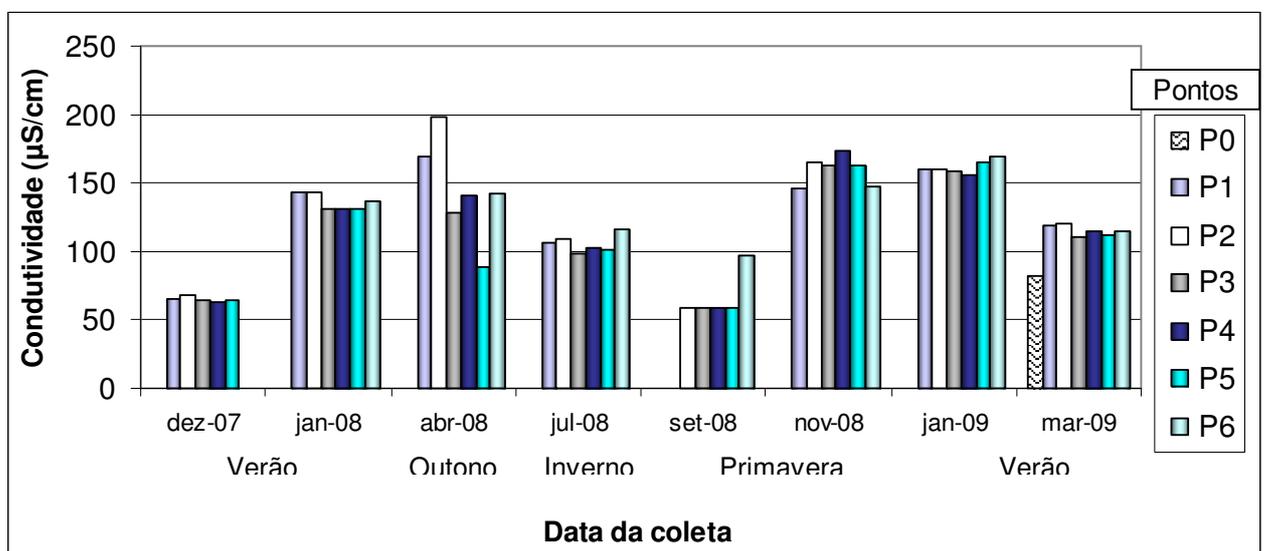


Figura 12. Resultados para Condutividade em sete pontos de coleta no Arroio Cidreira.

Os maiores valores de condutividade (130 a 200 µS/cm) foram obtidos nos meses de primavera e verão (jan/08, abr/08, nov/08 e jan/09). Nestes meses, não ocorreram variações significativas ao longo dos pontos de amostragem, com exceção de abr/08, que apresentou um aumento significativo no ponto 2 (200

$\mu\text{S/cm}$). Este comportamento pode estar relacionado a liberação de efluentes de uma empresa coletora de resina de *Pinus sp.* em um canal que deságua neste ponto (ver item 4.2.1, descrição do ponto 2). No momento da coleta no ponto 2 nesta campanha (abr/08) notou-se alterações na cor e odor da água do canal que desemboca no arroio neste ponto (P2). Devido a estas alterações foram coletadas amostras deste efluente, que apresentou condutividade de $976 \mu\text{S/cm}$, valor bastante acima dos encontrados em todos os pontos (P0-P6).

Em mar/08, mês anterior a coleta de outono, ocorreram cortes nos talhões próximos ao ponto 5, diminuindo o consumo de água pelos eucaliptos retirados, e a abertura dos canais de irrigação de lavouras localizadas na margem oposta. Tais fatos podem ter aumentado o fluxo da passagem de águas pelos canais de drenagem que desembocam neste local, sendo uma possível justificativa para a diminuição da condutividade observada no mês posterior (abr/08).

As campanhas de dez/07 e set/08 apresentaram os níveis menores de condutividade ($60\text{-}70\mu\text{S/cm}$) quando comparadas às outras campanhas de coleta, com valores semelhantes em todos os pontos amostrados. A única exceção foi o ponto 6 (setembro/08), ponto de saída da área de estudo, que apresentou um significativo aumento ($97\mu\text{S/cm}$), diferenciando-se do comportamento encontrado para os outros pontos neste mesmo período. Neste mês ocorreu intensa precipitação na região (figura 1), com um aumento do leito do arroio, dificultando o acesso a este ponto de amostragem. Em função disto, a coleta foi realizada em meio à vegetação ciliar que estava submersa. Foi necessário caminhar, deslocando sedimentos do fundo do local que podem ter se dissolvido na água alterando a concentração de íons e conseqüentemente os valores para condutividade elétrica. Segundo Zakia (1993), a condutividade deve-se aos sólidos dissolvidos na água, como o sódio, ferro, cálcio, etc. Estes elementos podem ser provenientes das atividades silviculturais, como exemplo, a lixiviação de nutrientes após os cortes das florestas.

Infelizmente não é possível fazer uma comparação do valor no ponto 6 nas duas campanhas (dez/07 e set/08), pois em dezembro este ponto não foi coletado por problema de acesso ao local de amostragem.

Para uma melhor visualização dos resultados, são mostrados na tabela 4 as médias para os valores de condutividade na área de estudo (P1-P6) comparados ao ponto P0, PN (em Mata Nativa) e dados de literatura de estudos realizados em áreas sob influência do eucalipto localizadas próxima e distante do mar.

Conforme a Tabela 4, o valor para condutividade no ponto P0 (81,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$) foi maior que o ponto PN coletado na área de mata nativa (54,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$) mostrando que na nascente os valores são duas vezes maiores do que na área de mata nativa sem a influencia marinha. Quando comparados os dois pontos controle (PN e P0) a média dos valores obtidos na área de estudo (122 $\mu\text{S}/\text{cm}$) foi superior. Todos os pontos na área de estudo (P1-P6) obtiveram valores mais altos que o ponto coletado próximo a nascente, demonstrando que atividades desenvolvidas antes da entrada no plantio de eucaliptos podem estar interferindo em alterações na qualidade das águas analisadas.

Tabela 4. Comparativo dos valores médios para condutividade elétrica das amostras de água em pontos amostrados no Arroio Cidreira, ponto em mata nativa (PN) e dados de literatura.

	Arroio Cidreira		Mata Nativa	Dados de Literatura	
Parâmetro	Média (P1 a P6)	P0	PN	(1) SP	(2) Portugal
Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	122,0	81,5	54,2	10,3	134,7

(1) Silva, 2007 – Microbacia influenciada por *Eucalyptus grandis* em SP. Área distante do mar.

(2) Ferreira, 2004 – Bacia do Rio Mondego, Ponto Santa Eulália. Área próxima ao mar.

Em estudo de uma área localizada no interior de São Paulo, Silva (2007) obteve baixa condutividade da água na microbacia sob influência de eucalipto ($10,3 \mu\text{S/cm}$), estes valores são aproximadamente dez vezes menores do que os encontrados no presente estudo. Por outro lado, Ferreira et al. (2004) reportou valores elevados ($134,7 \mu\text{S/cm}$) para condutividade das águas da microbacia do Rio Mondego em Portugal, em ponto próximo ao Oceano Atlântico. Esses resultados evidenciam que a proximidade com o mar influencia significativamente sobre os níveis de condutividade nas águas superficiais, como observado neste estudo.

5.1.3. Oxigênio Dissolvido

Na Figura 13 são apresentados os valores de oxigênio dissolvido (OD) medidos *in situ* para 4 campanhas de coletas realizadas neste estudo. Devido à disponibilidade do equipamento para medições em campo, só foi possível medir o OD nas campanhas dos meses de julho/08, novembro/08, janeiro/09 e março/09. Os valores limites de OD (CONAMA 357, 2005) para classificação das águas também estão indicados nesta figura.

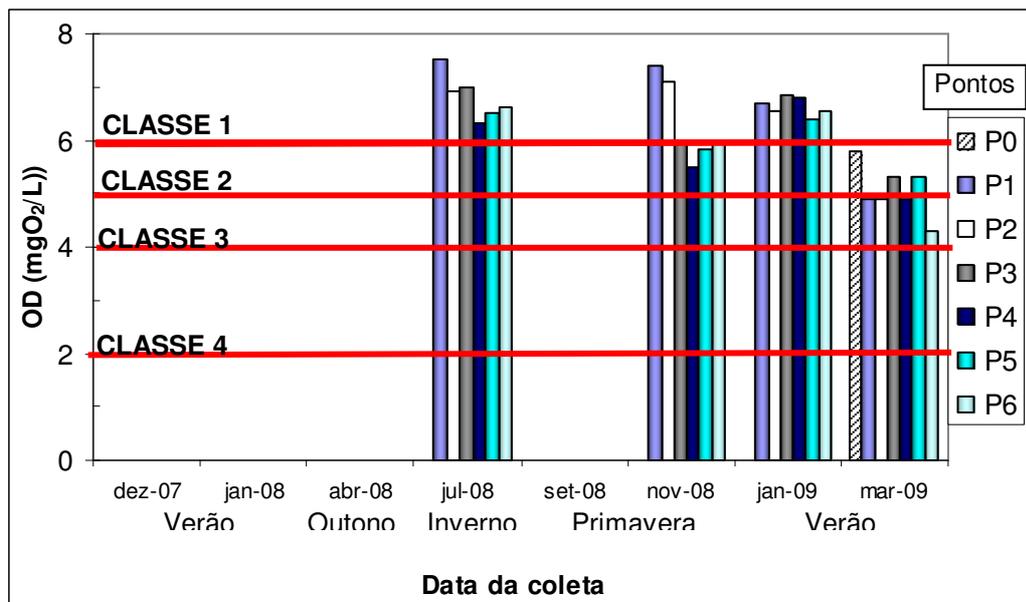


Figura 13. Valores para oxigênio dissolvido nas amostras de água coletadas no Arroio Cidreira. (Linhas Vermelhas – limites para classificação das águas segundo a resolução CONAMA 357,2005)

Os maiores valores de OD foram observados no mês de jul/08 (máximo de $7,5 \text{ mgO}_2 \text{ L}^{-1}$ no ponto 1) e os valores mínimos foram obtidos em mar/09 (mínimo de $4,3 \text{ mgO}_2 \text{ L}^{-1}$ no ponto 6). Podemos notar no geral um decréscimo das quantidades de oxigênio dissolvido nas amostras de água na medida em que o arroio avança em meio ao plantio de eucaliptos. Tal fato pode estar relacionado ao aporte de material orgânico proveniente desta floresta que pode influenciar na quantidade de O_2 dissolvido nas águas. Bueno (2005) ao comparar uma área de mata nativa a uma área com plantio de eucaliptos obteve menores valores de OD ($3,2 \text{ mgO}_2 \text{ L}^{-1}$) e maiores valores para matéria orgânica ($3,4 \text{ mgO}_2 \text{ L}^{-1}$) nas áreas com eucalipto. Segundo este autor, fato relacionado às técnicas de manejo.

A temperatura da água do Arroio Cidreira também pode ser um fator de influência nas quantidades de oxigênio dissolvido, visto que os resultados para temperatura (Figura 11) são inversamente proporcionais aos valores obtidos para oxigênio dissolvido (Figura 13). Esse comportamento era esperado devido a diminuição da solubilidade dos gases com o aumento da temperatura em líquidos (ATKINS, 2003).

No mês de março/09, o ponto P0, ponto próximo a nascente do arroio, apresentou níveis maiores de oxigênio dissolvido na água ($5,8 \text{ mgO}_2 \text{ L}^{-1}$) quando comparado às amostras coletadas nos pontos em meio ao plantio de eucaliptos na mesma campanha (de $4,3$ a $5,3 \text{ mgO}_2 \text{ L}^{-1}$). No entanto, quando comparado às outras campanhas o P0 apresentou valores baixos, inclusive para os parâmetros de classificação utilizados (CONAMA 357,2005).

As águas nos pontos de amostragem demonstraram uma pequena alteração nas concentrações de alguns íons provenientes do solo arenoso originado pelas regressões marinhas. Esta alteração pode influenciar na obtenção de valores menores quando comparados a dados de literatura. A diminuição da solubilidade de gases em líquidos devido ao aumento da força iônica (eletrólitos dissolvidos) também é um fenômeno conhecido (ATKINS, 2003).

Na classificação das águas pela resolução CONAMA para este parâmetro (linhas vermelhas – Figura 13) no mês de jul/08 todos os pontos classificaram-se como classe 1. Nos meses de nov/08 e mar/09 alguns pontos classificaram-se na classe 2, mesma classificação obtida para o ponto P0. O mês de março em uma análise geral, foi o que obteve mais pontos com a pior classificação (4 pontos como classe 3). Entretanto, os valores dessa classificação devem ser vistos com cautela devido às alterações iônicas naturais nas águas amostradas que podem interferir neste parâmetro.

5.1.4. pH

Demonstrando um comportamento semelhante às medidas de condutividade e temperatura, os índices de pH apresentaram variações significativas, conforme mostra a figura 14.

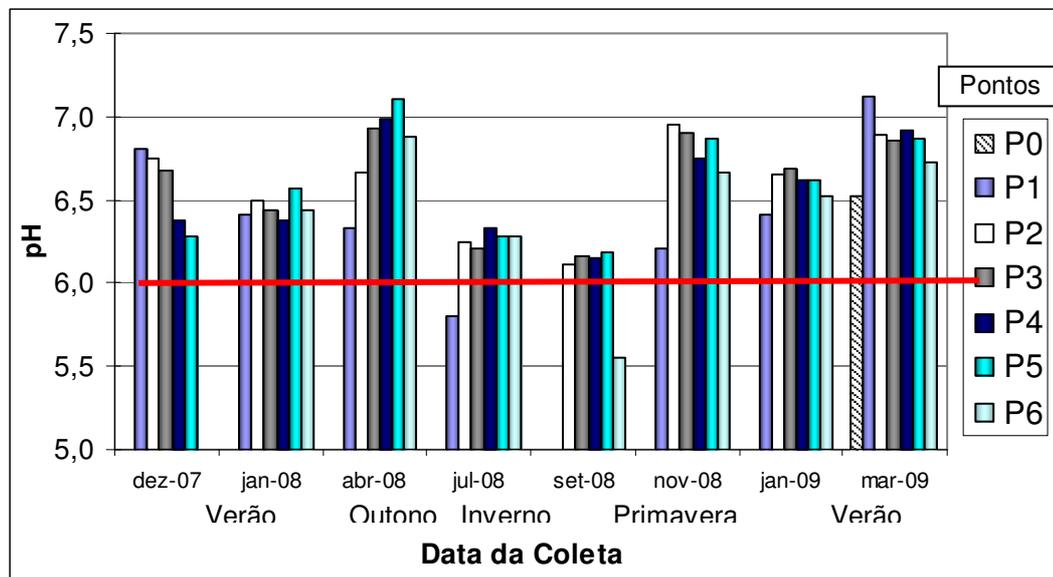


Figura 14. Valores de pH para as amostras de água coletadas no Arroio Cidreira sazonalmente. (Linha vermelha – limite mínimo permitido para classes 1 e 2 (6,0) pela resolução CONAMA 357, 2005).

Os valores máximos de pH foram obtidos nos meses de abr/08 e mar/09 (7,1), e o valor mínimo no mês de set/08 (5,5).

Ranzini & Lima (2002) ao avaliarem o impacto de plantações de eucalipto no Vale do Paraíba (SP, Brasil) encontraram valores de pH próximos aos mínimos obtidos neste estudo (entre 5,8 e 5,9). Em geral, em águas superficiais, o pH é alterado pelas concentrações de íons H^+ originados da dissociação do ácido carbônico, que geram baixos valores de pH (Esteves, 1988 Apud Bueno, 2005). Além disto, a presença deste ácido (H_2CO_3) nos corpos d'água é resultante, segundo Branco (1986), da introdução de gás carbônico (CO_2) pelas chuvas, ar atmosférico, matéria orgânica do solo e principalmente, matéria orgânica que é consumida e oxidada nas águas. Os pHs mínimos observados no mês de set/08 podem estar relacionados ao aporte de matéria orgânica pelo aumento de folhas derrubadas na água pelo vento.

Os meses de inverno (Jul/08 e Set/08) apresentaram pHs mais ácidos comparados aos outros meses, variando inversamente com os índices pluviométricos (figura 1). Este fator pode ter influenciado nos valores abaixo dos limites estabelecidos pela resolução CONAMA (6,0 para classes 1 e 2) nos pontos P1 (5,8) e P6 (5,5), classificando-os como classe 3. Estes decréscimos podem estar relacionados a acidez das chuvas, fato que pode ter ocorrido neste período.

No mês de dez/07 houve uma diminuição do pH na medida em que o arroio avançou pela área de estudo, porém, este fato não se repetiu nos próximos meses. Comportamento inverso foi obtido no mês de abr/08 com um aumento ao longo dos pontos de coleta.

O ponto P0 apresentou pH mais ácido (6,5) quando comparado aos outros pontos coletados em mar/09. Contudo, neste mês todos os valores ficaram dentro dos limites aceitáveis a resolução CONAMA 357 (entre 6 e 9) conforme linha vermelha demonstrada na figura 12.

Castro (1980) estudou a influência da cobertura vegetal na qualidade da água, em duas microbacias hidrográficas na região de Viçosa – MG, Brasil, sendo uma de uso agrícola e outra de uso florestal, identificou, respectivamente, pH de 5,6

a 6,8 e de 5,5 a 6,5, valores semelhantes para as duas atividades. Este autor observou valores semelhantes pHs em áreas de uso agrícola e uso florestal. Esses resultados indicam que o florestamento não apresenta maior impacto que o uso agrícola no que concerne a qualidade das águas.

5.1.5. Cor

A figura 15 apresenta o gráfico relativo aos resultados encontrados para cor das águas em todos os pontos de amostragem no Arroio Cidreira.

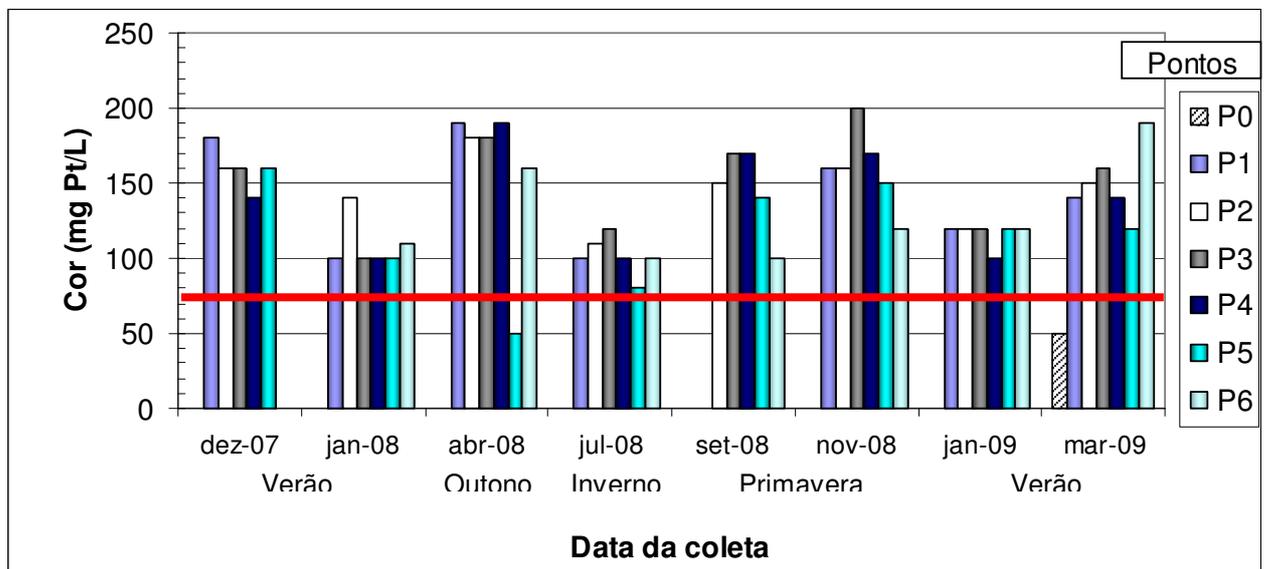


Figura 15. Valores de cor referentes as amostras de água coletadas no Arroio Cidreira. (Linha vermelha – limite máximo permitido para cor, 75mg Pt/L, em classes 1,2 e 3 segundo resolução CONAMA 357).

As colorações máximas foram observadas nos pontos P3 em nov/08 (200 mg Pt/L), e nos pontos P1 e P4 em abr/08 e P6 em mar/09 (190 mg Pt/L respectivamente). No mês de abr/08 as precipitações foram intensas, o que pode remover os sedimentos do fundo do arroio pelo maior fluxo de água dissolvendo partículas do solo que alteram a cor da água. Porém, as chuvas não demonstram interferir neste comportamento pelo fato de outros meses que também obtiveram maior pluviosidade não apresentarem colorações altas das águas. Tais alterações podem estar relacionadas com o manejo da área que foi desenvolvido no mês

anterior a coleta, como o corte e baldeio de eucaliptos em talhões próximos e a liberação de águas das lavouras de arroz.

A alta coloração da água verificada no ponto 3 em nov/08 pode estar associada ao aumento de folhas que caem na água na primavera. Embora o eucalipto perca suas folhas durante todo o ano, nesta época os ventos na região ocasionam o aumento de folhas caídas.

A menor coloração na água foi identificada no ponto 5 em abr/08 (50 mg Pt/L), mesmo valor obtido no ponto próximo a nascente P0 (mar/09). Ao contrário dos outros pontos, este local (P5) pode ter sido influenciado pelo aumento da precipitação, pois em épocas de muitas chuvas recebe grande quantidade de água proveniente dos canais de drenagem em meio ao cultivo de eucalipto.

Quando verificada a classificação segundo a resolução CONAMA apenas dois pontos (P5 de abr/08 e P0 em mar/09) ficaram dentro dos limites permitidos para as classes 1, 2 e 3. Em todos os outros pontos as colorações ficaram bem acima do limite máximo permitido (75 mg Pt/L). Esta coloração característica aos pontos mesmo antes da passagem pelo plantio de eucaliptos pode estar relacionada a diferentes questões como características naturais de composição do solo, vegetação ciliar ou o manejo das atividades desenvolvidas na área de influência do arroio. (cultura de eucalipto, arroz e pecuária).

5.1.6. Turbidez

O gráfico apresentado na figura 16 mostra as alterações na turbidez das amostras coletadas ao longo do trajeto do Arroio Cidreira.

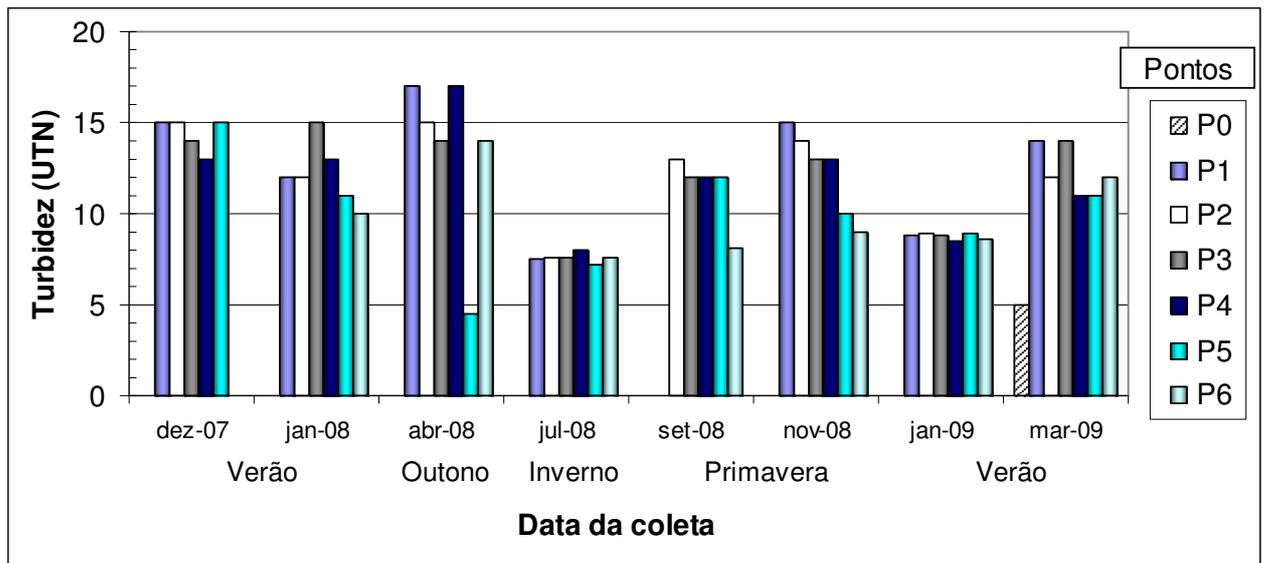


Figura 16. Valores de turbidez referentes às amostras de água coletadas no Arroio Cidreira.

Os valores máximos para este parâmetro foram observados no mês de abr/08 (17 UTN) nos pontos P1 e P4. Esse comportamento, semelhante a cor, que também pode estar relacionado a colheita nas lavouras de arroz nesta época do ano. Segundo Lima e Zakia (1996) a turbidez pode ter influência da colheita e baldeio da madeira, utilizando estradas que geralmente ficam sem utilização por bastante tempo. Os maiores valores encontrados no mês de abr/08, podem estar associados a esta etapa de manejo, visto que em mar/08, ocorreram cortes e baldeios em talhões bastante próximos a estes pontos de amostragem. Outro fator que pode estar ligado aos aumentos da turbidez são as chuvas. Anido (2002), ao estudar uma microbacia localizada na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, SP, observou que as precipitações acima de 30 mm são as responsáveis pelo aumento da turbidez e chuvas que superam 60 mm produziram aumento de 9 vezes neste parâmetro. O mês de abr/08 registrou índice pluviométrico

O valor mínimo de turbidez foi observado no ponto P5 em abr/08 (5 UTN), assim como nas análises de cor, demonstrando um perfil similar ao ponto P0, que quando comparado aos outros pontos de amostragem coletados na mesma campanha apresentou valor mais baixo (5 UTN).

O limite máximo permitido pela resolução CONAMA para turbidez em águas de classe 1 é de 40 UTN, valor acima do encontrado em todos os pontos analisados.

5.1.7. Alcalinidade

Os resultados para a alcalinidade nas amostras de água coletadas no Arroio Cidreira estão apresentadas na tabela 5. Este parâmetro foi analisado somente em 4 campanhas devido a complexidade para o desenvolvimento do método de análise.

Tabela 5. Resultados de Alcalinidade para análises realizadas em 4 campanhas de coleta de águas no Arroio Cidreira.

Valores de Alcalinidade (mg CaCO ₃ /L)							
CAMPANHA	P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Set/08	na	*	6,0	10,0	8,5	7,2	5,2
Nov/08	na	25	27,5	25	22,5	21,3	16,3
Jan/09	na	19,7	13,5	17,2	17,2	16	11,1
Mar/09	13	23	20	18	25	23	18

* O ponto 1 não foi analisado em set/08 devido ao alagamento da área interrompendo o acesso.
na=não analisado.

O mês de set/08 apresentou os menores resultados para a alcalinidade das amostras de água coletadas (mínimo de 6 mg CaCO₃/L), fato que pode estar associado a pluviometria (figura 1), visto que este mês obteve os maiores índices pluviométricos quando comparado aos outros meses de coleta. O valor máximo (27,5 mg CaCO₃/L) também pode ter sido influenciado pelas precipitações, visto que foi observado no mês de nov/08, período em que ocorreu uma diminuição das chuvas na região.

O ponto P0 (13 mg CaCO₃/L) em relação aos outros pontos (P1-P6) na campanha de mar/09 apresentou alcalinidade bastante próxima aos valores

encontrados na campanha de jan/09, mês em que as chuvas também foram intensas.

A pluviometria pode ser um dos fatores principais para as modificações ocorridas neste parâmetro.

5.1.8. Sólidos Suspensos

As análises para este parâmetro foram realizadas em apenas uma campanha de amostragem a fim de verificar se este parâmetro interfere em outros parâmetros avaliados. Os resultados para os sólidos suspensos nas águas do Arroio Cidreira em mar/09 estão apresentados na figura 17.

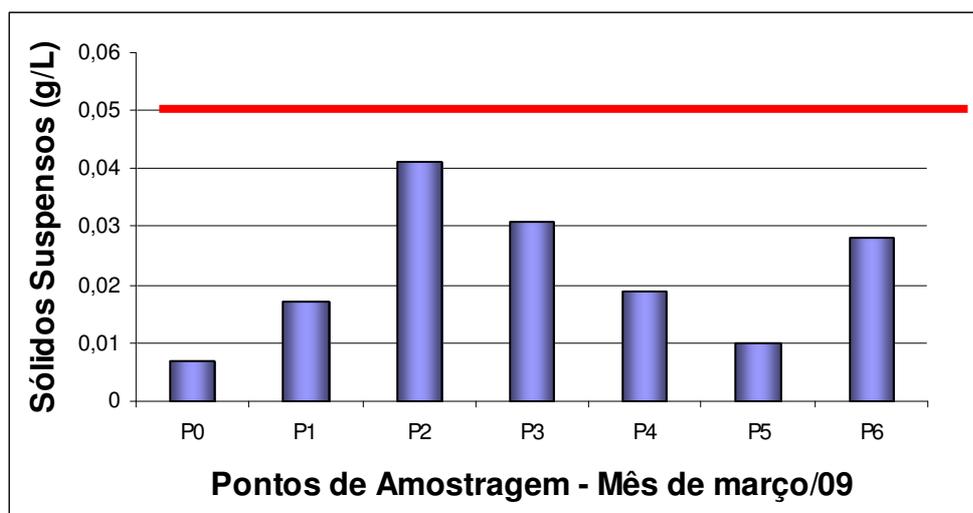


Figura 17. Resultados para sólidos suspensos nas águas amostradas ao longo do percurso do Arroio Cidreira no mês de mar/09, representativo do verão. (Linha vermelha – limite máximo (0,05 g/L estabelecido pela resolução CONAMA 357, 2005 para sólidos suspensos em águas classe 1)

O maior valor para sólidos suspensos nas águas foi observado no ponto P2 (0,041g/L). Este ponto é bastante utilizado para pesca e lazer nesta época do ano (mar/09), devido a sua proximidade com a estrada (RS 040). Os sedimentos do fundo do arroio podem ter sido removidos pela passagem de pessoas e animais no local. Outra causa para o aumento de sólidos suspensos neste local poderia ser a liberação de água com grande quantidade de matéria orgânica e também a

passagem de máquinas para a colheita do arroz. No entanto, o ponto P1, localizado a 50m do P2, apresentou concentrações menores de sólidos suspensos (0,018g/L).

Os valores de sólidos suspensos nas águas amostradas foram bastante semelhantes aos resultados para cor e turbidez neste mesmo período (mar/09). Nestes parâmetros o ponto P0 sempre apresentou valores mais baixos comparado aos outros pontos amostrados.

Na figura (ANEXO I), podemos observar variação para este parâmetro nas membranas utilizadas para a filtração das amostras de água. No ponto próximo a nascente P0 a quantidade de material suspenso retido na membrana de filtração foi bem menor quando comparado à membrana utilizada para a filtração de uma amostra coletada em um ponto em meio aos eucaliptos (P3). No ponto coletado em meio ao eucalipto não foi realizada nenhuma atividade neste período, demonstrando que as alterações para este parâmetro podem estar sendo ocasionadas por outras atividades na zona de influência do arroio.

Conforme o gráfico mostrado na figura 17 todos os pontos amostrados ficaram dentro dos limites permitidos para águas classe 1.

5.2. Matéria Orgânica

5.2.1. Absorvância UV a 254nm

Nesse estudo verificou a presença de quantidade significativa de matéria orgânica dissolvida na área sob influência do eucalipto, sendo de 3 a 10 vezes maior do que as áreas controle (PN e P0), com o ponto próximo a nascente apresentando o menor valor analisado. Este parâmetro foi estimado a partir de medidas de absorção no UV (254nm) e sua variação sazonal em cada um dos pontos de amostragem pode ser observada na figura 18.

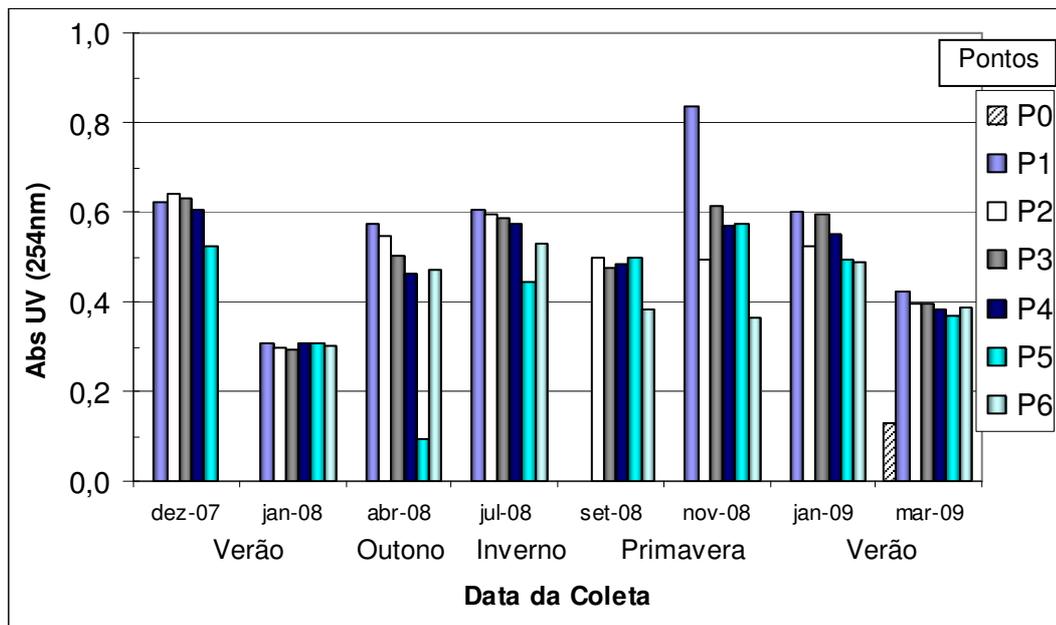


Figura 18. Absorvância em 254nm para todos os pontos de coleta no Arroio Cidreira.

O maior valor para as absorvâncias nas amostras de água ocorreu no mês de nov/08 (P1 0,834) evidenciando um aporte de matéria orgânica a este local. O valor mínimo para este parâmetro foi observado no mês de abr/08 (P5 0,094). Este mesmo ponto também apresentou valores significativamente baixos nos resultados referentes à cor e turbidez da água, o que pode indicar a influência de compostos orgânicos nestes parâmetros.

De uma forma geral observa-se uma diminuição da carga orgânica ao longo do trajeto do arroio dentro da área de plantio de eucalipto (P1 a P6). Estes resultados indicam também que o corpo hídrico já apresenta alterações significativas antes da entrada no horto de eucalipto, sugerindo que a quantidade de material orgânico também é influenciada por outras atividades ocorrentes entre a nascente e o início do plantio.

5.2.2. Polifenóis

Devido a constatações em trabalhos anteriores (Canhoto, 2001) de que o eucalipto apresenta compostos fenólicos que podem ser transferidos para as águas

em sua constituição, a partir da terceira campanha foram realizados testes para quantificação destes compostos na água. O gráfico mostrado na Figura 19 apresenta os resultados para fenóis totais em 6 campanhas de coleta realizadas no Arroio Cidreira.

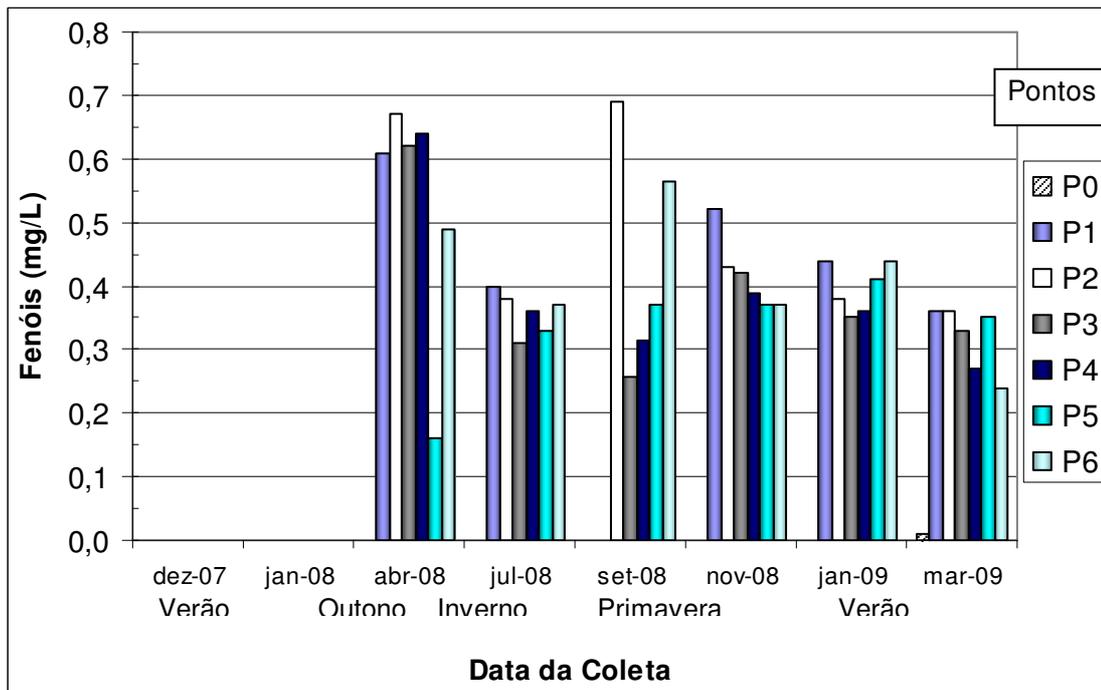


Figura 19. Resultado para quantificação de fenóis totais nas amostras de água coletadas no Arroio Cidreira.

Os maiores resultados para compostos fenólicos totais nas águas foram analisados nos meses de abr/08 (0,670 mg/L) e set/08 (0,689mg/L), ambos no ponto P2. Este comportamento pode estar ligado ao alagamento deste ponto nos dois períodos pelo aumento das chuvas. As cheias provavelmente acrescentem material orgânico proveniente do solo, vegetação e outros compostos que são carregados pela água.

Conforme comentado anteriormente no mês de set/08 não foi possível coletar amostras no ponto 1, pois a margem do arroio ficou submersa.

Dentre as diversas classes de compostos orgânicos que podem estar dissolvidos em águas superficiais, os polifenóis apresentam interesse especial por estarem presentes na estrutura de diferentes vegetais. Estes compostos não são considerados indicadores específicos da influência do eucalipto na qualidade de água em microbacias. No entanto, ao analisarmos estes compostos nas folhas verdes (0,857g/kg) da espécie *Eucalyptus grandis* obtivemos concentrações muito maiores do que as folhas verdes de gramíneas coletadas na margem do Arroio Cidreira (0,210 g/kg). Segundo (CANHOTO, 2001) dispersos no tecido foliar de eucaliptos são encontrados compostos fenólicos que passam para as águas, no entanto, ainda não se pode avaliar os impactos causados ao ambiente aquático. O fato das folhas de eucaliptos (resíduo florestal) possuírem mais compostos fenólicos do que a mata nativa ciliar pode estar contribuindo para o acréscimo deste composto nas águas do Arroio Cidreira.

Os valores médios para compostos fenólicos (ANEXO III) encontrados nas águas coletadas no plantio de eucalipto são bastante superiores (maiores que 0,7 mg/L) a nascente do corpo hídrico (0,001mg/L) em concordância com os valores encontrados para matéria orgânica. Entretanto, parte da quantidade de polifenóis observada pode estar associada à mata ciliar local. A presença de polifenóis em níveis mais baixos (0,28mg/L), porém significativos, foram medidos nas águas de áreas de mata nativa sem a interferência antrópica.

Apesar disto, o monitoramento da presença de polifenóis em áreas sob influência de eucalipto pode ser um parâmetro indicador do impacto desta floresta na qualidade das águas. Estudos realizados em Portugal por CANHOTO (2007) com a amostragem de águas com imersão de folhas de *Eucalyptus globulus* por 7 dias demonstraram valores de 520mg/L de compostos fenólicos, menores quando comparados as extrações em etanol realizadas nas folhas verdes de *Eucalyptus grandis*. Neste mesmo estudo, os valores encontrados em poças (Stream Pools) impactadas pelo eucalipto apresentaram valores significativamente maiores

(120mg/L) que os valores médios para este parâmetro no Arroio Cidreira (0,39 mg/L).

A tabela 6 apresenta os valores médios obtidos para as análises de fenóis totais na área de estudo, comparados aos pontos controle e resolução CONAMA 357,2005.

Tabela 6. Valores médios para fenóis totais na água dos pontos coletados no Arroio Cidreira comparados ao ponto PN e resolução CONAMA 357, 2005.

Amostra	Fenóis Totais (mg/L)
PN	0,28
P0	0,01
P1	0,47
P2	0,48
P3	0,38
P4	0,39
P5	0,33
P6	0,41
CONAMA – Classe 1 e 2	0,003
CONAMA – Classe 3	0,01
CONAMA – Classe 4	Até 1

PN =ponto em mata nativa, Pântano Grande, RS. P0= ponto próximo a nascente do Arroio Cidreira.

O método de reação a aminoantipirimidina, método indicado para obtenção dos índices presentes na legislação (CONAMA 357, 2005), utilizado para a análise nas amostras de águas do Arroio pode não ser o mais adequado para o diagnóstico destas águas visto que expressa os resultados para fenóis totais, não separando os grupos fenólicos que podem ter origem natural ou de efluentes industriais. Em uma análise mais específica não foi quantificado nenhum grupo fenólico de origem industrial (ANEXO III), evidenciando que os valores obtidos para fenóis totais da

água nos resultados para o método de análise com aminoantipirimidina são de origem natural (polifenóis).

5.2.3. Carbono Orgânico Total-COT

Devido ao custo e complexidade para estas análises, o COT foi analisado em apenas em duas campanhas, os valores médios para cada ponto estão expressos na tabela 7.

Tabela 7. Valores médios de carbono orgânico total para cada ponto de coleta em duas campanhas

<i>Ponto de Amostragem</i>	<i>Carbono Orgânico Total (mg C/L)</i>
P0	7,13
P1	14,94
P2	14,40
P3	15,31
P4	15,03
P5	13,76
P6	12,82
Média	14,37

Os valores médios foram bastante próximos em todos os pontos coletados (P1-P6), com o maior resultado no ponto P3 (15,31 mgC/L). O menor valor (7,13mg C/L) foi observado no ponto P0. Este parâmetro pode estar relacionado ao material orgânico dissolvido na água.

Na Figura 20, através da correlação entre podemos notar que quando os níveis de matéria orgânica estão altos, os níveis de COT apresentam comportamento semelhante. As quantidades exatas de matéria orgânica não podem ser avaliadas através do método utilizado para tal (espectroscopia ultravioleta a 254nm). Por outro lado, análise de carbono orgânico total – COT permite avaliar as quantidades exatas de carbono, provenientes de matéria orgânica no meio. Devido aos comportamentos semelhantes para os dois parâmetros observados na

correlação (Figura 20) entre os mesmos, optou-se pela metodologia mais simples (espectroscopia ultravioleta) para verificar a presença de compostos orgânicos nas amostras de águas analisadas.

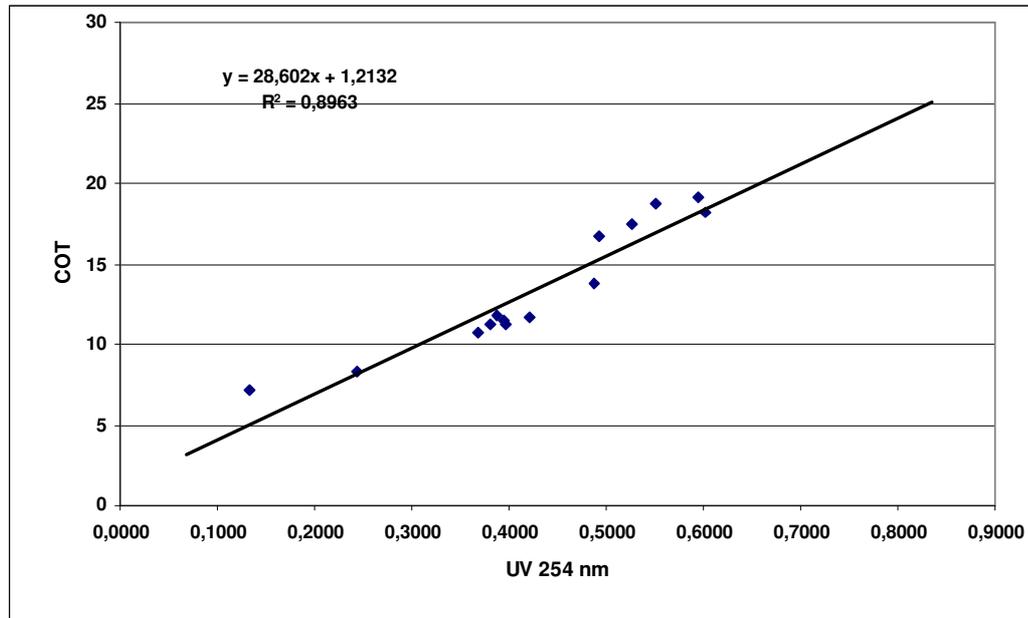


Figura 20. Gráfico de correlação entre COT e absorvância medida a 254nm

5.2.4. Demandas Química (DQO) e Bioquímica (DBO) de oxigênios

Devido à complexidade e tempo destas análises, foram realizadas em apenas uma campanha de coleta. Os resultados apresentados referem-se à campanha de nov/08.

A máxima obtida para demanda biológica de oxigênio - DBO na água ocorreu no ponto P1 (7,3 mg O₂/L) e a mínima no ponto P4 (5,6 mg O₂/L). Estes valores demonstraram semelhanças quando comparados ao gráfico de oxigênio dissolvido medido em campo (Figura 13), onde também foi demonstrado maior valor para o ponto P1 e menor para o ponto P4. Tal comportamento pode estar relacionado ao aumento da matéria orgânica nestes pontos (Figura 18).

Para demanda química de oxigênio – DQO na água o valor máximo foi observado no ponto P5 (68 mg O₂/L) e o mínimo no ponto P1(44 mg O₂/L).

5.3. Análise de Íons

A tabela 8 apresenta os valores médios encontrados para concentrações médias de ânions e cátions para todos os pontos de coleta no Arroio Cidreira.

Tabela 8. Concentrações médias de cátions e ânions nas áreas de plantio eucalipto comparadas a dados de literatura

ID	Parâmetro	Unid	N	Arroio Cidreira		Dados de Literatura		
					Arroio Cidreira	(1) SP	(2) Australia	(3) SP
1	Fluoreto	mg/L	46	0,13	± 0,08	na	na	na
2	Brometo	mg/L	46	0,12	± 0,04	na	na	na
3	Cloreto	mg/L	46	30,79	± 9,41	na	62	na
4	Nitrito	mg/L	46	0,02	± 0,02	2,1 ± 0,5		na
5	Nitrato	mg/L	46	0,79	± 0,72	34 ± 8	1,4	8
6	Sulfato	mg/L	46	9,05	± 6,67	1 ± 0	7	na
7	Fosfato	mg/L	46	0,62	± 1,26	na	0,7	na
8	Sódio	mg/L	46	12,92	± 5,09	39 ± 32	91	97
9	Amonia	mg/L	46	0,48	± 0,45	na	37	na
10	Potássio	mg/L	46	1,98	± 0,95	14 ± 3	54	49
11	Magnésio	mg/L	46	2,52	± 1,11	11 ± 3	na	44
12	Calcio	mg/L	46	5,64	± 3,04	10 ± 3	na	92

Ref: (1) Silva,2007, (2) Baker & Attiwill, 1987, (3) Ranzini & Lima,2002.

na= não analisado.

N = número de amostras analisadas.

Entre os cátions, o sódio apresentou as maiores concentrações (12,92 mg/L) seguido do cálcio (5,64 mg/L) e magnésio (2,52 mg/L), níveis inferiores aos dados de literatura reportados para áreas de plantio de eucalipto. Estes cátions apresentaram também correlação significativa entre si, (ver item 5.4), indicando fontes comuns. Além da influência marinha, suplementos agrícolas, inseticidas e herbicidas podem contribuir com o aporte desses cátions às águas. Por exemplo, o potássio é muito utilizado como fertilizante combinado a outros nutrientes nas lavouras, e o cálcio para correção de pH do solo.

Entretanto, os níveis elevados dessas espécies não podem ser atribuídos exclusivamente ao cultivo de eucalipto na área de estudo. Em estudo desenvolvido por Silva (2007) as concentrações observadas para os cátions (Mg, Ca, K, Na) em uma bacia hidrográfica com eucaliptos apresentaram valores intermediários quando

comparadas a uma bacia com plantio de cana-de-açúcar, sugerindo um impacto moderado dessa plantação aos corpos d'água. Na microbacia estudada, as águas apresentam concentrações elevadas já antes da entrada no horto de eucalipto, indicando tanto a influência marinha quanto de outras atividades antrópicas desenvolvidas na região, tais como o cultivo de arroz e a pecuária.

O cálcio apresentou concentrações médias nas águas do Arroio Cidreira superiores (5,64 mg/L) quando comparados aos outros íons analisados neste estudo (Figura 22). No entanto, quando comparado aos dados de literatura apresentou valores mais baixos.

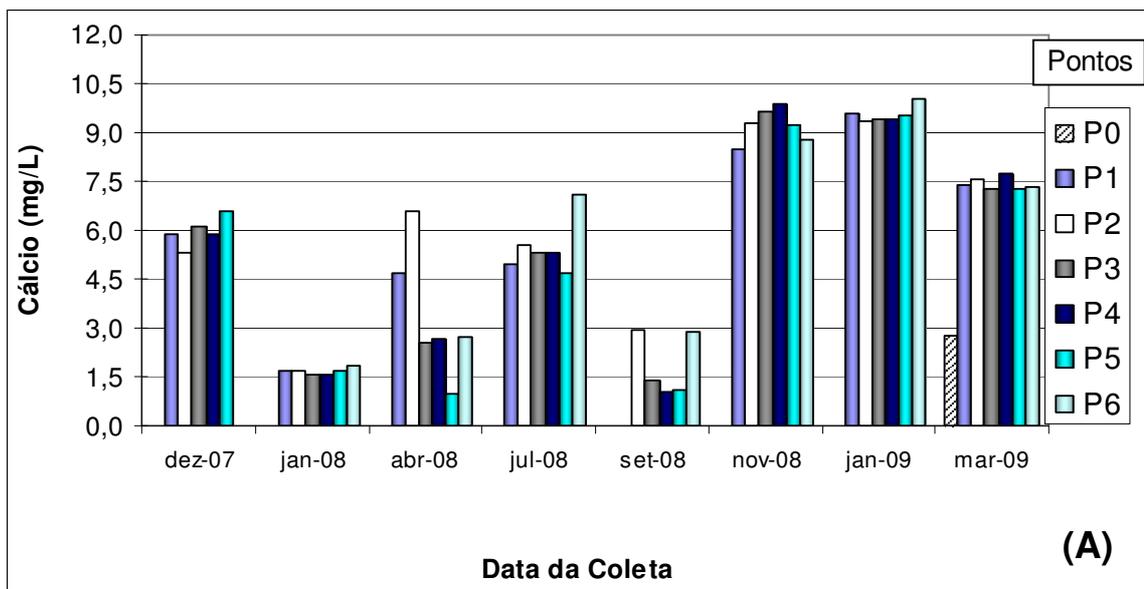


Figura 22. Concentrações de cálcio nas amostras de água coletadas no Arroio Cidreira.

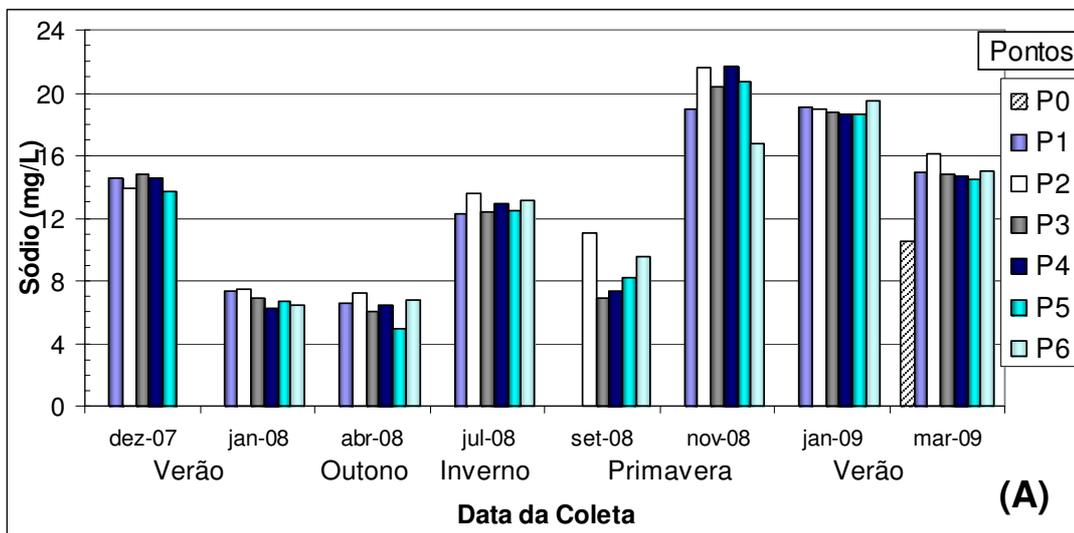
As variações nas concentrações de cálcio apresentaram comportamento semelhante ao magnésio (ANEXO IV), com baixos valores para concentrações na água nos meses de jan/08, abr/08 e set/08, e um significativo aumento em nov/08, jan/09 e mar/09.

Os meses de baixas concentrações correspondem ao aumento das chuvas, possivelmente com a diluição destes compostos na água do arroio. Os resultados

mínimos foram observados em abr/08 e set/08 (1mg/L no P5-abr/08 e P4- set/08, respectivamente). O ponto P5 apresentou valores baixos em vários parâmetros analisados no mês de abr/08, mês em que os níveis pluviométricos subiram bastante comparados aos meses anteriores.

O valor máximo para as concentrações de cálcio nas águas foi observado em jan/09 (10 mg/L no P6), mês em que as chuvas também foram intensas, evidenciando que a pluviometria pode não ser o fator de maior influência no aumento das concentrações de cálcio nas águas do arroio. Este elemento pode estar sendo acrescido através da utilização de calcário, utilizado para a correção de pH no solo nas atividades de plantio.

Nas figuras 21 (A e B) são mostrados os perfis de concentração sazonais dos íons cloreto e sódio, ao longo do arroio Cidreira. Podem-se observar variações significativas dos níveis dessas espécies desde a nascente (P0) até a saída da área de cultivo de eucalipto (P6).



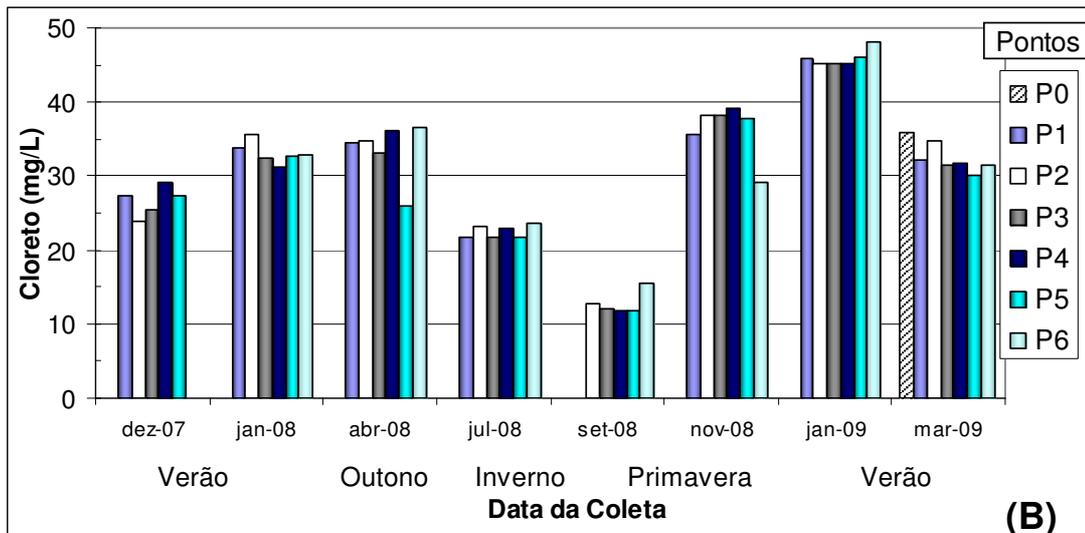


Figura 21. Concentração de sódio (A) e cloreto (B) analisados nas amostras de água coletadas no Arroio Cidreira.

O sódio, figura 21 (A), parece estar variando inversamente aos níveis de cloreto. Para este íon observamos uma leve alta nos meses de inverno. No trajeto do arroio não foram verificadas alterações significativas entre os pontos amostrados. No entanto, semelhante as concentrações de cloreto, podemos notar um grande acréscimo nas medidas referentes a novembro, mês em que ocorreu forte estiagem na região de estudo com uma possível concentração destes elementos.

As concentrações de cloreto, figura 21(B), possuem variação sazonal, nos meses de inverno seus níveis decrescem. Este decréscimo pode estar relacionado à pluviometria, que nos meses de frio é mais intensa. O limite máximo permitido pela resolução CONAMA para este ânion é de 250 mg/L para águas classe 1, o maior valor detectado nas amostras analisadas neste estudo para este parâmetro foi de 48 mg/L, valor abaixo deste limite.

Nitrato (0,79 mg/L), nitrito (0,02mg/L), amônio (0,48mg/L) e fosfato (0,62mg/L) não apresentaram valores altos quando comparados a outros íons analisados neste estudo. Tais elementos devem estar relacionados ao aporte pluviométrico visto que

em estudos realizados por Ranzini & Lima (2002) as contribuições destes íons via precipitações foram significativas para o ecossistema em estudo.

Outro elemento que apresentou concentrações médias altas quando comparado aos outros íons foi o sulfato (9,05 mg/L). Suas concentrações ao longo dos meses de coleta estão apresentadas na Figura 23.

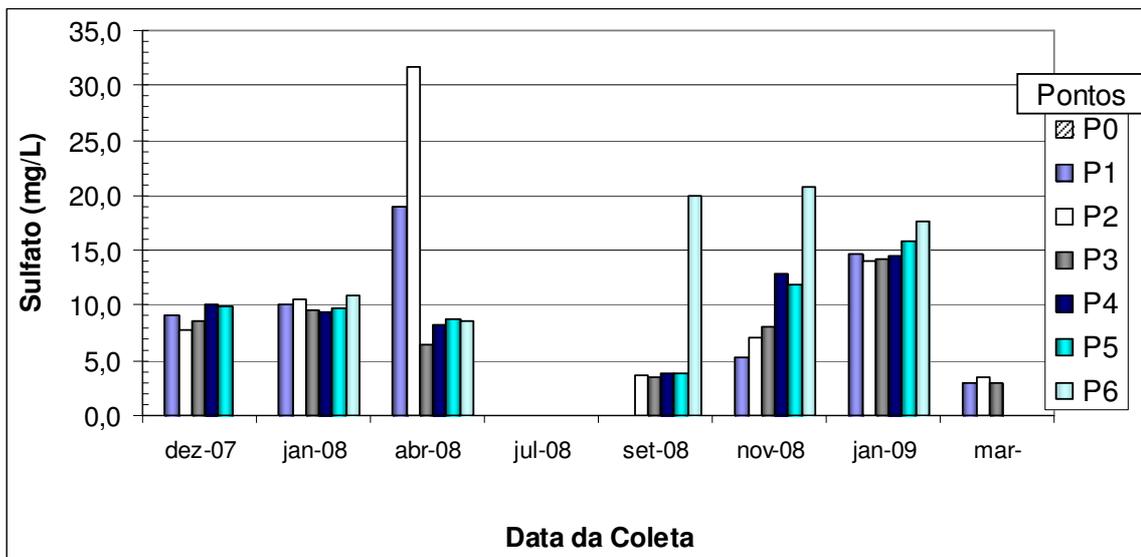


Figura 23. Concentrações de sulfato nas amostras de água coletadas no Aroio Cidreira.

O valor máximo para as concentrações de sulfato na água foi observado em abr/08 (31,67 mg/L no P2), mês em que ocorreram diversas variações devido ao efluente lançado neste ponto pelo canal originado pela empresa de processamento de resina de *Pinus sp.* (ver item 4.2.1 descrição do ponto 2).

O valor mínimo nas concentrações de sulfato nas águas foi observado em mar/09 (2,99 mg/L no P1), mês em que todos os pontos apresentaram valores bastante baixos. Ocorreram acréscimos nas concentrações ao longo do plantio de eucaliptos, nos meses de set/08, nov/08 e jan/09. Nestes meses o ponto de saída da área plantada (P6) apresentou valores significativamente mais altos do que os

pontos anteriores, chegando a quase três vezes mais sulfato na amostra do P6 comparada aos pontos P2 a P5 no mês de set/08.

No mês de julho este elemento não foi detectado em nenhum dos pontos coletados, no entanto, não podemos correlacionar este fato as chuvas, porque no mês de jan/09, mês em que também as chuvas foram bastante intensas, foram observados valores altos para as concentrações de sulfato nas águas analisadas.

Na resolução CONAMA 357 o limite de sulfato para águas classe 1 é de 250 mg/L, valor bastante acima dos encontrados nas amostras analisadas neste estudo (valor mais alto foi de 32mg/L).

5.4. Correlações entre os parâmetros analisados

Através das correlações entre os índices analisados foi possível verificar se os diferentes parâmetros estudados podem ter relação com a mesma alteração da qualidade das amostras de águas observadas neste monitoramento. Pelas correlações também foi possível avaliar se as modificações nos níveis de cada parâmetro analisado podem ser originadas pela mesma interferência, seja antrópica ou natural.

As correlações pelo coeficiente de Pearson (Tabela 9) demonstram que os resultados de turbidez e absorvância UV estão relacionados aos compostos fenólicos. A matéria orgânica quantificada pode ser proveniente de resíduos vegetais (polifenóis) e animais acrescentados nas águas por fenômenos naturais (chuvas e ventos), ou originada da interferência antrópica pelo plantio de arroz, manejo das florestas plantadas e agropecuária. Atividades e interferências naturais que podem alterar a turbidez, visto que a matéria orgânica acrescentada contém compostos que se dissolvem nas águas.

Tabela 9. Cálculo do Coeficiente de Pearson correlacionando todos os parâmetros analisados.

	pH	Cond.	Turb.	Abs UV	Fenóis	Br-	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ 2 ⁻	Na ⁺	PO ₄ ³⁻	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ₂ ⁺	Ca ₂ ⁺	
pH	1,000																
Cond.	0,326	1,000															
Turbidez	0,225	0,031	1,000														
Abs UV	-0,119	0,082	0,237	1,000													
Fenóis	-0,053	0,377	0,477	0,586	1,000												
Br-	0,677	0,735	0,339	-0,125	0,171	1,000											
Cl ⁻	0,653	0,812	0,403	0,009	0,286	0,905	1,000										
NO ₂ ⁻	0,258	0,406	0,369	-0,153	0,130	0,519	0,508	1,000									
NO ₃ ⁻	0,103	0,196	0,215	-0,388	-0,085	0,423	0,343	0,603	1,000								
SO ₄ 2 ⁻	0,209	0,495	0,350	-0,185	0,444	0,458	0,407	0,242	0,062	1,000							
Na ⁺	-0,250	-0,535	-0,146	0,711	-0,186	-0,351	-0,291	-0,246	-0,263	-0,355	1,000						
PO ₄ ³⁻	-0,308	-0,086	-0,600	0,195	-0,320	-0,330	-0,259	-0,308	-0,323	-0,550	0,486	1,000					
NH ₄ ⁺	-0,511	-0,532	-0,491	0,610	-0,373	-0,679	-0,586	-0,473	-0,436	-0,619	0,832	0,731	1,000				
K ⁺	-0,071	-0,472	0,213	0,856	0,285	-0,304	-0,173	-0,299	-0,471	-0,153	0,850	0,229	0,636	1,000			
Mg ₂ ⁺	-0,166	-0,405	-0,054	0,721	-0,109	-0,233	-0,172	-0,204	-0,382	-0,054	0,922	0,388	0,678	0,856	1,000		
Ca ₂ ⁺	-0,056	-0,066	0,021	0,748	0,185	-0,086	0,072	-0,168	-0,437	0,034	0,805	0,504	0,610	0,829	0,888	1,000	

Correlação significativa ao nível 0,01 em cinza

Outra correlação significativa como a dos elementos cloreto e brometo podem estar relacionada a origem marinha, comum aos dois compostos. Ambos também podem interferir nas medidas de pH e condutividade, o que explica a correlação positiva destes elementos com esses dois parâmetros analisados.

Fosfato, sódio, magnésio, potássio e amônia parecem ter origens semelhantes. Tais compostos estão presentes em fertilizantes utilizados nas florestas de eucalipto recém plantadas, que com a chuva podem ser transportados até as águas pela lixiviação.

Valores negativos para alguns ânions correlacionados as medidas de condutividade não são comportamentos comuns, no entanto alterações nestes parâmetros podem ter ocasionado este resultado.

5.5. IQA – índice de Qualidade

As análises de monitoramento da microbacia localizada na área de cultivo de eucaliptos foram avaliadas de forma a observar se as características naturais deste local foram alteradas por esta atividade, atendendo a exigências da certificadora florestal. No entanto, as técnicas de monitoramento ainda não são padronizadas

para obtenção desta certificação. Por este motivo optamos por este índice de avaliação que se baseia em habitats para peixes devido à complexidade destes indivíduos que podem ser utilizados como bioindicadores.

Conforme explicado anteriormente (item 4.5.2) o índice de qualidade da água tem como objetivo unir todos os parâmetros analisados em uma única classificação, no entanto, é preciso cautela ao analisar estas classificações obtidas. Alguns parâmetros apresentaram alterações significativas em apenas um parâmetro e em uma única campanha. Esta alteração não característica pode ter interferir em sua classificação neste índice.

Os índices de qualidade foram calculados a partir de dados médios para cada ponto de coleta (ANEXOII) e classificados com base na tabela 3 adaptada do estudo realizado por Casatti L. et al. (2006). Tais índices e respectivas classificações estão apresentados na tabela 10.

Tabela 10. Índices de qualidade da água no Arroio Cidreira

Ponto de Coleta	Índice calculado	Classificação
P0	33	Bom
P1	31	Bom
P2	32	Bom
P3	32	Bom
P4	32	Bom
P5	30	Bom
P6	28	Razoável

Resultados para soma dos scores: Bom (36-30), Razoável (29-23) Ruim (22-16), Muito Ruim (15-9). (Adaptado de Casatti L. et al.,2006)

O ponto com o melhor índice calculado foi o P0 (33 pontos), ponto próximo a nascente. Este local apresentou a média mais baixa para todos os parâmetros quando comparado aos outros pontos de coleta.

Com exceção do ponto P6, todos os pontos obtiveram a melhor classificação (Bom). Este ponto (P6) é o último ponto coletado na área de estudo, o fato de ser classificado como razoável pode estar ligado a modificações ocorridas na qualidade da água do Arroio Cidreira ao longo de seu percurso em meio ao eucalipto. O aumento nos níveis de nitrato, fosfato e amônia neste ponto (P6) podem ter influenciado na classificação como razoável.

Este índice evidencia que a maioria dos pontos analisados em meio ao cultivo de eucaliptos possui boa qualidade da água sem interferências significativas na biodiversidade que habita este corpo hídrico.

Embora o ponto P6 apresente sua classificação como razoável, em todas as campanhas podemos notar a presença de organismos vivos (peixes e plantas aquáticas) que certamente seriam afetados por uma alteração significativa da qualidade da água. Quando comparados os pontos de maior índice na área sob influência do eucalipto (P2 a P4 - 32 pontos) ao índice calculado para o ponto P0 (33 pontos), local próximo a área da nascente, a diferença foi de apenas 1 ponto, evidenciando uma pequena variação dos pontos estudados em relação a nascente do arroio.

6. CONCLUSÃO

O Arroio Cidreira, ao longo de seu percurso, pode estar sofrendo influência das diferentes atividades desenvolvidas em suas margens. A área anterior ao plantio de eucaliptos caracteriza-se por pastagens e lavouras de arroz, estas formas de utilização do solo podem interferir em diversos parâmetros utilizados pela legislação para classificar as águas.

Os resultados obtidos para o ponto PN (área de mata nativa) e P0 (área próxima a nascente do Arroio Cidreira) apresentaram valores significativamente baixos quando comparados a maior parte dos pontos analisados em todas as épocas do ano. Houve poucas exceções, como o ponto P5 que apresentou valores bastante próximos as áreas controle em épocas de maior pluviometria. Este fato demonstra que maior parte das modificações ocorre antes mesmo da entrada do arroio na área de estudo.

Assim como a vegetação nativa, o eucalipto também pode influenciar no aumento da matéria orgânica e conseqüentemente alterar parâmetros relacionados, como oxigênio dissolvido, carbono orgânico total, polifenóis, etc. No presente estudo foi observado que o eucalipto possui maiores níveis de compostos fenólicos em sua estrutura foliar quando comparado a vegetação encontrada no local. Estes compostos podem estar sendo adicionados às águas através das chuvas que passam pelas folhas, dos ventos e manejo do plantio que levam os resíduos florestais até a água.

Os altos níveis de polifenóis na estrutura dos eucaliptos pode evidenciar um importante indicador de qualidade da água em áreas destinadas a silvicultura. Através do aumento destes compostos poderá ser avaliado se o manejo da floresta esta sendo realizado de forma correta, com o recolhimento dos resíduos florestais. Entretanto, os dados obtidos para fenóis neste estudo demonstraram que a metodologia para quantificação deste composto utilizada para classificar as águas na resolução CONAMA 357, 2005 pode não ser a mais adequada para águas naturais, visto que estas águas possuem polifenóis provenientes de matéria orgânica vegetal das matas ciliares.

Parâmetros de qualidade das águas podem ser influenciados pelo manejo das florestas de eucalipto. Através do monitoramento das águas do Arroio Cidreira foi possível analisar os impactos causados por algumas atividades desenvolvidas nas etapas de cultivo. Foi observado que o aporte de matéria orgânica originada pelos cortes e desbastes interferiu em outros parâmetros como cor, oxigênio dissolvido, turbidez e compostos fenólicos.

A colheita de florestas de eucalipto que podem permanecer por até 17 anos nos talhões de plantio, além do aporte de matéria orgânica, também demonstrou interferir na diluição de alguns parâmetros analisados, através do aumento no fluxo de águas que anteriormente eram consumidas pelos eucaliptos.

No decorrer deste trabalho, algumas alterações na qualidade da água foram notadas, em sua maioria em decorrência da proximidade com o mar, aporte de matéria orgânica pela floresta de eucaliptos, alterações causadas por outras atividades desenvolvidas e chuvas na região. No entanto, ao longo de um ano e meio de monitoramentos não foi observada nenhuma alteração que pudesse comprometer a biodiversidade no arroio, em todas as campanhas podemos notar a presença de bioindicadores como peixes e vegetação aquática no local.

7. REFERÊNCIAS

AGRA, S. **Estudos hidrológicos em pequenas bacias hidrográficas com concentração Silvícola – Estudo em bacia-piloto na área de atuação da FLOSUL, em Capivari do Sul, no litoral do Rio Grande do Sul, como subsídio ao programa de manejo florestal.** Relatório de Estudos. Capivari do Sul, RS, 2007.

ALPHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater.** 25th Ed. American Publish Health Association, 1998.

ANIDO, N.M.R. **Caracterização Hidrológica de uma microbacia experimental visando identificar indicadores de monitoramento ambiental.** Dissertação de mestrado. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 2002.

ARACRUZ. **Projeto Monitoramento de Microbacia.** Relatório Anual. 2004

ARCOVA, F.C.S; CICCIO, V. Características do deflúvio de duas microbacias hidrográficas no Laboratório de Hidrologia Florestal Walter Emmerich, Cunha-SP. **Revista Instituto Florestal de São Paulo**, v.9, n.2, p.153-170, 1997.

_____. Qualidade da água de microbacias com diferentes usos do solo na região de Cunha, SP. **Scientia Forestalis**, n.56, p.125-134, dez. 1999.

ARCOVA, F.C.S; CICCIO, V.; SHIMOMICHI, P.Y. Qualidade da água e dinâmica dos nutrientes em bacia hidrográfica recoberta por floresta de Mata Atlântica. **Revista do Instituto Florestal**, v.5, n.1, p.1-20, 1993.

ATKINS, P. **Físico-química: Fundamentos**. 3 ed., LTC – Livros técnicos científicos Editora S.A. (direitos para a língua portuguesa) RJ, 2001.

AUBERTIN, G.M; PATRIC, J.H. Water quality after clearcutting a small watershed in West Virginia. **Journal of Environmental Quality**, v. 3, n.3, p. 243-249, 1974.

BACKES, P.; IRGAN, B. **Árvores cultivadas no sul do Brasil: Guia de Identificação e interesse paisagístico das principais espécies exóticas**. 1.ed, v.1, p.142-143, 2004.

BAKER, T.G.; ATTIWILL, P.M. Fluxes of elements in rain passing through forest canopies in south-east Australia. **Biogeochemistry**, n.4, p.27-39,1987.

BROW, G.W. **Forestry and a water quality**. 2.ed. Corvallis: Oregon State University, 1988, 142p.

BRANCO, S.M. **Hidrologia aplicada a engenharia sanitária**. 3 ed. São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1986. 616 p.

BUENO, L.F.; GALBIATTI, J.A.; BORGES, M.J. Monitoramento de variáveis de Qualidade de água do horto ouro verde – Conchal – SP. **R Eng. Agrícola**, v.25, n.3, p.742-748, set.dez.2005.

CANHOTO, C.M.M.M. **Eucalyptus Globulus Leaves: Morphological and Chemical Barriers to decomposition in streams.** Coimbra, FCTUC, 2001, 176 p.

_____. Leachates of Eucalyptus globules in Intermittent Streams affect water parameters and invertebrates. *Internat. Rev. Hydrobiol.*, v.2, n. 92, p.173-182, 2007.

CASATTI, L. et al. Stream Fish, water and habitat quality in a pasture dominated basin, southeastern Brazil. **Braz. J. Biol.**, n. 66(2B), p. 681-696, 2006.

CASTRO, P. S. **Influência da cobertura florestal na qualidade da água em duas bacias hidrográficas na região de Viçosa, MG.** 1980. Dissertação (Mestrado em Hidrologia Florestal) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1980.

CICCO, V.de et al. **Recursos Hídricos na Mata Atlântica: estudo de Caso do Laboratório de Hidrologia Florestal Walter Emmerich, Cunha – SP.** In: I Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: o Eucalipto e o Ciclo Hidrológico, Taubaté, SP, 2007.

CONSELHO BRASILEIRO DE MANEJO FLORESTAL – FSC. **Os dez princípios e critérios.** Disponível em: <
<http://www.fsc.org.br/index.cfm?fuseaction=conteudo&IDsecao=172>> Acesso em: 3 de junho de 2008.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. **Resolução Normativa nº. 357**, de 17 de Março. 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. Brasília, 2005

ESTEVEES, F.A. **Fundamento da limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP, 1988. 575p.

FERREIRA, V. et al. Water Quality in the Mondego river Basin: pollution and habitat heterogeneity. **Limnetica**, Madri, Espanha ,v.23, n. 3-4, p. 295-306, 2004.

FLOSUL. **Horto Florestal FLOSUL**. Disponível em : <<http://www.flosul.com.br>>. Acesso em: 21 maio 2008.

_____. **Proposta de manejo da reserva legal horto Pinhal – FLOSUL**. Capivari do Sul, RS, 2004.

FREITAS, M.O; LIMA, M.A.S; SILVEIRA, E.R. Compostos fenólicos do kino de *Eucalyptus citriodora*. **R Química Nova**, v. 30, n.8, p.1926-1929, 2007.

HASLAM, E. Plant polyphenols (syn. vegetable tannins) and chemical defense - a reappraisal. **J. Chem. Ecol.** n.10, p.1789-1793, 1988.

HEMINGAY, R.W. **Chemistry and significance of condensad tannins**. New York : Plenum, 1989. 553 p.

LEITE, F.P; BARROS, N.F.;SANS, L.M.A.;FABRES, A.S. Regime hídrico do solo sob povoamento de eucalipto, floresta nativa e pastagem, na região de Guanhães – MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.21, n.4, p.455-62,1997.

LIMA, S.R.de et al. Estudo dos constituintes Macromoleculares, extrativos voláteis e compostos fenólicos da madeira de candeia – *Moquinia polymorpha* (Less.) DC. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v.17, n.2, p.145-155, 2007.

LIMA, W. de P. ZAKIA, M.J.B. Monitoramento de bacias hidrográficas em áreas florestadas. In: **Workshop sobre monitoramento ambiental em áreas florestadas, Piracicaba**, 1996. Memória. Série Técnica IPEF, v.10, n.29, p.11-21, 1996.

_____. Indicadores hidrológicos em áreas florestais. **Série técnica IPEF**, v.12, n.31, p. 53-64, abr.1998.

MASON, C.F. **Decomposição**. São Paulo, SP: EPU/ editora da USP, 1980.

MOLE, S. & WATERMAN, P.G. 1988. Light-induced variation in phenolic levels in foliage of Rain-Forests plants. II. Potential significance to herbivores. *J. Chem. Ecol.* 14:23-34.

MOLE, S. 1994. The systematic distribution of tannins in the leaves of angiosperms: a tool for ecological studies. *Biochem. Syst. Ecol.* 21:833-846.

MORAES, Y.; **Mapa de uso do solo microbacia Arroio Cidreira**. Porto Alegre: Projepex, 2008.

MORI, F.A. **Produção de adesivos para Madeira com taninos da casca de *Eucalyptus grandis***.1997. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG

NICHOLSON, R.L.; HAMMERSCHMIDT, R. Phenolic compounds and their role in disease resistance. **Annals Review of Phytopathology** n.30, p. 369-89, 1992.

NOZELLA, E.F. **Determinação de taninos em plantas com potencial forrageiro para ruminantes**. Dissertação de Mestrado – Centro de Energia Nuclear na Agricultura. Piracicaba, SP. 2001.

RANZINI, M. **Balanço Hídrico, ciclagem de geoquímica de nutrientes e perdas de solo em duas microbacias reflorestadas com *Eucalyptus saligna* Smith, no vale do Paraíba, SP.** Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.1990.

_____. **Modelagem hidrológica de uma microbacia florestada da Serra do Mar, SP, com o modelo TOPMODEL – Simulação do comportamento hidrológico em função do corte raso.** 2002. 132p. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, USP, São Carlos – SP, 2002.

RANZINI, M.; LIMA, W.P. Comportamento hidrológico, balanço de nutrientes e perdas e solo em duas microbacias reflorestadas com *Eucalyptus*, no Vale do Paraíba, SP. **Scientia Florestalis**, v.61, p. 144-159. 2002.

RIBEIRO, M.N.S.; et. al, Degradação de Polifenóis em cinco espécies vegetais em ambientes aquáticos. **Acta Amazônica**, v.18, p.189-197, Manaus, AM, 1988.

RIO GRANDE DO SUL. Governo do Estado. Secretaria Estadual de Meio Ambiente. Departamento de Recursos Hídricos. **Bacia Hidrográfica do Litoral Médio.** Disponível em: <http://www.sema.rs.gov.br/sema/jsp/rhcomlime.jsp> Acesso em 14 maio 2009.

ROCHA, J. S. M. **Manual de Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas.** Santa Maria, RS: Universidade Federal de Santa Maria, 1991.

RODRIGUES, V.A; BUCCI, L.A. **Manejo de Microbacias Hidrográficas: experiências nacionais e internacionais.** Botucatu, SP: Fundação de Estudos e

Pesquisas Agrícolas e Florestais, 2006.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de Herbicidas**. 5 ed. Londrina: IAPAR, 2005. 592p.

SABARA, M.G. **Comparação ecológica entre rios de menor ordem, drenando bacias cobertas por plantios agrícolas, pastagens e plantios de Eucalyptus grandis, na região do médio Rio Doce (MG)**. Universidade Federal de São Carlos.1999.

SILVA, D.Can Land use changes alter carbon, nitrogen and major ion transport in subtropical brazilian streams? **Sci. Agric.**, Piracicaba, SP, Brasil, n. 64 :317-324. 2007.

SILVA, A.C; COSTA, A.S.V. Decomposição de partes vegetativas de eucalipto (*Eucalyptus grandis*) submetidas e extratos de diferentes solos. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, v.2, n.2, p.11-20, abr.jun. 2004.

SWAIN, T; HILLS, W. G.The phenolic constituents of *Prunus domestica*. **Journal of the Science of Food and agriculture**, London, 10: 63-69. 1959.

STARZYNSKI, R. **Precipitação: Formação, tipos e mensuração**. In: RODRIGUES, V.A; BUCCI, L.A (Org.) **Manejo de Microbacias Hidrográficas: experiências nacionais e internacionais**. Botucatu, SP: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 2006. p.69-79

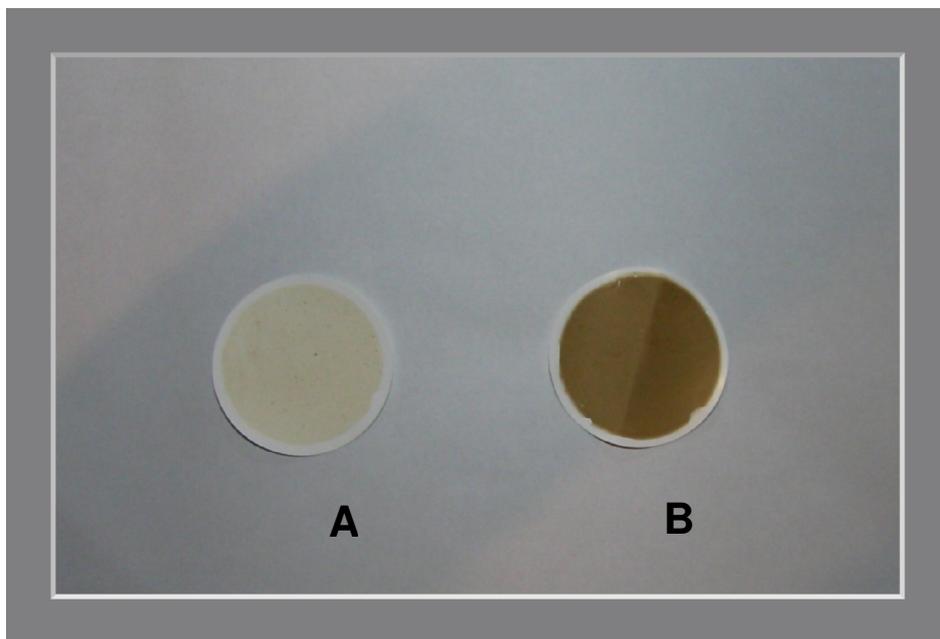
SÃO PAULO. Governo do Estado. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Índice**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice.asp>> Acesso em 4 nov. 2008.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. **Áreas de cultivo de eucalipto no Brasil**. 2005 Disponível em: <<http://www.sbs.org.br/areasplantadas2.pdf>.> Acesso em 15 mar 2009.

VITAL, M.H.F. Impacto Ambiental de Florestas de Eucalipto. **Revista do BNDES**. Rio de Janeiro, v.4, n.28, p.235-276, dez. 2007.

WETZEL, R.G; LIKENS; G.E. **Limnological analyses**. New York: Springer- Verlag, 1991.331 p.

ANEXO I



Membranas de celulose utilizadas na filtração para a retirada de material suspenso.
A. Membrana utilizada para filtração da amostra no ponto próximo a nascente (PO),
B. Membrana utilizada para filtração de um ponto em meio ao plantio de eucalipto (P3).

ANEXO II

Tabela - Sumário dos resultados por ponto de coleta - P0 a P2

ID	Ponto	Parâmetro	Unid	0					1					2				
				n	media	n	media	dp%	min	max	n	media	dp%	min	max			
1	Condutivid	uS/cm	1	81,5	7	129,9 ± 35,7	27	65,7	169	8	128 ± 48,4	38	59,3	198				
2	T	°C	1	23,00	6	24,7 ± 3,27	13	19,0	28,0	6	24,8 ± 2,93	12	20,0	28,0				
3	OD c	mg O ₂ /L	1	6	4	6,38 ± 1,17	18	4,90	7,50	4	6,03 ± 0,84	14	4,90	6,90				
4	OD_Lab	mg O ₂ /L	1	4,60	2	7,55 ± 0,21	3	7,40	7,70	2	7,50 ± 0,57	7,5	7,10	7,90				
5	pH		1	6,52	7	6,44 ± 0,42	7	5,80	7,12	8	6,60 ± 0,29	4,5	6,11	6,95				
6	Cor	mg Pt/L	1	50,0	7	141 ± 36,7	26	100	190	8	146 ± 22,6	15	110	180				
7	Turbidez	NTU	1	5,00	7	12,8 ± 3,50	27	7,50	17,0	8	12,2 ± 2,72	22	7,60	15,0				
8	Alcalinidade	mg CaCO ₃	1	13,0	2	22,3 ± 3,76	17	19,7	25,0	3	15,7 ± 10,9	70	6,00	27,5				
9	Abs_UV	u.a.	1	0,13	7	0,57 ± 0,17	29	0,308	0,835	8	0,50 ± 0,11	22	0,299	0,64				
10	DQO	mg O ₂ /L	0	n.d.	1	44,0	n.d	n.d	n.d	1	46,0	n.d	n.d	n.d				
11	DBO5	mg O ₂ /L	0	n.d.	1	7,30	n.d	n.d	n.d	1	6,60	n.d	n.d	n.d				
12	Fenóis	mg/L	1	0,01	5	0,47 ± 0,10	21	0,36	0,61	6	0,48 ± 0,15	31	0,36	0,69				
13	COT	mg C/L	1	7,13	2	14,9 ± 4,56	31	11,70	18,20	2	14,4 ± 4,42	31	11,30	17,5				
14	Fluoreto	mg/L	1	0,18	7	0,13 ± 0,06	50	0,00	0,21	8	0,16 ± 0,12	78	0,00	0,40				
15	Cloreto	mg/L	1	35,8	7	33,0 ± 7,48	23	21,70	45,8	8	31,0 ± 10,4	34	12,70	45,3				
16	Nitrito	mg/L	1	0,00	7	0,02 ± 0,03	120	0,00	0,10	8	0,02 ± 0,03	138	0,00	0,10				
17	Brometo	mg/L	1	0,01	7	0,13 ± 0,05	42	0,00	0,20	8	0,12 ± 0,04	35	0,10	0,20				
18	Nitrato	mg/L	1	0,93	7	0,70 ± 0,58	82	0,20	1,80	8	0,87 ± 0,55	63	0,20	1,90				
19	Sulfato	mg/L	1	0,00	7	8,72 ± 6,62	76	0,00	19,0	8	9,76 ± 9,88	101	0,00	31,7				
20	Fosfato	mg/L	1	0,09	7	0,56 ± 0,93	168	0,00	2,60	8	0,47 ± 0,96	204	0,00	2,82				
21	Sodio	mg/L	1	10,51	5	13,4 ± 4,99	37	6,60	19,0	8	13,7 ± 5,13	37	7,20	21,6				
22	Amonia	mg/L	1	0,18	5	0,50 ± 0,53	107	0,00	1,40	8	0,43 ± 0,53	121	0,00	1,40				
23	Potassio	mg/L	1	0,57	5	2,13 ± 0,95	45	0,60	3,60	8	2,21 ± 0,90	41	0,60	3,70				
24	Magnésio	mg/L	1	1,89	5	2,59 ± 0,96	37	1,10	3,70	8	2,54 ± 1,01	40	1,10	4,10				
25	Calcio	mg/L	1	2,77	5	6,09 ± 2,66	44	1,70	9,60	8	6,04 ± 2,76	46	1,70	9,40				

Tabela - Sumário dos resultados por ponto de coleta - P3 a P5

Ponto		3							4					5					
ID	Parâmetro Unid	n	media	dp%	min	max		n	media	dp%	min	max	n	media	dp%	min	max		
1	Condutivid uS/cm	8	114	± 38,7	34	59	162	8	118	± 41,4	35	58,9	173	8	111	± 40,6	37	59,0	166
2	T °C	6	24,3	± 3,44	14	19	29,0	6	24,4	± 2,25	9,2	21,0	27,0	6	24,1	± 2,84	12	19,0	26,5
3	OD c mg O ₂ /L	4	6,05	± 0,79	13	5	7,00	4	5,70	± 0,67	12	4,90	6,30	4	5,47	± 0,29	5,3	5,30	5,80
4	OD_Lab mg O ₂ /L	2	6,90	± 0,57	8,2	7	7,30	2	6,50	± 1,27	20	5,60	7,40	2	6,70	± 0,42	6,3	6,40	7,00
5	pH	8	6,61	± 0,30	4,6	6	6,92	8	6,56	± 0,30	4,6	6,15	6,99	8	6,60	± 0,33	5,1	6,19	7,11
6	Cor mg Pt/L	8	151	± 34,4	23	100	200	8	139	± 36,0	26	100	190	8	115	± 37,0	32	50,0	160
7	Turbidez NTU	8	12,3	± 2,70	22	8	15,0	8	11,9	± 2,86	24	8,00	17,0	8	10,0	± 3,17	32	4,50	15,0
8	Alcalinidad mg CaCO ₃	3	17,4	± 7,50	43	10	25,0	3	16,1	± 7,07	44	8,50	22,5	3	14,8	± 7,10	48	7,20	21,3
9	Abs_UV u.a.	8	0,51	± 0,12	23	0	0,63	8	0,49	± 0,10	21	0,31	0,60	8	0,41	± 0,15	37	0,09	0,57
10	DQO mg O ₂ /L	1	47,0	n.d	n.d	n.d	n.d	1	49,0	n.d	n.d	n.d	n.d	1	68,0	n.d	n.d	n.d	n.d
11	DBO5 mg O ₂ /L	1	5,70	n.d	n.d	n.d	n.d	1	5,60	n.d	n.d	n.d	n.d	1	6,80	n.d	n.d	n.d	n.d
12	Fenois mg/L	6	0,38	± 0,13	34	0,26	0,62	6	0,39	± 0,13	33	0,27	0,64	6	0,33	± 0,09	27	0,16	0,41
13	COT mg C/L	2	15,3	± 5,39	35	12	19,1	2	15,0	± 5,26	35	11,3	18,8	2	13,8	± 4,26	31	10,7	16,8
14	Fluoreto mg/L	8	0,14	± 0,08	58	0,00	0,30	8	0,12	± 0,06	49	0,00	0,20	8	0,15	± 0,10	66	0,00	0,30
15	Cloreto mg/L	8	29,9	± 10,2	34	12,00	45,2	8	30,9	± 10,2	33	11,8	45,1	8	29,2	± 10,3	35	11,8	46,1
16	Nitrito mg/L	8	0,01	± 0,02	113	0,00	0,00	8	0,02	± 0,02	124	0,00	0,10	8	0,01	± 0,02	182	0,00	0,10
17	Brometo mg/L	8	0,12	± 0,04	35	0,00	0,20	8	0,12	± 0,05	41	0,00	0,20	8	0,12	± 0,05	38	0,00	0,20
18	Nitrato mg/L	8	0,66	± 0,51	78	0,00	1,60	8	0,68	± 0,53	78	0,00	1,70	8	0,84	± 0,82	98	0,00	2,30
19	Sulfato mg/L	8	6,67	± 4,45	67	0,00	14,2	8	8,42	± 5,06	60	0,00	14,5	8	8,57	± 5,21	61	0,00	15,8
20	Fosfato mg/L	8	0,50	± 0,95	189	0,00	2,80	8	0,59	± 1,17	200	0,00	3,40	8	0,61	± 1,29	210	0,00	3,70
21	Sodio mg/L	8	12,6	± 5,56	44	6,00	20,4	8	12,8	± 5,76	45	6,20	21,7	8	12,5	± 5,61	45	4,90	20,7
22	Amonia mg/L	8	0,50	± 0,45	90	0,00	1,30	8	0,46	± 0,44	95	0,00	1,20	8	0,44	± 0,42	95	0,00	1,20
23	Potassio mg/L	8	1,96	± 0,83	42	0,60	3,30	8	2,00	± 0,94	47	0,50	3,60	8	1,87	± 1,38	74	0,20	4,60
24	Magnesio mg/L	8	2,45	± 1,26	52	1,00	4,50	8	2,54	± 1,33	53	1,00	4,90	8	2,43	± 1,25	51	1,00	4,50
25	Calcio mg/L	8	5,40	± 3,33	62	1,40	9,70	8	5,44	± 3,45	63	1,00	9,90	8	5,13	± 3,56	69	1,00	9,50

Tabela - Sumário dos resultados por ponto de coleta -P6 e Médias de todos os pontos amostrados

Ponto		6						Media				
ID	Parâmetro Unid	n	média	dp	dp%	min	max	n	média	dp	min	max
1	Condutivid uS/cm	7	132	± 24,2	18	97,3	169	46	122	± 37,9	59	198
2	T °C	6	24,3	± 3,01	12	19,0	27,0	36	24,4	± 2,77	19	29,0
3	OD c mg O ₂ /L	4	5,73	± 1,19	21	4,30	6,80	23	5,91	± 0,85	4,3	7,50
4	OD_Lab mg O ₂ /L	2	6,50	± 0,28	4,4	6,30	6,70	14	6,56	± 1,15	4,0	7,90
5	pH	7	6,43	± 0,44	6,8	5,55	6,88	46	6,54	± 0,33	5,6	7,12
6	Cor mg Pt/L	7	129	± 33,9	26	100	190	46	134,8	± 35,7	50	200
7	Turbidez NTU	7	9,90	± 2,32	23	7,60	14,0	46	11,4	± 3,07	4,5	17,0
8	Alcalinidad mg CaCO ₃	2	10,8	± 5,53	51	5,20	16,3	19	15,5	± 6,72	5,2	27,5
9	Abs_UV u.a.	7	0,42	± 0,08	19	0,30	0,53	46	0,47	± 0,14	0,1	0,83
10	DQO mg O ₂ /L	1	57,0	n.d	n.d	n.d	n.d	6	51,8	9,11	44	68,0
11	DBO5 mg O ₂ /L	1	5,80	n.d	n.d	n.d	n.d	6	6,30	0,70	5,6	7,30
12	Fenois mg/L	6	0,41	± 0,11	27	0,24	0,57	37	0,39	± 0,15	0,0	0,69
13	COT mg C/L	2	12,8	± 1,38	11	11,8	13,8	12	14,4	± 3,38	10,7	19,1
14	Fluoreto mg/L	8	0,11	± 0,05	47	0,00	0,20	46	0,13	± 0,08	0,0	0,43
15	Cloreto mg/L	8	31,1	± 10,2	33	15,6	48,3	46	30,8	± 9,41	11,8	48,3
16	Nitrito mg/L	8	0,01	± 0,02	224	0,00	0,00	46	0,02	± 0,02	0,0	0,10
17	Brometo mg/L	8	0,12	± 0,03	28	0,10	0,20	46	0,12	± 0,04	0,0	0,20
18	Nitrato mg/L	8	1,03	± 1,30	126	0,00	3,50	46	0,79	± 0,72	0,0	3,50
19	Sulfato mg/L	8	13,0	± 8,02	62	0,00	20,7	46	9,05	± 6,67	0,0	31,7
20	Fosfato mg/L	8	1,01	± 2,26	223	0,00	6,10	46	0,62	± 1,26	0,0	6,10
21	Sodio mg/L	8	12,5	± 5,01	40	6,50	19,5	46	12,9	± 5,09	4,9	21,7
22	Amonia mg/L	8	0,55	± 0,50	90	0,00	1,30	46	0,48	± 0,45	0,0	1,40
23	Potassio mg/L	8	1,70	± 0,85	50	0,50	2,90	46	1,98	± 0,95	0,2	4,62
24	Magnésio mg/L	8	2,59	± 1,15	45	1,10	4,30	46	2,52	± 1,11	1,0	4,90
25	Calcio mg/L	8	5,81	± 3,27	56	1,90	10,0	46	5,64	± 3,04	1,0	10,0

ANEXO III

Viamão, 22 de maio de 2008.

Laudo Analítico BQ-24388/08

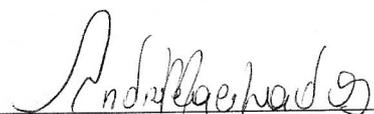
Cliente: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
Endereço: Av. Ipiranga, 6681P.12B-S.123 - 90619-900 - Porto Alegre-RS

Identificação da Amostra: Amostra 04 - C - Flosul
Amostrado por: Cliente
Data de Recebimento: 02/05/2008

Data da Coleta: 02/05/2008
Término das análises: 22/05/2008

Parâmetro	Resultado	Unidade	Metodologia	LOQ
Compostos Orgânicos Fenólicos				
2 - Clorofenol	ND	µg/L	EPA 8041	0,2
2 - Metil - 4,6 - Dinitrofenol	ND	µg/L	EPA 8041	0,2
2 - Metilfenol	ND	µg/L	EPA 8041	0,2
2,3,4,6 - Tetraclorofenol	ND	µg/L	EPA 8041	0,2
2,4 - Diclorofenol	ND	µg/L	EPA 8041	0,2
2,4 - Dimetilfenol	ND	µg/L	EPA 8041	0,2
2,4 - Dinitrofenol	ND	µg/L	EPA 8041	0,2
2,4,5 - Triclorofenol	ND	µg/L	EPA 8041	0,2
2,4,6 - Triclorofenol	ND	µg/L	EPA 8041	0,2
2,6 - Diclorofenol	ND	µg/L	EPA 8041	0,2
2 - Metil - 4,6 - Dinitrofenol	ND	µg/L	EPA 8041	0,2
4 - Nitrofenol	ND	µg/L	EPA 8041	0,2
4 - Cloro - 3 - Metilfenol	ND	µg/L	EPA 8041	0,2
Fenol	ND	µg/L	EPA 8041	0,2
Pentaclorofenol	ND	µg/L	EPA 8041	0,2

ND = Não detectado
 LOQ = Limite de quantificação

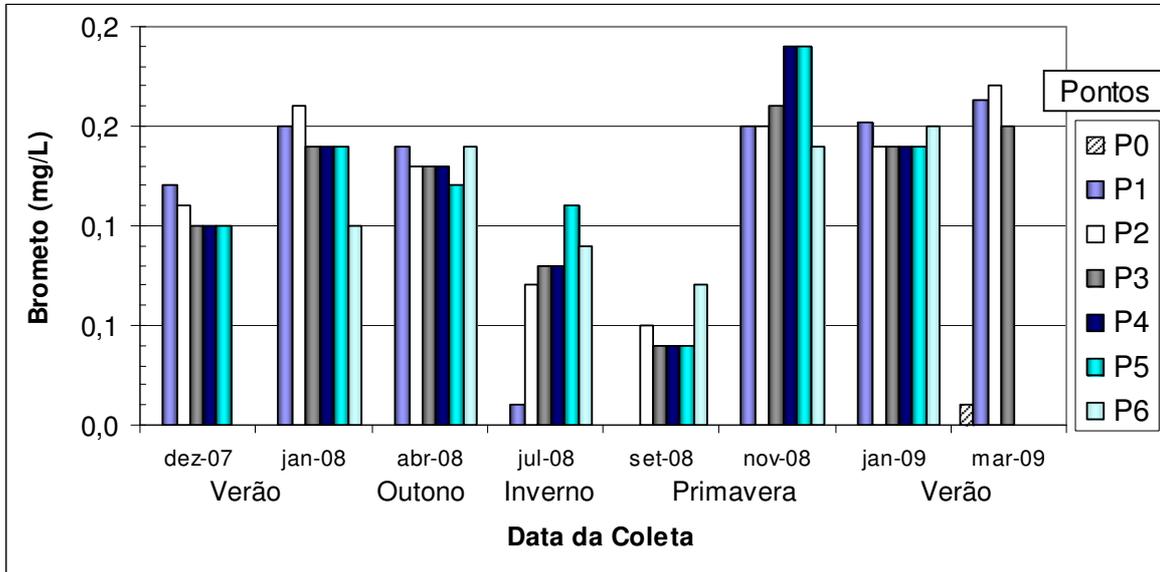


Andrea Ferreira Machado
 Química
 CRQ-05201620-5ª Região

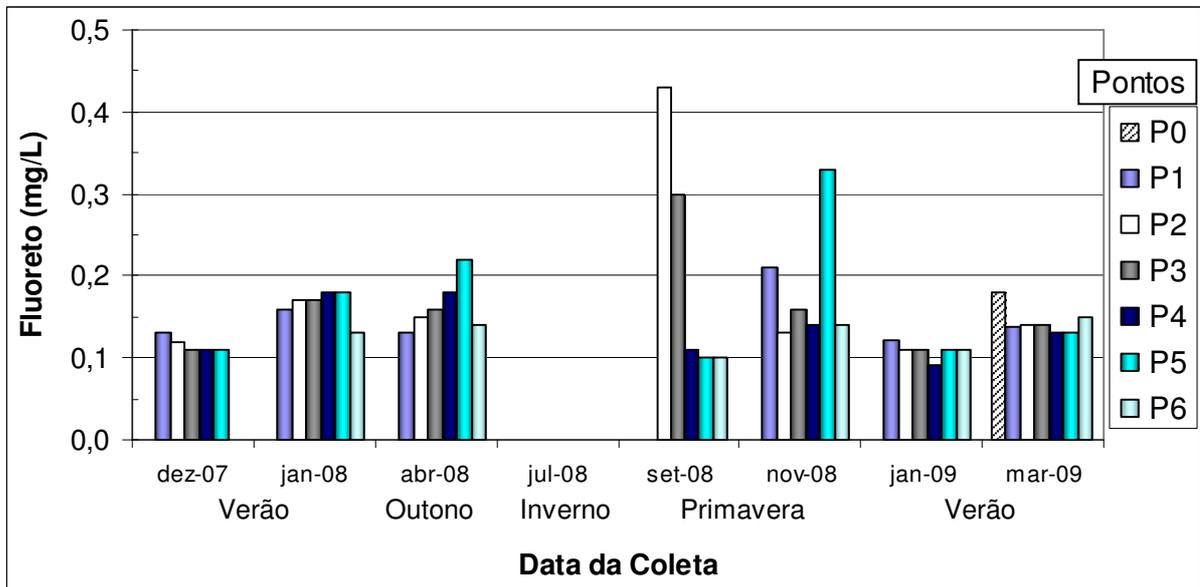
Os resultados contidos neste documento têm significação restrita e se aplicam exclusivamente à amostra ensaiada. Este documento só pode ser reproduzido na íntegra.

BQ-24388/08 - 1/1

ANEXO IV

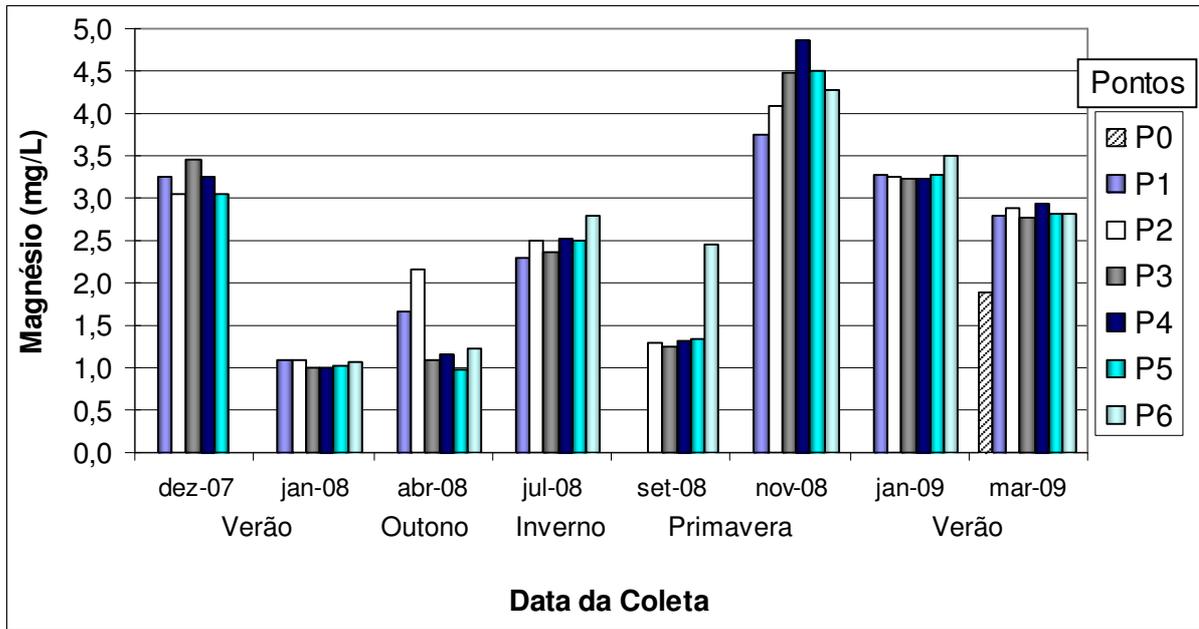


Concentrações de Brometo nas amostras de águas coletadas no Arroio Cidreira.

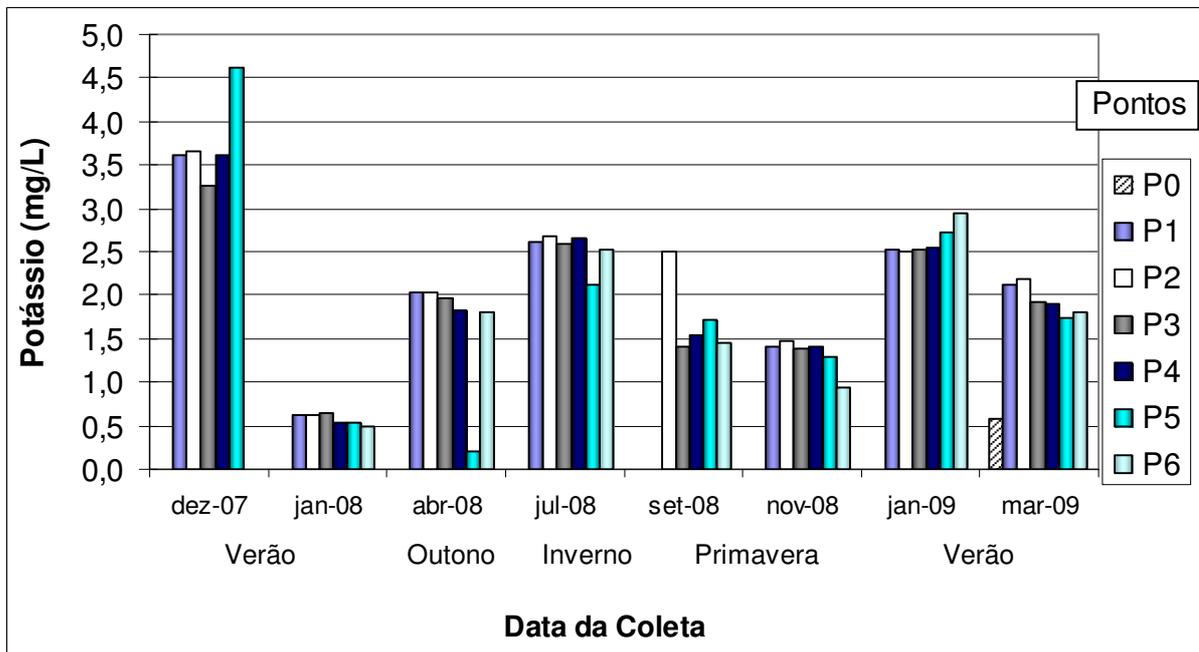


Concentrações de Fluoreto nas amostras de águas coletadas no Arroio Cidreira.

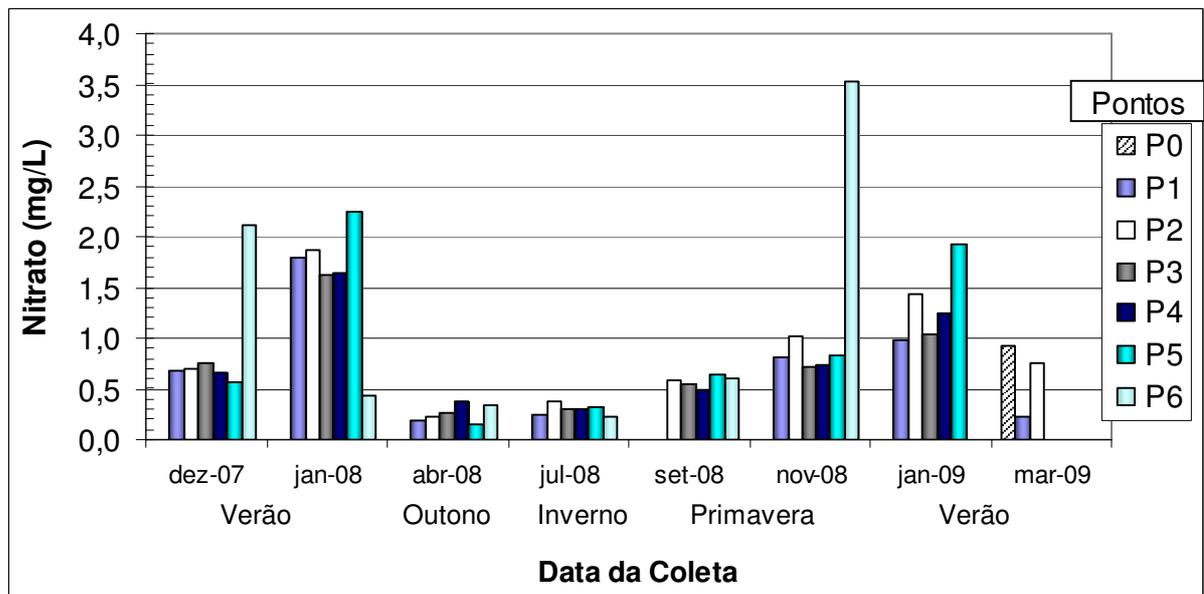
* Valores não foram detectados no mês de jul/08.



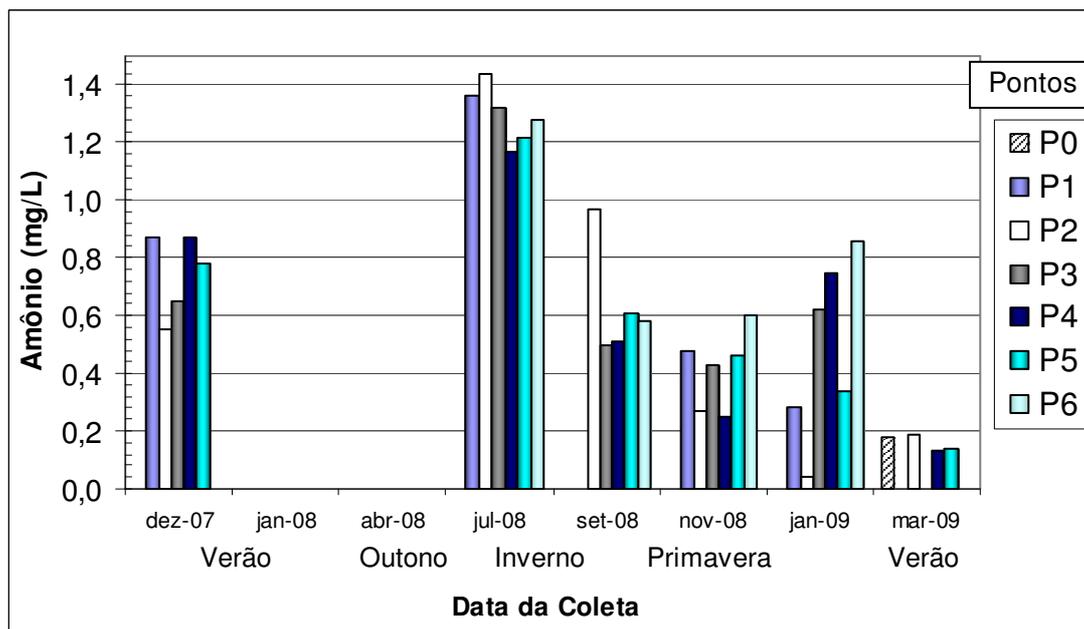
Concentrações de Magnésio nas amostras de águas coletadas no Arroio Cidreira.



Concentrações de Potássio nas amostras de águas coletadas no Arroio Cidreira.



Concentrações de Nitrato nas amostras de águas coletadas no Arroio Cidreira.



Concentrações de Amônio nas amostras de águas coletadas no Arroio Cidreira.

* Valores não foram detectados no mês de jan/08 e abr/08.

ANEXO VI

Classificação das Águas Doces (resolução CONAMA n. 357, 2005)

Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

Art. 4º As águas doces são classificadas em:

I - classe especial: águas destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e,
- c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
- d) à 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;
- e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;

- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
- d) à 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; e
- e) à aquicultura e à atividade de pesca.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) à pesca amadora;
- d) à recreação de contato secundário; e
- e) à dessedentação de animais.

V - classe 4: águas que podem ser destinadas:

- a) à navegação; e
- b) à harmonia paisagística.