

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO**

**QUALIDADE DA ÁGUA E SUA RELAÇÃO COM O  
USO DA TERRA EM DUAS PEQUENAS BACIAS  
HIDROGRÁFICAS**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Viviane Capoane**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2011**

# **QUALIDADE DA ÁGUA E SUA RELAÇÃO COM O USO DA TERRA EM DUAS PEQUENAS BACIAS HIDROGRÁFICAS**

**Viviane Capoane**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Área de Concentração em Processos Químicos e Ciclagem de Elementos, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciência do Solo.**

**Orientador: Danilo Rheinheimer dos Santos**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2011**

C245q Capoane, Viviane

Qualidade da água e sua relação com o uso da terra em duas pequenas bacias hidrográficas / por Viviane Capoane. – 2011. 106 f.; il.; 30 cm

Orientador: Danilo Rheinheimer dos Santos

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, RS, 2011.

1. Assentamentos rurais 2. Bacias hidrográficas 3. Uso da terra 4. Qualidade da água 5. Geoprocessamento 6. Potabilidade I. Santos, Danilo Rheinheimer dos II. Título.

CDU 556.51

Ficha catalográfica elaborada por Cláudia Terezinha Branco Gallotti – CRB 10/1109

Biblioteca Central UFSM

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado**

**QUALIDADE DA ÁGUA E SUA RELAÇÃO COM O USO DA TERRA  
EM DUAS PEQUENAS BACIAS HIDROGRÁFICAS**

elaborada por  
**Viviane Capoane**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Ciência do Solo**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

**Danilo Rheinheimer dos Santos Dr. (UFSM)**  
(Presidente/Orientador)

**José Miguel Reichert Dr. (UFSM)**

**Benjamin Dias Osório Filho, Dr. (UERGS)**

Santa Maria, 25 de fevereiro de 2011.

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo.

Ao professor Danilo, pela oportunidade de realização deste curso e pelas correções deste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudo e auxílio financeiro para execução do projeto.

À minha família, nona, mãe e irmãos pelo apoio e confiança.

Ao Bob, pelas críticas, sugestões, correções nos abstracts e pela compreensão no período de mestrado.

À família Pellegrini, em especial a Dona Maria, pois se não fossem suas palavras para convencer meu pai a deixar as filhas estudarem não teríamos feito sequer o ensino médio; por ter me acolhido em sua casa em Santa Maria na época do cursinho; por sempre ter me incentivado a estudar; principalmente, por ter acreditado que eu era capaz quando outros tinham me convencido do contrário!

Ao André Copetti, por ter me ensinado os procedimentos laboratoriais para as análises de água e pelas longas conversas nos momentos de crise.

Aos bolsistas do Laboratório de Química e Fertilidade do Solo pelo auxílio nos trabalhos de campo, em especial ao Gilmar pela ajuda nas análises de água.

Ao Alex Giuliani, pela disposição em ajudar nos trabalhos de campo.

Enfim, a todos que estiveram presentes direta ou indiretamente nesta fase da minha vida e que contribuíram para a realização deste trabalho.

**MUITO OBRIGADO!**

## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo  
Universidade Federal de Santa Maria

### QUALIDADE DA ÁGUA E SUA RELAÇÃO COM O USO DA TERRA EM DUAS PEQUENAS BACIAS HIDROGRÁFICAS

AUTORA: VIVIANE CAPOANE

ORIENTADOR: DANILO RHEINHEIMER DOS SANTOS

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 25 de fevereiro de 2011.

A criação de assentamentos rurais em áreas de reforma agrária tem promovido maior inserção social para famílias que anteriormente estavam desprovidas da propriedade da terra e de fontes de renda. Entretanto, o parcelamento desordenado ou locação inadequada da infra-estrutura em locais historicamente explorados pode inviabilizar as atividades econômicas e sociais de um projeto de assentamento, além de causar danos ambientais. Este trabalho teve como objetivos: (a) Diagnóstico temporal do uso e ocupação da terra no assentamento Alvorada em dois períodos distintos, anterior a sua implantação e 12 anos após; (b) Mapear os conflitos de uso da terra em áreas de preservação permanente em duas pequenas bacias hidrográficas localizadas no mesmo assentamento; (c) Analisar as relações existentes entre uso terra, zona ripária e qualidade da água de arroios em duas pequenas bacias hidrográficas; (d) Avaliar o potencial da água utilizada para consumo humano nas propriedades rurais como fator de risco à saúde dos consumidores. O assentamento Alvorada situa-se na porção Sul do município de Júlio de Castilhos, região central do Estado do Rio Grande do Sul. Para melhor discussão dos resultados, a dissertação foi organizada em três estudos: No primeiro deles fez-se o diagnóstico temporal do uso e ocupação da terra no assentamento Alvorada através de produtos cartográficos de dois períodos distintos, anterior a sua implantação e 12 anos após e, identificaram-se os conflitos de uso da terra em área de preservação permanente em duas pequenas bacias hidrográficas. O segundo estudo tratou das relações entre qualidade da água, uso da terra e zona ripária em duas pequenas bacias hidrográficas. No terceiro estudo fez-se um monitoramento da qualidade da água de fontes utilizadas para consumo humano relacionando-a ao uso da terra no entorno e condições de proteção da cavidade perfurada nas duas pequenas bacias hidrográficas. A análise dos mapas temáticos possibilitou melhor visualização das alterações ocorridas no espaço geográfico do assentamento. As principais alterações referem-se à pressão demográfica e a substituição de áreas anteriormente utilizadas com pastagens ou campo nativo por cultura anual e pecuária leiteira extensiva. Nas pequenas bacias hidrográficas, ambas apresentaram conflitos de uso da terra em área de preservação permanente sendo 86,39 % da área na pequena bacia hidrográfica 1 e 100 % na pequena bacia hidrográfica 2. As águas dos arroios apresentaram baixa concentração de elementos químicos refletindo a baixa utilização de insumos agrícolas pelos agricultores. A carga orgânica indicou uma pequena contaminação, isso se deve a degradação física da paisagem. Não houve melhoria nos parâmetros de qualidade da água na pequena bacia hidrográfica com maior percentual de matas ripárias, o que foi atribuído a descaracterização delas pelo pastoreio animal e derrubada das árvores no interior da mata. As águas utilizadas para consumo humano nas duas pequenas bacias apresentaram parâmetros físico-químicos e microbiológicos fora dos padrões de potabilidade estabelecidos pelo Ministério da Saúde, este fato representa alto risco e agravos à saúde dos seres que a consomem.

**Palavras chave:** Assentamentos rurais. Pequenas bacias hidrográficas. Uso da terra. Qualidade da água. Potabilidade. Geoprocessamento.

## **ABSTRACT**

Dissertation of Master's degree  
Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo  
Universidade Federal de Santa Maria

### **WATER QUALITY AND ITS RELATIONSHIP TO LAND USE IN TWO SMALL WATERSHEDS**

AUTORA: VIVIANE CAPOANE  
ADVISER: DANILO RHEINHEIMER DOS SANTOS  
Date and Place of the defense: Santa Maria, February 25, 2011.

The creation of rural settlements in areas of agrarian reform has been allowing greater social inclusion for families who were previously deprived of land ownership and subsequent income source. However, unorganized splitting or inadequate location of infrastructure in places historically worked can hamper economic and social activities of a settlement project, apart from causing environmental damage. This study had the following aims: (a) temporal diagnosis of land use and occupation of the Alvorada settlement in two distinct periods, before its creation and after 12 years of occupation, (b) to map the land-use conflicts in areas of permanent preservation in two small watersheds located in the settlement, (c) to analyze the existing relationship between land use, riparian zones and water quality of streams in the two small watersheds, and (d) to assess the potential of water used for human consumption in rural properties as a risk factor to consumers' health. The Alvorada settlement is situated in southern part of the city of Júlio de Castilhos, located in the central region of Rio Grande do Sul. To better discuss the results, this dissertation is organized in three studies. In the first, the temporal diagnosis of use and occupation of the land in the Alvorada settlement by means of cartographic products in two distinct periods, before its creation and after 12 years of settlement, was made, and the conflicts of land use in area of preservation in two small watersheds were identified. The second study dealt with the relations between water quality, land use and riparian zone in two small watersheds. In the third study monitoring the water quality of sources used for drinking-related to land use and conditions surrounding the protection of the cavity drilled in two small watersheds was performed. Analysis of thematic maps allowed better visualization of changes in the geographic area of the settlement. The main changes relate to population pressure and the replacement of areas formerly used for pasture or native grassland by annual crops and extensive dairy farming. Both the small watersheds showed land use conflicts in the areas of permanent preservation totaling 86.39% of the area in a small watershed and 100% in two small watershed. The waters of the streams showed a low concentration of chemical elements reflecting the low use of agricultural factors by the farmers. The organic load showed a small contamination, this is due to physical degradation of the landscape. There was no improvement in water quality parameters in the small watershed with the highest percentage of riparian forests which was attributed to the loss of their original characteristics by grazing animals and the felling of trees inside the forest. The water used for drinking water in the two small basins showed physiochemical and microbiological parameters outside limits for drinking water as established by the Ministry of Health; thus representing a high risk and health damage to humans who drink it.

**Keywords:** Rural settlements. Small watersheds. Land use. Water quality. Potability. Geoprocessing.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	05
<b>ABSTRACT</b> .....	06
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	09
<b>1. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	11
1.1. Degradação dos recursos hídricos no meio rural .....	11
1.2. Qualidade da água para consumo humano no meio rural .....	12
1.3. Vegetação ripária .....	14
1.4. Legislação ambiental em Áreas de Preservação Permanente .....	16
1.5. Geoprocessamento e Sistema de Informações Geográficas no Monitoramento Ambiental .....	17
<b>2. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO</b> .....	19
2.1. Escolha das pequenas bacias hidrográficas .....	19
2.2. Histórico da implantação do assentamento Alvorada .....	20
2.3. Geologia .....	21
2.4. Geomorfologia .....	23
2.5. Pedologia .....	24
2.6. Clima .....	25
2.7. Hidrografia .....	25
2.8. Vegetação .....	27
<b>3. ESTRATÉGIA ADOTADA PARA A DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b> .....	31
<b>4. ESTUDO I: DIAGNÓTICO TEMPORAL DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NO ASSENTAMENTO ALVORADA E CONFLITOS DE USO DA TERRA EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE EM DUAS PEQUENAS BACIAS HIDROGRÁFICAS</b> .....	32
4.1. Introdução .....	32
4.2. Material e métodos .....	34
4.2.1. Geração de produtos cartográficos - mapas temáticos .....	34
4.3. Resultados e discussões .....	35
4.3.1. Análise da evolução temporal de uso da terra no assentamento Alvorada .....	35

4.3.2. Conflitos no uso da terra em áreas de preservação permanente em duas pequenas bacias hidrográficas .....	41
4.3.3. Alterações propostas no Código Florestal Brasileiro .....	48
<b>4.4. Conclusões .....</b>	<b>49</b>
<b>5. ESTUDO II: INFLUÊNCIA DO USO DA TERRA NA QUALIDADE DA ÁGUA DE ARROIOS EM DUAS PEQUENAS BACIAS HIDROGRÁFICAS .....</b>	<b>51</b>
<b>5.1. Introdução .....</b>	<b>51</b>
<b>5.2. Material e métodos .....</b>	<b>53</b>
5.2.1. Localização dos pontos de coleta para análise e monitoramento ....	53
5.2.2. Definição dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos .....	53
5.2.3. Metodologia de coleta e acondicionamento das amostras .....	54
5.2.4. Análises físico-químicas.....	54
5.2.5. Análises microbiológicas .....	55
5.2.6. Indicadores de matéria orgânica .....	56
5.2.7. Elaboração dos mapas temáticos de uso da terra .....	57
<b>5.3. Resultados e discussões .....</b>	<b>57</b>
5.3.1. Análises físico-químicas .....	65
5.3.2. Análises microbiológicas .....	69
5.3.3. Indicadores de matéria orgânica .....	71
<b>5.4. Conclusões .....</b>	<b>72</b>
<b>6. ESTUDO III: QUALIDADE DA ÁGUA DE FONTES UTILIZADAS PARA CONSUMO HUMANO EM PEQUENAS PROPRIEDADES RURAIS NUM ASSENTAMENTO DE REFORMA AGRÁRIA.....</b>	<b>73</b>
<b>6.1. Introdução .....</b>	<b>73</b>
<b>6.2. Material e métodos .....</b>	<b>75</b>
6.2.1. Definição dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos .....	75
6.2.2. Localização dos pontos de coleta para análise e monitoramento ....	76
6.2.3. Análise dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos .....	77
<b>6.3. Resultados e discussões .....</b>	<b>77</b>
6.3.1. Análises físico-químicas .....	78
6.3.2. Análises microbiológicas .....	85
<b>6.4. Conclusões .....</b>	<b>88</b>
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>89</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>93</b>
<b>APÊNDICE .....</b>	<b>106</b>

## INTRODUÇÃO

A realidade dos assentamentos de reforma agrária no país é bastante heterogênea, porém, em sua grande maioria, as condições naturais das propriedades que foram desapropriadas para este fim são desfavoráveis. Elas constituem basicamente de pastagens, extensas áreas de monoculturas abandonadas e áreas de vegetação nativa degradadas, devido à imprudência dos antigos proprietários, os quais motivados por maximizarem lucros e produção, negligenciaram a proteção dos recursos naturais (Maciel et al., 2002; Medeiros, 2003).

Diante desse quadro, ao se consolidar um assentamento de reforma agrária os trabalhadores encontram inúmeras dificuldades e estas vão além das condições naturais desfavoráveis, como a falta de financiamento para projetos de recuperação, falta de acompanhamento técnico, burocracia para recebimento de crédito rural, serviços de saúde e educação precárias, inexistência ou precariedade das vias de acesso, dentre outros (Rocha et al., 2008). Dessa forma, na implantação dos assentamentos os agricultores são forçados a intensificar o uso das terras agrícolas com práticas inadequadas, intensificando o quadro de degradação do ambiente, acarretando em sérios problemas sociais, econômicos e ambientais.

Outro grave problema enfrentado em muitos assentamentos, principalmente no estágio inicial de implantação, refere-se ao acesso à água para consumo doméstico, pois muitas famílias não dispõem facilmente deste bem em seus respectivos lotes, havendo a necessidade de buscá-la por meio da abertura de poços, cisternas ou cacimbas. Porém, em época de estiagem, quando há maior demanda hídrica, a água pode ser insuficiente, impossibilitando-os de desenvolverem qualquer atividade agropecuária, inclusive dificultando as necessidades básicas diárias das famílias (Terra et al., 2009).

Percebe-se com isso, que o modelo de reforma agrária implementado pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) vem intensificando os problemas ambientais existentes nas áreas destinadas a assentamentos agrários. Soares e Espindola (2008) apontam que, nos projetos de assentamento em que o meio físico não é fator levado em conta na distribuição espacial da infra-estrutura e

benfeitorias, é usual deparar com investimentos elevados e ineficazes e, conforme Araújo (2006), falta um comprometimento maior no emprego do dinheiro público. Nos projetos de reforma agrária, ainda em andamento, eles possuem poucas assessorias e não têm respaldo técnico e orientações necessárias que levem em conta as potencialidades e fragilidades das áreas ocupadas (Lisboa, 2001).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo geral avaliar a influência do uso da terra na qualidade da água de arroios e fontes utilizadas para abastecimento doméstico em duas pequenas bacias hidrográficas (PBHs) localizadas dentro de um assentamento de reforma agrária no município de Júlio de Castilhos – Rio Grande do Sul (RS).

Como objetivos específicos foram arrolados os seguintes: (a) Diagnóstico temporal do uso e ocupação da terra no assentamento Alvorada em dois períodos distintos, anterior a sua implantação e 12 anos após; (b) Quantificar os conflitos de uso da terra em áreas de preservação permanente em duas pequenas bacias hidrográficas; (c) Verificar a influência do uso da terra na qualidade da água de arroios em duas pequenas bacias hidrográficas; (d) Verificar o potencial da água utilizada para consumo humano nas propriedades rurais como fator de risco à saúde dos consumidores.

# 1. REVISÃO DE LITERATURA

## 1.1. Degradação dos recursos hídricos no meio rural

Historicamente a agricultura brasileira caracteriza-se pela sua itinerância espacial e imediatismo econômico. Conforme Furtado (1972), ao se apoiar na enorme base de recursos naturais, as técnicas de produção agrícola no Brasil nunca visaram à conservação da fertilidade natural do solo, pois esgotada a fertilidade do solo em uma região seria possível avançar com a agricultura para novas regiões de floresta.

Em decorrência desse processo histórico observa-se atualmente enorme fragmentação da paisagem florestal que está associada à perda dos serviços ambientais prestados por este ecossistema. A quase inexistência de práticas conservacionistas nas áreas de cultivo agrícola gera impactos agroambientais negativos como a erosão do solo e o assoreamento de corpos d'água, que podem representar tanto externalidades negativas para a sociedade, como também a degradação da própria base produtiva da agricultura, afetando os custos internos de produção e ameaçando a eficiência econômica dos sistemas agrícolas (Romeiro, 1998).

No que se refere à degradação de mananciais de água, tem-se observado um significativo aumento devido à falta de cuidados no manejo de resíduos rurais. A diversidade de poluentes lançados nos corpos d'água pode ser agrupada em duas grandes classes: pontual e difusa. Os resíduos domésticos e as criações de animais confinados constituem o grupo das fontes pontuais mais relevantes no meio rural. Eles se caracterizam por restringirem-se a um simples ponto de lançamento, o que facilita o sistema de coleta e tratamento (Meybeck, 2004). Em geral, a fonte de poluição pontual pode ser reduzida ou eliminada através de tratamento apropriado para posterior lançamento em um corpo receptor, embora muitas vezes estes resíduos sem tratamento sejam lançados diretamente nos corpos de água, causando sérios impactos as biotas, aos recursos hídricos, ao homem e demais componentes do sistema. As fontes difusas caracterizam-se por apresentarem

múltiplos pontos de descarga resultantes do escoamento superficial e ocorrem durante os períodos de chuva, atingindo concentrações bastante elevadas dos poluentes. A redução dessas fontes geralmente requer mudanças nas práticas de uso da terra e na melhoria de programas de educação ambiental (Meybeck, 2004).

Na escala de pequenas bacias hidrográficas, a qualidade da água pode ser influenciada por diversos fatores. Dentre eles, estão as fontes e tipos de contaminantes, o clima, a cobertura vegetal, a topografia, a geologia, bem como o tipo de uso e manejo do solo (Pereira, 1997). Arcova et al. (1998) dizem que, os vários processos que controlam a qualidade da água fazem parte de frágil equilíbrio, motivo pelo qual alterações de ordem física, química ou climática na pequena bacia hidrográfica podem modificar a sua qualidade, tornando-se reflexo da pressão antrópica.

Os cursos d'água são sistemas reconhecidamente frágeis e qualquer interferência humana, direta ou indireta, pode acarretar impactos de difícil controle e reversão. Os cursos fluviais também são considerados responsáveis pela esculturação da paisagem, refletindo o clima e a geologia locais, sendo estes fatores condicionantes importantes no transporte de materiais intemperizados para os fundos de vale e calhas fluviais (Christofolletti, 1974). Assim, as atividades humanas em uma pequena bacia hidrográfica, principalmente o manejo inadequado do solo e da cobertura vegetal, podem intensificar os processos erosivos levando ao surgimento da erosão acelerada laminar e/ou concentrada em sulcos, ravinas ou voçorocas. Além disso, as demais atividades agropecuárias e a construção de estradas são fontes de sedimentos e poluentes que podem ser facilmente carreados durante as chuvas para os corpos d'água. Diversos autores apontam para a necessidade de conhecer os usos e a cobertura do solo de uma pequena bacia hidrográfica para melhor compreender a sua dinâmica (Santos, 2005; Santos et al., 2007; Lopes et al., 2007; Minella et al., 2007; Bonnet et al., 2008).

## **1.2. Qualidade da água para consumo humano no meio rural**

A qualidade da água é vulnerável às condições ambientais às quais está exposta. Sua preservação é uma necessidade universal que exige atenção por parte

das autoridades e consumidores em geral, particularmente no que se refere à água dos mananciais destinados ao consumo humano, uma vez que sua contaminação por microrganismos patogênicos de origem entérica, animal ou humana pode torná-la um veículo de transmissão de agentes de doenças infecciosas e parasitárias (D'Aguila et al., 2000).

No meio rural o comprometimento da qualidade da água para fins de abastecimento doméstico é decorrente de distintas fontes de poluição, esgotos domésticos e deflúvio superficial agrícola. Os efluentes domésticos, por exemplo, são constituídos basicamente por contaminantes orgânicos, nutrientes e microrganismos que podem ser patogênicos. Os poluentes resultantes do deflúvio superficial agrícola são constituídos de sedimentos, nutrientes, agrotóxicos e dejetos de animais (Merten e Minella, 2002). Diante disso, os riscos de ocorrência de surtos de doenças de veiculação hídrica no meio rural são altos, principalmente em função da possibilidade de contaminação bacteriana de águas que muitas vezes são captadas em poços rasos, inadequadamente vedados e próximos de fontes de contaminação, como fossas e áreas de pastagem ocupadas por animais (Stukel et al., 1990).

A deposição diária de resíduo orgânico animal no solo, prática muito disseminada no meio rural, aumenta o risco da contaminação das águas superficiais e subterrâneas (Conboy e Goss, 2000). O dejetos bovino depositado no solo representa risco de contaminação das fontes de água, pois esses animais são reservatórios de diversos microrganismos como *Criptosporidium parvum* e *Giardia sp.*, causadores de enfermidades humanas. Isso mostra o papel desses animais na contaminação ambiental por esses importantes patógenos de veiculação hídrica (Fayer et al., 2000).

Um estudo desenvolvido por Santos (2005) mostrou que diversas comunidades rurais do interior do Rio Grande do Sul possuíam poços com maus odores e péssimas condições de conservação, sem proteção da cavidade perfurada ou com proteções engendradas com restos de madeira; em razão disso, os usuários demonstravam problemas permanentes de saúde. Nesta situação, o tratamento da água é um problema secundário, pois se torna necessário a própria substituição do sistema de captação de água (Casali, 2008). Gonçalves et al. (2005) também constataram que, na Região Central do Rio Grande do Sul, o uso do solo fora da capacidade de aptidão, o manejo inadequado, o uso indiscriminado de fertilizantes e

de agrotóxicos e a falta de saneamento nas moradias estavam comprometendo a qualidade da água de um arroio e das fontes utilizadas para abastecimento doméstico.

Diante do exposto, faz-se necessário o monitoramento da qualidade da água de fontes utilizadas para abastecimento doméstico no meio rural, visando à preservação destas e a garantia de melhor qualidade de vida da população que ali reside.

### **1.3. Vegetação ripária**

As florestas contribuem para a conservação da fertilidade natural dos solos, seja pela disposição de material orgânico, seja pela proteção que exercem contra as chuvas torrenciais que carregam camadas inteiras de solo fértil. Esse ecossistema, quando localizado nas áreas de entorno dos corpos d'água são denominados vegetação ripária. Ela executa uma série de serviços ambientais fundamentais para manter a qualidade e disponibilidade de água em escala de pequenas bacias hidrográficas, dentre eles: a retenção de até 80% dos sedimentos arrastados pela erosão das áreas de cultivo e a redução em até 30 vezes o solapamento das margens dos rios e córregos (Naiman e Decamps, 1997; Lima, 2008).

A zona ripária inclui principalmente as margens e as cabeceiras de drenagem dos cursos d'água, caracteriza-se como um habitat de extrema dinâmica, diversidade e complexidade (Kobiyama, 2003). Conforme Lima (2002), o ecossistema ripário é o resultado final de interações complexas entre a hidrologia, geomorfologia, solos, luz temperatura e praticamente todos os processos ecológicos tais como competição e herbivoria, sendo que as relações hidrológicas constituem, de longe, o fator mais importante.

Em sua integridade, a vegetação ripária desempenha um dos mais importantes serviços ambientais, que é a manutenção dos recursos hídricos em termos de vazão e qualidade da água, assim como do ecossistema aquático. Desta forma, a permanência da integridade do ecossistema ripário constitui fator crucial para a manutenção da saúde e da resiliência da pequena bacia hidrográfica, como unidade geocológica da paisagem (Lima e Zákia, 2000).

Conforme Guerra e Cunha (1998), a densidade da cobertura vegetal é fator importante no escoamento superficial e na perda de solo, enquanto o tipo de cobertura e a sua porcentagem podem diminuir os efeitos dos fatores erosivos naturais. Áreas com alta densidade de cobertura vegetal, o escoamento superficial e a erosão ocorrem em taxas baixas especialmente se houver cobertura de serrapilheira no solo que intercepta as gotas de chuva que caem através dos galhos e folhas, e em frações maiores ou menores, possui capacidade muito grande de acumular água. Para Phillips (1989) e Correll (1997), outros poluentes e substâncias também podem ser detidos nessa zona tampão do solo podendo ser metabolizados biologicamente, absorvidos pelas plantas e micro-organismos ou adsorvidos às partículas do solo antes de atingir os corpos d'água.

Em áreas parcialmente cobertas pela vegetação, o escoamento e a perda de solo podem aumentar rapidamente, como ocorre geralmente em áreas semi-áridas, agrícolas e de superpastoreio e onde os solos apresentam menos de 70% de cobertura vegetal (Guerra e Cunha, 1998). Arcova e Cicco (1997) salientam que nas pequenas bacias hidrográficas de uso agrícola, quando comparadas às de uso florestal, o transporte de sedimentos e a perda de nutrientes são bem maiores. Oliveira Filho et al. (1994) alertam que, a devastação das matas ripárias tem contribuído para o assoreamento, o aumento da turbidez das águas, o desequilíbrio do regime das cheias e a erosão das margens de grande número de cursos d'água. Além disso, compromete a fauna e flora silvestre, pois, do ponto de vista ecológico, as zonas ripárias têm sido consideradas como corredores extremamente importantes para o movimento da fauna ao longo da paisagem, assim como para a dispersão vegetal. Além das espécies tipicamente ripárias, nelas ocorrem também espécies típicas de terra firme, e as zonas ripárias, dessa forma, são também consideradas como fontes importantes de sementes para o processo de regeneração natural (Triquet et al., 1990; Gregory et al., 1992).

Assim, a preservação da qualidade ambiental nas zonas ripárias torna-se fundamental para assegurar a disponibilidade de água em pequenas bacias hidrográficas, ampliar a capacidade de resiliência do ecossistema aquático e manter a biodiversidade do local.

#### 1.4. Legislação Ambiental em Áreas de Preservação Permanente

As noções legais das áreas de preservação permanente (APP) vieram com o Código Florestal de 1934, que destinava a criação da conservação perene das florestas protetoras e as remanescentes, mas foi somente com a Lei 4.771 de 1965, que estas florestas se tornaram de preservação permanente. Essa temática sofreu alterações com as edições das Leis 6.535/78, 7.754/89, 7.511/86, 7.803/89 e Medida Provisória 2.166 de 2001, sendo que esta última trouxe o conceito legal atual para as Áreas de Preservação Permanente: “área protegida nos termos dos arts. 2º e 3º desta Lei, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas”.

Tendo em vista os compromissos assumidos pelo Brasil perante a Declaração do Rio de Janeiro de 1992 e a necessidade de se regulamentar o artigo 2º do Código Florestal, entraram em vigor as Resoluções nº 302, 303 de 2002 e mais tarde a Resolução 369 de 2006, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

Na Resolução nº 302/2002 aparece pela primeira vez o limite para APPs em torno de reservatórios artificiais e lagoas naturais. De acordo com esta Resolução, as áreas urbanas consolidadas devem ter uma faixa marginal com largura mínima de 30 metros. Para áreas rurais a faixa marginal deve ser de 15 metros de largura, exceto corpos hídricos com mais de 20 hectares de superfície que devem possuir faixa marginal com largura mínima de 100 metros de APP.

A Resolução nº 303/2002 estabelece parâmetros, definições e limites especificamente para as APPs naturais, sendo estas consideradas, por ambas as Resoluções, assim como outros espaços territoriais especialmente protegidos, “instrumentos de relevante interesse ambiental, integrantes do desenvolvimento sustentável, direito das presentes e futuras gerações”.

Como complemento, existe ainda, a Resolução CONAMA nº 369/2006, que dispõe sobre os casos excepcionais de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em APP.

De acordo com o disposto no artigo 3º da Resolução CONAMA nº 303/2002, no âmbito deste trabalho, merecem destaque as APPs que se localizam em faixa marginal com largura mínima de 30 metros para cursos d'água com menos de dez metros de largura e com raio mínimo de 50 metros ao redor de nascente ou olho d'água. Para reservatórios artificiais, considerou-se o que dispõe o artigo 3º da Resolução CONAMA nº 302/2002, de 15 metros, no mínimo, para reservatórios artificiais não utilizados em abastecimento público ou geração de energia elétrica, com até 20 hectares de superfície e localizados em área rural.

### **1.5. Geoprocessamento e Sistema de Informações Geográficas no Monitoramento Ambiental**

A natureza numa perspectiva sistêmica é considerada dinâmica, com funcionalidade independente da ação humana, isto é, a convergência de forças endógenas e exógenas produzindo diferentes espaços. Porém, qualquer tipo de contato com atividades humanas causam impactos, que desestabilizam sua funcionalidade. Essas atividades ao se apropriarem do território e seus recursos naturais, causam grandes alterações na paisagem natural com um ritmo muito mais intenso que aquele que a natureza imprime (Ross, 1994).

Na pesquisa ambiental as variáveis do ambiente estão em constante mutação. Isso exige uma abordagem científica que permita generalizações a partir dos estudos realizados para se obter a compreensão da realidade através de sistemas ordenados (Moura, 2003; Silva, 2007) e, o geoprocessamento é uma ferramenta que vem sendo usada com êxito no controle e monitoramento ambiental.

Silva (2003) considera o geoprocessamento como sendo qualquer tipo de processamento de dados georreferenciados e envolvem técnicas e conceitos de cartografia, sensoriamento remoto e sistema de informações geográficas (SIGs). Burrough (2005) diz que, a grande importância da aplicação de SIGs em estudos ambientais refere-se à possibilidade de manipular os dados de forma rápida e interativa, o que pode proporcionar, além do armazenamento de imagens e informações, o cruzamento desses, permitindo assim uma visão mais ampla e precisa do local em estudo.

A cartografia digital e os SIGs significaram uma melhora na coleção e armazenamento de dados para inventários, monitoramento, análise e simulação ambientais. Os mapas temáticos, em formato digital, passaram a ser armazenados num SIG como uma série de camadas georreferenciadas, onde cada camada ou plano de informação contém os dados de um único atributo. Um banco de dados alfanumérico complementa as informações espaciais que podem ser analisadas através de superposição de camadas, modelagem, *buffering* ou análise de rede. Ranieri (2000) acrescenta que, além da rapidez na manipulação dos dados, os SIGs permitem um diagnóstico mais criterioso da situação da área por tratar as informações de forma espacial.

No contexto ambiental, os SIGs inserem-se como uma ferramenta que tem a capacidade de manipular as funções que representam os processos ambientais em diversas regiões, de uma forma simples e eficiente, permitindo economia de recurso e tempo. Estas manipulações permitem agregar dados de diferentes fontes (imagens de satélite, informações topográficas, cartas de solos, hidrografia, etc.) e em diferentes escalas. Os resultados são apresentados sob a forma de mapas temáticos com as informações desejadas. Por meio de um sistema de referência adequado, o geoprocessamento transfere, sobre bases cartográficas, as informações do mundo real para o sistema computacional (Grossi, 2003). As aplicações dos SIGs são incontáveis, podendo-se citar como exemplo: monitoramento e análise ambiental; planejamento de uso da terra; manejo de recursos naturais; projetos de engenharia (transportes, irrigação, mineração, etc.) e manejo florestal (Vettorazzi, 1992).

Quando aplicado em escala de pequenas bacias hidrográficas, o geoprocessamento favorece a percepção holística do meio ambiente. A grande quantidade de informações geradas num planejamento conservacionista nessa escala requer, portanto, uma fonte de coleta e manipulação de informações que seja ágil e de custo relativamente baixo. Assim, a utilização de técnicas de geoprocessamento constitui-se em instrumento de grande potencial para o estabelecimento de planos integrados de uso e conservação do solo e da água em pequenas bacias hidrográficas.

## **2. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

### **2.1. Escolha das pequenas bacias hidrográficas**

Este trabalho é parte de um projeto aprovado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) no edital MCT/CNPq/CT-AGRONEGÓCIO/CT-HIDRO - 27/2008 cujo tema era “Conservação dos Recursos Hídricos e o Aumento da Produção de Água em Unidades Rurais de Base Familiar”. O projeto aprovado intitula-se “Aspectos quanti-qualitativos relacionados aos sedimentos e a água numa pequena bacia hidrográfica ocupada por agricultores assentados pela reforma agrária”.

Na elaboração do projeto foi previsto que a área a ser estudada deveria estar inserida dentro de um assentamento de Reforma Agrária. Com a aprovação, começaram as saídas a campo a fim de definir em qual assentamento o trabalho seria desenvolvido. Num primeiro momento foram feitas reuniões com as lideranças do assentamento Santa Júlia localizado no município de Júlio de Castilhos, porém após percorrer a área e constatar que os aspectos físicos do local não permitiriam o desenvolvimento das atividades propostas no projeto às atenções voltaram-se para o assentamento Alvorada, localizado no mesmo município.

Foram feitas várias saídas a campo a fim de conhecer melhor o local e fazer uma avaliação prévia quanto aos aspectos físicos da área e viabilidade de execução do que se propunha o projeto. Após reconhecimento em campo, foram definidas duas pequenas bacias hidrográficas para o estudo. Concomitantemente, a equipe que trabalharia na execução do projeto participava de reuniões com os assentados e lideranças com o intuito de expor a eles as atividades que seriam desenvolvidas nas PBHs.

O assentamento Alvorada situa-se na porção Sul do município de Júlio de Castilhos, a 12 km da sede. Seus limites encontram-se entre as coordenadas UTM 239000 a 244000 E e 6746000 a 6752000 S, sistema SAD 69 (Figura 1). A área total do assentamento é de 1569 ha e as duas PBHs possuem 139,6 (PBH 1) e 80,8 ha

(PBH 2). Em ambas as PBHs o divisor de água foi considerado até o ponto onde foram instaladas às secções de monitoramento hidrossedimentológico.

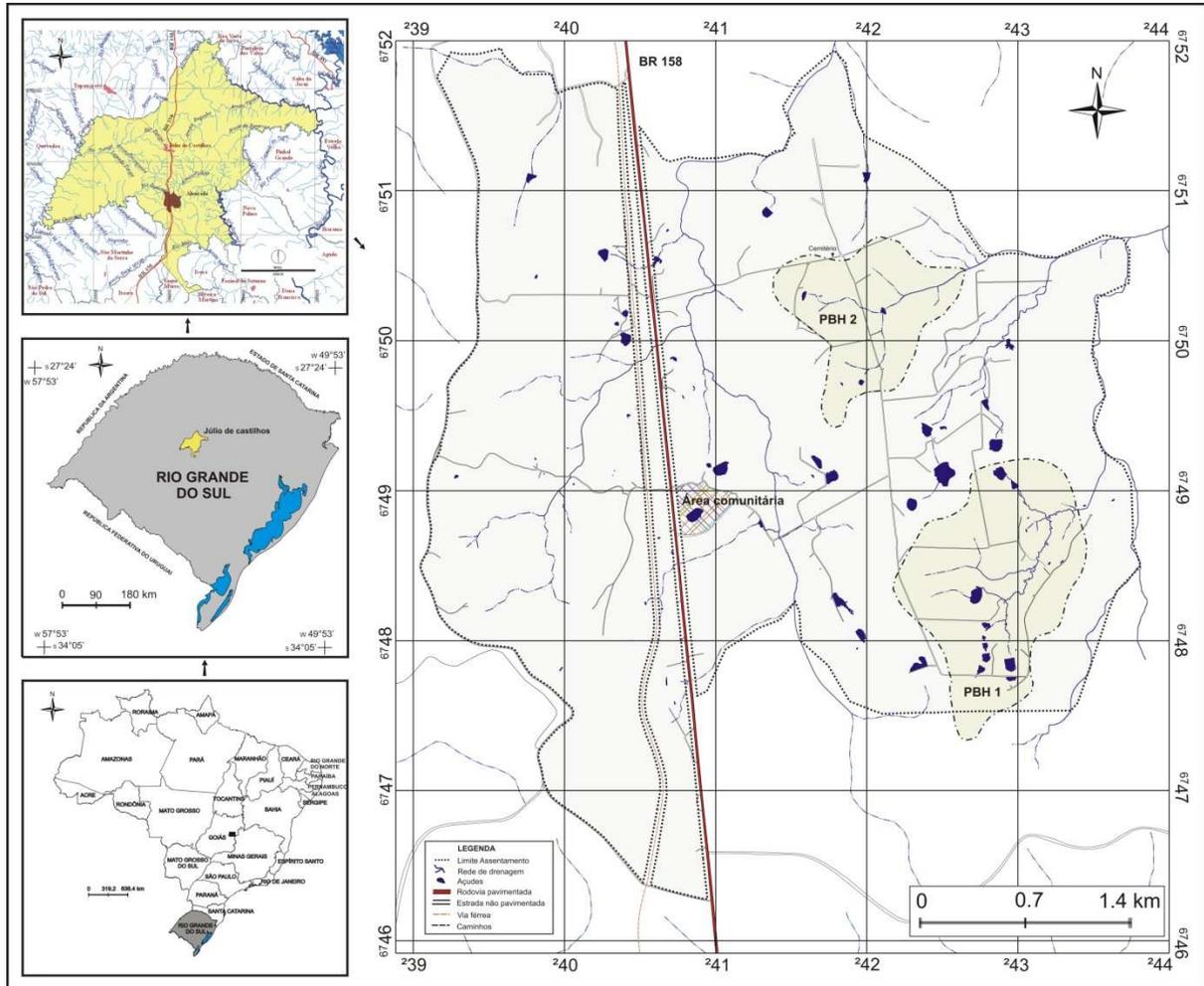


Figura 1 - Localização do assentamento Alvorada, Júlio de Castilhos - Rio Grande do Sul. Elaboração: CAPOANE, V.

## 2.2. Histórico da implantação do assentamento Alvorada

O assentamento Alvorada, segundo assentamento rural no município de Júlio de Castilhos, efetivou-se no ano de 1996, na então Fazenda Alvorada, assim, denominando-o “assentamento Alvorada”. Esta Fazenda possuía 1569 hectares e estava sob processo judicial pelo não pagamento do Imposto Territorial Rural (ITR) e, também, sob vistoria do INCRA por estar ociosa desde 1986 (INCRA/RS, 2008).

Por isso, houve uma grande mobilização do Movimento dos Sem Terra (MST), e no ano de 1996 ela foi ocupada por 1200 famílias oriundas de três acampamentos: Cruz Alta, Lagoa Vermelha e Encruzilhada do Sul. Esses acampados vinham de várias regiões do Estado, principalmente de Ronda Alta, Palmeira das Missões, Rodeio Bonito e outros municípios da região norte do RS (INCRA/RS, 2008). A ocupação da fazenda teve a finalidade de pressionar e acelerar o processo de desapropriação, que estava se arrastando na justiça há quase uma década. Na data de 10 de fevereiro de 1996, a Fazenda Alvorada foi então desapropriada e dividida em 72 lotes. Dois lotes não participaram do sorteio entre os acampados, pois foram destinados aos antigos empregados. Cada lote ficou com aproximadamente 21,7 hectares (ha), em média.

Após a efetivação do assentamento, surgiu uma nova configuração no espaço agrário castilhense, espaço este até então dominado pela pecuária extensiva e a lavoura agroexportadora de soja. Além do crescimento populacional que alterou a dinâmica demográfica, houve a inserção da agricultura familiar e esta vem colaborando com a economia local, pois são 72 famílias que movimentam recursos financeiros ajudando a dinamizar a economia do município de Júlio de Castilhos através do fortalecimento da agricultura familiar (Moreira, 2008).

### **2.3. Geologia**

O assentamento Alvorada situa-se sobre duas formações geológicas distintas: Formação (Fm.) Serra Geral intercalada com arenitos da Fm. Tupanciretã (Figura 2).

A Fm. Serra Geral (Grupo São Bento) datada do Jurássico pode ser encontrada entremeada aos depósitos mais recentes. A sequência básica é constituída predominantemente por rochas efusivas, as quais são reunidas em três grandes grupos: basaltos, andesitos e basaltos vítreos. As efusivas ácidas normalmente encontradas são agrupadas em quatro grandes tipos petrográficos: basaltos pórfiros, dacitos e riociticos felsíticos, riolitos felsíticos e fenobasaltos vítreos (Frasca e Sartori, 1998).

A Fm. Tupanciretã foi, durante muito tempo, interpretada como constituindo “janelas” da Formação Botucatu dentro dos basaltos da Formação Serra Geral. Foi

só no ano de 1968 que Menegotto et al. reconheceram-na como pós-Serra Geral, tendo introduzido a designação de Fm. Tupanciretã para esses sedimentos em alusão à cidade onde se situa a sua seção-tipo. Posteriormente Gamermann et al. (1973) ampliaram a área de ocorrência dessa unidade, que é restrita ao Estado do Rio Grande do Sul. Além da cidade homônima, os sedimentos da Fm. Tupanciretã afloram, sem continuidade física, por grande parte do Planalto das Missões, nos municípios de Santiago, Júlio de Castilhos, Cruz Alta, Santa Bárbara do Sul, Carazinho e Passo Fundo, representando resíduos de uma superfície atualmente degradada e erodida pela drenagem da área.

A Fm. Tupanciretã é composta por um conjunto litológico bastante heterogêneo em que predominam conglomerados, arenitos e intercalações de delgadas camadas de argila. Os conglomerados são constituídos por seixos e blocos de basalto distribuídos em matriz arenosa. Os arenitos são mal classificados, com granulometria fina e média e cor vermelha ou rosa. As camadas argilosas apresentam de um modo geral, pequena espessura e intercalam-se com a sequência arenosa, particularmente próxima ao seu topo (Menegotto et al., 1968). Essa Fm. ocorre de modo geral nas partes mais elevadas da topografia, compondo elevações em estágio adiantado de dissecação. Sua espessura média é de 60 m atingindo no máximo, cerca de 80 m, sua origem é continental fluvial, pertencente ao terciário inferior (IBGE, 1986).

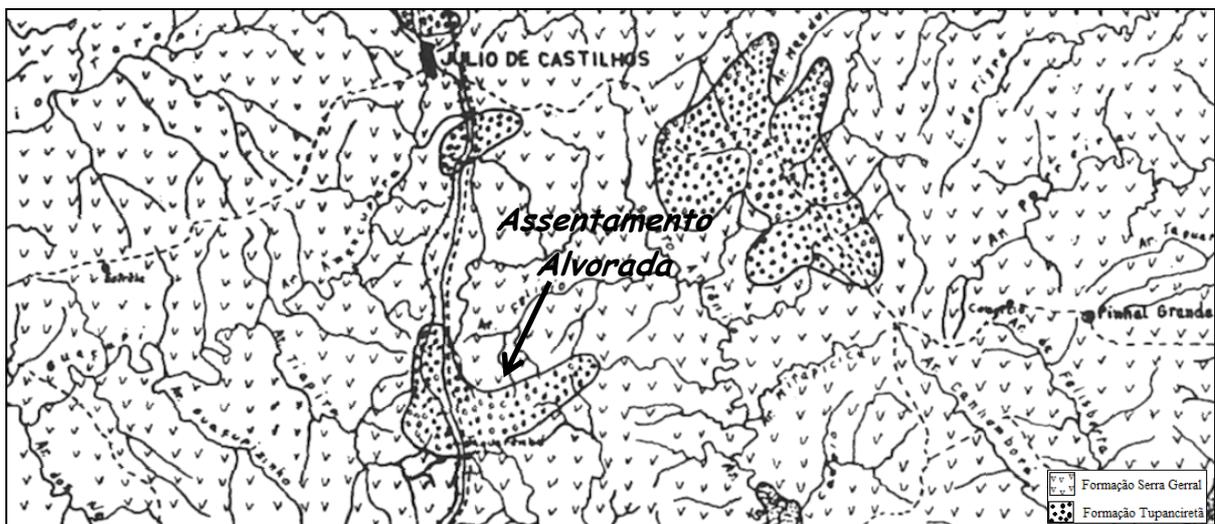


Figura 2 - Litologia das áreas estudadas.  
Fonte: Menegotto et al. (1968).

As Formações Serra Geral e Tupanciretã encontradas no assentamento são as principais responsáveis pela geomorfologia e pedologia da área (Figura 3).

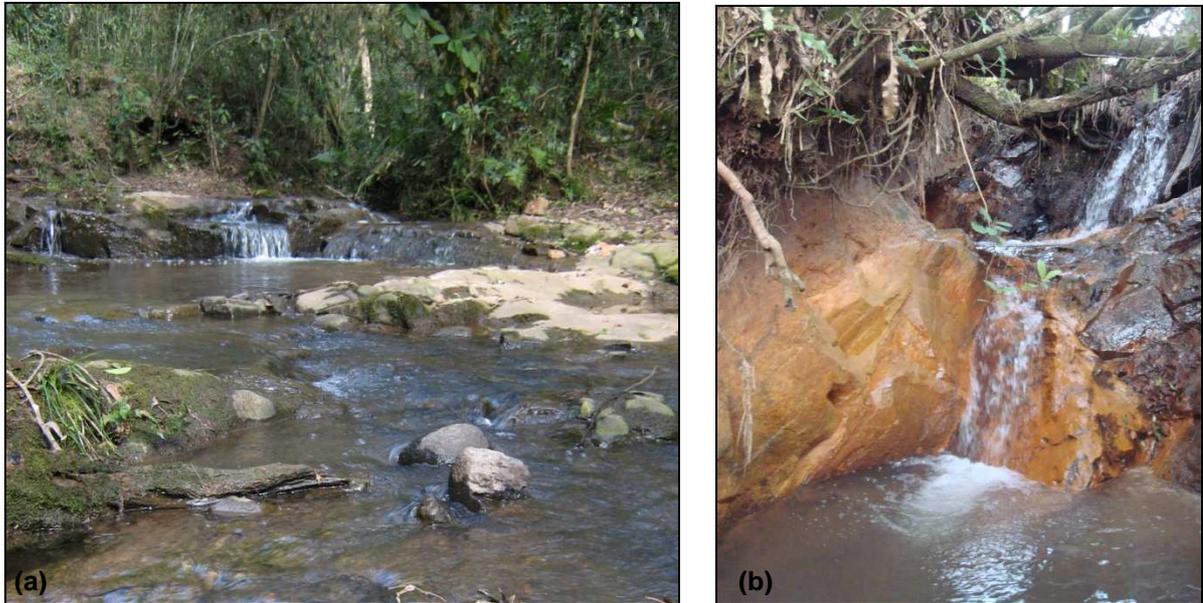


Figura 3 - (a) Afloramento da rocha efusiva no leito fluvial (Formação Serra Geral); (b) Afloramento da rocha arenítica no leito fluvial (Formação Tupanciretã).  
Fotos: CAPOANE, V.

## 2.4. Geomorfologia

O assentamento Alvorada situa-se na Região Geomorfológica Planalto das Missões, sobre a Unidade geomorfológica do Planalto de Santo Ângelo (IBGE, 1986). As formas de relevo desta unidade são bastante homogêneas, retratadas de modo geral por colinas suaves, bem arredondadas, regionalmente conhecidas por coxilhas, esculpidas em rochas vulcânicas básicas da Fm. Serra Geral e, em menores proporções, em rochas sedimentares correspondentes à Fm. Tupanciretã (IBGE, 1986).

Nos trabalhos de campo do Projeto Radam Brasil (IBGE, 1986), constatou-se que os maiores problemas de erosão acelerada, tanto em expressão como em extensão, encontrados na Unidade Geomorfológica Planalto de Santo Ângelo, estavam associadas aos arenitos da Fm. Tupanciretã, cuja alteração resulta em solo arenoso, mais suscetível à erosão. Verificou-se em campo, generalizadamente, a

ocorrência de sulcos, ravinas e voçorocas nas vertentes suaves das colinas, por vezes transpondo-as. Os fenômenos de erosão acelerada nos arenitos da Fm. Tupanciretã chegavam a desenvolver imensas voçorocas, com a abertura de extensos e profundos anfiteatros de erosão, em meio a áreas de campo com criação de gado (IBGE, 1986).

De modo geral, o relevo do assentamento corresponde a formas colinosas, com topos planos e vertentes suaves com baixas declividades o que propicia diversos usos.

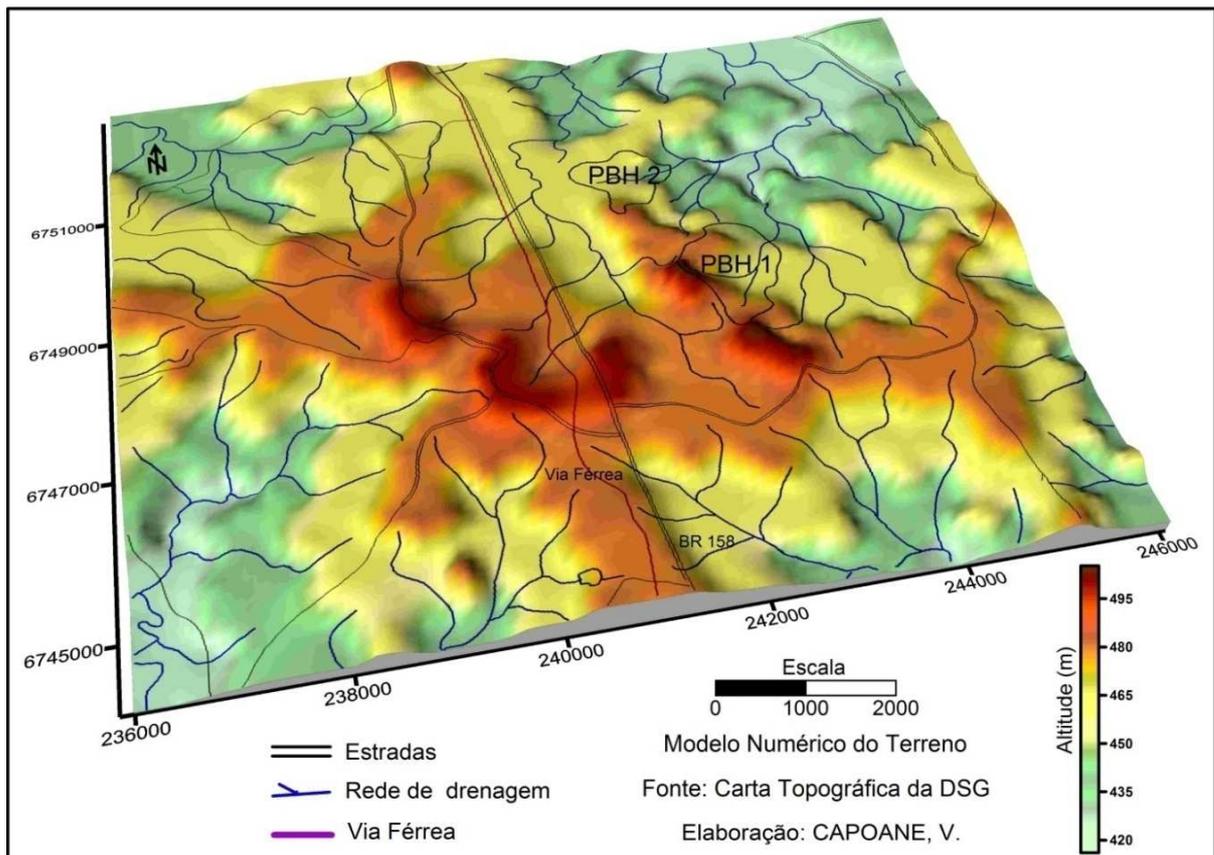


Figura 4 - Representação das formas do relevo do assentamento Alvorada pelo Modelo Numérico do Terreno, com base na carta topográfica da Diretoria de Serviço Geográfico na escala 1:50.000.

## 2.5. Pedologia

O mapeamento pedológico que contempla integralmente a área estudada foi elaborado na escala 1:750.000 “Levantamento de reconhecimento dos solos do

Estado do Rio Grande do Sul (Brasil, 1973)”, denotando nível de detalhamento muito aquém da escala utilizada nesse trabalho. Embora não tenha sido feito o levantamento pedológico neste trabalho, é possível afirmar existência de algumas classes de solos como: argissolos, neossolos, cambissolos e gleissolos.

## **2.6. Clima**

A posição geográfica do município de Júlio de Castilhos, associada a um relevo predominantemente plano a suave ondulado, proporciona uma homogeneidade na distribuição da maioria dos elementos climáticos no município. Com base no período 1931 - 1960, publicado no Atlas Agroclimático do Estado do Rio Grande do Sul (IPAGRO, 1989), cujos dados eram oriundos de uma estação meteorológica localizada no município de Júlio de Castilhos, o clima foi classificado como Cfa - clima temperado úmido com verões quentes de temperaturas médias de 22 °C, invernos amenos com temperatura superior a -3 °C e distribuição uniforme de precipitação ao longo do ano (Köppen, 1948).

## **2.7. Hidrografia**

A rede de drenagem do município de Júlio de Castilhos apresenta um padrão dendrítico a subdendrítico, distribuída em três bacias hidrográficas: Alto Jacuí e Vacacaí Mirim, pertencentes à Região Hidrográfica do Guaíba e; Rio Ibicuí, pertencente à Região Hidrográfica do Uruguai. As águas do assentamento Alvorada drenam para a bacia hidrográfica do Alto Jacuí (Figura 5).

A rede de drenagem do assentamento é formada por vários pequenos cursos d'água que fluem para o arroio Felício a leste e para outros dois arroios que cortam o assentamento e direcionam-se para o norte. As várias nascentes de cursos d'água que se situam dentro do assentamento têm comportamento intermitente, sujeitas a influência de períodos de estiagem e frequentemente ficam secas. Nas áreas de topografia mais baixa e plana os arroios assumem um comportamento mais perene.

Além da rede de drenagem natural, existem ainda vários espelhos d'água artificiais (açudes), geralmente usados para a dessedentação animal e alguns para piscicultura.

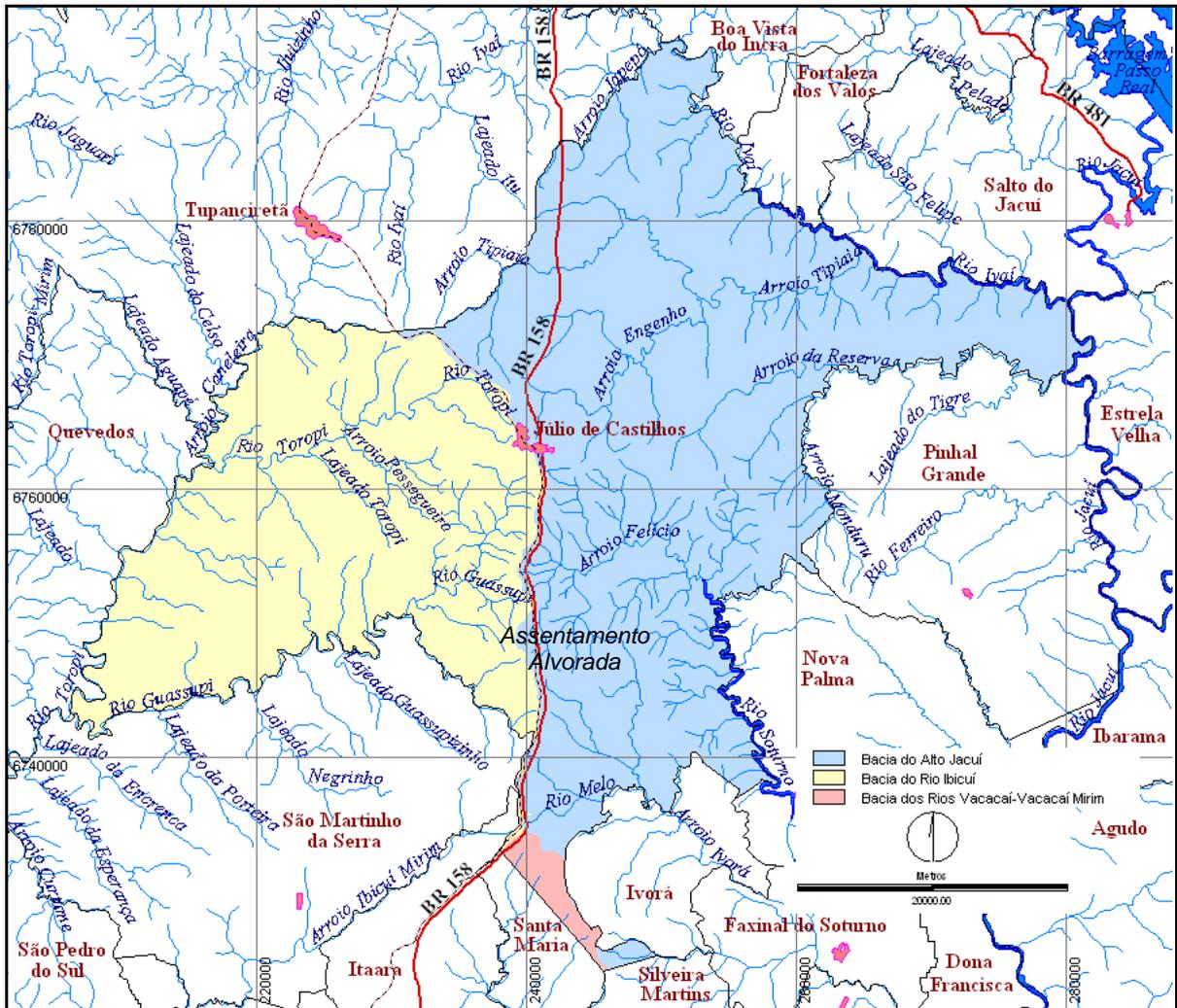


Figura 5 - Bacias hidrográficas no município de Júlio de Castilhos - Rio Grande do Sul.  
Fonte: INCRA/RS (2008).

Nas PBHs a hierarquia fluvial foi determinada seguindo os critérios introduzidos por Strahler (1957) e, ambas foram classificadas como de terceira ordem, que são canais que se originam da confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber afluentes de segunda e primeira ordens (Figura 6).

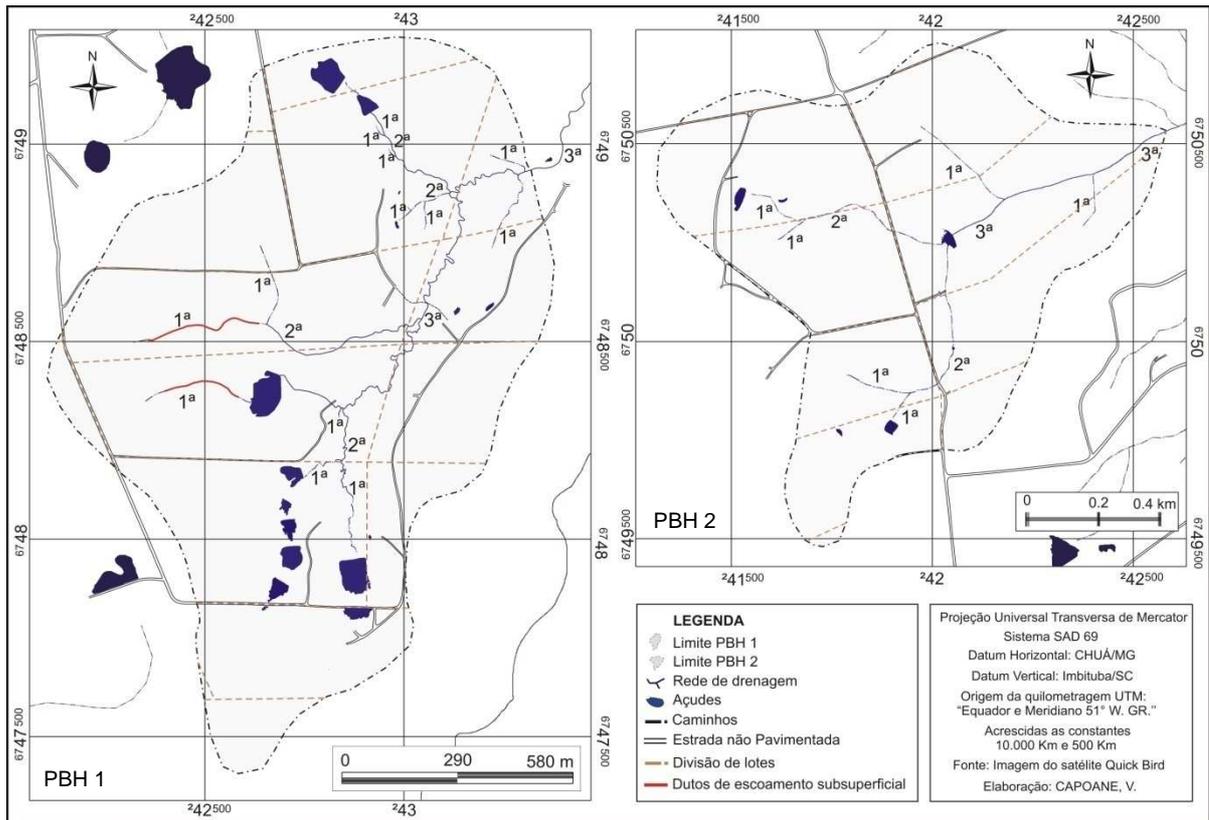


Figura 6 - Hierarquia fluvial das pequenas bacias hidrográficas, assentamento Alvorada, Júlio de Castilhos, Rio Grande do Sul.

## 2.8. Vegetação

Conforme o mapa de Vegetação do Brasil elaborado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2004), os remanescentes florestais do assentamento Alvorada estão sob o domínio da Floresta Estacional Decidual com Vegetação Secundária e Atividades Agrárias, como também do contato desta tipologia florestal com a Estepe com Atividades Agrárias.

Neste trabalho foi realizado um levantamento florestal, por profissionais habilitados, nas duas PBHs. A metodologia utilizada consistiu na instalação de cinco unidades amostrais (UA's) na PBH 1 e duas na PBH 2. Adotou-se, para tal, o processo de amostragem de parcelas múltiplas, por ser o mais utilizado entre os pesquisadores em ambientes florestais. Foram empregadas unidades amostrais (parcelas) grandes, distribuídas para caracterizar a vegetação arbórea da área de estudo, com formato retangular de 20,0 x 30,0 m (600 m<sup>2</sup>) para a PBH 1, e 10,0 x

30,0 m (300 m<sup>2</sup>) para a PBH 2 (totalizando 600 m<sup>2</sup> idem PBH 1). A caracterização do ambiente nas UA's foi realizada conforme metodologia proposta por Almeida e Soares (2008).

Conforme a Resolução do CONAMA nº 33 (Brasil, 1994) que se refere aos Estágios Sucessionais da vegetação secundária da Mata Atlântica e literatura especializada, seis unidades amostrais foram classificadas como de Floresta em Estágio Médio de Regeneração, e uma unidade amostral, localizada na PBH 2, encontra-se em Estágio Inicial de Regeneração.

Na PBH 2 foram identificados indivíduos arbóreos de 14 famílias botânicas distribuídos em 14 gêneros e 15 espécies (Tabela 1).

Tabela 1 - Espécies e famílias botânicas de indivíduos arbóreos identificados na pequena bacia hidrográfica 2, assentamento Alvorada, Júlio de Castilhos - Rio Grande do Sul.

Nome científico	Nome comum	Família
<i>Citharexylum montevidense</i>	Tarumã-de-espinho	Verbenaceae
<i>Helietta apiculata</i>	Canela-de-veado	Rutaceae
Indivíduo morto	Indivíduo morto	Indivíduo morto
<i>Ilex microdonta</i>	Caúna	Aquifoliaceae
<i>Luehea divaricata</i>	Açoita-cavalo	Tiliaceae
<i>Maclura tinctoria</i>	Tajuba	Moraceae
<i>Matayba elaeagnoides</i>	Camboatá-branco	Sapindaceae
<i>Myrcianthes gigantea</i>	Araçá-do-mato	Myrtaceae
<i>Myrsine lorentziana</i>	Capororoca-d'água	Myrsinaceae
<i>Myrsine umbellata</i>	Capororocão	Myrsinaceae
Não identificada	Não identificada	Não identificada
<i>Nectandra lanceolata</i>	Canela-amarela	Lauraceae
<i>Podocarpus lambertii</i>	Pinheiro-bravo	Podocarpaceae
<i>Schinus terebinthifolius</i>	Aroeira-vermelha	Anacardiaceae
<i>Scutia buxifolia</i>	Coronilha	Rhamnaceae
<i>Styrax leprosus</i>	Carne-de-vaca	Styracaceae
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	Jerivá	Areaceae

Junto ao piso florestal da PBH 1 foram observados indivíduos de Samambaia-comum (*Histiopteris* sp.), Samambaia (*Doryopteris* sp.) e Avenca (*Adiantum* sp.). Já as formações campestres de ambas as PBHs são compostas principalmente por *Erianthus* sp. (Macega), *Andropogon lateralis* (Capim-caninha), *Aristida pallens* (Capim-barba-de-bode) e *Paspalum notatum* (Gramma-forquilha), *Baccharis* sp. (Carquejão), *Senecio brasiliensis* less (Maria-mole) e diversas compostas. Na Tabela

2 são apresentados os nomes científicos e vulgares, e as famílias botânicas dos indivíduos arbóreos encontrados nas UA's da PBH 1, os quais pertencem a 16 famílias botânicas distribuídas em 32 gêneros e 37 espécies, além de árvores mortas e não identificadas.

Tabela 2 - Espécies e famílias botânicas de indivíduos arbóreos identificados na pequena bacia hidrográfica 1, assentamento Alvorada, Júlio de Castilhos - Rio Grande do Sul.

<b>Nome científico</b>	<b>Nome comum</b>	<b>Família</b>
<i>Alchornea triplinervia</i>	Tanheiro	Euphorbiaceae
<i>Allophylus edulis</i>	Chal-chal	Sapindaceae
<i>Banara tomentosa</i>	Guaçatunga-branca	Flacourtiaceae
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	Murta	Myrtaceae
<i>Cabralea canjerana</i>	Canjerana	Meliaceae
<i>Calyptanthus tricona</i>	Guamirim-ferro	Myrtaceae
<i>Campomanesia guazumifolia</i>	Sete-capotes	Myrtaceae
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	Guabiroba	Myrtaceae
<i>Casearia sylvestris</i>	Chá-de-bugre	Flacourtiaceae
<i>Chomelia obtusa</i>	Viuvinha	Rubiaceae
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	Aguaí-leiteiro	Sapotaceae
<i>Citharexylum montevidense</i>	Tarumã-de-espinho	Verbenaceae
<i>Dalbergia frutescens</i>	Rabo-de-bugio	Fabaceae
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>	Maria-preta	Sapindaceae
<i>Eugenia involucrata</i>	Cerejeira	Myrtaceae
<i>Eugenia pyriformis</i>	Uvalha	Myrtaceae
<i>Eugenia rostrifolia</i>	Batinga	Myrtaceae
<i>Eugenia uruguayensis</i>	Batinga-vermelha	Myrtaceae
<i>Ficus luschnathiana</i>	Figueira-do-mato	Moraceae
<i>Guettarda uruguensis</i>	Veludinho	Rubiaceae
<i>Gymnanthes concolor</i>	Laranjeira-do-mato	Euphorbiaceae
Indivíduo morto	Indivíduo morto	Indivíduo morto
<i>Lithraea molleoides</i>	Aroeira-brava	Anacardiaceae
<i>Maclura tinctoria</i>	Tajuba	Moraceae
<i>Matayba elaeagnoides</i>	Camboatá-branco	Sapindaceae
<i>Myrcia bombycina</i>	Guamirim-do-campo	Myrtaceae
<i>Myrcia palustris</i>	Guamirim	Myrtaceae
<i>Myrcianthes pungens</i>	Guabijú	Myrtaceae
<i>Myrsine lorentziana</i>	Capororoca-d'água	Myrsinaceae
Não identificada	Não identificada	Não identificada
<i>Ocotea pulchella</i>	Canela-lajeana	Lauraceae
<i>Patagonula americana</i>	Guajuvira	Boraginaceae
<i>Schinus terebinthifolius</i>	Aroeira-vermelha	Anacardiaceae
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	Branquilha-leiteiro	Euphorbiaceae
<i>Sebastiania commersoniana</i>	Branquilha-comum	Euphorbiaceae
<i>Sorocea bonplandii</i>	Cincho	Moraceae
<i>Symplocos tetrandra</i>	Sete-sangrias	Symplocaceae
<i>Tecoma stans</i>	Caroba-louca	Bignoniaceae
<i>Xylosma tweedianum</i>	Sucará	Flacourtiaceae

Nas UA's não foram encontradas espécies florestais que constem na Lista Oficial da Flora Ameaçada do RS, mas em trabalhos de campo foi identificada uma espécie, o Xaxim vermelho (*Dicksonia sellowiana*). Também foram encontradas duas espécies imunes ao corte, de acordo com a legislação Estadual, Corticeira-do-banhado (*Erythrina crista-galli*) e Figueira (*Ficus cf. citrifolia*) (Figura 7).



Figura 7 – (a) Espécie florestal ameaçada de extinção no Estado do Rio Grande do Sul; (b e c) Espécies imunes ao corte no Estado do Rio Grande do Sul; Figueira e Corticeira-do-banhado. Fotos: CAPOANE, V.

### **3. ESTRATÉGIA ADOTADA PARA A DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

A estratégia adotada para a discussão dos resultados obtidos neste trabalho foi a divisão em três estudos. O primeiro deles trata de um diagnóstico temporal de uso e ocupação da terra no assentamento Alvorada em dois períodos distintos, anterior à sua implantação e 12 anos após, com o intuito de fazer uma análise das modificações espaço-territoriais ocorridas no assentamento, usando-se de produtos cartográficos, com base na identificação dos principais impactos sofridos pelos sistemas naturais. Após, o trabalho se restringe a duas pequenas bacias hidrográficas localizadas dentro do mesmo assentamento e trata da quantificação dos conflitos de uso da terra em áreas de preservação permanente ao longo dos cursos d'água, nascentes e reservatórios de água artificiais. O segundo estudo trata da influência do uso da terra na qualidade da água de arroios e busca avaliar se a presença de maior área com matas ripárias em uma das pequenas bacias hidrográficas seria suficiente para depurar os contaminantes que eventualmente atingem os cursos d'água. O terceiro estudo trata do monitoramento da qualidade da água de fontes utilizadas para abastecimento doméstico em duas pequenas bacias hidrográficas relacionando-a ao uso da terra no entorno e a presença ou ausência de medidas de proteção da cavidade perfurada.

## **4. ESTUDO I: DIAGNÓSTICO TEMPORAL DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NO ASSENTAMENTO ALVORADA E CONFLITOS DE USO DA TERRA EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE EM DUAS PEQUENAS BACIAS HIDROGRÁFICAS**

**Resumo:** A implantação de projetos de reforma agrária em locais historicamente explorados e com certo grau de fragilidade ambiental pode propiciar o surgimento de conflitos sócio-econômicos, ambientais. Este estudo objetivou fazer diagnóstico temporal do uso e ocupação da terra no assentamento Alvorada através de produtos cartográficos de dois períodos distintos, anterior a sua implantação e 12 anos após e, quantificar os conflitos de uso da terra em área de preservação permanente em duas pequenas bacias hidrográficas localizadas dentro do mesmo assentamento. O assentamento Alvorada localiza-se na porção Sul do município de Júlio de Castilhos, tem 1569 ha e foi implantado no ano de 1996. A área das pequenas bacias hidrográficas são 139,6 ha (PBH 1) e 80,8 ha (PBH 2). Os mapas temáticos de uso da terra foram gerados em ambiente do Sistema de Informação Geográfica tendo como base cartográfica imagens dos satélites Landsat (1993) e QuickBird (2008). A delimitação das áreas de preservação permanente nas pequenas bacias hidrográficas foi gerada com base na Legislação Federal vigente. Os mapas com os conflitos de uso da terra foram obtidos pelo cruzamento do mapa das áreas de preservação permanente com o de uso da terra do período de verão 2009/2010. A análise dos mapas temáticos possibilitou melhor visualização das alterações ocorridas no espaço geográfico do assentamento. As principais alterações referem-se à pressão demográfica e a substituição de áreas anteriormente utilizadas com pastagens ou campo nativo por cultura anual e pecuária leiteira extensiva. As duas pequenas bacias hidrográficas apresentaram conflitos de uso da terra em área de preservação permanente, sendo 86,39 % da área na pequena bacia hidrográfica 1 e 100 % na pequena bacia hidrográfica 2. No campo foram comprovados inúmeros erros estruturais do projeto de assentamento e um passivo ambiental que tende a aumentar se medidas mitigadoras não forem tomadas em curto prazo.

**Palavras-chave:** Assentamentos Rurais, Uso da Terra, Área de Preservação Permanente.

### **4.1. Introdução**

O uso da terra está relacionado diretamente à degradação do ambiente pelas ações antrópicas, tanto diretas quanto indiretas. Estas ações podem variar em grau

de intensidade conforme a função que um determinado ambiente assume. Isso é decorrente da apropriação dos seus recursos naturais, normalmente priorizando-se o fator socioeconômico em detrimento do ambiente físico, transformando-o em um espaço que demanda a sua exploração econômica, estabelecendo uma nova dinâmica na relação homem/natureza e gerando consequências no meio natural.

No Rio Grande do Sul, assim como nas demais áreas de assentamentos rurais do país, a fragmentação da propriedade em pequenos lotes resultou num aumento na pressão antrópica. Como desde a implantação, na maioria dos assentamentos, não houve a preocupação com o manejo e conservação dos recursos naturais é comum em muitos deles a presença de processos erosivos acelerados, perda da fertilidade do solo, assoreamento de rios e reservatórios, contaminação dos corpos d'água, perda de valor das terras, redução da produção agrícola, dentre outros.

Problemas desta natureza podem ser minimizados com a utilização de ferramentas do sensoriamento remoto, pois estas têm trazido grandes contribuições para a detecção de alterações ocorridas no espaço geográfico. Em se tratando das técnicas disponíveis para analisar os compartimentos ambientais (físico, biótico e antrópico) de uma área, o SIG também tem se mostrado uma ferramenta de grande importância para a integração de mapas temáticos, além de obter dados e informações a respeito dos recursos naturais e das condições socioeconômicas (Assad et al., 1998).

A integração dos SIGs às técnicas de sensoriamento remoto tem sido utilizada no planejamento do espaço territorial em que se integram dados espaciais aos de uso da terra (Martins et al., 2007). Por meio dessas técnicas é possível produzir mapas de classificação da paisagem de uma determinada área em séries temporais para avaliar a evolução das situações e, no caso dos assentamentos rurais, a análise temporal do uso e ocupação da terra é de extrema importância, pois permite a compreensão da organização do espaço e das mudanças ocorridas, já que estas áreas estão em constante transformação, devido, principalmente, às atividades antrópicas.

Diante do exposto, este estudo objetivou fazer um diagnóstico temporal do uso e ocupação da terra no assentamento Alvorada através de produtos cartográficos de dois períodos distintos, anterior à sua implantação e 12 anos após e

quantificar os conflitos de uso da terra em área de preservação permanente em duas pequenas bacias hidrográficas localizadas dentro do mesmo assentamento.

## **4.2. Material e métodos**

### **4.2.1. Geração de produtos cartográficos - mapas temáticos**

A primeira etapa do trabalho foi a criação de uma base de dados em ambiente do SIG utilizando o software SPRING 5.0.5 (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas), desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). A base cartográfica utilizada foi à carta topográfica da Diretoria do Serviço Geográfico do Exército (DSG) de Val de Serra (Folha SH 22-V-C-I-4, MI - 2948/4) fuso 22, na escala 1:50000.

O Modelo Numérico do Terreno (MNT) foi gerado a partir da digitalização das curvas de nível contidas na carta topográfica de Val de Serra na escala 1:50.000, com equidistância entre as curvas de 20 metros, utilizando o software SPRING 5.0.5. A cada uma delas foi atribuído um identificador numérico, que corresponde ao valor da cota da mesma. Após o término da digitalização foram editados e gravados em arquivos no formato vetorial a partir dos quais gerou-se a grade triangular. Após, exportou-se as mesmas em formato DXF-R12. Com auxílio do software *Dxf2xyz* 1.3 fez-se a conversão do arquivo “dxf” para “xyz”. No software SURFER 8.0. converteu-se as curvas de nível para o formato “grid” e posteriormente gerou-se o MNT do assentamento.

A metodologia utilizada para a geração dos mapas temáticos de uso da terra foi a interpretação e classificação supervisionada de uma imagem do satélite Landsat, órbita ponto 222/082 de 17/05/1993, disponibilizada gratuitamente pelo INPE, referente ao período anterior à implantação do assentamento e, classificação visual de uma imagem do satélite QuickBird de 22/02/2008, comprada na Empresa ENGESAT Imagens de Satélites S/C. Ltda, do período posterior à implantação do assentamento. Além disso, foram feitos trabalhos de campo para verificar as alterações no quadro físico decorrentes da pressão antrópica. Dessa forma,

realizou-se uma análise das modificações espaço-territoriais ocorridas através de produtos cartográficos, com base na identificação dos principais impactos sofridos pelos sistemas naturais.

Os mapas de uso da terra nas duas pequenas bacias hidrográficas foram gerados a partir da imagem do satélite QuickBird. Após vetorizadas as glebas em ambiente do SIG foram feitos trabalhos no campo a fim de determinar os tipos de cultivos presentes.

O traçado da rede de drenagem das duas pequenas bacias hidrográficas foi efetuado a partir da imagem do satélite QuickBird. Nas áreas onde não foi possível visualizar o traçado, áreas com mata fechada, foi feito caminhamento utilizando o GPS de navegação GPSMAP 76CSx da Garmin, conectado a uma antena externa para melhorar a sensibilidade.

A delimitação das áreas de preservação permanente nas duas pequenas bacias hidrográficas situadas ao longo dos cursos d'água e nascentes foi gerada de acordo com os parâmetros previstos no Código Florestal Brasileiro Lei nº 4.771/1965 e alterações e Resolução CONAMA nº 303/2002, sendo 30 metros para os cursos d'água e um raio de 50 metros no entorno das nascentes. As áreas de preservação permanente no entorno dos reservatórios artificiais (açudes) foram definidas conforme as distâncias previstas na Resolução CONAMA nº 302/2002, que é de 15 metros. Pelo cruzamento do mapa contendo a delimitação das áreas de preservação permanente com o de uso das terras, foram obtidas as áreas com conflitos, ou seja, áreas que por lei deveriam estar sendo preservadas, mas que apresentam usos antrópicos.

### **4.3. Resultados e discussões**

#### **4.3.1. Diagnóstico temporal de uso e ocupação da terra no assentamento Alvorada**

Comparando as classes de uso da terra do período anterior e posterior à implantação do assentamento Alvorada verifica-se que ocorreram alterações

significativas na paisagem (Figuras 8 e 9). A alteração principal refere-se à pressão demográfica, pois no local onde moravam apenas dois empregados, passou a configurar o universo de 72 unidades sócio-produtivas. Após a efetivação do assentamento em 1996 e distribuição das famílias em lotes, praticamente todo o campo nativo existente foi transformado em áreas agrícolas. Em apenas algumas poucas propriedades foram mantidas pequenas áreas de campo nativo para a alimentação do gado. No geral, as áreas de campo nativo remanescentes encontram-se altamente degradadas pelo superpastoreio e situam-se próximas aos cursos d'água e áreas úmidas. Mesmo sendo de difícil manejo, elas estão sendo drenadas e incorporadas à produção de grãos.

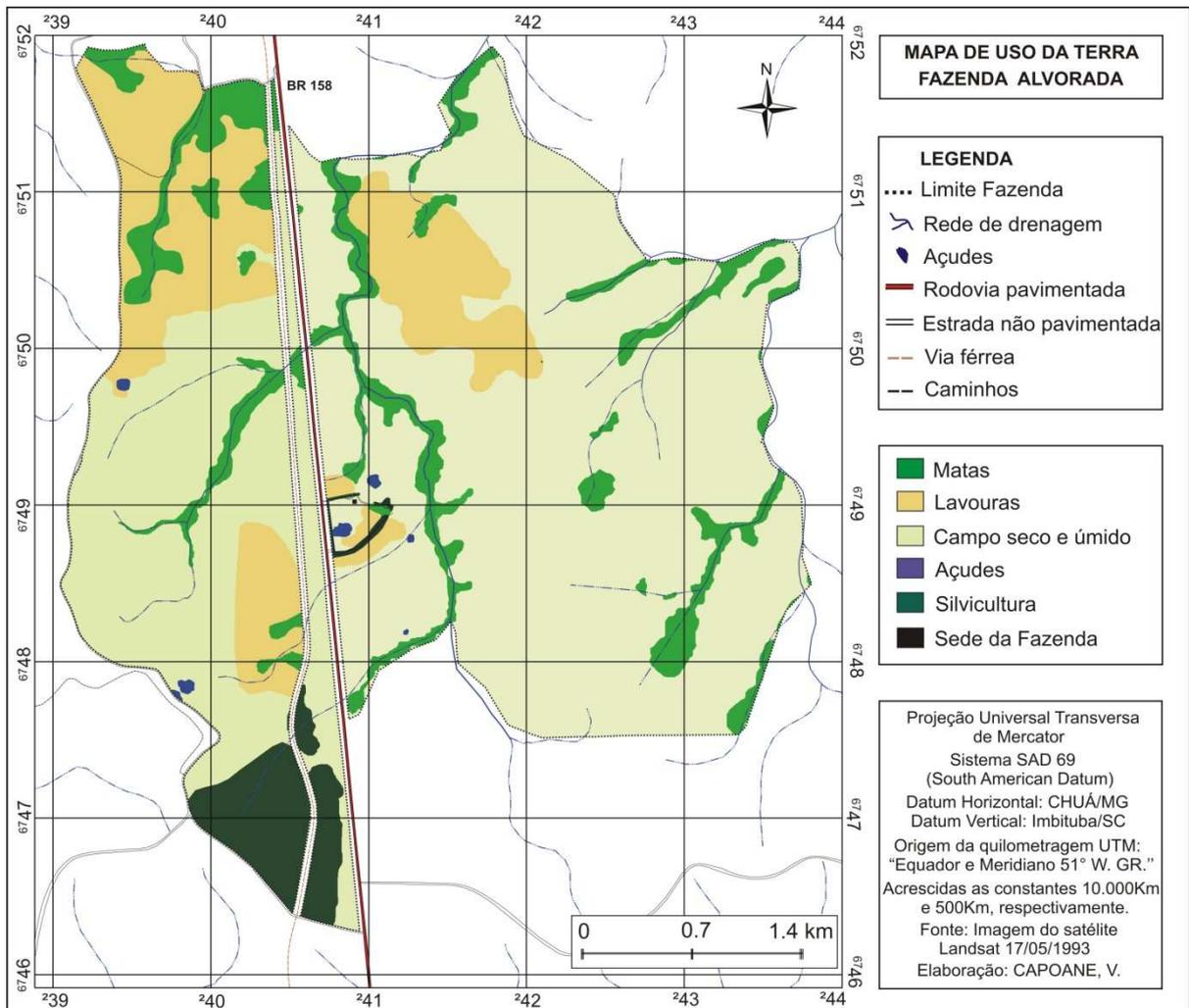


Figura 8 - Mapa temático de uso da terra do ano de 1993, fazenda Alvorada, Júlio de Castilhos.

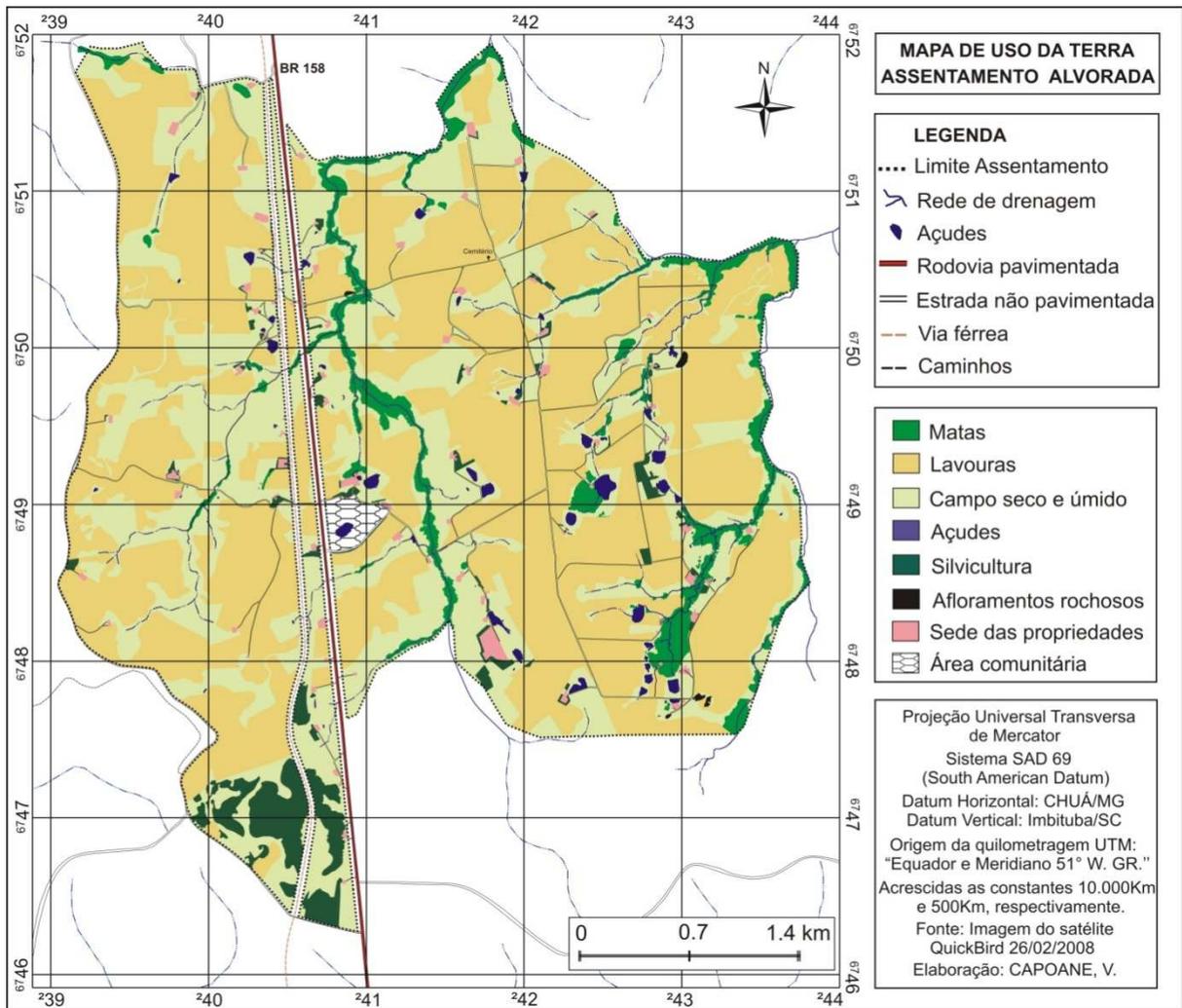


Figura 9 - Mapa temático de uso da terra do ano de 2008, assentamento Alvorada, Júlio de Castilhos.

A conversão do campo nativo em lavouras foi feita sem adotar práticas mínimas da Ciência do Solo. Há sinais claros de lavouras com baixas produtividades e muito mal manejadas. Em quase todas as propriedades ainda é usado o sistema convencional de plantio, utilizando lavrações e gradagens ou adotando-se a semeadura após dessecação da vegetação espontânea com baixíssima cobertura do solo. Alguns denominam plantio direto, mas nada mais é do que plantar sem lavar. Independente da denominação que se dê, não há cobertura do solo suficiente para amenizar a energia cinética da chuva, não há obras físicas de contenção da enxurrada e as operações de semeadura e aplicação de agrotóxicos são feitas no sentido do declive. Há presença de erosão laminar forte e erosão em sulcos que poderão evoluir para voçorocas. Todas essas operações são tremendamente impactantes, pois os solos são naturalmente frágeis devido ao substrato litológico. É

visível a transferência de sedimentos e, certamente, de agrotóxicos e nutrientes, para os cursos d'água e açudes durante os eventos pluviais. Também é fácil a observação de assoreamento dos açudes e o desmoronamento das margens dos cursos de água.

No projeto original de divisão da fazenda em lotes pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), as estradas internas estariam, em sua maioria, localizadas na divisa dos lotes. Por isso, na implantação do assentamento muitas estradas foram alocadas no sentido da pendente e transformaram-se em fontes de sedimento que tem contribuído para o assoreamento dos canais de drenagem e açudes. Além disso, em alguns casos as estradas são inexistentes, pois as divisas situam-se em áreas de banhado e seriam necessários gastos imensos para construção de pontes para transpô-las.

A superfície ocupada por lâmina d'água aumentou significativamente devido à construção de açudes para dessedentação dos animais e, em alguns casos para piscicultura. Alguns desses açudes localizam-se na média vertente, construídos no próprio canal de tributários próximos as nascentes ou no olho d'água. O entorno desses reservatórios apresenta total ausência de vegetação e é usado tanto para o pastoreio do gado, quanto para produção de grãos; desse modo, tornaram-se locais de depósito dos sedimentos erodidos das lavouras e poteiros nas épocas de chuva.

A classe sede da propriedade compreende benfeitorias como edificações, instalações agropecuárias, instalações de abastecimento d'água, hortas e pomares. Há uma grande variação de tamanho da área sede entre as propriedades, refletindo as diferenças culturais existentes entre os assentados e o histórico precedente de cada família. Outro fato observado é sua localização, na maioria próxima aos cursos d'água, o que acaba por torná-las fontes pontuais de poluição. Considerando o tamanho dos lotes e a alta fragilidade do ecossistema natural, eles são muito pequenos, o que gera pressão sobre os recursos naturais e compromete a viabilidade econômica da Política de Reforma Agrária.

Comparando a classe Silvicultura (Eucalipto e Pinus) mapeada no ano de 1993 com a classe Silvicultura (Eucalipto, Pinus e Acácia) mapeada no ano de 2008, fica evidente que houve uma redução nas áreas mapeadas em 1993 e um acréscimo distribuído em focos por todo o assentamento no ano de 2008. Esses focos, em geral, encontram-se próximos às sedes das propriedades e têm a função de quebra-vento, além de fonte de lenha para consumo doméstico.

No que diz respeito às áreas com matas, a maior destruição ou exploração predatória ocorreu antes da desapropriação. Entretanto, atualmente há forte pressão sobre as matas ripárias remanescentes. Percebe-se que o corte seletivo de árvores para madeira, extração de lenha para consumo doméstico e utilização para pastoreio do gado leiteiro, estão reduzindo a densidade de algumas espécies, comprometendo a capacidade regenerativa das áreas florestais, contribuindo para a perda de biodiversidade da região e da qualidade das florestas. As áreas de nascentes e os canais de 1ª e 2ª ordem são os mais afetados e praticamente toda a mata ripária já foi suprimida; restam apenas alguns focos com arbustos e árvores pioneiras ou com baixo valor econômico. Embora os assentados tenham recebido áreas com um passivo ambiental, este poderia ter sido regenerado e os remanescentes florestais preservados, mas isso não ocorreu e a degradação somente se intensificou.

Um fato constatado em campo é que o assentamento não possui área de Reserva Legal (RL). Nessa região, a RL deve representar um mínimo de 20 % da área total da propriedade e deve ser alocada preferencialmente em parcela única e com cobertura arbórea representativa da região. Em assentamentos rurais, a RL pode ser demarcada separadamente, por lote ou, quando há uma área florestada, é possível estabelecer uma RL coletiva na fase de execução do projeto. No projeto de assentamento Alvorada havia uma área destinada para RL, porção sudoeste do assentamento, a qual era coberta por uma plantação de eucalipto com 69,45 ha. Porém, esta área teria sido ocupada por alguns assentados (INCRA/RS, 2008). Conforme o inciso III do artigo 1º do Código Florestal (Lei nº 4.771/1965 com redação dada pela MP 2.166-67/2001), a Reserva Legal é definida como o espaço localizado no interior de uma propriedade ou posse rural, excetuada a de preservação permanente, necessária ao uso sustentável dos recursos naturais, à conservação e reabilitação dos processos ecológicos, à manutenção da biodiversidade, protegendo a fauna e a flora nativas. Então, mesmo que a área destinada para a RL coletiva não tivesse sido ocupada e que tivesse permanecido intacta desde a época da implantação, esta não poderia ser considerada, pois uma monocultura de eucalipto não cumprirá a função ambiental de uma floresta nativa. Ainda, se a área com eucaliptos tivesse sido averbada como RL, ainda faltariam 244,35 ha para completar os 20 % (313,8 ha) de RL que a lei exige, e estes deveriam estar distribuídos entre os 72 lotes.

Diante do exposto, ficou evidente o descaso do INCRA quanto ao cumprimento da legislação ambiental, o que, por conseguinte, comprometeu a sustentabilidade do assentamento Alvorada. Em campo foram comprovados inúmeros erros estruturais do projeto e um passivo ambiental que tende a aumentar se medidas mitigadoras não forem tomadas em curto prazo.

De acordo com Medeiros e Leite (1999), os diferentes governos envolvidos no processo de reforma agrária, de modo a apaziguar os movimentos sociais, têm desapropriado terras ecologicamente frágeis. A instalação de assentamentos em áreas caracterizadas por algum tipo de estresse ambiental reflete tanto a ausência de uma preocupação efetiva em relação às condições físicas do ambiente, como a falta de sensibilidade com as dificuldades que serão enfrentadas pelos agricultores para o desenvolvimento das atividades agrícolas (Haddad e Pedlowski, 2010). Esta quase omissão do Estado e sua atuação apenas sob pressão, no sentido de resolver o problema agrário, deve-se aos interesses numéricos por ele representados. Gonçalves Neto (1997) expõe claramente que, em sendo o Estado o “guardião da ordem dominante”, seus interesses serão os interesses da classe dominante, não da sociedade como um todo.

Diversos trabalhos têm demonstrado haver dificuldades na operacionalização dos instrumentos legais que visam à sustentabilidade ambiental e sócio-econômica nos assentamentos rurais. Araújo (2006) expõe que, apesar de a variável ambiental estar presente nas leis agrárias, desde as mais antigas, na maioria das vezes os formuladores e executores das políticas de reforma agrária negligenciaram esta questão. Através de um estudo realizado em diversos assentamentos, a autora concluiu que a inserção da variável ambiental nas ações de reforma agrária é muito incipiente e tem habitado muito mais o campo do discurso do que da prática. Shimbo (2006) aponta que, 95 % dos projetos de assentamentos cadastrados no Sistema Informatizado de Projetos de Reforma Agrária (SIPRA) do INCRA não finalizaram os procedimentos, estudos e documentação necessários para viabilizar o licenciamento ambiental e, desses, apenas 1824 projetos de assentamento possuem seus Planos de Desenvolvimento concluídos e aprovados.

Tendo em vista este cenário, Travalini (2009) diz que, para que a reforma agrária cumpra sua função social, é necessário que o planejamento ambiental dos projetos de assentamento ocorra sob uma visão integrada, ou seja, atendendo os anseios e necessidades dos pequenos trabalhadores rurais e suas famílias, no que

tange ao acesso a condições sustentáveis de produção e comercialização de seus produtos, à saúde, à moradia e a uma educação de qualidade.

Cabe ressaltar que a quantificação das classes de uso da terra para efeito de comparação não foi feita neste trabalho, pois o erro seria imenso, uma vez que a imagem do satélite Landsat tem baixa resolução espacial e a imagem do satélite QuickBird tem alta resolução espacial.

#### 4.3.2. Conflitos no uso da terra em áreas de preservação permanente em duas pequenas bacias hidrográficas

No verão de 2009/2010 as lavouras anuais corresponderam a 65 % da área na PBH 1 e 68,3 % na PBH 2. Estas áreas encontram-se distribuídas em toda a pequena bacia hidrográfica, desde as margens de arroios, banhados drenados e topos de coxilhas (Tabela 3, Figura 10). As classes pastagem de verão (Brachiaria, milho e Tifton) e pastagem natural corresponderam a 8,3 e 17,8 ha na PBH 1 e 0,1 e 9,2 ha na PBH 2. Somando a área de todas as classes que eram utilizadas para pastoreio do gado (pastagem de verão; pastagem natural; mata; silvicultura e áreas úmidas) atingiu-se 30,2 % da área para a PBH 1 e 29,2 % para a PBH 2. O restante correspondia às classes sede da propriedade, açudes e estradas (Tabela 3, Figura 10).

As áreas de preservação permanente (nascentes, cursos d'água e reservatórios artificiais) deveriam por Lei perfazer 31,4 ha na PBH 1 e 16,4 ha na PBH 2 (Figura 11), porém foi comprovado em campo que a legislação federal não está sendo respeitada.

Na PBH 1 as matas ocupam 14,9 ha, isso corresponde a 10,7 % da área total da PBH. Destes 14,9 ha, 10,8 ha encontram-se em área de preservação permanente. No entanto, desses 10,8 ha somente 1,5 ha estão em bom estado de conservação, sem a presença de atividades antrópicas, o restante da área apresenta conflitos de uso como utilização para pastoreio do gado, lavouras, plantações de pinus e eucalipto além de área construída (Figura 12).

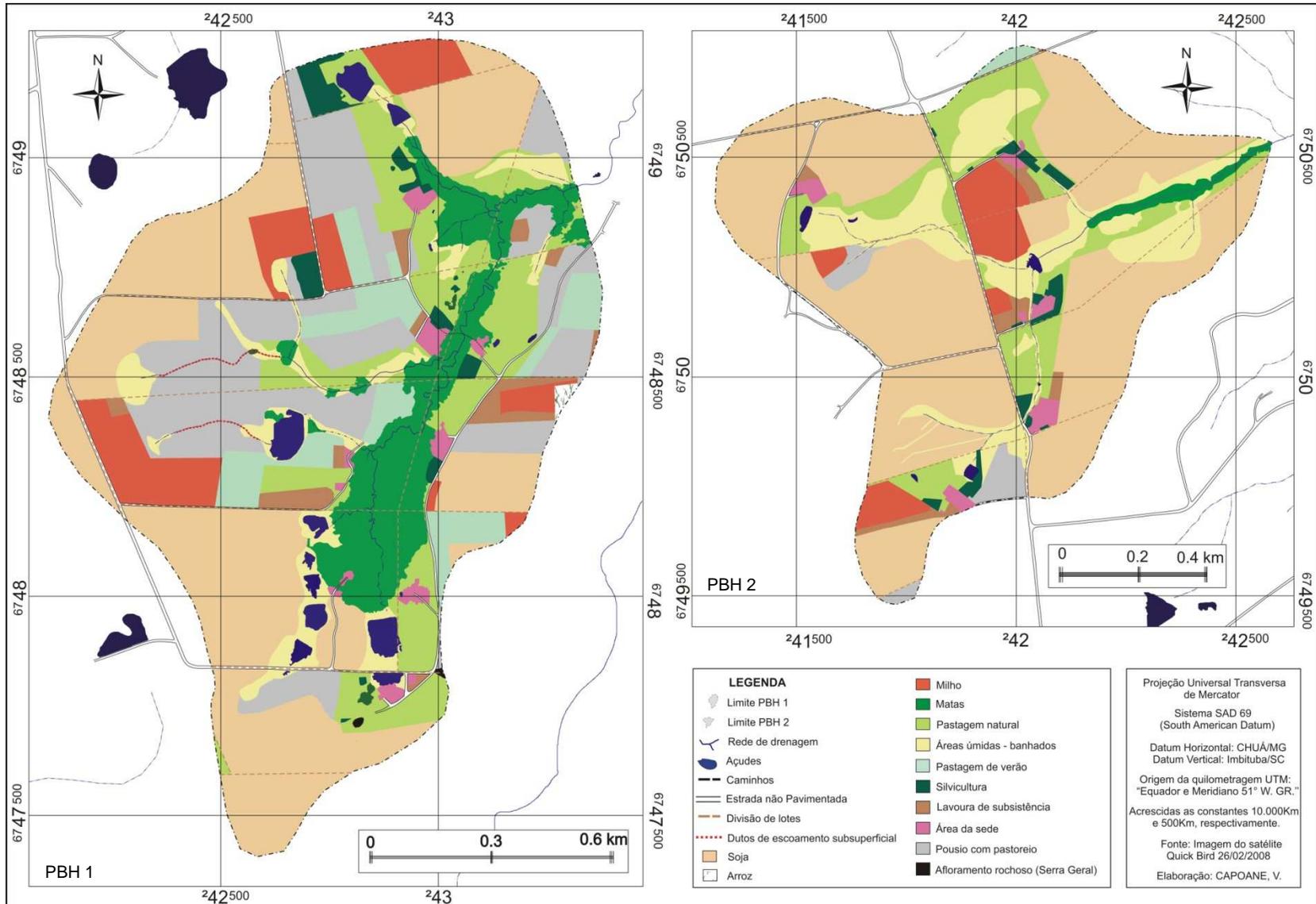


Figura 10 - Classes de uso da terra do período de verão 2009/2010 nas pequenas bacias hidrográficas, assentamento Alvorada.

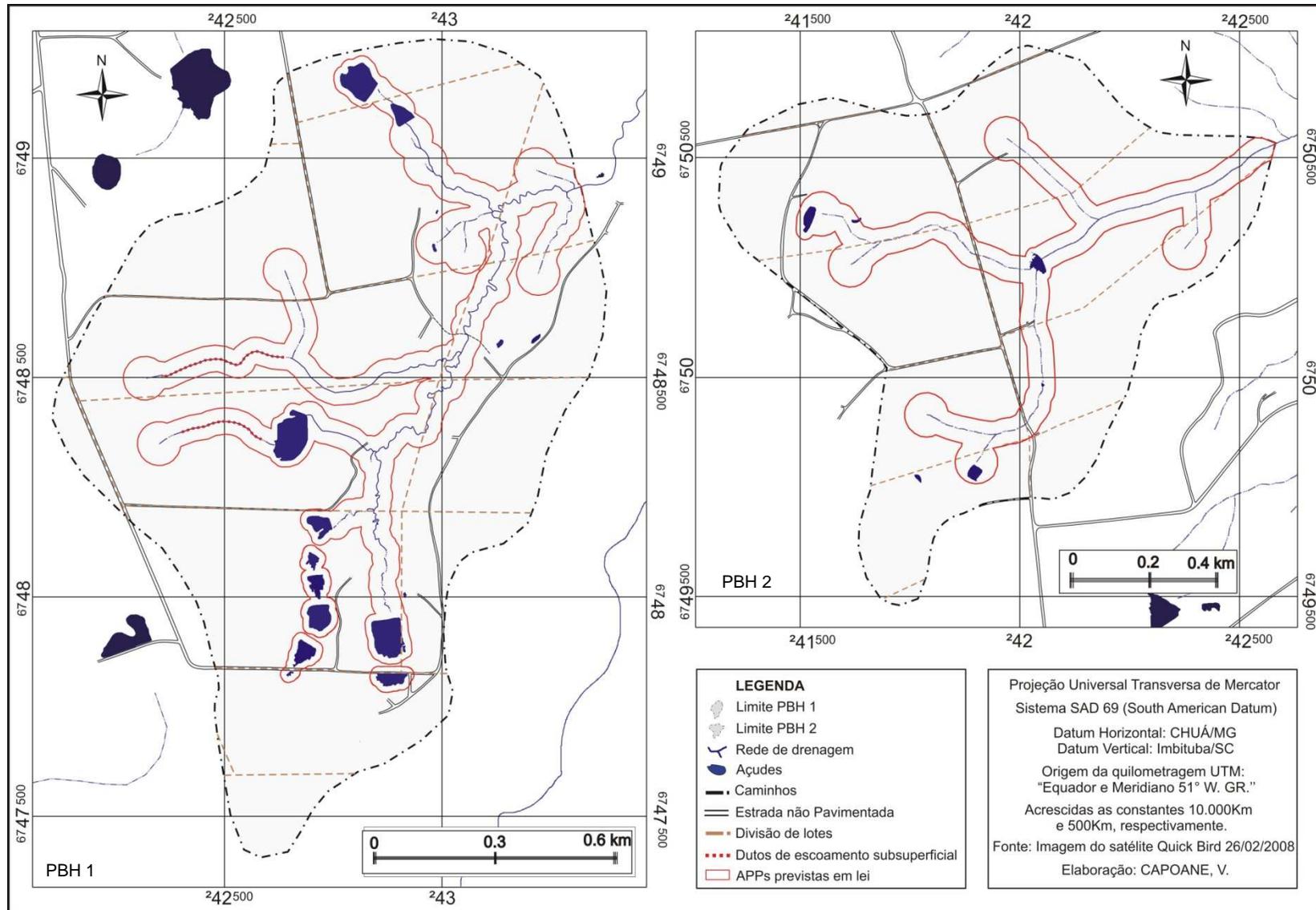


Figura 11 - Delimitação das Áreas de Preservação Permanente, conforme Legislação Federal vigente, nas duas pequenas bacias hidrográficas.

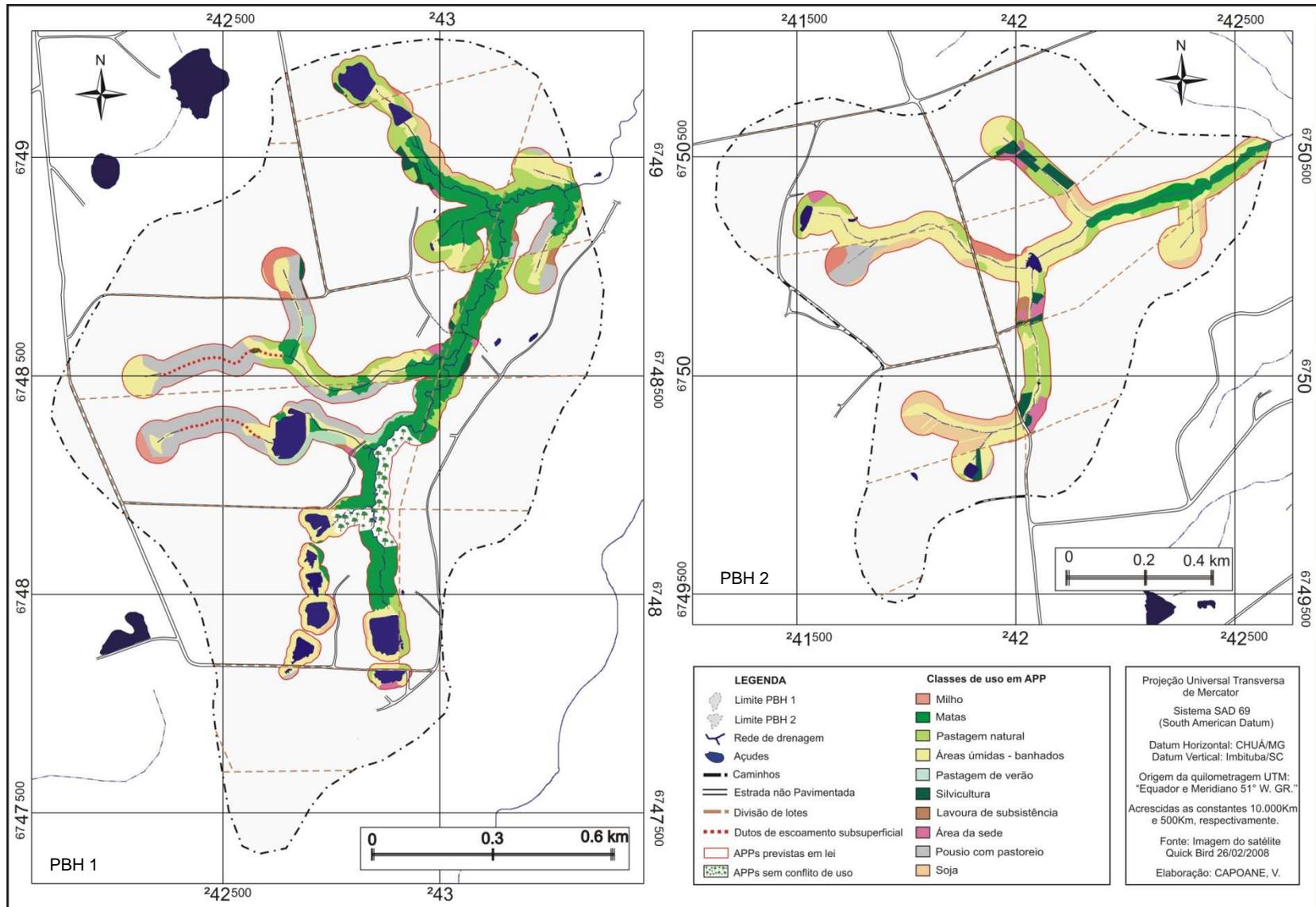


Figura 12 - Conflitos de uso da terra em Área de Preservação Permanente nas duas pequenas bacias hidrográficas, assentamento Alvorada.

Na PBH 2 os remanescentes florestais são de apenas 1,1 ha, o que corresponde a 1,4 % da área total da PBH. A pouca mata de galeria existente não cumpre sua função ambiental, pois esta se encontra dentro de um potreiro e a livre circulação do gado impede o processo de regeneração natural. Dessa forma, conforme ilustrado na Figura 12 e confirmado no campo, a totalidade das áreas que por Lei deveriam estar sendo preservadas apresentam conflitos de uso.

Tabela 3 - Classes de uso da terra presentes nas pequenas bacias hidrográficas no período de verão 2009/2010, assentamento Alvorada, Júlio de Castilhos - RS.

<b>Classes de uso da terra verão 2009/2010</b>	<b>PBH 1 - Área ha</b>	<b>PBH 2 - Área ha</b>
Matas	14,9	1,1
Silvicultura	2,4	1,1
Soja	44,2	47,3
Milho	10,3	4,6
Pastagem natural	17,8	9,2
Pastagem de verão	8,3	0,1
Áreas úmidas banhados	7,1	12,2
Lavoura de subsistência	2,9	1,3
Área da sede	1,8	1,3
Açudes	2,8	0,3
Pousio com pastoreio	25,1	1,9
Estradas	0,6	0,4
Arroz de sequeiro	0,2	-
Afloramento rochoso	0,1	-
<b>Total</b>	<b>139,6</b>	<b>80,8</b>

A manutenção da saúde ambiental de pequenas bacias hidrográficas submetidas à produção agrícola requer que as zonas ripárias sejam preservadas, pois assim elas poderiam cumprir sua função ambiental. Todavia, estas áreas despertam interesses conflitantes. Por um lado, agricultores e pecuaristas a vêem com potencial produtivo ou como meio de acesso dos animais à água. Por outro, sua preservação e restauração, visando proteger suas funções ambientais, são essenciais na busca da sustentabilidade (Attanasio et al., 2006).

Quando um rio não possui mata ripária em um comprimento considerável, ele fica suscetível a processos erosivos mais frequentes e intensos ao longo de suas margens. Uma das consequências é o assoreamento dos canais. Com mais

sedimento presente no leito, este acaba aumentando a distância das margens. Em eventos meteorológicos mais intensos, a vazão aumenta demasiadamente ao ponto de extrapolar estas margens já expandidas, podendo vir a causar danos às atividades agrícolas e pecuárias, além de alterar profundamente as relações ecológicas da fauna e flora local (Nowatzki et al., 2009). No mês de janeiro de 2010, por exemplo, ocorreram vários eventos extremos (precipitação mensal acumulada de 645 mm) na região onde se encontram as PBHs estudadas e as consequências do mau uso e manejo do solo, aliada a ausência de matas ripárias em longos trechos, provocou o extrapolamento das margens em decorrência do assoreamento dos canais, o que, por conseguinte, compromete a biodiversidade dos ecossistemas aquáticos (Figura 13).



Figura 13 - (a) Deposição de sedimento nas margens dos arroios após evento pluvial; (b) Assoreamento dos canais de drenagem comprometendo a biodiversidade do ecossistema aquático. Fotos: CAPOANE, V.; KOICHEM, M. L.

Todos os reservatórios artificiais apresentam usos antrópicos no entorno e quase total ausência de vegetação. Alguns deles foram alocados no próprio curso d'água em tributários próximos as nascentes, o que altera o fluxo de água e de sedimentos nas PBHs, outros se encontram em áreas de pastagem natural em que o gado tem livre circulação. É muito comum o gado beber água de nascentes, arroios, represas, avançando sobre a mata ripária. No entanto, o pisoteio do gado faz desbarrancar as margens dos córregos e açudes e deixa o material do fundo em suspensão, causando assoreamento e contaminação dos mesmos. Além disso, não permite o processo de regeneração natural e compacta o solo. Também, observa-se

que, nos locais onde há áreas agrícolas próximas, devido ao manejo inadequado dos solos e ausência de vegetação no entorno, os açudes se tornaram receptores de sedimento erodido das lavouras bem como de agrotóxicos e insumos agrícolas.

As áreas de nascente em ambas PBHs apresentaram alto grau de degradação. Em todas há total ausência de vegetação no entorno e presença de usos antrópicos como lavouras, pastagens e área construída. Dessa forma, as nascentes estão sujeitas à erosão em função das atividades agrícolas de preparo do solo, adubação, plantio, cultivos, colheita, tráfego do maquinário agrícola e pisoteio dos animais que compacta a superfície do solo. Isso leva à diminuição da capacidade de infiltração, ficando sujeita à erosão laminar e, conseqüentemente, provocando não só a contaminação da água por partículas do solo como também soterramento das nascentes (Figura 14).

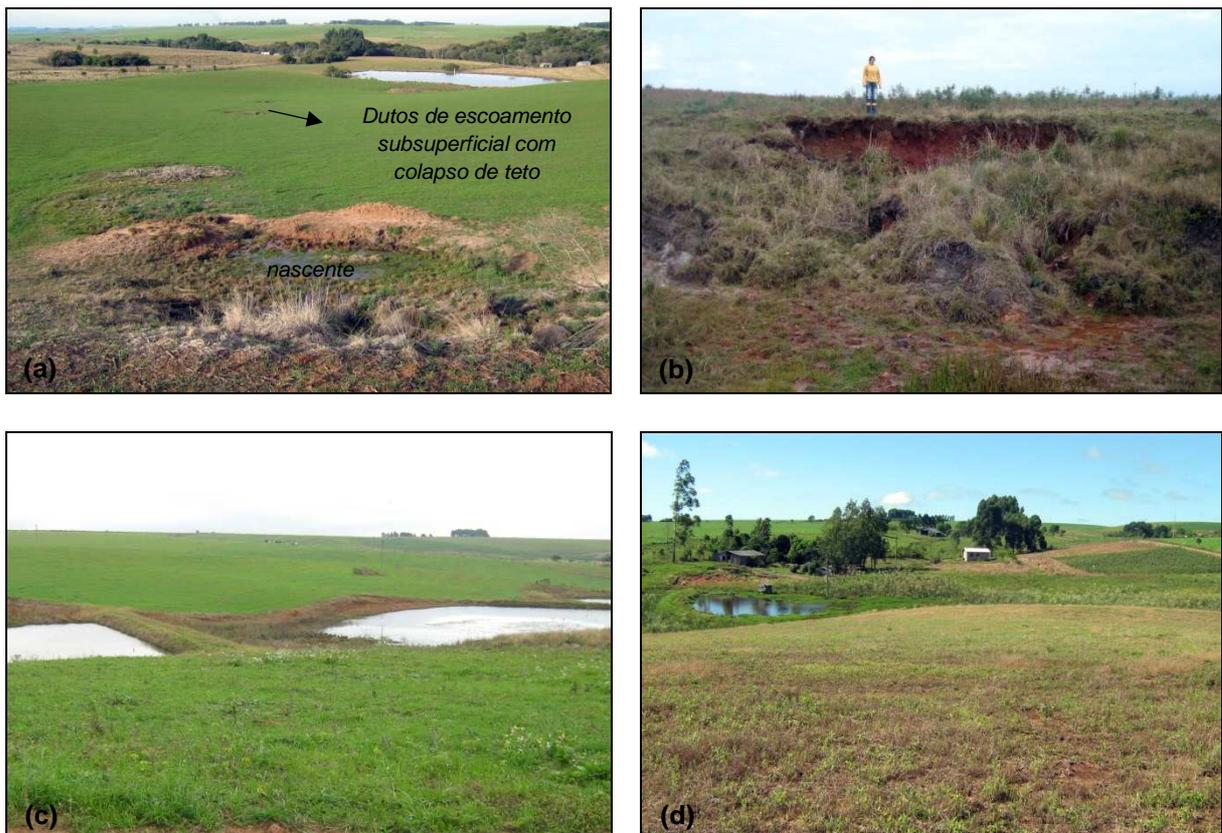


Figura 14 - (a) Imagem ilustrando a inexistência de área de preservação permanente no entorno da nascente e pontos com colapso de teto nos dutos de escoamento subsuperficial; (b) Desbarrancamento na nascente causado pelo tráfego do maquinário agrícola; (c) Área de preservação permanente no entorno de reservatórios sendo utilizada para fins agrícolas; (d) Açude alocado no canal de drenagem.

Fotos: CAPOANE, V.

#### 4.3.3. Alterações propostas no Código Florestal Brasileiro

O Código Florestal representa uma das poucas leis brasileiras que antecipou a necessidade de fazer a conservação das florestas. Entretanto, os recursos florestais nunca foram respeitados pelos governos, nem pelo agronegócio, nem pelo pequeno proprietário.

O projeto de revisão do Código Florestal, que teve como relator o deputado Aldo Rebelo, aprovado em 06 de julho de 2010 pela Comissão Especial da Câmara dos Deputados e que tramita na Câmara Federal, defende um processo que poderá significar uma onda de desmatamento, emissões incontroláveis de gás carbônico e danos irreversíveis ao meio ambiente (Ab'Sáber, 2010).

Dentre as alterações propostas por Rebelo (2010) estão: Anistia geral aos desmatadores de Reservas Legais e Áreas de Preservação Permanente flagradas até 22 de julho de 2008; Reflorestamentos com eucaliptos ou pinus (que são espécies exóticas) ou ainda outras culturas, por exemplo, frutíferas, poderão ser consideradas como Reserva Legal, ou seja, receberiam 'status' de vegetação nativa; Mais autonomia aos Estados para legislar sobre meio ambiente; Retirada da obrigatoriedade de Reserva Legal (fração destinada à preservação ambiental) em pequenas propriedades; Redução para 15 metros das APPs para rios com menos de 5 metros de largura, dentre outras.

Segundo Ab'Sáber (2010), o deputado não ouviu a ciência para elaborar o seu relatório e reprova a sua persistente e repetitiva argumentação, pois expôs a equívocos graves e lamentáveis e a ideia de que vale à pena destruir como no tempo do governo militar em que não existia preocupação com o meio ambiente. O primeiro grande erro segundo este autor foi elaborar uma legislação sem levar em conta os macrobiomas do país, e os minibiomas que os pontilham, com especial atenção para as faixas litorâneas, faixas de contato entre as áreas nucleares de cada domínio morfoclimático e fitogeográfico do território sendo absolutamente necessário focar para o zoneamento físico e ecológico de todos os domínios de natureza do país. A saber, as duas principais faixas de Florestas Tropicais Brasileiras: a zonal amazônica e a azonal - das matas atlânticas; o domínio dos cerrados, cerradões e campestres; a complexa região semi-árida dos sertões

nordestinos; os planaltos de araucárias e as pradarias mistas do Rio Grande do Sul, além do litoral e o Pantanal Mato-grossense.

Sem dúvida, as alterações propostas deveriam ter levado em conta o princípio da razoabilidade, pois o Brasil com seu tamanho continental possui diferentes tipos de clima, geologia, geomorfologia, solo e vegetação, o que demanda uma legislação específica para cada Estado, o que não significa dar maior autonomia ao Estado. Por isso, é imprescindível o conhecimento da realidade existente, através de mapeamentos atualizados, em escala compatível em nível municipal, o que tecnicamente poderia corresponder a uma escala de 1:50.000.

Tomando como exemplo a redução para 15 metros da faixa mínima de mata ripária para rios com menos de cinco metros de largura, percebe-se aí um total desconhecimento quanto à dinâmica dos cursos d'água. Esses canais, no geral são próximos a nascentes, cabeceiras de grandes rios e, se houver ainda mais desmatamento nessas áreas as consequências serão grandes nas áreas a jusante.

No caso das PBHs estudadas ficou comprovado que as APPs ao longo dos cursos d'água, reservatórios e nascentes nunca foram respeitadas, nem quando era fazenda nem depois que foi implantado o assentamento Alvorada. Se a alteração proposta de redução de 30 para 15 metros da faixa ripária para cursos d'água com menos de 5 metros de largura for aprovada, as áreas que por Lei deveriam estar sendo preservadas passariam de 31,43 ha para 18,95 ha na PBH 1 e de 16,40 ha para 10,40 ha na PBH 2. As áreas com conflito de uso diminuiriam, porém os prejuízos ambientais tenderiam a aumentar, uma vez que os assentados estariam livres para avançar nessas áreas e transformá-las em pastagem ou lavouras. Além do que, não seriam mais obrigados a regularizar a situação junto ao órgão ambiental no que se refere à área destinada para reserva legal.

#### **4.4. Conclusões**

A análise dos mapas temáticos com a evolução temporal de uso e ocupação da terra no assentamento possibilitou melhor visualização das mudanças ocorridas no espaço geográfico em função das atividades antrópicas. As principais alterações observadas após a implantação referem-se à pressão demográfica e a substituição

de áreas anteriormente utilizadas com pastagens e/ou campo nativo por cultura anual e pecuária leiteira extensiva.

As duas pequenas bacias hidrográficas estudadas apresentaram conflitos de uso da terra em área de preservação permanente, sendo 86,39 % da área na PBH 1 e 100 % na PBH 2.

Em campo foram comprovados inúmeros erros estruturais do projeto de assentamento e um passivo ambiental que tende a aumentar se medidas mitigadoras não forem tomadas em curto prazo.

## 5. ESTUDO II: INFLUÊNCIA DO USO DA TERRA NA QUALIDADE DA ÁGUA DE ARROIOS EM DUAS PEQUENAS BACIAS HIDROGRÁFICAS

**Resumo:** A ocupação e uso do solo em pequenas bacias hidrográficas agrícolas podem alterar sensivelmente os processos biológicos, físicos e químicos dos sistemas naturais. Este trabalho objetivou avaliar a qualidade da água de arroios relacionando-a ao uso da terra e a presença de matas ripárias em duas pequenas bacias hidrográficas localizadas dentro de um assentamento de reforma agrária no município de Júlio de Castilhos – Rio Grande do Sul. Coletaram-se amostras de água em seis locais (três em cada pequena bacia hidrográfica) e em quatro épocas (agosto e novembro de 2009, janeiro e março de 2010). Determinaram-se: coliformes totais, *Escherichia coli*, fósforo solúvel, ferro, nitrogênio amoniacal, nitrato, cálcio, magnésio, dureza, sódio, potássio, condutividade elétrica, potencial hidrogeniônico, cor, turbidez, demanda bioquímica de oxigênio e demanda química de oxigênio. Os mapas temáticos de uso da terra foram gerados utilizando como base a imagem do satélite QuickBird de 2008. Posteriormente foram feitos trabalhos de campo a fim de determinar os tipos de cultivos presentes nas épocas em que foram efetuadas as coletas de água nos arroios - cultivos de inverno 2009 e verão 2009/2010. Os valores médios de coliformes totais mantiveram-se acima de 10.000 NMP por 100 mL<sup>-1</sup> em todos os pontos monitorados nas duas pequenas bacias hidrográficas e, todos os pontos, em pelo menos uma das coletas, apresentaram bactérias *Escherichia coli*. Os parâmetros químicos avaliados apresentaram baixas concentrações refletindo a baixa utilização de insumos agrícolas pelos agricultores. A carga orgânica indicou uma pequena contaminação, isso se deve à degradação física da paisagem, com presença de vários focos de erosão em sulcos, além de erosão laminar forte. Não houve melhoria nos parâmetros de qualidade da água na pequena bacia hidrográfica com maior área de matas ripárias, o que foi atribuído à descaracterização delas pelo pastoreio animal e derrubada das árvores no interior da mata.

**Palavras-chave:** Qualidade da água, Uso da terra, Zona Ripária, Sistema de Informação Geográfica.

### 5.1. Introdução

A qualidade da água de uma pequena bacia hidrográfica pode ser influenciada por diversos fatores e, dentre eles estão o clima, a cobertura vegetal, a topografia, a geologia e o tipo de uso e manejo do solo (Pereira, 1997). O uso do

solo é o principal fator de degradação e exerce importante impacto sobre os processos erosivos de uma região (Lufafa et al., 2003; Costa et al., 2003; Santos, 2005) e na saúde dos rios (Naiman e Décamps, 1997).

Em pequenas bacias hidrográficas agrícolas, a ocupação e uso do solo podem provocar impactos ambientais adversos sobre a qualidade da água, principalmente quando praticada em áreas marginais e ecologicamente sensíveis. Os impactos podem ser agravados se no processo de ocupação áreas com vegetação ripária forem suprimidas.

Conforme Kronka et al. (2002), no Estado do Rio Grande do Sul muitos habitats ribeirinhos foram perdidos ao longo dos últimos 100 anos, principalmente devido à agricultura intensiva. Com a quase completa ausência da vegetação ripária, os sedimentos removidos pela erosão hídrica, sobretudo a laminar, pelo mau uso do solo, são transportados diretamente para os rios causando assoreamento e comprometimento da qualidade da água, além de vários outros prejuízos ambientais.

Nas áreas destinadas à reforma agrária o cenário é o mesmo e, na implantação, a maioria dos assentamentos já apresenta condições naturais desfavoráveis, como baixa qualidade físico-química dos solos, disponibilidade de água, frequência das chuvas, relevo e estado de conservação da vegetação nativa, fatores estes considerados como pré-condicionante para um maior êxito e nível de renda dos assentados (Bittencourt et al., 1998). Aliado a isso, muitos agricultores não possuem o domínio das técnicas e práticas mais sustentáveis para manejar os recursos naturais. Dessa forma, o revolvimento intensivo do solo pelos agricultores diminui drasticamente seus teores de matéria orgânica, atividade microbiológica e estabilidade de agregados (Rheinheimer, 2003). Com uma menor agregação do solo aumentará a erosão em entressulcos (Reichert et al., 2001), potencializando o carreamento de poluentes dissolvidos ou ligados aos colóides, até os mananciais aquáticos (Albuquerque et al., 2000).

Diante do exposto, este trabalho objetivou avaliar a influência do uso da terra na qualidade da água de arroios em duas pequenas bacias hidrográficas (PBHs) localizadas dentro de um assentamento de reforma agrária no município de Júlio de Castilhos – Rio Grande do Sul e verificar se a presença de maior área com matas ripárias em uma das pequenas bacias hidrográficas seria suficiente para reduzir a carga de poluentes que eventualmente atingem os cursos d'água e comprometem a qualidade dos mesmos.

## 5.2. Material e métodos

### 5.2.1. Localização dos pontos de coleta para análise e monitoramento

Coletaram-se amostras de água em seis pontos, três na PBH 1 (A1, A2, A3) e três na PBH 2 (B1, B2, B3) (Figura 15). Os pontos A1 e B1 situam-se próximos à seção de monitoramento hidrossedimentológico; A2 e B2 no canal principal, com mata ripária no entorno; A3 e B3 tributários localizados abaixo de residências onde foram instaladas estações de tratamento de esgoto por zona de raízes.

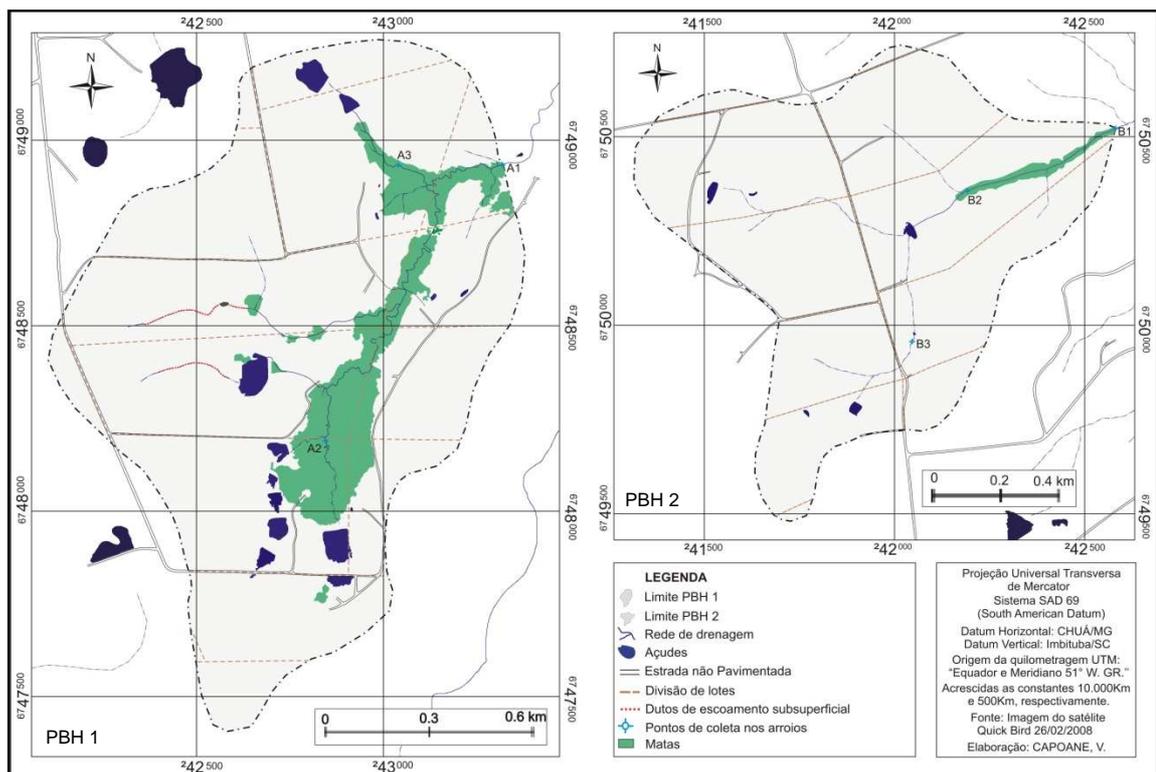


Figura 15 - Localização dos pontos monitorados nos arroios nas pequenas bacias hidrográficas, assentamento Alvorada, Júlio de Castilhos - Rio Grande do Sul.

### 5.2.2. Definição dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos

Os parâmetros de qualidade físico-químicos e microbiológicos para o monitoramento foram definidos considerando as fontes de poluição associadas ao

tipo de uso e ocupação da terra, dentre os quais se destacam o deflúvio superficial agrícola e despejo *in natura* de efluentes domésticos. Os parâmetros selecionados foram: Coliformes Totais (CT), *Escherichia coli* (*E. coli*), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO<sub>5,20</sub>), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Fósforo Solúvel (Ps), Nitrogênio amoniacal ([amônia (NH<sub>3</sub>) + amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)]), Nitrato (NO<sub>3</sub>), Potencial Hidrogeniônico (pH), Condutividade Elétrica (CE), Cor aparente, Turbidez, Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Dureza, Sódio (Na), Potássio (K) e Ferro (Fe). A representatividade destes parâmetros foi avaliada a cada dois meses, de agosto de 2009 até março de 2010, num total de 24 amostras. Posteriormente foi feito o enquadramento dos corpos d'água de acordo com a Resolução CONAMA nº 357 (Brasil, 2005).

#### 5.2.3. Metodologia de coleta e acondicionamento das amostras

As amostras para análise físico-química e microbiológica foram coletadas e acondicionadas segundo as recomendações do Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (APHA, 2005) sendo transportadas imediatamente até o Laboratório de Análises de Águas Rurais (LAAR) do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria.

#### 5.2.4. Análises físico-químicas

Imediatamente à chegada ao LAAR, determinaram-se o pH, a CE, a turbidez e a cor aparente com o uso de um pHmetro de bancada, condutivímetro Digimed DM31, turbidímetro e colorímetro, respectivamente. As amostras destinadas à determinação dos parâmetros químicos foram filtradas em membrana de celulose com 0,45 µm de diâmetro de poro e mantidas em geladeira (2-8 °C).

As concentrações de Ca, Mg e Fe foram determinadas por espectrofotometria de absorção atômica; a dureza da água foi obtida pela fórmula: concentração equivalente de carbonato de cálcio (mg L<sup>-1</sup>) = 2,497\*(Ca em mg L<sup>-1</sup>) + 4,118\*(Mg em mg L<sup>-1</sup>); K e Na por espectrofotometria de emissão de chama.

Os teores de N amoniacal e de nitrato foram obtidos usando-se a metodologia de arraste de vapores em destilador semi-micro Kjeldahl, descrita por Tedesco et al. (1995). Para tal, adicionou-se 0,2 g de óxido de magnésio (MgO) em 20 mL de amostra de água não filtrada. A mistura foi então destilada, recolhendo-se vapor de amônia livre em uma solução de ácido bórico (5 mL) e, posteriormente, titulado com solução de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Em seguida e depois de ter esfriado, a solução restante no tubo de destilação foi submetida à nova destilação, após a adição de 0,2 g de Liga de Devarda, para determinação de nitrato.

A concentração de fósforo solúvel foi determinada por espectrofotocolorimetria UV - Visível. A metodologia utilizada foi a descrita por Makris (2002). Em uma alíquota de 2 mL de amostra filtrada foi adicionado 0,4 mL de solução contendo molibdato de amônio ((NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub>.4H<sub>2</sub>O) e H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, agitou-se por 10 minutos; após, adicionou-se 0,4 mL de solução contendo corante verde malaquita (C<sub>23</sub>H<sub>25</sub>ClN<sub>2</sub>) e álcool polivinílico [-CH<sub>2</sub>CHOH-]<sub>n</sub>; agitou-se por 20 minutos e procedeu-se a leitura no espectrofotômetro regulando-o para o comprimento de onda de 604 nm.

Todas as soluções foram preparadas com água destilada e deionizada pelo sistema Milli-Q (Millipore) e reagentes de grau analítico (P.A.).

#### 5.2.5. Análises microbiológicas

As análises microbiológicas consistiram na determinação do número mais provável (NMP) de Coliformes totais e *E. coli*, para tal, 5,0 mL do meio de cultura de caldo Fluorocult LMX (MERCK, 17 g L<sup>-1</sup>, pH 6,8 a 25 °C) foi adicionado em um tubo de ensaio com tampa rosca e esterilizado em autoclave, sob pressão de 1,0 atm e temperatura de 121 °C, durante 25 min. Esse caldo, pela sua alta qualidade nutricional e tampão de fosfato, garante alta taxa de crescimento de coliformes, enquanto o laurilsulfato inibe o crescimento de bactérias gram-positivas. Após resfriamento do material, na câmara de fluxo laminar, efetuaram-se as diluições de 10<sup>-1</sup>, 10<sup>-2</sup>, 10<sup>-3</sup> e 10<sup>-4</sup> da amostra de água, com o auxílio de pipeta automática. As amostras foram incubadas em estufa por 48 horas, sob temperatura controlada de 35-37 °C. A presença de CT foi indicada por cor verde azulada e da *E. coli* por

fluorescência azul quando exposto à luz ultravioleta. Em função do número de tubos positivos e respectivas diluições, estimou-se por tabela estatística o número mais provável de Coliformes totais e *E. coli*.

#### 5.2.6. Indicadores de matéria orgânica

A DQO foi determinada pelo método titulométrico de refluxo fechado (APHA, 1995). A matéria orgânica e outras substâncias passíveis de oxidação foram misturadas com uma solução de dicromato de potássio ( $K_2Cr_2O_7$ ),  $H_2SO_4$  e sulfato de prata ( $Ag_2SO_4$ ). A amostra foi digerida por refluxo fechado por duas horas. Os compostos orgânicos voláteis são mais facilmente oxidados no sistema fechado devido ao contato mais efetivo com o agente oxidante. Após, resfriou-se a amostra à temperatura ambiente e transferiu-se para um frasco erlenmeyer. O  $K_2Cr_2O_7$  não digerido remanescente foi titulado com uma solução de Sulfato Ferroso Amoniacal ( $[Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O]$ ) na presença do indicador ferroína ( $[Fe(o-fen)_3]SO_4$ ). Os dados foram expressos em oxigênio equivalente  $mg O_2 L^{-1}$  (Schmitz, 2004).

Na determinação da DQO são oxidados compostos orgânicos mais refratários, que não são oxidados na  $DBO_{5,20}$  como celulose, lignina, compostos húmicos e alguns amoniacais. Deste modo, os valores de DQO serão sempre superiores aos de  $DBO_{5,20}$  (Schmitz, 2004).

A determinação da  $DBO_{5,20}$  foi realizada através do método manométrico, utilizando-se o sistema eletrônico de medição *B.O.D. Sensor* - Velp Científica. Em frasco âmbar, foi colocada uma quantidade pré-determinada de amostra, após o frasco foi tampado e conectado a um sensor. Dentro do frasco, acima da amostra, há uma concentração de oxigênio de 21 %. As bactérias presentes utilizam o oxigênio contido na amostra para oxidar a matéria orgânica. O ar acima da amostra reabastece a quantidade de oxigênio utilizado pelas bactérias para degradação da matéria orgânica. O corte na pressão do ar causa redução na pressão dentro do frasco, o que é detectado pelo sensor. Durante o período de incubação (5 dias) a amostra é agitada continuamente com um agitador magnético. O agitador ajuda a transferir o oxigênio da atmosfera para a amostra e simula condições naturais. O dióxido de carbono produzido por microrganismos na oxidação do material orgânico

é removido do sistema adicionando-se cristais de hidróxido de potássio (KOH) nos frascos contendo amostra. O *B.O.D. Sensor System* é programado para memorizar cinco valores em intervalos de tempo de 24 horas a partir do início do ciclo. As escalas de trabalho fornecem diretamente o valor de  $O_2$  consumido em  $mg O_2 L^{-1}$ .

#### 5.2.7. Elaboração dos mapas temáticos de uso da terra

A primeira etapa para a elaboração dos mapas temáticos foi a criação de uma base de dados em ambiente do SIG utilizando o software SPRING 5.0.5. Uma imagem do satélite QuickBird de 22/02/2008 foi georreferenciada e, em tela determinaram-se as glebas. Posteriormente foram feitos trabalhos de campo a fim de determinar os tipos de cultivos presentes nas épocas em que foram efetuadas as coletas de água nos arroios - cultivos de inverno 2009 e verão 2009/2010. O traçado da rede de drenagem das duas PBHs foi gerado através da imagem do satélite, contudo, nas áreas onde não foi possível a visualização, áreas com mata fechada, foi feito caminhamento utilizando o GPS de navegação GPSMAP 76CSx da Garmin, conectado a uma antena externa.

### 5.3. Resultados e discussões

As atividades agropecuárias no inverno de 2009 restringiram-se ao pastoreio do gado leiteiro, representando 93,3 % na PBH 1 e 95,9 % na PBH 2 (Tabela 4 e Figuras 16 e 17). Além das áreas de pousio hibernal (restevas dos cultivos de verão) e das pequenas áreas cultivadas com forrageiras de inverno, foram incluídas com a atividade de pastoreio, as classes mata, silvicultura, pastagem natural e áreas úmidas, pois em todas havia a presença dos animais. Isso decorre da falta de oferta de forragem, pois poucos assentados têm hábito de cultivar forrageiras de inverno. Há presença de aveia e azevém ou apenas azevém de ressemeadura natural, mas com presença de ervas daninhas indesejáveis e com sintomas evidentes de deficiências nutricionais e com baixa produtividade.

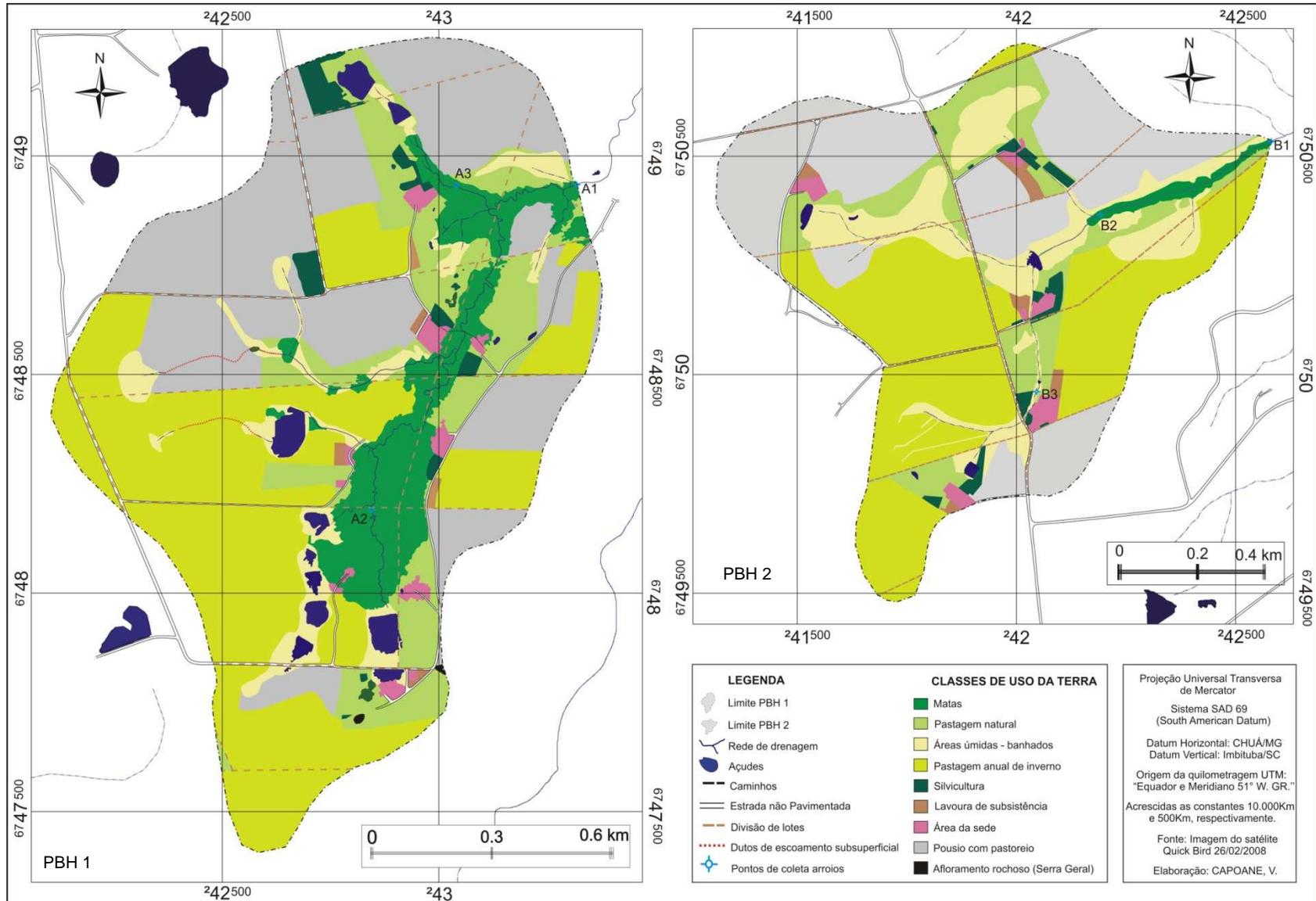


Figura 16 - Mapa temático de uso da terra do período de inverno de 2009 nas pequenas bacias hidrográficas, assentamento Alvorada.

Tabela 4 - Quantificação das classes de uso da terra presentes nas pequenas bacias hidrográficas no período de inverno 2009, assentamento Alvorada.

<b>Classes de uso inverno 2009</b>	<b>PBH 1 - Área ha</b>	<b>PBH 2 - Área ha</b>
Área da sede	1,8	1,3
Lavoura de subsistência	2,9	1,3
Açudes	2,8	0,3
Estradas	0,6	0,4
Afloramento rochoso	0,1	-
Matas	14,9	1,1
Silvicultura	2,4	1,1
Pastagem natural	17,8	9,2
Áreas úmidas - banhados	7,1	12,2
Pastagem anual de inverno + pousio com pastoreio	88,1	53,9
<b>Total</b>	<b>139,6</b>	<b>80,8</b>

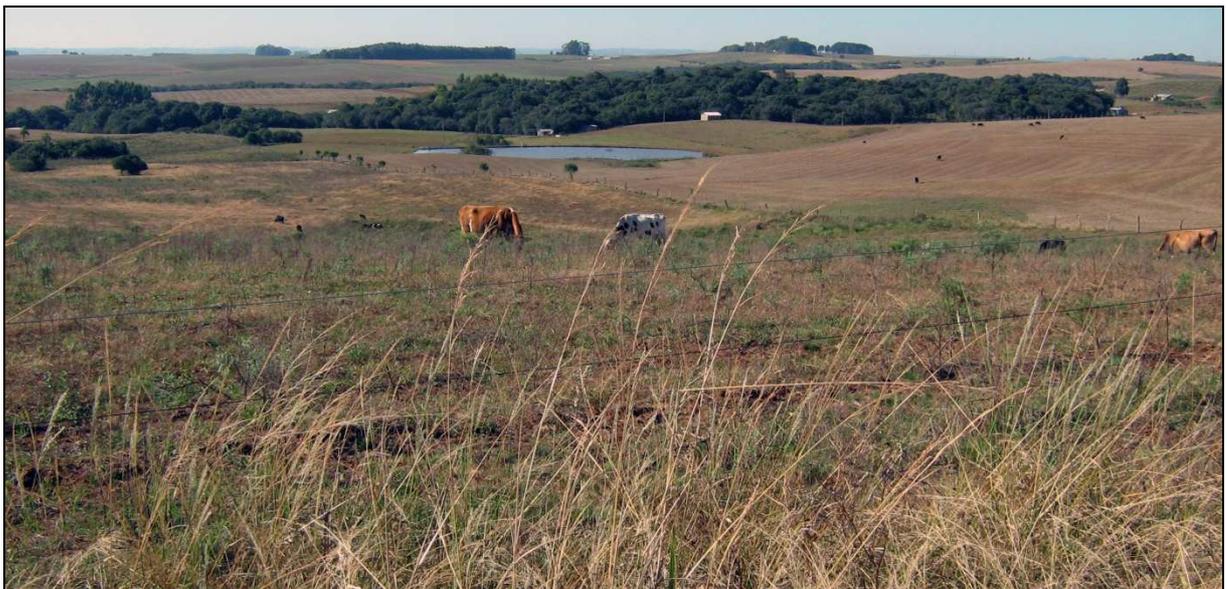


Figura 17 - Restevas sendo utilizadas para o pastoreio do gado no período de inverno de 2009.  
Foto: CAPOANE, V.

No período de verão 2009/2010 as áreas destinadas ao pastoreio do gado leiteiro restringiram-se a apenas 30,2 % na PBH 1 e 29,2 % na PBH 2. Para esse cálculo, assim como no período do inverno de 2009, foram incluídas as classes mata, silvicultura, pastagem natural e áreas úmidas. As lavouras com culturas anuais ocupavam 65 % da área na PBH 1 e 68,3 % na PBH 2. Estas áreas encontram-se desde as margens de arroios, banhados drenados até o topo das coxilhas (Tabela 5 e Figura 18).

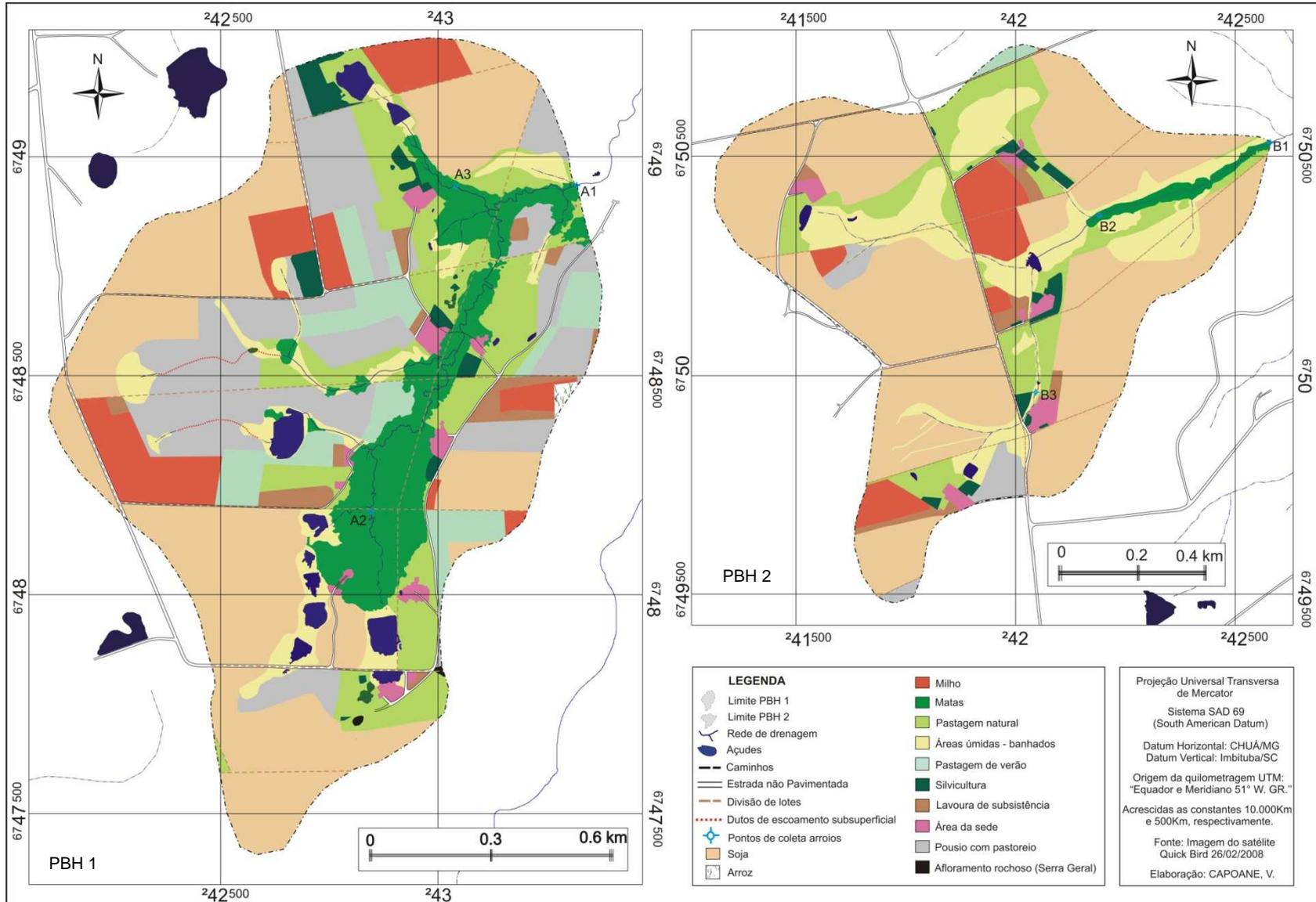


Figura 18 - Mapa temático de uso da terra do período de verão 2009/2010 nas pequenas bacias hidrográficas, assentamento Alvorada.

Tabela 5 - Quantificação das classes de uso da terra nas pequenas bacias hidrográficas, período de verão 2009/2010, assentamento Alvorada.

<b>Classes de uso verão 2009/2010</b>	<b>PBH 1 - Área ha</b>	<b>PBH 2 - Área ha</b>
Matas	14,9	1,1
Eucalipto e pinus	2,4	1,1
Soja	44,2	47,3
Milho	10,3	4,6
Pastagem natural	17,8	9,2
Pastagem de verão	8,3	0,1
Áreas úmidas banhados	7,1	12,2
Lavoura de subsistência	2,9	1,3
Área da sede	1,8	1,3
Açudes	2,8	0,3
Pousio com pastoreio	25,1	1,9
Estradas	0,6	0,4
Arroz de sequeiro	0,2	-
Afloramento rochoso	0,1	-
<b>Total</b>	<b>139,6</b>	<b>80,8</b>

A cultura da soja transgênica perfaz mais de 80 % da área cultivada. Há apenas pequenas lavouras de milho, muito provavelmente para o consumo interno das famílias e para a alimentação animal. Tanto as plantas de soja como as de milho mostram evidências claras de presença de elementos tóxicos e deficiências nutricionais, além dos problemas de espaçamento, emergência, presença de áreas sem plantas por causa da erosão laminar forte e de erosão em sulcos (Figura 19 a, b, c e d).

Dois graves problemas foram visualizados contrastando a ocupação da área no inverno e verão. O primeiro deles é a alimentação das vacas leiteiras. Há forte competição entre elas e o cultivo da soja. Isso força o agricultor a usar as áreas de preservação permanente como tentativa de manter o gado produzindo, o que é, por um lado, um engodo, pois a quantidade e qualidade da forragem são muito aquém das necessidades dos animais e, por outro, altera enormemente a dinâmica das

zonas ripárias e banhados. O segundo é o predomínio da soja em áreas assentadas. Ela não cumpre a função social da terra e, por ser transgênica, trás consigo o pacote tecnológico tanto combatido pelas organizações sociais do campo, entre elas o Movimento dos Sem Terra. Além do que, o cultivo é feito sem nenhuma adoção dos princípios básicos da Ciência do Solo. Assim, tanto a bovinocultura de leite quanto a sojicultura são atividades não sustentáveis.



Figura 19 – (a e b) Plantas de soja e milho com evidências claras de deficiências nutricionais; (c) Erosão em sulco e; (d) Efeito da erosão laminar em uma lavoura de soja.  
Fotos: CAPOANE, V.

As duas PBHs encontram-se sobre um substrato litológico bastante friável e, como não houve planejamento para a utilização dos recursos naturais, a ocupação da área e a adoção de práticas de manejo incompatíveis com a fragilidade do ambiente intensificaram o surgimento de processos erosivos acelerados.

A PBH 1 foi a que apresentou maior ocorrência de feições erosivas e, em alguns pontos, há focos de erosão acelerada (Figura 20). Alguns focos se

desenvolvem a partir das cabeceiras de drenagem, áreas de nascente, em função da ausência de matas e utilização com agricultura. Em dois tributários há galerias de escoamento subsuperficial e pontos com colapso de teto puderam ser observados, até mesmo pela imagem de satélite. As estradas localizadas no sentido da pendente também contribuem na produção de sedimento e estes são direcionados tanto para os açudes, quanto para a rede de drenagem. Parte do solo perdido via erosão laminar nas épocas de chuva atinge os cursos d'água, mas grande parte do que é perdido das lavouras fica retido nos açudes, pois estes foram alocados no próprio curso d'água em tributários próximos as nascentes.

Outro sério problema observado durante o caminhamento para o traçado da rede de drenagem foi à erosão lateral dos canais nos trechos onde afloram os arenitos da Fm. Tupanciretã. Esses afloramentos são a principal fonte de sedimento na PBH 1, sendo a principal causa do assoreamento dos canais. Um agravante para esse processo é a utilização das APPs ao longo das drenagens como poteiros, pois o pisoteio do gado torna mais intenso os processos de desagregação das margens, intensificando a produção de sedimento e assoreamento dos canais, comprometendo o ecossistema ripário e a biodiversidade do ecossistema aquático.

Na PBH 2 a produção de sedimento é menor que a PBH 1, isso se deve à não existência de afloramentos do arenito da Formação Tupanciretã ao longo dos canais de drenagem. Nas lavouras, provavelmente a quantidade de sedimento produzido via erosão seja semelhante à da PBH 1 já que as práticas de uso e manejo do solo são as mesmas e, é provável que parte desse sedimento esteja sendo retido nas áreas de banhado. Nos tributários, em áreas próximas as nascentes, praticamente todos os banhados foram drenados e incorporados na produção de grãos, isso altera a dinâmica hidráulica da pequena bacia hidrográfica. Como agravante, praticamente não há matas ao longo dos cursos d'água.

Assim, todos os usos observados em ambas as PBHs se constituem em pressões para o ambiente terrestre e seus reflexos podem ser observados pela degradação dos solos, ecossistema ripário e aquático.



Assoreamento



Margem de erosão



Deposição de sedimento após evento pluvial



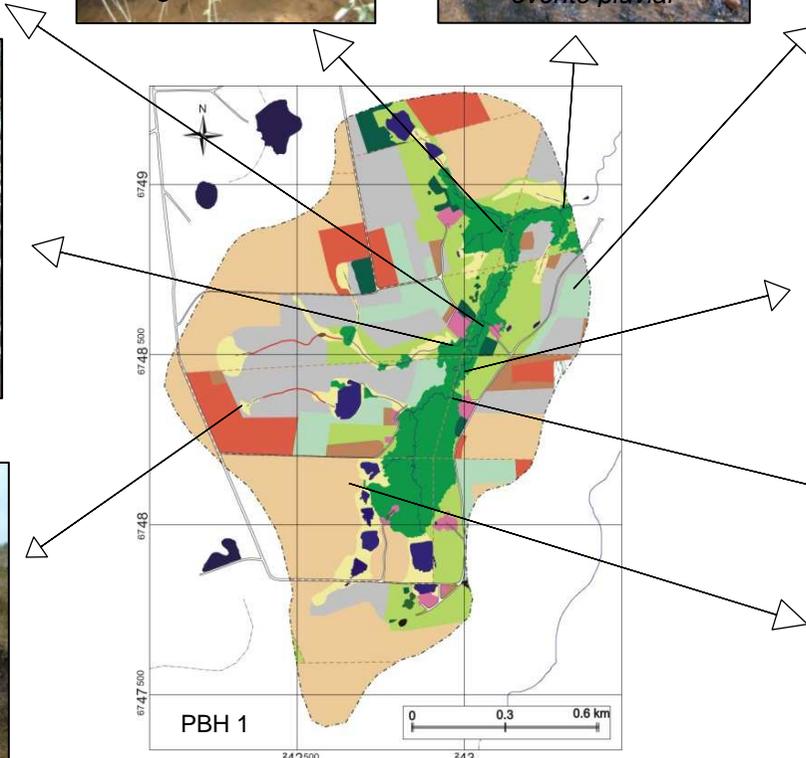
Manejo convencional



Erosão lateral acelerada - afloramento Formação Tupancrêtã



Processo erosivo acelerado na nascente



APPs com pastoreio



Erosão



Margem de erosão

Figura 20 - Imagens ilustrando locais com potencial produção de sedimento. Fotos: CAPOANE, V.; ROCHA, G. L.

### 5.3.1. Análises físico-químicas

Os valores obtidos de turbidez da água dos arroios em todos os pontos amostrados, nas quatro coletas efetuadas, estiveram abaixo de 40 UNT, valor estipulado pela Resolução CONAMA nº 357 (Brasil, 2005) para águas de classe I (Tabela 6). Este parâmetro depende, além da concentração dos sedimentos em suspensão, de outras características tais como tamanho, composição mineral, cor e quantidade de matéria orgânica (Santos et al., 2001). Nas PBHs monitoradas, o sedimento transportado pelos arroios, em sua maioria, corresponde a partículas grosseiras e como essas partículas ficam mais próximas ao leito e são arrastadas pelo fluxo d'água e a coleta foi feita a 15-20 cm de profundidade, os valores observados foram baixos. Dos três pontos monitorados na PBH 1, a água do ponto A2 foi a que apresentou os maiores valores de turbidez. Embora esse ponto tenha sido escolhido pela presença de mata no entorno, mais tarde foi constatado a presença de afloramento basáltico a montante o qual era utilizado como "tábua" para lavar a roupa. Isso provavelmente alterou o valor da turbidez da água. Na PBH 2, a água coletada no ponto B3, localizado num potreiro sem nenhuma vegetação no entorno e logo abaixo de uma residência, foi o que apresentou os maiores valores de turbidez.

A cor aparente da água dos arroios variou de 15 a 200 uH e seguiu a mesma tendência da turbidez (Tabela 6). Os maiores valores foram observados na segunda e terceira coleta, e relacionam-se ao uso antrópico das áreas no entorno e com a precipitação pluvial do período antecedente às coletas (62,7 mm na 2ª coleta e 310,5 mm na 3ª coleta - apêndice 1).

Os valores de pH mantiveram-se na faixa de 6,2 a 7,6. Os resultados encontrados conferem às águas dos arroios, em todos os pontos de amostragem e em todas as coletas realizadas, característica de classe I, conforme a Resolução CONAMA nº 357 (Brasil, 2005).

A CE na água dos arroios da PBH 1 variou de 21,7 a 46,2  $\mu\text{S cm}^{-1}$  e na PBH 2 de 20,4 a 30,0  $\mu\text{S cm}^{-1}$ . Os valores obtidos são considerados baixos e refletem a pequena quantidade de íons em solução (Tabela 6).

Tabela 6 - Valores de turbidez, cor aparente, potencial hidrogeniônico e condutividade elétrica da água coletada nos arroios das pequenas bacias hidrográficas, assentamento Alvorada, Júlio de Castilhos – RS.

Parâmetro	Coleta	Pequena Bacia Hidrográfica 1			Pequena Bacia Hidrográfica 2		
		A 1	A 2	A 3	B 1	B 2	B 3
Turbidez (UNT)	1 <sup>a</sup>	6,0	14,1	4,4	4,0	2,9	1,9
	2 <sup>a</sup>	9,7	21,9	6,1	9,1	8,5	17,8
	3 <sup>a</sup>	11,5	17,0	5,5	7,8	7,0	8,4
	4 <sup>a</sup>	5,6	3,1	4,0	9,8	11,3	3,0
	Média	8,2	14,0	5,0	7,7	7,4	7,8
Cor aparente (uH)	1 <sup>a</sup>	45	90	30	50	45	15
	2 <sup>a</sup>	100	200	110	110	140	160
	3 <sup>a</sup>	70	100	70	70	100	110
	4 <sup>a</sup>	40	15	40	100	70	50
	Média	63,7	101,2	62,5	82,5	88,7	83,7
pH	1 <sup>a</sup>	7,2	7,0	7,4	6,7	6,6	6,7
	2 <sup>a</sup>	7,0	6,7	6,6	6,9	6,6	6,3
	3 <sup>a</sup>	6,7	6,3	6,6	6,5	6,4	6,2
	4 <sup>a</sup>	7,6	6,9	7,1	7,2	6,8	6,5
	Média	7,1	6,7	6,9	6,8	6,6	6,4
CE ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )	1 <sup>a</sup>	24,8	18,4	55,8	18,6	16,6	23,2
	2 <sup>a</sup>	23,4	22,9	51,4	25,1	22,8	36,3
	3 <sup>a</sup>	31,4	22,7	33,9	21,8	20,8	28,7
	4 <sup>a</sup>	29,8	22,7	43,8	22,4	21,3	31,8
	Média	27,3	21,7	46,2	22,0	20,4	30,0

As concentrações médias dos cátions monitorados nas águas dos arroios variaram de: Ca; 1,2 a 7,6 mg L<sup>-1</sup> na PBH 1 e 2,0 a 3,2 mg L<sup>-1</sup> na PBH 2; Mg; 1,1 a 1,7 mg L<sup>-1</sup> na PBH 1 e de 1,1 a 1,9 mg L<sup>-1</sup> na PBH 2. Com isso, os maiores valores de dureza foram obtidos nos pontos A3 e B3 (26,0 e 15,9 mg CaCO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup>). A concentração média de Na variou de 2,9 a 4,4 mg L<sup>-1</sup> na PBH 1 e de 1,6 a 2,2 mg L<sup>-1</sup> na PBH 2 e a de K variou de 4,2 a 5,5 mg L<sup>-1</sup> na PBH 1 e de 1,7 a 2,7 mg L<sup>-1</sup> na PBH 2 (Tabela 7).

As amostras de água coletadas no ponto A3 apresentaram as maiores concentrações de cátions dentre todos os pontos monitorados em ambas PBHs. Os valores obtidos podem ser atribuídos à aplicação de fertilizantes e calagem realizada

pelo agricultor, como os solos da PBH têm um horizonte superficial bastante arenoso, o processo de lixiviação e fluxo de macroporos é favorecido (Resende et al., 2007). Como agravante, os solos são manejados de forma incorreta (preparo excessivo, associado ao insuficiente aporte de biomassa), além da degradação de sua estrutura, dessa forma há o favorecimento do deflúvio superficial, conseqüentemente grande parte dos insumos adicionados nas lavouras acaba sendo carregado para os cursos d'água.

As baixas concentrações nos demais pontos podem ser atribuídas à localização no espaço geográfico, pois as PBHs em análise encontram-se na região do planalto do RS, local onde o grau de intemperismo e lixiviação são elevados, logo as altas precipitações pluviais fazem com que naturalmente ocorram baixos teores desses cátions nos solos e nas águas e, ao histórico de uso, campo nativo na época da fazenda e baixa utilização de insumos agrícolas após a implantação do assentamento.

Os valores médios de fósforo solúvel encontrados nas águas dos arroios variaram de 5,1 a 47,0  $\mu\text{g L}^{-1}$  na PBH 1 e de 3,3 a 6,7  $\mu\text{g L}^{-1}$  na PBH 2 (Tabela 7). A concentração de fósforo solúvel obtida na água do ponto A3 seguiu a mesma tendência dos cátions monitorados refletindo o uso antrópico. A Resolução nº 357 do CONAMA (Brasil, 2004) não estabelece um limite para o fósforo solúvel para águas de rios. Mas, conforme a *U. S. Environmental Protection Agency* (1996), concentrações na faixa de 0,10  $\mu\text{g L}^{-1}$  de fosfato são suficientes para manutenção do fitoplâncton, e concentrações na faixa de 0,10 a 0,30  $\mu\text{g L}^{-1}$  (ou maiores), já são suficientes para disparar o seu crescimento desenfreado.

A concentração média de ferro nas amostras de água coletadas nos arroios variaram de 0,4 a 0,5  $\text{mg L}^{-1}$  na PBH 1 e de 0,6 a 1,2  $\text{mg L}^{-1}$  na PBH 2 (Tabela 7). A água coletada no ponto B2 apresentou a maior concentração e acredita-se que isso seja decorrente da má drenagem do solo nas áreas do entorno desse ponto. Para água doce classe I a Resolução CONAMA nº 357 (Brasil, 2005) estabelece como limite concentrações de até 0,3  $\text{mg L}^{-1}$  de Fe e classe 3, até 5  $\text{mg L}^{-1}$  de Fe. Então, para este parâmetro, as águas dos arroios das duas PBHs poderiam ser enquadradas como sendo de classe II.

Tabela 7 - Concentrações de cálcio, magnésio, dureza, sódio, potássio, fósforo solúvel e ferro na água coletada nos arroios das pequenas bacias hidrográficas, assentamento Alvorada, Júlio de Castilhos – RS.

Parâmetro	Coleta	Pequena Bacia Hidrográfica 1			Pequena Bacia Hidrográfica 2		
		A 1	A 2	A 3	B 1	B 2	B 3
Ca (mg L <sup>-1</sup> )	1 <sup>a</sup>	2,3	0,1	9,2	2,0	1,5	2,3
	2 <sup>a</sup>	2,4	0,9	7,4	1,8	1,8	3,2
	3 <sup>a</sup>	2,3	1,6	4,7	2,1	2,1	3,3
	4 <sup>a</sup>	3,8	2,1	9,1	3,4	2,8	3,9
	Média	2,7	1,2	7,6	2,3	2,0	3,2
Mg (mg L <sup>-1</sup> )	1 <sup>a</sup>	1,7	1,5	2,0	0,7	0,8	1,5
	2 <sup>a</sup>	1,0	0,8	1,8	1,1	1,3	2,1
	3 <sup>a</sup>	0,8	0,9	1,1	1,2	1,2	1,8
	4 <sup>a</sup>	0,9	1,0	1,8	1,4	1,5	2,3
	Média	1,1	1,1	1,7	1,1	1,2	1,9
Dureza (mg L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	1 <sup>a</sup>	9,8	4,2	31,4	8,0	7,1	12,0
	2 <sup>a</sup>	10,2	5,7	26,1	9,3	9,9	16,8
	3 <sup>a</sup>	8,9	7,5	16,4	10,0	10,3	15,8
	4 <sup>a</sup>	13,3	9,4	30,1	14,4	13,2	19,0
	Média	10,6	6,7	26,0	10,4	10,1	15,9
Na (mg L <sup>-1</sup> )	1 <sup>a</sup>	3,7	3,5	6,0	2,4	1,7	2,1
	2 <sup>a</sup>	4,0	4,0	5,6	3,3	2,5	4,0
	3 <sup>a</sup>	1,7	1,9	2,3	1,3	1,1	1,3
	4 <sup>a</sup>	2,0	2,0	4,0	1,5	1,0	1,5
	Média	2,9	2,9	4,4	2,1	1,6	2,2
K (mg L <sup>-1</sup> )	1 <sup>a</sup>	6,8	7,2	9,0	4,2	2,6	1,6
	2 <sup>a</sup>	6,5	7,4	8,2	4,3	2,7	6,1
	3 <sup>a</sup>	1,7	2,1	1,9	0,8	0,4	0,4
	4 <sup>a</sup>	1,9	2,1	3,1	1,4	1,0	1,0
	Média	4,2	4,7	5,5	2,7	1,7	2,3
P solúvel (µg L <sup>-1</sup> )	1 <sup>a</sup>	0,0	0,0	45,0	1,2	0,6	3,3
	2 <sup>a</sup>	17,0	15,3	65,7	7,3	5,6	14,0
	3 <sup>a</sup>	7,8	5,0	25,4	2,3	3,8	9,5
	4 <sup>a</sup>	4,4	0,0	51,8	3,3	3,3	0,0
	Média	7,3	5,1	47,0	3,5	3,3	6,7
Fe (mg L <sup>-1</sup> )	1 <sup>a</sup>	0,6	0,5	0,2	0,4	0,7	0,0
	2 <sup>a</sup>	0,6	0,6	0,4	0,9	1,0	0,9
	3 <sup>a</sup>	0,4	0,5	0,6	1,1	1,3	1,0
	4 <sup>a</sup>	0,3	0,1	0,5	1,5	1,7	0,5
	Média	0,5	0,4	0,4	1,0	1,2	0,6

A concentração média de nitrogênio amoniacal das águas coletadas nos arroios variaram de 0,1 a 0,4 mg L<sup>-1</sup> na PBH 1 e 0,2 a 0,5 mg L<sup>-1</sup> na PBH 2. Já as concentrações médias de nitrato variaram de 0,3 a 1,1 mg L<sup>-1</sup> em ambas PBHs (Tabela 8). Em todas as coletas os valores de nitrato mantiveram-se abaixo do limite máximo de 10 mg L<sup>-1</sup> estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357 (Brasil, 2005). As baixas concentrações de nitrogênio amoniacal e nitrato encontradas são atribuídas às baixas doses de fertilizantes orgânicos e industrializados utilizadas pelos agricultores.

Tabela 8 - Concentração de nitrogênio amoniacal e nitrato na água coletada nos arroios das duas pequenas bacias hidrográficas, assentamento Alvorada.

Parâmetro	Coleta	Pequena Bacia Hidrográfica 1			Pequena Bacia Hidrográfica 2		
		A 1	A 2	A 3	B 1	B 2	B 3
Nitrogênio amoniacal (mg L <sup>-1</sup> )	1 <sup>a</sup>	0,3	0,8	0,4	0,6	0,4	1,7
	2 <sup>a</sup>	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,1
	3 <sup>a</sup>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	4 <sup>a</sup>	0,1	1,0	1,0	1,0	0,5	0,1
	Média	0,1	0,4	0,3	0,4	0,2	0,5
Nitrato (mg L <sup>-1</sup> )	1 <sup>a</sup>	0,3	0,4	0,0	0,2	0,1	0,9
	2 <sup>a</sup>	0,1	0,5	0,1	0,3	0,2	0,7
	3 <sup>a</sup>	0,7	1,2	0,6	0,7	0,9	0,4
	4 <sup>a</sup>	1,0	2,2	0,5	0,1	0,3	2,5
	Média	0,5	1,1	0,3	0,3	0,4	1,1

### 5.3.2. Análises microbiológicas

A média de CT nas águas dos arroios foi superior a 10.000 organismos por 100 mL de amostra nas duas PBHs e as de *E. coli* variam de 2,6 a 12,2 na PBH 1 e de 1,5 a 4,0 na PBH 2 (Tabela 9) ficando bem abaixo do limite de 200 coliformes termotolerantes estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357 (Brasil, 2005) para águas de classe I. A menor contaminação de coliformes fecais comparativamente com os coliformes totais, se deve ao fato dos coliformes fecais serem exclusivamente originários de animais de sangue quente, enquanto os coliformes totais incluem bactérias que habitam o solo, água e as plantas. A presença de

coliformes fecais, embora em baixas concentrações, torna não recomendável o uso da água do arroio para irrigação de plantas consumidas cruas.

Nos trabalhos de campo observou-se que, embora todas as propriedades possuam fossas sépticas, o sumidouro não possui revestimento e eventualmente estes organismos poderão atingir os corpos d'água. Contudo, a atividade que mais contribui para degradação microbiológica das águas dos arroios nas duas PBHs é a livre circulação do gado, pois a maior parte dos cursos d'água encontra-se em áreas de poteiros.

A variabilidade nos valores de contaminantes microbiológicos entre os pontos de coleta e épocas do ano, é comum nos trabalhos de monitoramento da qualidade da água em pequenas bacias hidrográficas (Gonçalves et al., 2005) ainda, conforme Crabill et al. (1999), as concentrações de coliformes fecais podem variar com o revolvimento do sedimento do rio, com alterações no terreno e com a vazão.

Tabela 9 - Densidade de coliformes totais e *Escherichia coli* na água dos arroios das pequenas bacias hidrográficas, assentamento Alvorada, Júlio de Castilhos - RS.

Parâmetro	Coleta	Pequena Bacia Hidrográfica 1			Pequena Bacia Hidrográfica 2		
		A 1	A 2	A 3	B 1	B 2	B 3
Coliformes totais (NMP 100 mL <sup>-1</sup> )	1 <sup>a</sup>	2716	692	12753	23054	13826	12753
	2 <sup>a</sup>	23054	23054	23054	23054	23054	12753
	3 <sup>a</sup>	23054	23054	23054	23054	23054	23054
	4 <sup>a</sup>	327	230	692	488	780	230
	Média	12288	11757	14888	17412	15178	12197
<i>Escherichia coli</i> (NMP 100 mL <sup>-1</sup> )	1 <sup>a</sup>	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0	1,9
	2 <sup>a</sup>	1,9	49,0	33,0	16,0	1,9	6,8
	3 <sup>a</sup>	6,8	0,0	0,0	0,0	4,0	1,9
	4 <sup>a</sup>	1,9	0,0	1,9	0,0	0,0	0,0
	Média	2,6	12,2	9,2	4,0	1,5	2,6

### 5.3.3. Indicadores de matéria orgânica

Os valores de DBO<sub>5,20</sub> da água coletada na PBH 1 variaram de 10,4 a 20,2 mg O<sub>2</sub> L<sup>-1</sup> enquanto às coletadas na PBH 2 os valores variaram de 7,1 a 20,8 mg O<sub>2</sub>

L<sup>-1</sup> (Tabela 10). A Resolução CONAMA nº 357 (Brasil, 2005) define que para águas de classe II a concentração de DBO<sub>5,20</sub> de até 10 mg O<sub>2</sub> L<sup>-1</sup>. Para a classe III e IV não é estabelecido um limite para este parâmetro. A comparação direta destes valores com esta Resolução é dificultada pelas diferenças no procedimento experimental e dos métodos de análise de dados. O mesmo ocorre quando se compara os dados obtidos com outros trabalhos citados na literatura, pois a maioria dos laboratórios ainda utiliza o método de determinação por incubação com diluição e, neste trabalho foi utilizado o *B.O.D. Sensor System*, que dá os valores automaticamente após cinco dias de incubação.

Tabela 10 - Demanda bioquímica de oxigênio e demanda química de oxigênio da água coletada nos arroios das pequenas bacias hidrográficas, assentamento Alvorada, Júlio de Castilhos – Rio Grande do Sul.

Parâmetro	Coleta	Pequena Bacia Hidrográfica 1				Pequena Bacia Hidrográfica 2			
		A 1	A 2	A 3	Média	B 1	B 2	B 3	Média
DBO <sub>5,20</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	1 <sup>a</sup>	10,4	10,4	14,2	11,7	7,1	10,9	8,7	8,9
	2 <sup>a</sup>	17,5	19,1	15,8	17,5	15,3	19,7	18,6	17,9
	3 <sup>a</sup>	14,7	15,8	16,4	15,6	15,3	15,6	16,4	15,8
	4 <sup>a</sup>	20,2	15,8	15,2	17,1	20,2	20,8	19,7	20,2
DQO (mg L <sup>-1</sup> )	1 <sup>a</sup>	38,5	32,4	34,2	35,0	26,3	17,5	16,4	20,1
	2 <sup>a</sup>	41,5	34,2	39,7	38,4	49,6	26,1	39,6	38,4
	3 <sup>a</sup>	30,3	21,4	19,6	23,8	34,8	33,9	32,1	33,6
	4 <sup>a</sup>	49,1	28,3	34,1	37,1	52,4	48,2	32,4	44,3

Os valores médios de DQO obtidos para as águas coletadas nos arroios da PBH 1 foram: 35,0; 38,4; 23,8 e 37,1 mg O<sub>2</sub> L<sup>-1</sup> na 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> coleta, respectivamente. Na PBH 2 os valores médios obtidos foram: 20,1; 38,5; 33,6 e 44,3 mg O<sub>2</sub> L<sup>-1</sup> na 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> coleta, respectivamente (Tabela 10). Esses valores são semelhantes aos encontrados por outros autores como Stacciarini (2002), Silveira et al. (2003), Borges et al. (2003) e Lima e Medeiros (2008). A DQO não é um parâmetro químico considerado na Resolução CONAMA nº 357. Entretanto, Chapman e Kimstach (1996) apresentam como critério de qualificação de águas

superficiais não poluídas um limite de DQO de 20 mg O<sub>2</sub> L<sup>-1</sup>, ou de até 200 mg O<sub>2</sub> L<sup>-1</sup> em mananciais que sofrem descarga de efluentes. Portanto, os valores encontrados de DQO neste trabalho sugerem a ocorrência de uma pequena contaminação aquática. Isso se deve à degradação física da paisagem, com presença de vários focos de erosão em sulcos, além de erosão laminar forte.

Embora as análises de qualidade da água dos arroios nas duas PBHs tenham revelado que estas não estão quimicamente impactadas, ficou comprovado que as águas estão fisicamente degradadas devido ao assoreamento dos canais, principalmente na PBH 1 e, ao contrário do que se esperava no início deste trabalho, a maior presença de matas ripárias na PBH 1 não se refletiu na qualidade da água. Dentre os motivos destaca-se o uso antrópico nas áreas com matas remanescentes.

#### **5.4. Conclusões**

O uso da terra foi o fator que mais afetou a qualidade da água dos arroios, devido, principalmente, ao manejo inadequado do solo e utilização de práticas agropecuárias incompatíveis com a fragilidade do ambiente.

Não houve melhoria nos parâmetros de qualidade da água na PBH com maior área com matas ripárias, o que foi atribuído à sua descaracterização pelo pastoreio animal e derrubada das árvores no interior da mata.

## 6. ESTUDO III: QUALIDADE DA ÁGUA DE FONTES UTILIZADAS PARA CONSUMO HUMANO EM PEQUENAS PROPRIEDADES RURAIS NUM ASSENTAMENTO DE REFORMA AGRÁRIA

**Resumo:** No meio rural, geralmente o abastecimento de água para consumo humano é de poços rasos e nascentes, constituindo-se em fontes bastante susceptíveis à contaminação. O presente trabalho avaliou a qualidade da água de fontes utilizadas para consumo humano, relacionando-a ao uso da terra no entorno e condições de proteção da cavidade perfurada em duas pequenas bacias hidrográficas localizadas no assentamento Alvorada, Júlio de Castilhos - Rio Grande do Sul. Coletaram-se amostras de água em 11 fontes nos meses de agosto e novembro de 2009 e janeiro e março de 2010. Determinaram-se o número mais provável de coliformes totais e *Escherichia coli*, fósforo solúvel, nitrogênio amoniacal, nitrato, potencial hidrogeniônico, condutividade elétrica, cor, turbidez, cálcio, magnésio, dureza, sódio, potássio e ferro. As condições de proteção da cavidade perfurada foram avaliadas no momento da coleta e as formas de uso da terra no entorno, em trabalhos de campo. As águas de todas as fontes monitoradas apresentaram bactérias do grupo coliformes totais e mais de 90 % delas continha, em pelo menos uma das coletas, bactérias *Escherichia coli*. Além disso, em algumas fontes os parâmetros físico-químicos como turbidez, potencial hidrogeniônico e nitrato estavam fora dos padrões de potabilidade para águas destinadas ao consumo humano. As péssimas condições de conservação e a ausência de proteção na cavidade perfurada na maioria das fontes, aliado ao manejo inadequado das atividades agropecuárias no entorno, tornam a água consumida nas propriedades um fator potencialmente prejudicial à saúde dos moradores.

**Palavras-chave:** Qualidade da água, Saneamento Rural, Doenças de Veiculação Hídrica.

### 6.1. Introdução

A água é um recurso natural essencial à vida. Sem ela os seres humanos não viveriam por mais de alguns dias, pois ela desempenha papel vital em quase todas as funções do corpo, protegendo o sistema imunológico (OMS, 2003). Mas para fazer isso de forma eficaz, a água deve ser acessível e segura. Porém, mesmo que

o acesso a um abastecimento regular de água potável seja um direito humano básico, assim como outros direitos, muitas pessoas não o têm.

Nas zonas rurais brasileiras o abastecimento de água é feito, principalmente, através da utilização de poços rasos ou nascentes. Apesar de serem consideradas seguras para o consumo *in natura*, estas águas podem contaminar-se pelas impurezas que possam cair diretamente pela abertura superior, contaminação por águas das chuvas via escoamento superficial ou por contaminação direta do lençol freático por um foco de contaminação (Almeida et al., 2005).

Em áreas de assentamentos rurais, a realidade de abastecimento de água potável é ainda mais crítica, pois na implantação muitas famílias não dispõem facilmente deste bem em seus respectivos lotes, havendo a necessidade de buscá-la por meio da abertura de poços, cisternas ou cacimbas. Estes, quase que na totalidade, são inadequadamente vedados e próximos a fontes potenciais de contaminação como lavouras, fossas sépticas, sumidouros e áreas de pastagem ocupadas por animais. Isso leva à alta probabilidade de contaminação e ao aparecimento de surtos de doenças de veiculação hídrica.

As doenças de veiculação hídrica são transmitidas basicamente pela rota fecal-oral. Isso quer dizer que os microrganismos patogênicos são excretados nas fezes de indivíduos infectados e ingeridos na forma de água ou alimentos contaminados por fezes (Amaral et al., 2003). Entre os contaminantes patogênicos mais comuns são citados os vírus, os protozoários, os helmintos e as bactérias que veiculados pela água podem parasitar e/ou intoxicar o organismo humano (Souza et al., 1983). Quando estes microrganismos são encontrados na água, é sinal de que existe uma via de acesso que pode ser seguida também por germes ou agentes patológicos que são eliminados nas dejeções de pessoas infectadas.

Tendo em vista que o consumo de água, segundo os padrões de potabilidade adequados, é de importância fundamental para a saúde humana, a vigilância da qualidade da água no Brasil foi normatizada pela Portaria nº 518, de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde (Brasil, 2004). Essa normativa estabeleceu os Valores Máximos Permissíveis (VMP) para contaminantes radioativos, bacteriológicos e físico-químicos que representam riscos para a saúde. O propósito primário desta Portaria é a proteção da saúde pública. A aplicação desta legislação é obrigatória para as empresas de saneamento. Elas devem realizar análises periódicas da qualidade da água ofertada nos mais diversos pontos dos sistemas de captação,

tratamento, armazenamento e distribuição de água (Brasil, 2004). Porém, como o ambiente rural não é atendido por estas empresas, a responsabilidade do monitoramento dos sistemas alternativos de abastecimento fica para os próprios usuários ou para os funcionários das prefeituras municipais que, na sua maioria, são leigos e nunca receberam orientação sobre a importância da análise da água destinada ao consumo humano (Casali, 2008).

Diante deste quadro, o monitoramento da qualidade da água destinada ao consumo humano no meio rural torna-se imprescindível, pois um diagnóstico das principais formas de contaminação poderá auxiliar no planejamento de ações que visem eliminar os riscos potenciais de contaminação e, conseqüentemente, um aumento da qualidade de vida dos usuários dessas águas. Nesse sentido, o presente trabalho objetivou avaliar a qualidade da água de fontes utilizadas para consumo humano relacionando-a ao uso da terra no entorno e condições de proteção da cavidade perfurada em duas pequenas bacias hidrográficas localizadas no assentamento Alvorada, município de Júlio de Castilhos - RS.

## **6.2. Material e métodos**

### **6.2.1. Definição dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos**

A qualidade da água das fontes utilizadas para abastecimento doméstico nas duas PBHs foi avaliada pelos seguintes parâmetros: Coliformes Totais (CT), *Escherichia coli* (*E. coli*), Fósforo solúvel (Ps), nitrogênio amoniacal [amônia ( $\text{NH}_3$ ) + amônio ( $\text{NH}_4^+$ )], Nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), Potencial Hidrogeniônico (pH), Condutividade Elétrica (CE), Cor aparente, Turbidez, Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Dureza, Sódio (Na), Potássio (K) e Ferro (Fe). A representatividade destes parâmetros foi avaliada nos meses de agosto (25/08/09), novembro (05/11/09), janeiro (07/01/10) e março (01/03/10), num total de 44 amostras. Posteriormente, os resultados obtidos foram enquadrados quanto à potabilidade para o consumo humano na Portaria nº 518, de 25 de março de 2004 do Ministério da Saúde (Brasil, 2004) (Tabela 11). Para as

variáveis Ca, Mg e K, não referenciadas nessa portaria, foram tomadas como base as da Organização Mundial de Saúde (OMS, 1999) (Tabela 11).

Tabela 11 - Valores máximos permissíveis para os parâmetros avaliados nas águas das pequenas bacias hidrográficas.

Parâmetro	Unidade	Limite
pH	-	6,0 - 9,5
Cor aparente	uH	15
Turbidez	UNT	5
Coliformes Totais	NMP/100 mL	ausente
<i>Escherichia coli</i>	NMP 100 mL <sup>-1</sup>	ausente
Sódio	mg L <sup>-1</sup>	200
Dureza total	mg L <sup>-1</sup> de CaCO <sub>3</sub>	500
Condutividade Elétrica	µS cm <sup>-1</sup>	-
Fósforo Solúvel	µg L <sup>-1</sup>	-
Nitrogênio Amoniacal	mg L <sup>-1</sup>	1,5
Nitrato	mg L <sup>-1</sup>	10
Ferro	mg L <sup>-1</sup>	0,3
Cálcio	mg L <sup>-1</sup>	200
Magnésio	mg L <sup>-1</sup>	150
Potássio	mg L <sup>-1</sup>	20

Fonte: Brasil (2004); OMS (1999).

### 6.2.2. Localização dos pontos de coleta para análise e monitoramento

Todas as fontes de abastecimento utilizadas pelas famílias tiveram suas águas analisadas. Embora residam 13 famílias nas duas pequenas bacias hidrográficas (oito na PBH 1 e cinco na PBH 2), os pontos amostrados foram 11, seis na PBH 1 (F6, F7, F8, F9, F10, F11) e cinco na PBH 2 (F1, F2, F3, F4, F5), isso porque as fontes F7 e F10 abastecem duas famílias (Figura 21).

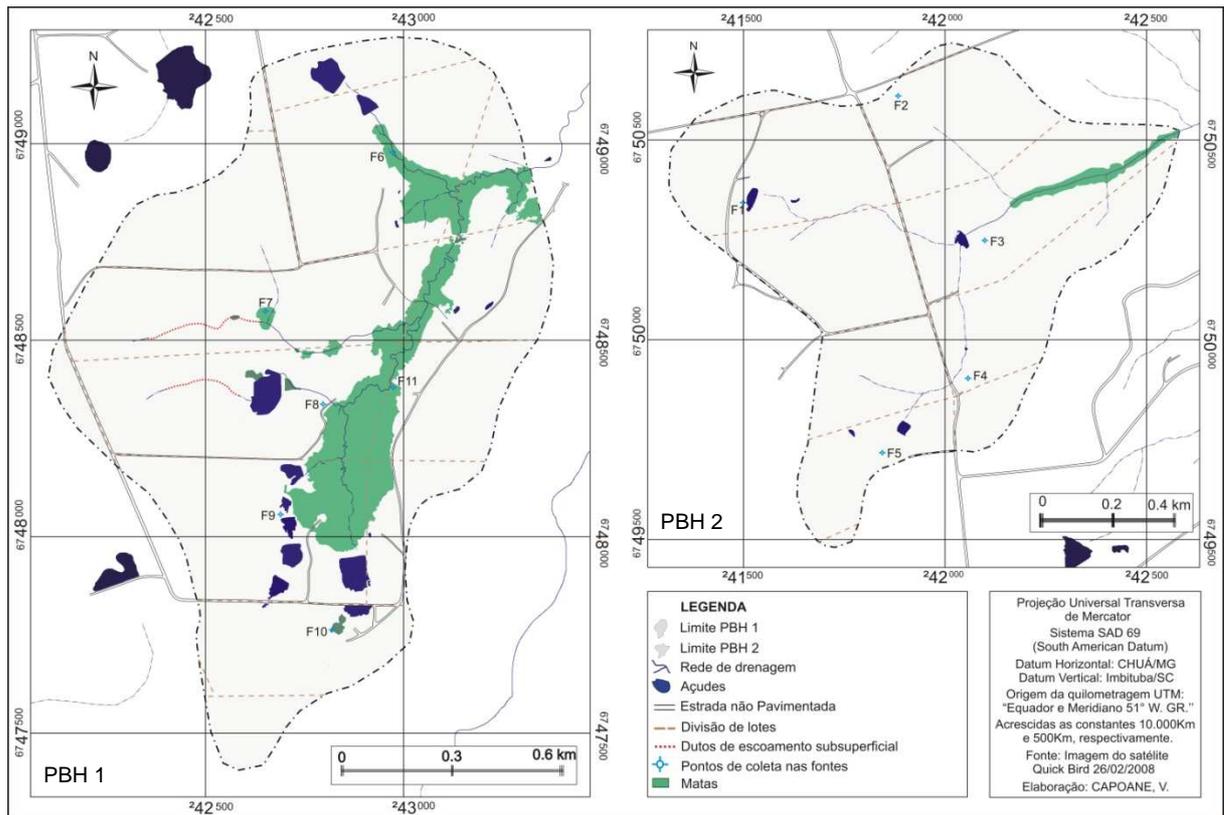


Figura 21 - Localização das fontes monitoradas nas pequenas bacias hidrográficas, assentamento Alvorada, Júlio de Castilhos – Rio Grande do Sul.

### 6.2.3. Procedimentos laboratoriais

Os parâmetros físico-químicos e microbiológicos das águas das fontes monitoradas foram analisados utilizando os procedimentos e técnicas descritas nos itens 4.2.3; 4.2.4 e 4.2.5 do Estudo II.

## 6.3. Resultados e discussões

Nas duas pequenas bacias hidrográficas, durante a primeira coleta realizada em agosto de 2009, as 13 famílias consumiam águas oriundas de cacimbas e poços pouco profundos. Com a renovação do contrato para atendimento em assistência técnica, social e ambiental entre a Emater/RS-Ascar e o INCRA, foram construídas três fontes drenadas, duas na PBH 1 e uma na PBH 2.

Uma das fontes drenadas construídas consiste numa caixa de concreto na nascente, tampada com uma laje (Figura 22 a). Isso não resolve o problema, pois há possibilidade de entrada da enxurrada no espaço entre a estrutura de concreto e a laje. A gravidade do problema pôde ser comprovada pela presença de três ratões do banhado (*Myocastor coypus*) mortos em estágio de decomposição. As outras duas fontes drenadas consistiram em poços escavados com uma patola, após foram colocados tubos de concreto armado, perfurados na lateral para a infiltração da água, posteriormente colocadas pedras no entorno dos tubos, lona sobre as pedras e depois solo, porém em uma delas (fonte F3 na PBH 2), devido à demora dos técnicos da Emater em montar a estrutura, o proprietário colocou os tubos, mas não as pedras nem a lona para impedir a entrada de poluentes (Figura 22 c). Esta fonte foi a que apresentou os maiores problemas de potabilidade tanto microbiológicos quanto físico-químicos.



Figura 22 - (a) Estrutura de concreto e laje, fonte F10; (b) Estrutura pronta, fonte F8; (c) Estrutura montada pelo proprietário do lote, fonte F3.  
Fotos: CAPOANE, V.; ROCHA, G. L.

### 6.3.2. Análises físico-químicas

As concentrações médias de nitrogênio amoniacal das águas das fontes variaram de 0,1 a 0,6 mg L<sup>-1</sup> (Tabela 12), estando todos os pontos monitorados abaixo do valor máximo de 1,5 mg L<sup>-1</sup> estabelecido pela Portaria nº 518 (Brasil, 2004). As concentrações médias de nitrato, com exceção da água coletada na fonte

F3, variaram de 0,2 a 2,9 mg L<sup>-1</sup> (Tabela 12). A fonte F3 foi a que apresentou as maiores concentrações de nitrato, estando acima do valor máximo permitido de 10 mg L<sup>-1</sup> estabelecido pela Portaria nº 518 (Brasil, 2004), nas quatro coletas efetuadas. Por essa razão foram feitas novas coletas nesse ponto.

Tabela 12 - Concentrações de nitrogênio amoniacal e nitrato na água coletada nas fontes das pequenas bacias hidrográficas, assentamento Alvorada.

Parâmetro	Coleta	Pequena bacia hidrográfica 2					Pequena bacia hidrográfica 1					
		F 1	F 2	F 3	F 4	F 5	F 6	F 7	F 8	F 9	F 10	F 11
Nitrogênio amoniacal (mg L <sup>-1</sup> )	1 <sup>a</sup>	0,7	0,7	0,5	0,6	0,7	0,4	0,1	0,6	0,4	0,3	0,6
	2 <sup>a</sup>	0,0	0,5	0,7	0,8	1,0	0,1	0,8	0,2	0,6	0,7	0,8
	3 <sup>a</sup>	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,3	0,5	0,0	0,3	0,0
	4 <sup>a</sup>	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	1,1
	Média	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,1	0,3	0,3	0,2	0,5	0,6
Nitrato (mg L <sup>-1</sup> )	1 <sup>a</sup>	2,9	1,7	17,5	2,5	3,5	0,3	0,9	0,6	0,6	1,0	1,4
	2 <sup>a</sup>	1,7	1,1	14,7	2,3	1,7	0,2	1,3	0,5	0,3	1,4	1,4
	3 <sup>a</sup>	0,6	1,0	12,6	1,6	3,7	0,0	1,2	0,5	0,1	1,1	1,8
	4 <sup>a</sup>	2,3	2,5	15,2	3,3	2,6	0,3	1,9	0,0	0,0	1,3	1,2
	Média	1,9	1,6	15,0	2,4	2,9	0,2	1,3	0,4	0,2	1,2	1,4

Levantaram-se duas hipóteses para explicar a alta concentração de nitrato na água da fonte F3: a primeira delas é que o nitrato seria proveniente das áreas agrícolas que se encontram a montante. Essa hipótese pode ser facilmente descartada, uma vez que os agricultores usam baixas doses de fertilizantes orgânicos e industrializados. A segunda, é que se trataria de uma fonte pontual. A contaminação seria decorrente da escavação, pois esta foi feita muito próximo de onde havia uma estrebaria e, como os técnicos da Emater demoraram a montar a estrutura, o proprietário do lote resolveu montar ele mesmo; porém, por não ter sido instruído de como fazê-lo, pulou etapas que seriam imprescindíveis, como colocar as pedras no entorno dos tubos, lona e depois o solo. Com o monitoramento percebeu-se um declínio na concentração de nitrato (Tabela 13), o que foi atribuído à precipitação pluvial do período, pois, sendo o nitrato muito solúvel e por não se ligar

às partículas do solo, ele teria sido transportado pelo fluxo hídrico, o que comprova a segunda hipótese levantada.

As pessoas adultas podem ingerir quantidades relativamente altas de nitrato, por meio de alimentos e da água, excretá-lo pela urina sem maiores prejuízos a saúde. Contudo, bebês menores de seis meses de idade possuem bactérias no trato digestivo que reduzem o nitrato a nitrito, podendo haver envenenamento. Quando o nitrito alcança a corrente sanguínea, ocorre reação com a hemoglobina formando o composto metahemoglobina, o qual diminui a capacidade do sangue de transportar oxigênio. Nessa situação, a criança pode sofrer asfixia ficando com a pele azulada, doença conhecida como Cianose ou Síndrome do bebê azul. A doença é letal quando 70 % das hemoglobinas do corpo são convertidas em metahemoglobina (Zublena, 1993 atualizado em 1997). Além disso, há estudos ligando o câncer gástrico a altas concentrações de nitrato, mas apesar das evidências, ainda não há estudos conclusivos em seres humanos, somente em ratos (Zublena, 1993 atualizado em 1997; Dutt et al., 1997).

Tabela 13 - Concentração de nitrato na água coletada na fonte F3, assentamento Alvorada, Júlio de Castilhos - RS.

Coleta	Nitrato (mg L <sup>-1</sup> )							
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>
	25/08/09	05/11/09	07/01/10	01/03/10	13/05/10	28/07/10	03/09/10	02/12/10
Fonte (F3)	17,5	14,7	12,6	15,2	9,2	6,7	6,9	1,5

Os valores de CE das águas das fontes variaram de 11,3 a 188,9  $\mu\text{S cm}^{-1}$  (Tabela 14). As maiores médias foram obtidas nas águas das fontes F3 (139,63  $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) e F6 (75,43  $\mu\text{S cm}^{-1}$ ). Este parâmetro está relacionado com a presença de íons dissolvidos na água, expressa a capacidade de ela conduzir corrente elétrica e indica a quantidade de sais existentes na coluna d'água. Em geral, níveis superiores a 100  $\mu\text{S cm}^{-1}$  indicam ambientes impactados (CETESB, 2010). Em águas continentais, os íons diretamente responsáveis pelos valores da CE são, entre outros,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ , carbonatos, carbonetos, sulfatos e cloretos. Os íons  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  foram avaliados neste trabalho (Tabela 14).

As concentrações médias dos cátions avaliados na água das fontes das duas PBHs variaram de: Ca= 1,6 a 16,7 mg L<sup>-1</sup>; Mg= 0,4 e 7,2 mg L<sup>-1</sup>; Na= 0,8 a 7,9 mg L<sup>-1</sup>; K= 0,6 a 6,5 mg L<sup>-1</sup> (Tabela 14). As concentrações obtidas estão bem abaixo dos valores máximos estabelecidos pela Portaria nº 518 do Ministério da Saúde e Organização Mundial da Saúde. Estas concentrações não comprometem a potabilidade da água.

Embora todos os pontos monitorados tenham apresentado concentrações bem abaixo dos valores máximos permissíveis para águas destinadas ao consumo humano e que não representem riscos à saúde, a água das fontes F3 e F6 apresentaram concentrações mais elevadas que os demais pontos para todos os cátions avaliados.

Como citado anteriormente, a fonte F3 foi alocada muito próximo de onde havia uma estrebaria e na escavação para a construção da fonte, o revolvimento do solo pode ter contribuído para o aumento da concentração desses cátions na água. Com o monitoramento verificou-se um declínio nas concentrações dos cátions, o que poderia ser mais um indicativo de contaminação decorrente da escavação. Na coleta do dia 02/12/10 para a análise de nitrato também foram avaliados o Na, K, Ca, Mg e a dureza e os valores obtidos seguiram a mesma tendência (decréscimo) que o nitrato Na= 1,6 mg L<sup>-1</sup>; K= 0,8 mg L<sup>-1</sup>; Ca= 4,3 mg L<sup>-1</sup>; Mg= 2,2 mg L<sup>-1</sup>; Dureza= 19,2 mg L<sup>-1</sup> CaCO<sub>3</sub>. A fonte F6 situa-se próxima a um curso d'água com áreas agrícolas a montante e entorno. No ano de 2007, o proprietário do lote calcareou a área antes do plantio e nos anos seguintes adicionou fertilizantes nas lavouras. Como os solos da PBH têm o horizonte superficial bastante arenoso o processo de lixiviação e fluxo de macroporos é favorecido (Resende et al., 2007). Um agravante para esse processo é que os solos são manejados de forma incorreta o que pode resultar na degradação de sua estrutura, favorecendo ainda mais o deflúvio superficial, consequentemente grande parte dos insumos adicionados nas lavouras acaba sendo carregado para o curso d'água e, estando à fonte próxima a este, a concentração de nutrientes obtida na água desta fonte refletiu o uso antrópico do entorno.

As baixas concentrações nos demais pontos podem ser atribuídas à localização no espaço geográfico, pois as PBHs em análise encontram-se na região do planalto do RS, local onde o grau de intemperismo e lixiviação são elevados, logo as altas precipitações pluviais fazem com que naturalmente ocorram baixos teores

desses cátions nos solos e nas águas e, ao histórico de uso do solo, campo nativo na época da fazenda e baixa utilização de insumos agrícolas após a implantação do assentamento.

Tabela 14 - Concentrações de sódio, potássio, cálcio, magnésio, dureza e condutividade elétrica das águas coletadas nas fontes das pequenas bacias hidrográficas, assentamento Alvorada, Júlio de Castilhos - RS.

Parâmetro	Coleta	Pequena bacia hidrográfica 2					Pequena bacia hidrográfica 1					
		F 1	F 2	F 3	F 4	F 5	F 6	F 7	F 8	F 9	F 10	F 11
CE ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )	1 <sup>a</sup>	31,0	18,6	188,9	29,8	38,2	52,7	20,5	12,6	20,8	21,5	25,5
	2 <sup>a</sup>	32,3	18,0	134,5	32,5	30,4	84,3	22,4	22,2	20,8	22,1	27,0
	3 <sup>a</sup>	30,2	20,8	153,8	25,5	54,8	86,0	22,7	22,7	17,6	19,3	20,6
	4 <sup>a</sup>	43,5	16,9	81,3	26,2	19,9	78,7	20,5	11,3	17,3	20,4	14,7
	Média	34,3	18,6	139,6	28,5	35,8	75,4	21,5	17,2	19,1	20,8	22,0
Na ( $\text{mg L}^{-1}$ )	1 <sup>a</sup>	0,3	0,5	10,1	2,3	1,4	7,9	3,2	1,4	2,8	4,1	3,5
	2 <sup>a</sup>	1,8	1,6	8,2	2,5	2,2	9,4	4,0	3,1	4,2	5,4	4,8
	3 <sup>a</sup>	0,8	0,8	9,4	1,7	1,7	5,3	2,8	1,9	2,6	3,0	3,0
	4 <sup>a</sup>	1,0	0,5	3,7	1,2	0,7	5,2	2,0	1,0	1,7	2,5	1,7
	Média	1,0	0,8	7,9	1,9	1,5	6,9	3,0	1,8	2,9	3,7	3,3
K ( $\text{mg L}^{-1}$ )	1 <sup>a</sup>	0,6	0,6	11,2	0,8	1,2	11,6	6,0	2,0	5,8	9,0	6,0
	2 <sup>a</sup>	1,8	1,4	9,3	0,8	1,4	10,8	5,5	4,3	5,3	8,8	5,9
	3 <sup>a</sup>	0,2	0,2	8,3	1,9	1,5	4,4	2,3	0,8	1,9	2,9	2,3
	4 <sup>a</sup>	1,0	0,2	1,2	0,2	0,4	3,9	2,1	0,8	1,6	2,9	1,6
	Média	0,9	0,6	7,51	0,9	1,1	7,7	4,0	2,0	3,6	5,9	3,9
Ca ( $\text{mg L}^{-1}$ )	1 <sup>a</sup>	2,9	1,6	24,8	2,4	3,9	14,6	1,7	1,2	2,2	1,6	2,8
	2 <sup>a</sup>	4,7	1,9	15,9	2,5	3,5	15,6	2,6	3,5	2,8	2,2	3,2
	3 <sup>a</sup>	5,5	1,4	15,8	2,1	9,9	14,7	1,7	1,0	1,7	1,4	2,2
	4 <sup>a</sup>	10,4	1,4	10,6	1,7	1,9	15,1	1,5	1,0	1,5	1,3	1,5
	Média	5,9	1,6	16,7	2,2	4,8	15,0	1,9	1,7	2,0	1,6	2,4
Mg ( $\text{mg L}^{-1}$ )	1 <sup>a</sup>	2,1	0,7	8,4	1,4	2,1	3,1	0,4	0,3	0,7	0,4	0,7
	2 <sup>a</sup>	1,7	0,7	7,9	1,2	1,1	3,0	0,5	0,5	0,8	0,5	0,8
	3 <sup>a</sup>	1,2	0,7	7,3	0,9	1,8	2,6	0,6	0,5	0,7	0,5	0,8
	4 <sup>a</sup>	2,6	0,7	5,4	1,1	0,7	2,4	0,5	0,3	0,6	0,4	0,4
	Média	1,9	0,7	7,2	1,1	1,4	2,8	0,5	0,4	0,7	0,4	0,6
Dureza ( $\text{mg L}^{-1}$ CaCO <sub>3</sub> )	1 <sup>a</sup>	16,0	6,8	96,6	11,9	18,5	49,1	5,9	4,2	8,6	5,7	9,7
	2 <sup>a</sup>	18,7	7,4	72,0	11,3	13,5	51,6	8,7	11,0	10,3	7,6	11,2
	3 <sup>a</sup>	18,8	6,5	69,4	9,0	32,0	47,5	6,6	4,6	7,2	5,6	8,8
	4 <sup>a</sup>	36,8	6,7	48,6	8,9	7,7	47,9	5,8	3,9	6,1	4,7	5,2
	Média	22,6	6,8	71,6	10,3	18,0	49,0	6,7	5,9	8,0	5,90	8,7

As médias de dureza das águas variaram de 5,9 a 71,6 mg L<sup>-1</sup> de CaCO<sub>3</sub>, estando todos os pontos monitorados bem abaixo do valor máximo de 500 mg L<sup>-1</sup> estabelecido pela Portaria nº 518 (Brasil, 2004). Como os valores de dureza são obtidos através da concentração equivalente de carbonato de cálcio, as fontes F3 e F6 apresentaram os maiores valores (Tabela 14). Ainda, conforme Von Sperling (1996), os resultados obtidos para o parâmetro dureza permitem classificar as águas das fontes F1, F2, F4, F5, F6, F7, F8, F9, F10 e F11 como água mole, em virtude dos resultados apresentarem valores menores que 50 mg L<sup>-1</sup> de CaCO<sub>3</sub> e a água da fonte F3, dureza moderada (50 a 150 mg L<sup>-1</sup> de CaCO<sub>3</sub>).

Os valores médios de fósforo solúvel encontrados, com exceção da água da fonte F6, variaram de 1,1 a 8,1 µg L<sup>-1</sup> (Tabela 15). As baixas concentrações devem-se ao histórico de uso do solo e das baixíssimas doses adicionadas pelos agricultores. Como esse elemento é fortemente retido nas partículas do solo, a magnitude de concentração desse elemento na água das fontes é praticamente desprezível.

A água da fonte F6 apresentou concentração média de fósforo solúvel de 228,6 µg L<sup>-1</sup>. Esta fonte é próxima ao ponto de coleta A3, discutido no Estudo 2, que também apresentou a maior concentração desse elemento dentre todos os pontos monitorados nos arroios. A concentração de fósforo solúvel nesse ponto foi atribuída à aplicação de fertilizante fosfatado em áreas agrícolas próximas. Dessa forma, assim como para as concentrações de Ca, Mg, Na e K, a concentração de fósforo solúvel nessa fonte pode ser atribuída ao uso antrópico no entorno. No que se refere à saúde, o enriquecimento da água com fósforo não trás maiores problemas, já que se trata de um elemento requerido em elevadas quantidade pelos animais (Resende, 2002).

As concentrações de Fe mantiveram-se abaixo do valor máximo de 0,3 mg L<sup>-1</sup> estabelecido pela Portaria nº 518 (Brasil, 2004) nas quatro coletas efetuadas (Tabela 15). O limite recomendado para o ferro presente na água de 0,3 mg L<sup>-1</sup> é baseado no gosto e aparência, ao invés de qualquer efeito prejudicial a saúde (Jemison, 1994). Em pequenas concentrações esse elemento é essencial, pois transporta o oxigênio no sangue e sua deficiência pode resultar em anemia.

Tabela 15 - Concentrações de fósforo solúvel e ferro da água coletada nas fontes das pequenas bacias hidrográficas, assentamento Alvorada, Júlio de Castilhos - RS.

Parâmetro Coleta	Pequena bacia hidrográfica 2					Pequena bacia hidrográfica 1						
	F 1	F 2	F 3	F 4	F 5	F 6	F 7	F 8	F 9	F 10	F 11	
P solúvel ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	1 <sup>a</sup>	0,3	2,1	0,9	1,5	0,3	183,1	4,2	1,8	5,1	8,3	3,6
	2 <sup>a</sup>	4,6	3,6	1,2	6,3	1,2	225,7	14,3	0,9	12,0	9,3	4,3
	3 <sup>a</sup>	1,0	0,0	0,9	19,1	1,2	246,5	9,8	0,0	10,3	2,3	2,5
	4 <sup>a</sup>	0,0*	0,0	3,7	1,4	1,8	258,9	4,0	1,8	2,9	0,0	0,0
	Média	1,5	1,4	1,7	7,1	1,1	228,6	8,1	1,1	7,6	5,0	2,6
Fe ( $\text{mg L}^{-1}$ )	1 <sup>a</sup>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
	2 <sup>a</sup>	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
	3 <sup>a</sup>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	4 <sup>a</sup>	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2
	Média	0,05	0,07	0,03	0,05	0,04	0,07	0,06	0,08	0,05	0,05	0,08

A análise da água das fontes revelou que o parâmetro turbidez, em alguns pontos, encontrava-se acima do valor máximo permitido de 5 UNT estabelecido pela Portaria nº 518 (Brasil, 2004). Os pontos fora dos padrões de potabilidade para este parâmetro foram F1, F2, F4 e F8 (Tabela 16). Os valores de cor aparente obtidos para esses mesmos pontos, em algumas coletas, também estiveram bem acima do valor máximo permissível de 15 uH (Brasil, 2004) (Tabela 16). Os maiores valores foram observados na segunda coleta. Esses altos valores podem ser atribuídos aos usos do entorno, ausência de proteção na cavidade perfurada e condições do tempo, precipitação antecedente à coleta (Apêndice 1).

Os valores de pH variaram de 5,1 a 7,4 (Tabela 16). Conforme estabelecido na Portaria nº 518 (Brasil, 2004) o pH de águas destinadas ao consumo humano deve ser mantido na faixa de 6,0 a 9,5. A água das fontes F2, F4 e F8 mantiveram-se abaixo do mínimo recomendado nas quatro coletas efetuadas. Nas demais, o pH variou de 5,2 a 7,4. A tendência ácida observada pode ser reflexo do pH dos solos e das condições de proteção do entorno e cavidade perfurada, pois estando a maioria das fontes desprotegidas, isso faz com que os teores de matéria orgânica sejam maiores. No processo de decomposição da matéria orgânica o pH é reduzido pelo aumento da concentração de gás carbônico que, ao dissolver-se na água forma o ácido carbônico, e este ao dissociar-se libera  $\text{H}^+$  para o meio, reduzindo o pH.

Também por reação direta do gás carbônico com a água formando ácido carbônico que ao dissociar-se liberará ainda mais  $H^+$  para o meio. Como as águas das fontes são paradas as reações químicas são mais intensas que a dos arroios que estão em constante circulação (variação de pH de 6,19 a 7,63 - Estudo 2).

Tabela 16 - Valores de turbidez, cor aparente e pH nas águas das fontes das pequenas bacias hidrográficas, assentamento Alvorada, Júlio de Castilhos - RS.

Parâmetro	Coleta	Pequena bacia hidrográfica 2					Pequena bacia hidrográfica 1					
		F 1	F 2	F 3	F 4	F 5	F 6	F 7	F 8	F 9	F 10	F 11
Turbidez UNT	1 <sup>a</sup>	2,6	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,5	0,2	1,5	4,0
	2 <sup>a</sup>	11,8	29,9	0,5	7,3	0,7	0,2	0,0	9,5	0,0	0,0	0,5
	3 <sup>a</sup>	9,1	5,3	1,6	6,8	1,9	0,1	0,0	4,7	0,8	4,1	1,2
	4 <sup>a</sup>	6,4	3,8	1,1	0,7	0,00	4,9	0,1	4,6	0,8	2,6	1,4
	Média	7,5	10,6	0,8	3,7	0,6	1,3	0,0	6,6	0,4	2,1	1,8
Cor aparente (uH)	1 <sup>a</sup>	5,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,0	0,0	5,0	10,0
	2 <sup>a</sup>	70,0	100	15,0	60,0	10,0	10,0	5,0	50,0	5,0	5,0	10,0
	3 <sup>a</sup>	40,0	5,0	0,0	40,0	0,0	0,0	0,0	10,0	5,0	10,0	0,0
	4 <sup>a</sup>	40,0	5,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0	5,0	0,0	5,0	5,0
	Média	38,7	28,7	3,7	25,0	2,5	3,8	1,2	23,7	2,5	6,2	6,2
pH	1 <sup>a</sup>	5,4	5,4	6,7	5,3	5,2	7,0	6,0	5,9	6,0	6,0	6,0
	2 <sup>a</sup>	6,4	5,4	5,2	5,3	5,2	6,5	5,7	5,7	5,7	5,4	5,5
	3 <sup>a</sup>	7,4	5,4	6,2	5,7	6,0	6,6	5,9	5,3	5,6	5,5	5,3
	4 <sup>a</sup>	6,6	5,4	5,6	5,2	5,1	6,4	5,7	5,6	5,6	5,6	5,7
	Média	6,4	5,4	5,9	5,4	5,4	6,6	5,8	5,6	5,7	5,6	5,6

### 6.3.2. Análises microbiológicas

Nas quatro coletas efetuadas, as águas das 11 fontes apresentaram bactérias do grupo Coliformes totais e, 90 % delas continham, em pelo menos uma das coletas, bactérias *E. coli* (Tabela 17). A Portaria nº 518 (Brasil, 2004), estabelece como padrão de potabilidade para águas destinadas ao consumo humano, ausência em 100 mL de amostra, de bactérias do grupo coliformes. Desse modo, há risco à saúde da população local pela possibilidade de propagação de doenças como

diarreia, cólera, febre tifoide e paratifoide, hepatite infecciosa, salmonelose, desinteria bacilar, gastroenterites, parasitose, teníase dentre outras (Almeida et al., 2005; Santos et al., 2005; Tortora et al., 2000; Ziese et al., 1996;).

As principais formas de contaminação microbiológica identificadas foram à presença de fossas sépticas fora dos padrões exigíveis localizadas a poucos metros de onde se encontram algumas das fontes monitoradas, proximidade de lavouras que utilizam práticas de manejo do solo inadequadas, conseqüentemente carreamento de partículas de solo e poluentes nas épocas de chuva, além do contato direto com fezes de animais decorrente de escoamento superficial, pois a maioria das fontes não possui nenhum tipo de proteção no entorno e na cavidade perfurada (Figura 23).

Tabela 17 - Densidade de coliformes totais e *Escherichia coli* na água das fontes das pequenas bacias hidrográficas, assentamento Alvorada, Júlio de Castilhos - RS.

Parâmetro	Coleta	Pequena bacia hidrográfica 2					Pequena bacia hidrográfica 1					
		F 1	F 2	F 3	F 4	F 5	F 6	F 7	F 8	F 9	F 10	F 11
Coliformes totais (NMP 100 mL <sup>-1</sup> )	1ª	23054	23054	1275	23054	2716	23054	12753	12753	23054	2716	23054
	2ª	23054	23054	23054	23054	2716	23054	23054	23054	23054	2716	23054
	3ª	13826	1275	23054	138	3126	23054	23054	2716	13826	23054	23054
	4ª	780	49	12753	138	49	327	23	33	16	78	33
	Média	15178	11858	15034	11596	2152	17372	14721	9639	14987	7141	17299
<i>Escherichia coli</i> (NMP 100 mL <sup>-1</sup> )	1ª	0,0	1,9	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9
	2ª	7,7	1,9	0,0	0,0	0,0	1,9	0,0	1,9	0,0	1,9	1,9
	3ª	4,4	1,9	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	1,9
	4ª	1,9	0,0	0,0	4,4	0,0	6,8	1,9	0,0	0,0	1,9	1,9
	Média	3,5	1,4	0,5	1,1	0,5	2,2	0,5	0,5	0,0	1,4	1,9

Cabe ressaltar que, na interpretação dos resultados relativos à potabilidade, se deve atentar para alguns fatos. Tendo em vista que o objeto do estudo foi água bruta, os resultados impróprios relativos à turbidez, coliformes totais e *Escherichia coli* devem ser observados com cautela, uma vez que tanto a presença de bactérias do grupo coliformes quanto turbidez acima de 5 UNT são comuns em águas

superficiais (APHA, 1995; Esteves, 1988), o que por si só já deveria ser indicativo da necessidade de algum tipo de tratamento antes do consumo humano.



Figura 23 - Fontes localizadas em poteiros, sem proteção da cavidade perfurada e cercamento no entorno. (a) Ponto de coleta F7; (b) Ponto de coleta F10. Ambas abastecem duas famílias. Fotos: CAPOANE, V.

No momento da coleta foi observado que grande parte das fontes não apresentava nenhuma proteção na cavidade perfurada. A maioria delas era rasa e as mais profundas, inferiores a cinco metros, o que limita o poder filtrante do solo. Como agravante, a água das fontes além de estar exposta a contaminação por vias superficiais podem ser contaminadas por vias subterrâneas, pois algumas se localizam próximas a pontos potenciais de contaminação como fossas sépticas e sumidouros.

Nos trabalhos de campo para identificar os usos do entorno, verificou-se que as áreas agrícolas eram muito mal manejadas. Como o solo é naturalmente frágil, essa postura dos agricultores favorece a erosão, conseqüentemente a perda de solo em épocas de chuva e carreamento de poluentes para as fontes, uma vez que estas encontram-se nas porções mais baixas do terreno. As áreas de pastagens eram pobres e, na maioria das propriedades, não é esperado o tempo necessário até que elas atinjam a altura mínima para pastoreio, logo a baixa qualidade da pastagem, o pisoteio do rebanho e ausência de palhada também contribui para a erosão laminar do solo e carreamento de contaminantes para as fontes e cursos d'água. Algumas

fontes situam-se dentro de poteiros sem ou com estrutura precária de cercamento, dessa forma o gado tem acesso direto a água e o contato desses animais com a água que será consumida pelos moradores poderá vir a causar enfermidades humanas, pois esses animais são transmissores de diversos patógenos de veiculação hídrica (Fayer et al., 2000).

Cabe ressaltar que a água consumida nas propriedades das PBHs não passa por nenhum tipo de tratamento, requisito fundamental para garantir a manutenção da saúde e evitar a proliferação de doenças de veiculação hídrica. Esta realidade é a mesma de um número considerável de pequenas propriedades rurais do País e das periferias das cidades. Tão grave é a situação de abastecimento de água para consumo humano que as estatísticas da Organização Mundial de Saúde mostram que, no Brasil morrem atualmente 29 pessoas/dia por doenças decorrentes da má qualidade da água e do não tratamento de esgotos e cerca de 70 % dos leitos dos hospitais são ocupados por pessoas que contraíram doenças transmitidas pela água contaminada.

#### **6.4. Conclusões**

As péssimas condições de conservação e a ausência de proteção na cavidade perfurada na maioria das fontes, aliado ao manejo inadequado das atividades agropecuárias no entorno, e PBHs como um todo, tornam a água consumida nas propriedades um fator potencialmente prejudicial à saúde dos moradores.

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES**

O assentamento Alvorada foi implantado em um ecossistema bastante vulnerável e, como desde a sua implantação não houve a preocupação com manejo dos recursos naturais, orientação técnica, tampouco fiscalização por parte do órgão responsável, principalmente no que se refere à conservação e restauração das matas ripárias, os reflexos da pressão antrópica puderam ser visualmente observados em campo pela degradação do solo e pela perda da biodiversidade dos ecossistemas florestais e aquáticos.

Os impactos nas áreas de lavouras são visíveis existindo inúmeros focos de erosão acelerada, esses focos contribuem para o assoreamento dos canais de drenagem e açudes, perda da qualidade do solo, diminuição da produtividade das lavouras além da degradação do ecossistema fluvial pelo aporte de insumos agrícolas, agrotóxicos e patógenos oriundos das dejeções humanas e animais. Por isso, toda a área das PBHs e o assentamento como um todo merecem atenção quanto à necessidade de ações de manejo do solo, objetivando tanto o combate à erosão quanto a melhoria das suas características físicas, químicas e microbiológicas.

O ajuste da carga animal é imprescindível para obtenção de um melhor desempenho na produção de leite e para minimizar os impactos que o superpasteoreio tem causado na estrutura do solo e na qualidade das águas. Isto pode ser feito adequando o número de animais por área e a categoria animal utilizada em cada potreiro.

As estradas de terra, que foram inadequadamente alocadas no sentido da pendente e que têm contribuído grandemente na produção de sedimentos, devem ser realocadas e sua manutenção deve ser feita periodicamente.

As Áreas de Preservação Permanente nas duas PBHs apresentaram alto grau de degradação e para minimizar os impactos são necessárias medidas urgentes de manejo da zona ripária no entorno de açudes, nascentes e rede de drenagem, pois esta é de extrema importância para reduzir a carga de poluentes que eventualmente é introduzida nos corpos d'água através do deflúvio superficial. Nos trechos onde a mata foi totalmente suprimida, principalmente no entorno das

nascentes e tributários de 1ª e 2ª ordem, deve ser feita a recomposição ou simplesmente cercamento para que haja a regeneração natural. Se a opção for à recomposição deve-se atentar para alguns fatos:

- O planejamento e a orientação devem ser feitos por um técnico especializado;
- Nas nascentes: tipo de afloramento de água, ou seja, sem ou com acúmulo de água inicial, pois o encharcamento do solo ou a submersão temporária na época das chuvas pode impedir o desenvolvimento das raízes; sistema radicular dos indivíduos plantados; profundidade do perfil e fertilidade do solo são alguns dos fatores que devem ser considerados, pois são seletivos para as espécies que vão conseguir se desenvolver (Rodrigues e Shepherd, 2000). Também deve haver a distinção das nascentes quanto ao regime de vazão, ou seja, se é permanente ou temporária, se varia ao longo do ano e, até mesmo a interferência da vegetação no consumo de água da própria nascente, consumo esse, grandemente influenciado pela profundidade do lençol freático no raio compreendido pela APP (Calheiros et al., 2004).
- Nos arroios: Não existe a composição ideal e sim aquela mais adequada para cada situação específica, por isso a necessidade de orientação técnica, mas o importante é que tenha espécies de cada grupo sucessional, de forma a sempre ter um grupo de espécies cobrindo a área; arbustos e anuais - que vão recobrir rapidamente a área no primeiro ano; árvores de rápido crescimento, que sombrearão a área após o primeiro ano e, árvores de crescimento lento de diferentes alturas, que ocuparão o alto e o interior da floresta no futuro, quando adultas (Junqueira et al., 2006).

As áreas com matas remanescentes devem ser mantidas e o acesso do gado deve ser restringido para que haja a regeneração natural. Também deve se restringir o acesso dos animais aos cursos d'água e nascentes para minimizar o impacto gerado pelo tráfego desses animais. Se não houver outro acesso a água para dessedentação, deixar somente um corredor de acesso para o arroio ou açude para que o gado não entre na mata e impeça o processo de regeneração ou mesmo intensifique os processos de erosão lateral dos canais, principalmente na PBH 1, ou ainda o desbarrancamento nos açudes. O corredor deve ser cascalhado e compactado, para que em caso de chuvas, não se transforme em um lamaçal dificultando à locomoção dos animais e o acesso a água.

Outra ação que contribui para a conservação da água e da biodiversidade é manter ou plantar árvores nos pastos. A meia-sombra, segundo os zootecnistas, não atrapalha o crescimento do capim nem o pastejo do gado. As espécies devem ser adaptadas ao clima da região. Dependendo da espécie escolhida, as folhas e frutos ainda poderão ser utilizados como alimento pelo gado. As árvores devem ser podadas anualmente, permitindo a passagem de mais luz até o chão, alimentando o gado e produzindo matéria orgânica para fertilização do pasto (Junqueira et al., 2006).

Com relação à qualidade da água das fontes utilizadas para abastecimento doméstico, ficou comprovado neste trabalho que a água consumida pelos moradores nas duas PBHs não atende aos padrões de potabilidade recomendados pelo Ministério da Saúde e seu consumo representa risco à saúde dos moradores.

Com os trabalhos de campo constatou-se que medidas paliativas como; proteção da borda das fontes por meio do revestimento das paredes em alvenaria e cobertura com tampa de concreto, não seriam suficientes para reduzir o risco de entrada de contaminantes, pois as fontes foram construídas nas porções mais baixas do terreno e, considerando o manejo inadequado das atividades agropecuárias nas PBHs, além do substrato litológico de origem sedimentar, os contaminantes certamente continuariam a atingir o interior das mesmas. Por isso, sugere-se a perfuração de poços tubulares ou mesmo artesianos e a instalação de uma rede de distribuição de água em todo o assentamento, visto que a realidade de abastecimento de água para consumo humano é a mesma que nas PBHs monitoradas.

Porém, antes de construir uma captação de água subterrânea é necessário conhecer e obedecer à legislação vigente, no que se refere à proteção e uso dos recursos hídricos. No campo, a primeira medida é certificar-se de que o local onde se pretende instalar o poço não esteja próximo de áreas contaminadas e fontes com potencial de contaminação do solo e das águas subterrâneas.

Um item fundamental, após a perfuração, é a instalação do selo de proteção sanitária, que consiste na cimentação do espaço entre a tubulação e o furo, ou seja, a construção de laje de concreto ao redor do poço e colocação de uma tampa. Além disso, os poços devem ser protegidos por cerca para evitar a circulação de animais (Iritani, 2008).

Cumpridas todas as exigências, a água poderá ser distribuída. Porém, medidas de caráter preventivo terão de ser contínuas, não só nos poços, mas também nas propriedades, como:

- Conservação e manutenção dos poços;
- Análises periódicas de qualidade da água;
- O sistema de armazenamento e distribuição deve ser mantido conservado e livre de vazamentos;
- Caixas d'água devem ser esvaziadas e limpas a cada seis meses;
- As torneiras devem estar em boas condições de uso e de preferência serem metálicas. Torneiras plásticas sofrem agressão interna e acúmulo de materiais formando filmes microbianos, observados, geralmente nas bordas (Mattos e Silva, 2002);
- O uso de filtro é recomendado e, na falta deste, a água deve ser fervida por alguns minutos (Mattos e Silva, 2002).

Todas essas medidas, se tomadas, contribuirão grandemente para a mitigação dos impactos ambientais verificados, além de melhorar a qualidade de vida dos moradores.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SÁBER, A. N. **Do Código Florestal para o Código da Biodiversidade.**

Disponível em: <<http://www.pedrohauck.net/2010/07/aziz-absaber-e-o-novo-codigo-florestal.html>>. Acesso em: 01 jul. 2010.

ALBUQUERQUE, J. A.; CASSOL, E. A.; REINERT, D. J. Relação entre a erodibilidade em entressulcos e estabilidade de agregados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 2000. Viçosa, v.24, n.1, p.141- 151.

ALMEIDA, N.; SOARES, J. C. W. **Inventário Florestal Exploratório da área de influência da Linha de Transmissão (LT) Guarita – Foz do Chapecó – Xanxerê, em 230 kV.** Porto Alegre, 2008.

ALMEIDA, J. C. A.; FONSECA, J. G.; SILVA, A. C. Estudo da Contaminação de Poços Superficiais na Comunidade Parque Santuário (Campos dos Goytacazes - RJ) e Conceitos Associados à Água. **Revista Brasileira de Extensão Universitária**, Rio de Janeiro, 2005: UFRJ/UNIRIO, 2005. p. 2451-2457.

AMARAL, L. A. et al. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista de Saúde Pública**, 2003. v. 37 n. 4. P. 510-514.

American Public Health Association (APHA). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, 19th edition. Washington, DC. 1995.

American Public Health Association (APHA). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21th. Denver. CP: AWWA 2005.

ARAÚJO, F. C. **Reforma agrária e gestão ambiental: encontros e desencontros.** 2006. 242 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) – Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

ARCOVA, F. C. S.; CESAR, S. F.; CICCIO, V. Qualidade da água em microbacias recobertas por floresta de Mata Atlântica, Cunha, São Paulo. **Revista do Instituto Florestal de São Paulo**, São Paulo, 1998. v. 10, n. 2, p.185-96.

ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V. Características do deflúvio de duas microbacias hidrográficas no laboratório de hidrologia florestal Walter Emmench, Cunha - SP. **Revista do Instituto Florestal de São Paulo**, São Paulo, 1997. v.9, n.2, p.153-70.

ASSAD, E. D. et al. Estruturação de dados geoambientais no contexto de microbacia hidrográfica. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistema de Informações Geográficas: aplicações na agricultura**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1993. 274p. Cap. 4, p. 89-108.

ASSAD, M. L. L.; HAMADA E.; CAVALIERI, A. Sistema de Informação Geográfica na Avaliação de Terras para Agricultura. In: \_\_\_\_\_. **Sistemas de Informações Geográficas: aplicações na agricultura**. 2 ed. Brasília: Embrapa-SPI/ Embrapa-CPAC, 434 p. 1998.

ATTANASIO, C. M. et al. Método para identificação da zona ripária: microbacia hidrográfica do Ribeirão São João (Mineiros do Tietê, SP). **Scientia Florestalis**, 2006. v. 71, p.131-140.

BITTENCOURT, G. A. et al. **Principais fatores que afetam o desenvolvimento dos assentamentos de reforma Agrária no Brasil**. Brasília. Convênio FAO/ Inbra Projeto UTF/BRA/036/BRA. 1998. p. 68.

BONNET, B. R. P.; FERREIRA, G. F.; LOBO, F. C. Relações entre qualidade da água e uso do solo em Goiás: uma análise à escala da Bacia Hidrográfica. **Revista Árvore**. Viçosa: 2008. 32 (2), p. 311-322.

BORGES, M. J.; GALBIATTI, J. A.; FERRAUDO, A. S. Monitoramento da qualidade hídrica e eficiência de interceptores de esgoto em cursos d'água urbanos da bacia hidrográfica do córrego Jaboticabal. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, 2003. v. 8, n. 2, p. 161-171.

BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o **Novo Código Florestal**. BRASIL. Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001. Altera os arts. 1º, 4º, 14º, 16º e 44º, e acresce dispositivos à Lei no 4.771, de 15 de setembro de 1965, que institui o Código Florestal, bem como altera o art. 10 da Lei no 9.393, de 19 de dezembro de 1996, que dispõe sobre o Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural - ITR.

BRASIL, Ministério da Agricultura. **Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Rio Grande do Sul**. Recife: convênio MA/DPP – SA/ DRNR, 1973. 431p. (Boletim Técnico, 30).

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Comissão Nacional de Coordenação do Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas**, 1987. 60 p.

BRASIL. **Resolução do CONAMA nº33** , de 07 de dezembro de 1994. Brasília, DF: Congresso Nacional, 1994.

BRASIL. **Resolução do CONAMA nº302** , de 20 de março de 2002. Brasília, DF: Congresso Nacional, 2002.

BRASIL. **Resolução do CONAMA nº303** , de 20 de março de 2002. Brasília, DF: Congresso Nacional, 2002.

BRASIL. **Resolução do CONAMA nº357** , de 18 de março de 2005. Brasília, DF: Congresso Nacional, 2005.

BRASIL. **Resolução do CONAMA nº369** , de 28 de março de 2006. Brasília, DF: Congresso Nacional, 2006.

BRASIL. **Portaria nº 518** de 25 de março de 2004. Ministério da Saúde. Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil. Poder executivo, Brasília, DF, 26 mar. 2004. Seção 4, p. 266, seção 1.

BURROUGH, P. A.; McDONNELL, R. A. **Principles of Geographical Information Systems**. New York: Oxford University Press. 2ª ed. 356 p. 2005.

CHAPMAN, D.; KIMSTACH, V. Selection of water quality variables. In: \_\_\_\_\_. **Water quality assessment: a guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring**. Londres: UNESCO/WHO/UNEP, Cap. 3, 60 p. 1996.

CRABILL, C. et al. The impact of sediment fecal coliform reservoirs on seasonal water quality in Oak Creek. **Water Resarch**. London, 1999. v.33, n.9, p.2163-2171.

CALHEIROS, R. O. et al. **Preservação e Recuperação das Nascentes**. Piracicaba: Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios PCJ - CTRN, 2004. 40 p.

CASALI, C. A. **Qualidade da água para consumo humano ofertada em escolas e comunidades rurais da região central do Rio Grande do Sul**. 2008. 173 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Variáveis de qualidade das águas**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp#condutividade>>. Acesso em: 20 ago. 2010.

CHRISTOFOLETTI, A. (1974) **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blucher.

CORRELL, D. L. Buffer zones and water quality protection, General principles. In: HAYCOCK N. E. et al. (eds) **Buffer Zones: Their Processes and Potential in Water Protection**, p 7-20. Quest Environmental. 1997.

CONBOY, M. J.; GOSS, M. J. Natural protection of groundwater against bacteria of fecal origin. **Journal of Contaminant Hydrology**, 2000. 43:1-24.

COSTA, M. H.; BOTTA, A.; CARDILLE, J. A. Effects of largescale changes in land cover on the discharge of the Tocantins River, Southeastern Amazonia. **Journal of Hydrology**, 2003. v. 283, p.206-217.

D'AGUILA, P. S. et al. Avaliação da qualidade de água para abastecimento público do Município de Nova Iguaçu. **Cadernos de Saúde Pública**, 2000. v.16, n.3, Jul/Set, p.791-798.

DALE, P. F.; McLAUGHLIN, J. D. Land information. In: (Ed.) **Land information management: an introduction with special reference to cadastral problems in Third World countries**. New York: Oxford University Press, 1988. Cap. 1, pp.1-18.

DUTT, M. C.; LIM, H. Y. Nitrate consumption and the incidence of gastric cancer in Singapore. **Food and Chemical Toxicology**, 1987. 25: 515-520.

ESTEVEZ, F. A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência: FINEP, 1988. 575p.

FAYER, R. et al. Prevalence of *Cryptosporidium parvum*, *Giardia* sp and *Eimeria* sp infection in post-weaned and adult cattle in three Maryland farms. **Veterinary Parasitology**, 2000. (93):103-12.

FLETCHER, J. J.; PHIPPS, T. T. Data needs to assess environmental quality issues relate d to agriculture and rural areas. **American Journal of Agricultural Economics**, 1991. v. 3, p.926-32.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 97 p.

FRASCÁ, M. H. B. O.; SARTORI, P. L. P. Minerais e rochas. In: OLIVEIRA, A. M. S. dos e BRITO, S. N. A. de. (ed.). **Geologia de engenharia**. São Paulo: Associação brasileira de geologia de engenharia, 1998. 1ª. ed. 586 p.

FURTADO, C. **Análise do modelo brasileiro**. São Paulo: Civilização Brasileira, 1972, 122 p.

GAMERMANN, N. et al. Geotransversal Brasileira Norte-Sul (parcial) Projeto Internacional do Manto Superior-Rio Grande do Sul. **Pesquisas**, Porto Alegre: UFRGS, 1973. p 49-60.

GONÇALVES, C. S. et al. Qualidade da água numa microbacia hidrográfica de cabeceira situada em região produtora de fumo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, 2005. v. 9, n. 3, p. 391-399.

GONÇALVES NETO, W. **Estado e agricultura no Brasil: política agrícola e modernização econômica brasileira, 1960-1980**. São Paulo: HUCITEC, 1997. 245 p.

GREGORY, S. V. et al. An ecosystem perspective of riparian zones. **BioScience**, 1992. 41(8): 540-551.

GROSSI, C. H. **Sistema de Informação Geográfica – BASINS 3.0 na Modelagem Hidrológica da Bacia Experimental do Rio do Pardo**. 2003. 101 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2003.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e meio ambiente**, Bertrand do Brasil, 1998, 2ª ed. 394p.

HADDAD, L. N.; PEDLOWSKI, M. A. Planejamento socioambiental na efetivação de assentamentos rurais do Norte- Fluminense-RJ. In: XVI Encontro Nacional Dos Geógrafos, 2010, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2009. p. 1-10.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Vegetação do Brasil**. Escala 1:5.000.000. 2004. Disponível:

[http://www1.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=69&id\\_pagina=1](http://www1.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=69&id_pagina=1). Acesso em: 26/06/10.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento de recursos naturais do projeto RadamBrasil**. Folha SH.22. Porto Alegre e parte das folhas SH. 21 Uruguaiana e SI. 22 Lagoa Mirim. Rio de Janeiro, 1986. 796 p.

IPAGRO. **Atlas agroclimático do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, IPAGRO Seção de Ecologia Agrícola. 3 v. 1989.

INCRA/RS. **Relatório ambiental do Projeto de Assentamento Alvorada**. Porto Alegre. 2008.

IRITANI, M. A.; EZAKI, S.; VARNIER, C. **Cadernos de Educação Ambiental**. As Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo. 2008. 104 p.

JEMISON, J. M. **Water Quality: Iron and Drinking Water**. Cooperative Extension; University of Maine. 1994. Disponível em: <<http://www.dnr.state.wi.us/org/water/dwg/iron.htm#health>>. Acesso em: 25 jul. 2010.

JENSEN, J. R. **Remote sensing of the environment: an earth resource perspective**. Geographic information science. 2000. 550 p.

JUNQUEIRA, R. G. P.; CAMPOS FILHO, E. M.; PENEIREIRO, F. M. **Cuidando das águas e matas do Xingu**. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2006. 44 p.

KOBIYAMA, M. Conceitos de zona ripária e seus aspectos geobiohidrológicos. In: I Seminário de Hidrologia Florestal, 2003, Alfredo Wagner. Zonas ripárias. **Anais...** Florianópolis: PPGEA/UFSC, 2003. v. 1. p. 1-13.

KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. Fondo de Cultura Econômica. México. 1948. 479 p.

KRONKA, F. J. N. et al. **Inventário florestal das áreas reflorestadas do Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente; Instituto Florestal, 2002. 183 p.

LAL, R. Soil erosion by wind and water: Problems and prospects. In: LAL, R. **Soil erosion and research methods**. Wageningen: SWCS, 1988. p. 1-6.

LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. Hidrologia de matas ciliares. In: \_\_\_\_\_. **Matas Ciliares – Conservação e Recuperação**. EDUSP/FAPESP: 2000. p.33-44.

LIMA, W. P. Aspectos hidrológicos da recuperação de zonas ripárias degradadas. In: Simpósio Nacional Sobre Recuperação de Áreas Degredadas, 5., 2002. **Anais...** Belo Horizonte, 2002.

LIMA, C. A. V.; MEDEIROS, G. A. Diagnóstico da qualidade da água do rio Jaguari-Mirim no Município de São João da Boa Vista - SP. **Engenharia Ambiental**, 2008. v. 5, n. 2, p. 125- 138.

LISBOA, M. A. **Caracterização do meio físico para fins de projetos de colonização no município de Cujubim – RO**. 2001. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2001.

LOPES, F. W. A. et al. Avaliação da influência de áreas de solo exposto sobre a qualidade das águas do Ribeirão Carranca – MG. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2007. p. 3421-3428.

LUFABA, A. et al. Prediction of soil erosion in a Lake Victoria basin catchment using a GIS-based Universal Soil Loss model. **Agricultural Systems**, 2003. v.76, p.883-894.

MACIEL, L. R. et al. Viveiros Florestais Comunitários em Assentamentos de Reforma Agrária. In: IV Encontro Nacional Sobre Educação Ambiental na Agricultura, 2002, Campinas. **Anais...** Campinas, 2002. p. 1-8.

MAKRIS, K. C. **Soil and colloidal phosphorus dynamics in three ky soils: bioavailability, transport and water quality implications**. 2002. 170 f. Dissertação (Master Science in the College of Agriculture at the University of Kentucky) - College of Agriculture at the University of Kentucky, Lexington, 2002.

MARTINS, I. C. M. et al. O. Análise temporal da dinâmica do uso e cobertura da terra nas Fazendas Lago Verde e Barreirinhas, localizadas no município de Lagoa da Confusão - TO. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2007. p. 2833-2839.

MATTOS, M. L. T.; SILVA, M. D. Controle da Qualidade Microbiológica das Águas de Consumo na Microbacia Hidrográfica Arroio Passo do Pilão. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2002 (**Comunicado Técnico**).

MEDEIROS, L. S.; LEITE, S. **Formação dos Assentados Rurais no Brasil Processos Sociais e políticas públicas**. 2ª ed. Rio Grande do Sul: Editora da Universidade Federal do Rio grande do Sul, 1999. 286 p.

MEDEIROS, L. S. **Reforma agrária no Brasil: história e atualidade da luta pela terra**. São Paulo: Editora Fundação Perseu Abramo, 2003, 104 p.

MENEGOTTO, E.; SARTORI, P. L. P.; MACIEL FILHO, C. L. **Nova sequência sedimentar sobre a Serra Geral no Rio Grande do Sul**. Publicação Especial do Instituto de Solos e Culturas, Seção Geologia e Mineralogia, Santa Maria, 1:1-19, 1968.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. G. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, 2002. v.3, n.4, p. 33-38.

MEYBECK, M. The Global Change of continental aquatic systems: dominant impacts of human activities. **Water Science and Technology**, 2004.

MINELLA, J. P. G. et al. Identificação e implicações para a conservação do solo das fontes de sedimentos em bacias hidrográficas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa – MG, 2007. v. 31, n. 6: pp. 1637-1646.

MOREIRA, V. S. **Territorialidades rurais em Júlio de Castilhos-RS: da pecuária extensiva a agricultura familiar**. 2008. 132 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

MOURA, A. C. M. **Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano**. Belo Horizonte: Ed. da autora, 2003, 294 p.

NAIMAN R. J.; DECAMPS, H. The ecology of interfaces: riparian zones. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 1997. v. 28, p. 621-658.

NOWATZKI, A; PAULA, E. V.; SANTOS, L. J. C. Delimitação das Áreas de Proteção Permanente e avaliação do seu grau de conservação na bacia Hidrográfica do Rio

Sagrado (Morretes/PR). In: XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2009, Viçosa. **Anais...** Viçosa, 2009. P 1-18.

OLIVEIRA FILHO, A. T. et al. Estrutura fitossociológica e variáveis ambientais em um trecho da mata ciliar do córrego dos Vilas Boas, Reserva Biológica do Poço Bonito, Lavras (MG). **Revista Brasileira de Botânica**, 1994. 17: 67-85.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Guidelines for drinking water quality**. 3. ed. 2003. Disponível em: <[http://www.who.int/docstore/watersanitation\\_health/GDWQ/Updating/draftguidel/draftchap7.htm](http://www.who.int/docstore/watersanitation_health/GDWQ/Updating/draftguidel/draftchap7.htm)>. Acesso em: 19 jul. 2010.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. **Guias para la calidad del agua potable**. 2. ed. Genebra: OMS, 1999. v. 1.

PEREIRA, V. P. **Solo: manejo e controle de erosão hídrica**. Jaboticabal: FCAV, 1997. 56 p.

PHILLIPS, J. D. An evaluation of the factors determining the effectiveness of water quality buffer zones. **Journal of Hydrology**, 1989, 107: 133-145.

RANIERI, V. E. L. **Discussão das potencialidades e restrições do meio como subsídio para o zoneamento ambiental: o caso do município de Descalvado (SP)**. 2000. 87 f. Dissertação (Mestrado Escola de Engenharia de São Carlos) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

REBELO, A. **Parecer do relator deputado federal Aldo Rebelo (PCdoB-SP) ao Projeto de Lei nº 1876/99 e apensados**, Brasília, DF, 8 jun. 2010. 270 p. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/sileg/integras/777725.pdf>>. Acesso em: 20 Jul. 2010.

REICHERT, J. M. et al. Erosão em entressulcos sob distintas intensidades de chuva, declividade do solo e horizonte do solo. In: PAIVA, E. M. C. D.; PAIVA, J. B. D. (eds.). **Caracterização qualiquantitativa da produção de sedimentos**. Santa Maria: ABRH, 2001. cap.5, p.81-97.

RESENDE, A. V. Agricultura e qualidade da água: contaminação da água por nitrato. Planaltina: Embrapa Cerrados. **Documentos**, 2002. n.57, 29 p.

RESENDE, M. et al. **Pedologia: base para a distinção de ambientes**. 5. ed. rev. Lavras: UFLA, 2007. 322 p.

RHEINHEIMER, D. S. Caracterização física, química e biológica dos solos na microbacia hidrográfica do Arroio Lino, Nova Boemia: Agudo, Ano II. 2003. 115 p.

ROCHA, J. G. et al. Análise da Degradação Ambiental no Assentamento Rural de Santa Helena/PB com auxílio de técnicas e Ferramentas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento. In: IV Encontro Nacional De Pós-Graduação E Pesquisa Em Ambiente E Sociedade, Brasília. 2008. **Anais...** Brasília, 2008. p. 1-13.

RODRIGUES, R. R.; SHEPHERD, G. Fatores condicionantes da vegetação ciliar. In: \_\_\_\_\_. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: USP/FAPESP, 2000. cap. 6. p.101-107.

ROMEIRO, A. R. **Meio ambiente e dinâmica de inovações na agricultura**. São Paulo: Annablume/FAPESP, 1998. 272 p.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, 1994. nº 8. FFLCH-USP, São Paulo.

SANTOS, I. et al. **Hidrometria Aplicada**. Curitiba: Instituto de Tecnologia para o desenvolvimento, 2001. 372 p.

SANTOS, Z. S.; DE LUCA, S. J.; WUNDER, L. R. Situação de abastecimento de comunidades rurais e aplicação da portaria 518/2004. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Campo Grande, 2005. **Anais...** Campo Grande, 2005.

SANTOS, N. A. P. **Influência do uso e da cobertura do solo na qualidade da água na Bacia do Rio das Velhas**. 2005. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

SANTOS, G. V. et al. Análise hidrológica e sócio-ambiental da Bacia Hidrográfica do Córrego Romão dos Reis, Viçosa – MG. **Revista Árvore**. Viçosa: 2007. 31(5), p. 931-940.

SCHMITZ, A. C. **Avaliação comparativa de metodologias de análise de Demanda Química de Oxigênio - DQO**. 2004. 145 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

SHIMBO, J. Z. **Zoneamento geoambiental como subsídio aos projetos de reforma agrária. Estudo de caso:** assentamento rural Pirituba II (SP). 2006. 171 f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.

SILVA, J. X. Geoprocessamento em estudos ambientais: Uma perspectiva sistêmica (Cap. 1). MEIRELLES, M. S. P.; CAMARA G.; ALMEIDA M. **Geomática: modelos e aplicações ambientais.** Brasília, DF: EMBRAPA Informação tecnológica, 2007. 593 p. 21 -53.

SILVA, J. S. V. **Análise multivariada em zoneamento para planejamento ambiental.** Estudo de caso: Bacia Hidrográfica do Rio Taquari MS/MT. 2003. 307 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

SILVEIRA, G. L. et al. Balanço de cargas poluidoras pelo monitoramento quali-quantitativo dos recursos hídricos em pequena bacia hidrográfica. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, 2003. v. 8, n. 1, p. 5-11.

SOARES, J. L. N.; ESPINDOLA, C. R. Geotecnologias no planejamento de assentamentos rurais: premissa para o desenvolvimento rural sustentável. **Revista NERA**, 2008, ano 11, n. 12, p. 108-116.

SOUZA, L. C. et al. Bactérias coliformes totais e coliformes de origem fecal em águas usadas na dessedentação de animais. **Revista de Saúde Pública**, 1983. v. 17. p. 112-122.

STACCIARINI, R. **Avaliação da qualidade dos recursos hídricos junto ao município de Paulínia, Estado de São Paulo, Brasil.** 2002. 183 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. New Halen: Transactions: **American Geophysical Union**, 1957. v.38. p. 913-920.

STUKEL, T. A. et al. A longitudinal study of rainfall and coliform contamination in small community drinking water supplies. **Environmental Science & Technology**, 1990. 24:571-5.

TEDESCO, M. J. et al. Análise de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre, UFRGS, Faculdade de Agronomia, 1995. 174p (**Boletim Técnico de Solos**, 5).

TERRA, T. G. R. et al. Diagnóstico do Acesso e Uso da Água no Assentamento Vale Verde, Gurupi - TO. **Extensão Rural**, 2009. v. 17, p. 47-61.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. 6ª ed. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.729 p.

TRAVALINI, V. A importância dos estudos ambientais como contribuição a projetos de Reforma Agrária. In: IV Simpósio Internacional de Geografia Agrária/V Simpósio Nacional de Geografia Agrária, 2009, Niterói. **Anais...** Niterói, 2009. p. 1-13.

TRIQUET, A. M.; McPEEK, G. A.; McCOMB, W. C. Songbird diversity in clearcuts with and without a riparian buffer strip. **Journal of Soil and Water Conservation**, 1990. 45 (4): 500-503.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Editora da Universidade/ABRH, 1993. cap.1, p.25-33; cap.22, p.849-75.

US Environmental Protection Agency (USEPA). Proposed guidelines for ecological risk assessment: **Notice**. FRL-5605-9. Federal Register, 61, 47552-47631, 1996.

VETTORAZZI, C. A. **Sensoriamento remoto orbital**. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Engenharia Rural, 1992.134 p. (Série Didática, 2).

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos: Princípios do Tratamento Biológico de águas residuárias**. Belo Horizonte: Depto. Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG. 2ª ed, 1996, 243 p.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3ª ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária-DESA/UFMG, 2005. vol.1.

ZAKIA, M. J. B. **Identificação e caracterização da Zona Ripária em uma microbacia: Implicações no manejo de bacias hidrográficas e na recomposição de florestas**. 1998. 113 f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.

ZIESE, T. et al. Surto de *Escherichia coli* O157 na Suécia. **Relatórios de investigação de surtos**. v.1, n.1, p.16, 1996.

ZUBLENA, J. P.; COOK, M. G.; CLAIR, M. B. St. **Pollutants in Groundwater: Health Effects**. 1993 atualizado em 1997. Disponível em:  
<http://www.soil.ncsu.edu/publications/Soilfacts/AG-439-14/>. Acesso em: 26/08/10.

## APÊNDICE

APÊNDICE 1 - Valores de precipitação da semana antecedente à coleta de água nos arroios e fontes de abastecimento doméstico nas pequenas bacias hidrográficas, assentamento Alvorada, Júlio de Castilhos – Rio Grande do Sul.

Data	18/08/09	19/08/09	20/08/09	21/08/09	22/08/09	23/08/09	24/08/09	1ª coleta 25/08/09
Precipitação (mm)	10,1	20,4	4,1	0	0	0	0	0
Data	29/10/09	30/10/09	31/10/09	01/11/09	02/11/09	03/11/09	04/11/09	2ª coleta 05/11/09
Precipitação (mm)	0	0	0	0	0	0	62,7	6,3
Data	31/12/09	01/01/10	02/01/10	03/01/10	04/01/10	05/01/10	06/01/10	3ª coleta 07/01/10
Precipitação (mm)	0	0	0	91,2	197,6	0	21,7	0
Data	22/02/10	23/02/10	24/02/10	25/02/10	26/02/10	27/02/10	28/02/10	4ª coleta 01/03/10
Precipitação (mm)	7,7	25	0	0	0	0	0	0