

DEGRADAÇÃO DOS RECURSOS SOLO E ÁGUA EM UM ASSENTAMENTO DE REFORMA AGRÁRIA

Viviane Capoane¹; Danilo Rheinheimer dos Santos²; André Pellegrini³; Jimmy Walter Rasche Alvarez³ & Gilmar Luiz Schaefer⁴

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 socioeconômicos, ambientais. O objetivo deste trabalho foi caracterizar a situação dos recursos solo e água do assentamento de reforma agrária Alvorada, localizado no município de Júlio de Castilhos – Rio Grande do Sul. Os mapas temáticos de uso da terra do assentamento foram gerados a partir de imagens dos satélites Landsat e QuickBird. Os trabalhos de campo visaram identificar a litologia da área, bem como o tipo de uso e ocupação da terra. Para o monitoramento de qualidade da água foram selecionadas duas pequenas bacias hidrográficas inseridas dentro do assentamento. Coletaram-se amostras de água em seis locais, três em cada pequena bacia hidrográfica e em quatro épocas, agosto e novembro de 2009 e, janeiro e março de 2010. As análises laboratoriais de qualidade de d'água foram realizadas no Laboratório de Análises de Águas Rurais da Universidade Federal de Santa Maria. Os resultados obtidos comprovaram que o uso e manejo inadequados do solo e a utilização de práticas agropecuárias incompatíveis com a fragilidade do ambiente estão comprometendo a qualidade do solo e da água dos arroios do assentamento Alvorada.

ABSTRACT - The implementation of agrarian reform projects in locals which have been historically worked and currently show some degree of environmental fragility can cause the development of socio-economic or environmental conflicts. The aim of this study was to assess the situation of soil and water resources of the Alvorada agrarian reform settlement, located in the municipality of Júlio de Castilhos – Rio Grande do Sul. The thematic maps of land use of the settlement were generated from Landsat and QuickBird satellite images. Fieldwork aimed at identifying the lithology of the area, as well as the type of use and occupancy of the land, was carried out. Two small watersheds within the settlement were selected for monitoring water quality. Water samples were collected at six sites, three in each small watershed in four different seasons in the months August and November 2009 and January and March 2010. Laboratory tests of water quality were conducted in the Rural Water Analysis Laboratory of the *Universidade Federal de Santa Maria*. The results showed that both inadequate use and management of the soil and agricultural practices incompatible with the fragility of the environment have affected the quality of soil and the stream water in the Alvorada settlement.

Palavras Chave: Degradação do solo; Uso da terra; Qualidade da água.

¹ Geógrafa pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). MSc em Ciência do Solo pela mesma instituição. Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Paraná. Endereço: Av. Cel. Francisco H dos Santos, 100 - Centro Politécnico - Bloco 5, Sala PH17, CEP: 81531-980 Caixa Postal 19001 - Curitiba – Paraná. Fone: Fone: 41 3361-3450; Fax: 41 3361-3244. E-mail: capoane@gmail.com

² Professor Adjunto do Departamento de Solos da UFSM. E-mail: danilo@ccr.ufsm.br

³ Doutorandos no Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da UFSM. E-mail: andre.pellegrini@yahoo.com.br; jwrasche@yahoo.com.br

⁴ Aluno de graduação do curso de Agronomia da UFSM. Bolsista CNPq de iniciação científica. E-mail: gilmar.geo08@gmail.com

1. 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.

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 maior comprometimento 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, o objetivo deste trabalho foi caracterizar a situação dos recursos solo e água do assentamento de reforma agrária Alvorada, localizado no município de Júlio de Castilhos – Rio Grande do Sul (RS).

2. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O assentamento Alvorada situa-se na porção Sul do município de Júlio de Castilhos, região central do Estado do Rio Grande do Sul. 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.

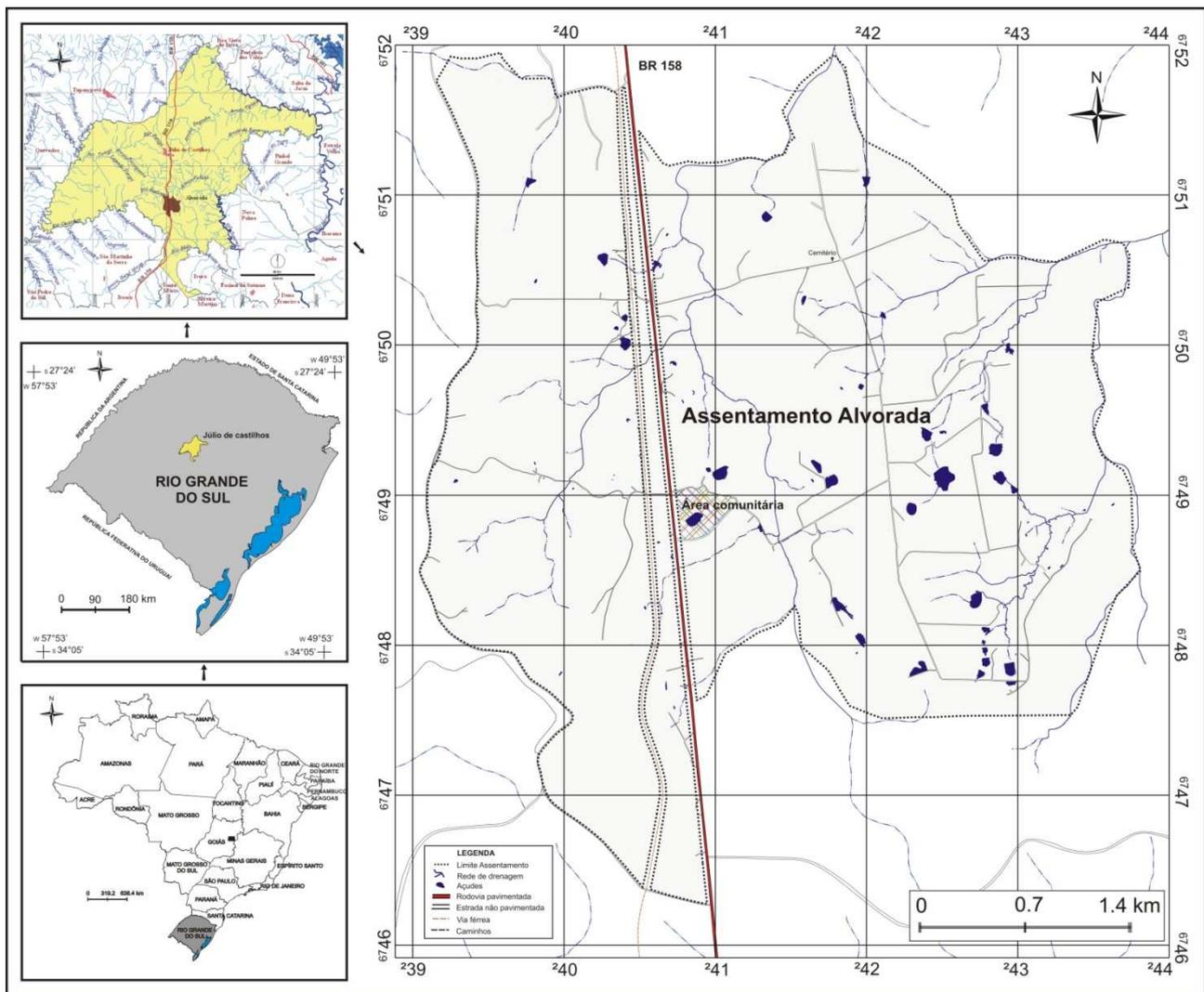


Figura 1 - Localização do assentamento Alvorada Júlio de Castilhos - Rio Grande do Sul.
Elaboração: CAPOANE, V.

Este assentamento encontra-se sobre duas formações geológicas distintas: Formação Serra Geral e Formação Tupanciretã. A Formação Serra Geral (Grupo São Bento) datada do Jurássico pode ser encontrada entremeadada 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 riodacitos felsíticos, riolitos felsíticos e fenobasaltos vítreos (Frasca e Sartori, 1998). A Formação Tupanciretã é composta por um conjunto litológico bastante heterogêneo em que predominam conglomerados, arenitos e intercalações de delgadas camadas de argila. Os solos derivados dessa Formação são bastante arenosos e altamente susceptíveis a processos erosivos. A classe de solo predominante no assentamento é argissolo e, em menores proporções encontram-se neossolos, cambissolos e gleissolos.

As características do relevo em si estão inteiramente relacionadas à litologia do local, de modo geral, constituído por colinas suaves, bem arredondadas, regionalmente conhecidas por

coxilhas. Os topos são planos as vertentes suaves com baixas declividades, o que propicia diversos usos. A área de estudo está inserida na Região Geomorfológica Planalto das Missões, sobre a Unidade Geomorfológica do Planalto de Santo Ângelo (IBGE, 1986).

O clima da região corresponde ao *Cfa* 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).

A rede de drenagem do assentamento é formada por vários pequenos cursos d'água que fluem para o arroio Felício ao 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 em alguns casos, para a piscicultura. As águas do assentamento drenam para a bacia hidrográfica do Alto Jacuí.

Os remanescentes florestais 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.

Quanto aos aspectos socioeconômicos, 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 à 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 (Moreira, 2008).

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1. Elaboração dos mapas temáticos de uso da terra

A primeira etapa do trabalho consistiu na criação de uma base de dados em ambiente do Sistema de Informação Geográfica (SIG) utilizando o software SPRING 5.0.5 desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). A metodologia utilizada para a elaboração dos mapas temáticos de uso da terra foi à interpretação e classificação supervisionada de uma imagem do satélite Landsat órbita ponto 222/082 de 17/05/1993, referente ao período anterior à implantação e, classificação visual de uma imagem do satélite QuickBird de 22/02/2008, período posterior à implantação do assentamento. Para a edição final dos mapas foi utilizado o programa gráfico Corel

DRAW 12. Nos trabalhos de campo identificaram-se a litologia da área, os tipos de solo e formas de uso e ocupação da terra.

3.2. Monitoramento da qualidade da água nos arroios de duas pequenas bacias hidrográficas

Para o monitoramento da qualidade da água foram definidas duas pequenas bacias hidrográficas (PBH) inseridas dentro do assentamento Alvorada. Seis pontos de amostragem foram selecionados, três nos arroios da PBH 1 (A1, A2 e A3) e três nos arroios da PBH 2 (B1, B2 e B3) (Figura 2). Os parâmetros avaliados foram: coliformes totais, *Escherichia coli*, fósforo solúvel, nitrogênio amoniacal, nitrato, potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica (CE), cor aparente, turbidez, cálcio (Ca), magnésio (Mg), dureza, sódio (Na), potássio (K), ferro (Fe), Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_{5,20}). 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 24 amostras.

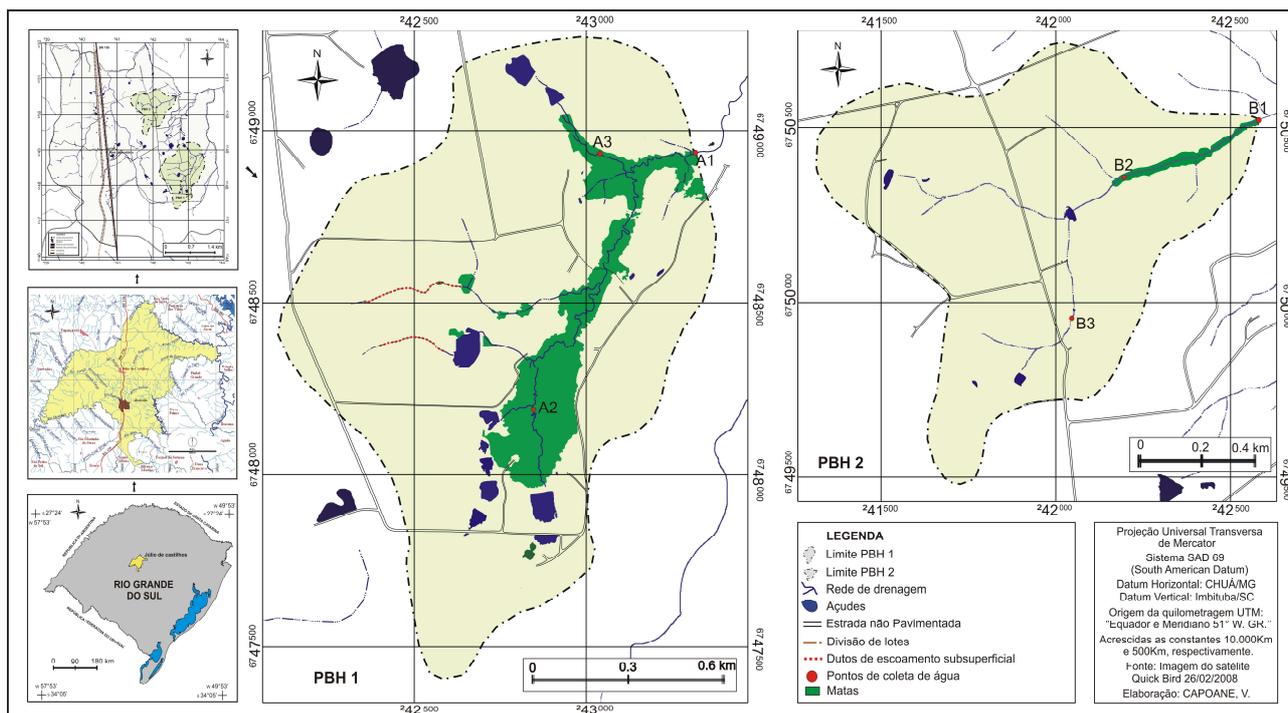


Figura 2 - Localização dos pontos de coleta de água nos arroios das pequenas bacias hidrográficas, assentamento Alvorada, Júlio de Castilhos – Rio Grande do Sul.

No quadro 1 pode ser observado os valores obtidos de precipitação pluvial da semana antecedente até o dia da coleta de água nos arroios das PBHs.

Quadro 1 - Precipitação pluvial na semana antecedente à coleta de água nos arroios das 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

A coleta e acondicionamento das amostras seguiram as recomendações do Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (AWWA, 2005). Imediatamente a coleta, as amostras foram transportadas até o Laboratório de Análises de Águas Rurais do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria.

Na chegada ao laboratório, determinaram-se o pH, a CE, a turbidez e a cor aparente utilizando 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^{-1}) = $2,497 \cdot (\text{Ca em mg L}^{-1}) + 4,118 \cdot (\text{Mg em mg L}^{-1})$; K e Na por espectrofotometria de emissão de chama. Os teores de nitrogênio amoniacal e nitrato foram obtidos usando a metodologia de arraste de vapores em destilador semi-micro Kjeldahl (Tedesco *et al.*, 1995). A concentração de fósforo solúvel foi determinada por espectrofotocolorimetria UV – Visível (Makris, 2002). As análises microbiológicas consistiram na determinação do número mais provável de coliformes totais e *Escherichia coli*. O meio de cultura utilizado foi o caldo Fluorocult LMX (Merck). A DQO foi determinada pelo método titulométrico de refluxo fechado (AWWA, 1995). A determinação da $\text{DBO}_{5,20}$ foi realizada através do método manométrico, utilizando-se o sistema eletrônico de medição *B.O.D. Sensor* - Velp Scientifica. Todas as soluções foram preparadas com água destilada e deionizada pelo sistema Milli-Q (Millipore) e reagentes de grau analítico (P.A.).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

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 3 e 4). 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.

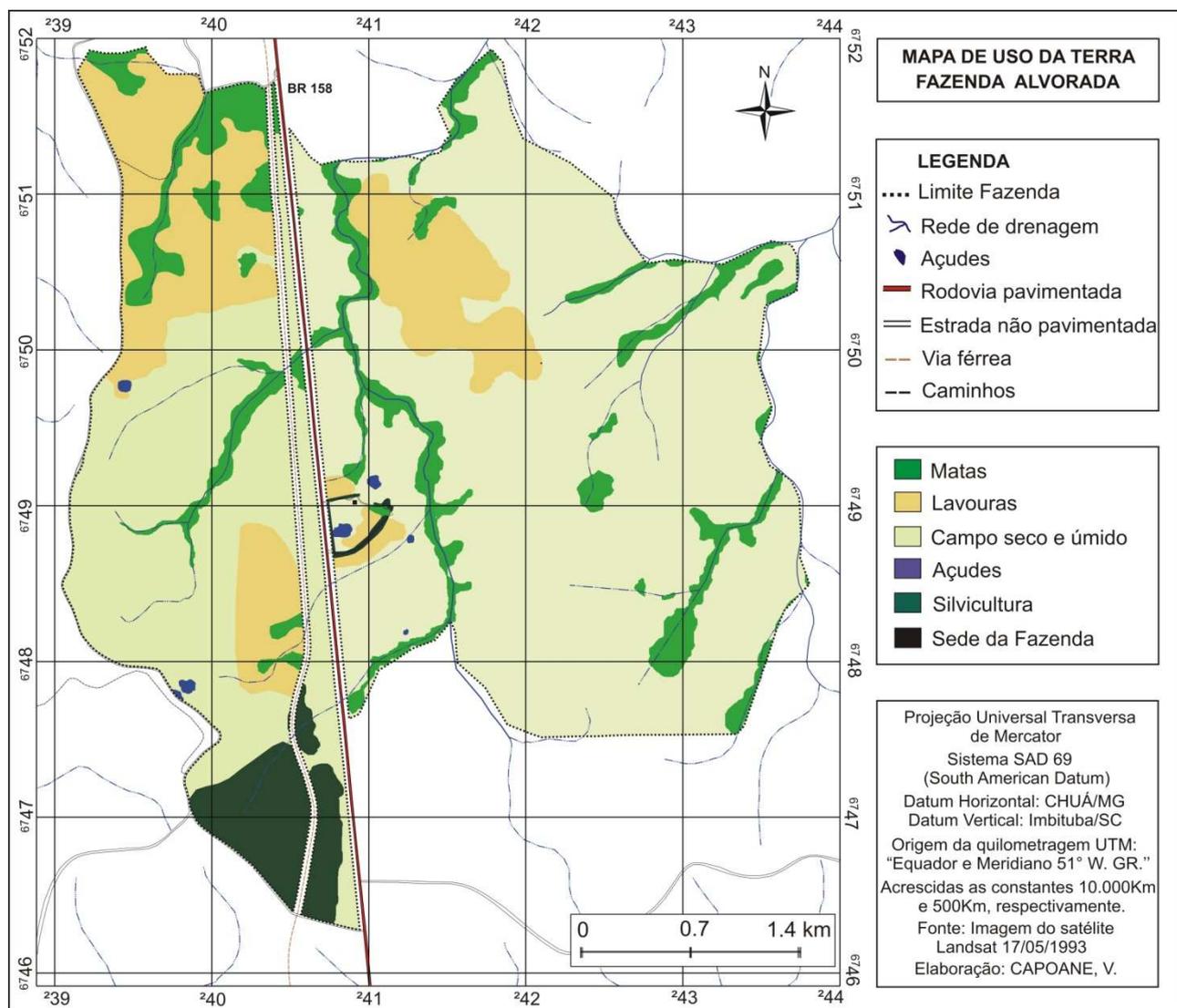


Figura 3 - Mapa temático de uso da terra do ano de 1993, fazenda Alvorada.

Após a efetivação do assentamento em 1996 e a 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 sobre pastoreio 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.

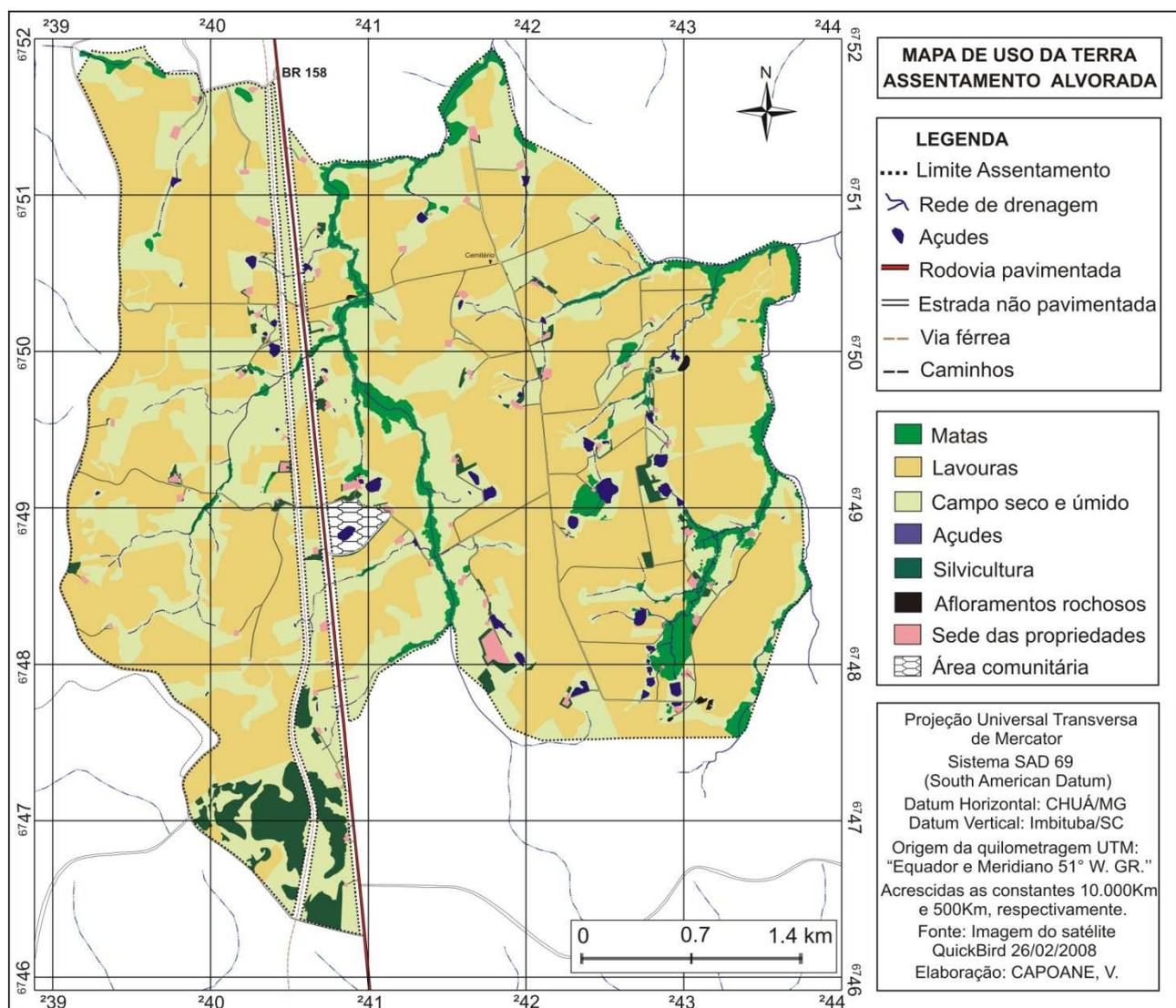


Figura 4 - Mapa temático de uso da terra do ano de 2008, assentamento Alvorada.

Percebeu-se em campo que 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 como nas décadas de 70-90 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 lavrar. 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 a semeadura é feita no sentido do declive. Há presença de erosão laminar forte e erosão em sulcos que poderá evoluir para voçorocas. Todas essas operações são tremendamente impactantes, pois os solos são naturalmente frágeis devido ao substrato litológico.

No que diz respeito às áreas com matas, é possível afirmar que a maior destruição, exploração predatória, ocorreu antes da desapropriação da Fazenda Alvorada. 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 e contribuindo para a perda de biodiversidade da região.

As áreas de nascentes e os canais de 1ª e 2ª ordem (classificação conforme Strahler, 1957) 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 isto não ocorreu e a degradação somente se intensificou.

Como mencionado anteriormente, o assentamento Alvorada encontra-se sobre um substrato litológico bastante friável. 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, têm propiciado o surgimento de processos erosivos. Em alguns pontos do assentamento há focos de erosão acelerada. Alguns desses focos se desenvolvem a partir das cabeceiras de drenagem, áreas de nascente, em função da ausência de matas e utilização com agricultura ou pastagens.

Muitas estradas foram alocadas no sentido da pendente e também contribuem na produção de sedimento. Estes são direcionados tanto para os açudes, quanto para a rede de drenagem. Parte do solo perdido via erosão laminar em épocas de chuva atingem os cursos d'água, mas grande parte do sedimento que é perdido das lavouras fica retido nos açudes e banhados.

Outro sério problema observado em campo foi à erosão lateral dos canais de drenagem nos trechos onde afloram os arenitos da Fm. Tupanciretã. Esses afloramentos contribuem grandemente no assoreamento dos canais de drenagem. Um agravante para esse processo é a utilização das áreas de preservação permanente ao longo das drenagens como poteiros, pois o pisoteio do gado torna mais intenso o processo de desagregação das margens, intensificando a produção de sedimento e assoreamento dos canais, comprometendo não só o ecossistema ripário, mas também a biodiversidade do ecossistema aquático.

Todos os usos observados no assentamento Alvorada constituem pressões para o ambiente terrestre e seus reflexos puderam ser observados pela degradação dos solos, ecossistema ripário e aquático.

4.2. Monitoramento da qualidade da água nos arroios das pequenas bacias hidrográficas

Os valores obtidos de turbidez, 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 1). 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 uma residência a montante alocada muito próximo ao curso d'água. Isso provavelmente alterou o valor da turbidez da água do arroio. Na PBH 2, a água coletada no ponto B3, localizado em um potreiro sem nenhuma vegetação no entorno e logo abaixo de uma residência, foi o que apresentou os maiores valores.

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

Os valores de pH mantiveram-se na faixa de 6,2 a 7,6 (Tabela 1). Estes resultados 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 variou de 21,7 a 46,2 $\mu\text{S cm}^{-1}$ na PBH 1 e de 20,4 a 30,0 $\mu\text{S cm}^{-1}$ na PBH 2. Os valores obtidos nas águas dos arroios são considerados baixos e refletem a pequena quantidade de íons em solução (Tabela 1).

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

As concentrações médias dos cátions monitorados variaram de: Ca 1,2 a 7,6 mg L⁻¹ na PBH 1 e 2,0 a 3,2 mg L⁻¹ na PBH 2; Mg 1,1 a 1,7 mg L⁻¹ na PBH 1 e de 1,1 a 1,9 mg L⁻¹ na PBH 2. Com isso, os maiores valores de dureza foram obtidos nos pontos A3 e B3 (26,0 e 15,9 mg L⁻¹ CaCO₃). A concentração média de Na variou de 2,9 a 4,4 mg L⁻¹ na PBH 1 e 1,6 a 2,2 mg L⁻¹ na PBH 2 e a de K variou de 4,2 a 5,5 mg L⁻¹ na PBH 1 e 1,7 a 2,7 mg L⁻¹ na PBH 2 (Tabela 2).

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 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. Conseqüentemente, grande parte dos insumos adicionados nas lavouras acaba sendo carregado para o curso d'água. Dessa forma, a concentração de nutrientes obtida na água deste ponto refletiu o uso antrópico do entorno.

As baixas concentrações nos demais pontos podem ser atribuídas à localização no espaço geográfico, pois as pequenas bacias hidrográficas estudadas 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.

Os valores médios de fósforo solúvel encontrados variaram de 5,1 a 47,0 µg L⁻¹ na PBH 1 e de 3,3 a 6,7 µg L⁻¹ na PBH 2 (Tabela 2). As baixas concentrações encontradas 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 dos arroios é praticamente desprezível. O ponto A3 apresentou concentrações mais elevadas que os demais pontos e seguiu a mesma tendência dos cátions monitorados, refletindo o uso antrópico do entorno.

A concentração média de ferro nas amostras analisadas variou de 0,4 a 0,5 mg L⁻¹ na PBH 1 e de 0,6 a 1,2 mg L⁻¹ na PBH 2 (Tabela 2). A água coletada no ponto B2 apresentou as maiores concentrações e, acredita-se que isso seja decorrente da má drenagem do solo. Para água doce classe I a Resolução CONAMA n° 357 (Brasil, 2005) estabelece como limite concentrações de até 0,3 mg L⁻¹ de Fe e classe III, até 5 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 2 - Concentrações de cálcio, magnésio, dureza, sódio, potássio, fósforo solúvel e ferro nas amostras de água coletadas 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
Cálcio (mg L ⁻¹)	1 ^a	2,3	0,1	9,2	2,0	1,5	2,3
	2 ^a	2,4	0,9	7,4	1,8	1,8	3,2
	3 ^a	2,3	1,6	4,7	2,1	2,1	3,3
	4 ^a	3,8	2,1	9,1	3,4	2,8	3,9
	<i>Média</i>	<i>2,7</i>	<i>1,2</i>	<i>7,6</i>	<i>2,3</i>	<i>2,0</i>	<i>3,2</i>
Magnésio (mg L ⁻¹)	1 ^a	1,7	1,5	2,0	0,7	0,8	1,5
	2 ^a	1,0	0,8	1,8	1,1	1,3	2,1
	3 ^a	0,8	0,9	1,1	1,2	1,2	1,8
	4 ^a	0,9	1,0	1,8	1,4	1,5	2,3
	<i>Média</i>	<i>1,1</i>	<i>1,1</i>	<i>1,7</i>	<i>1,1</i>	<i>1,2</i>	<i>1,9</i>
Dureza (mg L ⁻¹ CaCO ₃)	1 ^a	9,8	4,2	31,4	8,0	7,1	12,0
	2 ^a	10,2	5,7	26,1	9,3	9,9	16,8
	3 ^a	8,9	7,5	16,4	10,0	10,3	15,8
	4 ^a	13,3	9,4	30,1	14,4	13,2	19,0
	<i>Média</i>	<i>10,6</i>	<i>6,7</i>	<i>26,0</i>	<i>10,4</i>	<i>10,1</i>	<i>15,9</i>
Sódio (mg L ⁻¹)	1 ^a	3,7	3,5	6,0	2,4	1,7	2,1
	2 ^a	4,0	4,0	5,6	3,3	2,5	4,0
	3 ^a	1,7	1,9	2,3	1,3	1,1	1,3
	4 ^a	2,0	2,0	4,0	1,5	1,0	1,5
	<i>Média</i>	<i>2,9</i>	<i>2,9</i>	<i>4,4</i>	<i>2,1</i>	<i>1,6</i>	<i>2,2</i>
Potássio (mg L ⁻¹)	1 ^a	6,8	7,2	9,0	4,2	2,6	1,6
	2 ^a	6,5	7,4	8,2	4,3	2,7	6,1
	3 ^a	1,7	2,1	1,9	0,8	0,4	0,4
	4 ^a	1,9	2,1	3,1	1,4	1,0	1,0
	<i>Média</i>	<i>4,2</i>	<i>4,7</i>	<i>5,5</i>	<i>2,7</i>	<i>1,7</i>	<i>2,3</i>
Fósforo solúvel (µg L ⁻¹)	1 ^a	0,0	0,0	45,0	1,2	0,6	3,3
	2 ^a	17,0	15,3	65,7	7,3	5,6	14,0
	3 ^a	7,8	5,0	25,4	2,3	3,8	9,5
	4 ^a	4,4	0,0	51,8	3,3	3,3	0,0
	<i>Média</i>	<i>7,3</i>	<i>5,1</i>	<i>47,0</i>	<i>3,5</i>	<i>3,3</i>	<i>6,7</i>
Ferro (mg L ⁻¹)	1 ^a	0,6	0,5	0,2	0,4	0,7	0,0
	2 ^a	0,6	0,6	0,4	0,9	1,0	0,9
	3 ^a	0,4	0,5	0,6	1,1	1,3	1,0
	4 ^a	0,3	0,1	0,5	1,5	1,7	0,5
	<i>Média</i>	<i>0,5</i>	<i>0,4</i>	<i>0,4</i>	<i>1,0</i>	<i>1,2</i>	<i>0,6</i>

A concentração média de nitrogênio amoniacal variou de 0,1 a 0,4 mg L⁻¹ nas águas da PBH 1 e 0,2 a 0,5 mg L⁻¹ nas águas da PBH 2. Já as concentrações médias de nitrato variaram de 0,3 a 1,1

mg L⁻¹ em ambas PBHs (Tabela 3). Em todas as coletas os valores de nitrato mantiveram-se abaixo do limite máximo de 10 mg L⁻¹ estabelecido pela Resolução CONAMA n° 357 (Brasil, 2005). As baixas concentrações de nitrogênio amoniacal e nitrato encontrado nas águas são atribuídos às baixas doses de fertilizantes orgânicos e industrializados utilizados pelos agricultores também, a baixa concentração de animais.

Tabela 3 - Concentração de nitrogênio amoniacal e nitrato 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
Nitrogênio amoniacal (mg L ⁻¹)	1 ^a	0,3	0,8	0,4	0,6	0,4	1,7
	2 ^a	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,1
	3 ^a	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	4 ^a	0,1	1,0	1,0	1,0	0,5	0,1
	<i>Média</i>	<i>0,1</i>	<i>0,4</i>	<i>0,3</i>	<i>0,4</i>	<i>0,2</i>	<i>0,5</i>
Nitrato (mg L ⁻¹)	1 ^a	0,3	0,4	0,0	0,2	0,1	0,9
	2 ^a	0,1	0,5	0,1	0,3	0,2	0,7
	3 ^a	0,7	1,2	0,6	0,7	0,9	0,4
	4 ^a	1,0	2,2	0,5	0,1	0,3	2,5
	<i>Média</i>	<i>0,5</i>	<i>1,1</i>	<i>0,3</i>	<i>0,3</i>	<i>0,4</i>	<i>1,1</i>

Os valores de DBO_{5,20} da água coletada na PBH 1 variaram de 10,4 a 20,2 mg O₂ L⁻¹ enquanto às coletadas na PBH 2 os valores variaram de 7,1 a 20,8 mg O₂ L⁻¹ (Tabela 4). A Resolução CONAMA n° 357 (Brasil, 2005) define que para águas de classe II a concentração de DBO_{5,20} de até 10 mg O₂ L⁻¹. Para a classe III e IV não é estabelecido um limite para este parâmetro. A comparação direta destes valores com esta Resolução é dificultada pela diferença no procedimento experimental. 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.

Os valores médios de DQO obtidos nas águas da PBH 1 foram: 35,0; 38,4; 23,8 e 37,1 mg O₂ L⁻¹ na 1^a, 2^a, 3^a e 4^a coleta, respectivamente. Na PBH 2, os valores obtidos foram: 20,1; 38,5; 33,6 e 44,3 mg O₂ L⁻¹ na 1^a, 2^a, 3^a e 4^a coletas, respectivamente (Tabela 4). Esses valores são semelhantes aos encontrados por Stacciarini (2002), Silveira *et al.* (2003), Borges *et al.* (2003) e Medeiros e Lima (2008). A DQO não é um parâmetro químico considerado na Resolução n° 357 do CONAMA, entretanto, Chapman & Kimstach (1996) apresentam como critério de qualificação de águas superficiais não poluídas um limite de DQO de 20 mg O₂ L⁻¹, ou de até 200 mg O₂ L⁻¹ em

mananciais que sofrem a descarga de efluentes. Portanto, os valores encontrados de DQO nesse trabalho sugerem a ocorrência de uma pequena contaminação aquática.

Parte da matéria orgânica presente nos cursos d'água é de origem fecal e pode ser oriunda do aporte de sedimentos, intensificado durante as chuvas. Também, devido à degradação física da paisagem, com presença de vários focos de erosão em sulcos, além de erosão laminar forte.

Tabela 4 - Demanda bioquímica de oxigênio e demanda química de oxigênio 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	Média	B 1	B 2	B 3	Média
DBO _{5,20} (mg O ₂ L ⁻¹)	1 ^a	10,4	10,4	14,2	11,7	7,1	10,9	8,7	8,9
	2 ^a	17,5	19,1	15,8	17,5	15,3	19,7	18,6	17,9
	3 ^a	14,7	15,8	16,4	15,6	15,3	15,6	16,4	15,8
	4 ^a	20,2	15,8	15,2	17,1	20,2	20,8	19,7	20,2
DQO (mg O ₂ L ⁻¹)	1 ^a	38,5	32,4	34,2	35,0	26,3	17,5	16,4	20,1
	2 ^a	41,5	34,2	39,7	38,4	49,6	26,1	39,6	38,4
	3 ^a	30,3	21,4	19,6	23,8	34,8	33,9	32,1	33,6
	4 ^a	49,1	28,3	34,1	37,1	52,4	48,2	32,4	44,3

A densidade média de bactérias do grupo coliformes totais foi superior a 10.000 NMP por 100 mL⁻¹ de amostra nas águas dos arroios das duas PBHs. Já a densidade média de bactérias *Escherichia coli* variou de 2,6 a 12,2 NMP por 100 mL⁻¹ na PBH 1 e de 1,5 a 4,0 NMP por 100 mL⁻¹ na PBH 2 (Tabela 5) 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 *Escherichia coli*, 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.

Tabela 5 - 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 ⁻¹)	1ª	2716	692	12753	23054	13826	12753
	2ª	23054	23054	23054	23054	23054	12753
	3ª	23054	23054	23054	23054	23054	23054
	4ª	327	230	692	488	780	230
	<i>Média</i>	<i>12288</i>	<i>11757</i>	<i>14888</i>	<i>17412</i>	<i>15178</i>	<i>12197</i>
<i>Escherichia coli</i> (NMP 100 mL ⁻¹)	1ª	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0	1,9
	2ª	1,9	49,0	33,0	16,0	1,9	6,8
	3ª	6,8	0,0	0,0	0,0	4,0	1,9
	4ª	1,9	0,0	1,9	0,0	0,0	0,0
	<i>Média</i>	<i>2,6</i>	<i>12,2</i>	<i>9,2</i>	<i>4,0</i>	<i>1,5</i>	<i>2,6</i>

Embora as análises de qualidade da água dos arroios nas duas PBHs tenham revelado que estas não estão quimicamente impactadas, ficou comprovado neste trabalho que as águas dos arroios das duas PBHs estão fisicamente degradadas devido, principalmente ao aporte de sedimentos oriundos de áreas agrícolas mal manejadas, estradas mal alocadas, erosão lateral dos canais nos trechos onde afloram os arenitos da Fm. Tupanciretã e pelo tráfego de animais, pois a maior parte dos cursos d'água encontram-se em área de poteiros.

5. CONCLUSÕES

As pequenas propriedades foram implantadas em um ecossistema bastante vulnerável. Como desde a implantação do assentamento 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 dos solos em função do mau uso e manejo, perda da biodiversidade dos ecossistemas florestais pelo tráfego de animais que impedem o processo de regeneração natural e perda da biodiversidade dos ecossistemas aquáticos devido ao assoreamento dos canais de drenagem.

Nas pequenas bacias onde foi efetuado o monitoramento da qualidade da água nos arroios constatou-se a que as atividades antrópicas estão comprometendo a qualidade dos mesmos.

Diante do passivo ambiental constatado são necessárias medidas urgentes de manejo e conservação do solo bem como da zona ripária, pois se nada for feito em curto prazo, os prejuízos ambientais só tendem a aumentar e serão praticamente impossíveis de serem reparados.

BIBLIOGRAFIA

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

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

BORGES, M. J.; GALBIATTI, J. A.; FERRAUDO, A. S. (2003). 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*. v. 8, n. 2, pp. 161-171.

BRASIL. (2005). *Resolução do CONAMA n° 357*, de 18 de março de 2005. Brasília, DF: Congresso Nacional. 23 p.

CHAPMAN, D.; KIMSTACH, V. (1996). 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.

FRASCÁ, M. H. B. O.; SARTORI, P. L. P. (1998). 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. 1ª. ed. 586 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (1986). *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. 796 p.

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

LISBOA, M. A. (2001). *Caracterização do meio físico para fins de projetos de colonização no município de Cujubim – RO*. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro. 104 p.

MACIEL, L. R.; BOAS, F. L. V; MARTINS, L. C.; MOLINA, M. C.; LEMOS, G. N.; PEREIRA, M. F. C. da S.; PEREIRA, E. N.; DUTERVIL, C. (2002). Viveiros Florestais Comunitários em Assentamentos de Reforma Agrária. In: IV Encontro Nacional Sobre Educação Ambiental na Agricultura, 2002, Campinas. *Anais...* Campinas. pp. 1-8.

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

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

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

- MOREIRA, V. S. (2008). *Territorialidades rurais em Júlio de Castilhos-RS: da pecuária extensiva à agricultura familiar*. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 132 p.
- RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B.; CORRÊA, G. F. (2007). *Pedologia: base para a distinção de ambientes*. 5. ed. rev. Lavras: UFLA. 322 p.
- ROCHA, J. G.; OLIVEIRA, A. G.; SILVA NETO, C. F.; ROLIM, K. A.; LIMA, E. R. V. (2008). 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, pp. 1-13.
- SILVEIRA, G. L.; SILVA, C. E.; IRION, C. A. O.; CRUZ, J. C.; RETZ, E. F. (2003). *Balço de cargas poluidoras pelo monitoramento quali-quantitativo dos recursos hídricos em pequena bacia hidrográfica*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 8, n. 1, pp. 5-11.
- SOARES, J. L. N.; ESPINDOLA, C. R. (2008). *Geotecnologias no planejamento de assentamentos rurais: premissa para o desenvolvimento rural sustentável*. Revista NERA. ano 11, n. 12 pp. 108-116.
- STACCIARINI, R. (2002). *Avaliação da qualidade dos recursos hídricos junto ao município de Paulínia, Estado de São Paulo, Brasil*. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 183 p.
- STRAHLER, A. N. (1957). *Quantitative analysis of watershed geomorphology*. New Haven: Transactions: American Geophysical Union. v.38, pp. 913-920.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. *Análises de solos, plantas e outros materiais*. 2.ed. Porto Alegre: UFRGS, Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia, 1995. 174 p. (Boletim técnico, 5).