

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

**PLANEJAMENTO DO USO DO SOLO EM UNIDADES  
DE PRODUÇÃO FAMILIAR PRODUTORAS DE  
FUMO: LIMITES E POSSIBILIDADES PARA A  
SUPERAÇÃO DE CONFLITOS AGROAMBIENTAIS**

**TESE DE DOUTORADO**

**João Batista Rossetto Pellegrini**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2011**

**PLANEJAMENTO DO USO DO SOLO EM UNIDADES DE  
PRODUÇÃO FAMILIAR PRODUTORAS DE FUMO:  
LIMITES E POSSIBILIDADES PARA A SUPERAÇÃO DE  
CONFLITOS AGROAMBIENTAIS**

**João Batista Rossetto Pellegrini**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado 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 **Doutor em Ciência do Solo**.

**Orientador: Danilo Rheinheimer dos Santos**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2011**

P386p Pellegrini, João Batista Rossetto

Planejamento do uso do solo em unidades de produção familiar produtoras de fumo : limites e possibilidades para a superação de conflitos agroambientais / por João Batista Rossetto Pellegrini. – 2011.

125 p. : il. ; 31 cm.

Orientador: Danilo Rheinheimer dos Santos.

Co-orientadores: José Miguel Reichert e Edson Campanhola Bortoluzzi.

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

1. Ciência do solo 2. Microbacias hidrográficas 3. Qualidade da água 4. Matas ciliares 5. Áreas de Preservação Permanente 6. Legislação ambiental 7. Redesenho de agroecossistemas I. Santos, Danilo Rheinheimer dos II. Reichert, José Miguel III. Bortoluzzi, Edson Campanhola IV. Título.

CDU 631.432

Ficha catalográfica elaborada por Simone G. Maisonave – CRB 10/1733  
Biblioteca Central da 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 Tese de Doutorado**

**PLANEJAMENTO DO USO DO SOLO EM UNIDADES DE PRODUÇÃO FAMILIAR  
PRODUTORAS DE FUMO: LIMITES E POSSIBILIDADES PARA A SUPERAÇÃO DE  
CONFLITOS AGROAMBIENTAIS**

elaborada por  
**João Batista Rossetto Pellegrini**

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

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

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

**Jean Paolo Gomes Minella, Dr. (UFSM)**

**José Antônio Costabeber, Dr. (UFSM)**

**Edson Campanhola Bortoluzzi, Dr. (UPF)**

**Celso Silva Gonçalves, Dr. (IFF-SVS)**

Santa Maria, 18 de Julho de 2011.



Dedico

*À minha querida Monalisa*

*Aos meus filhos Luana e Tarcisio*

*Aos meus pais Tarcisio e Ana Maria*

*Aos meus irmãos Gelson, André e Maria Izabel*

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, pela oportunidade de realização do curso;

Ao prof. Danilo Rheinheimer dos Santos pelos ensinamentos e orientações, mas principalmente por ter me apoiado e acolhido em momentos decisivos de minha vida;

Ao colega e amigo André Copetti meu especial agradecimento pela ajuda nos trabalhos de campo, de laboratório, de organizações e discussão dos dados, sem os quais este trabalho não seria viabilizado;

A todos que de uma forma ou de outra, cada um no seu tempo e função, contribuíram nos trabalhos de monitoramento da microbacia hidrográfica do Arroio Lino;

Ao Celso, André e Vinícius com os quais compartilhei uma grande experiência de vida na qual me mostrou que o trabalho da pesquisa pode nos dar para sempre grandes amigos;

Aos professores José Miguel, João Kaminski, Edson Bortoluzzi, Jean Minela e Gustavo Merten pelas orientações e ajudas nas diferentes fases de minha vida acadêmica;

Aos colegas de curso pelas parcerias nos trabalhos e pelas trocas de idéias;

Aos funcionários do Departamento de Solos pela ajuda em todos os trabalhos;

Ao Instituto Federal Farroupilha pelo fundamental apoio na realização do curso;

Aos colegas de trabalho do Instituto Federal Farroupilha pelo apoio e incentivo;

Aos colegas e amigos professores Tatiana Balem, Carlos Alberto Casali e Alexandre tem Caten pelas importantes ajudas nas correções e sugestões na elaboração do trabalho;

Aos agricultores familiares da microbacia hidrográfica do Arroio Lino pela acolhida amiga em suas casas e disposição em contribuir nos trabalhos;

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudo no primeiro ano do curso e sem a qual não seria possível a sua continuidade;

Às instituições parceiras no projeto de monitoramento ambiental: FEPAGRO, EMATER e IPH.

## RESUMO

Tese de Doutorado  
Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo  
Universidade Federal de Santa Maria

### **PLANEJAMENTO DO USO DO SOLO EM UNIDADES DE PRODUÇÃO FAMILIAR PRODUTORAS DE FUMO: LIMITES E POSSIBILIDADES PARA A SUPERAÇÃO DE CONFLITOS AGROAMBIENTAIS**

AUTOR: JOÃO BATISTA ROSSETTO PELLEGRINI  
ORIENTADOR: DANILO RHEINHEIMER DOS SANTOS  
Data e Local da Defesa: Santa Maria, 18 de julho de 2011.

A ocupação dos ecossistemas de floresta das regiões serranas do Rio Grande do Sul se deu com o estabelecimento da agricultura e pecuária em pequenas unidades de produção familiares (UPF). A escassez de terras em quantidade e qualidade tem levado os agricultores a usar intensamente glebas sem aptidão agrícola que deveriam ser destinadas à preservação permanente. O presente estudo tem por objetivos: a) analisar os conflitos agroambientais em agroecossistemas de produção de fumo, decorrentes do uso inadequado dos solos, especialmente em áreas de preservação permanente (APP) de matas ciliares; b) analisar a importância e os limites do uso dos instrumentos da legislação ambiental (Código Florestal) e do sistema de classificação de aptidão de uso agrícola das terras no planejamento agroambiental, como forma de diminuir a poluição das águas em pequenas UPF; e c) verificar a eficiência das matas ciliares na contenção da poluição das águas superficiais de três unidades paisagísticas da Microbacia Hidrográfica do Arroio Lino (MBHAL). Essa unidade de estudo está localizada no município de Agudo, RS, e abrange uma área de 480,7 ha, que se encontra subdividida em 36 UPF. As principais características da paisagem e os usos dos solos foram descritos, quantificados e espacializados para toda a MBHAL e para cada uma das UPF. O mapa das APP foi obtido seguindo os dispositivos do Código Florestal Brasileiro. O mapa de conflitos de uso dos solos foi gerado pelo cruzamento dos planos de informação do uso atual dos solos, das APP e da aptidão agrícola das terras. Para verificar a influência das matas ciliares no tamponamento da poluição das águas foram coletadas e analisadas amostras de água e de sedimentos em unidades paisagísticas com diferentes intensidades de uso e ocupação dos solos, tanto dentro quanto fora dos limites das APP. Os resultados do cruzamento dos planos de informações evidenciam que 44% da superfície da MBHAL apresentam algum tipo de conflito ambiental em decorrência do uso inadequado dos solos. Os conflitos que merecem maior atenção se referem à ocorrência de lavouras sobre solos não aptos para uso agrícola e localizados em APP. Esses locais abrangem 6,7% da área da MBHAL e se constituem nas principais fontes de poluição das águas superficiais, especialmente por serem cultivadas com fumo em sistema convencional. Mesmo que as áreas de cultivo estejam restritas a apenas 25% da superfície da MBHAL, a má disposição das glebas na paisagem contribui para o aumento de até dez vezes a poluição da água com sedimentos e fósforo. Assim, a distribuição do uso dos solos na paisagem é tão ou mais importante do que o percentual ocupado por cada um destes usos. Embora que, mais da metade da área da MBHAL esteja coberta com florestas nativas, a ausência de cobertura florestal nas APP, principalmente nas margens de cursos d'água e nascentes, tem promovido a transferência de grandes quantidades de sedimentos e nutrientes aos cursos d'água por erosão durante as chuvas. Embora as matas ciliares tenham se mostrado eficientes em conter o deflúvio superficial, não são suficientes se as áreas adjacentes e mais elevadas da paisagem, como as APP de encostas e topo de morro com solos de baixa aptidão agrícola, estiverem sendo usadas intensivamente com cultivos agrícolas. Nas condições da MBHAL, em que há fortes restrições ambientais e limitada área agricultável, a aplicação irrestrita da legislação ambiental, especialmente do Código Florestal Brasileiro, poderá resultar em inviabilidade de várias UPF. Desse modo, para o planejamento agroambiental será necessário analisar as particularidades de cada UPF e como ela se integra à paisagem da microbacia hidrográfica. O redesenho dessas UPF é fundamental para garantir a permanência da agricultura nesses ambientes, minimizando os impactos nos recursos hídricos. No entanto, considera-se incompatível a preservação e melhoria da qualidade dos recursos naturais, especificamente das águas superficiais, com a manutenção do sistema de produção de fumo e do pacote tecnológico fornecido pelas empresas. A transição para agriculturas de base ecológica poderá ser o caminho para a superação de conflitos agroambientais nestas regiões com fortes limitações impostas pela aptidão agrícola das terras e pela legislação ambiental.

**Palavras-chave:** Microbacias hidrográficas. Qualidade da água. Matas ciliares. Áreas de Preservação Permanente. Legislação ambiental.

## **ABSTRACT**

Tese de Doutorado  
Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo  
Universidade Federal de Santa Maria

### **LAND USE PLANNING IN FAMILY PRODUCTION UNITS OF TOBACCO: LIMITS AND POSSIBILITIES FOR OVERCOMING THE AGROENVIRONMENTAL CONFLICT**

**AUTHOR: JOÃO BATISTA ROSSETTO PELLEGRINI**

**ADVISER: DANILO RHEINHEIMER DOS SANTOS**

**Date and Local of Defense: Santa Maria, 18 of July of 2011.**

The occupation of forest ecosystems in mountainous region of the Rio Grande do Sul state occurred with the establishment of agriculture and livestock at small family production units (FPU). Qualitatively and quantitatively scarcity of land has led farmers to explore agricultural areas with no suitability for farming by intensive practices, these areas should be intended to permanent preservation. The present study aims to: a) analyze the agroenvironmental conflicts in agroecosystems of tobacco production arising from inappropriate use of soils, especially in areas of permanent preservation (APP) of riparian forests; b) analyze the importance and limits of the use of environmental legislation instruments (Forest Code) and land classification system for agricultural suitability of soils in agroenvironmental planning as methods for reducing the contamination of water in small FPU; and c) verify the effectiveness of riparian forests in containing the pollution of superficial waters of three landscape units in the Arroio Lino Watershed (ALW). The study area is located in the municipality of Agudo, RS, and covers an area of 480.7 ha, which are subdivided into 36 FPU. The main features of the landscape and land uses were described, quantified and spatialized for the whole ALW and for each of the FPU. The map of APP was obtained by following the orientation of the Brazilian Forest Code. The map of land use conflicts was generated by crossing the layers of current land use, APP and land suitability for agriculture. To evaluate the ability of riparian forests to tamponate the water pollution, samples of water and sediment were collected at different landscape units with a variety of land use and occupation. Samples were taken inside and outside the limits of APP. The results of layers intersection showed that 44% of the ALW have some sort of environmental conflict as a result of inappropriate land use. The conflicts that deserve more attention refer to the occurrence of crops on land unsuitable for agricultural and those located in APP. These sites cover 6.7% of the watershed and constitute the main sources of pollution of surface waters, especially with tobacco being cultivated in the conventional system. Even if cultivating areas are restricted to only 25% of the watershed, an inadequate arrangement of the agricultural plots in the landscape contributes to an increase in up to ten times in water pollution by sediment and phosphorus. Thus, the distribution of land use in the landscape is just as, or even more important than the percentage occupied by each of these uses. Although more than half of ALW area is covered with native forests, the absence of forest cover in the APP, mainly at the edges of streams and water springs, has promoted the transfer of large amounts of sediment and nutrients to the waterways due to erosion by occasion of rain. Even though riparian forests did prove to be effective in containing surface runoff, they are not enough if the adjacent and higher areas of the landscape, such as APP at the top and steep slopes of the hills with soils of low agriculture suitability, are being used intensively. Under the conditions of ALW in which there are strong environmental restrictions and limited arable land, the unrestricted application of environmental legislation, especially of the Forest Code, may result in severe restrictions to several FPU. In a result of this, for the agroenvironmental planning it will be necessary to analyze the characteristics of each FPU in particular and how it integrates with the watershed landscape. A replanning of these FPU is critical to ensure the continuity of agriculture in these environments, while minimizing impacts on water resources. However, it is considered to be unsuitable to preservation and improvement of quality of natural resources, particularly superficial water, the current tobacco production and its technological arrangement. The transition to an agriculture of ecological bases could be the way to overcome the agroenvironmental conflicts in these regions which have strong limitations imposed by the agricultural suitability of land and by environmental legislation.

**Keywords:** Watershed, water quality, riparian forests, permanent preservation areas, environmental legislation.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	07
<b>ABSTRACT</b> .....	08
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>1.1 Contextualização do estudo</b> .....	10
<b>1.2 Hipóteses do estudo</b> .....	12
<b>1.3 Objetivos do estudo</b> .....	14
<b>1.4 Organização do estudo</b> .....	14
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	17
<b>2.1 A ocupação dos ecossistemas florestados do Rio Grande do Sul</b> .....	17
<b>2.2 O estabelecimento da agricultura familiar em ecossistemas florestados</b> .....	21
<b>2.3 O uso dos solos e a poluição das águas no meio rural</b> .....	26
2.3.1 A qualidade de água na microbacia hidrográfica do Arroio Lino .....	28
<b>2.4 O planejamento agroambiental e a sustentabilidade dos agroecossistemas</b> .....	33
2.4.1 Adequação do uso do solo conforme a sua aptidão agrícola .....	36
2.4.2 Adequação das unidades de produção familiar à legislação ambiental .....	38
<b>2.5 A importância das matas ciliares para o controle da poluição da água</b> .....	43
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	46
<b>3.1 Localização da unidade de estudo</b> .....	46
<b>3.2 Caracterização da unidade de estudo</b> .....	47
3.2.1 Situação fundiária .....	47
3.2.2 Caracterização ambiental .....	47
3.2.3 Caracterização socioeconômica .....	51
<b>3.3 Geração dos mapas temáticos</b> .....	53
<b>3.4 Avaliação da qualidade de água</b> .....	55
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	57
<b>4.1 O histórico de ocupação da paisagem da microbacia do Arroio Lino</b> .....	57
<b>4.2 A distribuição dos principais usos do solo na paisagem</b> .....	59
<b>4.3 Conflitos de uso do solo na escala da microbacia hidrográfica</b> .....	72
4.3.1 Uso do solo e aptidão agrícola das terras na MBHAL .....	72
4.3.2 Uso do solo nas áreas de preservação permanente da MBHAL .....	75
4.3.3 Aptidão agrícola versus uso do solo nas áreas de preservação permanente.....	78
<b>4.4 Conflitos de uso do solo em unidades de produção familiar</b> .....	81
4.4.1 Aptidão agrícola das terras em áreas de preservação permanente por unidade de produção familiar .....	81
4.4.2 Uso do solo em áreas de preservação permanente por unidade de produção familiar .....	84
4.4.3 Mudanças com as alterações do Código Florestal Brasileiro .....	91
<b>4.5 Influência do uso do solo e das matas ciliares na qualidade de água</b> .....	94
<b>5 CONCLUSÕES GERAIS</b> .....	103
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	105
<b>7 REFERÊNCIAS</b> .....	116
<b>ANEXOS</b> .....	124

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.2 Contextualização do estudo

A história de várias civilizações foi marcada pela luta para dominar as florestas a fim de garantir o estabelecimento dos cultivos agrícolas. Além disto, quase sempre esteve atrelada ao uso e ocupação do solo no entorno de rios ou de mananciais, sem os quais inviabilizaria a sua sobrevivência. Fez parte da concepção da população em geral acreditar que os recursos naturais eram inesgotáveis, e, portanto, podiam ser explorados sem restrições. A ocupação do território na maioria das vezes foi realizada de maneira caótica, sem um planejamento agroambiental adequado, causando alterações significativas na paisagem nos mais diferentes ecossistemas. De maneira que, a interação do ser humano com o ambiente e os processos de apropriação dos recursos naturais disponíveis, quase sempre foi regida por uma conduta predatória, resultando em conflitos ambientais. Como consequências das atividades antrópicas tem se observado processos intensivos de exploração dos recursos naturais, sobretudo, em ecossistemas de florestas.

No Brasil, esta concepção marcou a relação dos colonizadores com o ambiente. Onde, extensas áreas de florestas, campos e bosques, foram usadas numa combinação de extrativismo e mobilidade espacial. Para manterem parte da população fixa numa localidade era necessária a migração de excedentes populacionais.

A partir de meados do século XX o crescimento extensivo de atividades agrícolas, pastoris e extrativas sobre o espaço territorial brasileiro encontrou limites. Os sistemas tradicionais, baseados fundamentalmente na rotação de terras, enfrentavam dificuldades para recuperar a fertilidade do solo. Com a modernização da agricultura tornou-se possível a recuperação de solos então degradados de sua fertilidade e o controle de pragas e doenças. Entretanto, é na forma como foram enfrentados estes limites que se enraízam os problemas que, até hoje, caracterizam a relação entre agricultura e ambiente na região Sul do Brasil.

Como forma de tentar diminuir a destruição do ambiente e, em especial, os ecossistemas de florestas, garantindo a base dos recursos para as futuras gerações, foi sendo constituída a Legislação Ambiental Brasileira. Na Constituição Federal de 1988, em seu art. 225 constitucionaliza o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, erigindo-o à categoria de direito fundamental, de natureza jurídica difusa, e cuja proteção é

responsabilidade de todos (BRASIL, 1988). Além disto, nela está estabelecido que o direito de propriedade só seja reconhecido quando sua função social e ambiental for cumprida.

Apesar de ser considerado um dos mais completos e evoluídos arcabouços legais do mundo, não tem dado conta de cumprir com seus objetivos. Um exemplo disto são as dificuldades encontradas na implementação dos dispositivos estabelecidos no Novo Código Florestal Brasileiro, os quais tratam das áreas de preservação permanente e de reserva legal, considerados espaços da paisagem de relevante interesse ecológico e ambiental (BRASIL, 1965). São importantes também para assegurar o planejamento do uso sustentado dos solos, especialmente em ambientes ecologicamente mais frágeis.

Porém, tendo em vista as precárias condições de reprodução socioeconômica da maioria dos agricultores familiares, as relações que eles mantêm com os recursos naturais e com o ambiente favorecem em geral a sua degradação. As práticas agrícolas que adotam na maioria das vezes entram em conflito com certos aspectos da legislação ambiental vigente. O tamanho reduzido das áreas dificulta o uso racional dos recursos naturais, em especial os solos, o que é agravado pelo fato destes pequenos agricultores familiares não terem acesso a informações, quer pelas limitações da assistência técnica, ou mesmo, pela pouca disponibilidade de tecnologias adequadas a esta realidade.

O problema é que muitas unidades de produção familiar foram assentadas sobre ecossistemas que possuem características físicas e ambientais naturais que determinam limites para o estabelecimento de cultivos agrícolas, sem provocar danos ao meio ambiente (RHEINHEIMER, 2003; MERTEN & MINELLA, 2002). Nestes casos, no processo de ocupação dos solos nas unidades de produção familiar não se levou em consideração a legislação ambiental, nem as orientações técnicas estabelecidas pelo sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras. O uso intensivo das áreas agricultadas nestas unidades de produção familiar, especialmente aquelas dependentes da cultura do fumo, tem provocado elevados índices de degradação dos solos (RHEINHEIMER, 2003) e problemas sérios de poluição das águas superficiais (GONÇALVES, 2003; RHEINHEIMER et al., 2004; PELLEGRINI, 2005; BORTOLUZZI et al., 2006; PELLEGRINI, 2006; SEQUINATO, 2007; MAIER, 2007).

Embora se reconheça que a intervenção humana sempre causa impactos sobre o ambiente; o desafio está em minimizá-los a níveis que não comprometam a sustentabilidade no médio e longo prazo. Deste modo, surge a necessidade de se estabelecer um novo paradigma de desenvolvimento menos agressivo ambientalmente. De tal forma que, se

obtenha uma convivência mais harmoniosa das atividades humanas nos agroecossistemas, a fim de ter-se a garantia de existência das futuras gerações.

Mesmo que o conhecimento científico relacionado à contaminação ambiental em microbacias hidrográficas tenha evoluído muito nos últimos anos, há temas que carecem de mais investigações, dos quais se podem elencar os seguintes: Quais os limites para a adequação ambiental das unidades de produção familiar localizadas em ambientes ecologicamente frágeis e altamente dependentes da cultura do fumo? Como o planejamento do uso e ocupação dos solos pode auxiliar na gestão ambiental sustentável destes espaços rurais? Qual a relevância e as dificuldades de uso da legislação ambiental, em especial o Código Florestal Brasileiro, e o sistema de classificação a aptidão agrícolas das terras para o planejamento agroambiental de unidades de produção familiar assentadas sobre ambientes ecologicamente frágeis? e, Qual a influência e importância que exercem as matas ciliares na diminuição da poluição das águas pelo aporte de poluentes provenientes de áreas agrícolas.

## **1.2 Hipóteses do estudo**

O processo histórico de ocupação dos ecossistemas de florestas das regiões serranas do estado do RS promoveu a fragmentação da paisagem em pequenas unidades de produção familiar (UPF). Atualmente, a grande parte das UPF além de apresentar limitada área de terra se localiza sobre solos considerados de baixa aptidão para uso agrícola. Isto se deve, entre outras características, por apresentarem relevo com altas declividades, solos rasos, pedregosos e com elevada erodibilidade.

Por conta destas limitações impostas pelas feições da paisagem constata-se que em muitas UPF são usados solos que pela legislação vigente deveriam ser destinadas à preservação permanente. Deste modo, a aplicação dos dispositivos do Código Florestal Brasileiro vigente implicará que grande parte das UPF seja enquadrada como áreas de preservação permanente. Por outro lado, pode haver solos que possuam aptidão para uso agrícola e localizados fora das áreas de preservação permanentes, por encontrarem-se cobertos por florestas, não são passíveis de uso com cultivos agrícolas. Isto em decorrência da aplicação de dispositivos da Lei da Mata Atlântica e do Código Florestal do Rio Grande do Sul.

Não obstante ao avanço dos conhecimentos científicos que promoveram o desenvolvimento de tecnologias relacionadas ao manejo sustentável dos solos, nos



agroecossistemas de fumo ainda predomina o sistema de cultivo convencional. Nestas condições, a erosão do solo nas lavouras é alta, principalmente nos períodos de preparo do solo para o plantio do fumo, o qual coincide com as chuvas de maior intensidade. O problema se agrava tendo em vista que a grande parte da produção de fumo está localizada nestas regiões consideradas ecologicamente frágeis quando alteradas as condições naturais. No caso do sistema de produção de fumo, as empresas fumageiras orientam os agricultores a seguir a risca à aplicação do pacote tecnológico por elas desenvolvido, que inclui o uso de fertilizantes e agrotóxicos. Quando todos estes fatores são reunidos, promovem o aporte de grandes quantidades de poluentes aos cursos d'água e nascentes, principalmente via escoamento superficial.

Como as regiões de microbacias hidrográficas de cabeceira apresentam uma vasta rede de pequenos cursos d'água e nascentes, a entrada dos poluentes pode ser facilitada quando lavouras como as de fumo estiverem localizadas em suas margens. Nos pontos em que se detectar a sua presença pode-se verificar alterações na qualidade das águas superficiais, o que as tornam impróprias para o consumo humano, bem como inadequadas para outros fins como a dessedentação de animais e a irrigação de culturas olerícolas.

Estas particularidades têm gerado conflitos entre os objetivos de preservação ambiental e de reprodução sócio-econômica dos agricultores, impondo um antagonismo entre a garantia da qualidade de vida e do ambiente. Contudo, a permanência destes agricultores familiares netas regiões depende da superação destes conflitos, encontrando alternativas de produzir sem degradar a base dos recursos naturais.

Sendo assim, o conhecimento dos principais usos do solo e sua distribuição na paisagem é requisito importante para o planejamento e redesenho destes agroecossistemas. Da mesma forma, a identificação dos pontos onde ocorrem os conflitos agroambientais entre o uso dos solos, a legislação ambiental, em especial o Código Florestal Brasileiro, e a aptidão agrícola das terras, são igualmente importantes para o planejamento de UPF. Diante dos elementos abordados elencam-se as seguintes hipóteses:

a) No estudo dos conflitos agroambientais, em decorrência do uso inadequado dos solos, se as informações forem obtidas e analisadas somente na escala da microbacia hidrográfica podem não ser suficientes para o planejamento dos agroecossistemas. Isto porque, a abordagem do planejamento do uso dos solos, considerando as particularidades existentes em todas as unidades de produção familiar, pode oferecer informações que seriam negligenciadas quando a opção for pela tomada da microbacia hidrográfica como unidade de estudo e gerenciamento;

b) A aplicação dos dispositivos do Código Florestal Brasileiro que estabelece as Áreas de Preservação Permanente e dos critérios técnicos do Sistema de Classificação de Aptidão Agrícola das Terras poderá resultar em inviabilidade, tanto legal, quanto técnica, da permanência da agricultura em muitas unidades de produção familiar localizadas em regiões serranas. Embora sejam instrumentos importantes para o planejamento de unidades de produção familiar podem não ser suficientes para solucionar os conflitos agroambientais existentes em unidades de produção familiar com agroecossistemas como o de fumo;

c) A manutenção das matas ciliares nas nascentes e cursos d'água têm sido eficientes em evitar a entrada de poluentes oriundos das áreas de cultivo especialmente de fumo. Contudo, as matas ciliares podem não ser suficientes se as áreas adjacentes e mais elevadas da paisagem, como as APP de topo de morro e encostas, sejam utilizadas com atividades agropecuárias que potencializem a ocorrência de erosão acelerada e preferencial.

### **1.3 Objetivos do estudo**

a) Caracterizar os conflitos agroambientais em agroecossistemas de produção de fumo, os quais são decorrentes do uso inadequado dos solos, especialmente em áreas de preservação permanente de matas ciliares de nascentes e cursos d'água;

b) Analisar a importância e os limites do uso dos instrumentos da legislação ambiental (Código Florestal) e do sistema de classificação da aptidão agrícola das terras no planejamento agroambiental, como forma de diminuir a contaminação das águas em pequenas unidades de produção familiar;

c) Verificar a eficiência das matas ciliares na contenção da poluição das águas superficiais de três unidades paisagísticas da microbacia hidrográfica do Arroio Lino.

### **1.4 Organização do estudo**

A unidade de estudo escolhida foi a Microbacia Hidrográfica do Arroio Lino (MBHAL), município de Agudo, RS, com as trinta e seis unidades de produção familiar nela inseridas. A base de informações que deu suporte para este estudo são os resultados dos trabalhos de pesquisa realizados nesta localidade entre os anos de 2001 a 2008. Estes, por sua vez, foram coordenados pelos Professores Danilo Rheinheimer do Santos e José Miguel

Reichert, do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria, e pelo professor Gustavo Henrique Merten, do Instituto de Pesquisas Hidráulicas, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Nos dois primeiros anos o trabalho esteve focado, prioritariamente, no monitoramento ambiental das ações do programa de manejo dos recursos naturais e combate a pobreza rural (RS-Rural). Nos anos seguintes ampliou-se o leque de investigações, mediante a aprovação de outros projetos de pesquisa financiados pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e pela Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS).

As pesquisas concentraram-se no estudo dos impactos ambientais negativos provocados pelo sistema de produção de fumo na qualidade das águas superficiais e subsuperficiais da microbacia; na dinâmica e transferência de nutrientes e agrotóxicos; na identificação das principais fontes e características dos sedimentos; na validação e avaliação de alternativas de tratamento de efluentes domésticos; na identificação de sistemas alternativos de manejo do solo na cultura do tabaco; entre outros.

Como resultados destes trabalhos de pesquisa foram publicadas sete Dissertações de Mestrado (GONÇALVES, 2003; PELLEGRINI, 2005; PELLEGRINI, 2006; KAISER, 2006; SEQUINATTO, 2007; MAIER, 2007; SCHENATO, 2008), três teses de doutorado (GONÇALVES, 2007; MINELA, 2007; BONUMÁ, 2011), capítulos de livros (RHEINHEIMER et al., 2004) e artigos científicos em revistas nacionais e internacionais (RHEINHEIMER et al., 2003; GONÇALVES et al., 2005; BORTOLUZZI, et al., 2006; BORTOLUZZI, et al., 2007; PELLEGRINI et al., 2008; PELLEGRINI et al., 2009). Além destes, foram apresentados vários trabalhos em eventos científicos nacionais.

No presente estudo serão abordados temas como: a ocupação do território das regiões serranas e florestadas do Rio Grande do Sul, atentando para a relação estabelecida pelos diferentes povos com os recursos naturais, quando do estabelecimento de sistemas agrários em pequenas UPF; os conflitos entre o padrão de uso do solo das UPF localizadas em regiões ecologicamente frágeis, com a legislação ambiental e a classificação de aptidão agrícola das terras; a agricultura familiar fumageira e a degradação dos recursos naturais, em especial os mananciais hídricos e a importância das matas ciliares para a qualidade da água.

Na primeira parte do desenvolvimento do estudo será feita uma revisão bibliográfica sobre o processo histórico de ocupação humana dos ecossistemas florestados, buscando-se abordar a dinâmica destes povoamentos frente aos recursos naturais; os principais sistemas de cultivos e de produção praticados; apontando, por fim, para os processos de degradação

ambiental, em especial na qualidade das águas superficiais, ocorridos na região de Agudo, onde este estudo se insere. Será também revisada a importância do planejamento paisagístico com vista à qualidade ambiental, apontando a legislação ambiental e o sistema de classificação de aptidão agrícola das terras, como ferramentas de gestão ambiental. Quanto à legislação ambiental, será dada mais ênfase ao Código Florestal Brasileiro, buscando dar maior atenção aos institutos legais das áreas de preservação permanente e das áreas de reserva legal, os quais constituem as áreas especialmente protegidas. Das áreas de preservação permanente se dará prioridade para as de nascentes e cursos d'água. Por fim, será abordada a importância da preservação das matas ciliares nestes locais para a manutenção ou melhoria da qualidade da água.

Na seção resultados e discussão pretende-se analisar a distribuição dos principais tipos de usos do solo nas unidades de produção familiar da Microbacia Hidrográfica do Arroio Lino, visando caracterizar e discutir os conflitos entre o uso e ocupação dos solos, a legislação ambiental e a aptidão agrícola das terras. Neste momento buscar-se-á verificar em que elementos o padrão de ocupação dos solos na região e na MBHAL se condicionou e o quanto a disponibilidade e proximidade de fontes de água influenciam o desenho destes agroecossistemas? O quanto as características do relevo e dos solos impõem restrições aos cultivos convencionais, e a aplicabilidade da classificação de aptidão agrícola das terras? Como está a situação das unidades de produção familiar quanto às exigências legais estabelecidas nas Legislações Ambientais, especialmente às contidas no Código Florestal Brasileiro (Brasil, 1965)? Qual a viabilidade prática da aplicação destes instrumentos legais e técnicos agrônômicos frente a um ambiente marcado por fortes restrições ambientais e por uma população cultural, social e economicamente dependente da cultura do fumo? Quais as implicações provocadas pela reformulação do Código Florestal Brasileiro? E, por último, pretende-se demonstrar o quanto a ocorrência das matas ciliares, especialmente de nascentes e cursos d'água, interfere na qualidade das águas superficiais do ambiente em estudo, o qual é fortemente marcado pelo predomínio do cultivo de fumo, cultivado sobre solos de baixa aptidão agrícola.

A título de conclusões e considerações finais buscar-se-á resgatar os principais elementos apresentados nos resultados e discussão, no intuito de entender os limites existentes entre a produção agrícola e a preservação dos recursos naturais, em especial os recursos hídricos. Além disto, serão elencados alguns limitantes, dificuldades e possibilidades para o planejamento paisagístico destes agroecossistemas que têm o fumo como cultura predominante.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A ocupação dos ecossistemas florestados do Rio Grande do Sul

No período que antecedeu a colonização europeia o território do Rio Grande do Sul estava habitado em toda a sua extensão por povos indígenas<sup>1</sup>, desde as pradarias setentrionais até as densas florestas da Serra Geral e do Vale do Rio Uruguai e seus afluentes. Estes povos desenvolviam a agricultura em pequenos roçados onde cultivavam milho, feijão, abóbora, fumo, batata-doce, mandioca, erva-mate, algodão, ervas medicinais, entre outras (MARCHIORI, 2002). Segundo este autor, embora eles praticassem o desmatamento com a queima das florestas, o faziam na medida de suas necessidades alimentares e com o rodízio das áreas cultivadas. Neste padrão primitivo de ocupação do solo a regeneração das florestas era condição essencial para garantir a base dos recursos naturais. Porém, quando os recursos tornavam-se escassos em um determinado lugar, migravam para outras porções da paisagem.

Na primeira metade do século XVII, chegam à região os padres Jesuítas buscando catequizar os indígenas à fé cristã. A partir de 1633 eles fundaram seis Reduções na região do Rebordo da Serra Geral. Merece destaque a de “Santa Ana”, que se localizava na margem esquerda do Rio Jacuí, na mediação de Agudo e Candelária, e a de “Nossa Senhora da Natividade”, localizada na borda do Planalto, na região de Pinhal Grande, entre as vertentes dos Rios Ivaí e Jacuí (SANTOS & SANTOS, 1989; MARCHIORI, 2002). Com as populações indígenas “reduzidas” em povoados a pressão sobre estas porções da paisagem passou a ser mais intensa, do que se estivessem dispersos em pequenas aldeias. As áreas de campos nativos eram utilizadas para a criação de animais e aquelas cobertas por florestas eram desmatadas para o estabelecimento de culturas agrícolas.

Com as sucessivas perseguições e ataques feitos pelos bandeirantes para aprisionar os índios, os Jesuítas migram, no ano de 1640, para a margem direita do Rio Uruguai, deixando para trás suas edificações e grade parte do gado que criavam (SANTOS & SANTOS, 1989). Em 1682 retornam com os indígenas para retomar as suas posses e fundar os Sete Povos das Missões. Encontram grande quantidade de gado que havia se reproduzido naturalmente pelos

---

<sup>1</sup>Os povos indígenas que ocupavam o solo sulriograndense eram subdivididos por três grandes grupos: os Pampeanos, que ocupavam os ecossistemas de campestres; os Jês-Tapuias, que habitavam ecossistemas campestres e florestais do Planalto Meridional, da Encosta da Serra Geral e parte do Alto Uruguai, sendo representado, entre outras, pelas divisões dos Kaigangues; e os Tupi-Guaranis, os quais se distribuíam do Oeste do Rio Uruguai (Região das Missões), parte do Planalto (Cruz Alta e Júlio de Castilhos), passando pela Serra Geral, Depressão Central até a Planície Litorânea (SANTOS & SANTOS, 1989).

campos e demarcam as Estâncias Jesuíticas de criação de gado. Mais tarde, por volta de 1750, grande parte da população indígena foi dizimada na chamada “Guerra Guaranítica<sup>2</sup>”.

O gado que permaneceu vagando e se reproduzindo livre pelos campos passou a ser a riqueza que despertava a cobiça de “bandeirantes” do centro do país. Segundo Pesavento (1983), a “prea” do gado xucro foi o fundamento econômico básico que motivou a apropriação das terras Gaúchas cobertas por campos naturais. Por conta das preocupações de assegurar a posse do território disputado com a coroa espanhola o Governo Imperial efetiva, no decorrer do Século XVIII, a distribuição das chamadas Sesmarias<sup>3</sup>. De maneira que, até a primeira metade do século XIX, praticamente todas as áreas de campo já haviam sido distribuídas.

Segundo Silva Neto e Frantz (2001), a destinação de sesmarias não foi suficiente para ocupar o território sulriograndense, uma vez que as vastas áreas de florestas não despertavam interesse dos estancieiros pecuaristas. Não havia razões para expandir as atividades pecuárias sobre os ecossistemas florestados, cuja adequação à pecuária implicava investimentos superiores aos necessários em regiões de campo natural. Permaneciam, assim, por mais de três séculos “desocupadas”, as quais eram chamadas “terra de ninguém”. Além delas representarem uma ameaça a ocupação dos espanhóis, eram uma barreira difícil de ser transposta para a tropilha do gado e dos muares para o centro do país (PESAVENTO, 1983).

Diante deste cenário, foi desencadeado, na década de 1820, o projeto de colonização dos ecossistemas florestados do Estado com imigrantes oriundos de países europeus como Alemanha e Itália. Os objetivos, além dos já expostos, eram de formar colônias para produzir gêneros alimentícios necessários para o consumo interno e formar uma nova classe social que pudesse fazer frente ao poderio da oligarquia regional assentada sobre as vastas sesmarias localizadas nas áreas de campos com criação extensiva de gado para fornecimento das charqueadas (SANTOS & SANTOS, 1989).

As primeiras famílias de imigrantes que chegaram ao Estado foram de origem alemã e se estabeleceram no Vale do Rio dos Sinos, hoje município de São Leopoldo, por volta do ano de 1824 (SANTOS & SANTOS, 1989). Posteriormente, outras colônias alemãs foram sendo criadas, como é o caso de Santa Cruz do Sul e Candelária. Mais tarde, no final da década de

---

<sup>2</sup>A guerra Guaranítica foi desencadeada a partir da assinatura, no ano de 1750, do Tratado de Madrid entre Portugal e Espanha, no qual se estabeleceu que os padres e os povos Guaranis devessem abandonar os Povoados Missionários.

<sup>3</sup>As sesmarias eram grandes extensões de terras que mediam aproximadamente 13.000 ha. Com isso, deu-se a origem dos latifúndios de criação de gado em sistema extensivo sobre campos naturais. Os proprietários eram parte dos bandeirantes paulistas e chefes militares, os quais recebiam estes dotes em recompensa por suas conquistas nas guerras.

1870, começaram a chegar os imigrantes de origem italiana e foram estabelecidos na região da Encosta da Serra do Nordeste<sup>4</sup>, então totalmente coberta por florestas.

Na região serrana do Centro do Estado, ocorreu a implantação de duas grandes colônias: a Colônia de Silveira Martins, criada a partir do ano de 1877, conhecida como Quarta Colônia de Imigração Italiana, e a Colônia Alemã de Santo Ângelo, fundada no ano de 1855, nos atuais municípios de Agudo e Paraíso do Sul<sup>5</sup>.

O ecossistema de florestas foi então aos poucos sendo subdividido em lotes os quais foram sendo inicialmente doados aos imigrantes. Segundo Neumann (2003), os lotes coloniais mediam 77,6 hectares e eram demarcados a partir da abertura de “Picadas”, então denominadas de “Linhas”. Mais tarde, os lotes passaram a ser vendidos aos colonos e tendo sua área reduzida para em torno de 25 hectares. Aos poucos passaram a ser denominados de colônias.

Os lotes coloniais apresentavam formato retangular e na maioria das vezes estreitos e compridos. De maneira que, estas pequenas extensões de terras destinadas às famílias, que normalmente eram compostas por muitos filhos, já na origem se constituem em verdadeiros minifúndios. A alteração drástica da paisagem deste ecossistema de florestas passa ser a marca deste processo de colonização com a formação de uma agricultura essencialmente de pequenas unidades de produção familiar.

Um dos poucos critérios considerados para a localização dos lotes era a disponibilidade de água. Nos quais, deveria haver pelo menos uma fonte de água, seja superficial ou subterrânea (ENDERLE, 1996). Deste modo, para facilitar o acesso à água as sedes das unidades de produção familiar (UPF) eram localizadas próximas das nascentes e dos cursos d'água.

Os primeiros anos da colonização foram marcados pela preocupação em garantir a produção de alimentos para o auto-consumo. A derrubada da mata para plantio era uma exigência não só de sobrevivência, mas também do Governo Provincial, o qual ao conceder os lotes determinava aos colonos que “até seis meses depois desta designação devia estar roçada e plantada uma área de pelo menos mil braças quadradas (o equivalente a meio hectare)” (SPONCHIADO, 1996). A visão que predominava era de que havia abundância de florestas e

---

<sup>4</sup>As duas primeiras colônias foram Conde d'Eu (Garibaldi e Carlos Barbosa) e Dona Isabel (Bento Gonçalves), fundadas no ano de 1870; a terceira foi Campo dos Bugres, atual Caxias do Sul, no ano de 1875 (SANTOS & SANTOS, 1989).

<sup>5</sup>Em razão da localização da área delimitada por este estudo, dar-se-á maior atenção para os processos históricos ocorridos no estabelecimento e desenvolvimento da Colônia de Santo Ângelo. Não obstante, deve-se considerar a existência de muitas particularidades entre os dois casos, em especial, quanto às relacionadas com as dificuldades enfrentadas nos primeiros anos de colonização e a dependência estreita estabelecida entre estas famílias com os recursos naturais.

que precisavam ser removidas para o estabelecimento dos cultivos (MARCHIORI, 2002). A preocupação com a degradação dos recursos naturais por parte dos agricultores e pelo poder público era quase insignificante.

Os produtos cultivados, bem como a tecnologia desenvolvida no processo produtivo agrícola, não se diferenciavam muito em relação aos tipos de cultivos e as técnicas empregadas pelos povos indígenas. A derrubada da floresta com a queima subsequente fora às práticas de preparo das áreas de cultivo adotadas em todas as colônias em formação no Rio Grande do Sul. Pelos altos teores de matéria orgânica, o estado estrutural do solo era bom, o que permitia que no primeiro cultivo a sementeira fosse feita diretamente, sem necessidade de revolver a terra. Esse sistema de plantio e manejo segue as mesmas características dos sistemas de cultura nos terrenos de florestas abatidas e queimadas da antiguidade, que se estenderam até a maior parte dos terrenos arborizados e cultiváveis do planeta (MAZOYER; ROUDART, 1998). Este tipo de sistema praticado pelos colonos imigrantes guardava semelhanças com a agricultura itinerante<sup>6</sup> desenvolvida na Europa, antes da primeira revolução agrícola. Embora a técnica da queimada já houvesse sido abandonada em grande parte da Europa; os imigrantes encontraram aqui um ambiente completamente distinto e acabaram tendo que utilizá-la para proceder aos primeiros cultivos (BARBOSA, 1975).

Conforme as palavras de um descendente de imigrante da colônia alemã, “a cada ano, ao se abrir uma roça de aproximadamente um hectare, se plantava fumo nos dois primeiros anos e por mais dois anos feijão e milho, depois se deixava a terra em descanso por um período de 7 a 15 anos antes de plantá-la novamente” (NEUMANN, 2003). Para os colonos, essa técnica era fundamental para recuperar a fertilidade da terra, principalmente antes do advento dos adubos químicos. A facilidade de manejo pela derrubada seguida de fogo das áreas florestadas faz com que em algumas regiões esse sistema se perpetue até os dias atuais.

A relação do homem com a natureza ao desenvolver os sistemas agrícolas nas regiões coloniais refletiu em muitas das características dos agroecossistemas<sup>7</sup> atuais. Esse fato, aliado

---

<sup>6</sup>A agricultura itinerante é um tipo de agricultura temporária que se desloca espacialmente. O preparo do solo é feito através do fogo o qual limpa o terreno, eliminando uma série de parasitas e micro-organismos nocivos, além de tornar disponíveis para as culturas os elementos minerais contidos na matéria orgânica florestal, que voltam ao solo através das cinzas. Os solos assim preparados eram cultivados durante alguns anos até que as reservas de nutrientes permitiam. Uma vez esgotado, ele era abandonado durante um período de tempo suficiente para que a floresta se recuperasse. “Desde que o período de recuperação necessária seja respeitado, esse sistema de cultura é perfeitamente equilibrado do ponto de vista ecológico, podendo ser praticado durante séculos sem degradar a floresta” (ROMEIRO, 1998).

<sup>7</sup>O agroecossistema é o ecossistema natural alterado pelo homem para a produção agropecuária. Ele corresponde a “um sistema ecológico e sócio-econômico que compreende plantas e/ou animais domesticados e as pessoas que nele vivem, com o propósito de produção de alimentos, fibras e outros produtos agrícolas (CONWAY, 1997, apud CAPORAL; COSTABEBER, 2001). O agroecossistema diferencia-se de um ecossistema natural, por



ao modelo de desenvolvimento da agricultura no Brasil, produziu problemas pelo uso e ocupação do espaço, que merecem ser estudados.

## **2.2 O estabelecimento da agricultura familiar em ecossistemas florestados**

A agricultura familiar<sup>8</sup> foi se consolidando nas regiões coloniais do Sul do Brasil e com o tempo passou a ser denominada de tradicional. Ela se caracteriza por: ser baseada na própria força de trabalho familiar; pela alta dependência e utilização dos recursos naturais; pelo desenvolvimento de diversas atividades (cultivos) nas unidades de produção; pelo processamento de grande parte dos produtos agrícolas na própria unidade de produção ou na comunidade local; pelo estabelecimento de uma vasta rede de casas comerciais no âmbito local e regional; e, o principal objetivo da produção era atender as necessidades alimentares da família, sendo o excedente destinado à comercialização (BRUM, 1987).

As ferramentas e instrumentos utilizados para o trabalho eram muito simples e, às vezes, produzidos na UPF. Como instalações possuíam um galpão para armazenamento dos produtos e ferramentas; um chiqueiro com mangueirão; uma casa para moradia que no subsolo delimitava-se o “porão”, o qual servia para armazenamento do vinho, vinagre, salame, queijo e outros produtos para auto-consumo.

As técnicas de preparo do solo, cultivo, colheita, armazenamento, etc. eram fruto da experiência e se transmitiam de geração em geração, sendo aperfeiçoadas lentamente. Nesta cultura, a sabedoria da vida e do trabalho tinha grande valor. As fontes de energia que moviam este sistema eram oriundas da própria natureza. A força humana e animal, da água e do vento, e a luz solar eram as bases energéticas que sustentavam este modelo de agricultura tradicional (COSTABEBER, 1989).

A diversificação da produção, além de ter sido uma estratégia de auto-suficiência alimentar, foi a estratégia adotada para diminuir os riscos frente às oscilações dos preços dos

---

englobar, além dos fatores físicos, ecológicos e biológicos, que caracterizam uma determinada paisagem natural, os fatores econômicos, sociais, culturais e históricos (ALTIERI, 1989).

<sup>8</sup>A agricultura familiar é orientada por uma lógica familiar que, alimentada por um patrimônio sociocultural, define a especificidade da relação entre o trabalho, a família e a propriedade. De acordo com LAMARCHE, (1997): o estabelecimento familiar corresponde a uma unidade de produção agrícola onde propriedade e trabalho estão intimamente ligados à família. A interdependência destes três fatores no funcionamento do estabelecimento engendra necessariamente, noções mais abstratas e complexas, tais como a transmissão do patrimônio e a reprodução do trabalho. Neste trabalho o termo Agricultura Familiar se refere ao modelo de agricultura praticada em pequenas unidades de produção, conceito amparado pela Lei 11.326 de 24 de julho de 2006. Deste modo, em vez de se usar o termo propriedade se adotará Unidades de Produção Familiar (UPF).

produtos agrícolas da época (NEUMANN, 2003). Nestas unidades de produção familiar se produzia uma grande variedade de produtos tais como: milho, feijão, mandioca, batata, trigo, aveia, alfafa, abóbora, batata-doce, uva, cana-de-açúcar, erva-mate, ervilha, arroz, amendoim, lentilha, fumo, entre outras. Junto à residência da família, normalmente se localizavam uma pequena horta e um pomar, onde se cultivava uma diversidade de hortaliças e frutas voltadas diretamente ao complemento da alimentação da família. Além destas atividades agrícolas, “criavam-se animais domésticos, quer para o consumo próprio (leite, carne, ovos, etc.), quer para o transporte e as lides da lavoura (principalmente bois e cavalos), e mesmo para a comercialização (suínos, em maior escala)” (BRUM, 1987).

O cultivo do feijão foi a primeira atividade a proporcionar renda aos colonos, sendo por muito tempo um produto que servia de mercadoria de troca nas pequenas casas comerciais da região. Por ser de ciclo mais curto que outras culturas, por não depender de sofisticados implementos para seu cultivo e beneficiamento e pelos preços muito compensadores, contribuiu de maneira decisiva para firmar os primeiros passos das famílias colonizadoras. Poucas décadas passadas a produção de feijão foi reduzida drasticamente devido às restrições impostas pelas legislações ambientais em relação aos desmatamentos e queimadas das áreas florestadas (NEUMANN, 2003).

A criação de porcos para extração da banha foi uma atividade que teve início ainda nos primeiros anos das Colônias. Esta atividade se constituiu em uma importante estratégia de agregação de valor ao milho; um produto amplamente produzido nas lavouras recém estabelecidas, mas que não era devidamente valorizado no comércio local (SPONCHIADO, 1996).

Não obstante ter estado continuamente presente nas UPF, o fumo se caracterizou por ser uma atividade complementar (NEUMANN, 2003). As tecnologias de sua produção eram desenvolvidas localmente e os recursos necessários provinham da natureza. A venda do produto era para comerciantes locais.

Este modelo de agricultura tradicional predominou nas regiões coloniais por várias décadas, entrando em declínio a partir da metade dos anos 1940. Dentre os fatores que influenciaram na decadência da agricultura tradicional pode-se destacar a redução substancial do tamanho das propriedades rurais - em decorrência das partilhas por herança, forçada pelo número elevado de componentes por UPF - que exigia uma exploração ainda mais intensiva da terra, acelerando seu esgotamento, ao mesmo tempo em que reduzia os frutos do trabalho (BRUM, 1987). A saída encontrada para muitas famílias, principalmente as recém

constituídas, era migrar para as fronteiras agrícolas do Alto-Uruguai e Oeste de Santa Catarina.

Contudo, as mudanças serão influenciadas mais fortemente pelos ideais da modernização da agricultura<sup>9</sup> brasileira que estava iniciando neste período. A grande mudança ocorre com a adoção dos insumos industrializados, especialmente fertilizantes e agrotóxicos. Porém, nesta transição da agricultura familiar tradicional para a modernizada parte da base técnica foi mantida, como as práticas de desmatamento e cultivo do solo com lavração e gradagem. Esta combinação - uso de adubos químicos e agrotóxicos, desmatamentos e manejo convencional<sup>10</sup> dos solos - resultou em graves impactos ambientais, em especial a poluição dos recursos hídricos.

A intensificação da modernização da agricultura brasileira ocorreu após a Segunda Guerra Mundial, culminando, na década de 1970, com a chamada Revolução Verde. Esta se fundamentava na melhoria do desempenho dos índices de produtividade agrícola, por meio da substituição dos sistemas de produção locais e tradicionais por um conjunto bem mais homogêneo de práticas tecnológicas. Isto é, de variedades de culturas agrícolas geneticamente melhoradas, muito exigentes em fertilizantes químicos de alta solubilidade; agrotóxicos com maior potencial biocida; irrigação e motomecanização. Este conjunto tecnológico, também chamado de “pacote tecnológico”, viabilizou as condições necessárias à adoção, em larga escala, dos sistemas monoculturais de produção agrícola (ROMEIRO, 1998).

Segundo Altieri (1989) o modelo da agricultura moderna (convencional) se baseia na transformação dos sistemas complexos de produção em sistemas simplificados, com a manipulação e o controle sobre o ambiente. Porém, esta simplificação em excesso nos sistemas modernos de produção gera desequilíbrios ecológicos e ambientais de grandes proporções.

---

<sup>9</sup>A modernização da agricultura surge a partir dos séculos XVIII e XIX quando, em diferentes regiões do oeste europeu, intensifica-se a adoção de sistemas de rotação de culturas com plantas forrageiras, especialmente as plantas leguminosas, e se aproximam as atividades agrícolas e a pecuária. Essa fase, conhecida como Primeira Revolução Agrícola, resultou enormes aumentos de produtividade, atenuando os problemas de escassez crônica de alimentos em várias partes da Europa. A segunda fase da modernização da agricultura inicia no final do século XIX e início do século XX, quando uma série de descobertas científicas e tecnológicas, tais como: os fertilizantes químicos, o melhoramento genético das plantas e os motores de combustão interna, possibilitaram o progressivo abandono dos sistemas rotacionais e o divórcio da produção animal e vegetal, bases da primeira fase da modernização da agricultura (ROMEIRO, 1998).

<sup>10</sup>O sistema de manejo convencional dos solos preconiza o revolvimento do solo nas operações de preparo do leito de semeadura, da incorporação dos fertilizantes e no controle de plantas invasoras. No caso do sistema de produção de fumo, por ocasião do preparo do solo para o plantio, são feitos os “camalhões” onde são incorporados os fertilizantes e sobre estes as mudas de fumo. Aproximadamente um mês após o plantio é realizada a adubação de cobertura com salitre do Chile (nitrato de potássio) o qual é coberto por solo com uso de arado do tipo “aiveca” (PELLEGRINI, 2006).

Como resultados do processo de modernização agrícola, evidenciam-se vários impactos sociais e ambientais (ABREU, 1994). Dentre os impactos sociais destacam-se: o êxodo rural para as grandes cidades daquelas famílias que não conseguiram acompanhar este processo de modernização; uma “erosão” das culturas passando a vigorar com maior força as ideias imediatistas, individualistas e de descaso com a natureza (BALEM; SILVEIRA, 2005). Como exemplo desta mudança cultural, pode-se destacar o abandono pelos agricultores da prática do trabalho coletivo em forma de mutirão chamado de “pichurum”. Outro fator importante na mudança cultural dos agricultores familiares é o progressivo abandono dos cultivos de subsistência e processamento artesanal de produtos (BALEM; SILVEIRA, 2005). Entre os impactos ambientais estão a destruição das florestas, a erosão do solo e a contaminação das águas e dos alimentos e uma intensa artificialização dos espaços naturais (SANTOS, 1988). Cabe salientar que com a modernização da agricultura o uso de fertilizantes químicos para os cultivos agrícolas torna desnecessária a prática do pousio.

A destruição das florestas pode ser visualizada pelos dados do Inventário Florestal do Rio Grande do Sul<sup>11</sup>, o qual mostrou a diminuição de 46% da cobertura florestal da década de 1940, para menos de 6,0% no final dos anos 1970 (RIO GRANDE DO SUL, 2002). Vale considerar que toda esta devastação da cobertura florestal ocorreu à revelia do Código Florestal Brasileiro, que já vigorava a partir da metade da década de 1960 (BRASIL, 1965). Os desmatamentos foram registrados mais fortemente nas regiões de expansão da fronteira agrícola do Planalto, Missões e Alto-Uruguaí. As perdas de solo por erosão hídrica foram muito altas em decorrência do método de preparo convencional, baseado em arações e gradagens (RHEINHEIMER; GONÇALVES; PELLEGRINI, 2003).

A alteração drástica dos ecossistemas nativos e o estabelecimento de monocultivos com espécies ou variedades não adaptadas às condições ambientais propiciaram a proliferação de pragas e doenças. Com isto, os agrotóxicos (muitos proibidos nos países ricos) passaram a ser aplicados em doses exageradas, sem obedecer às normas e critérios de segurança. Por conta disto, passou a ocorrer com mais intensidade a poluição dos recursos hídricos, dos solos e das cadeias alimentares, incluindo os animais, os alimentos, as populações urbanas, os trabalhadores rurais e seus filhos (PINHEIRO; NASR; LUZ, 1998)

Na região sul a modernização das unidades de produção familiar ocorreu mais intensamente nas regiões de agricultura estabelecida sobre solos de maior aptidão para uso

---

<sup>11</sup>O Inventário Florestal do Rio Grande do Sul é um relatório que contém informações fitossociológicas e fitogeográficas dos remanescentes florestais do Estado, que foi realizado por uma equipe de pesquisadores do Curso de Engenharia Florestal, da Universidade Federal do de Santa Maria, RS.

agrícola. Nestes locais a sucessão entre as culturas do trigo e da soja se consolidou como sistema de produção dominante (BRUM, 1987). Já nas regiões com agricultura familiar assentadas sobre solos das encostas serranas a modernização chega mais lentamente e se dá, principalmente, com a intensificação do sistema de produção de fumo. De maneira que, a partir da segunda metade do século XX o sistema de produção de fumo é dominante em grande parte das UPF das antigas colônias. Ele está totalmente assentado no pacote tecnológico<sup>12</sup> fornecido pelas indústrias fumageiras (PESAVENTO, 1983). Neste modelo, a empresa fornece os insumos necessários para o cultivo, garante o crédito rural, a assistência técnica individualizada e a compra da produção de acordo com o seu sistema de classificação que prioriza a qualidade do produto (COSTA, 1987). A partir desta nova relação os pequenos agricultores familiares são quase que obrigados a produzir cada vez mais e com maior qualidade de um mesmo produto, a revelia dos prejuízos provocados a saúde das pessoas e do ambiente como um todo.

Atualmente, na maioria dos municípios em que a atividade é dominante, o sistema de produção de fumo emprega um grande contingente da população rural. No caso do município de Agudo este número é de aproximadamente duas mil famílias de agricultores. Em média são cultivados dois hectares de fumo por UPF. Além de ser a principal fonte de renda dos agricultores familiares, representa a mais importante fonte de arrecadação de tributos dos municípios. Por isso, são fortes as forças que defendem a continuidade de sua produção, dificultando o desenvolvimento de trabalhos na busca de alternativas à cultura do fumo (RIFFEL et al., 1998). Contudo, como a mão-de-obra é ocupada durante o ano todo, resta pouco tempo para os agricultores dedicarem-se em outras atividades complementares. Segundo Costabeber (1989) esta é uma das razões para a pouca diversificação de atividades nestas propriedades fumicultoras.

A cultura do fumo, pelas suas características, está ligada à intensa pressão nos recursos naturais, seja pelo método de cultivo, seja pelo uso de agrotóxicos. Entretanto, durante o ciclo produtivo que teve o trigo como cultura principal, havia uma necessidade maior de superfície de área cultivada por família, o que resultou no desmatamento de extensas áreas contínuas, e, conseqüentemente, em grades perdas de solo por erosão (BRUM, 1998). Sobre este ponto, poder-se-ia assumir que a cultura do fumo tem cumprido o papel de restabelecer as áreas de

---

<sup>12</sup>O pacote tecnológico das empresas fumageiras recomenda a utilização de aproximadamente 800 kg ha<sup>-1</sup> de NPK nas formulações 10-18-20 ou 10-18-24 aplicados sob os camalhões no momento da implantação da cultura e aproximadamente 400 kg ha<sup>-1</sup> de salitre do Chile (14-00-14) e/ou uréia (45-00-00) em cobertura por ocasião do atarramento. Além dos fertilizantes são recomendados vários agrotóxicos, principalmente do grupo dos fungicidas e inseticidas, usados no controle de doenças e pragas, respectivamente (ETGES, 2002).

cobertura florestal com florestas nativas, outrora usadas para cultivo. Contudo, se por um lado, o aumento das florestas nativas tem reduzido os processos erosivos, por outro, as cargas de contaminantes têm aumentado nos fluxos superficiais, por conta do grande aumento da utilização de fertilizantes e agrotóxicos, conforme constatado por Rheinheimer, Gonçalves e Pellegrini (2004).

Em relação à conservação dos solos nas últimas duas décadas tem ocorrido grandes avanços com a implementação do sistema plantio direto. Embora se reconheça que estas mudanças estejam resultando em diminuição da erosão, ela ainda não está totalmente controlada. Isto se deve a adoção de práticas de manejo e cultivo como a baixa cobertura do solo com palhada; o uso de maquinários pesados; a exclusão dos terraços e o plantio em desnível. Estes fatores têm provocado problemas de compactação dos solos e erosão laminar e preferencial nas linhas de semeadura.

Apesar da expansão do plantio direto, de acordo com Rheinheimer, Gonçalves e Pellegrini (2004), ainda há no Estado áreas consideráveis de cultivo convencional, especialmente, em pequenas UPF. Segundo os autores isso é decorrente, ou por estarem envolvidas na produção de culturas ainda com problemas de manejo do solo, como é o caso do fumo e da batata, ou por não terem acesso à assistência técnica em quantidade e qualidade. Por conta disto, a erosão dos solos é um problema que tem provocado preocupações, não só pela degradação deste importante recurso, mas pela poluição dos recursos hídricos.

### **2.3 O uso dos solos e poluição das águas no meio rural**

No meio rural a poluição da água é decorrente dos conflitos gerados pela ação antrópica sobre os recursos naturais. Na maioria das vezes, as precárias condições que se encontram os recursos hídricos são o reflexo de problemas que ocorrem ao longo da bacia de drenagem. Esses sintomas são resultantes das atividades agropecuárias e/ou do despejo de efluentes domésticos no ambiente (TUCCI, 2002).

As atividades de ocupação das paisagens rurais com práticas agrícolas de preparo e cultivo, abertura de estradas, construção de instalações e criação de animais em confinamento são algumas ações antrópicas que promovem alterações significativas na dinâmica dos fluxos superficiais da água em bacias hidrográficas (BIGARELLA, 2003). Estas alterações propiciam que o potencial poluidor aumente, gerando impactos ambientais negativos também

em outros ambientes, tendo em vista que os ciclos naturais estão interligados (TUNDISI, 2003).

No caso do Estado do Rio Grande do Sul os principais sistemas de produção<sup>13</sup> de grãos de sequeiro, o arroz inundado, a criação intensiva de aves e suínos e da lavoura de fumo contribuem maciçamente para a poluição das águas<sup>14</sup> (RHEINHEIMER; GONÇALVES; PELLEGRINI, 2003). Como já foi abordado anteriormente, para o estabelecimento destes sistemas de produção houve a conversão de ecossistemas naturais, especialmente de florestas, em lavouras, deixando o solo vulnerável à ação dos processos erosivos. Segundo estes autores, a falta de planejamento paisagístico-ambiental, o uso do solo fora de sua aptidão agrícola e o manejo inadequado do solo, são componentes importantes que contribuem grandemente para o agravamento da degradação da qualidade da água<sup>15</sup> e do solo no meio rural.

Nas áreas rurais a poluição das águas é causada por distintas fontes as quais podem ser classificadas em difusas e pontuais<sup>16</sup>. Segundo Merten e Minella (2002) o deflúvio superficial proveniente dos processos erosivos em áreas agrícolas é o que mais representa este tipo de poluição. Minella (2007) demonstra que as estradas rurais também são importantes fontes de poluição difusa, podendo representar mais de 30% da carga de sedimentos. Estes tipos de fontes de poluição, na maioria das vezes, são de difícil identificação e controle.

---

<sup>13</sup>O sistema de produção é a combinação dos fatores de produção utilizados por um produtor e sua família com a finalidade de satisfazer seus objetivos, tomando em conta um determinado contexto social, econômico, administrativo e político, ou seja, é a maneira pela qual o produtor se organiza dentro dos limites autorizados pelos fatores de produção que o estabelecimento agrícola dispõe. Com a intenção de obter diferentes produções agrícolas, vegetais ou animais e o modo como esses diversos componentes interagem (DEFUMIER 1996).

<sup>14</sup>A poluição da água “é qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas que possa importar em prejuízo à saúde, bem-estar das populações e, ainda, comprometer a sua utilização para fins agrícolas, industriais, comerciais, recreativos e, especialmente, a existência da fauna aquática” (BRASIL, 2005). Para Von Sperling (1996) a poluição das águas pode ser entendida como a adição de substâncias ou de forma de energia que, direta ou indiretamente, alteram a natureza do corpo d’água de uma maneira tal que prejudique os legítimos usos que dele são feitos.

<sup>15</sup>A qualidade de água não se refere, necessariamente, a um estado de pureza, mas as características químicas, físicas e biológicas que condicionam as suas diferentes finalidades de uso. Nesse caso, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), na sua resolução Nº 357, procurou estabelecer parâmetros aceitáveis para os diferentes usos da água (BRASIL, 2005). A classificação padroniza os corpos d’água e possibilita que se fixem metas para atingir níveis conforme o uso pretendido. Entre os indicadores de qualidade de água utilizados pelo CONAMA e pelo Ministério da Saúde do Brasil, destacam-se aqueles que são prejudiciais a manutenção da vida, como o nitrogênio, o fósforo, os coliformes e os agrotóxicos.

<sup>16</sup>A poluição difusa é a ação de contaminação que ocorre esparsa na natureza por todo tipo de resíduo orgânico ou inorgânico, inserido pelo homem, que pode ser carregado pelo deflúvio superficial para os mananciais de água. Na poluição difusa os poluentes adentram no corpo d’água distribuídos ao longo de uma bacia de captação com agricultura é intensiva (VON SPERLING, 1996). Por outro lado, a poluição pontual é aquela na qual os poluentes atingem o corpo d’água de forma concentrada no espaço, a exemplo dos esgotos gerados pela unidade familiar.

No caso da microbacia hidrográfica<sup>17</sup> em estudo, Gonçalves (2003) identificou além da poluição difusa, oriunda das áreas de lavoura de fumo, 68 focos de poluição pontual, onde os dejetos humanos e animais são lançados no ambiente sem prévio tratamento. Segundo o autor, estas fontes são as maiores responsáveis pela poluição das águas, principalmente por coliformes fecais.

Nas microbacias hidrográficas de cabeceira com uso agrícola, as quais assim são denominadas por estarem localizadas nas regiões das nascentes dos rios, as fontes de poluição podem apresentar diferentes tipos de poluentes. Os efluentes domésticos e dejetos da criação de animais são constituídos basicamente por contaminantes orgânicos, nutrientes e microrganismos que podem ser patogênicos (VON SPERLING, 1996). No caso das fontes de poluição difusa os poluentes são constituídos principalmente de sedimentos, de elementos químicos, como o fosfato e nitrato, e de moléculas de princípios-ativos de agrotóxicos (MERTEN; MINELLA, 2002; RHEINHEIMER; GONÇALVES; PELLEGRINI, 2003).

O comprometimento da qualidade da água, principalmente para fins de abastecimento doméstico, é a questão que mais tem despertado preocupação, não só de pesquisadores e gestores públicos, mas também dos agricultores. Estas preocupações surgem na medida em que estudos evidenciam problemas de saúde das pessoas, desde disenterias até casos de contaminação crônica, por algum princípio ativo de agrotóxico (ETGES, 2002).

Segundo a resolução N° 357 do CONAMA (BRASIL, 2004), nas microbacias de cabeceira, a água deveria ser classificada como classe especial, ou seja, livre de poluentes ou, quando detectados, em concentrações muito baixas. Porém, a paisagem destas microbacias hidrográficas é marcada pela intensa ocupação das terras e forte pressão nos recursos naturais. A ocupação com pequenas unidades de produção, que desenvolvem sistemas de produção extremamente impactante ao ambiente, como é o caso da lavoura fumageira, normalmente compromete a qualidade das águas (RHEINHEIMER; GONÇALVES; PELLEGRINI, 2003).

### 2.3.1 A qualidade de água na microbacia hidrográfica do Arroio Lino

No decorrer dos anos de 2001 e 2008, vários estudos foram realizados na microbacia hidrográfica do Arroio Lino, com o intuito de identificar e caracterizar os principais poluentes

---

<sup>17</sup> Neste estudo será adotado o termo microbacia hidrográfica se referindo à um espaço da paisagem onde predominam nascentes e cursos d'água até terceira ordem. De maneira geral pode-se conceituar microbacia hidrográfica como uma área geográfica natural, delimitada pelos pontos mais altos do relevo (espigões, divisores de água), dentro dos quais a água proveniente das chuvas é drenada superficialmente por um curso d'água principal até sua saída da bacia, no local mais baixo do relevo, que corresponde à foz desse curso d'água (SANTANA, 2003).



dos recursos hídricos, bem como as suas fontes, propondo medidas para seu controle e mitigação. Os principais estudos e seus resultados serão apresentados resumidamente a seguir<sup>18</sup>.

Em estudo pioneiro desenvolvido nesta microbacia, Gonçalves (2003) estudou a qualidade das águas das fontes de consumo humano e de cursos d'água. O autor constatou que a água de todas as fontes se manteve fora dos padrões de potabilidade estabelecidos pelo Ministério da Saúde em todas as coletas, principalmente pela presença de coliformes totais. Já a água do arroio foi enquadrada na classe III do CONAMA por apresentar altas concentrações de fósforo. O autor constatou a presença do princípio ativo clorpirifós<sup>19</sup> na águas das fontes e cursos d'água. Pelo estudo foi demonstrado que a proteção física das fontes, construída pelos agricultores, não impede a entrada de poluentes e que a posição das fontes na paisagem não teve relação com os parâmetros de qualidade da água. O estudo considera que a utilização do solo fora de sua capacidade de aptidão, aliado ao manejo inadequado, a imposição do pacote tecnológico das empresas fumageiras e a falta de planejamento paisagístico-ambiental são os fatores responsáveis pela poluição das águas.

No mesmo ano foi publicado na revista *Ciência & Ambiente* o trabalho "Impacto das atividades agropecuárias na qualidade de água no meio rural", de autoria de Rheinheimer, Gonçalves e Pellegrini (2003). Os autores alertam que a situação da qualidade da água no meio rural é preocupante pela diversidade e quantidade de poluentes gerados pelos sistemas de produção agropecuários e pela falta de conhecimento de como esses poluentes podem ser prejudiciais à manutenção da vida. O trabalho discute que o cuidado com a qualidade da água no meio rural não deve ser apenas uma preocupação dos agricultores e sim de toda população. Os autores apontam o sistema de produção de fumo como um dos que mais tem provocado impactos negativos ao meio ambiente e defendem que a recuperação e o manejo dos ecossistemas, como as florestas e os campos nativos, tão importantes para qualidade da água, devem ter estudos e financiamentos priorizados, considerando a sua eficácia no controle da poluição específica de fontes não pontuais.

Pellegrini (2005) em estudo de dissertação de mestrado avaliou as perdas de fósforo e sedimentos em relação ao uso dos solos constatando que as águas coletadas nas áreas com

---

<sup>18</sup> Os trabalhos de pesquisa foram coordenados pelos Professores Danilo Rheinheimer do Santos, José Miguel Reichert e Dalvan J. Reinert, do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria, e pelo professor Gustavo Merten, do Instituto de Pesquisas Hidráulicas, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

<sup>19</sup> O clorpirifós é o princípio ativo de um agrotóxico que atua como um inseticida sistêmico, usado para o controle de insetos que atacam o fumo ainda na sementeira. No ano de 2000 a Comunidade Europeia classificou esse princípio ativo como "Substância Perigosa Prioritária" e caso ele apareça na água os órgãos fiscalizadores e de saúde pública são acionados urgentemente. Ele tem alto coeficiente de adsorção aos colóides orgânicos do solo ( $K_{OC}$  de 50.000 mg L<sup>-1</sup> e baixíssima solubilidade em água (1,4 mg L<sup>-1</sup>) (BARBOSA, 2004).

maior ação antrópica apresentam maiores concentrações de sedimento e de fósforo em todas as formas, comparativamente às coletadas em áreas com maior cobertura florestal. O autor considera que a distribuição e a posição das lavouras e das estradas na paisagem é tão, ou mais importante, nas transferências de sedimentos e fósforo, do que a sua área de abrangência. Ele ressalta a importância da manutenção das matas ciliares para a redução nas concentrações de sedimento e fósforo na água dos cursos d'água.

O trabalho “Contaminação de águas superficiais por agrotóxicos em função do uso do solo numa microbacia hidrográfica de Agudo, RS” publicado por Bortoluzzi et al., 2006 discute que as águas dos córregos que são margeadas por lavouras com fumo tendem a apresentar agrotóxicos e não se enquadram na classe I de qualidade de água preconizada pelo CONAMA (BRASIL, 2004). Os autores concluem também que as sub-bacias com predominância de vegetação nativa próxima aos córregos (mata ciliar), embora apresentando lavouras com fumo distantes dos córregos tenderam a não transferir moléculas de agrotóxico às águas superficiais.

Pellegrini (2006) em estudo de dissertação com o título “Sistemas de cultivo da cultura do fumo com ênfase às práticas de manejo e conservação do solo” conclui que sistemas de manejo do solo que incluem a aveia como planta de cobertura no inverno, que utilizam camalhão e que envolvem revolvimento mínimo do solo mantêm maior produtividade na cultura do fumo, diminuindo as perdas de sedimentos e nutrientes, sendo mais sustentáveis em longo prazo.

O estudo de Bortoluzzi et al. (2007), publicado na Revista Química Nova sob o título “Investigation of the occurrence of pesticide residues in rural wells and surface water following application to tobacco”, reúne dados coletados em quatro microbacias hidrográficas, pertencentes ao programa de monitoramento ambiental do RS-Rural, constatando em três delas, onde predominava o cultivo de fumo, elevados níveis de contaminação com vários princípios ativos de agrotóxicos. O princípio ativo clorpirifós foi o mais encontrado na águas das fontes e cursos d'água destes ambientes monitorados.

Kaiser (2006) defendeu dissertação com o título “Nitrato na solução do solo e na água de fontes para consumo humano numa microbacia hidrográfica produtora de fumo”. O autor constatou que nas lavouras de fumo a concentração de nitrato na solução do solo é superior que ao encontrado nas matas e campo nativo. Ele conclui que a presença de mata nativa pode reduzir os teores de nitrato, mas a sua eficácia vai depender da largura da faixa de proteção e da velocidade do fluxo de água.

Na dissertação intitulada “A insustentabilidade do uso do solo com fumicultura em terras declivosas”, Sequinato (2007), constatou que as perdas de sedimento estão relacionadas com fatores como o uso do solo, topografia e a presença de estradas e ravinas em lavouras. A autora conclui que o sistema de uso atual da pequena bacia hidrográfica rural é insustentável perante o ponto de vista de degradação do agroecossistema. E considera como alternativas para tentar diminuir a degradação destes agroecossistemas a diminuição na intensidade da exploração agrícola e a criação de áreas de preservação permanente.

No mesmo ano Maier (2007) concluiu o estudo de dissertação com o título “Qualidade de águas superficiais e tratamento de águas residuárias por meio de zonas de raízes em propriedades de agricultores familiares”. Esse estudo reuniu dados coletado pela equipe de pesquisadores na microbacia durante quatro anos de monitoramento das águas das fontes de consumo humano e do Arroio Lino. Uma parte das conclusões do trabalho confirma os resultados obtidos por Gonçalves (2003), destacando que as águas das fontes utilizadas para o consumo humano têm suas características microbiológicas e físico-químicas melhoradas quando as fontes são bem construídas e adotadas medidas simples de drenagem e limpeza. A parte do estudo que tratou de monitorar o funcionamento de estações de tratamento de esgotos por meio de zonas de raízes conclui que as mesmas são eficientes na redução dos poluentes microbiológicos, físico-químicos e matéria orgânica; considera como uma alternativa viável para redução da poluição hídrica do meio rural, visto que, se trata de tecnologia barata e de simples adoção, podendo ser denominada como uma tecnologia social.

Gonçalves (2007) em tese de doutorado com o título “Caracterização de sedimento e contaminantes em microbacia hidrográfica antropizada”, concluiu que as concentrações de sedimentos e das diferentes formas de fósforo são maiores quando a vazão do arroio é maior. Os sedimentos em suspensão possuem baixa capacidade de retenção de fósforo. E por fim, considera que a microbacia hidrográfica estudada é considerada um “ambiente doente”, principalmente devido à poluição por agrotóxicos, necessitando de ações no intuito de diminuir o impacto ambiental gerado pela produção de fumo.

Minella (2007) desenvolveu um estudo nesta microbacia com o propósito de identificar as principais fontes de sedimentos que contribuem para a poluição dos recursos hídricos. Ele constatou que as lavouras contribuem com 68,3% dos sedimentos, seguido das estradas com 28,1% e a rede fluvial com 3,6%.

Schenato (2009) defendeu dissertação com o título “Dinâmica do fósforo de sedimentos de uma pequena bacia hidrográfica de cabeceira”, concluindo que a concentração de sedimento em suspensão nos cursos de água está relacionada com as características da

chuva e com o uso do solo. Demonstrou também, que a submissão dos sedimentos em ambiente pobre em oxigênio, como é o caso de fundos de lagos e lagoas, favoreceu a liberação do fósforo para a água. Além disto, os teores de fósforo particulado biodisponível e de fósforo particulado potencialmente biodisponível dessorvidos de sedimentos são incrementados pela ação antrópica.

Bonumá (2011), em tese de doutorado, concluiu que apesar das lavouras ocuparem apenas 29% da área total da bacia, elas são a principal fonte de nutrientes na bacia hidrográfica, podendo representar até 80% das perdas. Ela concluiu também que a prática de plantio direto não afetou significativamente o escoamento, no entanto, afetou fortemente a produção de sedimentos devido à redução da erosão do solo. Observou redução das perdas de fósforo solúvel principalmente devido à redução das doses de fertilizantes. E por fim sugere que as práticas de preparo convencional do solo sejam substituídas por práticas de cultivo mínimo ou direto, a fim de minimizar os impactos sociais e ambientais.

A partir destes estudos foram publicados vários artigos em congressos e revistas nacionais e internacionais. Praticamente todos apontam o sistema de produção de fumo e seu pacote tecnológico como responsável pela degradação dos recursos naturais, em especial dos hídricos. Alguns salientam a necessidade de medidas urgentes para evitar que esta degradação continue ocorrendo, como o manejo do solo seguindo os princípios do plantio direto; construção de fontes protegidas e estações de tratamento de esgoto por zona de raízes; assim como o planejamento paisagístico-ambiental das UPF tendo a microbacia hidrográfica como unidade de estudo.

Contudo, este último apontamento tem ficado apenas a título de sugestão, merecendo, portanto, um maior aprofundamento. Permanecem como lacunas a necessidade de se avaliar qual a importância da manutenção das áreas de reserva legal e APP, para a necessidade da diminuição da intensidade e/ou do impacto da exploração agrícola nos recursos naturais e qual o efeito das matas ciliares no que tange ao carreamento de sedimentos, de fósforo, de agrotóxicos, entre outros.

Nesse sentido faz-se necessário repensar e redesenhar os agroecossistemas, para que o uso atual das áreas e a forma como os agricultores relacionam-se com os recursos naturais ao desenvolver a agricultura, não sejam os principais limitantes no futuro. Esta questão remete às reais aptidões dos solos agrícolas da região, assim o redesenho deve obrigatoriamente estar de acordo com as reais capacidades e limitantes das áreas agrícolas e não agrícolas.

## 2.4 O planejamento agroambiental e a sustentabilidade dos agroecossistemas

Além de modificadora da paisagem e da estrutura organizacional e funcional dos ecossistemas naturais, a agricultura moderna caracteriza-se por uma grande dependência de insumos exógenos, tais como adubos e agrotóxicos, e por intensa perturbação, com grande impacto ambiental (GARCIA, 2001). Deve-se considerar também que os impactos das atividades agrícolas não se restringem às áreas de cultivo. Os seus efeitos podem se difundir para locais distantes da origem, para outros agroecossistemas.

Segundo Altieri (1989) um agroecossistema deixa de ser sustentável quando já não pode assegurar os serviços ecológicos, os objetivos econômicos e os benefícios sociais. De maneira que, ele pode apresentar:

“a) diminuição da capacidade produtiva, devido à erosão do solo e a contaminação com produtos fitossanitários; b) diminuição da capacidade homeostática de adequar-se às mudanças e a destruição dos mecanismos internos de controle de pragas e doenças, bem como a capacidade de reciclagem de nutrientes; c) redução da capacidade evolutiva, devido, por exemplo, à erosão genética ou à homogeneização genética por meio dos monocultivos; d) redução na disponibilidade ou no valor dos recursos necessários para satisfazer as necessidades básicas (por exemplo, acesso a terra, a água e outros recursos); e) redução na capacidade de manejo adequado dos recursos disponível, devido a uma tecnologia inapropriada ou a uma incapacidade física (doença ou malnutrição); f) redução da autonomia no uso dos recursos e tomada de decisões, devido à crescente diminuição de opções para os produtores agrícolas e consumidores” (ALTIERI, 1989).

O estabelecimento de uma agricultura sustentável<sup>20</sup> deve ser perseguido como caminho para amenizar os conflitos ambientais nos agroecossistemas. Segundo Gliessman (2000), o desafio de criar agroecossistemas sustentáveis é o de alcançar características semelhantes às de ecossistemas naturais, porém garantindo a produção agrícola. Nesse sentido, para o planejamento adequado do agroecossistema é importante o levantamento de diversos aspectos do território regional, tais como: remanescentes de vegetação nativa existentes; características ecológicas, tamanho dos fragmentos de vegetação nativa e ameaças a sua integridade; rede hídrica (nascentes, lagos e rios); tipos de relevo; classes de solo; tipos de usos do solo (agricultura, pecuária, silvicultura); existência de corredores ecológicos; estradas; edificações e outras atividades econômicas (CAMPANILLI; SCHÄFFER, 2010).

---

<sup>20</sup>Segundo Altieri (1989) a agricultura sustentável é aquela que, a partir de uma compreensão holística dos agroecossistemas, seja capaz de atender, de maneira integrada aos seguintes critérios: baixa dependência de inputs comerciais; uso de recursos renováveis localmente acessíveis; utilização dos impactos benéficos do meio ambiente local; aceitação e/ou tolerância das condições locais, antes da dependência da intensa alteração ou tentativa de controle sobre o meio ambiente; manutenção no longo prazo da capacidade produtiva; preservação da biodiversidade biológica e cultural; utilização do conhecimento e da cultura da população local; produção de mercadorias para o consumo interno e para a venda.

O estudo da ocupação das terras em uma bacia ou microbacia hidrográfica é requerido como parte fundamental para o planejamento paisagístico e ambiental dos agroecossistemas (GONÇALVES, 2007). Ele ajuda no entendimento da dinâmica do agroecossistema e das formas de degradação da paisagem<sup>21</sup>. Rheinheimer, Gonçalves e Pellegrini (2004) enfatizam a necessidade de um zoneamento ambiental e implantação de práticas mitigadoras de contaminação, dando racionalidade às atividades desenvolvidas nessas unidades da paisagem<sup>22</sup>.

A microbacia hidrográfica é a unidade básica da paisagem usada para caracterização, quantificação, análise e gerenciamento dos recursos e processos naturais (LIMA, 2008). Esta delimitação facilita a percepção dos efeitos negativos da destruição do seu equilíbrio ecológico em consequência da intervenção desordenada do homem, na medida em que esta se reflete diretamente na poluição das águas. Isto porque, a água funciona como o elemento aglutinador e que estabelece as inter-relações com os demais setores da bacia hidrográfica e as atividades humanas relacionadas ao uso e ocupação dos solos. A água é também considerada indicadora dos resultados das intervenções antrópicas nos ecossistemas das microbacias.

As bacias hidrográficas são formadas por paisagens ou unidades paisagísticas, nas quais todos os elementos naturais ou humanos se relacionam de maneira efetiva e inseparável. Qualquer efeito ou atividade humana tende a dirigir-se para o sistema aquático, que é o espelho do que acontece na região. Assim, os rios são coletores naturais das paisagens, refletindo o uso e ocupação do solo de sua respectiva bacia de drenagem. A bacia hidrográfica pode, desta forma, ser considerada como um sistema geomorfológico aberto, recebendo energia do clima reinante sobre a bacia, e perdendo continuamente energia através do deflúvio superficial (LIMA, 2008).

Para Campanilli e Schäffer (2010) a dinâmica do planejamento de paisagens rurais deve seguir duas escalas de trabalho, uma em nível de imóvel rural e outra em nível mais amplo, que pode ser uma região ou uma bacia hidrográfica. Segundo Attanasio et al. (2007) é preciso avaliar cada propriedade agrícola, cada caso, mas sempre tendo a dinâmica da

---

<sup>21</sup>A paisagem pode ser definida como “uma porção espacial da superfície terrestre constituída por um complexo de sistemas, formados pela atividade de rochas, água, ar, solo, plantas, animais e o homem, reconhecível através de sua fisionomia como uma unidade (BOHRER, 2000). Segundo Milton Santos “a paisagem é um conjunto heterogêneo de formas naturais e artificiais; Ela não é dada para todo o sempre, é objeto de mudança. É um resultado de adições e subtrações sucessivas. É uma espécie de marca da história do trabalho e das técnicas” (SANTOS, 1988).

<sup>22</sup>Uma unidade de paisagem pode ser considerada como “uma porção da paisagem caracterizada por um tipo de combinação dinâmica de elementos geográficos diferenciados - físicos, biológicos e antrópicos. Estes elementos ao enfrentarem-se dialeticamente uns com os outros, fazem da paisagem um ‘conjunto geográfico’ indissociável que evolui em conjunto, tanto sob o efeito de interações entre os elementos que a constituem como da dinâmica própria de cada um dos elementos individuais” Bertrand (1968) apud BOHRER, 2000).

microbacia como o elemento orientador desta análise. Para este tipo de planejamento é importante conhecer a distribuição fundiária na microbacia, o que fundamenta uma análise mais realista das relações ambientais e legais com os produtores rurais.

Segundo Bohrer (2000) o enfoque paisagístico fornece a possibilidade de extrapolação e interpolação de dados sobre o terreno com a vegetação e vice-versa. Dados sobre solos, relevo, hidrologia, etc., podem ser reunidos, correlacionando-se os dados de vegetação com os fatores ambientais. A grande quantidade de informações geradas num planejamento conservacionista em escala de microbacia hidrográfica 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<sup>23</sup> 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 armazenados em um sistema de informações geográficas<sup>24</sup> (SIGs).

A grande importância da aplicação de SIGs em estudos ambientais, segundo Burrough e McDonnell (2005), 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 destes, permitindo assim uma visão mais ampla e precisa do local em estudo. Bohrer (2000) também concorda que o planejamento paisagístico pode ser facilitado com o uso de SIGs, onde diferentes cenários podem ser analisados e avaliados, e os dados espaciais e/ou pontuais podem ser constantemente atualizados e combinados em novas análises.

No planejamento adequado dos agroecossistemas é fundamental que seja seguida a legislação ambiental, em especial o Código Florestal, o qual define as áreas especialmente protegidas, assim como a aptidão para uso com atividades agrossilvipastoris das terras (RESENDE et al., 2002). Estas são importantes ferramentas para desenhar agroecossistemas que promovam o mínimo de impactos ambientais negativos e contornando os principais pontos de conflitos entre a agricultura e o meio ambiente. Vale salientar que estes não são os únicos instrumentos que podem ser usados no planejamento do uso dos solos em agroecossistemas. Além destes poder-se-ia utilizar o Zoneamento Ecológico, o Código de Uso dos Solos do Estado do Rio Grande do Sul, a Equação Universal de Perdas de Solo, entre outros. A opção por estes dois é para viabilizar as metodologias de análise e pela pertinência provocada pelo debate em torno das alterações do Código Florestal Brasileiro.

---

<sup>23</sup>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.

<sup>24</sup>Um SIG pode ser definido como um sistema digital para capturar, armazenar, recuperar, analisar e visualizar dados espaciais (CAPOANI, 2011).

#### 2.4.1 Adequação do uso do solo conforme a sua aptidão agrícola

A classificação da aptidão agrícola das terras é uma etapa básica no planejamento adequado de unidades de produção familiar ou áreas maiores, tais como microbacias hidrográficas (SCHNEIDER; GIASSON; KLAMT, 2007). Essa classificação é baseada na interpretação das características das terras e agrupa as diferentes glebas em classes de aptidão de uso agrícola. Segundo Bohrer (2000), a coleta de informações do ambiente objetiva estabelecer as unidades de paisagem, relacionadas com os componentes básicos do ecossistema: geologia, topografia e forma do relevo, clima, solo e vegetação. Para cada classe é indicado um tipo de exploração mais adequado, bem como as práticas de manejo e conservação do solo necessárias para a manutenção ou elevação da produtividade agrícola, sem causar degradação do solo e do ambiente.

No Brasil, os sistemas de classificação técnica mais difundidos são o sistema de capacidade de uso das terras (LEPSCH et al., 1991) e o sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras (RAMALHO FILHO; BEEK, 1995), ambos direcionados ao uso agrícola das terras. Segundo Schneider, Giasson e Klamt (2007) o sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras é o que melhor se adapta às condições socioeconômicas e ambientais brasileiras, por considerar diferentes níveis tecnológicos, que vão desde a ausência de capital e tecnologia até condições avançadas de manejo das terras.

O sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras foi desenvolvido para ser utilizado em trabalho de interpretação de levantamento de solos. Neste sistema a aptidão agrícola das terras é avaliada para alternativas de utilização tais como lavouras (anuais e perenes), pastagem plantada, silvicultura e/ou pastagem natural e preservação da flora e fauna. Para diagnosticar o comportamento das terras diante da adoção de práticas agrícolas, são considerados três níveis de manejo: primitivo, pouco desenvolvido e desenvolvido, indicados pelas letras A, B, e C, respectivamente, e definidos em função do investimento de capital na produção agrícola. Para a utilização das terras com lavouras são consideradas os três níveis de manejo. Já para silvicultura, apenas o nível de manejo B é considerado e as terras aptas para este fim seriam aquelas cujo uso para lavouras ou pastagem plantada não é recomendado. Ainda, o conceito de terras inaptas (classe 6) que corresponde às “terras sem aptidão para uso agrícola, nas quais não há outra alternativa senão a preservação da natureza” (RAMALHO FILHO; BEEK 1995).

Contudo, para Schneider, Giasson e Klamt (2007), este sistema apresenta alguns limitantes tais como: não indicar práticas de manejo do solo para todos os diferentes tipos de



utilização e não considerar a delimitação das áreas de preservação permanente definidas pelo Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 1965). Além disto, a maioria dos estudos ainda enfatiza e prioriza os atributos do ambiente físico, notadamente clima, solo e relevo, e os processos morfo-pedológicos (D'AGOSTINI; SCHLINDWEIN, 1998). Os componentes biológicos, tais como a vegetação natural, geralmente são enfocados como agentes atuantes, através de processos como a fotossíntese e a transpiração, ou pela interceptação da chuva, em processos hidrológicos ou na formação de solos, ou indiretamente, associada ao manejo das terras. O seu valor intrínseco, ou seja, a sua biodiversidade, as interações e os processos eminentemente ecológicos raramente são levados em conta (BOHRER, 2000).

Desta maneira, a grande maioria dos levantamentos e as respectivas avaliações de potencial das terras enfocam, principalmente, o seu potencial agrícola. A destinação de áreas com vocação para exploração florestal ou conservação baseia-se, quase que exclusivamente, no baixo potencial de utilização agrícola devido a limitações tais como: relevo, fertilidade natural e dificuldades de drenagem (RAMALHO FILHO; BEEK, 1995).

Rheinheimer, Gonçalves e Pellegrini (2004) destacam que os avanços nas pesquisas de adequação do uso do solo e das técnicas de manejo a serem adotadas para cada classe de aptidão agrícola não são acompanhados pela adoção dos agricultores, justamente, por se tratar de um conflito ambiental. Para os autores, grosso modo, no Rio Grande do Sul, há duas situações a serem consideradas nesse conflito de uso do solo. O primeiro deles refere-se à agricultura empresarial que, embora assentada sobre solos planos e de elevada aptidão agrícola, não respeitam a necessidade de manutenção da biodiversidade nas faixas de APP ao longo dos cursos d'água. A simplificação do sistema de produção com base na monocultura da soja transgênica e do sistema plantio direto com uso sistemático de agrotóxicos tem elevado os riscos de contaminação das águas superficiais e subsuperficiais. Isso tem causado uma pressão nos recursos hídricos, especialmente, nos pequenos cursos d'água localizados em microbacias de cabeceira do Planalto Gaúcho. Em segundo, tem-se o caso das UPF que, geralmente, localizam-se em ambientes naturalmente frágeis e que cada vez mais vêm se fragmentando. Mas, que ao mesmo tempo, tem que prover destes solos a reprodução socioeconômica da família. A escassez de terra com aptidão para a agricultura faz com que os agricultores usem intensamente solos ocorrentes em relevos montanhosos ou com teores de argila muito baixos. Este segundo caso enquadra-se na realidade da microbacia em estudo que por estar localizada em regiões ecologicamente frágeis, a adequação das UPF é de difícil aceitação pelos agricultores. Sendo comum encontrar-se situações que representam conflitos entre as atividades agropecuárias, a legislação ambiental e o potencial de uso dos solos.

#### 2.4.2 Adequação das unidades de produção familiar à legislação ambiental

A legislação ambiental brasileira é ampla e composta por diversos institutos legais<sup>25</sup>, os quais normatizam a ação humana sobre os recursos naturais. Neste estudo dar-se-á maior atenção para o Novo Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 1965), atentando para o estabelecimento das áreas de preservação permanente e de reserva legal e das limitações e possibilidade de sua utilização com atividades agropecuárias, normatizados pela Resolução CONAMA n° 302/02 (BRASIL, 2002a).

As preocupações de alguns setores da sociedade e do poder público com o desmatamento acelerado da Mata Atlântica materializaram-se, no ano de 1934, na edição do primeiro Código Florestal Brasileiro (Decreto N° 23.793/34), o qual estabelecia a conservação perene das florestas protetoras e das remanescentes (AHERES, 2003).

Neste mesmo ano, antecedendo a edição do Código Florestal, é promulgado o Decreto que institui o Código das Águas, o qual, entre outras coisas, enfocava a situação dominial das margens de corpos hídricos (Decreto N° 24.643/34). Percebe-se que neste momento já havia uma preocupação em manter as matas ciliares para garantir a quantidade e qualidade das águas. Porém, nenhum dos dois códigos estabelecia parâmetros normativos (AHERES, 2003).

Mais tarde, no ano de 1965, é aprovada e sancionada a Lei N° 4.771/65 que cria o novo Código Florestal Brasileiro (CFB), no qual entre outras regras, são instituídas as áreas de preservação permanente. No decorrer das décadas seguintes o CFB sofreu alterações com a edição, principalmente, das Leis 6.535/78, 7.754/89, 7.511/86, 7.803/89 e Medida Provisória 2.166/01 (BRASIL, 2001). Esta última lei inclui ao CFB a definição de Áreas de Preservação Permanente (APP) como sendo: “área 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” (BRASIL, 2001). Ela estabelece também a definição de áreas de Reserva Legal (RL) como “área localizada 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”. E estabelece que, no caso nas regiões abrangidas pelo

---

<sup>25</sup>Dentre os institutos legais merecem destaque os que estabelecem a Política Nacional de Meio Ambiente - Lei N° 6.938/81 (BRASIL, 1981); o Novo Código Florestal Brasileiro - Lei N° 4.771/65 (BRASIL, 1965); os Crimes Ambientais - Lei N° 9.605/98 (BRASIL, 1998), a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica - Lei N° 11.428/06 (BRASIL, 2006a); o Código Florestal do Rio Grande do Sul - Lei N° 9.519/92 (RIO GRANDE DO SUL, 1992), além de várias Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), com destaque para às de N° 302/02 (BRASIL, 2002a) e N° 369/06 (BRASIL, 2006b).

Bioma da Mata Atlântica, a RL “deve compor uma área de vinte por cento da propriedade rural; onde não é permitido o corte raso, devendo ser averbada à margem da inscrição de matrícula do imóvel, no registro de imóveis competente”. Nestas áreas as intervenções são restritas, não sendo permitido o corte raso da vegetação nativa.

Apesar da vigência do código florestal desde a década de 1960 a delimitação das APP permaneceu por vários anos sem normatização. Cabe considerar que este foi o período da fase áurea da modernização da agricultura brasileira, em que ocorreram os maiores desmatamentos. Para regulamentar o art. 2º do Código Florestal, entra em vigor no ano de 2002 a Resolução do CONAMA nº 303/02 (BRASIL, 2002b). Esta normativa estabelece parâmetros, definições e limites especificamente para as APPs naturais, assim como outros espaços territoriais especialmente protegidos, “instrumentos de relevante interesse ambiental, integrantes do desenvolvimento sustentável, direito das presentes e futuras gerações”. No seu art. 3º estabelece como áreas de preservação permanente<sup>26</sup> a áreas situadas:

“a) em faixa marginal, medida a partir do nível mais alto, em projeção horizontal, com largura mínima de 30 metros para cursos d’água com menos de dez metros de largura; b) ao redor de nascentes ou olho d’água, ainda que intermitente, com raio mínimo de cinquenta metros, de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia hidrográfica contribuinte; c) no topo de morros e montanhas, em área delimitada a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura mínima da elevação em relação a base; d) em encostas ou partes destas, com declividade superior a cem por cento ou quarenta e cinco graus na linha de maior declive” (...) (BRASIL, 2002b).

Contudo, a ocupação das APP de matas ciliares em termos de área vai ser influenciada pela sua posição na bacia hidrográfica. Isto é, uma vez que a APP é fixada pelo Código Florestal em faixas que dependem da largura dos cursos de água, há uma tendência de quanto mais próximo das cabeceiras, maior será a porcentagem de ocupação em termos de área total, devido à forma escalonada e finita da largura da APP. Desta forma, as UPF localizadas em paisagens como a da microbacia hidrográfica do Arroio Lino, tenderão a ter maior proporção da APP do que àquelas localizadas nas planícies ou nos planaltos. Portanto, o impacto do reflorestamento nas áreas ciliares de microbacias de cabeceira será mais intensamente sentido do que se fossem recuperadas as margens dos cursos d’água principais (GENZ, 2004).

Quanto à destinação das áreas consideradas como de Reserva Legal, de acordo com previsto no art. 16, § 6º do Código Florestal, redação dada pela Medida Provisória 2.166/01,

“Será admitido, pelo órgão ambiental competente, o cômputo das áreas relativas à vegetação nativa existente em área de preservação permanente no cálculo do percentual de reserva legal, desde que não implique em conversão de novas áreas para uso alternativo do solo, e quando a soma da vegetação nativa em área de

---

<sup>26</sup> São destacadas apenas as áreas de preservação permanente pertinentes a realidade deste trabalho.

preservação permanente e reserva legal exceder a vinte e cinco por cento da pequena propriedade<sup>27</sup>...” (BRASIL, 2001).

Esta lei estabelece ainda no art. 16, § 3º, que: “Para o cumprimento da manutenção ou compensação da área de reserva legal em pequena propriedade ou posse rural familiar, podem ser computados os plantios de árvores frutíferas ornamentais ou industriais, composto por espécies exóticas, cultivadas em sistema intercalar ou em consórcio com espécies nativas”.

Não obstante ao rigor de todo este arcabouço legal, que restringe o desmatamento dos ecossistemas naturais e em especial nos ambientes ecologicamente mais frágeis, há algumas brechas que permitem a supressão da vegetação nativa em estágio inicial de regeneração em casos como o disposto no Art. 13º do Código Florestal Estadual, no qual está estabelecido que,

“a licença para o corte de capoeira<sup>28</sup> em propriedades com até 25 hectares de área, será fornecido pelo órgão ambiental competente, por solicitação do proprietário, desde que respeitadas às áreas de preservação permanente, de reserva legal, de reserva florestal, as áreas com inclinação superior a 25 graus e as áreas consideradas de relevante interesse ambiental a critério do referido órgão” (RIO GRANDE DO SUL, 1992).

A Lei da Mata Atlântica, no art. 23º, inciso III, também trata do mesmo assunto estabelecendo que o corte raso da vegetação nativa em estágio inicial de regeneração será permitida,

“quando necessária ao pequeno produtor rural e populações tradicionais para o exercício de atividades ou usos agrícolas, pecuários ou silviculturais imprescindíveis à sua subsistência e de sua família, ressalvadas as áreas de preservação permanente e, quando for o caso, após averbação da reserva legal, nos termos da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965” (BRASIL, 2006a).

Esta mesma lei no artigo 14º estabelece que

A supressão de vegetação secundária em estágio médio de regeneração poderá ser suprimida nos casos de utilidade pública e interesse social, em todos os casos devidamente caracterizados e motivados em procedimento administrativo próprio, quando inexistir alternativa técnica e locacional ao empreendimento proposto (...) (BRASIL, 2006).

Neste caso, consideram-se de interesse social as atividades de manejo agroflorestal sustentável praticadas na pequena propriedade ou posse rural familiar que não descaracterizem a cobertura vegetal e não prejudiquem a função ambiental da área (BRASIL, 2001).

<sup>27</sup> No caso do Rio Grande do Sul o limite da pequena propriedade está estabelecido no § 2º do art. 1º como sendo uma área de trinta hectares.

<sup>28</sup> Esta lei define as capoeiras como sendo a “formação vegetal sucessora, proveniente de corte raso das florestas ou pelo abandono de áreas com qualquer outro uso, constituída, principalmente, por espécies pioneiras nativas da região, até a altura máxima de 3 (três) metros”.

Embora havendo vários dispositivos que flexibilizam algumas ações excepcionalmente para os pequenos agricultores familiares; na prática a implementação desta ampla e complexa legislação ambiental tem se mostrado uma tarefa difícil e questionável (LOCH; NEUMANN, 2002). Segundo estes autores, as restrições legais, bem como as penalidades impostas pelos órgãos ambientais, têm reforçado a cultura entre os agricultores familiares de que as áreas ocupadas por florestas representam, mais do que um “recurso”, um “estorvo” à sua reprodução socioeconômica. Diante deste cenário, Neumann (2003) pondera que,

“As estratégias adotadas pelos agricultores para contornar a legislação e compensar os prejuízos econômicos revelam-se igualmente danosas. O efeito da redução ou da eliminação do período de pousio das terras foi a introdução de agrotóxicos (pesticidas e herbicidas) como estratégia de combate ao aumento dos insetos e das doenças. Tal estratégia, além de aumentar o custo de produção, tem resultados duvidosos quanto à problemática ambiental (contaminação de alimentos, das águas)” (NEUMANN, 2003).

Para Loch e Neumann (2002) o resultado final das restrições à prática de desmatamento foi a diminuição da superfície agrícola útil e, conseqüentemente, dos rendimentos econômicos da atividade agrícola, agravando ainda mais a já precária situação de sobrevivência de grande parcela dos agricultores familiares que se concentram nas escarpas das serras do sul do Brasil. Segundo os autores, é justamente sobre estas áreas que incide a maior carga de instrumentos de controle legais.

O que se observa atualmente, diante de todo este vasto arcabouço legal e das constantes mudanças, que ainda existe entre os agricultores, técnicos e gestores públicos uma confusão sobre o que é e o que não é permitido à luz da legislação. O que predomina entre os agricultores e suas representações é uma visão de que a legislação serve apenas para restringir as atividades produtivas, pondo em risco a reprodução socioeconômica das UPF. Por um lado, instituições ambientalistas tanto governamentais, quanto não governamentais, defendem a manutenção da legislação atual e mais rigor nas ações para que a mesma seja cumprida.

Nesta polaridade é que se deu o debate na Comissão Especial da Câmara dos Deputados, bem como em todas as audiências públicas por esta promovidas, para a elaboração de relatório sobre o Projeto de Lei nº 1876/99, o qual previu alterações no Código Florestal Brasileiro de 1965 (REBELO, 2010). A tendência é que ocorra uma flexibilização desta Lei no sentido de favorecer as atividades agropecuárias, em detrimento da preservação dos recursos ambientais.

Neste cenário as pessoas que atuam no meio rural (extensionistas) raras vezes se preocuparam em realizar a agricultura em consonância com o meio ambiente, logo a legislação ambiental não é reconhecida como algo relacionado à produção agrícola, a não ser

quando é encarada como uma questão punitiva ao agricultor. Numa situação de intensa homogeneização da agricultura (ênfase em grandes áreas de monocultivos) a preservação do ambiente é visto como um problema (BALEM & SILVEIRA, 2005) e a artificialização dos espaços naturais como necessária para o desenvolvimento das culturas agrícolas (SANTOS, 1988).

O modelo da agricultura moderna também pressiona, indiretamente, a falta de interpretação da legislação, visto que há ênfase excessiva nas culturas de mercado e na maximização de lucros. De maneira que a aplicação de pacotes tecnológicos subordinou completamente a agricultura ao lucro. Assim, novas áreas agrícolas são abertas a revelia da discussão ambiental.

Contudo, o estabelecimento dos espaços territoriais especialmente protegidos tem importante papel como medida preventiva dos agravos provocados pela atuação antrópica aos recursos florestais, e conseqüentemente, aos recursos edáficos e hídricos. Eles se constituem em importantes ferramentas para o planejamento ambiental das paisagens rurais (ATTANASIO et al., 2007). A manutenção ou recuperação da vegetação natural nestes espaços mais sensíveis da paisagem é importante para a sustentabilidade do agroecossistema.

Nas últimas décadas, ocorreu uma expansão considerável da área de cobertura florestal do Estado, atingindo 17,5% no último Inventário Florestal (RIO GRANDE DO SUL, 2002). Segundo este estudo, o aumento se deu por conta da adoção de sistemas de produção e criação mais simplificados e integrados às grandes agroindústrias; do êxodo rural de parte das famílias excluídas do processo de modernização e pela ameaça da aplicação da legislação ambiental. Outro fator que determinou o abandono de alguns cultivos em áreas de relevo acidentado foi a impossibilidade de aplicar os pacotes tecnológicos preconizados pelo modelo de modernização da agricultura.

Assim, em muitas UPF a cobertura florestal é superior aos 20% exigidos pelo Código Florestal Brasileiro. Contudo, caso os agricultores necessitem ampliar seus cultivos estes são impedidos pela Lei da Mata Atlântica ou pelo Código Florestal Estadual, que impedem o corte raso da vegetação florestal secundária em estágio médio e avançado da regeneração natural. E quando decidem ampliar, normalmente, o fazem sem autorização dos órgãos ambientais, correndo o risco de autuação e penalização. Nos casos em que as matas ciliares foram removidas das APP de beira de cursos d'água e nascentes para o estabelecimento de lavouras se constituem nos principais pontos de conflito e que merecem maior atenção por parte dos agricultores, gestores públicos, extensionistas, pesquisadores, entre outros. Deve ser

considerada a sua importância para o equilíbrio dos ecossistemas e para tanto deverão ser mantidas ou recuperadas da sua vegetação natural.

Porém, nos casos em que as UPF apresentam limitada área útil para cultivos, o seu redesenho implicará em apontar outras glebas para a sua compensação e que sejam aptas para o uso agrícola. Ou, o sistema de produção proposto deverá exigir uma menor necessidade de área para sua viabilização. No entanto, deve-se considerar a possibilidade de desenvolver sistemas que não descaracterizem o ecossistema natural ou que, por meio de práticas sustentáveis, o recuperem da vegetação natural, conforme previsto na Medida Provisória 2.166/01 (BRASIL, 2001).

## **2.5 A importância das matas ciliares para o controle da poluição da água**

Em pequenas bacias hidrográficas, como a do Arroio Lino, a ocupação e uso do solo têm provocado impactos ambientais adversos sobre a qualidade da água, principalmente quando praticada em áreas marginais e ecologicamente sensíveis, como as APP. Os impactos podem ser agravados se neste processo de ocupação dos solos as matas ciliares forem suprimidas (BOHRER, 2000). Sem esta vegetação, a chuva leva os sedimentos do solo descoberto, acentuando a erosão e o assoreamento de rios, arroios e lagoas (LIMA, 2008). Oliveira Filho et al. (1994) alertam que a devastação das matas ciliares tem contribuído para o assoreamento, o aumento da turbidez das águas, o desequilíbrio do regime das cheias, a erosão das margens de grande número de cursos d'água. O estudo pioneiro desenvolvido por Lawrence, Leonard e Sheridan (1985) apontou a importância da zona ciliar no tamponamento dos poluentes e para a manutenção da integridade dos recursos hídricos.

Perante esta situação, Lima e Zakia (2000) salientam que, levando em conta a integridade da microbacia hidrográfica, as matas ciliares ocupam as áreas mais sensíveis e dinâmicas da paisagem tanto em termos hidrológicos, como ecológicos e geomorfológicos, merecendo assim, especial atenção e maior compreensão destes fatores e sua interrelação. Franco (2006) destaca que as matas ciliares constituem-se, reconhecidamente, em elemento básico de proteção dos recursos hídricos, apresentando diversos benefícios tanto do ponto de vista utilitarista, em relação direta ao ser humano, quanto do ponto de vista efetivamente ecológico, para a preservação do equilíbrio ambiental e, conseqüentemente, da biodiversidade.

Rodrigues e Leitão Filho (2000) indicam funções hidrológicas, ecológicas e limnológicas atribuídas às matas ciliares. Como funções hidrológicas apontam a contenção de

ribanceiras, a diminuição e filtragem do escoamento superficial, o impedimento e a criação de barreiras para o carreamento de sedimentos para o sistema aquático, a interceptação e absorção da radiação solar (mantendo a estabilidade térmica) e o controle do fluxo e vazão do rio. Dentre as funções ecológicas destacam principalmente a formação de microclima e a importância da constituição de habitats, ou seja, de áreas de abrigo e de reprodução, assim como a formação de corredores de migração da fauna terrestre e a entrada de suprimento orgânico. E no grupo das funções limnológicas eles consideram importantes a influência das matas ciliares na diminuição das concentrações dos elementos químicos e dos sedimentos em suspensão. De acordo com Rodrigues e Leitão Filho (2000) as matas ciliares apresentam inquestionável importância em relação aos diversos fatores ambientais, devido às suas características peculiares, sempre associadas aos cursos d'água.

Para Lima (2008) a vegetação da mata ciliar executa uma série de serviços ambientais fundamentais para manter a qualidade e disponibilidade de água em escala de microbacias hidrográficas. Desta forma, segundo o autor a zona ciliar, ao isolar estrategicamente o curso d'água dos terrenos mais elevados da microbacia, desempenha uma ação eficaz de filtragem de sedimentos e outros poluentes. Esta função da mata ciliar é, sem dúvida, de aplicação prática imediata para o manejo de microbacias. Alguns estudos desenvolvidos por seu grupo de pesquisa têm demonstrado que a recuperação da vegetação ciliar contribui para o aumento da capacidade de armazenamento da água na microbacia ao longo da zona ciliar, o que favorece a regularização da vazão dos arroios e rios (LIMA; ZAKIA, 2000; ATTANASIO et al., 2006). Segundo os autores, a destruição da mata ciliar pode, a médio e longo prazo, diminuir a capacidade de armazenamento da microbacia, e conseqüentemente, a vazão na estação seca.

Barton e Davis (1993) demonstraram que a mata ciliar pode também diminuir significativamente a concentração de herbicidas nos cursos d'água de microbacias tratadas com tais produtos. Ludovice et al. (2003) constataram a eficiência das faixas-filtro vegetadas na retenção de atrazina (herbicida) mobilizada pelo escoamento superficial. Os autores defendem que estas faixas vegetadas podem se constituir em uma importante alternativa para o controle de carga difusa proveniente de áreas de cultivo. Para Correll (1997) os poluentes e substâncias orgânicas 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.

Desta forma, segundo Lima e Zákia (2000) a permanência da integridade do ecossistema ciliar constitui fator crucial para a manutenção da saúde e da resiliência da



microbacia hidrográfica, como unidade geocológica da paisagem. Contudo, os autores consideram que, nas condições brasileiras, as informações disponíveis sobre a dinâmica e eficiência das matas ciliares são ínfimas, em especial na abordagem baseada no seu potencial de tamponamento do aporte de materiais das áreas adjacentes. Eles defendem que é preciso iniciar trabalhos dentro do enfoque da microbacia hidrográfica, na busca da caracterização das zonas ciliares, de suas variações com as condições locais, de sua interação com a geomorfologia, com a geologia, com o regime de chuvas e, principalmente, com o tipo de vegetação.

Diante disto, o planejamento para o uso sustentável dos agroecossistemas requer que sejam preservados com vegetação nativa os ambientes mais sensíveis como as margens de cursos d'água, de nascentes e as encostas de morros com elevada declividade. Todavia, estas áreas despertam interesses conflitantes. Por um lado, agricultores e pecuaristas as vêem com potencial produtivo ou como meio de acesso dos animais à água. Por outro lado, sua preservação e restauração, visando proteger suas funções ambientais, são essenciais na busca da sustentabilidade (ATTANASIO et al., 2006). Deste modo, a adequação ambiental das unidades de produção familiar localizadas sobre ambientes ecologicamente frágeis do Sul do Brasil é tarefa difícil visto que, segundo Loch e Neumann (2002), ela gera conflitos com as práticas agrícolas desenvolvidas por estes agricultores familiares.

A partir desta breve análise da questão ambiental versus produção agrícola, evidencia-se que os conflitos na aplicação da legislação e a sua importância para a preservação das características mínimas dos ecossistemas naturais, tenham origem no modelo agrícola dominante. O uso do solo, respeitando as aptidões agrícolas e a aplicação da legislação ambiental, pode ser um grande passo no sentido do desenho de agroecossistemas mais sustentáveis, guardadas as especificidades no que tange a Agricultura Familiar. Contudo, tenderão a ter sua importância limitada caso o sistema de produção seja dependente de pacotes tecnológicos que promovem a degradação do ambiente. Nestas situações, a aplicação destas normas legais e técnicas tenderão agravar a situação econômica de muitas UPF.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Localização da unidade de estudo

A microbacia hidrográfica do Arroio Lino (MBHAL) está localizada entre as coordenadas UTM 6.733.500 – 6.737.000 N e 280.000 – 283.500 E, na região norte do município de Agudo, Rio Grande do Sul (Figura 1).

Ela fez parte, entre os anos de 2001 e 2003, do Programa de Monitoramento Ambiental dos resultados das ações implementadas pela EMATER, dentro do Programa de Recuperação Ambiental e Combate a Pobreza Rural, do Governo do Estado do Rio Grande do Sul (RS-Rural), em convênio com o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BIRD).

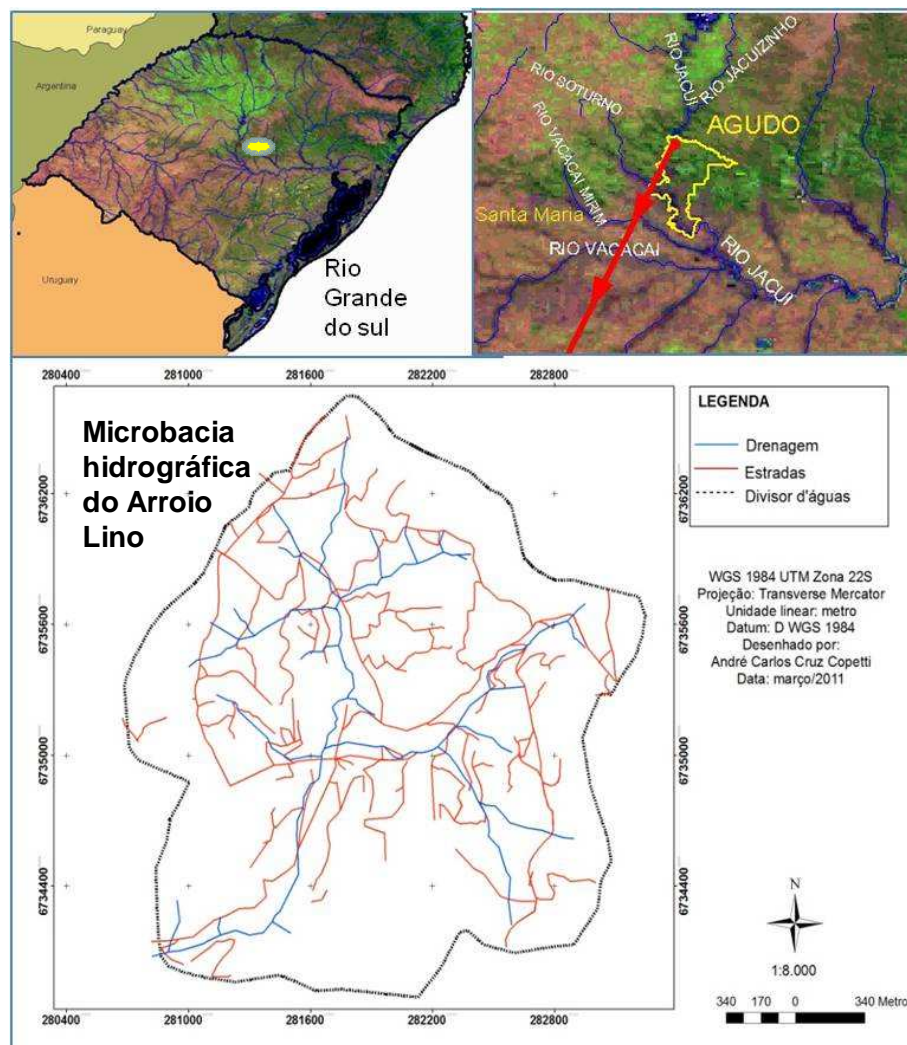


Figura 1 – Mapa da localização geográfica da Microbacia Hidrográfica do Arroio Lino, Agudo, RS.

## 3.2 Caracterização da unidade de estudo

### 3.2.1 Situação fundiária

A MBHAL apresenta uma área aproximada de 480,7 hectares os quais estão distribuídos entre trinta e seis unidades de produção familiar (UPF). A área média das UPF é de 11,8 ha, variando de menos de um a mais de 30 ha. Em 31% das UPF a área é inferior a 5,0 ha; em apenas 3,0% delas ela é superior a 25 ha (Figura 2) e em 72% a área é inferior a 15 ha.

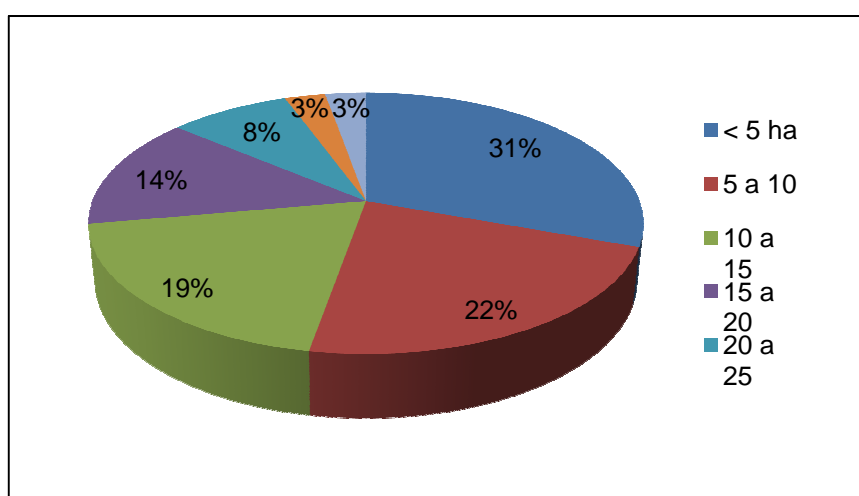


Figura 2 – Distribuição relativa das Unidades de Produção Familiar da Microbacia Hidrográfica do Arroio Lino de acordo com o tamanho da área, Agudo, Rio Grande do Sul, 2004.

### 3.2.2 Caracterização ambiental

A MBHAL situa-se na Região Geomorfológica do Rebordo da Serra Geral (IBGE, 1986). O relevo é montanhoso, com altitudes que variam de 200 m a 500 m, com longas inclinações e locais escarpados com declividades acima de 100% (Figura 3). As formas do relevo são bastante heterogêneas, representadas de modo geral por morros<sup>29</sup> e montanhas<sup>30</sup> (Figura 4) recortadas por vales em formato de “V” esculpido em rochas vulcânicas básicas, em menores proporções, em rochas sedimentares da Formação Botucatu (IBGE, 1986).

<sup>29</sup> Morro é definido pela Resolução CONAMA n° 303/02 como “uma elevação do terreno com cota em relação a base entre cinquenta e trezentos metros e encostas com declividade superior a trinta por cento (aproximadamente dezessete graus) na linha de maior declividade” (BRASIL, 2002b).

<sup>30</sup> Montanha é definida pela Resolução CONAMA n° 303/02 como uma elevação do terreno com cota em relação a base superior a trezentos metros” (BRASIL, 2002b).

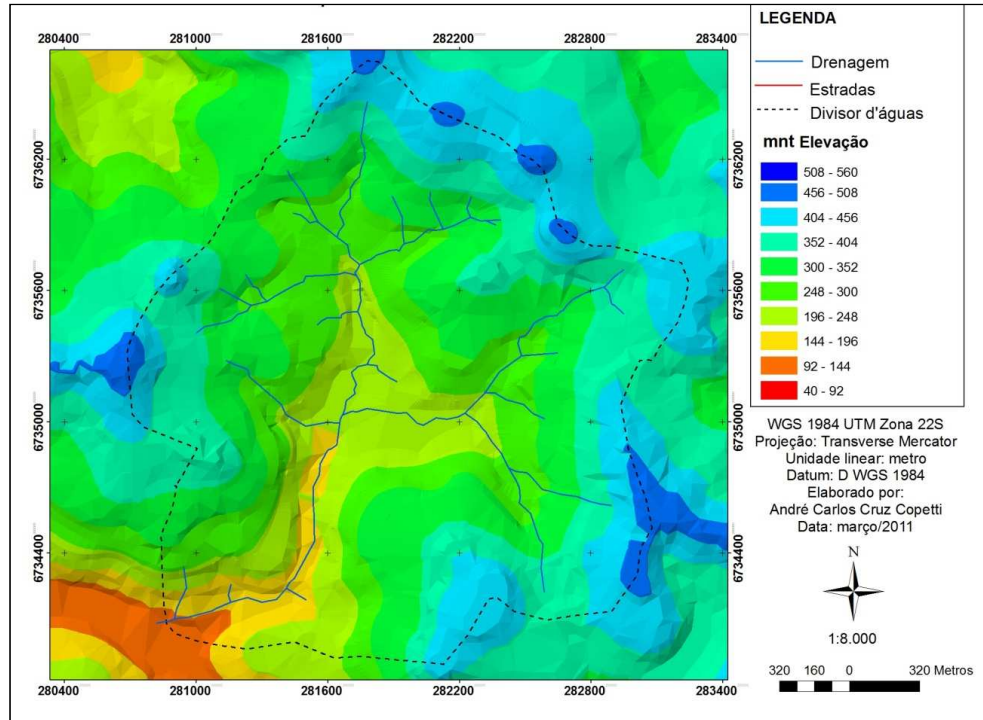


Figura 3 – Mapa do relevo da microbacia hidrográfica do Arroio Lino, Agudo, RS.



Figura 4 – Morfologia do relevo na região da microbacia hidrográfica do Arroio Lino, Agudo, RS, 2006. Foto: Copetti, A. C. C.



Os solos são pouco profundos, com baixo teor de argila e alguns com elevado índice de pedregosidade, conforme pode ser visto na Figura 5. Nas condições de lavoura os solos normalmente são ligeiramente ácidos, soma de bases e capacidade de troca de cátions alta, com pouco alumínio trocável, médios teores de matéria orgânica, altos teores de potássio e baixos teores de fósforo disponível (RHEINHEIMER, 2003). Há um predomínio de argilas do tipo 2:1, com baixa capacidade de adsorção de fósforo (GONÇALVES, 2007).



Figura 5 – Aspecto visual de um Neossolo Litólico eutrófico chernossólico fase epipedregosa relevo montanhoso com lavoura de fumo, Microbacia Hidrográfica do Arroio Lino, Agudo, 2006. Foto: Copetti, A. C. C.

Segundo Dalmolim et al. (2004), na MBHAL ocorrem treze classes de solos distintos, mas com predomínio de Neossolo Litólico eutrófico chernossólico (RLeo), Neossolo Litólico eutrófico típico (RLe), Chernossolo Háplico órtico típico (MXo), Cambissolo Háplico distrófico típico (CXVd) e de associações entre estes (Figura 6). Nas partes de relevo mais íngremes da paisagem ocorrem os Neossolos e nas partes planas (platôs) os Chernossolos e Cambissolos. Os Neossolos ocupam a maior área que é de aproximadamente 68%, seguido dos Chernossolos com 15% e Cambissolos com 12%. Por conta dos afloramentos de Arenito Botucatú há a ocorrência de Neossolo Quartzarênico (RQo) em uma pequena área na porção Oeste da microbacia.

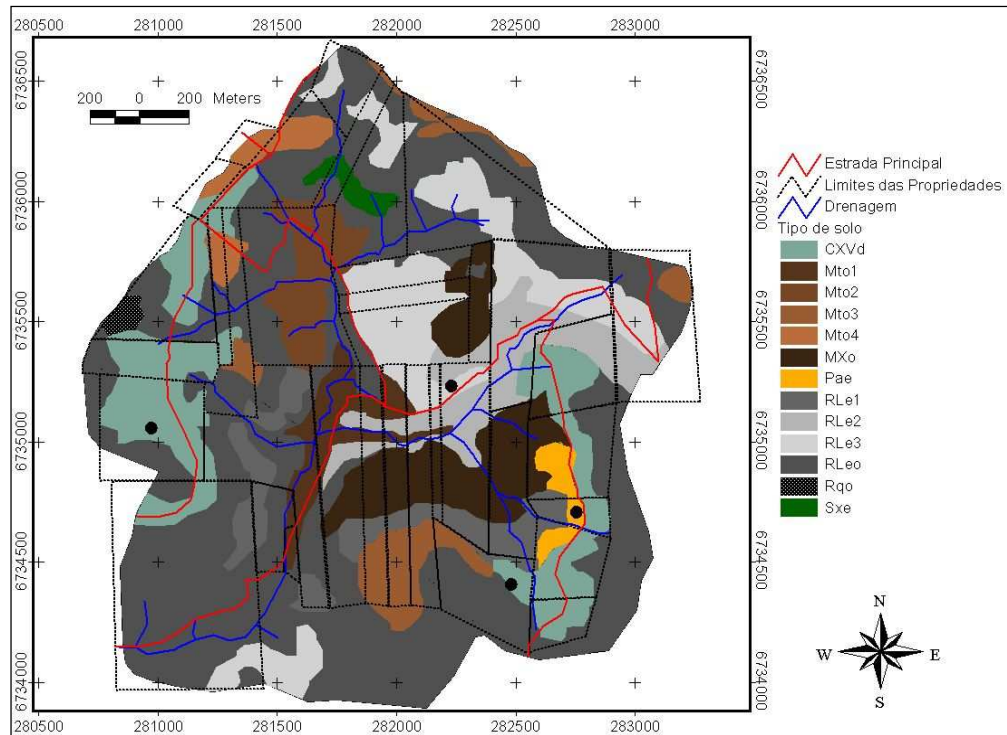


Figura 6 - Mapa de classes de solos da microbacia hidrográfica do arroio Lino, Agudo, RS. Adaptado de Dalmolin et al. (2004).

A MBHAL é considerada de “cabeceira” por estar inserida em região com inúmeras nascentes e uma vasta rede de pequenos cursos d’água que são tributários do Arroio Lino, o qual deságua no rio Jacuí (Figura 1). Este, por sua vez, é um dos mais importantes rios que formam a bacia hidrográfica do Guaíba. As nascentes de cursos d’água têm comportamento intermitente, sujeitas a influência de períodos de estiagem. Muitas delas são utilizadas para captação de água para consumo doméstico e para a dessedentação de animais. Há também, uma vasta rede de pequenos cursos d’água intermitentes, muitos deles de formação antrópica (ravinas formadas a partir das estradas de lavouras), que contribuem para a bacia de drenagem por ocasião dos eventos pluviais.

O tempo de concentração da bacia é de aproximadamente 12 minutos, mostrando que num pequeno tempo, a partir do início da chuva, toda a bacia passa a contribuir para o escoamento do arroio Lino (SEQUINATTO, 2007). Deste modo, no ciclo hidrológico da área estudada evidencia-se uma baixa capacidade de manutenção de um fluxo de base alto, permanecendo em grande parte do período estudado com altura em torno de 10 cm na maioria dos locais (REICHERT et al., 2006). Durante os eventos pluviométricos o fluxo dos cursos d’água é grandemente alterado em poucos minutos, demonstrando a baixa capacidade de infiltração de água do solo, ocasionado pelo manejo inadequado dos solos de lavoura e a

morfologia propícia do local para um escoamento rápido e concentrado, com alta energia cinética (GONÇALVES, 2007).

O clima da região é do tipo subtropical úmido (Cfa), o qual apresentando verões quentes de temperaturas médias de 22 °C, invernos com temperatura superior a -3 °C e distribuição uniforme de chuvas, normalmente acima de 1400 mm ano<sup>-1</sup> (KÖPPEN, 1948). Durante os anos de monitoramento os meses de setembro e outubro foram os que apresentaram as maiores precipitações, normalmente acima de 200 mm (REICHERT, 2006). As chuvas apresentaram maior índice de erosividade no segundo semestre do ano, coincidindo com a época de preparo do solo para o plantio e manejo da cultura do fumo (SEQUINATTO, 2007).

Conforme o mapa de Vegetação do Brasil do Instituto de Geografia e Estatística (IBGE, 2004), os remanescentes florestais da MBHAL estão sob domínio da Floresta Estacional Decidual, do Bioma Mata Atlântica. De acordo com a Resolução do CONAMA nº 33 (BRASIL, 1994), estes fragmentos de vegetação são compostos por formações florestais em diferentes Estágios Sucessionais de Regeneração da Vegetação Secundária. Uma parte destes remanescentes de florestas secundárias enquadra-se no Estágio Inicial de Regeneração (as chamadas capoeiras) e outra como de Floresta em Estágio Médio e Avançado de Regeneração. As florestas em Estágio Primário praticamente não existem, indicando que no passado o desmatamento tenha sido generalizado. Porém, quando elas são encontradas estão restritas a pequenos fragmentos localizados nos locais de relevo mais escarpado da paisagem. A vegetação é composta também por fragmentos de florestas plantadas principalmente com espécies de Eucalipto. Estas são destinadas principalmente a retirada de lenha para a secagem do fumo.

### 3.2.3 Caracterização socioeconômica

As informações apresentadas nesta seção têm como fonte os dados do diagnóstico rural rápido participativo realizado pela EMATER nos anos de 2000 e 2001 e pelo Departamento de Solos da UFSM em 2005 e 2006 (RECHERT, 2006; RECHERT et al., 2006).

A população da microbacia é de aproximadamente 160 habitantes, distribuídos da seguinte forma: 30 pessoas com menos de 10 anos; 23 pessoas se encontram na faixa etária entre 10 e 18 anos; 87 pessoas com idade entre 18 e 60 anos e 18 pessoas com mais de 60

anos. Uma média de quatro pessoas por UPF. Se forem consideradas as pessoas com idade entre 18 e 60 anos, que são as consideradas economicamente ativas, esta média fica em pouco mais de duas por UPF.

A microbacia tem o fumo como a principal cultura econômica no período de primavera-verão (safra), o qual ocupa aproximadamente 71% das áreas de lavouras (Figura 7b), sendo responsável por mais de 80% da renda das famílias (REICHERT, 2006). Na safra 2004/05 foram cultivadas com fumo em torno de 75 ha, com uma produção aproximada de 10.200 arrobas o equivalente a 153.000 kg de fumo. Uma produtividade média de 2000 kg ha<sup>-1</sup> ou nove arrobas para cada 1000 plantas de fumo. A área média cultivada com o produto em cada UPF é de aproximadamente 2,5 hectares o que está de acordo com a disponibilidade de mão-de-obra familiar. Isto, considerando que a cultura requer em torno de uma pessoa para cada 1,5 hectares, tendo como maior exigência as fases do plantio e da colheita. As UPF com menos de dois hectares normalmente são fornecedoras de mão-de-obra, arrendam outras áreas fora da microbacia ou não dependem do fumo para viver, servindo-se de outras fontes de renda como, por exemplo, a aposentadoria rural. No caso das que possuem áreas de plantio superiores a 5,0 ha precisam estabelecer algum tipo de parceria ou de contratação de mão-de-obra em determinadas fases da cultura, como plantio e colheita. Em aproximadamente 45% das glebas o fumo é cultivado no sistema convencional e em 55% no sistema cultivo mínimo.

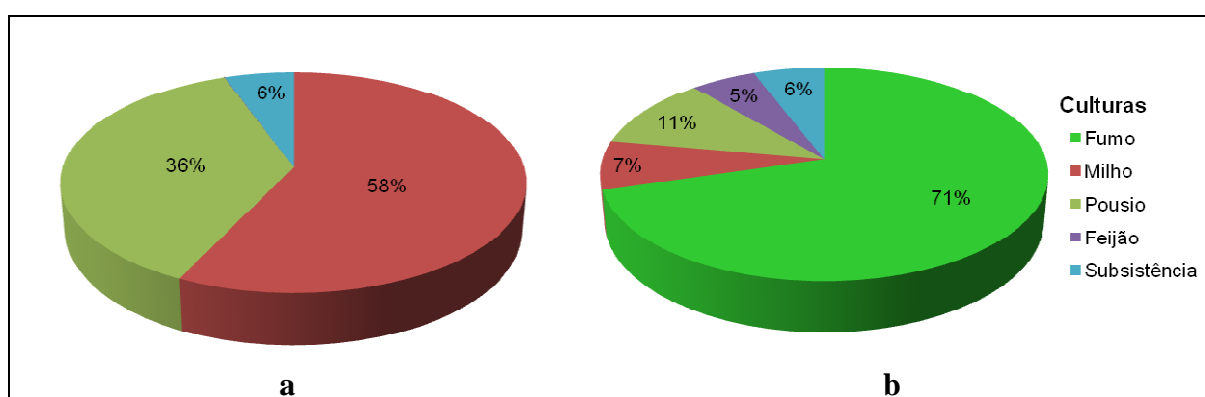


Figura 7 – Principais culturas produzidas durante a safrinha (primeiro semestre) (a) e safra (segundo semestre) (b) nas Unidades de Produção Familiar da Microbacia Hidrográfica do Arroio Lino, Agudo, Rio Grande do Sul, 2006. Médias correspondentes a sete levantamentos do uso do solo ocorridos do ano de 2003 ao de 2006.

A maioria das UPF recebe custeio das empresas fumageiras para a produção de fumo. Para implantação de outras culturas como o milho e o feijão os produtores recorrem ao crédito do Programa Nacional de Crédito para a Agricultura Familiar (PRONAF) do governo federal.



O milho é a segunda cultura em importância na MBHAL sendo que a grande parte da produção é utilizada nas próprias UPF. Na safra (primavera-verão) o cultivo do milho concorre com a lavoura de fumo, portanto, ocupa uma área menor (7%) (Figura 7 b), além dos solos de inferior qualidade. Na “safrinha” (outono-inverno) o milho ocupa em torno de 58% da área (Figura 7 a). A maior parte é cultivada nas lavouras que estavam ocupadas com o fumo, aproveitando a adubação residual. A média anual fica em torno de  $2000 \text{ kg ha}^{-1}$ , sendo que na safra ela é 15% superior.

O feijão é cultivado apenas no período da safrinha numa área de 23 ha, o que corresponde a 5,0% da microbacia, com produtividade média de  $600 \text{ kg ha}^{-1}$ . Ele representa apenas um por cento da receita bruta total da microbacia, pois, apenas oito delas comercializam o produto. O restante da produção é destinado para o consumo nas UPF.

As culturas para auto-consumo (mandioca, batata, cana-de-açúcar, amendoim, cebola, alho, milho pipoca, hortaliças, etc.) se mantiveram durante o período em aproximadamente 6,0% da área de cultivo. As plantas de cobertura abrangem uma pequena área e, assim como as para auto-consumo, ganham pouca importância em ambos os períodos, tendendo sempre a ceder espaço para o fumo. As áreas em pousio são mais expressivas no primeiro semestre do ano a qual chega a ocupar 36% da microbacia (Figura 7 a).

As UPF que comercializam somente fumo totalizam 28 (61%), tendo outros produtos como base de alimentação e 17 UPA (37%) dependem exclusivamente do fumo como fonte de receita para aquisição dos demais produtos para manutenção da família tais como: banha, carne, ovos, arroz, café, açúcar e material de higiene e limpeza. A segunda fonte de receita na microbacia é a aposentadoria rural correspondendo a 17 % da renda bruta total.

A lenha retirada das matas nativas e a mão-de-obra familiar não são contabilizadas no cálculo dos custos de produção, o que acaba mascarando a eficiência do sistema. Poucas UPF possuem cultivos de eucalipto ou outra espécie para obtenção de lenha tanto para a secagem do fumo quanto para o uso doméstico.

### **3.3 Geração dos mapas temáticos**

Para a identificação e caracterização dos principais usos do solo nas unidades de produção familiar (UPF) da microbacia hidrográfica do Arroio Lino (MBHAL) foi utilizado um conjunto de dados do monitoramento de uso do solo realizado durante os anos de 2003 a 2006 (REICHERT, 2006). Este monitoramento foi realizado sistematicamente duas vezes por

ano<sup>31</sup>, sendo uma no primeiro e outro no segundo semestre, de maneira a registrar a dinâmica dos principais tipos de uso do solo e das culturas em cada UPF.

Os divisores externos da microbacia, o traçado da rede de drenagem e o Modelo Numérico do Terreno foram demarcados com base na carta topográfica da Diretoria do Serviço Geográfico do Exército (DSG) na escala 1:50.000 (Folha Nova Palma – MI 2949/3; Faxinal do Soturno – MI 2966/1; Sobradinho – MI 2949/4 e Agudo – MI 2966/2) e as aerofotos da área em escala 1:60.000 do vôo de 1996 ampliadas para 1:15.000. Os limites de cada UPF, os seus principais usos do solo e as estradas foram obtidos por demarcações a campo com auxílio de GPS (Sistema de Posição Global) com precisão de mais ou menos quatro metros. As principais classes de uso do solo identificadas foram agrupadas como: lavouras (LA), florestas nativas (FN), florestas plantadas (FP), pastagem perene (PP), desmatamentos (DT) e sedes das UPF (SD).

Para a delimitação das áreas de preservação permanente seguiu-se os dispositivos estabelecidos no artigo 2º do Código Florestal Brasileiro (Lei nº 4.771/65) (BRASIL, 1965), normatizados pela Resolução CONAMA nº 303/02 (BRASIL, 2002b), que dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de sua demarcação. A demarcação das APPs de topo de morro foi baseada na metodologia descrita por Moreira et al. (2003). As APPs correspondentes às declividades com inclinação superior a 45° foram obtidas a partir do Modelo Digital de Elevação (mapa de relevo). As APPs ao longo dos cursos d'água foram obtidas pela delimitação de uma faixa de 30 m de largura, pois, no caso da MBHAL, a largura de todos os cursos d'água é inferior a 10 m. As APPs das nascentes foram delimitadas em um raio de 50 m em seu entorno. O mapa da APP total foi gerado através da sobreposição dos planos de informação de todas as APPs, ajustadas as áreas coincidentes.

O mapa de classificação da aptidão agrícola das terras foi obtido do trabalho de Dalmolin et al. (2004). Para identificação dos pontos de conflito de uso do solo realizou-se o cruzamento entre os planos de informação do uso atual do solo, das áreas de preservação permanente (APP) e da aptidão agrícola das terras.

As informações sistematizadas formaram um banco de dados que posteriormente foram processadas em sistema de informações georeferenciadas. Com auxílio do software Arc GIS® 9.0 foram elaborados mapas temáticos dos usos atuais do solo dentro e fora das APP de cada uma das UPF da MBHAL; dos conflitos de uso do solo nas APP; e, de uma

---

<sup>31</sup> O trabalho de campo ao longo dos quatro anos de monitoramento foi realizado por várias pessoas entre professores, técnicos, pós-graduandos e alunos de iniciação científica dos setores de Física e Fertilidade do Solo do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria. O trabalho de organização dos dados e elaboração dos mapas temáticos foi realizado pelo pós-graduando André Carlos Cruz Copetti.

simulação de como ficaria a situação da microbacia com as alterações propostas para o novo Código Florestal Brasileiro, votado recentemente pela Câmara dos Deputados.

### 3.4 Avaliação da qualidade de água

Para este estudo foram selecionadas três sub-bacias da MBHAL, as quais foram denominadas de Unidades Paisagísticas A, B e C (Figura 8), com áreas correspondentes a 69, 24 e 48 hectares, respectivamente (Tabela 2). Em cada uma dessas sub-bacias foram definidos dois locais de coleta: UP-A1, UP-B1 e UP-C1 os quais estão localizados à montante e apresentam menor ação antrópica; e, UP-A2, UP-B2 e UP-C2 localizados à jusante e com maior ação antrópica do agroecossistema.

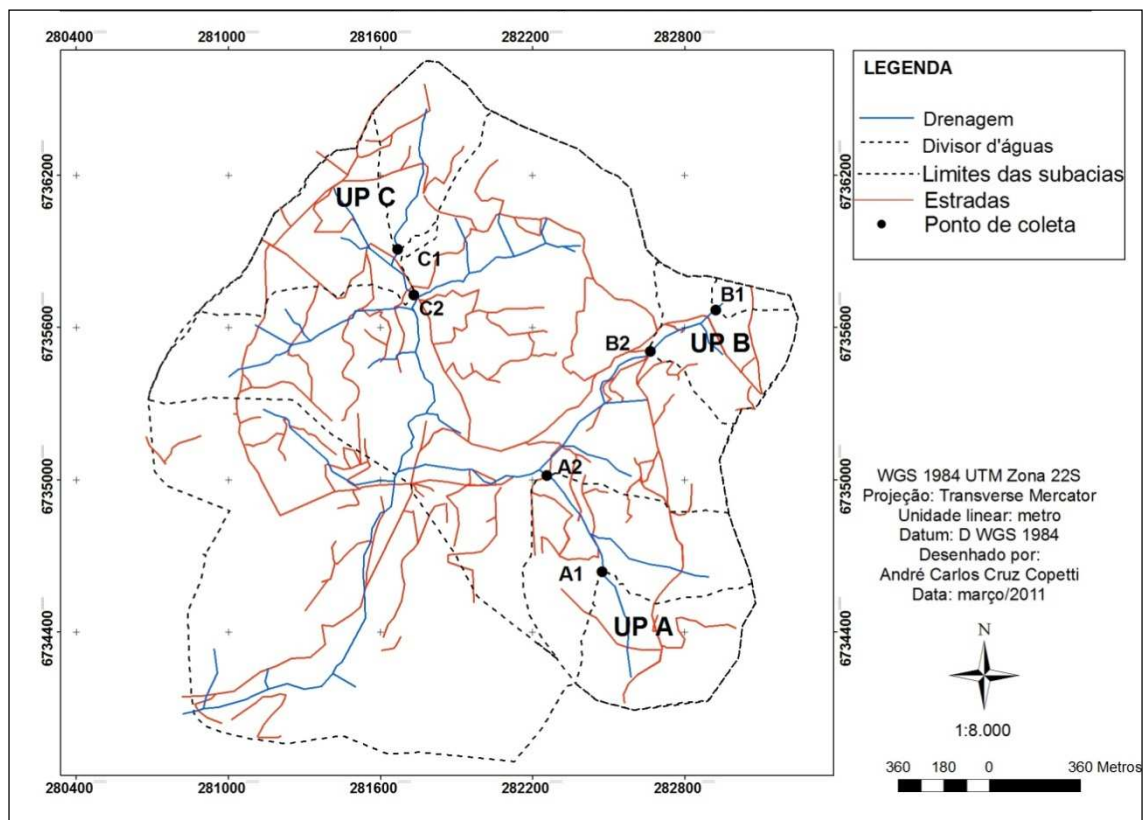


Figura 8 – Localização das unidades paisagísticas e os locais de amostragem de água e sedimentos na Microbacia Hidrográfica do Arroio Lino, 2003/04.

Em cada unidade paisagística monitorada foram identificadas e delimitadas as áreas de contribuição da bacia de drenagem de cada ponto de coleta, os principais usos do solo, as

estradas, as fontes de poluição pontual, os divisores d'água, as áreas de preservação permanente e a presença de mata ciliar nas margens de nascentes e cursos d'água. Os usos do solo assim como a metodologia e os materiais utilizados para a elaboração do mapa temático foram os mesmos já descritas no item 3.3.

As amostragens de água e sedimentos foram realizadas em seis eventos pluviométricos durante a safra de fumo de 2003/04 e três ocorridos na safra 2004/05. As amostras foram obtidas durante os eventos pluviométricos por meio de coletores semi-automáticos instalados no leito dos cursos d'água. Este coletor é uma adaptação do modelo US U-59 (CEW-EH-Y, 1995). O sistema consiste na fixação de mangueiras em suportes de madeira, regulados a cinco centímetros acima do nível normal da lâmina d'água (fluxo de base), as quais conduzem a água e os sedimentos, por diferença de nível, aos recipientes plásticos instalados à jusante. Os recipientes possuem, além dessa entrada, uma saída, onde é fixada outra mangueira, que serve para a saída do ar.

As amostras de água e sedimento foram acondicionadas em caixas térmicas transportadas ao Laboratório de Análise de Água do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria e submetidas às seguintes análises laboratoriais: concentração de sedimento (CS) por evaporação em estufa a 105°C; fósforo total (Pt) por digestão ácida (BROOKES & POLWSON, 1981); fósforo particulado biodisponível (Ppb) extraído por meio de resinas de troca aniônica; o número mais provável por 100 mL de *Escherichia coli* foi determinado seguindo o método cromogênico-fluorogênico descrito em Gonçalves (2003).

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 O histórico de ocupação da paisagem da microbacia do Arroio Lino**

A ocupação do território da microbacia hidrográfica do Arroio Lino (MBHAL) remonta ao início do século XX, conforme relatos dos moradores durante o Diagnóstico Rápido Participativo (DRP) realizado pela EMATER no ano de 2000. A ocupação da paisagem seguiu o mesmo padrão de toda a região colonial do Rio Grande do Sul. Ou seja, a divisão de pequenos lotes, denominados de colônias, possuindo em média uma área de 25 hectares conforme já demonstrado por Neumann (2003).

A adaptação destas famílias frente a uma paisagem recoberta por densa floresta foi de imediato na sua supressão para estabelecimento dos cultivos, vias de acesso, instalações de moradia e armazenamento dos produtos. Segundo relato do Senhor Floriano (morador da MBHAL) eles tinham que deixar a família e os seus pertences em barracos na comunidade vizinha de Nova Boêmia, até abrir uma picada para dar acesso ao lote e nele iniciar as primeiras lavouras, para então proceder à mudança da família e os seus pertences.

No início a grande preocupação dos agricultores era produzir o suficiente para alimentar a família as quais, normalmente eram compostas por muitos componentes, sendo comuns famílias com dez filhos. Eles buscavam estabelecer as sedes das propriedades próximo das fontes de água como forma de facilitar a sua obtenção tanto para uso familiar, como para a dessedentação dos animais domésticos. As estradas vicinais eram abertas para dar acesso a estas propriedades e às suas sedes, de maneira que, em muitos casos foram locadas acompanhando os cursos d'água.

A região da MBHAL, por sua localização geográfica entre os limites dos municípios de Agudo e Nova Palma, recebeu famílias de vários grupos étnicos. Participaram de sua colonização famílias de origem italiana das Colônias de Silveira Martins, de famílias de origem alemã da Colônia de Santo Ângelo (atual Agudo e Paraíso do Sul) e de algumas famílias de origem portuguesa, então denominadas de “Caboclos” (NEUMANN, 2003). Este fato se comprova ao se analisar a lista dos sobrenomes elencados nas tabelas do DRP, como por exemplo: Binder, Markendorf, Martinazzo, Stefenon, Silva, Souza, entre outros.

A prática do desmatamento seguido de queima da vegetação eram as primeiras práticas de intervenção sobre as matas nativas. Como nesta época não se dispunha de fertilizantes, quando os solos se mostravam pouco produtivos eram abandonados, permanecendo em pousio por alguns anos.

Do início da colonização até a década de 1960 predominou na MBHAL o cultivo de trigo, milho e criação de porcos. Pelo relato dos moradores no período em que o trigo era cultivado em quase todas as UPF foi que ocorreram os maiores desmatamentos. Isto porque, se trata de uma cultura que oferece baixa rentabilidade por área. O fumo era uma cultura presente, porém em menor escala. A partir desta época o fumo passa a ser a cultura principal na maioria das UPF, permanecendo até os dias atuais. O estabelecimento do fumo como cultura principal se dá com a aplicação do pacote tecnológico estabelecido pelas empresas fumageiras no bojo do padrão da Revolução Verde.

Atualmente, ao se relatar a realidade que circunda o sistema de produção de fumo podem-se resumir quase tudo sobre a realidade das UPF da MBHAL. De maneira que, a maioria das 36 UPF da MBHAL é dependente do sistema de produção de fumo de estufa e do pacote tecnológico fornecido pelas empresas fumageiras. Por conta desta parceria a prioridade acaba sendo o cultivo de fumo, o que resulta em uma baixa diversificação das UPF. Disto tudo resulta um alto grau de passividade dos agricultores frente ao modelo imposto, na medida em que o fumo é a principal fonte de renda.

Considerando que a cultura é muito exigente em fertilidade do solo e sensível ao ataque de pragas e doenças, requer o uso de altas e freqüentes doses de fertilizantes e agrotóxicos. Com isto, os agricultores estão expostos a estes produtos em praticamente todas as práticas de cultivo, pondo em risco a sua saúde e do ambiente. Mesmo quando não estão aplicando os agrotóxicos eles ficam em contato com o residual destes produtos e, sobretudo, à nicotina presente nas folhas, podendo causar a chamada “doença do tabaco verde”<sup>32</sup>.

De acordo com o relato dos agricultores a maioria deles gostaria de aumentar ainda mais a área cultivada com fumo, para assim, aumentarem o lucro da família. Contudo, segundo os agricultores, existem três fatores básicos que limitam o aumento da área cultivada com fumo: falta de mão-de-obra (opinião de 21 agricultores); disponibilidade de área (12 agricultores); e, falta de capital (dois agricultores) (REICHERT et al., 2006). Desta maneira, para os agricultores a cultura do fumo permanece como sendo a única alternativa viável que possibilita sua reprodução no curto prazo.

---

<sup>32</sup> A doença do tabaco verde é provocada pela exposição direta dos agricultores à cotinina (identifica absorção dérmica de nicotina) presente nas plantas de fumo. Os sintomas mais comuns são: encefaléia, náuseas, vômitos, fadiga muscular, zonzeira e alterações repentinas de pressão arterial. Entre novembro e dezembro de 2008, a Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde (SVS/MS) realizou uma investigação de surto de doenças na época da colheita nas lavouras de tabaco, no município Candelária (RS). Nesse período, foram detectados 46 casos suspeitos e 33 tiveram a confirmação da doença (ANVISA, 2010).

## 4.2 A distribuição dos principais usos do solo na paisagem

A área da MBHAL está subdividida em 36 UPF (Figura 9) que possuem a sede internamente aos seus divisores d'água. Há também algumas UPF que as suas sedes se localizam em microbacias vizinhas. A distribuição das glebas de uso na paisagem forma um verdadeiro “mosaico” que é determinado muito pelas suas restrições físicas e ambientais, tais como: as altas declividades, os topos de morros, os solos rasos e pedregosos e as vertentes de nascentes e cursos d'água.

Vários UPF possuem formato retangular desenhados por estreitas faixas normalmente inferiores a 100 m de largura e com até 1.000 m de comprimento. Este fato pode ser visualizado em várias UPF com destaque para as de número 6, 9, 10, 11, 12, 22, 23, 25, 29, 32 e 33. Por conta deste formato, a maioria destas UPF possui glebas de lavouras distantes das suas sedes. Segundo Neumann (2003) este formato dos lotes é fator que dificulta o planejamento das UPF, em especial das áreas de cultivo. Ele acarreta principalmente no aumento do tempo destinado ao deslocamento da sede até as glebas de lavoura localizadas mais distantes.

Esta notável fragmentação da paisagem é resultado, em parte, do padrão de ocupação estabelecido no início da colonização, que se intensificou, principalmente, pela subdivisão por herança e pela venda a terceiros (NEUMANN, 2003), determinando assim, a formação generalizada de minifúndios. Pode-se notar que apenas as UPF de nº 1, 8, 12, 13, 18 e 24 apresentam área com tamanho semelhante à original. Sendo que as UPF 1 e 12 possuem este tamanho em decorrência da compra de glebas lindeiras.

É evidente o grande número de nascentes e cursos d'água existentes na MBHAL, fato que determinará elevada superfície enquadrada como de preservação permanente (assunto que será apresentado e discutido no item 4.3.3). Nota-se que a maior parte das nascentes aflora nas vertentes escarpadas no terço superior dos morros. No caso de haver glebas com lavouras nas suas proximidades das nascentes e cursos d'água pode favorecer o carreamento de poluentes para o seu leito. Este fato tem comprometido a qualidade das águas pela entrada de moléculas de agrotóxicos ou fertilizantes desde o seu nascedouro (GONÇALVES, 2003). O problema é que algumas destas nascentes são utilizadas como fontes de água para uso doméstico das famílias. Apesar desta constatação negativa se observa que a maioria das nascentes está protegida com florestas nativas.

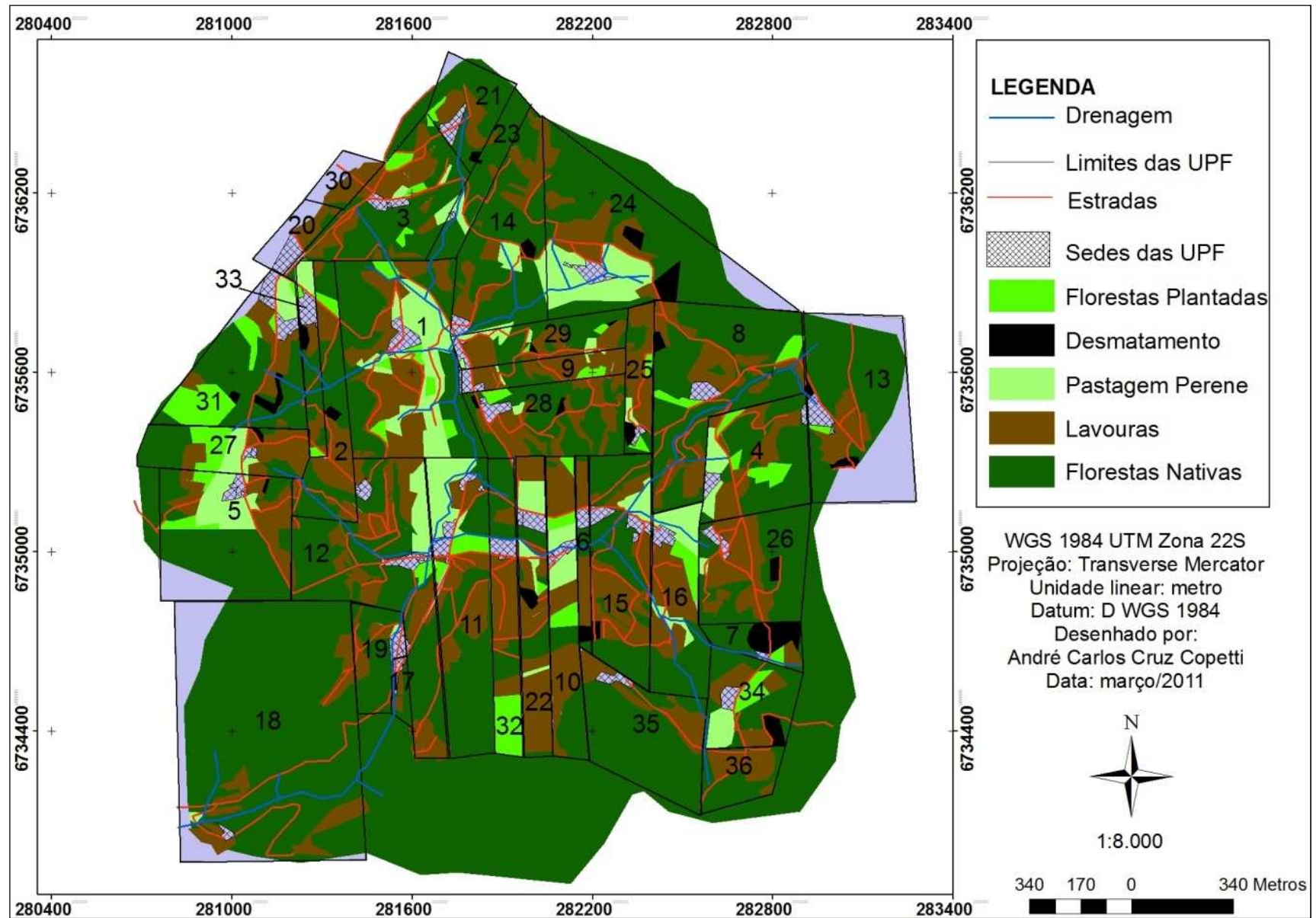


Figura 9 – Uso do solo em Unidades de Produção Familiar da Microbacia Hidrográfica do Arroio Lino, Agudo, RS, 2004.



Os cursos d'água percorrem longas pendentes e com elevada declividade, favorecendo que a água da enxurrada adquira elevada velocidade e energia de desagregação. Em alguns pontos da paisagem, o sistema de drenagem é margeado por áreas com cultivo de fumo (Figura 10.d), pastagem perene (Figura 10.a), estradas e sedes das da UPF (Figura 10.b). Características que aumenta o aporte de poluentes para os cursos d'água. Apesar destes problemas aproximadamente a metade dos cursos d'água estão protegidos por matas ciliares (Figura 10.c).

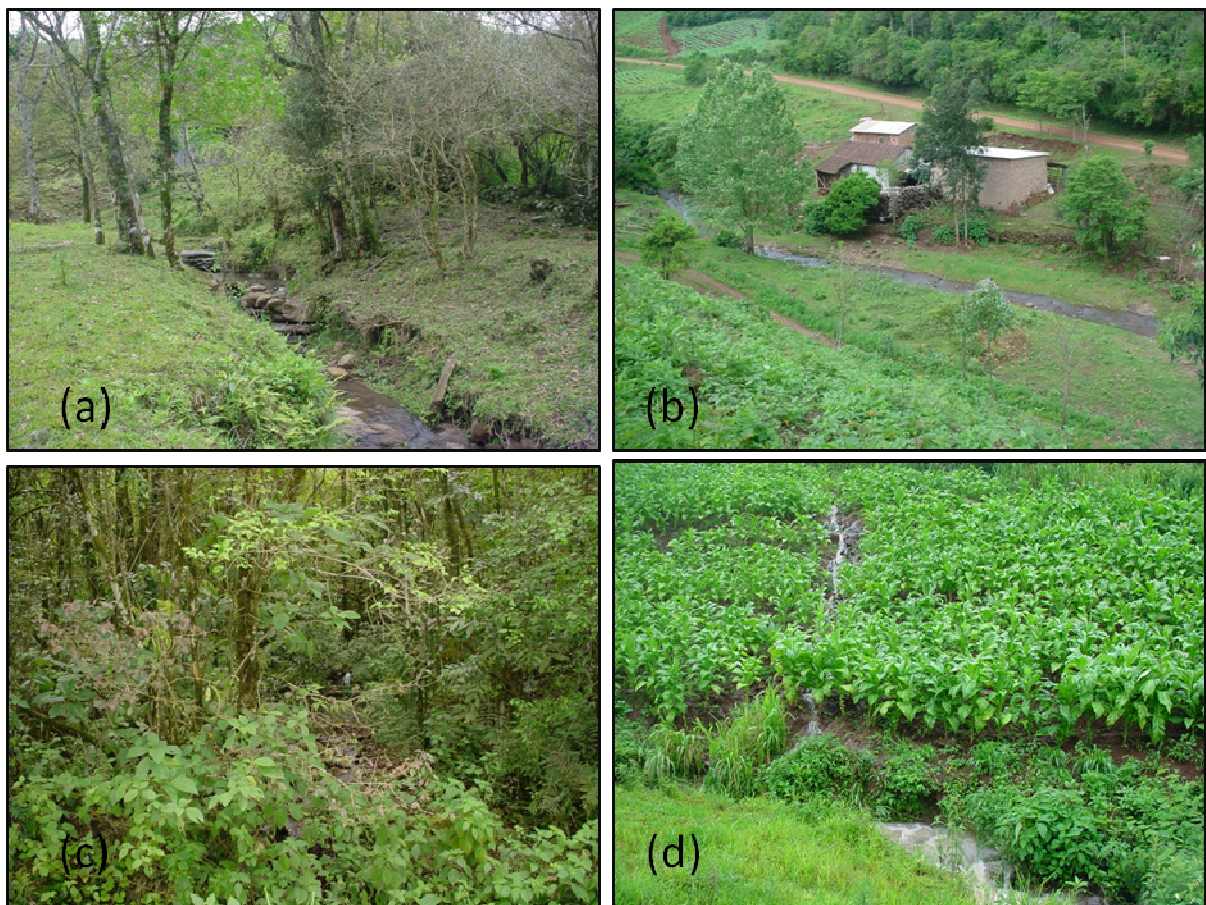


Figura 10 – Principais usos do solo nas áreas de preservação permanente de cursos d'água: (a) área de pastagem perene, (b) sede de unidade de produção familiar (c) mata nativa preservada (d) lavouras de fumo, Microbacia Hidrográfica do Arroio Lino, Agudo, RS, 2005. Fotos: Pellegrini, J. B. R. e Copetti, A. C. C.

As estradas vicinais e de lavouras formam uma extensa e imbricada rede de circulação que atinge aproximadamente 23 km e uma área equivalente a 8,0 ha (Figura 9). Há trechos da estrada principal locada no sentido a cortar as curvas de nível (UPF 1, 2, 8, 9, 25, 27, 28, 29 e

35). Existem várias estradas internas das UPF no sentido do maior declive, as quais servem para retirada do fumo das lavouras (Figura 11). E, em vários casos há inadequado posicionamento dos desaguadouros das estradas. Como as estradas são terrenos de pouca ou nenhuma infiltração de água, constituem-se verdadeiros canais que aumentam a energia cinética da enxurrada. Por essas razões, as estradas, quando mal localizadas, alteram a dinâmica hidrológica da bacia de drenagem provocando novos fluxos superficiais, tornando-se, segundo Minella (2007), em uma das mais importantes fontes de poluição difusa das águas superficiais. Deste modo, em várias UPF as estradas internas são posicionadas nas ravinas (pequenos cursos d'água temporários) as quais são ativadas durante os eventos de maiores intensidades (Figura 11.a). Em outros, a má localização destas estradas acaba formando as ravinas conforme pode ser visto na Figura 11.b.



Figura 11 – As imagens mostram estradas no interior de lavouras de fumo e posicionadas no sentido do declive: (a) no leito de ravinas e (b) formando ravinas, microbacia hidrográfica do Arroio Lino, Agudo, RS, 2005. Foto: Pellegrini, J. B. R.

Como forma de resolver este problema tem sido recomendada a realocação destas estradas (RHEINHEIMER et. al., 2004; PELLEGRINI, 2005; MINELLA et al., 2007; SEQUIANATTO, 2007). Esta medida também fez parte das metas propostas no Manual Operativo do RS-Rural (SAA, 1999) e nos trabalhos de extensão tentou-se, sem sucesso, atingi-la na prática.

As áreas de lavouras são formadas, em grande parte, por pequenas glebas, as quais são distribuídas na paisagem entremeadas por fragmentos de florestas nativas, estradas e outros usos do solo (Figura 9). Elas correspondem a aproximadamente 25% da área total da MBHAL, com área média de 3,1 ha por UPF (Tabela 2).

Tabela 2 – Distribuição das principais classes de uso do solo em Unidade de Produção Familiar da Microbacia Hidrográfica do Arroio Lino, Agudo, RS, 2004.

UPF	Área da UPF (ha)	Classes de uso do solo (ha)					
		LA	FN	FP	PP	DT	SD
1	25,9	7,5	9,9	1,4	6,3	0,0	0,7
2	9,2	4,1	4,3	0,3	0,0	0,2	0,3
3	13,9	3,4	9,0	0,9	0,3	0,0	0,5
4	12,5	3,1	6,7	1,2	1,1	0,0	0,3
5	18,9	3,5	11,9	0,6	2,5	0,1	0,5
6	2,7	1,6	0,6	0,0	0,0	0,2	0,3
7	3,7	0,4	1,5	0,2	0,0	1,5	0,1
8	22,5	5,3	15,7	0,9	0,0	0,2	0,5
9	4,8	3,3	0,6	0,3	0,2	0,0	0,5
10	10,4	4,7	2,5	1,2	1,5	0,0	0,4
11	17,8	5,5	6,1	1,2	4,1	0,0	0,8
12	24,1	4,9	18,5	0,1	0,3	0,0	0,5
13	21,8	2,3	18,2	0,1	0,0	0,4	0,8
14	16,2	1,6	13,4	0,0	0,6	0,3	0,3
15	15,0	5,2	7,9	0,0	1,0	0,2	0,8
16	10,9	4,0	3,6	0,8	2,2	0,0	0,4
17	1,2	0,3	0,4	0,0	0,0	0,0	0,5
18	33,6	3,7	29,6	0,0	0,1	0,0	0,1
19	5,3	1,5	3,4	0,0	0,1	0,0	0,4
20	6,3	1,6	3,9	0,2	0,0	0,1	0,5
21	3,4	0,8	1,8	0,0	0,0	0,0	0,8
22	10,0	5,6	1,8	0,1	1,6	0,3	0,6
23	4,8	0,6	3,5	0,0	0,7	0,0	0,0
24	26,5	5,5	13,9	0,0	5,3	1,1	0,6
25	4,7	2,7	1,0	0,4	0,2	0,2	0,1
26	13,0	4,8	7,4	0,0	0,2	0,3	0,4
27	8,5	3,2	2,0	1,6	1,4	0,1	0,2
28	12,4	4,3	7,1	0,3	0,1	0,2	0,5
29	7,0	2,3	2,5	0,1	1,6	0,1	0,4
30	2,6	1,6	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
31	16,2	2,3	8,7	3,2	0,9	0,6	0,6
32	9,4	3,7	3,3	1,9	0,0	0,0	0,6
33	3,9	0,8	1,4	0,3	0,6	0,2	0,6
34	8,7	1,8	4,1	0,9	1,0	0,5	0,4
35	13,9	2,5	11,1	0,0	0,0	0,0	0,3
36	4,8	2,0	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0
Outras UPF**	54,4	0,0	54,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Área (ha)	480,7	122,0	278,9	22,6	35,7	6,7	14,7
Área (%)	100,0	25,0	58,1	4,8	7,4	1,4	3,1
Média por UPF	11,8	3,1	6,7	0,5	0,9	0,2	0,4

\*\*Unidades de Produção Familiar pertencente a outras microbacias hidrográficas; LA: Lavouras; FN: Florestas Nativas; FP: Florestas Plantadas; PP: Pastagem perene; DT: Desmatamento; SD: Sede da UPF.

O tamanho das áreas com lavoura de culturas anuais varia de menos de um a mais de 7,0 ha por UPF (Figura 12a), sendo que, cinco delas (14%) possuem menos de um ha e apenas uma (3%) possui mais de seis hectares. Porém, 20 das 36 UPF (55%) apresentam área entre dois e cinco hectares. Devido ao tamanho reduzido de algumas UPF e de sua localização na paisagem, em vários casos, as lavouras estão localizadas sobre solos que não apresentam aptidão para uso agrícola. Além do mais, em muitas UPF uma parte delas está localizada sobre áreas de preservação permanente de cursos d'água e nascentes.

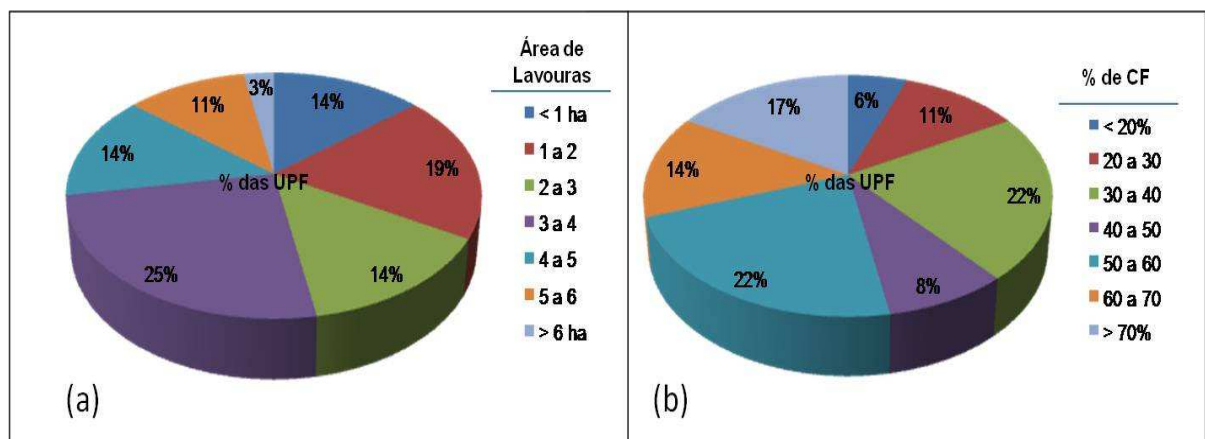


Figura 12 - Distribuição das Unidades de Produção Familiar de acordo com (a) a área ocupada com lavouras e (b) o percentual de cobertura florestal, Microbacia Hidrográfica do Arroio Lino, Agudo, Rio Grande do Sul, 2006.

CF: Cobertura florestal com florestas nativas; UPF: Unidade de produção familiar.

Com relação à cobertura florestal há um predomínio de florestas nativas em relação às demais condições de uso do solo (Figura 9 e Tabela 2). O índice de 58% de cobertura florestal com florestais nativas é o triplo dos 17,5% registrados no Estado (Rio Grande do Sul, 2002). Porém, dependendo da UPF a participação das florestas nativas pode variar de 12% (UPF 9) a 88% (UPF 18) da sua área total. Pela Figura 12.b pode-se perceber que apenas duas UPF (6%) possuem área inferior aos 20% exigidos pela legislação ambiental como área de Reserva Legal (BRASIL, 1965).

De maneira geral, as glebas de florestas nativas predominam nas áreas que apresentam maiores dificuldades para o estabelecimento de lavouras, ou seja, onde os índices de declividade e de pedregosidade são maiores. Por essas razões, localizam-se comumente no topo dos morros, nas linhas escarpadas e ao longo das vertentes (Figura 9). No entanto, em alguns casos, verifica-se a sua inexistência à beira do sistema de drenagem, o que possibilita a entrada direta de poluentes via escoamento superficial. As florestas nativas são formadas por



florestas secundárias em diferentes estágios de sucessão ecológica e por pequenos remanescentes de florestas primárias (Figura 13a). O fato existir poucos fragmentos de floresta primária nestes locais é indício de uma prática comum que ocorria no passado em que, por necessidade ou por desconhecimento, se desmatava toda a área da UPF. Mais recentemente, a partir dos anos 1980, os agricultores, face às restrições da legislação ambiental, acabam abandonando as áreas mais distantes utilizadas anteriormente na prática de pousio, as quais acabam sendo tomadas pela regeneração natural das florestas. Segundo Neumann (2003), essa estratégia é viabilizada pela especialização no cultivo do fumo, que permite a alta rentabilidade por superfície de área e pelo uso intensivo de adubos e herbicidas, que permitem o cultivo sucessivo do fumo nas mesmas áreas.

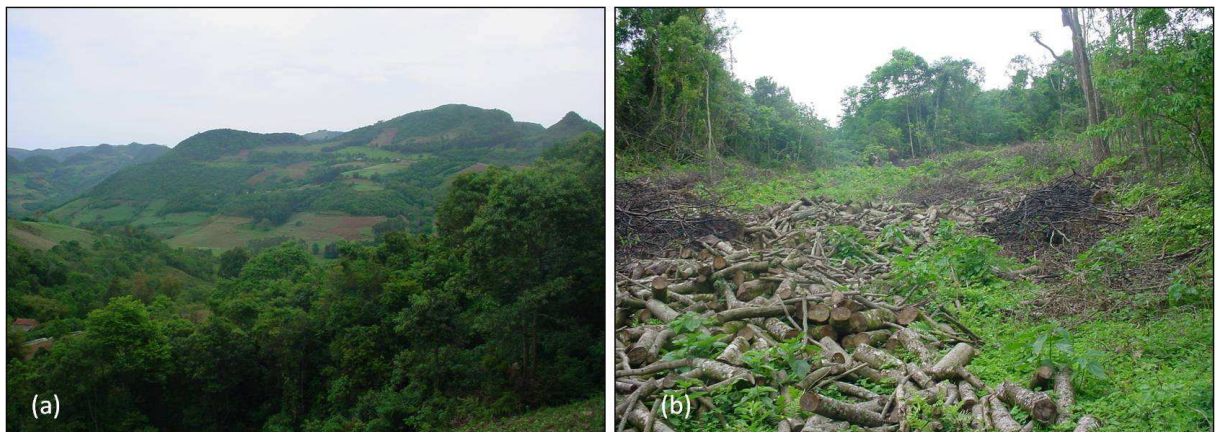


Figura 13 – Floresta nativa secundária em estágio médio de regeneração (a) e área de floresta de mesmo estágio que foi desmatada mostrando os troncos das árvores cortados em tamanho adequado para serem queimados nas estufas de secagem do fumo (b), Microbacia Hidrográfica do Arroio Lino, Agudo, RS, 2005. Foto: Copetti, A. C. C.

A necessidade de ampliação das áreas de cultivo de fumo e o aumento da demanda por lenha resultam em desmatamentos que podem ser visualizados na Figuras 9. Essa dinâmica é condicionada, em parte, pelas estratégias das empresas fumageiras que, ao ampliarem os seus mercados, pelo aumento da demanda mundial de fumo, incorporam mais produtores ou incentivam o aumento da área dos que estão produzindo (DIESEL et al., 2000). Por conta dessas mudanças, no ano de 2003, 6,7 ha de florestas nativas foram desmatados e transformados em lavouras de fumo (Tabela 2).

Embora a cobertura florestal da MBHAL seja muito superior aos 17,5% observados no Estado (RIO GRANDE DO SUL, 2002) registrou-se nos anos monitorados uma diminuição de 17,2 ha de florestas nativas o equivalente a 4% da área total da MBHAL (Figura 17).

Praticamente toda esta área foi convertida em lavouras de fumo. Enquanto isso, o incremento da área reflorestada foi inferior a 0,5%, oscilando numa média de 4% da sua área total.

Estas glebas com reflorestamento, compostas, basicamente por Eucalipto, representam em média 4% da área da MBHAL, com uma área de 18,3 ha. Contudo, a média de 0,5 ha não mostra que das 36 UPF, 23 não possuem áreas com reflorestamento (Tabela 2). Mesmo aquelas que possuem áreas de reflorestamento a demanda por lenha para a secagem de fumo não é atendida. Dessa forma, estes agricultores ou compram a lenha de fora da microbacia ou a retiram das áreas de floresta nativa, fato que pode ser visualizado na Figura 13b.

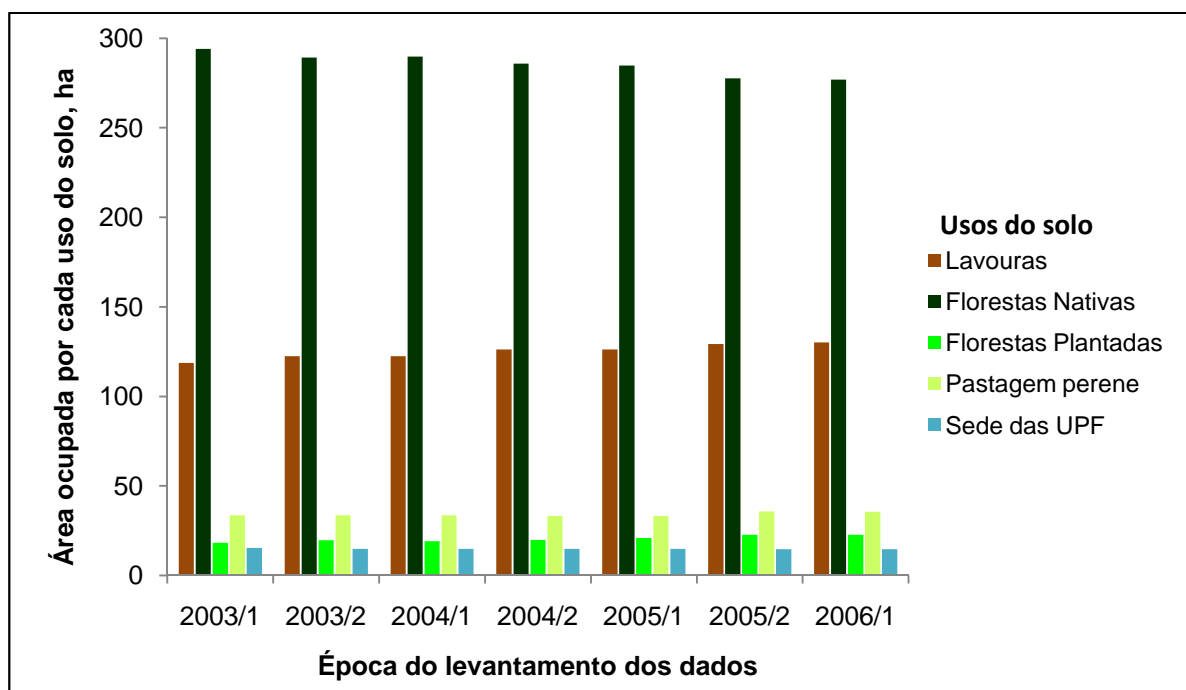


Figura 17 – Evolução do uso dos solos do ano de 2003 a 2006 na Microbacia Hidrográfica do Arroio Lino, Agudo, Rio Grande do Sul. Fonte: Adaptado de Reichert (2006)

Estes resultados apontam para uma prática recorrente do desmatamento, determinada pela necessidade de ampliação da área de produção de fumo, que é impulsionada pelos incentivos das empresas fumageiras. Estes dados confirmam a suposição de que os agricultores ainda mantêm a prática de uma agricultura itinerante ou migratória, também observada por Neumann (2003). O que tem acontecido é que os agricultores estão desmatando áreas que foram deixadas em pousio por vários anos e abandonando outras glebas para recuperação, conforme pode ser visto no Anexo 1.

Deve-se considerar, também, que o desmatamento das florestas está relacionado à retirada de lenha para a secagem do fumo como meio para reduzir os custos de produção. No

entanto, independente das razões que tem favorecido esta prática, o fato é que, estas áreas de florestas estão sendo desmatadas à revelia da legislação ambiental. Em várias situações os desmatamentos têm ocorrido sobre floresta nativa secundária em estágio médio e avançado de regeneração, o que é proibido pela legislação vigente (BRASIL, 2006a).

A maior parte dos desmatamentos ocorre em pequenas glebas de até 0,5 ha (Tabela 2 e Figura 9). Porém, em duas situações verificadas nas UPF 7 e 24 a área desmatada é maior, atingindo 1,5 e 1,1 ha, respectivamente. No caso da UPF 7 a sua área é de 3,7 ha sendo que destes apenas 0,4 ha com áreas de lavoura consolidadas. Vale adiantar o assunto e considerar que 73% da área desta UPF estão localizados sobre APP e com solos considerados inaptos para uso agrícola. No caso da UPF 24, o que se observa é que 53% de sua superfície estão cobertos por florestas nativas e 81% enquadram-se como APP.

Em casos como este, o desmatamento tem ocorrido por necessidade e estratégia de reprodução socioeconômica das famílias frente ao sistema de produção de fumo que os domina. Diante desta situação e considerando a precariedade da assistência técnica que estes agricultores têm recebido pode-se questionar: Que alternativa teria um agricultor familiar assentado sobre uma unidade de produção de 3,7 ha que possui apenas 0,4 ha de lavoura, senão apelar para o desmatamento da floresta? Que alternativa técnica teria ele que não o cultivo de fumo em solos inaptos para uso agrícola? Além disto, qual seria a saída futura ao considerar que terá que dividir seu minifúndio entre seus três filhos?

O que poderá, e de certa forma está ocorrendo, é que esta família terá dois caminhos: vender a área para famílias mais capitalizadas ou comprar de outras em situação similar. O fato é que diante desta situação dominada pelo cultivo de fumo, em que as empresas controlam para que os agricultores não tenham muito lucro, dificilmente conseguirão acumular recursos suficientes para ampliar sua área de terra. Uma saída para ampliar a área talvez seja recorrer ao Crédito Fundiário ou às frentes de massa do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra. Caso a opção seja a primeira, restará a estas famílias abandonar a agricultura e partir para uma nova vida nas cidades.

Com a mudança no Código Florestal Brasileiro em que é possível adquirir áreas fora da unidade de produção para compensar a área de reserva legal, desde que no mesmo bioma ou bacia hidrográfica, vai ocorrer uma maior procura por estas áreas, valorizando-as monetariamente. Com isto, será mais fácil e possível ocorrer de que os agricultores, em situações semelhantes à apresentada anteriormente, vendam suas terras do que venham a comprar mais áreas.

As áreas de pastagem perene estão localizadas próximas às instalações e aos cursos d'água, ou em posições da paisagem com maior declividade e com solos mais pedregosos (Figura 9). Elas são compostas, predominantemente, pela grama forquilha (*Paspalum notatum*), abrangendo uma área de 33,6 ha o equivalente a 8% da área total (Tabela 2). Em algumas propriedades elas são cercadas, formando os chamados “potreiros”, caracterizando-se como locais de acúmulo de resíduos orgânicos, se constituindo em uma das fontes de poluição difusa de nitrato, fósforo e coliformes fecais.

As sedes das UPF estão localizadas, na sua maioria, próximas às nascentes e ao longo dos cursos d'água e se constituem como atividades consolidadas (Figuras 9 e 14). Esta proximidade à disponibilidade de água é fundamental para a sobrevivência destas famílias, porém, aumenta os riscos de poluição, principalmente, com resíduos orgânicos. Em determinados casos os dejetos de animais e o esgoto doméstico são jogados na superfície do solo sem receber nenhum tipo de tratamento. Esses acabam sendo as principais fontes de poluição pontual de nitrato, fósforo e coliformes para os cursos d'água (GONÇALVES et. al, 2005; PELLEGRINI et al., 2005).



Figura 14 – Vista da localização de várias sedes das unidades de produção familiar às margens do Arroio Lino, 2004. Foto: Copetti, A. C. C.

Nas áreas das sedes das UPF estão incluídas as instalações (casa, estufa, galpão, galinheiro, chiqueiro, estábulo, etc.), pequenos potreiros, horta, pomar e pequenas lavouras de subsistência (mandioca, batata, amendoim, cana-de-açúcar, etc.), entre outros, conforme pode



ser visto na Figura 15. Neste caso, embora exista cobertura florestal ao longo do curso d'água ela não é suficiente para cumprir com os 30 m exigidos pelo Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 1965). Uma parte das instalações está localizada dentro da faixa de APP (n° 3), fato que pode ser observado em mais da metade das UPF da MBHAL. A fonte d'água é do tipo drenada e está protegida por florestas nativas (n° 12). A associação da proteção da vegetação florestal com a proteção física das fontes tem garantido melhorias na qualidade de água para a família (GONÇALVES, 2003; MAIER, 2007). Esta fonte e outras oito foram construídas durante o período de monitoramento ambiental das ações do programa RS-Rural.



Figura 15 – Vista da sede e parte da unidade de produção familiar n° 1, da microbacia hidrográfica do Arroio Lino, Agudo, RS, 2004. Destaque para as instalações, recursos hídricos e principais usos do solo: 1) residência; 2) estábulo 3) estufa de secagem de fumo; 4) galpões; 5) pastagem perene; 6) culturas para auto-consumo; 7) horta; 8) pomar; 9) bosques de eucalipto; 10) lavouras de fumo; 11) florestas nativas; 12) fonte d'água; 13) cordões vegetados; 14) curso d'água. Foto: Copetti, A. C. C.

Neste caso observa-se que as áreas com maior declividade estão protegidas por florestas secundárias em diferentes estágios de regeneração (n° 11). As áreas de lavouras somam 7,5 ha, o que corresponde a 28% da área da UPF (Tabela 2), e estão localizadas sobre solos de melhor aptidão agrícola. Nos casos em que há declividade que favoreça a erosão foram implantados cordões vegetados com cana-de-açúcar (n° 13). As áreas de pastagem

perene representam aproximadamente 25% da área da unidade de produção, sendo que boa parte está localizada sobre solos de aptidão agrícola para lavouras (nº 5). Por isto, elas podem ser consideradas subutilizadas.

Contudo, o caso ilustrado na Figura 15 não corresponde à realidade da maioria das UPF. Isto porque, por abranger uma área (26 ha) e por sua localização em uma paisagem mais plana e homogênea, possibilita que o agricultor possa planejar mais adequadamente a distribuição dos usos do solo. Além disto, ainda há possibilidades para que sejam realocadas áreas consideradas subutilizadas, como as de pastagem perene. Em outras UPF, como as de número 3, 7, 9, 21, 25 e 29, a área muito pequena (Tabela 2) e a sua localização em porções mais íngremes da paisagem (Figura 9) dificultam o planejamento agroambiental, condicionando que o agricultor tenha que usar com cultivos anuais solos não aptos para este fim ou localizados em áreas de preservação permanente.

Contudo, há outros casos em que a área das UPF não seja tão pequena como a da UPF nº 7 as áreas de lavouras se estendem por faixas contínuas passando por encostas de alta declividade e de áreas de preservação permanente, conforme pode ser visualizado no eixo entre as UPF 11 e 16 e também, na de nº 25, identificadas na imagem apresentada na Figura 16. A continuidade destas áreas de cultivo de uma UPF à outra representa a área com uso mais intensivo deste agroecossistema. A dificuldade de associar práticas integradas de manejo dos solos favorece a ação dos processos erosivos ao longo das suas divisas. Isto porque cada agricultor planeja estas áreas de cultivo de acordo com a organização de sua UPF e assim, o escoamento superficial é canalizado pelas estradas ou em canais nos limites das UPF.

Vale considerar que nas UPF 10 e 32 foram desenvolvidas as principais experiências de manejo dos solos na MBHAL com a implantação de cultura de cobertura do solo e de cordões vegetados com bananeiras e cana-de-açúcar. No entanto, embora sejam iniciativas muito interessantes não foram seguidas pelos demais agricultores. Deste modo, o uso intensivo do solo e os cultivos de fumo nestas UPF tornam estes locais da paisagem os mais críticos para a poluição das águas, e por conta disto, carecem de ações urgentes no sentido de mitigar estes conflitos entre a produção e preservação ambiental.

Da mesma forma, há vários locais da paisagem em que as matas ciliares foram removidas de nascentes e cursos d'água para dar lugar às culturas anuais ou pastagem perene (UPF - 1, 8, 11, 12, 15, 16, 24, 25), constituindo-se também, em pontos críticos que merecem maior atenção no planejamento de uso dos solos (Figura 16).



Figura 16 – Vista parcial da paisagem da microbacia hidrográfica do Arroio Lino, Agudo, RS, 2004, mostrando a distribuição das glebas de lavouras em longas pendentes com declividade acentuada e em áreas de preservação permanente de cursos d’água. Foto: Copetti, A. C. C.

Mesmo reconhecendo que há uma forte pressão promovida pelo agroecossistema de fumo sobre locais mais sensíveis como aquelas determinadas pelas áreas de preservação permanente, evidencia-se que ela não é generalizada. Assim, em determinadas posições da paisagem a ação antrópica, mesmo existente, é menos intensa, pois as áreas e as percentagens de lavouras são menores e, principalmente, pela distância e disposição destas em relação ao sistema de drenagem (UPF - 3, 4, 14, 21, 28, 34) (Figura 9). Essas áreas de cultivo, embora estejam posicionadas em locais declivosos, encontram-se espalhadas e entremeadas por faixas de vegetação permanente (florestas, reflorestamento e pastagem perene). Uma situação positiva se refere à cobertura florestal a qual se estende por praticamente todo o terço superior dos morros e montanhas, bem como pela linha de cumeada que os interliga. Estes locais correspondem, pelo código florestal atual, em áreas de preservação permanente (BRASIL, 1965). Assim, em vários locais da MBHAL, estes espaços considerados ecologicamente frágeis da paisagem estão cobertos por capoeiras (floresta em estágio inicial de regeneração) ou capoeirões (floresta em estágio médio de regeneração), conforme pode ser visto pelo

cinturão de cobertura florestal localizado na meia encosta e no terço superior da montanha (Figura 16).

O cruzamento dos planos de informação dos usos atuais dos solos, da legislação ambiental (Código Florestal Brasileiro) e do sistema de classificação da aptidão agrícola das terras revela os pontos da paisagem em que há os principais conflitos agroambientais. Estas informações são importantes para o planejamento paisagístico e ambiental de microbacias hidrográficas como a do Arroio Lino. Contudo, quando a análise for em escala de unidade de produção a aplicação destes instrumentos mostrará as particularidades existentes que é demarcada pelos limites estabelecidos pela propriedade privada do imóvel. Deste modo, é necessário analisar as particularidades de cada UPF e como estas se integram a paisagem da microbacia hidrográfica.

Assim, o levantamento realizado em cada unidade de produção familiar com a visão da microbacia hidrográfica pode mostrar quais os locais da paisagem que precisam de maior atenção por parte da assistência técnica, tanto governamental, quanto não governamental. Deste modo, frente à limitada disponibilidade de recursos humanos de muitos escritórios locais da EMATER pode-se direcionar o trabalho para os pontos em que há maiores conflitos agroambientais.

### **4.3 Conflitos de uso do solo na escala da microbacia hidrográfica**

#### **4.3.1 Uso do solo e aptidão agrícola das terras na MBHAL**

Os solos da microbacia hidrográfica do Arroio Lino são enquadrados quanto à aptidão agrícola das terras em seis classes segundo estudo de Dalmolin, et al. (2004): 2a(b) - solos pertencentes à classe de aptidão regular para lavouras ao nível de manejo (A), restrita ao nível de manejo (B) e inapta ao nível de manejo (C); 3(a) - solos pertencentes à classe de aptidão restrita para lavouras ao nível de manejo A e inapta aos níveis de manejo B e C; 3(c) - solos pertencentes à classe de aptidão restrita para lavouras ao nível de manejo C e inapta aos níveis de manejo A e B; 4(p) - solos inaptos para lavouras, mas pertencentes à classe restrita para pastagens plantadas; 5Ns - solos inaptos para lavoura e pastagens plantadas, porém bons para pastagens naturais e regulares para silvicultura; 5(s) - solos inaptos para lavoura, pastagem plantada e natural, mas pertencentes a classe restrita para silvicultura (Tabela 3).



Tabela 3 - Áreas dos planos de informação de aptidão agrícola das terras, uso atual dos solos e das áreas de preservação permanente, com resultados dos cruzamentos entre esses planos de informações na Microbacia Hidrográfica do Arroio Lino, Agudo, RS, 2003/04.

<b>Planos de informações</b>		<b>Área</b>	
<b>Aptidão agrícola das terras</b>		<b>ha</b>	<b>%</b>
2a(b)		67,9	14,1
3(a)		35,5	7,4
3(c)		1,9	0,4
4(p)		104,8	21,8
5Ns		54,5	11,3
5(s)		216,2	45
<b>Aptidão agrícola x uso dos solos</b>		<b>ha</b>	<b>%</b>
Uso adequado dos solos		60,7	12,6
Uso inadequado dos solos		109	22,7
Sub-utilização dos solos		308	64,2
<b>Áreas de preservação permanentes</b>		<b>ha</b>	<b>%</b>
Matas ciliares		54,5	11,3
Nascentes		13,2	2,7
Topos de morros		145,3	30,2
Declividade > 100 %		3,2	0,7
Áreas não enquadradas como APP		264,3	55
<b>Aptidão agrícola x APP</b>		<b>ha</b>	<b>%</b>
Uso adequado dos solos conforme aptidão		170	35,4
Uso inadequado dos solos conforme aptidão		46,4	9,6
Áreas não enquadradas como APP		264,3	55
<b>Uso dos solos x APP</b>		<b>ha</b>	<b>%</b>
Lavouras		35	7,3
Floresta nativas		141,1	29,4
Florestas plantadas		12,4	2,6
Pastagem perene		18,1	3,8
Desmatamento		4,1	0,9
Sede das UPF		5,1	1,1
Áreas não enquadradas como APP		264,3	55

Os solos considerados aptos para o uso agrícola, nos três níveis de manejo A, B e C, somam uma área de 105,6 ha, o que corresponde a 21,9% da área total da MBHAL (Tabela 3). Porém, considerando que o manejo do solo predominante nas UPF preconiza o revolvimento do solo para o cultivo do fumo (REICHERT et al., 2006), apenas a classe 2a(b) teria aptidão regular para uso agrícola, a qual abrange uma área de 67,9 ha. Deste modo, em 85,9% da superfície total da MBHAL predomina solos com alguma restrição para uso com atividades agrosilvipastoris. As classes que mais contribuem para esta cifra são a 4(p) e 5(s), que somam 104,8 e 216,2 ha, respectivamente.

Dos solos considerados inaptos para uso agrícola, 52,4% estão cobertos por florestas nativas (Tabela 4), o que é positivo do ponto de vista da sustentabilidade ambiental. No entanto, as áreas de desmatamento ocorrem essencialmente sobre estes solos menos aptos. Até porque, dos solos com aptidão para agricultura, apenas 27 ha estão cobertos com florestas nativas. Assim, nos casos em que o agricultor se vê obrigado a praticar o desmatamento das florestas nativas ele é feito sobre solos ecologicamente mais frágeis por serem rasos, declivosos e/ou próximos de nascentes e cursos d'água.

Tabela 4 – Uso do solo em cada classe de aptidão agrícola das terras na Microbacia Hidrográfica do Arroio Lino, Agudo, RS, 2003/04.

Classes de AAT	Área	LA		CF		RF		PP		DT		SE	
	ha	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
2a(b)	67,9	23,6	4,9	22	4,6	5,8	1,2	12,2	2,5	0	0	4,3	0,9
3(a)	35,5	23,7	4,9	5,3	1,1	1,7	0,3	3,7	0,8	0	0	0,9	0,2
3(c)	1,9	0	0	0,2	0	1,7	0,4	0	0	0	0	0	0
4(p)	104,8	42	8,8	50,7	10,6	4,3	0,9	4	0,8	1,9	0,4	3,5	0,7
5Ns	54,5	29,8	6,2	7,2	1,5	6,3	1,3	8,3	1,7	2,8	0,6	2,9	0,6
5(s)	216,2	8,6	1,7	193,6	40,3	3,1	0,7	7,4	1,6	2	0,4	3	0,7
<b>Total</b>	<b>480,7</b>	<b>122</b>	<b>25</b>	<b>279</b>	<b>58,1</b>	<b>22,9</b>	<b>4,8</b>	<b>35,6</b>	<b>7,4</b>	<b>6,7</b>	<b>1,4</b>	<b>14,6</b>	<b>3,1</b>

LA: Lavouras; FN: Florestas Nativas; FP: Florestas Plantadas; PP: Pastagem perene; DT: Desmatamento; SD: Sedes da UPF; 2a(b): terras pertencentes à classe de aptidão regular para lavouras ao nível de manejo A, restrita ao nível de manejo B e inapta ao nível de manejo C; 3(a): terras pertencentes à classe de aptidão restrita para lavouras ao nível de manejo A e inapta aos níveis de manejo B e C; 3(c): terras pertencentes à classe de aptidão restrita para lavouras ao nível de manejo C e inapta aos níveis de manejo A e B; 4(p): terras inaptas para lavouras, mas pertencentes à classe restrita para pastagens plantadas; 5Ns: Terras inaptas para lavoura e pastagens plantadas, porém boas para pastagens naturais e regular para silvicultura; 5(s): Terras inaptas para lavoura, pastagem plantada e natural, mas pertencentes a classe restrita para silvicultura.

Quanto à adequação do uso do solo conforme preconizado pela avaliação de aptidão agrícola das terras observa-se que apenas 12,6% estão sendo usados adequadamente (Tabela 3). Em torno de 23% dos solos estariam sendo usados de forma inadequada, principalmente pelo estabelecimento de lavouras de culturas anuais (16,7%) em locais da paisagem que deveriam ser destinadas para pastagem natural ou silvicultura (Tabela 4).

Já os solos considerados subutilizados com alguma das classes de aptidão somam uma área de 308 ha, 64,4% da área total da MBHAL (Tabela 3). Desta área, 279 ha (58,1%) estão cobertos por florestas nativas (Tabela 4). Contudo, esta área não poderá ser readequada integralmente para uso com lavouras, por três razões: primeiro por que apenas 57,8 ha (12%) são aptos para este fim; segundo, pelo fato de que deste valor 27,5 ha estão cobertos por

florestas nativas, as quais de acordo com o estabelecido na Lei da Mata Atlântica (BRASIL, 2006a) não podem ser desmatadas; e terceiro, porque dos 30,3 ha restantes, ocupados principalmente, com pastagem perene e florestas plantadas, uma parte está localizada em APP, não sendo passíveis de uso pelos efeitos do Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 1965).

Este ponto não é considerado pelo sistema de classificação de aptidão agrícola das terras proposto por Ramalho Filho e Beek (1995). Segundo Schneider et al. (2007), este é um dos principais limitantes deste sistema e que resultarão em conflitos de uso do solo nas APP. Esse problema é resultado principalmente da extensão de áreas com aptidão agrícola para lavouras e pastagens plantadas sobre estes ambientes que deveriam ser destinados a preservação ambiental. Para evitar estes problemas, os autores propõem que nos levantamentos seja incluída uma nova classe que é de preservação ambiental, fato que já tinha sido constatado por Pedron et al. (2004).

#### 4.3.2 Uso do solo nas áreas de preservação permanente da MBHAL

As características da paisagem da MBHAL, especialmente o relevo montanhoso e a vasta rede de drenagem superficial, determinam que 45% (216,2 ha) de sua superfície seja enquadrada como área de preservação permanente (Figura 18 e Tabela 5) segundo o estabelecido no Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 1965). Este percentual é superior ao observado em outros estudos realizados noutras regiões do estado do RS. Pedron et al. (2004), em levantamento de ecossistemas de transição localizados entre a planície da Depressão Central e o Rebordo as Serra Geral, constataram que 14,8% da superfície encontra-se ocupada com APP. Em diagnóstico ambiental de microbacias hidrográficas da região noroeste do RS, onde ocorre a transição entre áreas de campo do Planalto e de florestas do vale do rio Uruguai, Tonial et al. (2005), verificaram que aproximadamente 11% da superfície enquadra-se como APP. Caponi (2011) em trabalho realizado em um Assentamento de Reforma Agrária localizado no Planalto Central, sobre ecossistema original de campos naturais, observou em média 22% da área enquadrada como APP. A autora destaca que este valor aumentou com a construção de reservatórios artificiais, os chamados açudes, nos quais a legislação prevê uma faixa marginal de 15 metros como APP (BRASIL, 2002a).

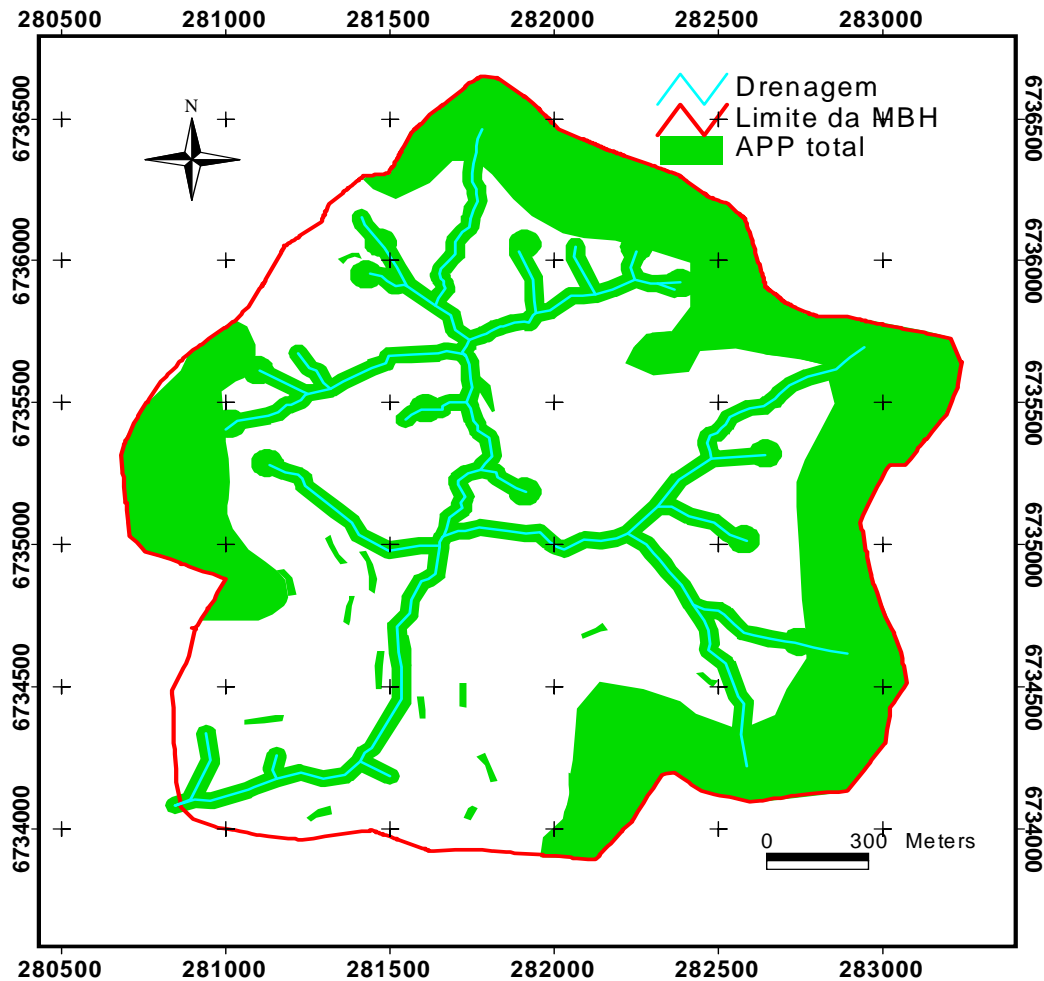


Figura 18 – Mapa das áreas de preservação permanente na microbacia hidrográfica do Arroio Lino, Agudo, RS.

Neste estudo, as APP identificadas e mapeadas foram as de topo de morro, cursos d'água, nascentes e encostas com inclinação superior a  $45^\circ$  (Tabela 5). A APP mais representativa é aquela localizada no terço superior dos topos de morros e montanhas com 145,3 ha, o equivalente a 67% das APPs ou 30,2% da MBHAL. As APPs de cursos d'água e nascentes ocupam uma área de 54,5 e 13,2 ha, o que corresponde a 25,2 e 6,1% das APPs e 11,3 e 2,7% da área total, respectivamente. A APP de encosta com declividade superior a  $45^\circ$  ou 100%, abrange uma superfície menos expressiva de 2,3 ha, 0,7% da área da MBHAL.

Normalmente se tem dado mais atenção às APP de cursos d'água e nascentes pela relação direta que assumem com os recursos hídricos quando forem alteradas quanto à vegetação natural, neste caso de florestas ciliares ou matas ciliares. No entanto, para a realidade da MBHAL é preciso direcionar os olhares também para as APP de topo de morro, visto que representam dois terços destes ambientes especialmente protegidos e por serem



nestes pontos que estão ocorrendo as maiores alterações no uso do solo. Além do mais, a grande parte das glebas de lavouras está posicionada nestas porções da paisagem. Muito embora, deva-se considerar que grande parte da cobertura florestal da MBHAL esteja localizada nestas APP de topo de morro.

Quanto ao uso do solo nas APPs observa-se que 34,7% dos 216,4 ha têm recebido alguma intervenção antrópica, especialmente com lavouras (35,1 ha) e pastagem perene (18,1 ha). Em todas as classes de APP são observados usos alternativos, especialmente com lavouras. Em relação a estas, nota-se que a maior área está localizada na APP de topo de morro (25,4 ha), seguida daquelas em cursos d'água (6,5 ha) e nascentes (2,7 ha). Porém, em valores relativos percebe-se que as lavouras são mais representativas nas nascentes com 20,5% da APP, contra 11,9% nas de cursos d'água. Nas outras APP este percentual fica em torno de 18%.

Tabela 5 – Distribuição das Áreas de Preservação Permanente (APP) com seus respectivos usos do solo na Microbacia Hidrográfica do Arroio Lino, Agudo, RS, 2003/04.

Classe de APP	Área das classes de APP	Uso do solo em cada classe de APP					
		LA	FN	FP	PP	DT	SD
		ha (% da APP)					
Topo de morro	145,3 (67,3)	25,4 (11,7)	100,5 (46,3)	10,8 (5,0)	4,1 (1,9)	3,6 (1,7)	1,5 (0,5)
Cursos d'água	54,5 (25,2)	6,5 (3,0)	31,1 (14,4)	1,4 (0,6)	11,5 (5,3)	0,3 (0,1)	3,3 (1,8)
Nascentes	13,2 (6,1)	2,7 (1,2)	7,4 (3,4)	0,3 (0,1)	2,5 (1,2)	0,2 (0,1)	0,2 (0,1)
Inclinações > 45°	3,2 (1,5)	0,6 (0,3)	2,4 (1,1)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,1 (0,0)	0,2 (0,0)
<b>Total</b>	<b>216,2 (100)</b>	<b>35,1 (16,2)</b>	<b>141,1 (65,3)</b>	<b>12,5 (5,8)</b>	<b>18,1 (8,4)</b>	<b>4,1 (1,9)</b>	<b>5,2 (2,4)</b>

LA: Lavouras; FN: Florestas Nativas; FP: Florestas Plantadas; PP: Pastagem perene; DT: Desmatamento; SD: Sedes da UPF; \*Em relação à área total de APP; \*\*Em relação à área total da MBHAL.

Nas APP de cursos d'água o uso alternativo mais expressivo é com pastagem perene, as quais são destinadas para pastoreio com gado bovino (Tabela 5). Nestas APPs é onde estão localizadas 73,5% das sedes das UPF. Os desmatamentos ocorrem predominantemente nas APP de topo de morro, não sendo observados nas encostas superiores a 45°. Praticamente todas as glebas desmatadas são destinadas para lavouras, especialmente de fumo (Anexo 2). Além destes usos deve-se considerar que há uma extensa rede de estradas tanto das principais quanto das localizadas no interior das UPF. Estas situações apontam uso conflitivo com o estabelecido na legislação ambiental.

Por outro lado, verifica-se que 65,3% das APP (141,1 ha) encontram-se protegida por florestas nativas, com destaque para as de topo de morro com 46,3% (100,5 ha) e cursos d'água com 14,4% (31,1 ha). Assim, uma visão geral desta microbacia hidrográfica evidencia que, mesmo havendo alterações significativas da paisagem pela remoção do ecossistema de florestas, grande parte dos locais mais sensíveis destes ecossistemas se mantêm preservados. Diante desta realidade generalizada por esta visão espacializada se poderia considerar que a degradação ambiental na é tão dramática quanto se apregoa. Com algumas exceções, já mencionada no item anterior, em muitos casos, o nível de intervenção humana parece ser o mínimo possível. Porém, este raciocínio é válido com a manutenção do agroecossistema de fumo. Em outros sistemas de produção que valorizem o componente arbóreo, a exemplo dos sistemas agroflorestais, a intervenção humana poderá contribuir para a construção de uma paisagem ainda mais reflorestada.

#### 4.3.3 Aptidão agrícola versus uso do solo nas áreas de preservação permanente

Nas APP da MBHAL há um predomínio das classes não aptas para uso agrícola (Figura 18 e Tabela 6), as quais estão situadas predominantemente no terço superior dos morros e montanhas e nas encostas com declividade superior a 45°. Dos 216,4 ha de APPs, 173,5 (84,4%) estão enquadrados nas classes 4(p), 5Ns e 5(s), o equivalente a 37,3% da área total da MBHAL. Estes resultados obtidos pelo cruzamento dos planos de informação das APPs com o de aptidão de uso agrícola mostram concordância entre estes dois instrumentos de gestão ambiental nestes agroecossistemas. Em grande parte dos locais da paisagem em que são enquadradas como APP correspondem a solos de baixa aptidão para uso agrícola.

Por outro lado, há casos de glebas classificadas com certa aptidão para uso agrícola que estão localizadas especialmente nas margens dos cursos d'água e no topo de alguns morros e montanhas. Nestas situações observa-se conflito entre os dois instrumentos de planejamento do uso dos solos, pois, enquanto o sistema de classificação da aptidão indica que os solos podem ser destinados ao uso agrícola, o Código Florestal restringe seu uso.

Por esta razão as informações do mapa de aptidão agrícola devem ser cruzadas com as do mapa de APP antes de serem utilizadas no planejamento de uma região ou de uma microbacia hidrográfica. Esta proposição está de acordo com a defesa aludida por Pedron et al. (2004). De maneira que, a identificação e mapeamento dos tipos de uso do solo e da sua

distribuição na paisagem quando confrontados com as suas aptidões e com o arcabouço legal que estabelece as APP, pode-se evidenciar a ocorrência de conflitos agroambientais.

Tabela 6 – Relação entre a aptidão agrícola das terras e o uso do solo nas áreas de preservação permanente da Microbacia Hidrográfica do Arroio Lino, Agudo, RS, 2003/04.

Classes de AAT	AAT		APP		LA		FN		FP		PP		DT		SE	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
2a(b)	67,9	25,1	0	0,0	13,8	2,9	2,5	0,5	6,7	1,4	0,0	0,0	2,1	0,4		
3(a)	35,5	6,1	3,3	0,7	0,8	0,2	0,2	0,0	1,4	0,3	0,0	0,0	0,3	0,1		
3(c)	1,9	1,9	0	0,0	0,2	0,0	1,7	0,4	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0		
4(p)	104,8	35,1	14,2	3,0	16,3	3,4	1,5	0,3	1,6	0,3	0,7	0,1	1,1	0,2		
5Ns	54,5	26,9	17,3	3,6	0,0	0,0	4,7	1,0	4,7	1,0	2,2	0,5	0,3	0,1		
5(s)	216,2	117,5	0,2	0,0	110	22,9	1,8	0,4	3,7	0,8	1,2	0,3	1,3	0,3		
<b>Total</b>	<b>480,7</b>	<b>216,4</b>	<b>35,0</b>	<b>7,3</b>	<b>141,1</b>	<b>29,4</b>	<b>12,4</b>	<b>2,6</b>	<b>18,1</b>	<b>3,8</b>	<b>4,1</b>	<b>0,9</b>	<b>5,1</b>	<b>1,1</b>		

AAT: Aptidão Agrícola das Terras; APP: área de preservação permanente; LA: Lavouras; FN: Florestas Nativas; FP: Florestas Plantadas; PP: Pastagem Perene; DT: Desmatamento; SD: Sedes da UPF; \*Porcentagem da área total da MBHAL. 2a(b): terras pertencentes à classe de aptidão regular para lavouras ao nível de manejo A, restrita ao nível de manejo B e inapta ao nível de manejo C; 3(a): terras pertencentes à classe de aptidão restrita para lavouras ao nível de manejo A e inapta aos níveis de manejo B e C; 3(c): terras pertencentes à classe de aptidão restrita para lavouras ao nível de manejo C e inapta aos níveis de manejo A e B; 4(p): terras inaptas para lavouras, mas pertencentes à classe restrita para pastagens plantadas; 5Ns: Terras inaptas para lavoura e pastagens plantadas, porém boas para pastagens naturais e regular para silvicultura; 5(s): Terras inaptas para lavoura, pastagem plantada e natural, mas pertencentes a classe restrita para silvicultura.

Na prática é possível indicar que os maiores conflitos se estabelecem quando há a combinação do estabelecimento de lavouras sobre solos de baixa aptidão agrícola e situados em áreas de preservação permanente. Na MBHAL observam-se nestas condições, apenas 32 ha, o equivalente a 6,7% de sua área total ou 14,8% das APPs (Tabela 6). Embora que, em termos de impactos ambientais, a situação tende a se ampliar caso estes locais sejam margens de cursos d'água ou nascentes, e estejam sendo usados com lavouras de fumo manejadas em sistema convencional. Por outro lado, condições favoráveis ambientalmente podem ser identificadas quando solos não aptos para uso agrícola, estando localizados em APP, estejam protegidos por florestas nativas. Nesta situação enquadram-se 126,3 ha, o que corresponde há 26,3% da área da MBHAL ou aproximadamente 60% das APP.

Conforme pode ser visto no mapa da Figura 18 a grande parte dos solos com melhor aptidão agrícola nas APP estão localizados ao longo dos cursos d'água. Porém, estes solos não são destinados para a agricultura, sendo ocupados principalmente por florestas nativas e pastagem perene (Tabela 6). Estes resultados contrariam o que normalmente tem se

apresentado, de que os agricultores usam os solos nestes locais por apresentarem melhor aptidão agrícola.

Como abordado anteriormente, embora mais da metade da superfície da MBHAL esteja protegida por florestas nativas o desmatamento para novas áreas de lavoura tem ocorrido com relativa frequência e rapidez. A questão é mais preocupante tendo em vista que dos 6,7 ha desmatados, 4,1 ha estão localizados em APP com solos de baixa aptidão (Tabela 6). Além do mais, praticamente todas estas glebas estão sendo incorporadas às de lavouras anuais, em especial de fumo (Anexo 1). Contribuindo assim, para o aumento do percentual de áreas enquadradas como de conflito agroambiental.

A partir dos dados apresentados na Tabela 6 pode-se concluir o cálculo da área que efetivamente pode ser incorporada para o uso agrícola. De maneira que, da área de 30,3 ha, correspondente aos solos com aptidão para uso agrícola e que não estão cobertos por florestas, deve-se ainda, descontar a área localizada nas APPs. Assim, apenas 12,5 ha poderiam ser realocados para o uso com lavouras em toda a MBHAL.

A análise conjunta de uma área maior como a microbacia hidrográfica dá idéia do todo e da conectividade dos componentes da paisagem. Contudo, nesta abordagem é difícil considerar as particularidades existentes em cada unidade de produção familiar. Por conta disto, o estudo particularizado e realizado em escala de UPF, embora mais demorado e oneroso, fornece informações valiosas para o planejamento sustentável da paisagem nestes agroecossistemas (CAMPANILLI & SCHÄFFER, 2010).

Nestes casos, além das observações realizadas a campo para obtenção de informações complementares e da checagem das obtidas por meio das imagens, segundo Pedron et al. (2004), é imprescindível a utilização de material cartográfico adequado, principalmente no que se refere à escala dos mapas, para que as informações obtidas sejam compatíveis com a realidade e com o tipo de análise realizada. Dalmolin et al. (2004) alertam que a utilização de mapas de solos com escala pequena não são compatíveis com estudos de áreas municipais, devendo, neste caso, serem utilizados levantamentos de solos semidetalhados e detalhados com escala de publicação maior que 1:60.000.

Neste estudo, a escala de trabalho usada é de 1:8.000 o que favorece a identificação e visualização de grande parte dos componentes da paisagem. Em escalas desta grandeza é possível identificar todas as nascentes e seus respectivos cursos d'água enquadrados como de primeira ordem (TUCCI, 2002). Segundo Pedron et al. (2004) em trabalhos realizados em escalas menores, normalmente estes componentes não são identificados, resultando em subestimação das áreas de preservação permanente.

#### 4.4 Conflitos de uso do solo em unidades de produção familiar

##### 4.4.1 Aptidão agrícola das terras em áreas de preservação permanente por unidade de produção familiar

Na Figura 18 observa-se que, segundo o sistema de classificação da aptidão de uso agrícola, há vários locais em que ocorrem solos aptos, especialmente as classes 2a(b) e 3(a), as quais se localizam especialmente nas APP de cursos d'água e no topo dos morros. Contudo, estas áreas estão restritas a poucas UPF, principalmente na de nº 1, 11, 12, 16 e 25. No caso da UPF 1 o uso predominante é com pastagem perene, enquanto que nas UPF 12 (Figura 19a) e UPF 16 (Figura 19b), a grande parte destes solos está sendo usado com lavouras cultivadas com fumo em sistema convencional.

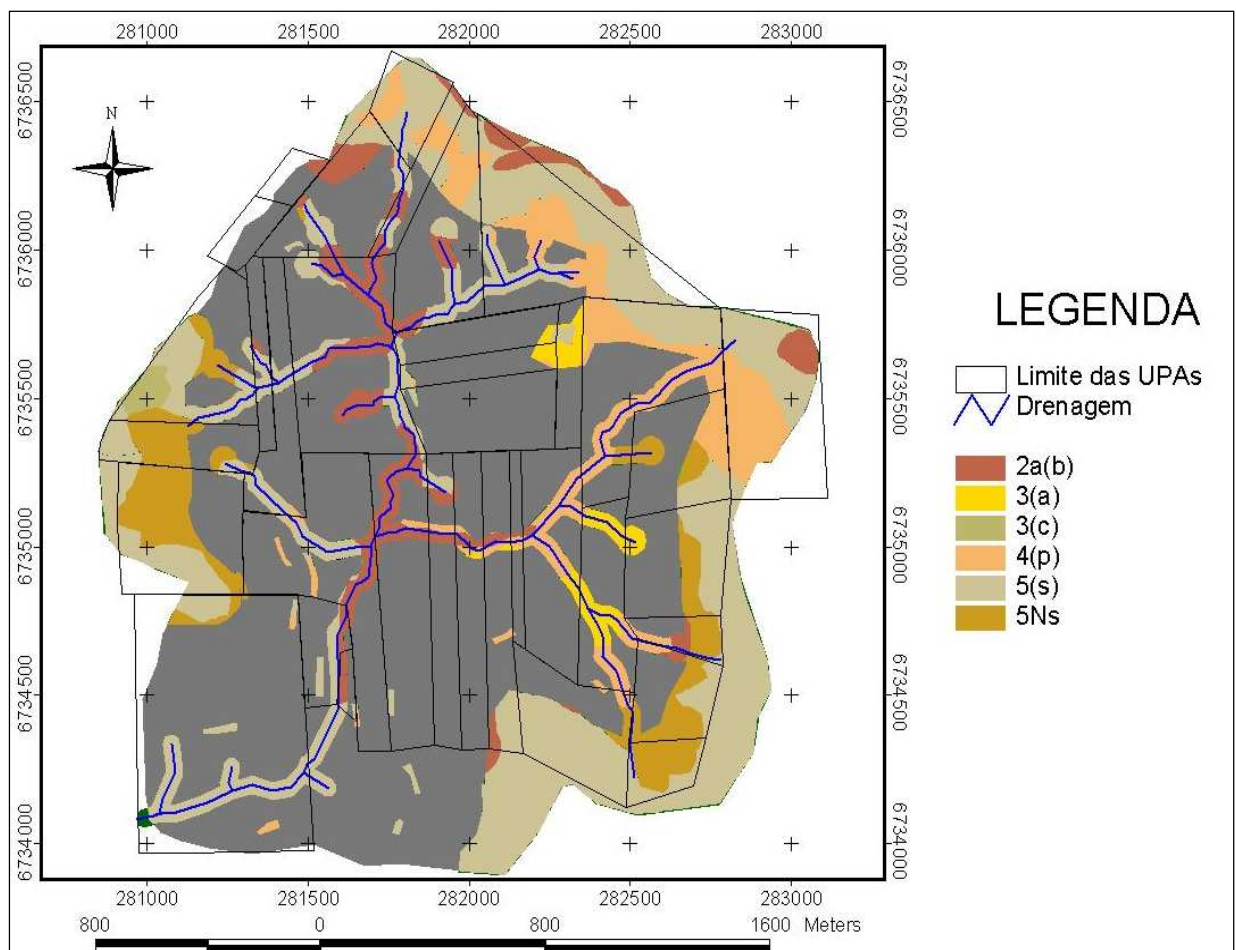


Figura 18 - Mapa de classes de aptidão agrícola das terras nas áreas de preservação permanente da Microbacia Hidrográfica do Arroio Lino, Agudo, Rio Grande do Sul, 2003/04. (Mapa adaptado de Dalmolin, et al., 2004).

Mesmo que a escala usada neste estudo seja compatível com o nível de detalhamento percebe-se que em alguns locais, o que se observa no campo não corresponde com o estabelecido pelo sistema de classificação da aptidão agrícola das terras. Estes equívocos se devem ao fato de que para a interpretação e delimitação das classes de aptidão a referência é um mapa de solos elaborado por meio de generalizações e interpolações de partes da paisagem. Como a paisagem deste agroecossistema é marcada por variações abruptas do relevo, várias porções desta são enquadradas em classes aptas para uso agrícola quando na realidade não o são. Esta questão pode ser vista na parte superior da imagem da Figura 19a e a direita da Figura 19b, sendo que na primeira a área encontra-se revestida por floresta nativa e na segunda com lavoura.



Figura 19 – Áreas em que há conflito de uso do solo em áreas de preservação permanente nas unidades de produção familiar 12 (a) e 16 (b).

Se a área de 12,5 ha considerada subutilizada, que está fora das APPs e sem cobertura florestal, fosse distribuída entre as 36 UPF seriam incorporados aproximadamente 0,3 ha para cada uma aumentar suas áreas de lavouras. Porém, na prática, várias destas UPF não seriam contempladas por não apresentarem solos nestas condições (Anexo 2). Deste modo, o aumento da área de lavouras sobre solos com esta aptidão exigiria o desmatamento da floresta nativa que os protege. Por conta disto, a simples adequação às classes de aptidão de uso agrícola das terras não resolveria o problema de conflitos de uso dos solos em muitas UPF da MBHAL.

Pelos dados da Tabela 7 é possível verificar que quatro UPF (5, 18, 27 e 36) não apresentam solos aptos para uso agrícola com lavouras.

Tabela 7 – Aptidão agrícola das terras por unidade de produção familiar (UPF) considerando as áreas de preservação permanente (APP) na Microbacia Hidrográfica do Arroio Lino, Agudo, RS, 2003/04.

UPF	Área		Solos aptos para uso agrícola <sup>1</sup>					
	UPF	APP	Em toda a UPF		Fora das APP		Nas APP	
	----- ha -----		ha	%	ha	%	ha	%
1	25,9	9,2	13,7	52,9 <sup>2</sup>	7,5	29,0 <sup>2</sup>	6,2	23,9 <sup>2</sup>
2	9,2	1,9	2,4	26,1	2,4	26,2	0,0	0,0
3	13,9	5,5	4,9	35,0	2,5	17,9	2,4	17,1
4	12,5	6,0	0,7	5,7	0,7	5,7	0,0	0,0
5	16,8	11,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	2,7	0,3	1,2	44,7	1,1	40,3	0,1	4,4
7	3,7	2,7	0,8	22,0	0,3	8,0	0,5	13,9
8	22,5	13,1	0,2	0,9	0,1	0,4	0,1	0,5
9	4,8	0,9	0,7	14,0	0,2	4,2	0,5	9,8
10	10,4	2,7	5,0	47,9	4,1	39,6	0,9	8,3
11	17,8	3,7	8,9	50,3	5,8	32,7	3,1	17,6
12	24,1	4,3	4,1	17,2	2,4	9,9	1,7	7,2
13	14,6	14,5	1,6	10,9	0,0	0,0	1,6	10,9
14	16,2	8,0	4,6	28,6	3,3	20,4	1,3	8,2
15	15,0	3,5	5,4	35,9	4,8	31,9	0,6	4,0
16	10,9	4,4	7,3	67,3	4,6	42,2	2,7	25,1
17	1,2	0,7	0,7	58,5	0,2	16,9	0,5	41,5
18	33,6	8,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19	5,3	1,8	0,6	10,9	0,1	1,9	0,5	9,0
20	1,9	0,0	1,2	63,9	1,2	63,9	0,0	0,0
21	6,0	5,9	0,1	2,0	0,0	0,0	0,1	2,0
22	10,0	0,9	7,7	77,7	7,1	71,3	0,6	6,4
23	4,8	3,7	1,3	27,3	0,3	6,3	1,0	21,1
24	24,8	20,0	1,3	5,0	0,0	0,0	1,3	5,0
25	4,7	1,5	3,4	72,7	2,2	47,3	1,2	25,4
26	13,0	6,7	5,5	42,7	4,9	37,8	0,6	4,9
27	8,5	5,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
28	12,5	0,2	3,2	25,2	3,1	24,8	0,0	0,4
29	7,0	0,8	0,9	12,4	0,4	5,7	0,5	6,7
30	1,4	0,2	1,1	78,6	0,9	64,3	0,2	14,3
31	15,7	9,7	2,1	13,4	0,2	1,3	1,8	11,5
32	9,4	1,4	6,5	68,8	5,8	61,5	0,7	7,0
33	3,9	0,9	1,3	34,8	1,2	31,2	0,1	3,6
34	8,7	6,1	1,4	15,9	1,2	13,8	0,2	2,2
35	13,9	9,4	1,9	13,9	1,9	13,6	0,0	0,2
36	4,8	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

<sup>1</sup>Refere-se a soma das classes de aptidão agrícola 2a(b), 3(a) e 3(c); <sup>2</sup>Porcentagem da área total da unidade de produção familiar. <sup>3</sup>Porcentagem das áreas de preservação permanente.

Ao se considerar somente os solos aptos em áreas localizadas fora das APPs o número de UPF enquadradas nestas condições passaria para sete, aproximadamente 20% do total. De maneira que, nas UPF 13, 21 e 24 toda a sua superfície está localizada sobre APP. Sendo que, apenas as UPF 2, 4 e 20 possuem suas áreas aptas para uso agrícola integralmente fora das APP. Em 27 UPF (75%) a área de solos aptos para uso agrícola é inferior a 50% da superfície da UPF. Tendo em vista a baixa área das UPF 17, 20, 25 e 30, embora apresentem percentual de solos aptos superior a 50%, a sua área absoluta é inferior a 3,0 ha. Contudo, há casos como os das UPF 4, 8, 13, 18 e 24, em que as áreas são superiores a 13 ha, porém o percentual de solos aptos é inferior a 10%, ou próximo de um hectare.

Outro problema evidenciado quando se faz a análise por UPF é a irregular distribuição dos solos com melhor aptidão para uso agrícola. De maneira que, em 11 UPF não ocorrem solos da classe 2a(b), sendo que em torno de 20% (13,7 ha) estão localizados na UPF 01 (Anexo 3). Além do mais, outra questão interessante é que deste valor, 67% estão localizados em APP (Anexo 2). Neste caso, enquanto o sistema de classificação da aptidão de uso agrícola indica que estes solos possam ser utilizados com lavouras, pelo Código Florestal Brasileiro não permitido seu uso.

Estes casos de UPF que apresentam as áreas com alguma aptidão agrícola para lavouras totalmente dentro de APP representam os principais conflitos agroambientais e que merece maior atenção. Se for seguido à risca o que estabelece o Código Florestal Brasileiro, ocorrerá situações em que os agricultores não terão onde produzir. O problema é que a legislação não é preparada para atender as especificidades ou particularidades, gerando assim, inúmeras situações de UPF que se inviabilizarão caso tenham que se adequar legalmente. Por conta disto, as regiões de relevo montanhoso e de ecossistemas florestados necessitarão de uma legislação específica, além de serem enquadradas como regiões prioritárias para a ação da assistência técnica e de políticas públicas.

#### 4.4.2 Uso do solo em áreas de preservação permanente por unidade de produção familiar

De acordo com o mapa da Figura 20 pode-se notar que o percentual de 45% de APP existentes na MBHAL não representa a realidade de muitas UPF. Isto porque, em três UPF (13, 21 e 36) 100% de suas áreas estão localizadas em APP (Tabela 8). Por outro lado, há casos como das UPF 20 e 28 que praticamente não se verifica a presença de APP. Além disto,



ao se considerar o uso do solo nas APPs se percebe que cada UPF é um caso ainda mais particularizado.

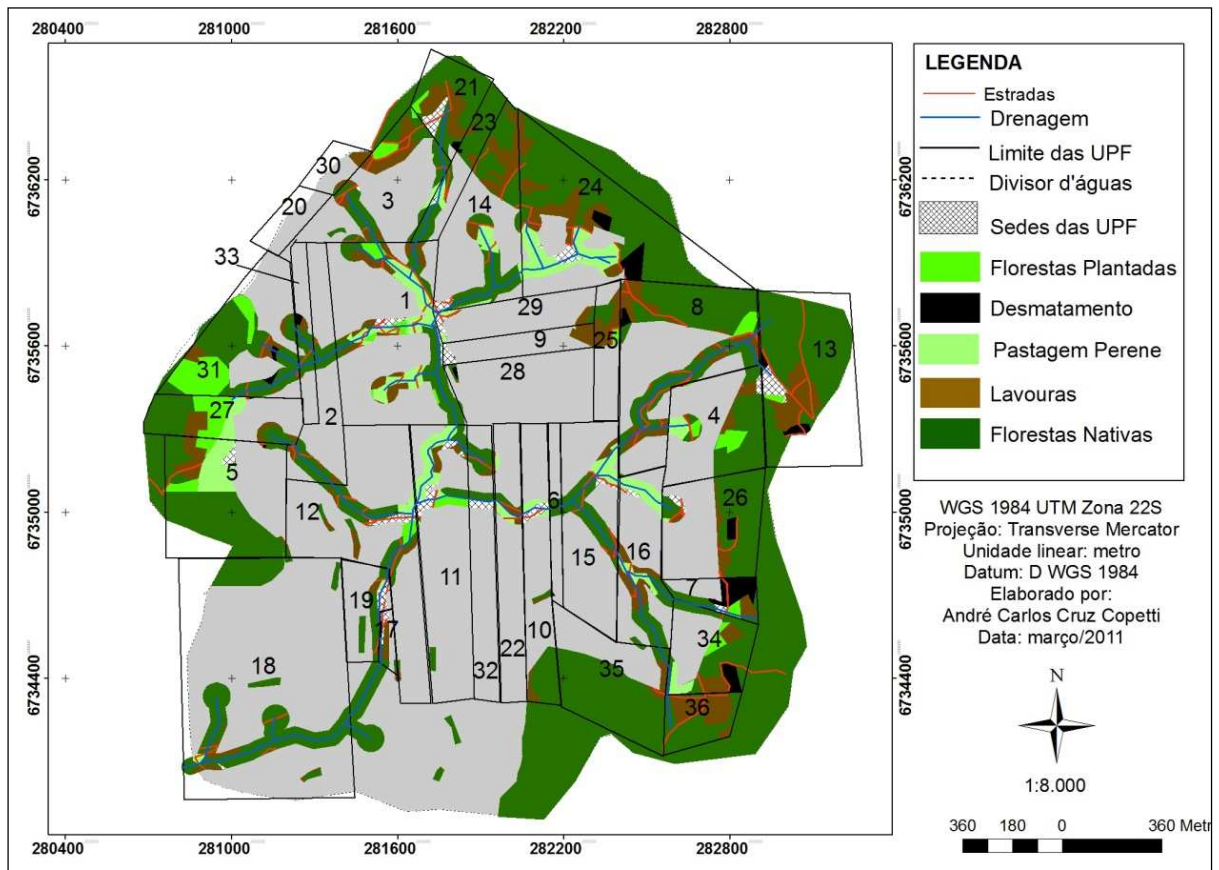


Figura 20 – Mapa de uso do solo nas áreas de preservação permanente da Microbacia Hidrográfica do Arroio Lino, Agudo, RS, 2003/04.

Por conta destas especificidades existentes em cada UPF, é importante que no planejamento da paisagem destes agroecossistemas seja considerado caso a caso, dando-se maior atenção para aquelas com maiores restrições e conflitos ambientais. De qualquer forma, não se pode perder de vista a dimensão mais ampla que, neste caso, considera-se a microbacia hidrográfica. Isto porque, a título de exemplo, as atividades inadequadas praticadas na UPF 13 provocarão alterações na qualidade da água que será consumida por esta e por outras 14 UPF dentro da área de abrangência da MBHAL. Ao ampliarmos esta visão, notar-se-á que o somatório dos impactos negativos gerados nas 36 UPF desta microbacia terá reflexos na qualidade de água consumida por estas famílias, como também daquelas localizadas em regiões à jusante na paisagem.

Em quase todas as UPF existe uma nascente ou um curso d'água de fluxo permanente. De maneira que, das 36 UPF, 21 têm as suas sedes localizadas dentro de APP de curso d'água e/ou de nascentes. Esta proximidade facilita o acesso às fontes d'água para a realização das tarefas domésticas diárias. Pelo mesmo motivo se justifica a localização de várias glebas de pastagem perene ao longo dos cursos d'água onde o gado tem acesso livre à água. Isto tudo mostra uma clara dependência destas UPF por este recurso tão indispensável a sua reprodução. O que pode ser uma evidência de que o padrão de uso e ocupação dos solos tem sido condicionado grandemente pela existência de fontes de água na paisagem. De modo que, já na demarcação dos lotes coloniais, este era um critério determinante no planejamento destes espaços rurais.

Porém, se por um lado a proximidade das sedes das UPF aos mananciais hídricos trás alguns benefícios para as famílias, por outro facilita a sua poluição pelo aporte de poluentes que são gerados e acumulados nestes locais pelas atividades humanas. Isto ocorre, pois, praticamente todas as UPF possuem pocilgas e estábulos em que os dejetos dos animais não recebem tratamento ou destino adequado. Por ocasião das chuvas estes poluentes são carregados para os cursos d'água e/ou suas nascentes. Deste modo, esta proximidade das sedes das UPF dos cursos d'água e nascentes torna estes locais importantes fontes de poluição pontual para os cursos d'água (GONÇALVES, 2003; PELLEGRINI, 2005; MAIER, 2007). Portanto, as sedes das UPF merecem uma atenção especial em ações de saneamento e manejo das águas escoadas dos telhados das residências e instalações. As águas servidas e esgoto doméstico podem ser tratados em estações de tratamento de esgoto por meio de zona de raízes com relativa eficiência e baixo custo, conforme demonstrado por Maier (2007). Os dejetos dos animais deverão receber destinação adequada passando por compostagem ou sendo distribuídos nas áreas de lavoura, pastagens plantadas ou reflorestamento. Alternativas de criação de suínos em cama sobreposta devem ser estimuladas a exemplo do que foi realizado pela equipe da EMATER durante os trabalhos de microbacias. Além destas iniciativas, é importante a limpeza dos arredores da sede conforme já alertado por Rheinheimer, Gonçalves e Pellegrini et al. (2004).

Outra questão importante e que normalmente está associada às sedes das UPF é a produção de mudas de fumo por meio do sistema "floating". O problema é que a maioria dos agricultores faz o descarte da água contaminada por agrotóxicos diretamente sobre o solo, contaminando-o. Por ocasião das chuvas estes poluentes são carregados via escoamento superficial até os mananciais de águas superficiais e subterrâneas (SEQUINATTO et al., 2010). Nestes casos, se o sistema de produção de fumo tenha continuidade será necessário

encontrar uma forma mais segura de descarte destas águas residuárias da produção de mudas de fumo.

As UPF possuem em média um ha de APP ocupados com lavouras o que representa aproximadamente 25% destas (Tabela 8). Das UPF que apresentam APP apenas duas não possuem glebas de lavouras nestes locais. Outras 14 possuem pequenas lavouras com áreas até 0,5 ha. As glebas com áreas superiores a um ha estão presentes em 14 UPF. A UPF 24 é a que apresenta a maior área de lavoura com 5,8 ha o equivalente a 28,9% de sua área total. Contudo, há vários casos em que as lavouras ocupam área superior a 40% das APP.

Em relação à cobertura florestal das APP por UPF, em média, 50,2% estão com florestas nativas. Contudo, o uso da média não mostra que, em casos como das UPF 9, 17 e 28, todas as APPs estão desprotegidas. Por outro lado, existem vários casos em que a cobertura com florestas nativas é de aproximadamente 90%, a exemplo das UPF 2, 14, 18, 33 e 35, fato considerado positivo do ponto de vista da sustentabilidade ambiental.

A cobertura florestal das APP com florestas plantadas perfaz uma média 5,8% por UPF. Contudo, em 18 UPF estas florestas não são observadas e em outras 10 existem pequenas glebas com área inferior a 0,5 ha. Em apenas duas UPF (27 e 31) a área ocupada é superior a 1,0 ha (1,6 e 3,1 ha, respectivamente). Em quatro UPF o percentual das APP ocupado com florestas nativas é superior a 20%.

Nos itens anteriores já foi demonstrado que o desmatamento é prática presente na MBHAL e que aproximadamente 60% têm ocorrido nas APP, especialmente de topo de morro e em solos não aptos para uso agrícola. Além disto, observa-se na Tabela 8 que em média os desmatamentos ocupam 2,7% das UPF. Contudo, estes dados não revelam que a maioria das UPF não pratica o desmatamento. De maneira que, por ocasião deste levantamento, as 13 glebas observadas estavam distribuídas entre 10 UPF (Figura 20). Mesmo assim, isto não significa que as 26 UPF restantes não pratiquem o desmatamento. Em outros levantamentos realizados durante os quatro anos de monitoramento verificou-se que outras 14 UPF também praticaram o desmatamento de florestas nativas.

Tabela 8 – Uso do solo nas áreas de preservação permanente por Unidades de Produção Familiar da Microbacia Hidrográfica do Arroio Lino, Agudo, RS, 2003/04.

UPF	APP por UPF		Uso do solo nas áreas de preservação permanente (APP)											
	-----		ha -----						% da UPF -----					
	ha	%	LA	FN	FP	PP	DT	SD	LA	FN	FP	PP	DT	SD
1	9,2	35,5	1,6	3,4	0,9	3,1	0,0	0,3	17,4	36,7	9,7	33,3	0,0	2,8
2	1,9	20,7	0,2	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	12,4	87,6	0,0	0,0	0,0	0,0
3	5,5	39,6	1,6	3,5	0,5	0,0	0,0	0,0	28,1	63,2	8,5	0,2	0,0	0,0
4	6,0	48,0	0,8	3,9	0,8	0,5	0,0	0,0	13,6	65,1	13,4	7,9	0,0	0,0
5	11,6	69,0	1,1	5,9	0,7	3,7	0,0	0,2	9,2	51,2	6,2	31,6	0,0	1,7
6	0,3	11,1	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	63,8	36,2	0,0	0,0	0,0	0,0
7	2,7	73,0	0,5	0,7	0,2	0,0	1,2	0,1	18,5	24,4	8,2	0,0	44,4	3,7
8	13,1	57,2	3,4	8,9	0,5	0,0	0,3	0,0	28,2	68,2	3,6	0,0	3,6	0,0
9	0,9	18,8	0,4	0,0	0,0	0,2	0,0	0,3	42,5	0,0	0,0	23,0	0,0	34,5
10	2,7	26,0	0,1	1,3	0,7	0,3	0,0	0,3	3,7	49,2	23,9	10,7	0,0	12,5
11	3,7	20,9	0,5	0,0	0,9	1,7	0,0	0,6	13,9	1,0	23,7	46,2	0,0	15,2
12	4,3	17,8	0,8	2,5	0,2	0,5	0,0	0,4	17,6	59,4	3,8	11,0	0,0	8,2
13	14,5	100,0	2,1	10,1	0,5	0,6	0,4	0,8	14,5	69,7	3,6	3,8	2,8	5,2
14	8,0	49,4	0,1	6,9	0,0	0,9	0,0	0,2	1,6	85,3	0,0	10,6	0,0	2,5
15	3,5	23,3	0,4	1,5	0,0	1,5	0,0	0,1	12,1	42,8	0,0	41,2	0,0	3,9
16	4,4	40,4	1,2	3,0	0,1	0,0	0,0	0,1	27,3	69,0	1,1	0,0	0,0	2,5
17	0,7	58,3	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,5	20,9	0,1	0,0	8,9	0,0	70,1
18	8,6	18,5	0,4	8,2	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	94,8	0,0	0,0	0,0	0,2
19	1,8	34,0	0,4	1,2	0,1	0,0	0,0	0,2	19,6	68,2	3,9	0,0	0,0	8,4
20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
21	5,9	98,3	2,1	2,3	0,6	0	0,2	0,7	35,6	39,0	10,2	0,0	3,4	11,9
22	0,9	9,0	0,1	0,4	0,0	0,4	0,0	0,0	10,5	46,3	0,0	43,2	0,0	0,0
23	3,7	74,0	0,8	2,4	0,0	0,4	0,1	0,0	21,6	65,7	0,0	11,6	3,2	1,1
24	20,0	80,6	5,8	10,8	0,1	3,0	1,3	0,4	22,5	54,0	0,4	14,8	6,5	2,0
25	1,5	31,9	1,0	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	63,8	26,4	9,8	0,0	0,0	0,0
26	6,7	51,5	1,1	5,4	0,0	0,0	0,3	0,2	13,8	80,5	0,0	0,3	3,0	2,4
27	5,7	67,1	1,2	2,0	1,6	0,8	0,0	0,0	21,4	35,3	28,8	14,4	0,0	0,0
28	0,2	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	4,2	0,1	0,0	0,0	0,0	95,7
29	0,8	11,4	0,2	0,1	0,0	0,4	0,0	0,0	29,8	18,4	0,0	51,8	0,0	0,0
30	0,2	14,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	81,6	18,4	0,0	0,0	0,0	0,0
31	9,7	61,8	0,6	5,6	3,4	0,0	0,2	0,0	4,4	58,3	35,3	0,0	2,1	0,0
32	1,4	14,9	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,3	2,1	77,4	0,0	0,0	0,0	20,5
33	0,9	23,1	0,1	0,6	0,0	0,0	0,2	0,0	9,6	66,4	0,0	0,0	22,0	0,0
34	6,1	66,3	1,7	4,0	0,4	0,0	0,5	0,0	27,9	66,2	5,9	0,0	8,5	0,0
35	9,4	67,6	0,5	8,9	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4	94,6	0,0	0,0	0,0	0,0
36	4,8	100,0	2,3	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	48,0	52,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Outras	31,3	57,1	0,0	31,3	0,0	0,0	0,0	0,0	nd	nd	nd	nd	nd	nd
<b>Total</b>	<b>216,2</b>	<b>-</b>	<b>35,0</b>	<b>141,1</b>	<b>12,4</b>	<b>18,1</b>	<b>4,1</b>	<b>5,1</b>						
<b>Média</b>	<b>5,0</b>	<b>45,0</b>	<b>1,0</b>	<b>3,1</b>	<b>0,3</b>	<b>0,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>22,6</b>	<b>50,2</b>	<b>5,8</b>	<b>10,3</b>	<b>2,7</b>	<b>8,4</b>

LA: Lavouras; FN: Florestas Nativas; FP: Florestas Plantadas; PP: Pastagem perene; DT: Desmatamento; SD: Sede da UPF;

Na Tabela 9 é apresentada a situação da reserva legal frente à cobertura florestal existente nas UPF. Na primeira situação consideram-se no cômputo da reserva legal as áreas com cobertura florestal nativa existente nas APP, conforme estabelecido no § 6º<sup>33</sup> do art. 16 do Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 1965). Neste caso, embora se verifique que as UPF apresentam uma média de 54% de cobertura florestal, apenas as UPF 6, 9 e 22 não apresentariam o percentual de 25% exigido por lei.

A cobertura florestal é representada pelas áreas de florestas nativas e florestas plantadas com espécies exóticas como as de Eucalipto. De acordo com o previsto no § 3º do art. 16 do Código Florestal: “Para o cumprimento da manutenção ou compensação da área de reserva legal em pequena propriedade ou posse rural familiar, podem ser computados os plantios de árvores frutíferas ornamentais ou industriais, composto por espécies exóticas, cultivadas em sistema intercalar ou em consórcio com espécies nativas”. Diante desta condição legal apenas as UPF 9 e 22 não apresentam os 20% de reserva legal com cobertura florestal, embora possuam 18,3 e 19,2% de sua área total protegidos, respectivamente.

Ao se considerar a reserva legal, excetuando a cobertura florestal localizada nas APP, nota-se que várias UPF não se adequariam à legislação por não apresentarem o percentual de 20% exigido com cobertura florestal. No caso das UPF 13, 21 e 36 as quais apresentam 100% de sua superfície enquadrada como APP, não há outra possibilidade de constituir a cobertura florestal da reserva legal sem que esta esteja localizada em APP. Por outro lado há caso como das UPF 9, 17, 20, 28 e 30 que toda a área de reserva legal está localizada fora das APP. De qualquer forma, de acordo com o exigido quanto à reserva legal, a maioria das UPF está adequada ao estabelecido no Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 1965). Uma boa parte delas poderia, inclusive, se beneficiar da venda de serviços ambientais ou da compensação de reserva legal para outras unidades de produção.

Contudo, a abertura da legislação para o manejo sustentável destas áreas de florestas, especialmente daquelas fora dos limites estabelecidos pelas APP e do percentual legalmente protegido, poderá fornecer alternativas complementares a venda de serviços ambientais. Se os agricultores passarem a valorizar estas áreas florestadas como importante para a sua reprodução, não apenas econômica, mas também social, os desmatamentos poderão diminuir, sem que sejam necessárias medidas de controle por parte dos órgãos ambientais.

---

<sup>33</sup> “Será admitido, pelo órgão ambiental competente, o cômputo das áreas relativas à vegetação nativa existente em área de preservação permanente no cálculo do percentual de reserva legal, desde que não implique em conversão de novas áreas para uso alternativo do solo, e quando a soma da vegetação nativa em área de preservação permanente e reserva legal exceder a vinte e cinco por cento da pequena propriedade...” que no caso do Rio Grande do Sul é estabelecido na alínea “c” do inciso I do § 2º do art. 1º como sendo uma área de trinta hectares.

Tabela 9 – Distribuição das áreas de preservação permanente (APP), das áreas fora das APP e da reserva legal por Unidades de Produção Familiar da Microbacia Hidrográfica do Arroio Lino, Agudo, RS, 2003/04.

UPF	Área da		Áreas de		Área fora das		Reserva Legal <sup>1</sup>	
	UPF		APP		APPs		Com APP <sup>2</sup>	Sem APP <sup>3</sup>
	ha	ha	%	ha	%	%		
1	25,9	9,2	35,5	16,7	64,5	43,9	27,2	
2	9,2	1,9	20,7	7,3	79,3	50,1	32,7	
3	13,9	5,5	39,6	8,4	60,4	70,7	42,0	
4	12,5	6,0	48,0	6,6	52,8	63,3	25,7	
5	16,8	11,6	69,0	5,2	31,0	65,9	26,6	
6	2,7	0,3	11,1	2,5	92,6	22,3	18,6	
7	3,7	2,7	73,0	1,1	29,7	46,4	22,1	
8	22,9	13,1	57,2	9,8	42,8	73,6	32,6	
9	4,8	0,9	18,8	3,9	81,3	18,3	18,3	
10	10,4	2,7	26,0	7,6	73,1	36,0	16,8	
11	17,7	3,7	20,9	14,1	79,7	41,3	36,2	
12	24,1	4,3	17,8	19,9	82,6	76,7	65,5	
13	14,6	14,6	100,0	0,0	0,0	72,6	0,0	
14	16,2	8,0	49,4	8,1	50,0	82,7	40,1	
15	15,0	3,5	23,3	11,5	76,7	52,7	42,7	
16	10,9	4,4	40,4	6,5	59,6	40,3	11,8	
17	1,2	0,7	58,3	0,5	41,7	31,4	31,4	
18	33,6	8,6	18,5	24,9	74,1	88,2	70,5	
19	5,3	1,8	34,0	3,5	66,0	63,0	38,4	
20	1,9	0,0	0,0	1,9	100,0	64,9	64,9	
21	6,0	5,9	98,3	0,1	1,7	55,0	0,0	
22	10,0	0,9	9,0	9,1	91,0	19,2	15,2	
23	5,0	3,7	74,0	1,3	260	73,1	25,1	
24	24,8	20,0	80,6	4,8	19,4	52,6	8,7	
25	4,7	1,5	31,9	3,1	66,0	28,2	15,4	
26	13,0	6,7	51,5	6,3	48,5	56,8	15,3	
27	8,5	5,7	67,1	2,8	32,9	42,6	0,3	
28	12,5	0,2	1,6	12,3	98,4	59,5	59,5	
29	7,0	0,8	11,4	6,2	88,6	37,8	36,4	
30	1,4	0,2	14,3	1,1	78,6	37,6	37,6	
31	15,7	9,7	61,8	6,0	38,2	73,5	16,2	
32	9,4	1,4	14,9	8,0	85,1	54,8	43,1	
33	3,9	0,9	23,1	2,9	74,4	42,9	22,3	
34	9,2	6,1	66,3	3,1	33,7	57,0	9,2	
35	13,9	9,4	67,6	4,5	32,4	79,9	15,9	
36	4,8	4,8	100,0	0,0	0,0	58,3	6,2	
Outras <sup>4</sup>	54,8	31,3	57,1	23,5	42,9	nd	nd	
<b>Totais</b>	<b>480,7</b>	<b>216,2</b>	<b>-</b>	<b>264,5</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	
<b>Medias</b>	<b>11,8</b>	<b>5,0</b>	<b>45,0</b>	<b>6,8</b>	<b>55,0</b>	<b>54,0</b>	<b>27,8</b>	

<sup>1</sup>Área de Reserva Legal com cobertura florestal de florestas nativas e florestas plantadas com eucalipto;

<sup>2</sup>Percentual total de cobertura florestal considerando as florestas nativas e florestas plantadas em toda a MBHAL;

<sup>3</sup>Percentual de reserva legal com cobertura florestal descontas as áreas florestadas nas APPs; <sup>4</sup>Unidades de Produção Familiar com suas sedes em microbacias hidrográficas vizinhas; nd: não determinado.

#### 4.3.4 Mudanças com as alterações do Código Florestal Brasileiro

Desde sua criação o Código Florestal Brasileiro tem passado por várias alterações. Em praticamente todas as ocasiões as mudanças neste estatuto legal ocorreram no sentido de restringir a ação antrópica em favorecimento do meio ambiente. Apesar de vigorar desde 1965 e ser amparado por uma série de outras legislações federais e estaduais, em grande parte de sua história não tem conseguido assegurar a preservação dos espaços territoriais especialmente protegidos como as APP e de reserva legal. Nos últimos anos, em virtude da maior fiscalização e autuações exigindo a adequação dos agricultores à lei, surgem questionamentos de que a sua aplicação restringiria e inviabilizaria as atividades produtivas agropecuárias, necessitando ser ajustado para a realidade atual.

O projeto de lei do novo Código Florestal Brasileiro, aprovado na Câmara dos Deputados em maio de 2011, que teve como relator o deputado Aldo Rebelo, tramita no Senado Federal para debate e votação ainda este ano. As principais alterações são: a anistia geral aos que cometeram crimes ambientais como o desmatamento em RL e APP, autuadas até 22 de julho de 2008; as áreas desmatadas até esta data são consideradas consolidadas não sendo os proprietários obrigados de recuperá-las; aumento para quatro módulos fiscais do limite para enquadramento dos agricultores desobrigados de compor a reserva legal, que no caso do RS permanecerá de 20%; e, a criação de uma nova faixa de APP que terá largura de 15 metros para rios com menos de cinco metros de largura (REBELO, 2011).

Contudo, cientistas ambientalistas como o renomado geógrafo Aziz Ab'Sáber alertam que as alterações propostas apontam para o desencadeamento de um processo que poderá significar uma onda de desmatamento com danos irreversíveis ao meio ambiente (AB'SÁBER, 2010). Ele defende que do ponto de vista da sustentabilidade ambiental, as alterações significam um retrocesso quanto aos avanços alcançados nas últimas décadas.

Para Ab'Sáber (2010), o grande equívoco da proposta é de ter sido elaborada sem levar em conta os macrobiomas do país e os minibiomas que os pontilham. Sendo para isto, absolutamente necessário focar para o zoneamento físico e ecológico de todos os domínios de natureza do país, ou seja, os seus principais biomas. As alterações propostas deveriam levar em conta, além dos aspectos relacionados à vegetação, os diferentes tipos de clima, geologia, geomorfologia e solo. O que demandaria uma legislação específica para cada região de abrangência destes biomas.

Ao se considerar a proposta de redução para 15 metros da faixa mínima de APP para rios com menos de cinco metros de largura, evidencia-se um equívoco em relação às feições

hidromorfológicas da paisagem. Isto porque, cursos d'água com estas dimensões normalmente se localizam próximos às suas nascentes, distribuídos em microbacias hidrográficas de cabeceira ou de primeira ordem (SCHWARZBOLD, 2000). Estes locais, pelas características geomorfológicas são consideradas regiões, predominantemente, produtoras de sedimentos. Nestes casos, a redução da faixa de APP poderá resultar em alterações no uso do solo que, conseqüentemente, afetarão a qualidade da água do local e das porções localizadas a jusante.

No caso específico da microbacia em estudo (Figura 21), se a alteração proposta for aprovada, as áreas que por Lei deveriam estar sendo preservadas reduziriam de 216,2 ha para 189,6 ha, com um incremento de 26,6 na área utilizada com atividades agropastoris (Tabela 10). O percentual da MBHAL ocupada com APP diminuiria 5,5% passando de 45% para 39,5%. Capoani (2011), em estudo realizado em ecossistema campestre do planalto do RS, constatou redução de 8,2% das APPs.

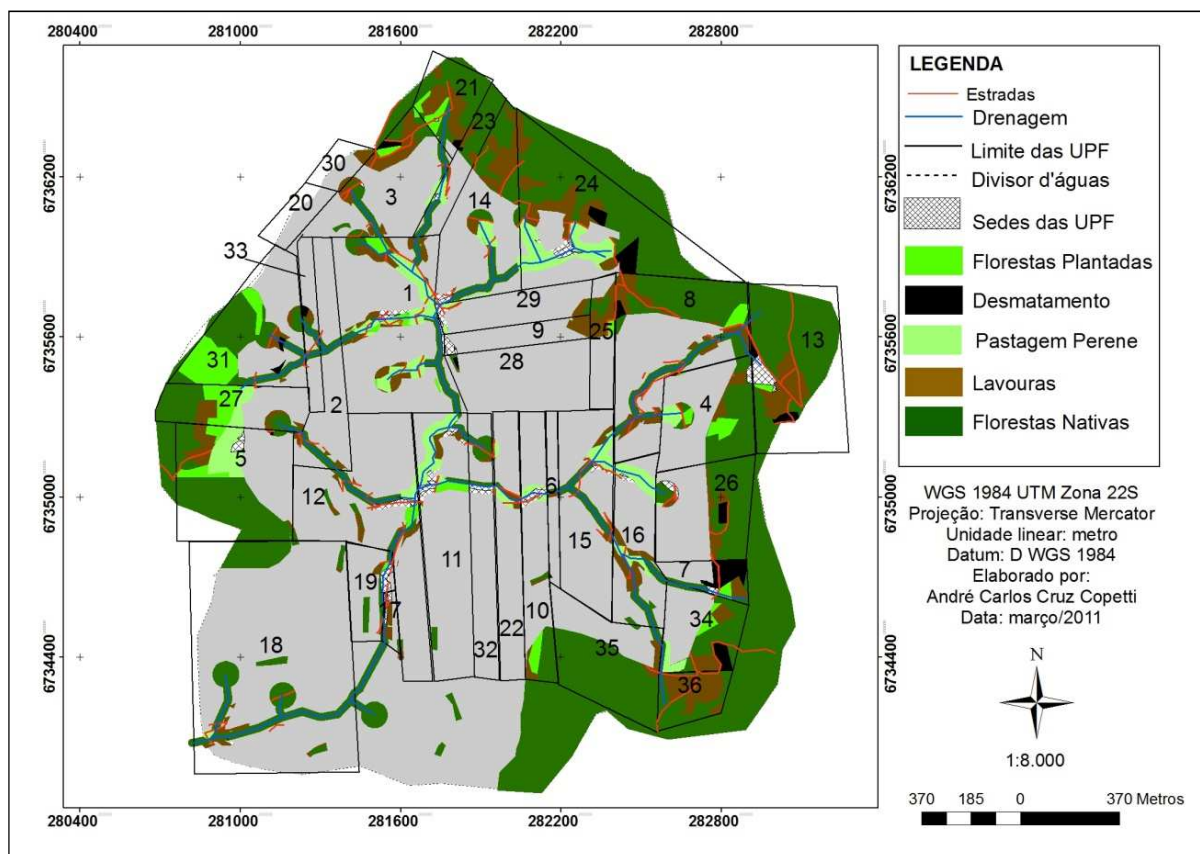


Figura 21 – Mapa de uso do solo nas áreas de preservação permanente da Microbacia Hidrográfica do Arroio Lino conforme alterações propostas para o Novo Código Florestal Brasileiro, Agudo, RS, 2003/2004.



Segundo as mudanças previstas haveria uma diminuição das áreas que apresentam conflitos no uso do solo, como são os casos da ocorrência de lavouras (5,8 ha) e pastagens (6,4 ha), nas margens dos cursos d'água (Tabela 10). Contudo, mesmo que toda a área de 26,6 ha pudesse ser destinada ao uso agrícola não seria solucionado um dos principais problemas das UPF que é o limite de superfície de terras agricultáveis. Isto porque, desta área de 26,6 ha 10,2 ha são compostos por florestas nativas as quais continuam protegidas pelos efeitos do Código Florestal Estadual (RIO GRANDE DO SUL, 1992) e Lei da Mata Atlântica (BRASIL, 2006a).

Tabela 10 – Situação atual e futura do uso do solo nas áreas de preservação permanente da Microbacia Hidrográfica do Arroio Lino conforme alterações propostas para o Novo Código Florestal Brasileiro.

Código Florestal Brasileiro	APP		LA	FN	FP	PP	DT	SD
	ha	%						
Vigente	216,2	45,0*	35,0	144,7	12,4	18,1	0,9	5,1
Alteração**	26,6	5,5	5,8	10,2	2,5	6,4	0,1	1,6
Futuro	189,6	39,5	29,2	134,5	9,9	11,7	0,8	3,5

\*Porcentagem da área da microbacia; \*\*Esta alteração se refere a criação de uma nova faixa de área de preservação permanente de 15 metros para cursos d'água de até 5 metros de largura.

Além de não solucionar o problema produtivo, a nova versão propõe regularizar os locais que apresentam conflitos ambientais como é o caso das APP de cursos d'água, nascentes e topo de morros usados com lavouras anuais. Nestes casos os agricultores não seriam mais obrigados a restaurar a vegetação original por serem consideradas como “atividades consolidadas”. Como também, não seriam mais obrigados a estabelecer e compor a reserva legal, caso a UPF não apresente o índice previsto de 20%. Contudo, aqueles que possuem áreas de cobertura florestal nativa acima deste índice e fora das APP não poderão convertê-las a outros usos, conforme previstos nos dois arcabouços legais citados no parágrafo anterior.

Além disto, há o risco de confusão, tanto pelas informações mal transmitidas, quanto pela incompreensão por parte dos agricultores, poderá levar ao entendimento de que poderão desmatar as florestas que ficarem fora dos 15 metros. Caso estes locais da paisagem estejam cobertos por florestas primárias ou secundárias em estágio médio e avançado de regeneração, mesmo que a UPF possua o índice de cobertura florestal de 20%, elas não são passíveis de corte raso. Salvo casos de utilidade pública ou de interesse social com a devida autorização do

órgão ambiental competente. Se o agricultor proceder ao desmatamento sem autorização será autuado e multado, mesmo estando cumprindo com todos os dispositivos previstos no Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 1965).

#### **4.5 Influência do uso do solo e das matas ciliares na qualidade de água**

Os recursos hídricos superficiais como os arroios, rios e nascentes, são os integradores do escoamento superficial proveniente das atividades desenvolvidas nas partes mais altas da paisagem, recebendo poluentes erodidos durante os eventos pluviométricos (LIMA, 2008). A erosão e o transporte de poluentes serão maiores quando áreas de cultivo estejam localizadas sobre solos de baixa aptidão agrícola e manejados sobre sistema convencional de preparo e cultivo do solo (PELLEGRINI, 2006; SEQUINATO, 2007). Da mesma forma, a magnitude destes processos poderá ser ampliada caso estas glebas de cultivo estejam localizadas em APP de margens de cursos d'água e nascentes. A entrada de poluentes oriundos de áreas de cultivos nestes corpos d'água superficiais será facilitada quanto estejam desprotegidos das matas ou vegetação ciliar. Um dos primeiros estudos a apontar a importância da zona ciliar no tamponamento dos poluentes e para a manutenção da integridade dos recursos hídricos foi o desenvolvido por Lawrence, Leonard e Sheridan (1985).

Por conta disto, uma das estratégias para se avaliar os impactos negativos e positivos da ação humana nos agroecossistemas é por meio do monitoramento da qualidade da água destes recursos hídricos. A avaliação da eficiência das matas ciliares para o tamponamento da poluição oriunda de áreas agrícolas ajudará na sustentação de sua manutenção ou recuperação como ambientes legalmente protegidos. A ação humana sobre os agroecossistemas, expressa no desenho e distribuição dos principais usos dos solos na paisagem e a influência das matas ciliares na redução do aporte de poluentes, são questões que merecem uma maior atenção.

Para responder estas indagações, nesta parte do estudo se buscará avaliar indicadores que sejam sensíveis às alterações promovidas na paisagem. Para tanto, optou-se pelos indicadores de concentração de sedimentos, fósforo particulado total e biodisponível, carbono orgânico total e coliformes fecais (*Escherichia coli*) presentes em amostras de água coletadas durante eventos pluviométricos.

Na Figura 21 podem ser visualizadas as três sub-bacias escolhidas para esta parte do estudo, as quais foram denominadas de unidades paisagísticas A, B e C, comportando áreas correspondentes a 69, 24 e 48 ha, respectivamente (Tabela 11).

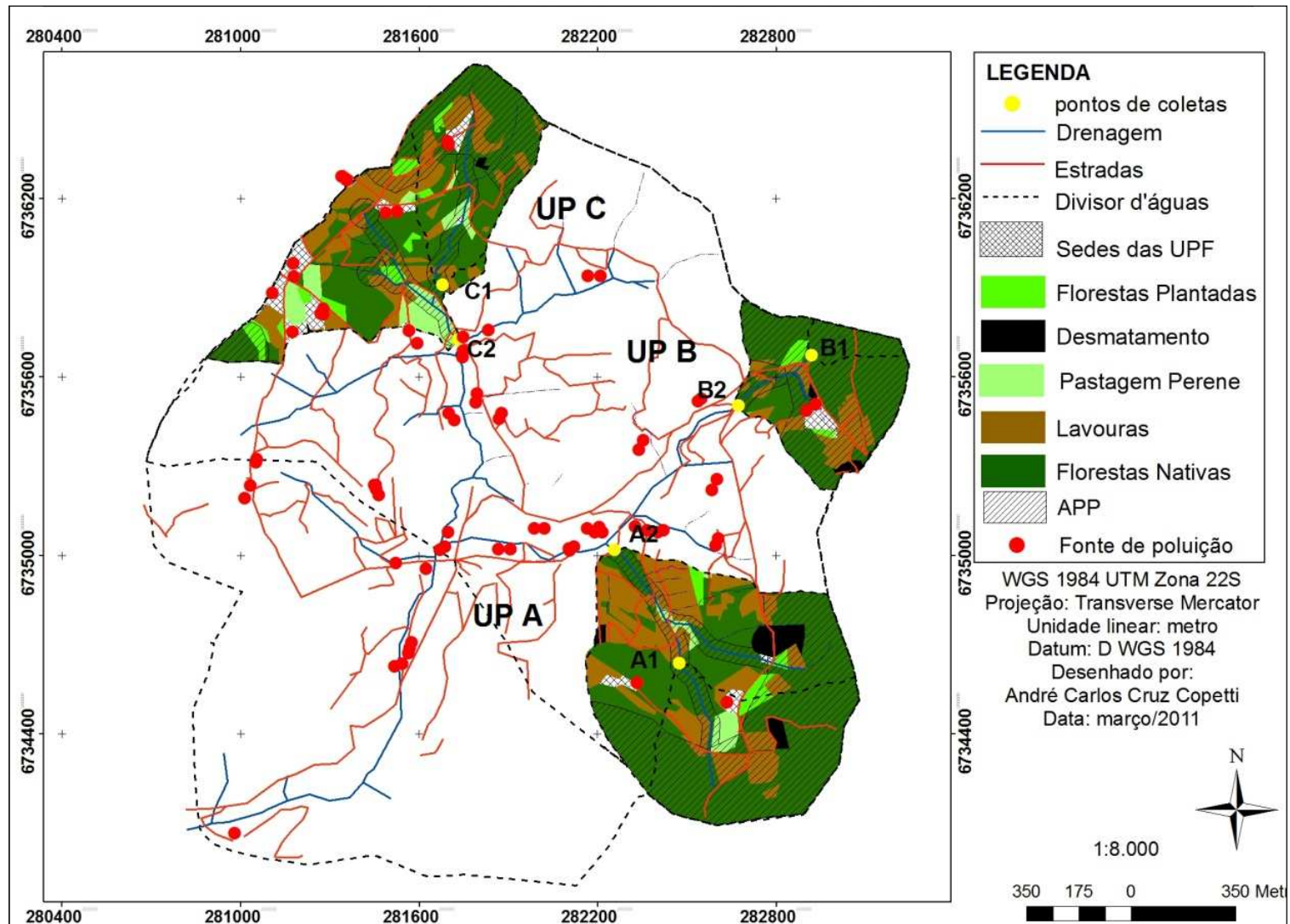


Figura 22 - Localização dos pontos de coleta, sistema de drenagem e uso do solo em três unidades paisagísticas componentes da microbacia hidrográfica do Arroio Lino, Agudo, RS, 2003/04.

Em cada uma destas unidades paisagísticas foram definidos dois locais de coleta e a partir destes delimitou-se a bacia de drenagem contribuinte, os principais usos do solo dentro e fora das áreas de preservação permanente. De maneira que, as unidades paisagísticas denominadas de UP-A1, UP-B1 e UP-C1 estão à montante e apresentam maior área de cobertura florestal com florestas nativas; menor ocorrência de lavouras e pastagens perene; as APP de nascentes e cursos d'água apresentam maior proteção por matas ciliares, menor ocorrência de lavouras e menores trechos de cursos d'água desprotegidos. Já aquelas denominadas de UP-A2, UP-B2 e UP-C2, estão localizadas à jusante e apresentam condição de uso do solo e de presença de matas ciliares que caracteriza uso mais intensivo do agroecossistema de fumo. A UP-B1 representa o ecossistema natural protegido integralmente por floresta nativa secundária em estágio médio e avançado de regeneração. Em outro extremo, a UP-A2 representa a maior ação antrópica na paisagem.

Tabela 11 – Características agroambientais de unidades paisagísticas da microbacia hidrográfica do Arroio Lino, Agudo, RS, 2003/04.

Características agroambientais	Unidades Paisagísticas					
	A1	A2	B1	B2	C1	C2
Área total da bacia de captação, ha	27,2	69,2	3,1	24,3	21,2	48,3
Lavouras, ha	3,2	17,1	0	3,9	5,2	12,0
Lavouras, %	11,8	24,7	0	16,0	22,1	24,8
Cobertura Florestal total, ha	21,4	48,1	3,1	18,5	15,7	29,5
Cobertura Florestal, %	79,3	69,7	100	77,1	74,8	61,5
a) Floresta Nativa, % da CF	98,6	96,9	100	96,8	94,9	89,8
b) Floresta plantada, % da CF	1,4	3,1	0	3,2	5,1	10,2
Pastagem perene, ha	1	1,6	0	0,4	0,7	4,6
Pastagem perene, %	3,7	2,3	0	1,6	3,3	9,5
Sede e outros usos, ha	1,6	2,2	0	1,5	1,1	4,5
APP de mata ciliar <sup>1</sup> , ha	3,2	9,3	0,6	3,5	3,9	9,0
Lavouras nas APPs, ha(%)	0,9(29)	3,5(39)	0(0)	1,6(45)	0,8(21)	2,1(24)
Presença de mata ciliar, ha(%)	1,2(60)	4,1(44)	0(100)	2,1(40)	2,8(71)	5,7(63)
Pastagem perene nas APP, ha(%)	0,3(10)	0,8(8,5)	0	0	0,4(11)	1,6(18)
Cursos d'água e nascentes sem mata ciliar, m	253	758	0	327	100	488
Presença de mata ciliar <sup>2</sup>	4	1	5	3	4	3

<sup>1</sup> Áreas de preservação permanente de cursos d'água e nascentes; <sup>2</sup> Escala de 0 a 5, onde 0 é a ausência de mata ciliar e 5 é 100% de mata ciliar (Adaptado de Bortoluzzi et al, 2006).

Conforme já foi demonstrado em partes anteriores deste estudo, nas áreas com floresta nativa predominam nos locais que apresentam os solos com menor aptidão para o estabelecimento de lavouras, ou seja, onde os índices de declividade e pedregosidade são

maiores. Por essas razões, localizam-se comumente nas encostas com declividade superior a 25° e ao longo das vertentes. Os fragmentos identificados e mapeados como florestas nativas são compostos por florestas secundárias (capoeiras e capoeirões) e por alguns remanescentes de florestas primárias. Em todos os casos, mas principalmente, quando presentes nas APP de cursos d'água e nascentes, não apresentam distúrbios provocados pela presença do gado bovino. Nos locais onde há a entrada do gado estas glebas foram identificadas como de pastagem perene.

As áreas de lavouras são formadas por pequenas glebas cultivadas predominantemente com fumo em sistema convencional (Figura 23a), as quais podem chegar até o barranco dos cursos d'água na UP-A2 (Figura 23b). Nesta unidade paisagística e na UP-C2 a área de lavoura representa aproximadamente 25% da superfície total. No caso da UP-C1, embora representando 20% da área total, elas estão entremeadas na paisagem por faixas de florestas e/ou afastadas dos cursos d'água. A UP-A2 é a que apresenta a maior extensão (758 m) de margem de seus cursos d'água desprovidos das matas ciliares. Nesta mesma unidade paisagística são encontradas algumas ravinas no interior de lavouras conforme pode ser visto na Figura 11 e na Figura 22. A maior ocorrência de fontes de poluição pontual é registrada na UP-C2, as quais estão associadas à maior existência de sedes das UPF.



Figura 23 – Vista de área de preservação permanente de curso d'água em que a mata ciliar foi totalmente substituída por lavouras de fumo que são cultivadas em sistema convencional. Fotos: Pellegrini, J. B. R.

Pelos dados dos indicadores de qualidade de água analisados (Tabela 12) pode-se evidenciar diferenças significativas relacionadas à intensidade de uso dos solos nas unidades paisagísticas. Com exceção do carbono orgânico total os demais indicadores foram superiores nas unidades paisagísticas com maior intensidade de uso dos solos. De modo que, as

concentrações de sedimento aumentaram 6,0 vezes da UP-A1 para a A2, 5,0 vezes da UP-B1 para a B2 e de 2,5 vezes da UP-C1 para a UP-C2. As concentrações de fósforo particulado total aumentaram 4,4, 6,3 e 1,5 vezes, respectivamente. O comportamento do fósforo particulado biodisponível foi semelhante. McDowell et al. (2001) constataram que com o aumento na quantidade de sedimento houve acréscimo em todas as formas de fósforo analisadas.

A análise individual das unidades paisagísticas mostra que as menores concentrações de sedimento foram observadas na UP-B1 (1,4 g L<sup>-1</sup>), enquanto que as maiores ocorreram na UP-A2 (16,7 g L<sup>-1</sup>). As concentrações de fósforo particulado total e biodisponível particulado também foram menores na UP-B1 (0,87 e 0,24 mg L<sup>-1</sup>) que na UP-A2 (10,2 e 0,75 mg L<sup>-1</sup>), respectivamente. Estes resultados expressam a intensidade de uso do solo nestas unidades paisagísticas. Enquanto na primeira toda a sua área está protegida pelo ecossistema natural de floresta, na segunda há uma maior ação humana por meio do estabelecimento do agroecossistema de produção de fumo. Este comportamento está de acordo com Omernik (1977), o qual demonstrou, em trabalhos realizados em várias microbacias dos Estados Unidos, que as perdas de fósforo aumentam à medida que diminui a porcentagem de floresta, com aumento concomitante das áreas agrícolas.

No entanto, esta diferença de mais de 10 vezes nas concentrações destes poluentes é reflexo de uma área de 25% ocupada com lavouras, a qual pode ser considerada baixa. Diante disto, fica a preocupação do que poderá ocorrer caso sejam flexibilizadas os estatutos legais que normatizam o uso destas áreas mais sensíveis da paisagem, como é o caso do Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 1965) e a Leia da Mata Atlântica (BRASIL, 2006a).

Tabela 12 - Concentração de sedimentos, nutrientes e *Escherichia coli* na água coletada em cursos d'água de unidades paisagística da microbacia hidrográfica do Arroio Lino, Agudo, RS, 2003/04.

Indicadores de qualidade de água	Unidades paisagísticas					
	A1	A2	B1	B2	C1	C2
Concentração de sedimento*, g L <sup>-1</sup>	2,4bA	16,7aA	1,4bA	7,1aB	2,3bA	6,1aB
Fósforo particulado total**, mg L <sup>-1</sup>	2,55bA	10,2aA	0,87bB	5,51aB	3,31aA	4,48aB
Fósforo particulado biodisponível <sup>+</sup> , mg L <sup>-1</sup>	0,11bB	0,75aA	0,24bA	0,46aB	0,26bA	0,40aB
Carbono orgânico total <sup>++</sup> , g kg <sup>-1</sup>	18,3aA	13,4bA	22,8aA	13,4bA	18,9aA	10,5bA
<i>Escherichia coli</i> , NMP 100 mL <sup>-1</sup>	3,9x10 <sup>2</sup>	1,2x10 <sup>3</sup>	1,0x10 <sup>0</sup>	7,2x10 <sup>2</sup>	1,1x10 <sup>2</sup>	3,1x10 <sup>4</sup>

Cada valor representa a média de nove eventos pluviais. \*CV = 48,3; \*\*CV = 40,2; <sup>+</sup>CV = 28,0; <sup>++</sup>CV = 20,8; NMP: Número Mais Provável; As letras minúsculas (a e b) indicam diferença significativa (teste Tukey  $P < 0.05$ ) entre os locais de amostragem de cada unidade paisagística (A1xA2; B1xB2 e C1xC2) e pelas letras maiúsculas (A e B) entre as unidades paisagísticas de montante (A1, B1 e C1) e de jusante (A2, B2 e C2).

Ao analisarmos o comportamento das formas de fósforo de montante a jusante da UP-B1 para a UP-B2 a concentração de fósforo particulado biodisponível aumentou 1,7 vezes e a de fósforo particulado total 6,3 vezes (Tabela 12). Porém, na UP-B1 o teor de fósforo particulado biodisponível corresponde a 27,7% do fósforo particulado total, enquanto que na UP-B2 foi de apenas 4,1%. Isto demonstra, em primeiro lugar, que na UP-B1, embora em menor quantidade, o fósforo está mais prontamente disponível, enquanto que na UP-B2, ele encontra-se mais adsorvido aos sedimentos. Esta foi uma tendência observada também nas unidades paisagísticas A e C.

De acordo com Omernik (1977), mesmo que as áreas de floresta aportem baixas quantidades de sedimento e fósforo aos cursos d'água, em comparação às áreas agrícolas, predomina a forma particulada biodisponível, em relação à forma particulada total. Em segundo lugar, estes dados mostram o enriquecimento dos sedimentos com fósforo durante o transporte, expresso neste caso, pelos altos valores de fósforo particulado biodisponível nos pontos à jusante. Este fato contribui para o aumento da capacidade de tamponamento da fração de fósforo disponível no longo prazo e os riscos de eutroficação de recursos hídricos como lagos e lagoas (PELLEGRINI et al., 2009). Fato este que também foi demonstrado por Schenato (2008).

Tomando-se as unidades paisagísticas de jusante pode-se identificar que a distribuição das glebas de cultivo e de florestas nativas influencia de maneira decisiva nos valores observados nas perdas de sedimento e fósforo. Ao fazer um paralelo entre a UP-A2 e a UP-C2, percebe-se que, embora possuam percentual semelhante de lavouras (24,7 x 24,8 ha) e cobertura florestal (69,7 x 61,5 ha) (Tabela 11), a primeira apresenta concentrações 3,0 vezes maiores de sedimento, 1,7 vezes de fósforo particulado biodisponível e 2,3 vezes de fósforo total (Tabela 12).

Estes resultados mostram que a distribuição das glebas de cultivo na paisagem da MBHAL interfere mais na poluição do que a área ocupada por elas. De modo que, a explicação para as diferenças observadas nestas duas unidades paisagísticas estão relacionadas principalmente com o uso dos solos nas suas APP. Embora, elas apresentem áreas semelhantes de APP (9,3 e 9,0 ha) a intensidade de uso na UP-A2 é maior (Tabela 11). Isto se deve principalmente pela presença de lavouras com 39%, contra 24% na UP-C2. No caso da UP-A2 as lavouras chegam até a margem do curso d'água conforme pode ser visto na Figura 22.a. e a área de matas ciliares é menor, a qual representa 44% das APP, enquanto na UP-C2 este percentual é de 63%. Porém, o que chama mais a atenção é que na UP-A2 a distância de cursos d'água e nascentes sem matas ciliares é de 758 m e na UP-C2 este valor é



de 488 m. De maneira que, em uma escala de 0 a 5, que indica da ausência a presença total de mata ciliar, estas unidades paisagísticas seriam classificadas em 1 e 3, respectivamente.

Assim, este espaço da paisagem desprovido de matas ciliares que está localizado na UPF 16 (Figura 23.a e Figura 22) se constitui em uma das principais fontes de poluição das águas do Arroio Lino. Portanto, locais como este devem receber maior atenção em trabalhos de gestão e planejamento ambiental das UPF. Para isto, o acompanhamento técnico qualificado é indispensável a fim de auxiliar os agricultores a redesenhar a unidade de produção, de maneira a possibilitar a preservação das matas às margens destes cursos d'água. Pois, se o objetivo for melhorar a qualidade da água, neste caso, não há outra saída senão a recuperação da mata ciliar em toda a sua extensão. Contudo, será necessário compensar esta área de lavoura que será destinada à preservação do curso d'água de maneira que o agricultor não tenha que desmatar áreas de florestas. Para isto, será necessária uma análise das particularidades de cada UPF e a solução pode ser encontrada mediante o planejamento da paisagem, conforme o exemplo da UPF 16 que será apresentado a seguir.

Analisando primeiramente as informações contidas nas partes anteriores deste trabalho se verá que esta UPF possui 10,9 ha de superfície, dos quais 4,0 ha são usados com lavoura, 3,8 ha com florestas nativas, 0,8 ha com florestas plantadas e 2,2 ha com pastagem perene (Tabela 2). Cerca de 40% (4,4 ha) da sua superfície está enquadrada como APP localizadas integralmente nas margens dos cursos d'água. Desta área de APP, em torno de 1,1 ha está sendo ocupado com lavouras e 0,2 com pastagem perene. Os 70% restantes encontram-se protegidos por florestas nativas (Tabela 8). Dos 67% de solos aptos para uso agrícola (7,3 ha), 75% (4,6 ha) estão fora das APP, dos quais, estão sendo ocupados com lavouras não mais que 3,5 ha. De modo que, restam pelo menos 1,0 ha com aptidão para uso com lavoura e que não está coberto por florestas nativas. No caso desta UPF esta área está sendo ocupada com florestas plantadas e pastagem perene (Figura 1). Portanto, a área necessária para compensar aquela destinada à preservação permanente pode ser compensada dentro da UPF. Para isto ser possível o agricultor terá que abrir mão destes usos para poder manter a área de lavouras de fumo. Outras possibilidades para o agricultor compensar a área destinada à preservação permanente seriam o arrendamento, a compra de outra gleba ou o desmatamento de áreas de florestas existentes na UPF, desde que tenha a devida autorização do órgão ambiental competente.

Após análise de situações como desta UPF, mesmo diante das limitações pertinentes a cada UPF, acredita-se que seja possível realizar o planejamento do uso dos solos de forma a amenizar os conflitos agroambientais nas APP. Porém, será necessário estudar caso a caso as



particularidades existentes em cada UPF e as interligações com as feições da paisagem da microbacia hidrográfica. É preciso pensar sistemas de produção que se adéquem a disponibilidade de terras e a qualidade dos solos. Os sistemas que demandem mais área não são viáveis, pois implicarão em desmatamentos das áreas de florestas nativas. A manutenção do sistema de produção de fumo tenderá a manter o manejo convencional do solo, das estradas internas as lavouras e o uso de altas doses de fertilizantes e agrotóxicos. Por conta disto, se perpetuarão condições favoráveis à contaminação e poluição das águas superficiais. Fato que também foi alertado por Bortoluzzi et al. (2006). Portanto, se este sistema de produção de fumo for mantido as matas ciliares não serão suficientes para conter os poluentes provenientes das áreas adjacentes da paisagem do agroecossistema.

No entanto, a comparação dos resultados entre as UP-A1 e C1 aponta na direção de que é possível manter, ou até mesmo ampliar, as áreas com agricultura nestes locais sem provocar grandes alterações na qualidade das águas superficiais. Como pode ser observado na Tabela 12, estas duas unidades paisagísticas não se diferenciaram pela maioria dos poluentes avaliados, nem pela superfície total e cobertura florestal que são semelhantes, embora a UP-C1 apresente o dobro da porcentagem ocupada com lavouras do que a UP-A1. Isto é possível por que na UP-C1 as lavouras estão espalhadas na paisagem e entremeadas por glebas e faixas de florestas, as quais formam barreiras de contenção do escoamento superficial proveniente das lavouras (Figura 22). Além disso, nesta unidade paisagística a presença mais expressiva de mata ciliar, a qual se estende por longa faixa deste o ponto de coleta até próximo de sua nascente, restando apenas 100 metros sem proteção (Tabela 11). Por outro lado, na UP-A1 em torno de 250 metros de margens de cursos d'água estão desprotegidos de matas ciliares.

Assim, pelos resultados observados percebe-se que as matas ciliares cumprem papel importante para a manutenção da qualidade das águas superficiais e a sua ausência resulta em elevados níveis de poluição. Eles confirmam a importância de um planejamento através do qual se respeite a presença de cobertura florestal nas áreas de encostas, topo de morros e nas margens dos cursos de água, a fim de preservar a qualidade das águas superficiais, fato também considerado por Bortoluzzi et al (2006) e Gonçalves (2007).

A eficiência da vegetação de matas ciliares no controle de outros poluentes foi demonstrada em outros estudos realizados nesta microbacia hidrográfica. Kaiser (2006) constatou a eficiência da vegetação florestal na absorção de nitrato na água subsuperficial. Sendo que, a água de fontes localizadas abaixo de lavouras de fumo apresentou teores de nitrato em média 10 vezes superiores ao observado em fontes d'água protegidas com florestas. Sendo que, em várias amostragens os valores de nitrato ficaram acima ou próximo

do limite crítico estabelecido pela Resolução do CONAMA n° 357 (BRASIL, 2005). O autor considera para que seja eficiente a remoção do nitrato é necessário que o fluxo da água seja lento na zona florestada. Os teores mais elevados de matéria orgânica nas florestas favorecem atividade dos microorganismos denitrificadores, além de que ocorre a absorção do nitrato provenientes das lavouras pelas árvores em crescimento.

Em estudo da qualidade das águas superficiais em dias normais Gonçalves (2003) e Maier (2007) constataram que as águas de nascentes protegidas por vegetação florestal tendem a possuir menor número de coliformes fecais e totais, em relação àquelas onde a ação antrópica é mais presente. Gonçalves (2003) observou que um dos pontos de monitoramento localizado no executório da microbacia apresentou menores teores da maioria dos indicadores avaliados. Ele atribuiu esta redução ao efeito da mata ciliar presente em parte do curso d'água antes do local de coleta. Este efeito, segundo ele, se deve a diluição pela entrada de água que drena por fluxo lateral das áreas de florestas adjacentes.

Uns dos principais poluentes das águas são os agrotóxicos usados nos cultivos de fumo. Eles preocupam, tanto pela diversidade de princípios ativos, quanto pela quantidade usada nos cultivos. Como em vários locais as lavouras de fumo estão localizadas próximas aos cursos d'água e nascentes, a sua entrada tem sido facilitada. Em levantamento realizado nos mesmos locais e datas que o apresentado neste estudo foram coletadas amostras para análise de agrotóxicos e os resultados foram publicadas por Bortoluzzi et al. (2006). Os autores constataram neste estudo que as águas dos córregos que são margeadas por lavouras com fumo tendem a apresentar agrotóxicos imidacloprid, atrazina e clomazone. Por outro lado, os autores identificaram que as unidades paisagísticas com predominância de mata ciliar, embora apresentando lavouras com fumo distantes dos córregos, tenderam a não transferir moléculas de agrotóxico às águas superficiais.

Desta forma, a preservação ambiental destes agroecossistemas localizados nestas microbacias hidrográficas de cabeceira é fundamental, não só para a sustentabilidade ambiental e para o fornecimento de água aos grandes centros urbanos, mas também, para a manutenção das atividades agrícolas que são a base e o fundamento da reprodução de inúmeras pequenas UPF. Contudo, ela não pode ser vista como uma amarra para o desenvolvimento das atividades agrícolas, mas como de grande importância para a sustentabilidade desta agricultura familiar no longo prazo. A manutenção do ecossistema nativo, que neste caso são de florestas, nas áreas especialmente protegidas por lei como as APP é imprescindível para garantir a qualidade dos recursos hídricos.

## 5 CONCLUSÕES GERAIS

- a) A paisagem da Microbacia Hidrográfica do Arroio Lino é recortada por pequenas unidades de produção familiar que dependem exclusivamente do cultivo de fumo em pequenas glebas de lavouras entremeadas por fragmentos florestais remanescentes do Bioma da Mata Atlântica. Estas florestas nativas constituem o uso predominante do solo ocupando 60% de sua superfície e as lavouras somam aproximadamente 25% de toda a microbacia. Os desmatamentos são uma prática freqüente como forma de aumentar as áreas de cultivo e para a obtenção de lenha para a secagem do fumo;
- b) As áreas de preservação permanente abrangem 45% da superfície da microbacia hidrográfica, das quais as mais representativas são as de topo de morro com 67% e as de matas ciliares de cursos d'água com 25%. Aproximadamente 60% das sedes das unidades de produção familiar estão localizadas dentro das áreas de preservação permanente de cursos d'água e nascentes. Em torno de 50% das áreas de preservação permanente estão protegidas por florestas nativas. No caso em estudo, verificou-se que três unidades de produção familiar estão integralmente sobre áreas de preservação permanente;
- c) De acordo com o Sistema de Classificação da Aptidão Agrícola das Terras aproximadamente 85% dos solos são considerados inaptos para uso com agricultura convencional. De maneira que, várias unidades de produção familiar estão integralmente localizadas sobre solos com estas condições.
- d) Com base no Código Florestal Brasileiro e no Sistema de Classificação da Aptidão Agrícola das Terras a microbacia hidrográfica apresenta 44% da sua superfície com algum tipo de conflito agroambiental em decorrência do uso inadequado do solo. Os principais conflitos ocupam apenas 6,7% da superfície da microbacia hidrográfica do Arroio Lino e correspondem à existência de lavouras sobre classes de solos inaptas para este fim e localizadas em áreas de preservação permanente;
- e) As matas ciliares mostraram-se eficientes em reduzir a carga de poluentes aos cursos d'água e nascentes. Porém, a eficiência das matas ciliares é diminuída quando há lavouras sendo manejadas em sistema convencional em áreas de baixa aptidão para uso agrícola e de preservação permanente, e também, se existem estradas mal localizadas, pois contribuem para a geração de escoamento superficial concentrado. Portanto, não é suficiente reconstituir a vegetação natural nas áreas de preservação permanente de cursos d'água e nascentes se forem mantidos o atual padrão de uso e ocupação do solo fora destas áreas protegidas pela legislação

e o sistema de produção de fumo que prevê o uso intensivo dos solos e com a aplicação de agroquímicos;

f) Tanto o Código Florestal Brasileiro quanto o Sistema de Classificação da Aptidão Agrícola das Terras são ferramentas eficientes em apontar quais espaços da paisagem ocorrem os principais conflitos agroambientais. As informações obtidas pelo cruzamento destes planos de informação com os usos atuais do solo são importantes para o planejamento paisagístico e ambiental de microbacias hidrográficas como a do Arroio Lino. Contudo, quando na aplicação destes instrumentos for adotada a escala de unidade de produção familiar eles se mostram impraticáveis em várias situações. Isto porque, muitas destas unidades de produção familiar seriam obrigadas a parar de praticar a agricultura tendo que destinar suas áreas à preservação permanente. Por conta disto, a adequação irrestrita a estes instrumentos tenderá a agravar os conflitos agroambientais de várias unidades de produção familiar. Deste modo, é necessário analisar as particularidades de cada unidade de produção familiar e como estas se integram à paisagem da microbacia hidrográfica;

g) As alterações propostas pelo Novo Código Florestal Brasileiro, atualmente em debate no Congresso Federal, não solucionarão estes conflitos agroambientais, tendo em vista que, a grande parte das áreas de preservação permanente liberada para uso agrícola encontra-se coberta por florestas nativas, as quais não podem ser desmatadas pelos efeitos da Lei da Mata Atlântica e do Código Florestal do Rio Grande do Sul;

h) O tamanho reduzido dos lotes de muitas unidades de produção e o seu formato estreito e comprido; a localização das unidades de produção sobre solos inaptos para uso com agricultura convencional; a localização das sedes das unidades de produção próximas dos cursos d'água e nascentes; a necessidade de uma vasta rede de estradas para dar acesso as suas sedes e as lavouras; a forte dependência da cultura do fumo que está atrelada à integração com as empresas fumageiras; são alguns limitantes que tornam o planejamento agroambiental destas unidades de produção familiar complexo e de difícil solução;

i) As possibilidades para superação dos conflitos agroambientais podem ser encontrados no redesenho destas unidades de produção familiar para o desenvolvimento de agroecossistemas que permitam o convívio com as áreas de florestas. A transição agroecológica pautada na diversificação de atividades e na biodiversidade local, a exemplo dos sistemas agroflorestais, poderá constituir-se em importante forma de harmonizar a relação conflituosa entre os agricultores e o ambiente.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo histórico de ocupação dos solos na região da microbacia hidrográfica do Arroio Lino resultou em uma paisagem extremamente fragmentada, a qual está distribuída entre unidades de produção familiar com área muito pequena. A conformação da paisagem marcada pela descontinuidade de pequenas glebas de cultivo, entremeadas por fragmentos de florestas nativas é positivo do ponto de vista de uma agricultura sustentável. Isto porque ela evita que os processos erosivos sejam mais intensos; aumenta os refúgios para os inimigos naturais de insetos indesejáveis aos cultivos; possibilita a dispersão de sementes de um fragmento ao outro, mantendo a diversidade biológica; evita danos provocados pelos ventos fortes aos cultivos; protege solos de baixa aptidão agrícola, entre outros. Para Altieri (1989), estas são algumas das características que definem um agroecossistema sustentável. Portanto, este tipo de ambientes pode favorecer o desenvolvimento de uma agricultura de base ecológica e esta poderá auxiliar na sua melhoria com vistas à construção de agroecossistemas sustentáveis.

Para isso, o planejamento no âmbito da bacia hidrográfica, com o conhecimento das suas características ecológicas e o seu acoplamento às diferentes características e interesses econômicos, sociais e ambientais de cada unidade de produção familiar, pode auxiliar no redesenho de formas sustentáveis de uso e manejo dos solos. Porém, neste caso, em que há fortes restrições ambientais e limitada área agricultável, a aplicação irrestrita da legislação poderá resultar em inviabilidade de muitas das UPF.

A distribuição das unidades de produção familiar na paisagem, bem como de suas sedes, tem sido condicionada, principalmente, pela disponibilidade de água em nascentes e cursos d'água. Esta proximidade trás vantagens por facilitar o acesso à água para as lides doméstica, por outro, possibilita que os resíduos domiciliares e da criação de animais sejam aportados a estes recursos hídricos durante as chuvas, provocando a sua poluição.

Embora mais da metade da área da microbacia hidrográfica esteja coberta com florestas nativas, a ausência de cobertura florestal nas APP, principalmente nas margens de cursos d'água e nascentes, tem promovido que grandes quantidades de sedimentos e nutrientes continuem sendo transferidas aos cursos d'água por erosão durante as chuvas. Deste modo, mesmo que as áreas de cultivo estejam restritas a apenas um quarto da superfície da microbacia hidrográfica, a má disposição das glebas na paisagem, contribui para o aumento de até dez vezes na poluição da água com sedimentos e fósforo. Assim, a distribuição do uso dos solos na paisagem é tão ou mais importante do que o percentual ocupado por cada um

destes usos. O que aponta a necessidade de planejamento destas unidades de produção a fim de garantir a permanência dos cultivos agrícolas nestes ambientes, minimizando os impactos nos recursos hídricos.

A preservação ou recuperação das matas ciliares ao longo das nascentes e cursos d'água, embora sejam eficientes em diminuir a poluição das águas, atuará apenas como uma medida complementar. Isto porque, elas não serão suficientes para conter o deflúvio superficial se as áreas adjacentes e mais elevadas da paisagem, como as APP de encostas e topo de morro com solos de baixa aptidão, estiverem sendo usadas intensivamente. Desta forma, as áreas de cultivo quando localizadas sobre solos não aptos para este fim deverão receber atendimento especial.

Da mesma maneira, a manutenção de cobertura florestal nativa nas APP de topo dos morros e encostas evitará que grandes quantidades de sedimentos sejam transportadas por erosão aos recursos hídricos. As lavouras, quando existentes nestes locais da paisagem, devem ser contornadas em sua parte mais baixa por cinturão com florestas nativas ou plantadas. As estradas, principalmente as localizadas no interior das lavouras, deverão ser eliminadas ou dispostas de maneira que não possibilitem o aumento da velocidade do deflúvio superficial. Além disto, o manejo do solo nas áreas de cultivo deverá propiciar que o solo permaneça coberto com palhada o maior tempo possível.

Estas duas últimas ações de planejamento estão intimamente ligadas ao sistema de produção de fumo, e por isto, são mais difíceis de ser resolvidas. Praticamente, acredita-se que só serão resolvidas com a substituição deste sistema por outros que tenham por base o estabelecimento de cultivos perenes ou semi-perenes. Deste modo, permitem a manutenção permanente da cobertura do solo com resíduos orgânicos e plantas de cobertura.

Quanto à questão que envolve o sistema plantio direto deve-se considerar que, apesar dos esforços por parte dos serviços de extensão rural e do grupo de pesquisa do Departamento de Solo da UFSM em demonstrar a sua viabilidade e importância para as melhorias da qualidade dos solos e na diminuição da erosão hídrica (PELLEGRINI, 2006), na prática a sua adoção não tem se concretizado. Tendo em vista as características físicas dos solos e do relevo, associadas à particularidade que a cultura do fumo apresenta de não se desenvolver satisfatoriamente em solos compactados e às dificuldades de controle das plantas invasoras, é que os agricultores têm optado por sistemas convencionais e, em alguns casos, por um sistema de cultivo mínimo. Este se diferencia do convencional apenas por dispensar a prática de preparo do solo por meio de lavração. De maneira que, a adoção da proposta do plantio direto

tem se limitando a pequenas glebas de cultivo, na maioria das vezes determinada pelas dificuldades de uso dos implementos de preparo do solo.

Em face desta situação, por ocasião do aterramento do fertilizante nitrogenado que ocorre entre os meses de setembro e outubro, praticamente todas as áreas de cultivo ficam com solo exposto. O problema é que este período coincide com a ocorrência das maiores precipitações pluviais. Diante desta realidade os trabalhos de monitoramento ambiental têm demonstrado e alertado que este é o período mais crítico para a erosão dos solos. Portanto, a manutenção da cultura do fumo nestes locais implicará em continuidade de sistemas de manejo do solo que promovem o seu revolvimento. Os trabalhos que visam resolver este problema de manejo do solo para o cultivo do fumo são úteis para amenizar o problema da erosão do solo e da contaminação da água. Contudo, estas soluções servirão a manutenção do sistema de produção de fumo nestes agroecossistemas, o que conveniente às empresas fumageiras.

As ações propostas pelas instituições envolvidas nos trabalhos de implementação do programa RS-Rural foram no sentido de contornar o problema da poluição, sem alterar o domínio do sistema de produção de fumo. A construção de fontes drenadas protegidas e o uso de cordões vegetados no interior das lavouras podem exemplificar esta questão. Muito pouco foi feito no sentido de propor alternativas para a superação do atual sistema de produção de fumo. Apesar dos esforços empregados poucos avanços na preservação dos recursos naturais foram obtidos. Nenhum metro quadrado de mata ciliar foi recuperada e praticamente todas as estradas permaneceram onde estavam, embora fossem metas estratégicas do programa RS-Rural.

Por conta disto, os resultados dos estudos realizados nos anos de monitoramento ambiental da microbacia hidrográfica do Arroio Lino mostram que as águas dos cursos d'água e nascentes continuam sendo poluídas por sedimentos, nutrientes, microrganismos patogênicos e princípios ativos de agrotóxicos usados no cultivo de fumo. A erosão dos solos nas áreas de cultivo de fumo continua sendo um problema sério que além de refletir no agravamento da poluição das águas tem reflexos na diminuição da capacidade produtiva dos solos (RHEINHEIMER; GONÇALVES; PELLEGRINI, 2004). Esta é agravada pelo manejo inadequado dos solos nas lavouras de fumo cultivadas sob pacote tecnológico fornecido pelas empresas fumageiras. No caso das florestas nativas houve um retrocesso, pois aproximadamente 4% delas foram desmatadas, sendo transformadas em lavouras de fumo e a lenha usada para secagem do fumo. O padrão de ocupação da paisagem deste

agroecossistema, embora tenha influência direta na contaminação das águas superficiais, tem se mantido praticamente inalterado.

As mudanças propostas pelo Novo Código Florestal Brasileiro não solucionarão os conflitos agroambientais. A pretensão de que as mudanças propostas possam aumentar a superfície de terras para uso agrícola, no caso da realidade em estudo, este aumento seria de apenas 12,5 ha. Além do mais, aproximadamente 50% das unidades de produção familiar não seriam contempladas. O aumento das áreas agricultáveis é limitada pela Lei da Mata Atlântica e do Código Florestal do Rio Grande do Sul, os quais não permitem o corte raso das formações florestais em estágio secundário médio e avançado de sucessão. Assim, o desmatamento clandestino tenderá ser o meio para a ampliação das áreas de cultivo.

Lamentavelmente, os debates ocorridos no processo de alteração do novo código florestal brasileiro têm reforçado a idéia de embate entre o ser humano e o ambiente. Não se trata de apologismo ao conservacionismo ou ao ambientalismo; em defender como intocáveis os ambientes especialmente protegidos como as APP e reserva legal. No debate e embate para definir o que e onde preservar passa ao largo a discussão, por exemplo, do que pode ser feito com as áreas florestadas, que em muitas destas unidades de produção, excede ao exigido para compor os 20% de reserva legal. Além desta questão, não se discute como e o que pode ser produzido nas áreas fora dos marcos legais. Ou seja, uma vez definidas as áreas que deverão ser preservadas permanentemente, o que escapar destes limites estarão livres para continuar como está. Esta postura tenderá a agravar a crise e os conflitos entre as necessidades de garantir qualidade de vida e do ambiente.

É preciso evoluir no sentido de superar o discurso do antagonismo entre o desenvolvimento da agricultura e a preservação ambiental. Se por um lado, os agricultores precisam produzir para se manterem na agricultura, por outro, a sustentabilidade destes agroecossistemas depende da preservação de áreas ecologicamente mais frágeis da paisagem. Não se pode, em prol da sustentabilidade econômica destas famílias de agricultores, comprometer a qualidade da água que servirá a outras tantas localizadas a jusante, seja no meio rural ou urbano. O agricultor tem sua parcela de responsabilidade neste processo de degradação ambiental e para tanto precisa fazer sua parte na recuperação dos recursos naturais. Contudo, a sociedade não pode exigir que os agricultores transformem suas unidades de produção em unidades de preservação ambiental sem compensá-los por isto. Eles não poderão e nem deverão arcar com todos os custos necessários a melhoria e manutenção do ambiente. Nestes casos, o Estado terá que apoiar com recursos financeiros e técnicos, subsidiando as ações de recuperação ambiental.



Assim, é de fundamental importância políticas públicas direcionadas a este público, a exemplo do que vem acontecendo nos últimos três anos com o Programa de Apoio à Diversificação Produtiva das Áreas Cultivadas com Tabaco. Este programa é coordenado pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário em parceria com Municípios, Universidades, organizações não governamentais, entidades religiosas, sindicatos de trabalhadores rurais, entre outros. Esta linha de trabalho tem sido instigada diante da ratificação pelo Governo Brasileiro, no ano de 2005, da Convenção-Quadro para o Controle do Tabaco. No momento da assinatura do tratado o governo assumiu o compromisso de auxílio técnico, científico e financeiro para os agricultores que decidirem por outras atividades. Deste modo, vem se discutindo a problemática com olhos voltados para a busca da diversificação da produção de alimentos em áreas produtoras de fumo e que possam se constituir, no curto prazo, em alternativas viáveis para fugir do impasse.

Para que mudanças substanciais possam ocorrer será necessário realizar grandes esforços em educação ambiental no sentido de construir uma consciência agroecológica. Não são apenas os agricultores que carecem desta nova consciência, mas também muitos técnicos, gestores públicos, pesquisadores, sindicalistas, políticos, etc. A sociedade como um todo é guiada fortemente por valores capitalistas, como o individualismo, imediatismo, oportunismo, produtivismo, comodismo, consumismo, entre outros. Mesmo, considerando que alguns destes valores sejam inerentes à natureza humana, como uma estratégia de sobrevivência, eles foram fortalecidos durante o processo de modernização da agricultura. E no caso em estudo, estas mudanças se deram com a consolidação do sistema de produção de fumo como dominante nas unidades de produção familiar. Neste processo vários valores culturais de uma agricultura familiar tradicional foram perdidos ou substituídos, o que Balem e Silveira (2005) atribuíram de erosão cultural. Isto é fruto de um processo histórico que transformou agricultores familiares tradicionais em produtores de fumo ou “fumicultores”.

Neste caso, as empresas fumageiras são as grandes responsáveis por estas mudanças culturais. A prática das empresas fumageiras de premiar os agricultores que atingem maior produtividade e qualidade de fumo é uma estratégia sutil que reforça a consolidação de valores como o individualismo e produtivismo. As empresas, de forma estratégica, controlam para que a renda dos agricultores seja suficiente para se manterem na atividade (COSTA, 1987). Os fumicultores reconhecem que estão intoxicados e com suas vidas, e a de seus filhos, seriamente comprometidas. Também não acreditam que seja possível produzir sem esta relação opressiva, e nem sequer acreditam que existam alternativas. E a ideologia do

dominador passa a ser a visão do dominado. Infelizmente, este é o auge da servidão (PINHEIRO; NASR; LUZ, 1998).

Atualmente, as empresas fumageiras não precisam obrigar o produtor a absorver insumos, optar por seguro ou construções de investimento, pois o agricultor já está irremediavelmente atrelado ao esquema e seus instrutores controlam a fidelidade. O imediatismo é fortalecido porque o planejamento das atividades é feito para o período de uma safra e a expectativa é gerada sobre a safra seguinte. Este vínculo se estabelece por meio do contrato de fornecimento de insumos e assistência técnica da empresa e garantia de fornecimento do produto pelo agricultor.

Por conta disto, apesar das ações definidas no planejamento dos trabalhos da microbacia do RS-Rural, muitos agricultores não se sensibilizaram para a questão ambiental. Fato que tem dificultado a mobilização dos agricultores para realização de determinadas práticas de preservação que aparentemente não lhe ofereça nenhum benefício econômico de curto prazo, tais como: recuperar matas ciliares, implantar faixas de controle de erosão, usar cobertura do solo, reflorestar encostas e topo de morros, entre outros. Muito mais difícil é atingir a percepção da importância de realizar ações conjuntas que dêem resultado no longo prazo, que extrapolem os marcos de sua propriedade e que seja comum a toda a microbacia, como a realocação de estradas e a conexão entre curvas de nível de uma UPF a outra.

É necessário assumir que o sistema de produção de fumo com sua matriz tecnológica e vinculação socioeconômica estabelecida entre agricultores e empresas fumageiras é insustentável não só na dimensão ambiental, mas também na social, econômica, política, ética e cultural. Da mesma forma, é preciso assumir serem incompatíveis a preservação e melhoria da qualidade dos recursos naturais, especificamente das águas superficiais, com a manutenção do sistema de produção de fumo e de sua matriz tecnológica. De maneira que, a insistência no sistema de produção de fumo levará não só a degradação dos recursos ambientais, mas, sobretudo, destas unidades de produção familiar. Neste cenário algumas famílias, ou parte delas, deixarão a atividade em busca de estudos ou alternativas de trabalho nas cidades da região; outras resistirão na atividade até que não terão mais substitutos, restando por fim pessoas idosas e aposentadas. E, no longo prazo, mesmo que estes agroecossistemas sejam degradados pelas atividades humanas, na sua ausência, o ecossistema será restaurado de sua vegetação natural. Os processos erosivos serão minimizados a níveis compatíveis com a taxa de formação dos solos, permitindo assim, sua reabilitação. Com o tempo as águas dos rios serão enquadradas como classe especial desde a sua nascente até as partes mais baixas da

paisagem. Entretanto, voltarão a ser vazios populacionais como era por ocasião da chegada dos primeiros colonos imigrantes.

Para alguns ambientalistas, preocupados mais com as plantas e animais ameaçados de extinção, do que com as famílias de agricultores, estes locais devem mesmo ser destinados à preservação ambiental. Esta visão da existência de um ambiente rural sem gente é criticada por Froehlich e Monteiro (2002), os quais estão entre os que defendem a manutenção destes agricultores em suas comunidades. Dentro deste grupo há os que apontam a necessidade de urgentemente construir alternativas a cultura do fumo (RIFFEL et al., 1998); os que acreditam que o fumo possa ser mantido, porém, com técnicas menos agressivas ao meio ambiente como o fumo orgânico (sistemas de cultivo conservacionistas, menor uso de agrotóxicos, etc); e, é claro, as empresas fumageiras, também estão entre os que defendem a manutenção destes agricultores nestas regiões, pois deles dependem seus fartos lucros. Em menor número e pulverizados espacialmente existe agricultores, técnicos, gestores e pesquisadores que trabalham na perspectiva de uma agricultura sustentável.

A busca do desenvolvimento de uma agricultura que possibilite contemplar as várias dimensões da sustentabilidade pode ser o caminho para amenizar os conflitos inerentes à ação antrópica no ambiente. Antes de tudo é preciso considerar que a maior parte das unidades de produção familiar da microbacia enfrenta sérias limitações que impõe dificuldades para garantir sua reprodução com a preservação ambiental. Estas limitações são determinantes tanto dentro do sistema de produção de fumo, quanto para a transição a outras propostas que preconizem a sua substituição. São limitações como: tamanho reduzido das áreas; baixa disponibilidade de solos aptos para uso agrícola, que é agravada pela adequação à legislação ambiental; baixa disponibilidade de mão-de-obra; alta dependência da renda propiciada pelo fumo que os atrela fortemente às empresas fumageiras; baixa diversificação das atividades produtivas que propiciam renda; falta de assistência técnica de qualidade e em quantidade; pouco conhecimento técnico de outros sistemas de produção que não seja o de fumo; baixa capacidade de investimento e custeio por meio de recursos próprios; predomínio de uma cultura individualista, que dificulta iniciativas associativas ou cooperativas; isolamento geográfico pela distância das cidades; baixa organização política; baixo interesse dos jovens em permanecer na unidade de produção familiar.

Dentre estas, a baixa superfície de área útil determina que os agricultores tenham que optar por uma cultura que forneça uma renda que garanta a sustentabilidade econômica, no caso o fumo. Desta forma, a rotação de culturas, reconhecidamente importante para o manejo sustentável dos agroecossistemas, é limitada pela concorrência com a cultura do fumo. De

maneira que, a diversificação das atividades e culturas acaba se restringindo a pequenas culturas para consumo próprio e produzidas próximo as sedes, as quais não implicam em receita direta para estas unidades de produção. Mesmo a produção de milho, que aparece como segunda na lista de atividades, é destinada para a obtenção de farinha para consumo doméstico e para a criação de porcos, de galinhas, vacas de leite e bois para tração.

Em função desta condição delicada que muitas destas famílias de agricultores familiares se encontram, qualquer medida que seja tomada no sentido de estimular mudanças que impliquem na substituição do sistema de produção de fumo deve ser cuidadosamente estudada. A opção por outro sistema de produção que dependa de pacote tecnológico semelhante, que se baseie em uma única cultura ou criação e que tenha por base a integração vertical com as agroindústrias, tenderá a resultados semelhantes.

Da mesma forma, a proposição de culturas ou criações que proporcionem soluções milagrosas ou a simples substituição de “tecnologias sujas” por “tecnologias limpas”, sem considerar as peculiaridades do meio ambiente e das relações sociais e econômicas estabelecidas, pode gerar ainda mais exclusão e/ou fortalecer o discurso da reprodução do modelo de produção vigente (SCARIOT, 2011).

Tendo por base a racionalidade econômica dos agricultores, a sugestão de alternativas que possam dar respostas econômicas concretas é fundamental, pois os agricultores anseiam ampliar o acesso aos bens de consumo e melhorar sua qualidade de vida. Fato que não pode ser desmerecido tendo em vista a possibilidade de retorno ao passado, quando a inexistência de serviços essenciais como energia elétrica imprimiam outras rotinas e necessidades. Portanto, alternativas que desconsiderem a dimensão da sustentabilidade econômica das famílias tende a ter efeito reduzido ou até mesmo nulo. Do contrário, os agricultores não adotarão a proposta e tenderão a regredir às estratégias produtivas anteriores.

Para adentrar no caminho a uma agricultura sustentável o agricultor familiar procura assegurar-se de que tais mudanças não lhe trarão riscos para a reprodução familiar, prejuízos econômicos imediatos ou demanda excessiva de força de trabalho. Segundo Alier (1998), deve-se considerar legítimo que neste processo os agricultores questionem se as alternativas apresentadas ajudarão a aumentar suas rendas. Tal conflito fica ainda mais evidente se considerarmos que o pequeno agricultor está submetido a uma pressão cotidiana pela sobrevivência o que torna difícil o antagonismo entre o curto e o longo prazo. Para ele, sua sobrevivência imediata é mais importante do que a sustentabilidade futura ou do ambiente. De qualquer forma, é preciso observar que esta mentalidade imediatista é fruto do processo de

modernização da agricultura, e um dos maiores obstáculos que precisam ser superados para a implementação de alternativas ao modelo dominante (SILVEIRA et al., 2002).

Em função disto, a transição a uma agricultura de base ecológica terá que ser impulsionada e financiada pelo poder público, mediante a execução de programas que levem em consideração as peculiaridades inerentes às regiões e seus ecossistemas. Os programas de desenvolvimento territorial, como os trabalhos das microbacias, podem ser importantes neste contexto, mas precisam ser expandidos e apropriados pelos gestores públicos locais, pelo serviço de assistência técnica e pelos agricultores familiares (SCARIOT, 2011).

Neste contexto em busca da transição agroecológica surge como alternativa a perspectiva da substituição gradual do atual sistema de produção de fumo. Porém, a substituição paulatina do modelo não pode ser descompromissada, atribuída ao acaso ou a espontânea elevação do nível de consciência ecológica e de apropriação do saber pelos agricultores. No entanto, quando se concebe uma transição lenta sem ações consistentes no sentido de superar o modelo de produção, corre-se o risco de legitimar o modelo de produção atual que é baseado em medidas técnicas concretas e de grande impacto visual, assim o discurso da transição pode cair no vazio. Por isso, segundo Scariot (2011), é fundamental não perder a perspectiva de romper com o modelo dominante, promovendo rupturas com as tecnologias adotadas, mudando a matriz produtiva e rompendo com a dependência às empresas fumageiras que dão sustentação ao modelo.

Neste processo de transição para uma agricultura de base ecológica é preciso evoluir no sentido de desenhar agroecossistemas o mais semelhante possível aos ecossistemas de florestas. Para tanto, o planejamento das UPF com base nos instrumentos legais e técnicos deve ser valorizado como meio, não só para se garantir a preservação dos recursos naturais, mas, para se atingir uma agricultura sustentável em todas as suas dimensões. Nesta linha, as florestas devem deixar de ser vistas como estorvo ao desenvolvimento da agricultura, passando a serem valorizadas como bens renováveis, ambientalmente importantes e economicamente fundamentais para a sustentabilidade dos agroecossistemas.

Deste modo, é preciso desenvolver sistemas de produção integrados às áreas de florestas tanto dentro, quanto fora, das áreas de preservação permanente ou de reservas legais. Uma alternativa que pode dar a estas UPF uma forma de conviver harmoniosamente com as florestas, obtendo delas outras fontes de renda, pode ser o seu enriquecimento com espécies de valor madeireiro e moveleiro como o louro preto (*Cordia tricotoma*), cedro (*Cedrella fissilis*), grápia (*Apuleia leiocarpa*), cabreúva (*Myrocarpus frondosus*), caroba (*Jacaranda micrata*), Canafístula (*Pelthophorum dubium*), pinheiro brasileiro (*Araucaria angustifolia*) e não

madeireiro como a erva-mate (*Ilex paraguaiensis*), palmito juçara (*Eutrepe edulis*), frutíferas nativas e plantas medicinais. Outra atividade que deve ser valorizada é a apicultura, especialmente de abelhas sem ferrão. O desenvolvimento de sistemas agroflorestais pode ser uma alternativa importante para o redesenho destes agroecossistemas.

Os sistemas agroflorestais sucessionais e análogos aos ecossistemas florestados vêm sendo estudados e reconhecidos como sendo eficientes meios de se alcançar altos níveis de sustentabilidade (PENEIREIRO, 1999; FRANCO, 2000). Estes sistemas agroflorestais podem ser desenvolvidos nas APP como uma forma de recuperar a cobertura florestal, o que é permitido pela legislação ambiental (BRASIL, 2001). Embora os sistemas agroflorestais já sejam uma realidade para outros ecossistemas florestados do estado e do país, para as condições da região deste estudo são incipientes as experiências, havendo a necessidade de mais estudos. Além disto, os agricultores precisarão conhecer outras experiências bem sucedidas dos agricultores associados à Cooperafloresta do Município de Barra o Turvo, estado de São Paulo ou do Centro Ecológico de Dom Pedro Alcântara, na encosta da Serra do Nordeste do Rio Grande do Sul. É importante também, que os agricultores tenham o acompanhamento e auxílio técnico de profissionais comprometidos e capacitados com o assunto.

O uso de culturas perenes consorciadas com culturas agrícolas ou plantas de cobertura do solo também são sistemas que podem contribuir no redesenho destes agroecossistemas. O cultivo de plantas frutíferas em sistema de produção de base ecológica pode ser viabilizado mesmo nas APP ou naquelas porções da paisagem em que os solos são considerados inaptos para o uso agrícola. Como nestes cultivos é possível que o solo seja mantido permanentemente coberto por resíduos vegetais os processos erosivos serão atenuados. O estabelecimento de outros cultivos perenes como a cana-de-açúcar, tanto para a alimentação dos animais, quanto para a produção de subprodutos como rapaduras, melado e açúcar mascavo, poderão propiciar maior renda e muito menos impactos ambientais do que o cultivo de fumo.

Entretanto, para redesenhar agroecossistemas tornando-os sustentáveis não bastam apenas mudanças nas tecnologias de produção, é necessário universalizar o acesso a terra, tornar as relações sociais mais horizontais, resgatar valores culturais e promover um fortalecimento das organizações e associações comunitárias (SCARIOT, 2011). Elementos que são considerados como componentes de uma transição externa às UPF (EMBRAPA, 2006). Segundo Scariot (2011) para que isto ocorra é fundamental a elevação do nível de consciência e o protagonismo dos agricultores.

Diante da realidade analisada, acredita-se que, a continuidade da agricultura nestes ambientes considerados ecologicamente frágeis, melhorando e mantendo a qualidade das águas, será possível com o estabelecimento de uma agricultura de base ecológica e que valorize a biodiversidade local e as feições ecológicas do ecossistema de florestas. Esta estratégia implicará mais do que transformar estas regiões em unidades de conservação ambiental, mas sim, transformá-las em agroecossistemas produtivos, que possibilitem uma boa qualidade de vida aos agricultores, mantendo e melhorando os recursos naturais que são importantes para muito além destas localidades.

O redesenho destes agroecossistemas no âmbito da microbacia hidrográfica, mesmo sendo uma tarefa difícil e complexa, poderá minimizar os conflitos entre as necessidades de preservação ambiental e de reprodução sócio-econômica destas comunidades. Porém, não se constituirão em alternativas de fato, enquanto os agricultores se mantiverem dependentes e envolvidos diuturnamente na produção de fumo. Pois, como o fumo, estes sistemas exigem muita mão-de-obra, e apresentam várias incompatibilidades, as quais determinam a não coexistência destes dois “modelos”. Porém, para se atingir esta agricultura sustentável estes agricultores familiares precisarão se libertar da ilusão que os aprisionam as empresas fumageiras de que só a cultura do fumo pode lhes propiciar renda compatível com o tamanho e a aptidão de suas terras.

## 7 REFERÊNCIAS

ABREU, L. S. **Impactos sociais e ambientais na agricultura: uma abordagem histórica de um estudo de caso.** Brasília: EMBRAPA, 1994. 149 p.

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: 10 mai. 2010.

AHERES, S. O “novo” Código Florestal Brasileiro: conceitos jurídicos fundamentais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2003.

ALIER, J. M. **Da economia ecológica ao ecologismo popular.** Blumenau: ed. FURB, 1998. 230 p.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa.** Rio de Janeiro: PTA/FASE, 1989. 240 p.

ANVISA. Programa de análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos. Brasília: Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde (SVS/MS), 2010. Disponível em: <<http://portal.Anvisa.gov.br/wps/portal/Anvisa/home/agrotoxicotoxicologia>>. Acesso em: Setembro de 2010.

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

ATTANASIO, C. et al. A zona ripária, a estrutura fundiária e o manejo agrícola na microbacia. In.: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8., 2007, Caxambu. **Anais...** Caxambu: Sociedade Brasileira de Ecologia, 2007. SOBER.

BALEM, T.; SILVEIRA, P. R. C. A Erosão Cultural Alimentar: processo de insegurança alimentar na agricultura familiar. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO LATINO-AMERICANA DE SOCIOLOGIA RURAL, **Anais...** 2005. Disponível em: <[www.ufsm.br/desenvolvimentorural](http://www.ufsm.br/desenvolvimentorural)>. Acesso em: 10 de out. 2008.

BARBOSA, F. D. **Campo dos Bugres.** Porto Alegre: Livraria Sulina Ed., 1975. 99 p.

BARBOSA, L. C. A. **Os pesticidas, o homem e o meio ambiente.** Viçosa, UFV Ed., 2004. 215 p.

BARTON, J. L.; DAVIES, P. E. Buffer strips and streamwater contamination by atrazine and pyrethroids aerially applied to *Eucalyptus nitens* plantations. **Australian Forestry**, 56 (3): p. 201-210, 1993.

BIGARELLA, J. J. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais.** v. 3, Florianópolis: UFSC, 2003. 1436 p.

BOHRER, C. B. A. Vegetação, paisagem e o planejamento do uso da terra. **GEOgraphia** – Ano. II, n. 4, 2000.



BONUMÁ, N. B. **Modelagem do escoamento, da produção de sedimentos e da transferência de fósforo em bacia rural no sul do Brasil**. 2011. 140 f. Tese (Doutorado em Ciência de Solo)–Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

BORTOLUZZI, E. C. et al. Contaminação de águas superficiais por agrotóxicos em função do uso do solo numa microbacia hidrográfica de Agudo, RS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 10, n. 4, p. 881-887, 2006.

BORTOLUZZI, E. C. et al. Investigation of the occurrence of pesticide residues in rural wells and surface water following application to tobacco. **Química Nova**, v. 30, p. 1872-1876, 2007.

BRASIL. **Código Florestal Brasileiro**. Lei n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965. Brasília, 1965.

\_\_\_\_\_. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988: atualizada até a Emenda Constitucional n. 20, de 15-12-1998. 21. ed. São Paulo: Saraiva, 1999.

\_\_\_\_\_. **Lei da Mata Atlântica**. Lei n.º 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Brasília, 2006a.

\_\_\_\_\_. **Lei de crimes ambientais**. Lei n.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Brasília, 1998.

\_\_\_\_\_. Medida Provisória n.º 2.166/67, de 24 de agosto de 2001. Altera os arts. 1º, 4º, 14º, 16º e 44º, e acresce dispositivos à Lei n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965. Brasília, 2001.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Portaria n.º 518 de 25 de março de 2004. Diário Oficial (da República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF, 26 mar. 2004. 266 p.

\_\_\_\_\_. **Política Nacional do Meio Ambiente**. Lei Federal n.º 6938/81, de 31 de agosto de 1981. Brasília, 1981.

\_\_\_\_\_. Resolução do CONAMA n.º 302, de 20 de março de 2002. Brasília, DF: Congresso Nacional, 2002a.

\_\_\_\_\_. Resolução do CONAMA n.º 303, de 20 de março de 2002. Brasília, DF: Congresso Nacional, 2002b.

\_\_\_\_\_. Resolução do CONAMA n.º 33, de 07 de dezembro de 1994. Brasília, DF: Congresso Nacional, 1994.

\_\_\_\_\_. Resolução do CONAMA n.º 357, de 18 de março de 2005. Brasília, DF: Congresso Nacional, 2005.

\_\_\_\_\_. Resolução do CONAMA n.º 369, de 28 de março de 2006. Brasília, DF: Congresso Nacional, 2006b.

BROOKES, P. C.; POWLSON, D. C. Preventing phosphorus losses during perchloric acid digestion of sodium bicarbonate soil extracts. **Journal of Science and Food Agriculture**, Chichester, v. 32, n. 7, p. 671-674, 1981.

BRUM, A. J. **Modernização da agricultura**: trigo e soja. Petrópolis: Vozes, 1987. 200 p.

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

CAMPANILLI, M.; SCHÄFFER, W. B. A importância da paisagem no planejamento. In: (Ed.) **Mata Atlântica: manual de adequação ambiental**, p 54-69. Brasília: MMA/SAF, 2010. 96 p.

CAPOANI, V. **Relações entre qualidade da água, uso da terra e zona ripária em duas pequenas bacias hidrográficas**. 2011. 104 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo)–Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável: perspectivas para uma nova extensão rural**. Porto Alegre: EMATER/RS, 2001. 36 p.

CEW-EH-Y, Manual N° 1110-2-4000. Department of the Army. U.S. Army Corps of Engineers, Washington, 1995.

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

COSTA, F. M. **A estufa fumageira: uma fábrica de sonhos para o pequeno produtor**. 1987. 215 f. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural)–Universidade Federal de Santa Maria, 1987.

COSTABEBER, J. A. **Eficiência energética e processos de produção em pequenas propriedades rurais - Agudo, RS**. 1989. 295 f. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural)–Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1989.

D'AGOSTINI, L. R.; SCHLINDWEIN, S. L. Dialética da avaliação do uso e manejo das terras. Ed. UFSC. Florianópolis, 1998. 235 p

DALMOLIN, R. S. D.; PEDRON, F. A.; AZEVEDO, A. C. Levantamento semidetalhado de solos da microbacia do arroio Lino - município de Agudo (RS). Relatório Técnico Programa RS-Rural/SAA-RS, Santa Maria: 2004. 84 p.

DIESEL, V.; SCHEIBLER, J.; PALMA, J. Características e condicionantes da estabilidade de relações de integração agricultor – agroindústria: considerações a partir do caso da fumicultura no RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOCIOLOGIA RURAL, 2000, **Anais...** SOBER, 2000.

DUFUMIER, M. **Les projets de développement agricole**. Éditions Karthala - CTA, Paris. 1996.

EMBRAPA. **Marco Referencial em Agroecologia**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2006. 70 p.

ENDERLE, A. T. **Palmitinho, origem e trajetória histórico-cultural**. Frederico Westphalen: URI Ed., 1996. 400 p.

ETGES, V. O impacto da cultura do tabaco no ecossistema e na saúde humana. **Textual**, Porto Alegre, v.1 n.1, p. 14-21, nov. 2002.

FRANCO, F. S. **Sistemas agroflorestais**: uma contribuição para a conservação dos recursos naturais na zona da mata de minas gerais. 2000. 148 f. Tese (Doutorado em Ciência)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

FRANCO, J. G. O. **Direito ambiental e matas ciliares**. Curitiba: Juruá Ed. 2006. 191 p.

FROEHLICH, J. M.: MONTEIRO, R. C. Reconstrução social do espaço rural no contexto de transição para a sustentabilidade. In: I Encontro Associação Nacional de Pós Graduação e pesquisa em Ambiente e sociedade, Indaiatuba, novembro de 2002. Disponível em: <[www.anppas.org.br/encontro\\_anual/encontro1/gt/dimensoes\\_socio\\_politicas.pdf](http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro1/gt/dimensoes_socio_politicas.pdf)> Acesso em: 10 de out. 2008.

GARCIA, M. A. Ecologia aplicada a agroecossistemas como base para a sustentabilidade. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 213, p. 30-38, 2001.

GENZ, F. A importância da zona ciliar em microbacias. Superintendência de Recursos Hídricos: Salvador, 2004. 15 p.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2000. 653p.

GONÇALVES, C. S. **Caracterização de sedimentos e de contaminantes numa microbacia hidrográfica antropizada**. 2007. 94 f. Tese (Doutorado em Ciência de Solo)–Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

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, v. 49, n. 3, p. 391-399, 2005.

GONÇALVES, C. S. Qualidade de águas superficiais na microbacia hidrográfica do arroio Lino Nova Boêmia, Agudo, RS. 2003, 114 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)–Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

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.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Vegetação do Brasil**. 2004. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/presidencia/noticias/visualiza\\_noticia](http://www.ibge.gov.br/presidencia/noticias/visualiza_noticia)>. Acesso em: 26 jan. 2010.

KAISER, D. R. **Nitrato na solução do solo e na água de fontes para consumo humano numa microbacia hidrográfica produtora de fumo**. 2006, 115 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo)–Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

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

LAMARCHE, H. **Agricultura familiar: comparação internacional**. Tradução: Tijiwa, A. M. N. 2. ed. v.1. Campinas, SP: Ed. da UNICAMP, 1997. 336 p.

LEPSCH, R. C. et al. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de aptidão de uso: 4ª aproximação**. Campinas: Soc. Bras. Ci. Solo, 1991. 175 p.

LIMA, W. P. **Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2008. 245 p.

LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. Hidrologia de matas ciliares. In: Ricardo Ribeiro Rodrigues, Hermógenes de Freitas Leitão Filho (Ed.). **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo – Fapesp, 2000. p. 33-44.

LOCH, C.; NEUMANN, P. S. Legislação ambiental, desenvolvimento rural e práticas agrícolas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 2, p. 243-249, 2002.

LOWRENCE, R.; LEONARD, R.; SHERIDAN, J. Managing riparian ecosystems to control no point pollution. **Jornal of Soil and Water Conservation**, v. 40, n. 1, p. 87-91, 1985.

LUDOVICE, M. T. F.; ROSTON, D. M.; FILHO, J. T. Efeito da faixa-filtro na retenção de atrazina em escoamento superficial. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 2, p. 323-328, 2003.

MAIER, C. **Qualidade de águas superficiais e tratamento de águas residuárias por meio de zonas de raízes em propriedades de agricultores familiares**. 2007, 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo)–Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

MARCHIORI, J. N. C. **Fitogeografia do Rio Grande do Sul: enfoque histórico e sistemas de classificação**. Porto Alegre: EST Ed., 2002. 118 p.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. **História das agriculturas do mundo: do neolítico à crise contemporânea**. São Paulo: Ed. Instituto Piaget, 1998. 520 p.

MCDOWELL, R. W. et al. Processes controlling soil phosphorus release to runoff and implications for agricultural management. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 59, p. 269-284, 2001.

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**, Porto Alegre, v. 3, n. 4, p. 33-38, 2002.

MINELA, J. P. G. **Utilização de técnicas hidrosedimentométricas combinadas com a identificação de fontes de sedimentos para avaliar o efeito do uso e do manejo do solo nos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica rural no Rio Grande do Sul**. 2007. 149 f. Tese (Doutorado em Engenharia)–Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

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, v. 31, n. 6, p. 1637-1646, 2007.

MOREIRA, A. A. et al. Determinação de áreas de preservação permanente em uma microbacia hidrográfica a partir de fotografias aéreas de pequeno formato. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, Belo Horizonte, 2003. **Anais...** Instituto de Pesquisas Espaciais, São José dos campos, p. 1381-1389, 2003.

NEUMANN, P. S. **O impacto da fragmentação e do formato das terras nos sistemas de familiares de produção.** 2003. 315 f. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção)–Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

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**, n. 17, p 67-85, 1994.

OMERNIK, J. M. Nonpoint source stream nutrient level relationships: a nationwide survey. **US EPA**, Washington, v. 3, p. 3-77, 1977.

PEDRON, F. A. et al. A aptidão de uso da terra como base para o planejamento da utilização dos recursos naturais no município de São João do Polêsine – RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 5, n. 34, 2004.

PELLEGRINI, A. **Sistemas de cultivo da cultura do fumo com ênfase às práticas de manejo e conservação do solo.** 2006. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo)–Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

PELLEGRINI, J. B. R. et al. Impacts of anthropic pressures on soil phosphorus availability, concentration, and phosphorus forms in sediments in a Southern Brazilian watershed. **Journal of Soils and Sediments**, v. 10, n. 3, p. 451-460, 2009.

PELLEGRINI, J. B. R. et al. Áreas de preservação permanente e qualidade de água na microbacia hidrográfica do Arroio Lino, Agudo, RS. In: SEMINÁRIO SOBRE REFLORESTAMENTO E RECUPERAÇÃO AMBIENTAL: Ambiente e Tecnologia – o desenvolvimento sustentável, n. 1, 2005, Santa Cruz do Sul. **Anais...** Santa Cruz do Sul: UNIVATES, 2005. p 15-26.

PELLEGRINI, J. B. R. et el. Adsorção de fósforo em sedimentos e sua relação com a ação antrópica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n.3, p. 2639-2646, 2008.

PELLEGRINI, J. B. R. **Fósforo na água e no sedimento na microbacia hidrográfica do arroio Lino, Agudo, RS.** 2005. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo)–Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

PENEIREIRO, F. M. **Sistemas agroflorestais dirigidos pela sucessão natural:** um estudo de caso. 1999. 138 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)–Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1999.

PESAVENTO, S. J. **Agropecuária colonial & industrialização.** Porto Alegre: Mercado Aberto, 1983. 226 p.

PINHEIRO, S.; NASR, N. Y. & LUZ, D. **A agricultura ecológica e a máfia dos agrotóxicos no Brasil.** Rio de Janeiro: Edição dos Autores, 1998. 355 p.

RAMALHO FILHO, A., BEEK, K. J. **Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras**. 3 ed. rev. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPS, 1995. 65 p.

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. Gestão integrada de recursos naturais em microbacias rurais degradadas visando a melhoria da qualidade da água e sustentabilidade do agrossistema. Relatório Técnico PROSERÁGUA - CNPq. Santa Maria, 2006. 116 p.

REICHERT, J. M. Manejo integrado de recursos naturais em microbacia rural degradada pela cultura do fumo visando a sustentabilidade do agrossistema, qualidade da água e produtividade. Relatório Técnico PROCOREDES - FAPERGS. Santa Maria, 2006. 103 p.

RESENDE, M. et al. **Pedologia**: base para a distinção de ambientes. 5. ed. rev. Lavras: UFLA, 2002. 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.

RHEINHEIMER, D. S.; GONÇALVES, C. S.; PELLEGRINI, J. B. R. Impacto das atividades agropecuárias na qualidade da água. **Ciência & Ambiente**, v. 27, n. 2, p. 85-96, 2003.

RHEINHEIMER, D. S.; GONÇALVES, C. S.; PELLEGRINI, J. B. R. Solos e contaminação da água. In: AZEVEDO, A. C. et. al. (Ed) **Solos & Ambiente**, Santa Maria: Ed. Pallotti. 2004. 167 p.

RIFFEL, C. M. et al. Possibilidades e alternativas à cultura do fumo. **Revista Extensão Rural**, Santa Maria, v. 1, n. 5, p 89-100, 1998.

RIO GRANDE DO SUL. Código Florestal Estadual. Lei n.º 9.519, de 21 de janeiro de 1992. Porto Alegre, 1992.

RIO GRANDE DO SUL. Inventário florestal contínuo. Disponível em <[www.aquaonline.com.br](http://www.aquaonline.com.br)>. Acesso em 10 set. 2002.

RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. de F. (Ed.). **Matas ciliares**: conservação e recuperação. São Paulo: USP/FAPESP, 2000. 223 p.

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

SAA - SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO - PROGRAMA RS RURAL. **Manual operativo**: estrutura e gerenciamento. Programa de Manejo dos Recursos Naturais e de Combate à Pobreza Rural. Volume I. Porto Alegre, 1999. 45 p.

SANTANA, D. P. **Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas**. Documentos, 30. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 63 p.

SANTOS, J. R. Q.; SANTOS, J. C. T. **Rio Grande do Sul**: Aspectos da história. Porto Alegre: Martins Livreiro Ed., 1989. 102 p.

SANTOS, M. **Metamorfoses do espaço habitado**: fundamentos teórico e metodológico da geografia. Hucitec. São Paulo, 1988. 28 p.

SCARIOT, E. **Caminhos para a construção de estilos de agricultura de base ecológica no assentamento Alvorada**. 2011, 51 f. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Espaços Rurais)–Instituto Federal Farroupilha/Campus Júlio de Castilhos, Júlio de Castilhos, 2011.

SCHENATO, R. B. **Dinâmica do fósforo de sedimentos de uma pequena bacia hidrográfica de cabeceira**. 2009, 105 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo)–Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; KLAMT, E. **Classificação da aptidão agrícola das terras**: um sistema alternativo. Guaíba: Agrolivros Ed., 2007. 72 p.

SCHWARZBOLD, A. O que é um rio? **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v. 2, n. 21, p. 57-68, 2000.

SEQUINATTO et al. Transferência para mananciais hídricos de agrotóxicos na fumicultura em pequena bacia hidrográfica de cabeceira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 2010. (No prelo)

SEQUINATTO, L. **A insustentabilidade do uso do solo com fumicultura em terras declivosas**. 2007, 155 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo)–Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

SILVA NETO, B.; FRANTZ, T. R. Avaliação e Caracterização Sócio-Econômica dos Sistemas Agrários do Rio Grande do Sul. Relatório de Pesquisa RS-Rural – Estudo especial. DEAG/UNUJUÍ, Ijuí, 2001. 188 p.

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, P. R.; PIRES, P. J. F.; MARIN, M. Z. As formas de exploração do espaço agrário em regiões marginais: o desafio da sustentabilidade. In: I Encontro Associação Nacional de Pós Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade, Indaiatuba, 2002. Disponível em: <[www.ufsm.br/desenvolvimentorural/textos/16.pdf](http://www.ufsm.br/desenvolvimentorural/textos/16.pdf)> Acesso em: 10 de out. 2008.

SPONCHIADO, B. A. **Imigração & 4ª Colônia**: Nova Palma & Pe. Luizinho. Santa Maria: Editora da UFSM, 1996. 351 p.

TONIAL, T. M. et al. Diagnóstico ambiental de unidades da paisagem da região Noroeste do estado do Rio Grande do Sul no período de 1994 a 1999. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 3, n. 57, p. 213-225, 2005.

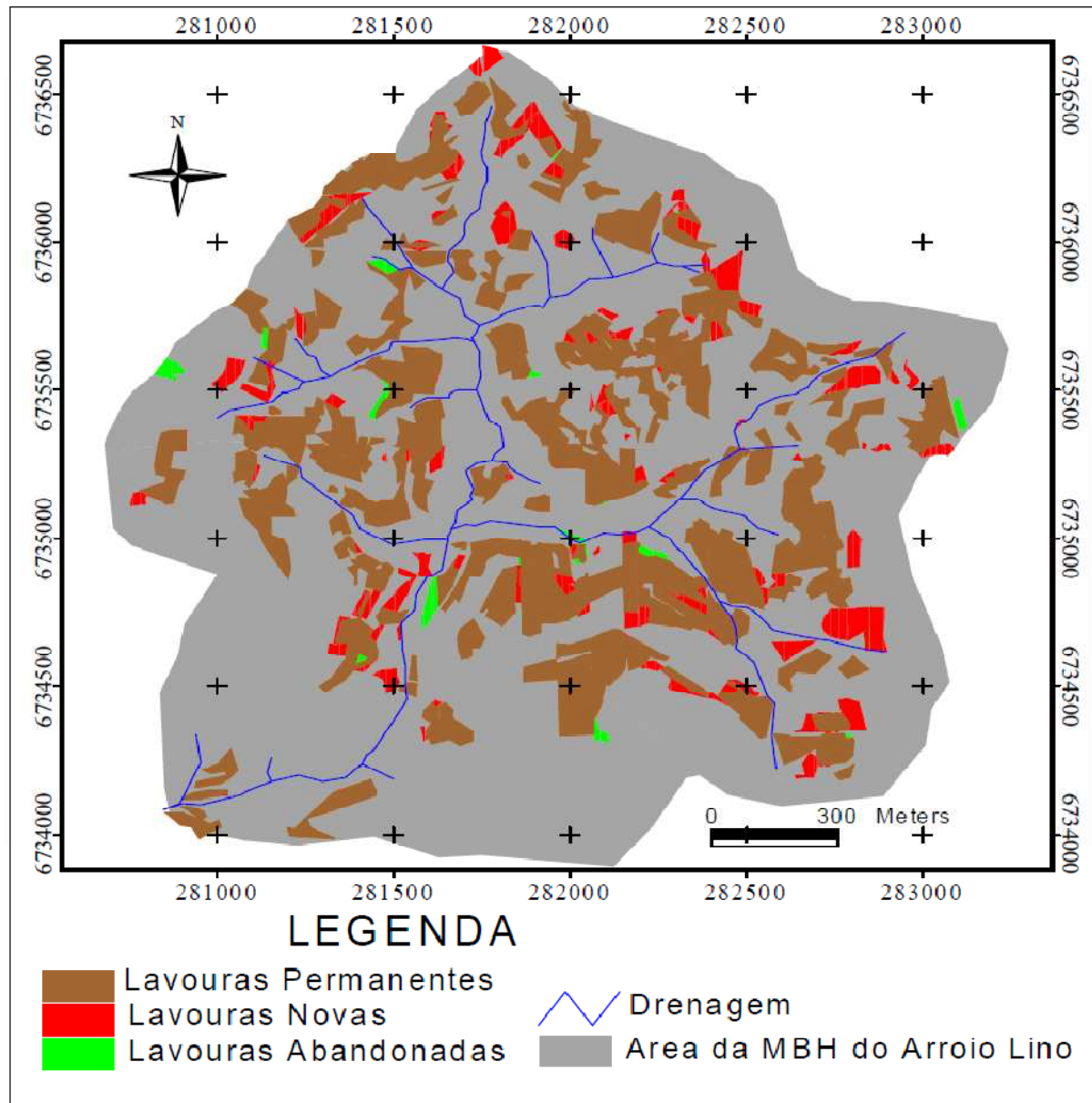
TUCCI, C. E. M. **Hidrologia**: ciência e aplicação. 3.ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2002. 943 p.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI**: Enfrentando a escassez. São Paulo: Rima, 2003. 247p.

VON SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2ed. Belo Horizonte: DESA, 1996. 243 p.

**ANEXOS**





Anexo 1 – Mapa de evolução do uso e ocupação dos solos da microbacia hidrográfica do Arroio Lino, Agudo, RS, a partir do cruzamento dos planos de informação do uso do solo do primeiro semestre de 2003 e do segundo semestre de 2005. Fonte: Reichert et al. (2006).

Anexo 2 – Aptidão agrícola dos solos nas áreas de preservação permanente (APP) por unidade de produção familiar (UPF) da microbacia hidrográfica do Arroio Lino, Agudo, RS, 2003.

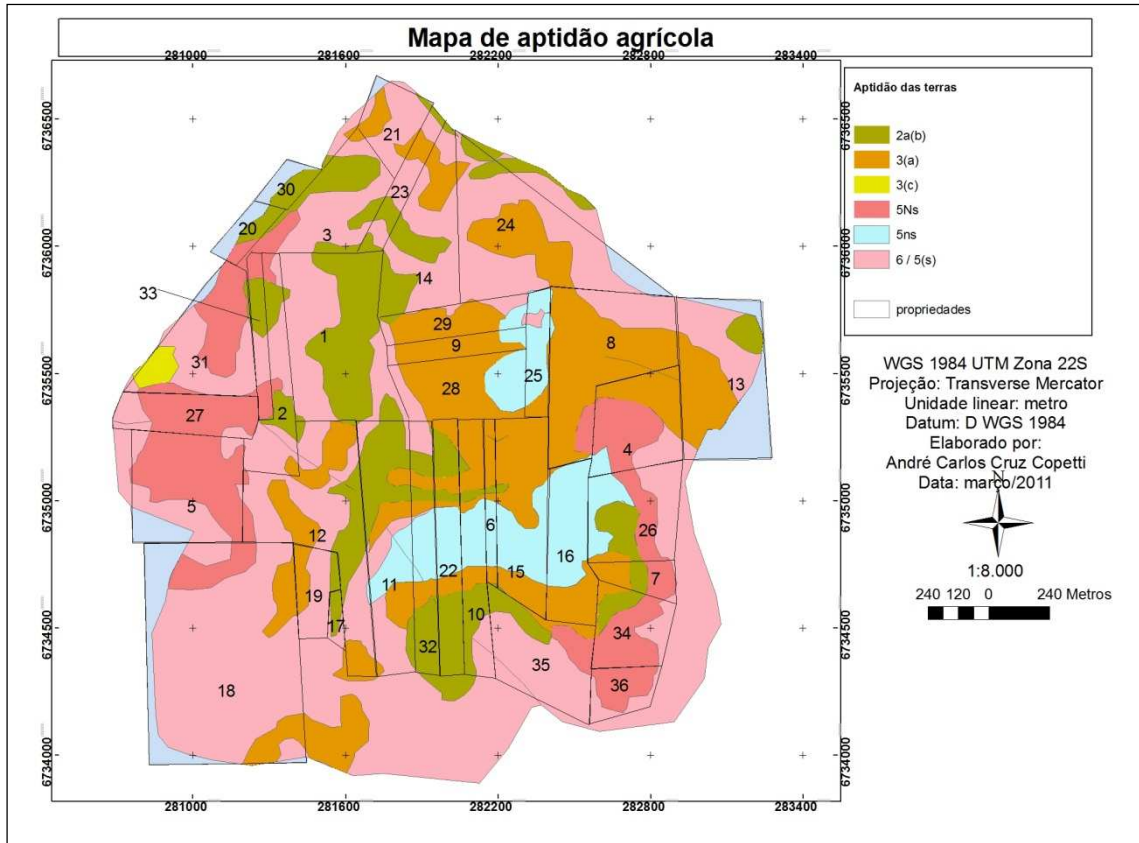
UPF	APP	Classes de aptidão agrícola dos solos nas APP por UPF						Solos aptos para uso agrícola <sup>1</sup>		
		2a(b)	3(a)	3(c)	4(p)	5Ns	5(s)	Nas APP	Fora das APP	
		----- ha -----						----- % -----		
1	9,2	6,2	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	67,1 <sup>2</sup>	23,9 <sup>3</sup>	29,0 <sup>3</sup>
2	1,9	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	1,8	0,0	0,0	26,2
3	5,5	2,4	0,0	0,0	0,2	0,1	2,9	43,3	17,1	17,9
4	6	0,0	0,0	0,0	2,1	1,9	1,9	0,2	0,1	5,6
5	11,6	0,0	0,0	0,0	0,0	6,8	4,8	0,0	0,0	0,0
6	0,3	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	40,0	4,4	40,3
7	2,7	0,5	0,0	0,0	0,4	1,5	0,2	19,3	13,9	8,0
8	12,7	0,0	0,1	0,0	7,9	0,4	4,3	0,9	0,5	0,4
9	0,9	0,0	0,5	0,0	0,1	0,0	0,2	52,2	9,8	4,2
10	2,7	0,7	0,1	0,0	0,4	0,0	1,5	31,9	8,3	39,6
11	3,7	3,1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,4	84,3	17,6	32,7
12	4,3	1,7	0,0	0,0	0,6	0,1	1,9	40,5	7,2	9,9
13	14,5	1,6	0,0	0,0	6,6	0,0	6,3	11,0	10,9	0,0
14	8	1,3	0,0	0,0	2,0	0,0	4,6	16,5	8,2	20,4
15	3,5	0,1	0,5	0,0	2,9	0,0	0,0	17,1	4,0	31,9
16	4,4	0,0	2,7	0,0	1,7	0,0	0,0	62,3	25,1	42,2
17	0,7	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	70,0	41,5	16,9
18	8,6	0,0	0,0	0,0	1,4	1,0	6,2	0,0	0,0	0,0
19	1,8	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	26,7	9,0	1,9
20	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	61,9
21	5,9	0,1	0,0	0,0	1,6	0,0	4,2	2,0	2,0	0,0
22	0,9	0,5	0,1	0,0	0,3	0,0	0,0	71,1	6,4	71,3
23	3,5	1,0	0,0	0,0	0,8	0,0	1,8	28,9	21,1	6,3
24	20	1,2	0,0	0,0	5,7	0,0	13,1	6,3	5,0	0,0
25	1,5	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,4	78,7	25,4	47,3
26	6,7	0,0	0,6	0,0	0,0	2,0	4,0	9,6	4,9	37,8
27	5,7	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7	2,0	0,0	0,0	0,0
28	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	25,0	0,4	24,8
29	0,8	0,2	0,3	0,0	0,1	0,0	0,4	58,8	6,7	5,7
30	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	14,3	78,6
31	9,7	0,0	0,0	1,8	0,0	2,5	5,4	18,7	11,5	1,3
32	1,4	0,7	0,0	0,0	0,2	0,0	0,5	47,1	7,0	61,5
33	0,9	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	15,6	3,6	31,2
34	5,6	0,2	0,0	0,0	0,4	3,4	1,7	3,4	2,2	13,8
35	9,4	0,0	0,0	0,0	0,3	0,5	8,4	0,3	0,2	13,6
36	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	3,2	0,0	0,0	0,0
Outras	34,4	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	32,9			
<b>Total</b>	<b>216,4</b>	<b>25,0</b>	<b>6,1</b>	<b>1,8</b>	<b>35,1</b>	<b>26,9</b>	<b>117,5</b>			

<sup>1</sup>Refere-se a soma das classes de aptidão agrícola 2a(b), 3(a) e 3(c); <sup>2</sup>Porcentagem das áreas de preservação permanente; <sup>3</sup>Porcentagem da área total da unidade de produção familiar.

Anexo 3 – Aptidão agrícola dos solos por unidade de produção familiar da microbacia hidrográfica do Arroio Lino, Agudo, RS, 2003.

UPF		Aptidão Agrícola dos Solos nas Unidades de Produção Familiar (UPF)							Apto para agricultura
Nº	Área	2a(b)	3(a)	3(c)	4(p)	5(s)	5Ns		
----- ha -----								%	
1	25,9	13,7	0,0	0,0	0,0	0,0	12,2	52,9	
2	9,2	2,4	0,0	0,0	0,3	5,7	0,8	26,1	
3	13,9	4,9	0,0	0,0	0,2	7,6	1,3	35,0	
4	12,5	0,0	0,7	0,0	4,3	2,0	5,5	5,7	
5	16,8	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3	11,5	0,0	
6	2,7	0,2	1,1	0,0	1,5	0,0	0,0	44,7	
7	3,7	0,8	0,0	0,0	1,2	0,2	1,5	22,0	
8	22,5	0,0	0,2	0,0	16,9	4,3	1,2	0,9	
9	4,8	0,0	0,7	0,0	3,8	0,3	0,0	14,0	
10	10,4	2,6	2,3	0,0	3,7	1,7	0,0	47,9	
11	17,8	6,2	2,7	0,0	3,7	5,2	0,0	50,3	
12	24,1	4,0	0,1	0,0	6,7	12,6	0,7	17,2	
13	14,6	1,6	0,0	0,0	6,6	6,3	0,0	10,9	
14	16,2	4,6	0,0	0,0	2,2	9,3	0,0	28,6	
15	15,0	0,2	5,2	0,0	9,6	0,0	0,0	35,9	
16	10,9	0,0	7,3	0,0	3,6	0,0	0,0	67,3	
17	1,2	0,7	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	58,5	
18	33,6	0,0	0,0	0,0	2,7	27,5	3,4	0,0	
19	5,3	0,6	0,0	0,0	1,4	3,4	0,0	10,9	
20	1,9	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	63,9	
21	6,0	0,1	0,0	0,0	1,6	4,3	0,0	2,0	
22	10,0	5,1	2,6	0,0	2,2	0,0	0,0	77,7	
23	4,8	1,3	0,0	0,0	0,8	2,7	0,0	27,3	
24	24,8	1,2	0,0	0,0	7,4	16,2	0,0	5,0	
25	4,7	0,0	3,4	0,0	0,9	0,4	0,0	72,7	
26	13,0	2,8	2,8	0,0	0,5	4,0	2,9	42,7	
27	8,5	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	6,5	0,0	
28	12,5	0,0	3,2	0,0	8,0	1,4	0,0	25,2	
29	7,0	0,2	0,7	0,0	4,7	1,5	0,0	12,4	
30	1,4	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	78,6	
31	15,7	0,2	0,0	1,9	0,0	6,8	6,9	13,4	
32	9,4	4,0	2,5	0,0	1,8	1,2	0,0	68,8	
33	3,9	1,3	0,0	0,0	0,0	1,1	1,4	34,8	
34	8,7	1,4	0,0	0,0	0,6	1,7	5,1	15,9	
35	13,9	1,9	0,0	0,0	0,8	9,3	1,8	13,9	
36	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	1,6	0,0	
Outras	68,8	3,3	0,0	0,0	7,2	68,7	0,0	1,9	
<b>Total</b>	<b>480,7</b>	<b>67,3</b>	<b>35,5</b>	<b>1,9</b>	<b>104,8</b>	<b>216,2</b>	<b>54,4</b>		

Outras: unidades de produção familiar que têm suas sedes localizadas em microbacias vizinhas, mas que possuem parte de sua área na microbacia do Arroio Lino.



Anexo 4 – Mapa de aptidão agrícola dos solos por unidade de produção familiar da microbacia hidrográfica do Arroio Lino, Agudo, RS, 2003.