

ISSN 0104-9089

# BOLETIM FEPAGRO

BOLETIM TÉCNICO DA FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA

NÚMERO 17 - DEZEMBRO DE 2005

MONITORAMENTO AMBIENTAL DE MICROBACIAS  
HIDROGRÁFICAS DO PROGRAMA RS RURAL



FEPAGRO - SAA - IPH / UFRGS - UFSM - EMATER / RS

EDITORES: ANDRÉ DABDAB ABIGHEQUER  
LAURO BASSI

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA  
SECRETARIA DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
RIO GRANDE DO SUL - BRASIL



GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA

ISSN 0104-9089

**BOLETIM FEPAGRO** Número 17-Dezembro 2005

FEPAGRO – SAA – IPH / UFRGS – UFSM – EMATER/RS

**MONITORAMENTO AMBIENTAL DE MICROBACIAS  
HIDROGRÁFICAS DO PROGRAMA RS RURAL**

Editores

**André Dabdab Abichequer**

**Lauro Bassi**

FEPAGRO  
BIBLIOTÉCA

PORTO ALEGRE, RS  
2005

## **FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - FEPAGRO**

### **Setor de Editoração**

Rua Gonçalves Dias, 570 - Bairro Menino Deus  
CEP 90130-060 Porto Alegre, RS - Brasil  
Fone: (51) 3288-8050 Fax: (51) 3233-7607  
e-mail: editoracao@fepagro.rs.gov.br

### **Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária - FEPAGRO**

Divisão de Comunicação Rural: Lauro Beltrão

Comissão Editorial: Néelson Gomes Bertoldo

Lauro Beltrão

Pedro Cinel Filho

Zélia Maria de Souza Castilhos

Bernadete Radin

Eduardo Pires de Albuquerque

Nêmora Arlindo Rodrigues

ASSESSORIA DA COMISSÃO EDITORIAL:

EDITORIAÇÃO: Eduardo Pires de Albuquerque

BIBLIOTECÁRIA: Nêmora Arlindo Rodrigues –CRB-10/820

JORNALISTA: Clarissa Goulart MtB 8524

CAPA: Rodolfo de Paris Chouene

### **CATALOGAÇÃO NA FONTE**

BOLETIM FEPAGRO, Boletim Técnico da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária / FEPAGRO; Secretaria da Ciência e Tecnologia – Porto Alegre, 2005. ISSN 0104-9089.

Conteúdo:

n. 17 ABICHEQUER, A. D. ; BASSI, L. (Eds.) Monitoramento ambiental de microbacias hidrográficas do programa RS RURAL. 31 p.

### **REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA**

ABICHEQUER, A. D. ; BASSI, L. (Eds.). **Monitoramento Ambiental de Microbacias Hidrográficas do Programa RS RURAL**. Porto Alegre: FEPAGRO, 2005. 28 p.

## BOLETIM TÉCNICO FEPAGRO 17

### MONITORAMENTO AMBIENTAL DE MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS DO PROGRAMA RS RURAL

#### **Editores:**

Eng. Agr. André Dabdab Abichequer - FEPAGRO

Eng. Agr. Lauro Bassi – RS RURAL

#### **Coordenador Geral do Projeto (FEPAGRO):**

Eng. Agr. André Dabdab Abichequer (2002 a 2005)

Eng. Agr. João Carlos Canuto (2001 a 2002)

Eng. Agr. Apes Pereira (2002)

#### **FEPAGRO:**

##### **Coordenador em Maximiliano de Almeida:**

Eng. Agr. Anderson Santi

#### **IPH/UFRGS:**

##### **Coordenador:**

Prof. Gustavo Henrique Merten

#### **UFSM:**

##### **Coordenadores:**

Prof. Danilo Rheinheimer dos Santos

Prof. José Miguel Reichert

#### **EMATER/RS:**

##### **Coordenador:**

Eng. Agr. Edeмар Valdir Streck

#### **RS RURAL:**

Eng. Agr. Lauro Bassi

## SUMÁRIO

	Página
Apresentação .....	5
1 Introdução .....	6
2 Caracterização das microbacias hidrográficas monitoradas	7
2.1 Caracterização do problema .....	10
2.2 Ações do Programa RS RURAL nas microbacias monitoradas .....	13
3 Principais resultados obtidos .....	14
3.1 Avaliação sócio-econômica .....	14
3.2 Monitoramento hidrossedimentométrico e da qualidade da água .....	17
3.2.1 Sedimentometria .....	17
3.2.2 Qualidade da água .....	20
3.2.3 Agrotóxicos .....	25
3.3 Monitoramento da qualidade dos solos .....	25
3.4 Monitoramento da flora e fauna .....	28
4 Recomendações de manejo ambiental nas microbacias .....	30
5 Bibliografia consultada .....	31

## **APRESENTAÇÃO**

O presente documento apresenta um resumo dos principais resultados do Projeto de Monitoramento Ambiental de Microbacias Hidrográficas do Programa RS RURAL. O projeto foi desenvolvido de 2001 a 2005 e foi coordenado pela Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), que teve como parceiros executores a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), através do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH), a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e a EMATER/RS.

O Projeto de Monitoramento Ambiental de Microbacias Hidrográficas teve como objetivo monitorar o impacto da promoção de práticas conservacionistas e de manejo do solo e do ambiente adotadas pelos agricultores e financiadas pelo Programa RS RURAL. O projeto foi instalado em quatro microbacias-piloto, representativas de suas regiões, localizadas nos municípios de Cristal, Agudo, Arvorezinha e Maximiliano de Almeida. As principais variáveis monitoradas foram água, solo, avaliação sócio-econômica e flora e fauna.

Graças aos esforços das instituições participantes, o projeto obteve resultados relevantes que influenciaram o próprio direcionamento do Programa RS RURAL e que podem subsidiar futuras ações nestas regiões e em áreas semelhantes.

## **1 Introdução**

O Rio Grande do Sul possui cerca de 400 mil famílias rurais, das quais aproximadamente 360 mil (90%) são de pequenos agricultores. Das 400 mil famílias, 224 mil podem ser classificadas como pobres. As pequenas unidades de produção apresentam diversos problemas quanto à erosão do solo, uso excessivo e inadequado de agrotóxicos, degradação dos recursos naturais, poluição das fontes de abastecimento de água e dos mananciais hídricos. Além disso, a baixa produtividade, resultante da degradação do solo, colaborou para agravar a situação econômica dos agricultores, por falta de tecnologias adequadas à realidade dos mesmos (SAA/RS RURAL, 1999). O Programa de Manejo dos Recursos Naturais e de Combate à Pobreza Rural (RS RURAL), financiado pelo Banco Mundial (BIRD) e pelo Governo do Estado, teve como objetivo combater a pobreza rural do Estado do Rio Grande do Sul, melhorando sua qualidade de vida e sua capacidade produtiva, além de reverter o quadro de degradação ambiental. Este objetivo foi buscado através da promoção de ações integradas de infra-estrutura familiar e comunitária, de geração de renda e de manejo e conservação dos recursos naturais (SAA/RS RURAL, 1999).

O Projeto de Monitoramento Ambiental de Microbacias Hidrográficas teve como objetivo principal monitorar qualitativa e quantitativamente o impacto da promoção de práticas conservacionistas e de manejo do solo e do ambiente adotadas pelos agricultores e financiadas pelo Programa RS RURAL, permitindo uma avaliação global dos seus resultados sociais e ambientais. O trabalho foi realizado em quatro microbacias-piloto, representativas de suas regiões quanto a características de solo, clima, sistemas de produção e aspectos sócio-econômicos, localizadas nos municípios de Cristal, Agudo, Arvorezinha e Maximiliano de Almeida.

O projeto monitorou variáveis indicadoras sensíveis às mudanças decorrentes dos planos de manejo dos recursos naturais estabelecidos por técnicos e agricultores e financiados pelo RS RURAL. As principais atividades contempladas no projeto são:

monitoramento da qualidade da água, monitoramento da qualidade do solo, avaliação sócio-econômica e monitoramento da fauna e da flora. Além destas, foram realizados o monitoramento climático, levantamento e avaliação do potencial agrícola dos solos, formação da base cartográfica e do banco de dados. O monitoramento foi iniciado em 2001, antes da implementação das práticas financiadas pelo RS RURAL (marco zero), e prosseguiu até dezembro de 2004.

A coordenação do Projeto de Monitoramento Ambiental de Microbacias Hidrográficas esteve a cargo da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), que teve como parceiros executores a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), através do Departamento de Solos, a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), através do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH), e a EMATER/RS. A coordenação dos trabalhos na microbacia localizada em Arvorezinha coube ao IPH/UFRGS e em Agudo à UFSM, enquanto as microbacias localizadas em Cristal e Maximiliano de Almeida foram gerenciadas pela FEPAGRO.

A seguir, as quatro microbacias hidrográficas serão caracterizadas e após serão apresentados os principais resultados obtidos.

## **2 Caracterização das Microbacias Hidrográficas Monitoradas**

As informações sobre as microbacias descritas a seguir foram extraídas dos planos de manejo elaborados pela EMATER/RS e refletem a situação no início da intervenção do Programa RS RURAL.

A microbacia do arroio Lajeado Ferreira (Figura 1a) localiza-se na região fisiográfica da Encosta Inferior do Nordeste, no município de Arvorezinha, perfazendo uma área de 2500 ha, ocupada por aproximadamente 170 famílias. Foram monitoradas as ações desenvolvidas nas comunidades de Cândido Brum e de Lajeado Ferreira para 90 famílias, onde se concentra a maior pobreza e a degradação ambiental da microbacia. As áreas de cultivo situam-se em relevo acidentado, com forte declividade, e em solos rasos e

pedregosos, com predomínio de Cambissolos Háplicos, Neossolos Regolíticos e Alissolos. O sistema de cultivo é braçal e com tração animal na totalidade das propriedades, com área média de 8,8 ha por propriedade. A cultura predominante é o fumo em cultivo convencional, com uso de agrotóxicos. O milho é cultivado apenas para o consumo na propriedade.

A microbacia hidrográfica do arroio Lino Friedrich (Figura 1 b) situa-se na região noroeste do município de Agudo, na localidade de Nova Boêmia, estando localizada na região fisiográfica da Depressão Central. A área monitorada compreende um setor desta microbacia, localizado na cabeceira do referido arroio, que possui uma área total de 480 ha, abrigando 42 famílias. É uma região montanhosa, com declividades bastante acentuadas, solos rasos e com grande afloramento de rochas. As classes de solo predominantes na microbacia são os Neossolos Litólicos e os Chernossolos Argilúvicos e Háplicos. O fumo é a cultura que ocupa a maior área cultivada, 61 ha, e responde por cerca de 80% da renda bruta gerada no setor, seguido pelo feijão e milho, plantados isoladamente, sem consorciação, e utilizados para consumo nas propriedades.



(a)



(b)

**Figura 1.** Bacias hidrográficas monitoradas nos municípios de Arvorezinha (a) e Agudo (b).

A microbacia hidrográfica do Passo do Meio localiza-se na região fisiográfica da Encosta da Serra do Sudeste, município do Cristal, apresentando uma área de 890 hectares. A topografia é

ondulada a fortemente ondulada, com a predominância do solo Neossolo Litólico Distrófico, pobre em fertilidade e raso, com textura franco argilo arenosa e presença freqüente de afloramentos de rochas. Devido a estas características, este solo é bastante susceptível à erosão hídrica, podendo degradar-se rapidamente quando mal manejado. O curso d'água principal é a Sanga Passo do Meio, onde intercalam-se trechos com presença de mata ciliar e outros desprovidos da mesma. Estão presentes 58 unidades de produção, sendo que 78% possuem até um módulo fiscal (16 ha). Como principal atividade econômica, destaca-se a agricultura, através da cultura do fumo, que responde por 80% da receita da microbacia. O manejo do solo predominante ainda é o convencional sem terraços (79%), havendo 38% da área cultivada com cobertura do solo no inverno. O trabalho de lavoura é realizado por poucos tratores antigos e de baixa potência em algumas áreas e por tração animal em outras.

A microbacia do Lajeado Rodrigues localiza-se na região fisiográfica do Alto Uruguai, no município de Maximiliano de Almeida, abrangendo as comunidades de Santa Libera e Linha Martini, com área total de 1042 ha e 47 famílias. Ela pode ser dividida em duas regiões distintas quanto aos tipos de solos e de agricultura que lá ocorrem. Na parte sul, próximo às nascentes, onde predomina relevo ondulado, ocorrem os Latossolos e alguns Neossolos Litólicos e uma agricultura mecanizada, com plantio direto e uso intensivo de agroquímicos. Na parte norte, próximo à foz, em relevo forte ondulado, onde ocorrem os Neossolos Litólicos Distróficos e Eutróficos, associados aos Chernossolos Argilúvicos, desenvolve-se uma agricultura familiar pobre de subsistência, com tração animal. As principais atividades desenvolvidas na microbacia são o cultivo do milho, soja e feijão, avicultura, criação de suínos e pecuária de leite. O sistema de cultivo é de forma convencional, mínimo e direto, sendo este último predominante na área. A suinocultura é bastante representativa para algumas famílias da microbacia, agregando valores para as mesmas. Por outro lado, a estrutura de captação dos dejetos dos suínos é deficiente, o que está causando poluição dos mananciais hídricos.

A Figura 2 mostra a localização das microbacias hidrográficas monitoradas no Estado.

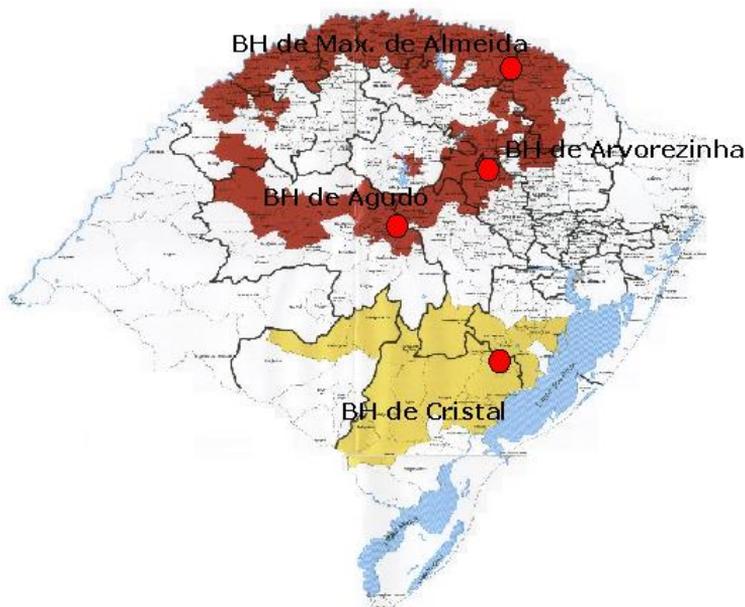


Figura 2. Localização das microbacias hidrográficas monitoradas no Rio Grande do Sul.

## 2.1 Caracterização do Problema

As microbacias hidrográficas do arroio Lino Friedrich (Agudo), Lajeado Ferreira (Arvorezinha) e Passo do Meio (Cristal) apresentam um sistema de produção comum, que é o cultivo do fumo em áreas consideradas como ecologicamente frágeis, por se tratarem de bacias de cabeceiras, onde nascem os rios. A fragilidade desses ambientes é decorrente do relevo movimentado e dos solos pouco desenvolvidos, geralmente rasos e pedregosos. Em Cristal, além disto, a textura mais arenosa dos solos aumenta a suscetibilidade à erosão. O cultivo do fumo nestas condições promove uma acelerada degradação

dos recursos naturais, através da erosão hídrica e da conseqüente perda da capacidade produtiva dos solos e contaminação dos corpos de água. Em Maximiliano de Almeida os solos são mais profundos e o relevo é mais plano.

De uma maneira geral, os problemas de erosão hídrica, particularmente nas microbacias do arroio Lino Friedrich (Agudo), Lajeado Ferreira (Arvorezinha) e Passo do Meio (Cristal), resultam da combinação de três fatores: terreno declivoso, uso da aração para preparo do solo (Figura 3) e alta erosividade das chuvas durante o período de preparo do solo. Com a aração, os resíduos vegetais das culturas são incorporados ao solo e a cobertura da superfície é mínima, oportunizando uma condição de alta suscetibilidade à erosão. A erosão degrada os solos, reduzindo a capacidade de infiltração da água no solo e aumentando o volume escoado sobre as encostas. Conseqüentemente, aumenta também o pico das enchentes e o transporte de sedimentos, nutrientes e agroquímicos para os corpos de água. Além do aumento do volume escoado, o processo de contaminação nessas bacias é acentuado devido à ausência da mata ciliar (Figura 4), sistematicamente retirada para possibilitar a ampliação da área de cultivo. Na ausência da mata ciliar, o escoamento que transporta os poluentes não é “filtrado” pela vegetação e ocorre um aporte muito grande de poluentes nos arroios.



**Figura 3.** Preparo do solo para cultivo do fumo com uso da aração em áreas declivosas, condicionando uma baixa cobertura nas encostas durante o período de alta erosividade das chuvas (microbacia localizada em Arvorezinha).



**Figura 4.** Cultivo nas encostas próximo dos arroios na ausência de mata ciliar (microbacia localizada em Arvorezinha).

Outra causa da degradação dos recursos hídricos é a falta de cuidado com o manejo dos efluentes domiciliares e daqueles produzidos com a criação de suínos. De uma maneira geral, tanto os efluentes domiciliares como os efluentes da criação animal são lançados diretamente nos arroios. Com isso ocorre um aumento da demanda biológica de oxigênio (DBO) (em função do estímulo dos microrganismos em decomporem os efluentes orgânicos lançados), da presença de coliformes e do teor de fósforo, que aumentam os riscos do aparecimento de doenças de veiculação hídrica.

Os problemas associados com a contaminação da água nas fontes de abastecimento doméstico são decorrentes não só da degradação ambiental, já comentada, mas também da localização das fontes próximo às lavouras, do descuido dos agricultores em não implantarem obras de proteção nessas fontes e da ineficiência das medidas tomadas pelos agricultores para proteger suas fontes (Figura 5).



**Figura 5.** Falta de proteção das fontes de abastecimento doméstico na microbacia do Lajeado Ferreira (Arvorezinha).

## **2.2 Ações do Programa RS RURAL nas Microbacias Monitoradas**

As práticas de manejo de solo e ambiente estimuladas pelo RS RURAL mais difundidas foram: aumento da cobertura do solo através do plantio de adubos verdes combinado com uso de preparos conservacionistas (cultivo mínimo, plantio direto), práticas de conservação do solo (terraceamento, cordões vegetados, readequação de estradas e outras), reflorestamento comercial e conservacionista (abrangendo a mata ciliar), correção do solo com calcário, implementação de medidas de proteção de fontes de água destinadas ao abastecimento doméstico, construção de banheiros, fossas e sumidouros e educação ambiental.

### **3 Principais Resultados Obtidos**

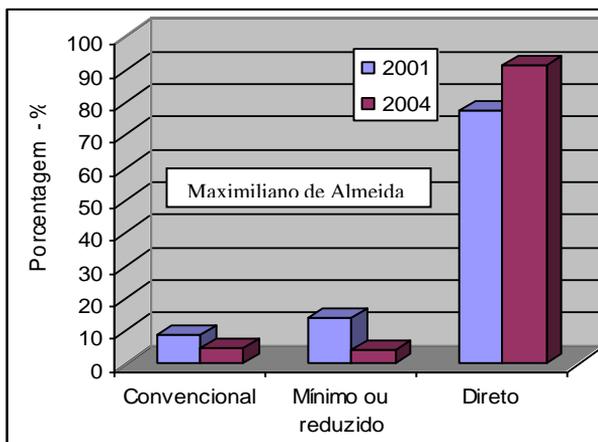
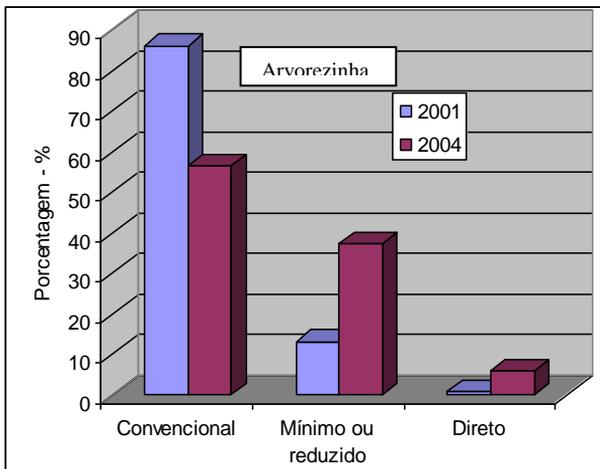
O projeto permitiu, em muitos aspectos, a observação de melhorias nas comunidades das microbacias em função das práticas financiadas pelo Programa RS RURAL. No entanto, em alguns casos o período monitorado não foi suficiente para atingir as modificações esperadas, ou outros fatores impediram a adoção completa das práticas recomendadas, sendo necessário haver a continuidade do trabalho. Apresenta-se a seguir um resumo dos resultados obtidos nos subprojetos mais importantes.

#### **3.1 Avaliação sócio-econômica**

A avaliação foi baseada nos resultados dos diagnósticos rápidos participativos (DRP), realizados pela EMATER/RS em 2001 e 2004. O DRP é um diagnóstico realizado com a interação da comunidade e dos extensionistas e utiliza técnicas como reuniões, entrevistas, elaboração de mapas da comunidade, caminhadas e outras.

Dois dos principais avanços observados foram o aumento da utilização de sistemas de manejo do solo conservacionistas (plantio direto e cultivo mínimo) (Figura 6) e o cultivo de espécies de cobertura de solo de inverno. Também ocorreu um aumento nas áreas de reflorestamento com eucalipto e erva-mate nas microbacias de

Agudo e Arvorezinha. O uso das terras modificou pouco no período monitorado. Nas microbacias fumageiras (Arvorezinha, Agudo e Cristal), a área cultivada com fumo aumentou na safra de 2004, devido ao aumento do preço do produto; isto também ocorreu com a ampliação da área de soja em Maximiliano de Almeida. Poucas alterações ocorreram na renda familiar durante os três anos monitorados. Em média, 80% da renda das famílias das microbacias localizadas em Agudo, Arvorezinha e Cristal provém da cultura do fumo, e, em segundo lugar, provém da aposentadoria. A microbacia de Maximiliano de Almeida possui uma renda diversificada, onde as principais atividades são o milho e a criação de suínos, seguidas pela soja, aposentadorias e trigo.



**Figura 6.** Evolução percentual das áreas cultivadas nos sistemas de plantio convencional, preparo reduzido ou mínimo e direto nas microbacias do arroio Lajeado Ferreira – Arvorezinha e Lajeado Rodrigues – Maximiliano de Almeida, durante três anos de intervenção.

Quanto ao saneamento ambiental, as práticas que tiveram maior adoção foram o recolhimento das embalagens de agrotóxicos e

a coleta seletiva de lixo seco. Quanto ao destino dos dejetos de animais, foram realizadas ações de criação de suínos sobre cama em Agudo e construção de estrumeiras em Arvorezinha, reduzindo o aporte de dejetos aos mananciais hídricos, embora ainda ocorra considerável descarte destes resíduos na superfície do solo. Houve uma melhoria das condições de saneamento básico das famílias, sendo reformados e construídos banheiros e dado tratamento ao esgoto cloacal, através da construção de fossas sépticas, fossas de águas servidas e sumidouros em mais de 70% das propriedades das microbacias. Isto está evitando que estes dejetos sejam lançados na superfície do solo e aos mananciais hídricos. Outra prática realizada foi a proteção física das fontes de abastecimento doméstico e de seu entorno, visando a tornar potável a água de consumo familiar. Nas microbacias localizadas em Arvorezinha e Cristal atingiu-se um índice superior a 90% das propriedades com proteção de fontes. No município de Agudo este índice chegou a 60%, necessitando-se intensificar as ações nesta microbacia.

### **3.2 Monitoramento hidrossedimentométrico e da qualidade da água**

O objetivo do subprojeto foi realizar o monitoramento hidrossedimentométrico e da qualidade da água nas microbacias, através de análises de parâmetros químicos, físicos e biológicos e da presença de agrotóxicos nas fontes de abastecimento e arroios, além do monitoramento de sedimentos na água e das vazões. A orientação técnica do subprojeto foi responsabilidade do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) da UFRGS. Quanto à execução deste subprojeto, na microbacia de Arvorezinha esteve a cargo do próprio IPH, na microbacia de Agudo esteve a cargo da UFSM e nas microbacias de Cristal e Maximiliano de Almeida esteve a cargo da FEPAGRO.

#### **3.2.1 Sedimentometria**

O monitoramento da produção de sedimentos e seu comportamento ao longo da implementação das ações do RS RURAL foi executado em duas microbacias: Lajeado Ferreira, em Arvorezinha, e Arroio Lino Friedrich, em Agudo, no período de 2002 a 2004.

#### **a) Microbacia do Lajeado Ferreira - Arvorezinha**

Verificou-se que, no ano de 2002, a produção de sedimentos foi de  $73,4 \text{ t km}^{-2} \text{ ano}^{-1}$ , enquanto que em 2003 a produção de sedimentos foi de  $93,2 \text{ t km}^{-2} \text{ ano}^{-1}$ . Ou seja, ocorreu um aumento de 27%. Esse crescimento da produção de sedimentos decorreu de um aumento da erosão na microbacia que, por sua vez, foi produto da expansão das lavouras de fumo, grande parte em sistema convencional, em detrimento das áreas de mata, pousio e potreiro. No ano de 2004, com o aumento nas áreas cultivadas com cultivo mínimo e plantio direto, houve uma redução significativa na produção de sedimentos monitorados nos eventos, baixando para  $52,05 \text{ t km}^{-2} \text{ ano}^{-1}$ . Mesmo sendo apenas dos eventos monitorados, esta redução de 55% indica uma tendência de diminuição da produção de sedimentos. Os histogramas de frequência da concentração de sedimentos no arroio são apresentados nas Figuras 7, 8 e 9.

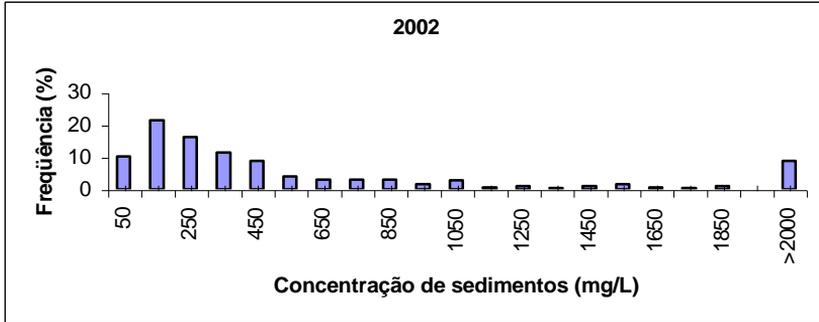


Figura 7. Histograma de frequência das concentrações de sedimentos em suspensão amostradas em 2002 (microbacia do Lajeado Ferreira – Arvorezinha).

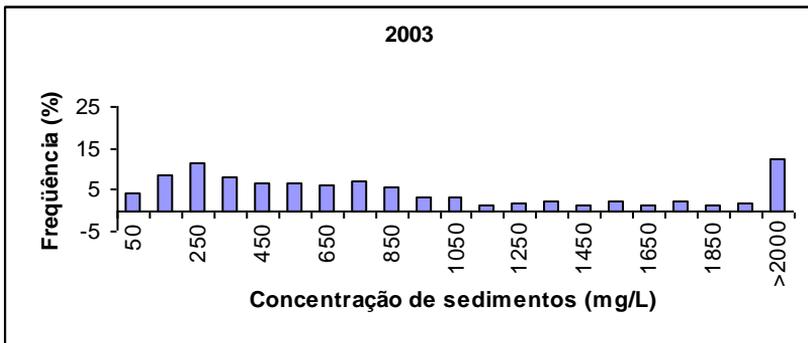


Figura 8. Histograma de frequência das concentrações de sedimentos em suspensão amostradas em 2003 (microbacia do Lajeado Ferreira – Arvorezinha).

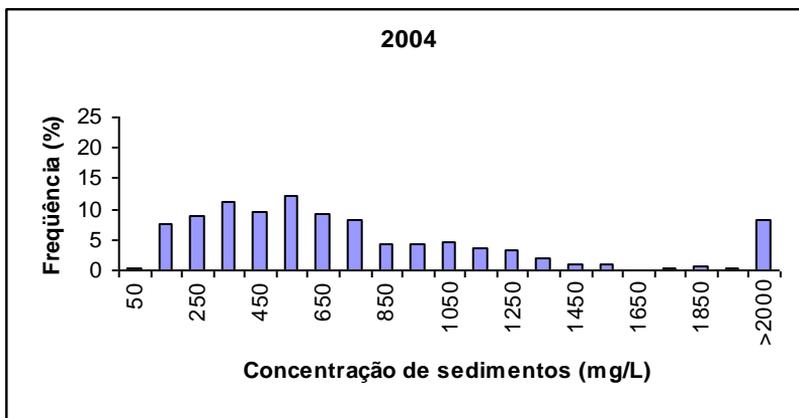


Figura 9. Histograma de frequência das concentrações de sedimentos em suspensão amostradas em 2004 (MBH Lajeado Ferreira – Arvorezinha).

### b) Microbacia do Arroio Lino Friedrich - Agudo

No período considerado, houve uma importante redução no número de amostras com concentrações elevadas de sedimentos, indicando uma clara tendência de redução do processo erosivo na microbacia. A redução na área de preparo convencional do solo, aliada à introdução de práticas conservacionistas, como o aumento das áreas de coberturas do solo no inverno e verão e de estruturas de controle do escoamento superficial (terraços e cordões vegetados), exerceu influência positiva na redução da magnitude da produção de sedimentos.

### 3.2.2 Qualidade da água

Para monitorar a qualidade da água (da rede de drenagem e do consumo doméstico) foram analisados periodicamente os parâmetros: pH, condutividade elétrica,  $P-PO_4^{-3}$ , DBO (demanda biológica de oxigênio), OD (oxigênio dissolvido), cálcio total, magnésio total, cobre total, zinco total, ferro total, ferro solúvel, manganês total,

alumínio total, sulfato total, cloreto total, dureza total,  $\text{N-NH}_4^+$ ,  $\text{N-NO}_3^-$ ,  $\text{N-NO}_2^-$ , turbidez, cor aparente, sabor, odor, sólidos totais dissolvidos, coliformes totais, coliformes fecais e temperatura. Os valores obtidos foram comparados com os parâmetros da resolução 20 do CONAMA, para enquadramento dos rios, e da portaria 518 do Ministério da Saúde, para as fontes de abastecimento doméstico.

### **a) Microbacia do Lajeado Ferreira - Arvorezinha**

Para a água da rede de drenagem são aqui considerados os resultados das amostras coletadas junto ao exutório da microbacia. Os resultados mostram uma redução bastante evidente da poluição orgânica da microbacia (considerada a principal fonte de degradação da qualidade da água), verificada através de uma redução temporal dos valores de  $\text{DBO}_5$  e de coliformes fecais. A média de  $\text{DBO}_5$  antes da intervenção do RS RURAL era de 12 mg  $\text{O}_2/\text{L}$ , e posteriormente passou a ser de 4,4 mg  $\text{O}_2/\text{L}$ , ou seja, ocorreu uma redução de 56%. Já para coliformes fecais, a redução foi de 78%, ou seja, 1800 NMP/100mL para 396 NMP/100mL. Esses números refletem de forma bastante evidente os resultados das práticas de saneamento realizadas na microbacia, como fossas e sumidouros, esterqueiras e melhoria ou construção de pocilgas.

Quanto à água de consumo doméstico, os resultados indicaram que alguns parâmetros físico-químicos estiveram fora dos padrões de potabilidade. Porém, foi mais notável a poluição orgânica, representada pelos altos índices de coliformes fecais. O monitoramento realizado antes e depois das melhorias nas fontes, como proteção física e isolamento, indicou o efeito positivo destas práticas apoiadas pelo RS RURAL, como se observa na Figura 10.

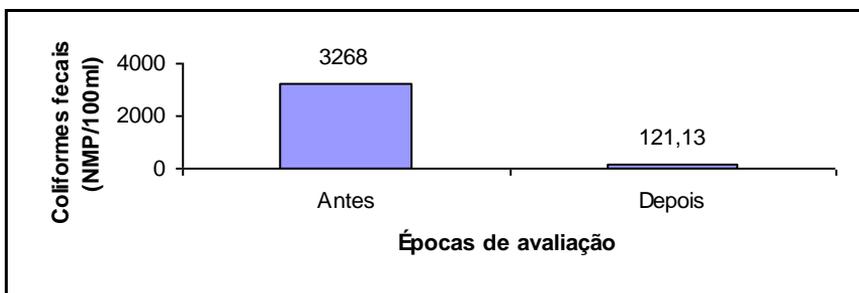


Figura 10. Concentração de coliformes fecais em fonte de abastecimento doméstico monitorada antes e depois da proteção física (microbacia Lajeado Ferreira, Arvorezinha – RS).

### b) Microbacia do Arroio Lino Friedrich - Agudo

Considerando a rede de drenagem da microbacia, houve importante resposta na diminuição da poluição orgânica, pois a concentração média de coliformes fecais em quatro pontos monitorados teve uma redução de 89% no período de 2002 a 2004. Para o caso do nitrato, a redução média no mesmo período foi de 41,9%; para o fósforo solúvel, a redução foi de 18,8%, e para a concentração média de matéria orgânica a redução neste mesmo período foi de 77,7%.

Quanto à qualidade da água de consumo doméstico, apresenta-se na Figura 11 os resultados da concentração de coliformes fecais de quatro fontes monitoradas no período de 2002 a 2004. Constatou-se uma redução na média da concentração de coliformes fecais de 85% no período considerado.

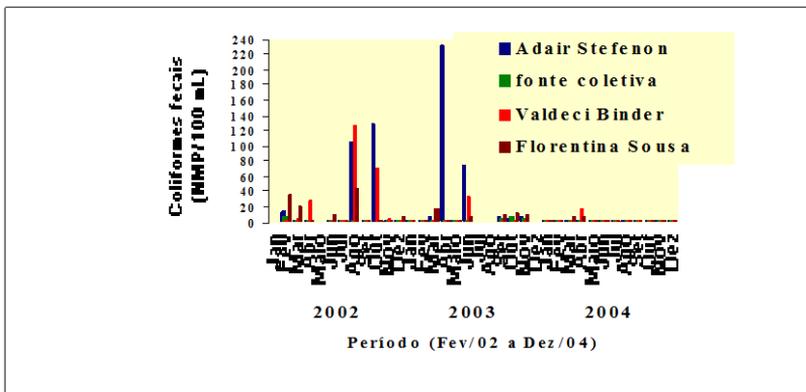


Figura 11. Variação temporal da concentração de coliformes fecais em fontes de abastecimento doméstico na microbacia do arroio Lino Friedrich, em Agudo-RS.

Os indicadores físico-químicos tiveram o seguinte comportamento no período de monitoramento: redução de 32,7% no caso do nitrato, redução de 73,4 % na matéria orgânica e redução de 89 % no ferro total.

A tendência de redução da poluição orgânica evidenciada pela diminuição da concentração de coliformes fecais e do teor de matéria orgânica, tanto na rede de drenagem como nas fontes de abastecimento doméstico, deve-se, possivelmente, à implementação de medidas de saneamento básico e controle da emissão de dejetos animais na microbacia, com o apoio do Programa RS RURAL. Além disto, a menor poluição orgânica é consequência da redução da produção de sedimentos, ocasionada pela diminuição da erosão e do escoamento superficial, e da proteção física das fontes de água. Em relação aos indicadores físico-químicos analisados (nitrato, fósforo e ferro), a redução da sua concentração nas águas da rede de drenagem e de consumo doméstico pode estar associada à diminuição da matéria orgânica, à redução das águas de escoamento superficial e à menor produção de sedimentos.

### c) Microbacia do Passo do Meio – Cristal

Nesta microbacia foi realizado o monitoramento da qualidade da água de consumo doméstico no período de julho a dezembro de 2004, em sete fontes. Verificou-se que a turbidez, cor e presença de coliformes fecais e totais estão acima do Valor Máximo Permitido (VMP) para potabilidade.

A água da rede de drenagem foi monitorada a partir de um ponto localizado no arroio principal da microbacia. Quando considerada a Classe 1, estão acima dos limites estabelecidos pela resolução do CONAMA os parâmetros: fósforo, alumínio, DBO<sub>5</sub>, coliformes totais e fecais, com maior frequência. O arroio Passo do Meio, de acordo com os parâmetros de qualidade de água avaliados no período, seria enquadrado na classe 2.

### **c) Microbacia do Lajeado Rodrigues – Maximiliano de Almeida**

O monitoramento da água de consumo doméstico foi realizado em sete fontes, no período de julho a dezembro de 2004, tendo sido utilizados indicadores físico-químicos e bacteriológicos. Para o monitoramento da qualidade da água da rede de drenagem, foi amostrado um ponto do rio principal, durante o período de julho de 2004 a março de 2005.

A microbacia do Lajeado Rodrigues caracteriza-se por apresentar na suinocultura uma de suas atividades econômicas. O sistema tradicional de armazenamento de dejetos em forma líquida pode representar um alto risco de poluição, pela facilidade com que estes dejetos podem chegar às fontes de abastecimento doméstico e aos mananciais hídricos. O monitoramento indica que praticamente todas as fontes monitoradas apresentam coliformes fecais e totais, mesmo que grande parte destas fontes apresente proteções físicas. Segundo a classificação do CONAMA, quando considerada a classe 2, alguns parâmetros como coliformes, fósforo e sulfato estão acima dos padrões, enquadrando o arroio Lajeado Rodrigues na classe 3.

### **3.2.3 Agrotóxicos**

Os resultados das análises realizadas em 2002, 2003 e 2004, expressos em  $\mu\text{g L}^{-1}$ , permitiram observar a presença de princípios ativos nas águas das microbacias, e também que os mesmos estiveram associados às épocas de aplicação, desaparecendo nos períodos de entressafra. A presença de princípios ativos de agrotóxicos na rede de drenagem e principalmente nas águas de consumo doméstico preocupa, pois representam um potencial de contaminação de pessoas e animais. A ausência nos períodos de entressafra indica a sazonalidade deste problema, que deverá ser objeto de mais estudos e pesquisas, para verificar os períodos de permanência dos princípios ativos no ambiente e seus riscos efetivos à saúde. Esta realidade sugere mudança na matriz tecnológica de culturas como o fumo, o milho e a soja, para sistemas mais diversificados e menos dependentes de insumos externos, incluindo manejos alternativos de pragas e doenças e processos de rotação de culturas, bem como a pesquisa de produtos menos tóxicos e de maiores e mais rápidas taxas de degradação no ambiente.

### **3.3 Monitoramento da qualidade dos solos**

O trabalho foi executado pela UFSM, sendo realizada a avaliação inicial em 2001 e a avaliação final em 2003 (na microbacia localizada em Agudo) e 2004 (nas demais microbacias). Foram retiradas amostras de solo para análises químicas, físicas e biológicas, em glebas representativas dos diferentes usos do solo (lavouras de fumo convencional, lavouras de fumo em cultivo mínimo, culturas perenes, mata e outros). Também foram realizadas determinações de características físicas a campo e captura de fauna com armadilhas.

Quanto às características químicas do solo, exemplificadas na Tabela 1, foi observado que grande parte dos solos apresentava baixa acidez, com pH acima de 5,5, não necessitando geralmente de calagem. Principalmente nas microbacias fumageiras (Arvorezinha, Agudo e Cristal), os teores de fósforo e potássio nas áreas cultivadas estavam altos nos dois levantamentos, devendo ser reduzida a

adubação. Os solos das mesmas microbacias apresentaram em geral baixos teores de matéria orgânica (menores do que 2,5%) nas glebas cultivadas, tendo havido inclusive redução de 2001 a 2004 em algumas áreas, indicando que o manejo de solo ainda não é o ideal para recompor estes índices. Ainda há muitas áreas com plantio convencional, que leva à redução da matéria orgânica. O excessivo preparo do solo e a manutenção de baixos índices de cobertura no plantio convencional expõem o solo às perdas por erosão e aumentam as taxas de decomposição da matéria orgânica. O teor de matéria orgânica é altamente relacionado com a qualidade do solo, pois influencia diversas propriedades, como a estrutura. Deve-se ressaltar, no entanto, que o período monitorado é curto para haver melhoria de características do solo, entre elas a matéria orgânica, mesmo onde houve a modificação do manejo do solo. Na microbacia de Maximiliano de Almeida ocorreram teores mais adequados de matéria orgânica nas áreas cultivadas, principalmente pelo predomínio do plantio direto, que, pelo não revolvimento do solo, não permite a degradação acelerada da matéria orgânica.

Tabela 1. Características químicas do solo em glebas cultivadas com fumo na microbacia do arroio Lajeado Ferreira (Arvorezinha).

Profundidade	% das glebas de fumo*	
	2001	2004
5-10 cm		
pH > 5,5	40	53
P alto	68	70
K alto	97	100
MO < 2,5%	22	47

\* Percentagem das glebas de fumo com P e K alto (classificadas conforme CFS-RS/SC, 1995) e com pH e matéria orgânica (MO) nos valores indicados.

Com relação às características físicas, não houve muita variação entre os dois levantamentos. Observou-se que a densidade do solo, a porosidade e a resistência à penetração de raízes não foram limitantes ao crescimento das plantas, mesmo em áreas cultivadas com fumo no sistema convencional. Nas microbacias localizadas em Agudo e Cristal, as áreas com cultivo de fumo apresentaram menor diâmetro médio ponderado (DMP) de agregados do que as áreas de mata e culturas perenes, o que indica menor estabilidade estrutural e suscetibilidade à erosão. Em Maximiliano de Almeida o DMP das glebas cultivadas aumentou no segundo levantamento, mostrando a melhoria da estrutura com o uso do plantio direto.

Quanto às características biológicas, no caso da fauna epiedáfica, na maioria das propriedades amostradas, o maior número e especialmente a maior diversidade de organismos foi encontrada na área de mata, enquanto as lavouras de fumo no sistema convencional apresentaram a menor riqueza biológica, demonstrando ser um sistema degradante para o solo. As práticas de manejo conservacionista utilizadas pelos produtores favoreceram o aumento da fauna epiedáfica, mostrando que a adoção de tecnologias que causem menor impacto ao solo tende a conservar e ampliar a fauna. Na avaliação microbiológica do solo, os teores de carbono na biomassa do solo, indicadores do tamanho da população microbiana, apresentaram uma grande variação entre as diferentes glebas avaliadas nos dois levantamentos (Tabela 2). Os sistemas que envolvem o intenso revolvimento do solo para a implantação da cultura, como o fumo em cultivo convencional, apresentaram os menores teores de carbono na biomassa do solo, havendo redução destes teores de 2001 a 2004, na maioria dos casos. Porém, a adoção de práticas conservacionistas reduziu o processo acelerado de degradação do solo e, em algumas glebas, permitiu a melhoria de sua qualidade durante o período monitorado. Foi o caso da gleba cultivada com o consórcio aveia/ervilhaca antecedendo o fumo, em cultivo mínimo, na Tabela 2, onde se observou aumento da população microbiana. A mata nativa e a capoeira geralmente apresentaram os maiores teores de carbono na biomassa do solo. Os cultivos perenes, como pastagens perenes e

reflorestamento, permitiram o desenvolvimento de maior população microbiana do que os cultivos anuais.

Tabela 2. Teores de carbono na biomassa do solo (CBMS), indicadores do tamanho da população microbiana, em glebas de diferentes usos na microbacia do Arroio Lajeado Ferreira (Arvorezinha).

Profundidade	CBMS ( $\mu\text{g g}^{-1}$ solo)	
	2001	2004
0-5 cm		
Fumo convencional	274	76
Aveia +ervilhaca/fumo	268	374
Capoeira	805	960

### 3.4 Monitoramento da flora e fauna

Na microbacia localizada em Arvorezinha foram realizados os diagnósticos de flora e fauna em 2002 e 2005. Foi executado o levantamento das espécies arbóreas e arbustivas ao longo dos córregos da microbacia (vegetação ciliar), campo nativo, capões de mato e ilhas de vegetação em meio às lavouras. Também foi avaliada a regeneração natural, utilizando-se as parcelas montadas em áreas com mata secundária jovem. A avaliação da fauna foi realizada através de relatos dos agricultores e observação de vestígios, como pegadas e fezes.

Na segunda avaliação, foram observados aspectos negativos, como a diminuição das áreas de capoeira e mata nativa para ampliação das lavouras de fumo, como também, aspectos positivos, como o aumento de áreas com culturas de inverno para cobertura de solo e adubação verde e reflorestamento com espécies nativas e exóticas de uso econômico próximo a nascentes. Foram encontradas 155 espécies vegetais na microbacia, o que aumenta a resiliência de áreas perturbadas, possibilitando recuperações com altos valores de número de espécies arbóreas, pelo menos entre pioneiras e secundárias iniciais.

No entanto, a fragmentação da vegetação e a falta de corredores biológicos reduzem o fluxo de animais que transportam sementes e pólen, prejudicando a dispersão de muitas espécies arbóreas de um fragmento vegetal para outro. Seguindo esta tendência, é bem provável que a mata jovem, se mantida intacta, ou seja, se for cessado o corte de alguns fragmentos, irá se tornar uma mata madura empobrecida, com diminuição da riqueza de espécies florestais. Outros fatores que prejudicam a regeneração de muitas áreas são o corte seletivo de árvores e a utilização do capão para criação de porcos e para o gado.

Quanto ao monitoramento da fauna, embora não tenha havido uma amostragem grande o suficiente para se afirmar, os dados coletados e a observação a campo, juntamente com o relato dos moradores, indicam a ocorrência de um fluxo de fauna, regular e diversificado, ao longo da paisagem da microbacia. No entanto, caracterizar este fluxo em termos de aumento ou diminuição, baixa ou alta riqueza, torna-se mais complexo e necessita estudos mais aprofundados.

#### **4 Recomendações de manejo ambiental nas microbacias**

Entre as ações que devem ser mantidas ou reforçadas para a melhoria do ambiente nas microbacias monitoradas, pode-se citar:

- utilizar o solo de acordo com sua capacidade de uso, dentro do possível, devido à pequena área disponível para muitos agricultores;

- estimular a expansão do plantio direto e cultivo mínimo (este segundo, nos cultivos de fumo), para redução da erosão, com reflexos positivos sobre solo e água;

- implementar e manter práticas conservacionistas nas culturas, como terraceamento, plantas de cobertura de solo, manejo racional dos resíduos vegetais e implantação de cordões vegetados;

- buscar a viabilização de atividades mais adequadas às áreas mais declivosas, como fruticultura, reflorestamento, sistemas agroflorestais e pastagens;

- preservar o entorno das fontes de abastecimento com uma faixa de vegetação natural, de acordo com o Código Florestal;

- realizar a proteção e manutenção das fontes de abastecimento doméstico, com desinfecção quando não for possível eliminar totalmente a presença de coliformes;

- evitar uso de fontes de água próximo de fossas, sumidouros e confinamento de animais;

- evitar lançamento nos arroios dos efluentes da criação animal, através da implementação de estruturas que permitam a mineralização do material orgânico (como esterqueiras e biodigestores) e tecnologias que reduzam o volume de material líquido, como, por exemplo, uso da cama sobreposta para criação de suínos;

- preservar e recuperar o ambiente ciliar, com permanência de uma faixa de vegetação, conforme o Código Florestal;

- usar fertilizantes de forma racional, levando em consideração não somente as necessidades das culturas, mas a disponibilidade dos nutrientes no solo;

- reduzir o uso de agrotóxicos, em especial de princípios ativos reconhecidamente mais tóxicos e ambientalmente perigosos;

- implantar um forte programa de educação ambiental nas comunidades rurais, implementado a partir dos problemas constatados no monitoramento;

- validar tecnologias alternativas para tratamento de efluentes, como sistema de tratamento por zona de raízes;

- planejar corredores ecológicos de vegetação, que permitam o fluxo de animais e propágulos vegetais entre as matas remanescentes.

## **5 Bibliografia consultada**

SAA-SECRETARIA DA AGRICULTURA E  
ABASTECIMENTO/PROGRAMA RS RURAL. Manual operativo:  
estrutura e gerenciamento. VolII. 1999.

CFS – RS/SC. Recomendação de adubação e calagem para os Estados do  
Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 3<sup>o</sup> ed. Passo Fundo, SBCS, 1995.  
224 p.