# AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE CARGAS DIFUSAS EM BACIAS RURAIS

Fernanda Dalcanale[1] e Monica Porto[2]

**Resumo** - Utilizou-se o modelo AGNPS para simular a contribuição das áreas rurais para as cargas de fósforo e sedimentos que são transportadas pelo corpo d'água, após um evento de chuva. O caso de estudo é o da bacia do Rio Ariranha, em Santa Catarina, a qual tem sua área ocupada principalmente pela cultura de milho e criação de suínos. A partir dos resultados de calibração do modelo, procedeu-se à análise qualitativa das consequências sobre a qualidade da água, caso sejam aplicadas algumas Práticas Ótimas de Manejo (ou, em inglês, Best Management Practices –BMPs) características de operações agrícolas como as que se encontram naquela bacia. Os resultados mostraram melhoria na qualidade da água e podem, portanto, serem utilizados como indutores na implantação de programas de controle de poluição por cargas difusas em bacias rurais no Brasil.

**Abstract –** The main objective of this paper is to simulate diffuse sources in a rural basin. The case study is the Ariranha River, Santa Catarina, Brazil. Its watershed is occupied mostly by corn crops and hog feedlots. The non point sources were simulated using the AnnAGNPS model. Two variables were studied: phosphorus and sediments. It was also studied the impact of specific Best Management Practices to reduce the load of both pollutants. The results showed a significant impact on water quality if those BMPs are applied and, as such, they can be used to encourage their implementation in rural areas with similar occupation.

**Palavras-Chave:** carga difusa, qualidade da água, modelo AGNPS

[1] Mestranda, Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, EPUSP, dalcanale@netcon.com.br
[2] Professora, Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, EPUSP, mporto@usp.br

## INTRODUÇÃO

As cargas poluidoras cuja origem não pode ser identificada são chamadas difusas. Essas cargas são geradas em áreas extensas e, associadas à chuva, chegam aos corpos d'água de forma intermitente.

Não obstante programas de estudo e redução de cargas difusas já estejam há muito tempo em andamento em países como Estados Unidos, a realidade no Brasil ainda é a de pouca discussão em torno do assunto. Na nova lei da Política Nacional de Recursos Hídricos (1997) não há uma menção sequer sobre a existência do problema, muito menos específica sobre como tratá-lo. A Resolução do CONAMA[2], que trata especificamente da qualidade da água e estabelece classes para os rios, tampouco trata do assunto. Apesar da lei e regulamentações brasileiras não serem específicas no tratamento das cargas difusas, é possível encontrar a necessidade de estudo e recuperação de bacias afetadas por este tipo de poluição de maneira implícita nos seus artigos.

O problema da qualidade da água no país é um assunto a ser tratado ao mesmo tempo com urgência e cautela. Programas de cobrança pelo uso, limitação da emissão de poluentes e programas de controle e fiscalização devem ser discutidos e postos em prática o mais cedo possível.

## O PROBLEMA DAS CARGAS DIFUSAS

O uso contínuo de produtos químicos como fertilizantes e pesticidas na agricultura tem deteriorado sistematicamente a qualidade da água no mundo inteiro. Freqüentemente têm-se notícias de mortandade elevada de peixes em rios e lagos devido à poluição, e a eutrofização de lagos reservatórios já tornou-se lugar comum. Em alguns pontos da costa, as praias têm-se tornado tão cheias de algas que já não é mais possível nadar.

A água proveniente da drenagem urbana também apresenta problemas como metais pesados, sedimentos, ácidos e sais, em escala cada vez maior. A irrigação de lavouras também provoca a salinização da água, e a perda de nutrientes do solo. Todos esses problemas incluem-se na categoria de poluição por cargas difusas, há muito identificado em países desenvolvidos como uma das principais causas dos problemas de qualidade da água, a ponto do governo americano ter destinado 370 milhões de dólares para programas de controle. Menções específicas para esta categoria de poluição podem ser encontradas na lei ambiental de vários países da Europa, na Austrália, além dos EUA, com a sessão 319 do *Clean Water Act* (1987*).*

[2] Conselho Nacional do Meio Ambiente

O grande problema apresentado pela poluição por cargas difusas é a dificuldade de monitoramento , identificação e controle de suas fontes. Essa característica torna necessária um política de educação e conscientização das comunidades, para que as medidas de controle adotadas tenham efeito. O tempo também é um fator importante. A média de resposta de melhoria na qualidade da água de uma bacia após a instalação de BMPs é de 5 anos, segundo estudos do NWQEP3 ( Humenick et al.). Para um programa ser completo, seria necessário a coleta de dados pré projeto de no mínimo dois anos de monitoramento contínuo. Como as descargas de poluentes ocorrem durante eventos de chuva, a coleta de amostras de água é feita através de coletores automáticos, que têm um alto custo. Além de custos de laboratório, recursos humanos e das instalações das práticas de manejo propriamente ditas, o que levaria a um orçamento difícil de sustentar por pequenas comunidades. Por tudo isso, a iniciativa e o principalmente o financiamento de programas de cargas difusas deve ser feito no nível estadual ou mesmo federal.

## MÉTODOS DE IDENTIFICAÇÃO, AVALIAÇÃO E CONTROLE DE CARGAS DIFUSAS

O planejamento para a gestão da qualidade da água em bacias afetadas pela poluição difusa só será efetivo se as relações de entrada e saída de poluentes forem bem conhecidas e entendidas. Por isso, é fundamental que ferramentas de avaliação e identificação estejam ao alcance do órgão gestor. Pela já citada complexidade dos processos envolvidos, os modelos computacionais são bastante indicados, tanto na pré-avaliação para o montagem do projeto, quanto para as etapas seguintes.

Do mesmo modo, é recomendável um programa de monitoramento para aquisição de dados antes da aplicação de BMPs, para uma posterior avaliação dos resultados.

O monitoramento é uma ferramenta essencial na identificação de poluentes, cargas e possíveis fontes, ajudando a identificar e corrigir possíveis erros durante o processo, e possibilitando a comparação de dados nas diferentes etapas. Necessário, portanto, em todas as fases do projeto. As BMPs, conforme a sua própria definição, são os melhores meios de combate à poluição difusa.

Uma boa parte dos métodos de controle encontrados na literatura combatem diretamente a erosão e/ ou a velocidade do escoamento superficial, já que estes são os principais meios de transporte de poluentes na agricultura. Outras, combatem a produção de poluentes diretamente em suas fontes, como os programas de controle de pesticidas e o manejo de resíduos de produção animal.

[3] National Water Quality Evaluation Project - USA

## PRÁTICAS ÓTIMAS DE MANEJO (BEST MANAGEMENT PRACTICES – BMPS)

BMPs (*Best management Practices*) são métodos e práticas desenvolvidos com a finalidade de prevenir e/ou reduzir a poluição por fontes difusas. Podem incluir controles estruturais e não estruturais, processos operacionais e de manutenção. Podem também ser aplicadas antes, durante e depois de atividades geradoras de poluição a fim de reduzir ou eliminar a descarga de poluentes no corpo receptor.

Nos EUA, BMPs são reconhecidas como uma importante parte do *National Pollutant Discharge Elimination System* (NPDES), programa que gerencia o licenciamento de descargas de poluentes a fim de prevenir a descarga de tóxicos e produtos químicos.

Para serem efetivas, as BMPs devem também ser econômica e tecnicamente viáveis. Para selecionar-se o conjunto de BMPs a ser aplicado, é importante o conhecimento do poluente e das suas formas de transporte.

Um exemplo de prática de manejo é o plantio direto, que consiste em deixar sobre o solo os reíduos de colheitas de forma que ao menos 30% da superfície permaneça coberta, enquanto práticas convencionais de agricultura produzem um solo liso, sem depressões, que pode produzir um escoamento superficial com altas velocidades em terrenos íngremes.

## DESCRIÇÃO DO PROJETO

Este projeto visa demonstrar que, através de um programa de monitoramento e aplicação de BMPs, a qualidade da água de bacias rurais na região do Oeste de Santa Catarina poderia melhorar sensivelmente. O projeto tem como objetivo atender às necessidades de informação para o início de um Programas de Gestão da Qualidade da Água, de forma a garantir o uso sustentável dos Recursos Hídricos na bacia.

Considerando as cargas difusas como as principais responsáveis pela poluição da água em bacias rurais, foi realizado um estudo de simulação em modelo a fim de quantificar a possível redução de cargas difusas pela implementação de BMPs. Os resultados obtidos podem ser usados como argumento para o início de um programa de melhoria de qualidade da água, com base em BMPs. Para tanto, foram usados os dados uma bacia rural como teste, e um modelo de simulação.

**DESCRIÇÃO DA BACIA**

A área em estudo, denominada Microbacia Rio Ariranha, é formada pelo Rio Arirararanha e pelo Lajeado das Antas. A área está compreendida entre as coordenadas 53º 23'e 53º 19'de longitude oeste de Greenwich 27º 07'e 27º 12'de latitude sul, tendo suas cotas variando entre 930 metros de altitude no ponto mais alto e 385 metros junto à foz da microbacia.

A área coberta por vegetação nativa apresenta características de uma vegetação em estágio de formação secundária. As principais atividades agrícolas são a cultura de milho e a suínocultura. A produção agrícola e animal da bacia são apresentadas nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Principais culturas e criações da Microbacia Rio Ariranha, EPAGRI– 1997

| CULTURA | ÁREA (ha) | PRODUTIVIDADE (Kg/ha) | PRODUÇÃO (t) |
|---|---|---|---|
| Milho | **1.100** | **4.200** | **4.620** |
| Feijão | **80** | **1.200** | **96** |
| **Trigo** | **20** | **1.500** | **30** |

Tabela 2 – Caracterização da atividade zootécnica na Microbacia Rio Ariranha ( EPAGRI,1997 )

| ESPÉCIE | Nº DE CABEÇAS | PRODUÇÃO |
|---|---|---|
| Suínos | **2.050** | **7.600 ton/ano** |
| **Bovinos de leite** | **500** | **3.000 l/leite/ano** |

A Tabela 3 apresenta um resumo da caracterização física e hidrográfica da microbacia.

Tabela 3 – Resumo da caracterização física e hidrográfica da microbacia. Fonte: (EPAGRI, 1997).

| ATRIBUTOS | RESULTADOS |
|---|---|
| Área da microbacia | **25,02 Km** |
| Perímetro da microbacia | **24,12 Km** |
| Comprimento axial da microbacia | **8,50 Km** |
| Comprimento total dos cursos d'água | **34,25 Km** |
| Comprimento do curso d'água principal | **8,25 Km** |

| | |
|---|---|
| Distância mais curta entre a nascente e a foz | **6,75 Km** |
| Densidade de drenagem | **1,369 Km/Km$^2$** |
| Extensão média do escoamento superficial | **182 metros** |
| Índice de sinuosidade do curso d'água | **22,22% (Rio reto)** |
| Declividade média | **30,68%** |
| Altitude máxima | **930 m** |
| Altitude média | **612,19 m** |
| Altitude mínima | **385 m** |
| Tempo de concentração | **2 horas e 49 min** |

## DADOS COLETADOS

Os dados hidrográficos, levantamento de solos, uso do solo e dados de produção foram retirados do "Inventário das Terras em Microbacias Hidrográficas" (EPAGRI, 1997), ou fornecidos diretamente pelos escritórios da EPAGRI em Concórdia, Seara, Chapecó e Florianópolis. As coletas de amostras de água e suas análises foram realizadas no laboratório da EPAGRI de Chapecó.

Esses dados são parte de um projeto de recuperação de bacias rurais no estado de Santa Catarina, o Projeto Microbacias /BIRD. O projeto é pioneiro no Brasil e em sua primeira fase já efetuou o inventário de diversas bacias no Oeste do estado. Dados adicionais foram obtidos na EMBRAPA e SADIA Concórdia.

## SELEÇÃO DO MODELO

Neste projeto, estará em teste a modelagem de cargas difusas em situação de pouca disponibilidade de dados. Por isso, a análise tende a ser mais qualitativa que quantitativa. Não se pretende obter respostas exatas da recuperação da bacia, mas sim uma estimativa que indique tal possibilidade.

O AnnAGNPS é um modelo já bastante experimentado que pode, com maior segurança, apresentar tal resposta. Aplicações em bacias localizadas nos Estados Unidos, como em Young et al. (1989) Yoon and Disrud (1993) e Mitchell et al. (1993) e em outros países, como Lo et al. (1994) e Bragadin et al. (1993) contribuíram para a validação do modelo.

Ainda considerando a dificuldade de aplicação de métodos sofisticados em bacias rurais brasileiras, tanto em termos de custo como em termos tecnológicos, foram testadas as BMPs de maior simplicidade de aplicação, e seus os respectivos potenciais de redução dos poluentes encontrados na bacia em questão. Diante disso, BMPs selecionadas para testes são a remoção do esterco produzido nas criações e o plantio direto como prática de conservação do solo.

## O MODELO ANNAGNPS

O modelo AnnAGNPS processa os dados considerando cada célula ou lote envolvido, de maneira contínua. Os resultados do processamento são volumes de água, sedimentos, nutrientes e pesticidas que são gerados em cada célula e fluem para os trechos de rios até a exutória da bacia.

Conceitualmente, o modelo é separado em 3 partes: Preparação dos dados, simulação e processamento de poluentes. A **Preparação dos dados consiste em**: leitura de dados; checagem de erros; setagem interna de parâmetros; estabelecimento de matrizes baseadas nos dados lidos, inicialização de dados para simulação (clima, decomposição do solo, tempos de concentração, etc.). **A Simulação inclui**: processamento das informações climáticas para cada dia de simulação e seus impactos nas células. O transporte de informações como umidade do solo, crescimento de culturas, resíduo de nutrientes e pesticidas a cada dia simulado. Os trechos de rios e fontes pontuais também tem seus dados acumulados durante os eventos e no processo de simulação. O **Processamento dos Poluentes** analisa a acumulação das variáveis durante o período simulado a jusante de cada trecho de rio para determinação de contribuição de cada componente selecionado pelo usuário (células, cargas pontuais ou trechos de rio.

### Variáveis Simuladas

Como os principais componentes no processo de poluição da bacia são a erosão e os nutrientes com origem na criação intensiva e na plantação de milho, foram selecionadas variáveis que representem esses processos. Foram simuladas as seguintes variáveis:

a) **Sedimentos** – usado como parâmetro para estimar o processo de erosão da bacia, por ser o resultado direto da mesma.

b) **Fósforo** – parâmetro para estimar os nutrientes lançados no escoamento superficial. O fósforo foi escolhido por estar presente tanto nos fertilizantes como no esterco, representando bem as duas principais fontes de nutrientes da bacia.

**Preparação Dos Dados**

Foram necessárias algumas simplificações no processo de conversão dos dados existentes em dados de entrada. O modelo AnnAGNPS possui algumas extensões que permitem a conversão direta de alguns dados armazenados em SIGs, mas embora existam dados da bacia mapeados em ArcInfo®, convertidos para manipulação e análise em ArcView®, estes não se encontram em formato que possibilite a sua direta utilização na entrada de dados. Portanto, optou-se por uma preparação manual dos dados.

Divisão da bacia: A bacia foi dividida em 32 células homogêneas, tomando-se como critérios O uso do solo, a direção do escoamento e o tipo de solo. O Rio principal e alguns afluentes também foram divididos em trechos, levando-se em conta sua posição em relação à contribuição de cada célula.

Outros dados de entrada do modelo consistem em dados gerais da bacia, dados detalhados de cada tipo de solo, de culturas existentes e dos efeitos das diversas operações realizadas para tal ( plantio, irrigação, aplicação de fertilizantes, etc.), dados de cada tipo de uso do solo (% de cobertura, altura de vegetação). Esses dados em particular são bastante detalhados, sendo que alguns tiveram de ser estimados com base em dados bibliográficos e informações coletadas nas diversas entidades de pesquisa agrícola. Nem todos os dados, no entanto, são necessários para rodar o modelo. Algumas entradas de dados só são necessários em situações específicas.

**CALIBRAGEM DO MODELO**

A calibragem foi efetuada basicamente ajustando-se os parâmetros mais influentes na composição de cada variável em estudo. Como não existem dados de vazão disponíveis, a calibragem foi feita com base nas concentrações de sedimento e fósforo. Os resultados do modelo são dados em termos de cargas totais geradas pelo evento de chuva. As concentrações foram calculadas dividindo-se as cargas totais pelo escoamento superficial gerado pelo modelo.

Apesar da simulação do modelo ser contínua, como a precisão dos resultados dependia do volume de escoamento, foram utilizados para calibragem e também para análise final apenas os eventos mais críticos de chuva, nos quais a vazões do escoamento subterrâneo podem ser desprezadas.

A sequência usada para calibragem foi o ajuste para o transporte de sedimentos, e em seguida o de nutrientes, já que o segundo depende, entre outras coisas, do primeiro. Os eventos simulados foram selecionados, dentre os que coincidiam com os dias de coleta de amostras de água, realizada semanalmente entre 1998 e 1999, de modo a representarem a variação dos parâmetros ao longo do

ano. O período simulado, de 15 de abril de 1998 a 14 de abril de 1999, foi escolhido de forma a representar os processos ocorridos na bacia ao longo do ano, e também porquê neste período a maioria dos dados foi coletada.

O ajuste da concentração de sedimentos no escoamento foi efetuado alterando-se os coeficientes da equação universal da perda de solos (USLE), utilizada no modelo para cálculo da erosão. O fator de maior incerteza é o fator de precipitação (R), que foi inicialmente arbitrado. Por isso, foi o fator escolhido para o ajuste, que foi efetuado com base na alteração deste valor. Inicialmente, o valor arbitrado para o fator R foi de 334 ton/ha, valor médio dentre os encontrados nos Estados Unidos (Novotny, 1993). Os resultados apresentados pelo modelo mostraram que o valor estava subestimado, pois as concentrações resultantes ficaram de 20 a 40% abaixo das concentrações obtidas nas análises das amostras colhidas em campo, e que este valor precisava ser incrementado.

Como a equação de perda de solos é uma equação linear, espera-se que os resultados obtidos apresentem uma variação também linear. Foi então incrementado o valor de (R) em 20% (R= 403). Os resultados obtidos apresentaram uma variação entre 10 e 20%, mostrando que o valor de (R) deveria ser incrementado ainda mais. Como os valores apresentados pelo modelo ainda se encontravam abaixo das concentrações reais, o valor de (R) foi alterado para 525 ton/ha. Os resultados são mostrados na figura 1.

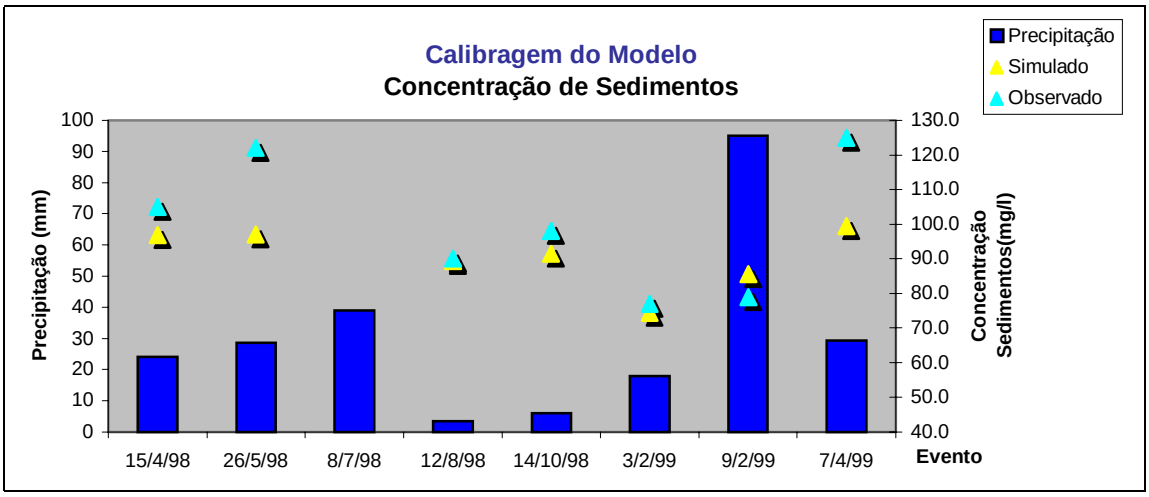


Figura 1 – Calibragem do modelo

O ajuste da concentração de fósforo foi feito alterando-se os índices de adubação e de nutrientes concentrados no esterco. Na primeira rodada do modelo, foi considerada a tabela de consumo de nutrientes do milho (EMBRAPA, 1993), cuja soma resulta em 380kg/ha (Tentativa de ajuste 4). As concentrações obtidas com este valor apresentaram diferenças significativas, de até 100%.

Como a concentração de nutrientes no escoamento superficial depende de um maior número de variáveis que a concentração de sedimentos, como datas de aplicação de fertilizantes e ciclos de produção na criação de suínos, os resultados apresentam uma variação temporal considerável para alturas de chuva semelhantes. A taxa de aplicação do fertilizante foi então diminuída até que se obtivessem resultados próximos das concentrações obtidas no campo, para os eventos ocorridos na época de plantio e desenvolvimento do milho, ou seja, eventos 6 a 8 , o que ocorreu com a taxa de 220kg/ha.

A seguir, a concentração de fósforo (P) no esterco da produção de suínos foi ajustada até 4.6 kg/dia/ha, de modo que as concentrações dos demais eventos fossem diminuídas.

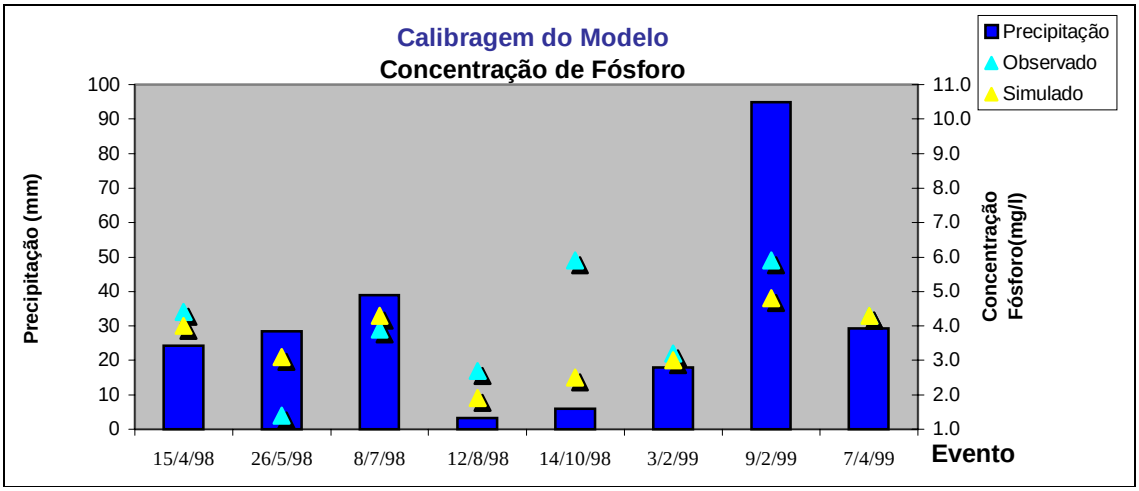


Figura 2- Calibragem para o fósforo

## SIMULAÇÃO DAS BMPS

A simulação das práticas de manejo selecionadas foi efetuada através do módulo de operações do modelo AnnAGNPS. Esse módulo permite que sejam aplicadas sobre as células selecionadas sequências de operações de manejo na bacia.

**Plantio Direto** (BMP 1):A movimentação do solo ocorre apenas na região onde serão depositadas as sementes e o adubo, mantendo-se os resíduos vegetais das culturas anteriores na superfície da área. A semeadura é direta sem qualquer operação de preparo do solo, através de semeadores especiais. O Plantio direto é simulado considerando seus efeitos em termos de rugosidade e cobertura do solo. As características modificadas são as da área perturbada na

operação de plantio, reduzida em 50% e a adição de resíduos no solo de modo que o restante da área esteja protegida.

**Remoção de esterco** (BMP 2): O manejo específico para as áreas de criação intensiva de suínos é simulado no modelo através da operação de raspagem e remoção do esterco, definida em termos de porcentagem de esterco removido por operação. A alteração efetuada foi a introdução da raspagem de 90% do esterco, quinzenalmente. A frequência da operação foi escolhida por ser considerada viável para o pequeno produtor. Foram agendadas 24 operações, todas com 90% de redução.

## RESULTADOS DO MODELO

A simulação das BMPs foi efetuada em três etapas. As duas primeiras consistem na simulação isolada das práticas de manejo propostas, sendo a BMP 1 o plantio direto e a BMP 2 o manejo do esterco, enquanto a terceira reúne as duas técnicas.

Os resultados apresentados na tabela de concentrações e nos gráficos a seguir mostram a evolução das concentrações calculadas de sedimento e fósforo, a partir dos volumes gerados pelo modelo, nos eventos selecionados e para as diferentes alternativas, e sua relação com as concentrações iniciais.

Os resultados apresentados mostram um redução entre 25-35% de redução na concentração de sedimentos e de 40%-60% nas concentrações de fósforo. As Figuras 3 a 5 representam os resultados obtidos no modelo.

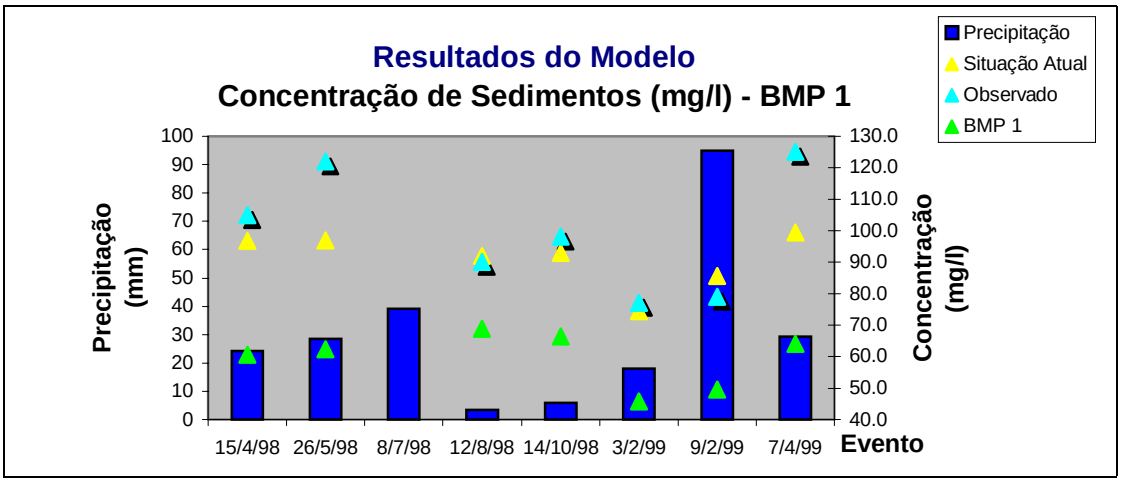


Figura 3 – Aplicação da BMP 1

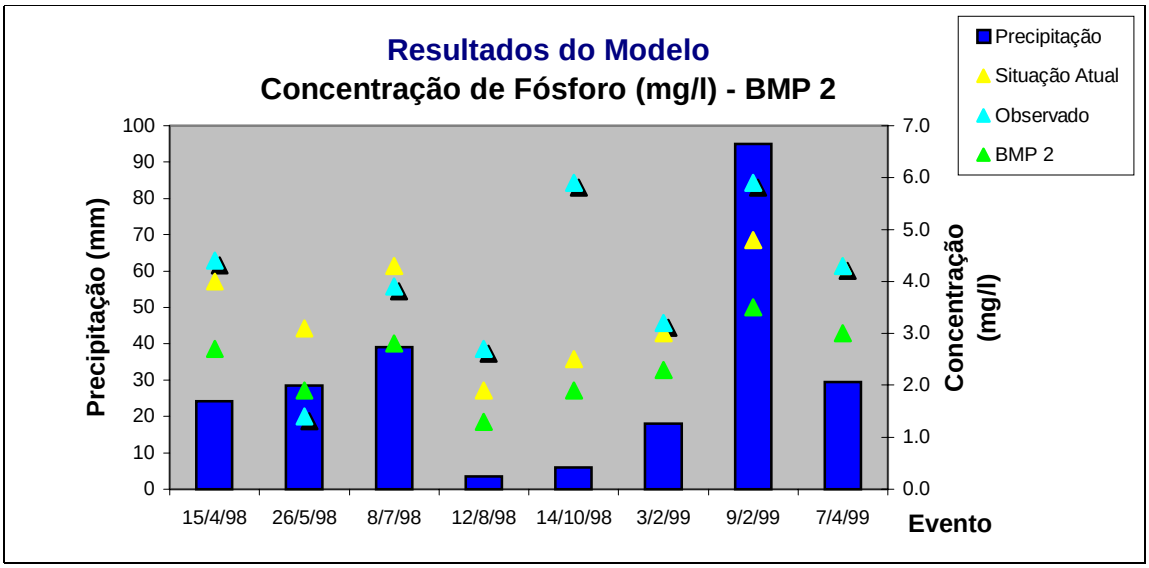


Figura 4 – Aplicação da BMP 2

Analisando-se os resultados é possível observar que a redução de sedimentos é mais significativa nos eventos ocorridos nos meses de fevereiro, abril e maio. Isso pode ser explicado pelo fato da operação de plantio de milho ser efetuada no mês de novembro, fazendo com que os benefícios produzidos pelo método do plantio direto estejam mais evidentes nestas datas, principalmente porque não foi simulada uma plantação de cobertura para os meses de inverno.

Já as reduções de fósforo, quando a BMP 2 é aplicada isoladamente, são maiores nos meses de maio a agosto, quando o fósforo originado criação intensiva é predominante, pois a aplicação de fertilizantes foi efetuada em novembro.

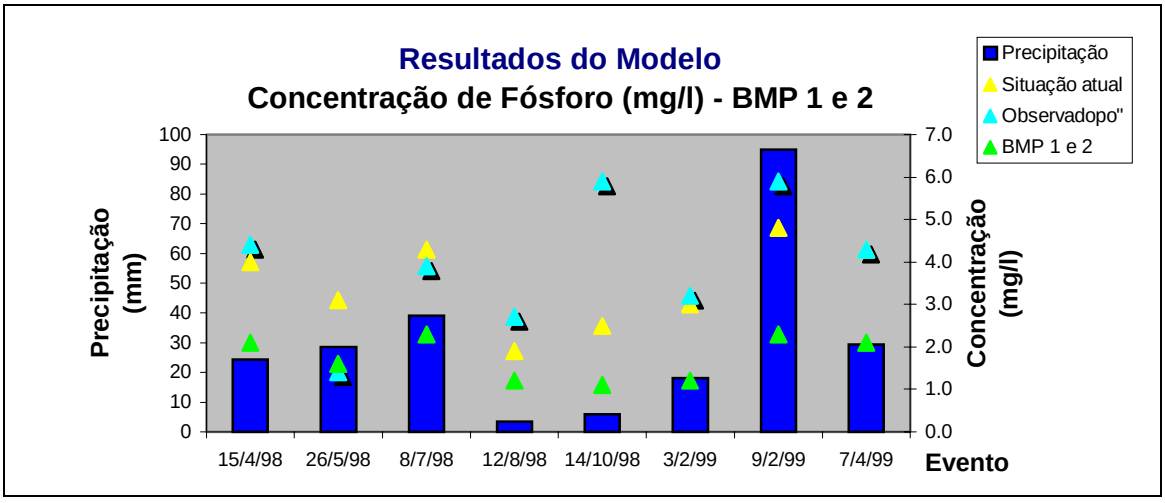


Figura 5 – Aplicação das BMPs 1 e 2

Quando aplicadas as duas BMPs em conjunto, a redução de Fósforo volta a seguir o padrão apresentado pela BMP1, pois os efeitos de redução nas concentrações de fósforo são somados.

## CONCLUSÕES

A simulação de cargas difusas em bacias rurais é bastante complexa. Todos os modelos de simulação, de uma forma ou de outra, exigem dados detalhados e que certamente não estão disponíveis para a grande maioria das bacias brasileiras.

Além da coleta de dados propriamente dita, ainda existiu uma grande dificuldade na adaptação destes dados, coletados para fins diversos, para os índices, coeficientes e padrões usados no modelo.

No caso do AnnAGNPS, todos estes elementos se encontram mapeados, existindo inclusive no próprio modelo uma base de dados disponível, para simulações em Bacias Americanas. Ainda, embora o modelo possua uma interface para ser usada com arquivos de SIG, poucas bacias brasileiras possuem sua área mapeada desta forma.

A descontinuidade de programas de coleta de dados também é um problema. A falta de dados de vazão na bacia estudada, entre outros, prejudicou a calibragem do modelo e a confiabilidade dos resultados.

Embora os dados coletados permitam apenas uma análise qualitativa, os resultados do modelo mostram que um programa que introduza práticas simples de manejo pode melhorar consideravelmente a qualidade da água na bacia. Os danos causados por erosão dos solos, são evidenciados pela volume de sedimentos gerado.

Desta forma, há necessidade de um trabalho visando elevar a adoção de práticas conservacionistas, principalmente nas áreas de uso com restrições, onde o solo está sendo mais intensamente utilizado, bem como, buscar alternativas para as áreas em conflitos de uso.

Por último, deve-se aplaudir a iniciativa pioneira do governo do estado de Santa Catarina, através da EPAGRI, em implantar Projeto Microbacias /BIRD para que se possa reverter o atual quadro nas microbacias do estado.

## REFERÊNCIAS


**AGNPS 2001** (url). http://www.sedlab.olemiss.edu/agnps.html

**BRAGADIN, G.L., FRANCHINI, M., MORGAGNI, A., TODINI, E.** (1993). Agricultural non-point source nutrient loadings estimated by means of an extended version of AGNPS. The Bidente-Ronco case study - Part I. *Ingegneria Ambientale*, Vol.22, Nr.9, S. 455.

**EMBRAPA** (1993) *Recomendações Técnicas para o Cultivo de Milho* – Brasília, DF

**EPA** (url). http://www.epa.gov

**EPAGRI** (1997). *Inventário das Terras em Microbacia Hidrográficas. Microbacia Rio Ariranha*. EPAGRI Florianópolis.

**HUMENIK, F. J., SMOLEN, M.D., DRESSING, S.A.** (1987). Pollution from nonpoint sources. *Environ. Sci. Technol*., Vol. 21. No 8, 1987.

**KAO, J.J**. and **H.J. HONG**, (1994). *Parameter Sensitivity Anallysis Of Non-point Source Pollution Model for an off stream reservoir*. Report to R.O.C. National Science Council, NSC 83-0410-E009-382.

**LO,-K.-F.-A.; CHIANG,-S.-H.; TSAI,-B.-W**. (1994) *Soil erosion evaluation on hillslopes in Taiwan*.

**MITCHELL, J.K., ENGEL, B.A., SRINIVASAN,R., WANG, S.S.Y.** (1993) Validation of AGNPS for Small Watersheds Using an Integrated AGNPS/GIS System. *Water Resources Bulletin of the American Water Resources Association*, Vol.29, Nr.5, S. 833.

**YOON J. AND DISRUD L. A.** (1993) *Evaluation of Agricultural Nonpoint Source Pollution Control on Water Quality in Southwestern North Dakota with AGNPS Model*. Research Report, August 1993,Agricultural Engineering Department. North Dakota State University, Fargo, ND 58105, 122 p.

**YOUNG, R. A., ONSTAD, C.A., BOSCH, D.D. ANDERSON, W.P.**. (1989). AGNPS: A nonpoint-source pollution model for evaluating agricultural watersheds. *Journal of Soil and Water Conservation*. v44, n2. ISSN 0022-4561.