

## **Anais do I Seminário da Rede AgroHidro**

### **Água: Desafios para a Sustentabilidade da Agricultura**



ISSN 1517-2627

Março, 2014

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Solos  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

## **Documentos 167**

### **Anais do I Seminário da Rede AgroHidro Água: Desafios para a Sustentabilidade da Agricultura**

*Lineu Neiva Rodrigues  
Rachel Bardy Prado  
Azeneth Eufrausino Schuler  
Júlio César Pascale Palhares*  
Editores Técnicos

Embrapa Solos  
Rio de Janeiro, RJ  
2014

**Embrapa Solos**

Rua Jardim Botânico, 1024  
Rio de Janeiro, RJ  
CEP: 22460-000  
Tel: (21) 2179-4500  
Fax: (21) 2274-5291  
www.cnps.embrapa.br  
sac@cnps.embrapa.br

**Embrapa Cerrados**

BR 020 Km 18  
Planaltina, DF  
CEP 73310-970  
Caixa Postal: 08223  
Tel: (61) 3388-9898  
Fax: (61) 3388-9879

**Embrapa Pecuária Sudeste**

Rodovia Washington Luiz,  
km 234 - São Carlos-SP  
CEP 13560-970  
Tel: (16) 3411-5600  
Fax: (16) 3361-5754

**Comitê de Publicações da Embrapa Solos**

Presidente: *Daniel Vidal Pérez*

Secretário-Executivo: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

Membros: *Ademar Barros da Silva, Cláudia Regina Delaia, Maurício Rizzato Coelho, Elaine Cristina Cardoso Fidalgo, Joyce Maria Guimarães Monteiro, Ana Paula Dias Turetta, Fabiano de Carvalho Balleiro, Quitéria Sônia Cordeiro dos Santos*

Supervisão editorial: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

Revisão de texto: *André Luiz da Silva Lopes*

Editoração eletrônica: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

**1ª edição**

E-book (2014)

**Todos os direitos reservados**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Embrapa Solos**

---

Anais do I seminário da Rede AgroHidro : Água: desafios para a sustentabilidade da agricultura : CPRM, 15 a 19 de outubro de 2012 / Lineu Neiva Rodrigues ... [et al.]. — Dados eletrônicos. — Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2014.

83 p. - (Documentos / Embrapa Solos, ISSN 1517-2627 ; 167)

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: < <http://www.cnps.embrapa.br/publicacoes/> > .

Título da página da Web (acesso em 21 fev. 2014).

1. Recursos hídricos. 2. Sustentabilidade da agricultura. I. Rodrigues, Lineu Neiva. II. Prado, Rachel Bardy. III. Schuler, Azeneth Eufrausino. IV. Palhares, Júlio César Pascale. V. Série.

CDD (21.ed.) 333.91

---

© Embrapa 2014

## **Autores**

**Lineu Neiva Rodrigues**

*Pesquisador A Embrapa Cerrados*

*lineu.rodrigues@embrapa.br*

**Rachel Bardy Prado**

*Pesquisador A Embrapa Solos*

*rachel.bardy@embrapa.br*

**Azeneth Eufrausino Schuler**

*Pesquisador A Embrapa Solos*

*azeneth.schuler@embrapa.br*

**Julio César Pascale Palhares**

*Pesquisador A Embrapa Pecuária Sudeste*

*julio.palhares@embrapa.br*

## Agradecimentos

Aos conferencistas, debatedores, coordenadores e relatores de painéis e oficinas, bem como autores dos trabalhos apresentados, enfim, todos os que gentilmente aceitaram o convite de participar deste I Seminário “Água: Desafios para a Sustentabilidade da Agricultura”.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo apoio ao projeto “Rede AgroHidro: Agricultura e Recursos Hídricos nos Biomas Brasileiros”, processo No. 562642/2010-2, aprovado pelo Edital REPENSA do MCT/CNPq/MEC/CAPES/CT-AGRO/CT-HIDRO/FAPS/ EMBRAPA No. 22/2010, que ofereceu suporte à formação da rede e à realização de seu I Seminário.

Ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, em especial, à Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo, representada pelo Dr. Erikson Camargo Chandoha, pelo apoio à realização deste evento.

À Fundação Agrisus pelo apoio ao evento, bem como à equipe da FEALQ no auxílio à administração orçamentária do recurso concedido.

À diretoria de Recursos Hídricos do Serviço Geológico do Brasil (CPRM), representada pelo Dr. Thales de Queiroz Sampaio e Frederico Cláudio Peixinho, e a toda equipe.

Ao Diretor de Transferência de Tecnologia da Embrapa, Dr. Waldir Stumpf, pelo apoio ao evento.

Ao Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, na pessoa do Dr. Diógenes Campos, diretor do Museu de Ciências da Terra, e à sua equipe, pela cessão do espaço para realização do coquetel de abertura e apoio logístico à realização do evento.

Às Unidades Descentralizadas Embrapa Solos e Embrapa Cerrados, por meio de seus Chefes Gerais, Dra. Maria de Lourdes Mendonça e Dr. José Roberto Peres, e Chefias Adjuntas.

À Dra. Denise Werneck, Chefe Adjunta de Transferência de Tecnologia, pelo apoio na captação de recursos.

Às Chefias Adjuntas Administrativa e de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação da Embrapa Solos, representadas pela Sra. Maria Aparecida Guedes e Dr. Daniel Vidal Perez, e suas respectivas secretárias.

Às Chefias Adjuntas Administrativa e de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação da Embrapa Cerrados, representadas pelo Sr. Dercino Fernandes dos Santos e Dr. Cláudio Takao Karia, e suas respectivas secretárias.

Às equipes administrativas e seus respectivos supervisores da Embrapa Solos e Embrapa Cerrados, pelo apoio na administração e execução de recursos do evento, bem como pelo apoio logístico.

Aos membros da Rede AgroHidro, especialmente ao apoio do seu Comitê Gestor, que compôs a Comissão Técnico-Científica do Seminário, e aos demais participantes.

À Comissão Organizadora e aos profissionais e estagiários que contribuíram no apoio logístico ao evento.

Ao Comitê Local de Publicações, e especialmente à sua Secretária Executiva, Jacqueline Mattos, pela dedicação e profissionalismo na supervisão editorial das Memórias do evento.

## Mensagem dos Organizadores

O I Seminário “Água: Desafios para a Sustentabilidade da Agricultura” foi o primeiro evento promovido pela rede Agrohidro (Embrapa), com o apoio da Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais (CPRM), do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, da Fundação Agrisus – Agricultura Sustentável e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Foi realizado entre os dias 15 e 19 de outubro de 2012, nas dependências da CPRM, localizada à Av. Pasteur 404, Urca - Rio de Janeiro.

O tema central do evento foi selecionado devido à sua importância no contexto atual da sustentabilidade na agricultura frente às mudanças climáticas e de uso da terra nos biomas brasileiros. Com o propósito de fortalecer a atuação da rede junto a outras instituições e à sociedade, promoveu discussões acerca dos desafios e oportunidades de pesquisas voltadas ao uso e manejo adequado da água na agricultura.

Foram abordados aspectos metodológicos, estruturais e técnicos, bem como as dimensões social, ambiental e econômica do tema, por meio de conferências, mesas redondas, apresentações, painéis e grupos de trabalho, de forma a estimular propostas de colaboração técnico-científica envolvendo pesquisadores, professores e outros representantes de instituições

governamentais e não-governamentais. Espera-se que o conteúdo apresentado nestes anais possam auxiliar não somente na divulgação da Rede Agrohidro, mas também na identificação de linhas de pesquisa estratégicas para o tema, bem como fornecer subsídios a políticas públicas que contribuam para uma gestão eficiente e sustentável da água na agricultura, do ponto de vista de sua disponibilidade e qualidade, e ao mesmo tempo procure atender às metas de Segurança Alimentar, um dos grandes desafios do Milênio para o mundo.

Considerando os desafios associados às crises de suprimento de alimentos e de água no mundo, foi estabelecida a Rede Agrohidro por iniciativa de um grupo de pesquisadores da Embrapa. O objetivo principal da rede é promover a integração, a troca e o avanço de conhecimentos entre profissionais e instituições nacionais e estrangeiras que estudam as interações entre os recursos hídricos e as cadeias produtivas agropecuárias e florestais, em busca de soluções baseadas em conhecimentos e tecnologias, voltadas à sustentabilidade e à melhoria da qualidade de vida dos produtores rurais e da população em geral.

O I Seminário da Rede AgroHidro apresenta-se também como uma oportunidade de estarmos reunidos com especialistas da área de recursos hídricos, mudanças climáticas e de uso da terra. Esperamos que o evento lhe traga oportunidades de intercâmbios com diferentes grupos que atuam na Rede e que os resumos apresentados nestes anais possam ser vistos como uma pequena contribuição dentro da difícil tarefa de enfrentar os desafios da sustentabilidade da agricultura frente aos múltiplos uso da água.

## **Comissão Organizadora**

<b>Lineu Neiva Rodrigues</b>	Embrapa Cerrados
<b>Azeneth Eufrausino Schuler</b>	Embrapa Solos
<b>Rachel Bardy Prado</b>	Embrapa Solos
<b>Julio César Pascale Palhares</b>	Embrapa Pecuária Sudeste
<b>Ana Paula Dias Turetta</b>	Embrapa Solos
<b>Eliane Clemente</b>	Embrapa Solos
<b>Achiles Monteiro</b>	CPRM
<b>Dayane Cândido</b>	CPRM
<b>Aurélio Martins Favarin</b>	Embrapa Solos

## Programação do Seminário

DIA 15/10, SEGUNDA-FEIRA	
19:00 - 20:30	<b>ABERTURA</b>  PALESTRA MAGNA Água: Desafios para a Sustentabilidade da Agricultura <b>RIEN (M.TH.) VAN GENUCHTEN</b> COPPE/ UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
20:30 - 22:00	COQUETEL

DIA 16/10, TERÇA-FEIRA	
8:30 - 09:10	<b>PAINEL 1: MUDANÇAS CLIMÁTICAS E SUAS IMPLICAÇÕES NOS RECURSOS HÍDRICOS E SUSTENTABILIDADE DA AGRICULTURA</b> COORDENADOR: ANTONIO OCIMAR MANZI - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA CONFERENCISTA FRANCISCO DE ASSIS DE SOUZA FILHO - UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
09:10 - 09:40	<b>DEBATEDOR</b> GIAMPAOLO QUEIROZ PELLEGRINO - EMBRAPA INFORMÁTICA AGROPECUÁRIA
09:40 - 10:00	<b>DEBATE</b>
10:00 - 10:20	<b>COFFEE BREAK</b>
10:20 - 11:00	<b>PAINEL 2: DINÂMICA DO USO DA TERRA E SUAS IMPLICAÇÕES NOS RECURSOS HÍDRICOS E NA SUSTENTABILIDADE DA AGRICULTURA.</b> COORDENADOR: SELMA DE CASTRO - UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS (UFG) CONFERENCISTA LUCIANA LONDE - CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS
11:00 - 11:30	<b>DEBATEDOR</b> HUMBERTO RIBEIRO DA ROCHA - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
11:30 - 12:00	<b>DEBATE</b>
12:00 - 13:30	<b>ALMOÇO</b>
13:45 - 16:15	<b>OFICINAS TEMÁTICAS</b> 1. DESAFIOS PARA A SUSTENTABILIDADE DA AGRICULTURA; 2. OPORTUNIDADES PARA A AGRICULTURA BRASILEIRA EM FUNÇÃO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS; 3. ESTRATÉGIAS DE MITIGAÇÃO E ADAPTAÇÃO NA AGRICULTURA RELATIVA - MUDANÇAS CLIMÁTICAS.
16:15 - 17:30	<b>SESSÃO DE POSTERS E COFFEE-BREAK</b>
17:30 - 18:00	<b>PLENÁRIA: SÍNTESE DAS OFICINAS PELOS RELATORES</b>

DIA 17/10, QUARTA-FEIRA	
08:30 - 11:50	REDES DE MONITORAMENTO HIDROLÓGICO E ESTUDOS EM BACIAS EXPERIMENTAIS
08:30 - 09:10	SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM) OPERAÇÃO DA REDE HIDROMETEOROLÓGICA NACIONAL REDE INTERINSTITUCIONAL DE MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS HIDROLÓGICO NO BRASIL
09:10 - 10:10	REDES DE MONITORAMENTO HIDROLÓGICO EM BACIAS EXPERIMENTAIS
09:10 - 09:30	CELSON DE OLIVEIRA LOUREIRO - UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
09:30 - 09:50	ABELARDO ANTONIO DE ASSUNÇÃO MONTENEGRO - UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
09:50 - 10:10	CAROLINA RODRIGUES - INSTITUTO DE PESQUISA E ESTUDOS FLORESTAIS (IPEF)
10:10 - 10:25	COFFEE BREAK
10:25 - 10:55	HUMBERTO RIBEIRO DA ROCHA - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
10:55 - 11:15	CARLOS DE OLIVEIRA GALVÃO - UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
11:15 - 11:50	DEBATE
11:50 - 13:30	ALMOÇO
13:30 - 14:30	ESTRUTURAÇÃO DE REDES DE PESQUISA
13:30 - 14:00	REDE CLIMA LUZ ADRIANA CUARTAS PINEDA - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS
14:00 - 14:30	REDE AGROHIDRO E A FORMAÇÃO DE REDES DE APRENDIZADO TÉRCIA ZAVAGLIA TORRES - EMBRAPA INFORMÁTICA AGROPECUÁRIA
14:30 - 16:15	OFICINAS REDE AGROHIDRO E OUTRAS REDES DE PESQUISA NO BRASIL: POSSIBILIDADES DE PARCERIAS E COMPARTILHAMENTO DE DADOS E INFORMAÇÕES
16:15 - 17:10	SESSÃO DE POSTERS E COFFEE BREAK
17:10 - 17:30	PLENÁRIA: SÍNTESE DAS OFICINAS PELOS RELATORES
17:30 - 18:00	SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTÃO DE DADOS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS: RBIS (RIVER BASIN INFORMATION SYSTEM) SVEN KRALISCH - UNIVERSIDADE DE JENA, ALEMANHA

DIA 18/10, QUINTA-FEIRA	
08:30 - 12:00	PROJETO EM REDE DO MACROPROGRAMA 1/ EMBRAPA: "IMPACTOS DA AGRICULTURA E DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NOS RECURSOS HÍDRICOS: DIAGNOSE E PROPOSTAS DE ADAPTAÇÃO E MITIGAÇÃO EM BACIAS HIDROGRÁFICAS NOS DIFERENTES BIOMAS BRASILEIROS" - AGROHIDRO
08:30 - 09:00	APRESENTAÇÃO GERAL DO PROJETO EM REDE AGROHIDRO: OBJETIVOS E METAS. ESTRUTURA E COMPONENTES. LINEU RODRIGUES - EMBRAPA CERRADOS
09:00 - 09:20	ANÁLISE DE TENDÊNCIAS DOS PRINCIPAIS FATORES DETERMINANTES DOS PROCESSOS HIDROLÓGICOS GIAMPAOLO PELLEGRINO - EMBRAPA INFORMÁTICA AGROPECUÁRIA
09:20 - 09:40	MONITORAMENTO E CARACTERIZAÇÃO QUALI-QUANTITATIVA DOS RECURSOS HÍDRICOS E SUA RELAÇÃO COM O USO DA TERRA EM BACIAS EXPERIMENTAIS NOS DIFERENTES BIOMAS BRASILEIROS RICARDO DE OLIVEIRA FIGUEIREDO - EMBRAPA MEIO AMBIENTE
09:40 - 10:00	MODELOS MATEMÁTICOS APLICADOS AO ESTUDO DOS IMPACTOS DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO SOBRE OS RECURSOS

09:40 - 10:00	MODELOS MATEMÁTICOS APLICADOS AO ESTUDO DOS IMPACTOS DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO SOBRE OS RECURSOS AZENETH EUFRAUSINO SCHULER - EMBRAPA SOLOS
10:00 - 10:20	COFFEE BREAK
10:20 - 10:40	AVALIAÇÃO E ADAPTAÇÃO DE TECNOLOGIAS PARA O USO SUSTENTÁVEL DA ÁGUA NA AGRICULTURA LUIS HENRIQUE BASSOI - EMBRAPA SEMIÁRIDO
10:40 - 11:00	ANÁLISE INTEGRADA E ESTUDO DE CENÁRIOS FUTUROS DOS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DO USO DA TERRA SOBRE NA DISPONIBILIDADE E DEMANDA HÍDRICA RUBENS SONSOL - EMBRAPA AGROINDÚSTRIA TROPICAL
11:00 - 11:20	CRÍTICA - COMPILAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE INFORMAÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS E INDUÇÃO AO CONHECIMENTO DE FORMA ÁGIL NA REDE AGROHIDRO MARIA FERNANDA MOURA - EMBRAPA INFORMÁTICA AGROPECUÁRIA
11:20 - 11:40	A REDE AGROHIDRO NA <i>AGROPEDIA BRASILIS</i> IVO PIEROZZI JUNIOR - EMBRAPA INFORMÁTICA AGROPECUÁRIA
11:40 - 12:00	DISCUSSÃO
12:00 - 13:45	ALMOÇO
13:45 - 14:15	BANCO DE DADOS DO PROJETO MP1- AGROHIDRO E O PLATAFORMA DE DADOS DE RECURSOS NATURAIS DA EMBRAPA CARLA GEOVANA DO NASCIMENTO MACARIO - EMBRAPA INFORMÁTICA AGROPECUÁRIA
14:15 - 14:40	ASPECTOS GERENCIAIS DO PROJETO EM REDE LINEU NEIVA RODRIGUES
14:40 - 16:15	OFICINAS REDE AGROHIDRO E COMPONENTES DO PROJETO "IMPACTOS DA AGRICULTURA E DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NOS RECURSOS HÍDRICOS: <i>DIAGNOSE E PROPOSTAS DE ADAPTAÇÃO E MITIGAÇÃO EM BACIAS HIDROGRÁFICAS NOS DIFERENTES BIOMAS BRASILEIROS</i> " 1. ANÁLISE DE TENDÊNCIAS E MONITORAMENTO DE BACIAS (PC2 E PC3) 2. MODELOS MATEMÁTICOS E CENÁRIOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS PARA OS RECURSOS HÍDRICOS NA AGRICULTURA (PC4 E PC6) 3. AVALIAÇÃO DE TECNOLOGIAS PARA USO SUSTENTÁVEL DA ÁGUA E FERRAMENTAS DE DIFUSÃO (PC5 E PC7)
16:15 - 17:00	SESSÃO DE POSTER E COFFEE-BREAK
17:00 - 18:00	PLENÁRIA E FECHAMENTO

DIA 19/10, SEXTA-FEIRA	
08:30 - 09:30	"INTEGRATED LAND AND WATER MODELLING USING THE JAMS PLATFORM (JENA ADAPTABLE MODELING SYSTEM)" SVEN KRALISH - UNIVERSIDADE DE JENA, ALEMANHA.
09:30 - 10:15	OFICINAS DE PUBLICAÇÕES DO PROJETO COORDENAÇÃO: RELATORES E COMISSÃO EDITORIAL
10:15 - 10:30	COFFEE-BREAK
10:30 - 12:00	OFICINA ABERTA: DEMONSTRAÇÃO DE "INTEGRATED LAND MANAGEMENT SYSTEM" (ILMS) PROF. SVEN KRALISCH - LAB. DE GEOINFORMÁTICA, HIDROLOGIA E MODELAGEM, UNIV. DE JENA
10:30 - 12:00	REUNIÃO GERENCIAL DO PROJETO PARTICIPANTES: COMITÊ GESTOR E RESPONSÁVEIS POR PLANOS DE AÇÃO

## Sumário

**ANÁLISE DE TENDÊNCIAS DOS PRINCIPAIS FATORES DETERMINANTES DOS PROCESSOS HIDROLÓGICOS NA REDE AGROHIDRO, 16**

*Giampaolo Queiroz Pellegrino; Lineu Neiva Rodrigues; Aryeverton Fortes de Oliveira; João dos Santos Vila da Silva; Alexandre Camargo Coutinho.*

**APLICAÇÃO DE GEOTECNOLOGIAS NA OBTENÇÃO DE PARÂMETROS PARA MODELAGEM HIDROLÓGICA NA BACIA DO RIO JAPARATUBA, 20**

*Marcus Aurélio de Souza Cruz; Júlio Roberto de Araújo Amorim; Ricardo de Aragão; Acácia Maria Barros Souza; Rafael Rodrigues de Souza Silva; Roberto Alves Souza.*

**AVALIAÇÃO DE INDICADORES ASSOCIADOS À CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS EM DISTINTOS SISTEMAS DE USO DA TERRA PARA VALORAÇÃO DE SERVIÇOS AMBIENTAIS, 22**

*Lucília Maria Parron; Nerilde Favaretto; Vanderley Porfírio da Silva; Lineu Neiva Rodrigues; Elenice Fritzsos.*

**AVALIAÇÃO HÍDRICA DE UM LATOSSOLO VERMELHO SUBMETIDO A SISTEMAS DE MANEJO, 25**

*Fabiana de Souza Pereira; Itamar Andrioli; Alba Leonor da Silva Martins.*

**AVALIAÇÃO HIDROLÓGICA E DA CONSERVAÇÃO DO SOLO SOB DIFERENTES USOS E COBERTURAS DO SOLO, 28**

*Cornélio Alberto Zolin; Fernando Alexandre Rieger; Adilson Pacheco Souza; Frederico Terra Almeida; Aírton Cazarin Junior; Janaína Paulino.*

**COMPORTAMENTO AMBIENTAL DE AGROTÓXICOS E SEUS IMPACTOS AOS RECURSOS HÍDRICOS, 31**

*Rômulo Penna Scorza Júnior.*

**CRÍTICA: COMPILAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE INFORMAÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS E INDUÇÃO AO CONHECIMENTO DE FORMA ÁGIL NA REDE AGROHIDRO, 34**

*Maria Fernanda Moura; Glauber José Vaz; Celina Maki Takemura; Sílvio Roberto Medeiros Evangelista; Leandro Henrique Mendonça Oliveira; Ivo Pierozzi Júnior.*

**DETERMINAÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DO ALGORITMO SAFER EM IMAGENS MODIS, 37**

*Antonio Heriberto de Castro Teixeira; Morris Scherer-Warren; Fernando Braz Tangerino Hernandez; Hélio Leandro Lopes.*

**IDENTIFICAÇÃO DE AMBIENTES HOMOGÊNEOS POR MEIO DE SIMULAÇÕES CLIMÁTICAS REGIONAIS, 40**

*Alexandre Bryan Heinemann; Diego Simões Fernandes.*

**INDICADORES PARA A AVALIAÇÃO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA ATIVIDADE CANAVIEIRA IRRIGADA, 43**

*Rodrigo Peçanha Demonte Ferraz; Margareth Penello Simões e Vincent Dubreuil.*

**ÍNDICE DE QUALIDADE DE BACIA - FERRAMENTA DE GESTÃO DE RECURSOS NATURAIS EM NÍVEL DE BACIA HIDROGRÁFICA, 47**

*Débora Fernandes Calheiros; Kennedy F. Roche; Sílvia M.F.S. Massruhá; Felipe A. Dias; Gustavo Ferreira Souza; M.C. Montanholi; D.S. Barbosa; L.M. Ferreira; E.F.G.C. Dores; E.C. Silva; C.F. Souza; Walter Collischonn; Adriano R. Paz; A. Risso; B.M.A. Soriano.*

**INSTRUMENTAÇÃO E MONITORAMENTO DE UMA BACIA HIDROGRÁFICA EXPERIMENTAL DA REDE AGROHIDRO, 49**

*Lineu Neiva Rodrigues*

**MANEJO DE SOLO, ÁGUA, PLANTA E RESÍDUO PARA O CONTROLE DA EROSIÃO E RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 52**

*Aluísio Granato de Andrade; Hugo Portocarrero; Tiago de A. Chaves; Jorge A. de S. Lima; Deborah Guerra Barroso; Tácio M. P. de Campos.*

**MANEJO HÍDRICO DAS PRODUÇÕES ANIMAIS, 55**

*Júlio César Pascale Palhares.*

**MODELO DE CORRELAÇÃO E SISTEMA DE MONITORAMENTO E ALERTA DE INUNDAÇÕES E SECAS NO PANTANAL, 59**

*Carlos Roberto Padovani, Carlos Alberto Vettorazzi, Carlos Tadeu dos Santos Dias, Yosio Edemir Shimabukuro.*

**MUDANÇAS CLIMÁTICAS E ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO DO MELOEIRO, 65**

*Rubens Sonsol Gondim; Sílvio Roberto Medeiros Evangelista; Aline de Holanda Nunes Maia; Aryberg de Souza Duarte.*

**PEQUENAS BACIAS AGRÍCOLAS NA AMAZÔNIA ORIENTAL, 67**

*Ricardo de Oliveira Figueiredo.*

**PESQUISA SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS EM MICROBACIAS RURAIS DO BIOMA MATA ATLÂNTICA – RIO DE JANEIRO, 70**

*Rachel Bardy Prado; Azeneth Eufrausino Schuler; Alexandre Ortega Gonçalves.*

**REDE DE MONITORAMENTO DA CONTAMINAÇÃO SUPERFICIAL, PERDA DE SOLO E ÁGUA SUBSIDIANDO A AVALIAÇÃO DO RISCO EM RECURSOS HÍDRICOS NAS MICROBACIAS BRASILEIRAS, 76**

*Luciano Gebler; Leandro Bochi da Silva Volk; Leandro Bortolon.*

**REDE DE PESQUISA EM RECURSOS HÍDRICOS E AGRICULTURA NA AMAZÔNIA ORIENTAL, 79**

*Pedro Gerhard; Ricardo de Oliveira Figueiredo; Juliana Felizzola; Francisco de Assis Oliveira; Vânia Neu; Orlando dos Santos Watrin.*

## **ANÁLISE DE TENDÊNCIAS DOS PRINCIPAIS FATORES DETERMINANTES DOS PROCESSOS HIDROLÓGICOS NA REDE AGROHIDRO**

Pellegrino\*,G.Q.<sup>1</sup>; Rodrigues, L.N.<sup>2</sup>; Oliveira, A.F.<sup>1</sup>; Santos, J.V.<sup>1</sup>; Coutinho, A.C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Informática Agropecuária, <sup>2</sup>Embrapa Cerrados

**RESUMO** - Este projeto propõe analisar a evolução histórica, identificar tendências em séries temporais e caracterizar o estado presente de fatores correlacionados aos processos hidrológicos em grandes bacias hidrográficas nacionais, em bacias representativas de ecorregiões e nas bacias a serem monitoradas e/ou modeladas pelo projeto, distribuídas nos diferentes biomas brasileiros. Sendo assim, a análise de tendências é o tema central deste Projeto Componente e permitirá correlacionar fatores e entender, com foco no setor agrícola, como tem sido a evolução na oferta e demanda de água ao longo dos anos e como o uso da terra e variáveis sócio-econômicas influenciam na disponibilidade e na qualidade da água. A análise de tendências permite entender o passado, caracterizar o cenário atual e como chegamos a ele e, finalmente, projetar cenários futuros plausíveis, além de determinar com que velocidade as alterações ocorrem. Os resultados esperados deste projeto, somados às projeções de cenários de mudanças climáticas globais ou regionais, terão forte impacto na análise da vulnerabilidade dos sistemas hidrológicos brasileiros e nas propostas de mitigação e adaptação às novas situações, certamente embasadas em tecnologias que promovam o uso eficiente da água, em termos de quantidade e qualidade, buscando garantir, de maneira sustentável, as demandas da sociedade e do setor agrícola brasileiro.

Palavras-chave: Análise de séries temporais, demanda agrícola de água, mudança do uso da terra, tendências sócio-econômico, recursos hídricos

### **TREND ANALYSIS AND CHARACTERIZATION OF MAJOR DETERMINANTS HYDROLOGICAL PROCESSES ON AGROHIDRO NETWORK**

**ABSTRACT** - This project intends to analyse the historical evolution, identify trends on time series and characterize the current status of factors related to the hydrological process on different scales of basins that will be modeled or monitored by the project on different Brazilian biomes. Therefore, trend analysis is the focal theme of this component project and will permit us to correlate factors and understand how has been the agricultural evolution on water supply and demand along the years and how the land use and socio-economy influence water availability and quality. Trend analysis also permits us to understand the past, characterize the present and why and how fast we achieved it and, finally, project plausible future scenarios. Combined with the analysis of the global and regional climate scenarios projection, this project results will have impact on knowing the Brazilian water system vulnerability and on proposing adaptation and mitigation actions, that will be, for sure, based on technologies that promote water user efficiency on agricultural Brazilian sector.

Keywords: time series analysis, agriculture water demand, land use change, socio-economic trends, water resources

## INTRODUÇÃO

O Brasil é um país privilegiado quando se considera a disponibilidade de recursos hídricos para aplicação em diversos setores da atividade humana, sendo o setor agrícola, num conceito amplo que envolve agricultura, silvicultura e pecuária, o maior demandante brasileiro de água para o desenvolvimento de suas atividades. O entendimento dessa situação atual do setor agrícola e de sua influência sobre a disponibilidade de recursos hídricos de uma determinada bacia hidrográfica é crucial para a definição de políticas públicas que busquem o uso eficiente da água, que inclui a manutenção de sua quantidade e qualidade. Para alcançar tal entendimento, é imprescindível a análise e compreensão do comportamento histórico e da dinâmica dos fatores determinantes do processo hidrológico, isto é, como variam ao longo do tempo: a disponibilização de água através da chuva; o uso do solo e sua influência sobre a infiltração, escoamento superficial ou evapotranspiração; o uso que a sociedade e, especificamente, o setor agrícola fazem da água que chega ao lençol freático e aos rios; que impactos provocam sobre sua quantidade e qualidade; e que benefícios obtêm desse uso. Nesse contexto, a análise de séries históricas de dados meteorológicos, de quantidade e qualidade da água, de uso da terra e sócio-econômicos se torna uma ferramenta imprescindível, não só para o entendimento da evolução e da caracterização atual das bacias hidrográficas e seus recursos hídricos, mas também para a busca de alternativas para o seu uso mais eficiente e para a concepção de cenários futuros que considerem as projeções de mudanças climáticas globais, e auxiliem na proposição de ações de mitigação de impactos e de adaptação às novas condições climáticas reduzindo a vulnerabilidade do país nesse aspecto. Este é o objetivo deste projeto componente, que pretende gerar conhecimento que dê suporte aos demais projetos componentes do projeto em rede denominado de AgroHidro.

Diante do exposto, este projeto propõe analisar a evolução histórica, identificar tendências em séries temporais e caracterizar o estado presente de fatores correlacionados aos processos hidrológicos em grandes bacias hidrográficas nacionais, em bacias representativas de ecorregiões e nas bacias a serem monitoradas e/ou modeladas pelo projeto, distribuídas nos diferentes biomas brasileiros.

## MATERIAL E MÉTODOS

Serão analisados ao longo de todo o projeto para as diversas escalas de bacias estudadas e para o maior período de tempo disponível, os seguintes dados:

- meteorológicos, como temperatura, precipitação, evapotranspiração;
- hidrológicos, envolvendo quantidade e qualidade da água, como vazão, demanda de água para diversos usos, demanda bioquímica de nitrogênio, sólidos totais;
- uso da terra, como área plantada por cultura, áreas naturais;
- sócio-econômicos, como população, renda, escolaridade.

Na análise de tendências temporais, após o levantamento de dados disponíveis nas diversas fontes e tipos que serão usados nos demais projetos componentes da rede AgroHidro, os que possuírem séries históricas suficientes serão analisados para checar a existência de padrões temporais ou tendências. Métodos adequados a cada tipo de dado, distribuição de probabilidade resposta esperada serão selecionados. Porém, de maneira geral, todos os dados históricos passarão por uma análise exploratória inicial que constará da simples análise gráfica das séries, busca de dados espúrios, outliers, ou que contenham inconsistências. Após a remoção desses dados, serão realizadas nas séries análises de regressão linear simples, para a detecção de tendências gerais. Além da análise de regressão, os testes não-paramétricos de Mann-Kendall e de Pettit, por não exigirem distribuição de probabilidade previamente conhecidas, serão aplicados de maneira geral sobre todas as séries para análise da significância estatística das tendências e para a detecção de rupturas nas séries, respectivamente. Também se buscará aplicar métodos paramétricos, quando adequados à série de dados e teste de sazonalidade, através da análise de Fourier e outras. Considerando-se as diversas variáveis utilizadas, pretende-se lançar mão também de análises exploratórias usando rede neural e outras técnicas de mineração de dados.

Na análise de dinâmica do uso da terra, após a recuperação e organização dos dados, será realizado o mapeamento da cobertura vegetal e uso atual da terra das bacias monitoradas e/ou modeladas pelo projeto. Nesta atividade serão

mapeadas em duas épocas (de acordo com a disponibilidade de imagens) as microbacias nos diferentes biomas brasileiros. A validação da cobertura vegetal e uso atual da terra nas bacias deverá ser efetuada em conjunto com membros da equipe do projeto que executam as atividades de monitoramento e/ou de modelagem.

Estão previstas duas verificações a campo em todas as bacias mapeadas, onde serão tomadas informações sobre a tipologia vegetal natural e o uso dominante. O nível de detalhe da escala deverá ser, no mínimo, compatível com os usos e coberturas dos solos parametrizadas pelos modelos hidrológicos a serem utilizados. Preferencialmente será utilizado o Sistema de classificação do IBGE (Manual de uso e Manual de vegetação).

De posse dos mapeamentos em pelo menos dois momentos no tempo, será realizada a análise sobre a evolução temporal da cobertura vegetal e uso da terra e procurar-se-á verificar onde ocorreram as principais conversões de vegetação nativa em usos agropecuários e também, as mudanças de pastagem plantada (pecuária) para áreas agrícolas e vice-versa.

A partir da análise dos levantamentos primários via satélite de cobertura vegetal e uso atual das terras, serão obtidas medidas de produção agropecuária, além do uso de outras fontes de informação de interesse da sócio-economia, disponíveis para o projeto, como: preços, quantidade produzida, valor da produção, área plantada e colhida, além do uso de outros insumos de produção, como mecanização, emprego de mão-de-obra e uso de recursos hídricos. Os dados secundários de preços, quantidades produzidas, áreas plantadas, uso de insumos, agentes e características das cadeias produtivas, variáveis e indicadores populacionais e de desenvolvimento humano serão obtidos em instituições de pesquisa, institutos, secretarias estaduais de planejamento (IBGE, Pnud/Ipea, CONAB, IEA, SEPLANs estaduais e outras fontes) e serão organizados em tabelas, gráficos e mapas georreferenciados, considerando o nível municipal como menor elemento de análise.

As estimações serão realizadas em escala municipal, por mínimos quadrados ordinários entre os aspectos populacionais e as medidas de intensificação da agicultura. Preços relativos de produtos e insumos agropecuários serão relacionados com medidas de intensificação para cada localidade. A análise de outros fatores, como o crédito agrícola e a disponibilidade de terras e a intensificação aproveitar-se-á de informações secundárias (Pesquisa Agrícola Municipal, Banco Central e IBAMA) para estruturação de séries históricas e relacionamento dos dados em modelos de regressão.

A hipótese de inexistência de interdependência pode ser irrealista para a investigação de relações entre a densidade populacional e a intensificação no uso das terras, conduzindo a uma abordagem via modelo SUR (Seemingly Unrelated Regression), como explicam Pindyck et al. (1991), para detecção de fatores não observáveis que possam afetar todos ou alguns dos indivíduos ao mesmo tempo.

Será realizada análise dos dados básicos para promover a adequação e integração das informações e a execução de análises mais complexas e holísticas, visando organizar os dados e integrar os processos estudados separadamente, identificando e entendendo as interrelações existentes entre eles, buscando a definição integrada de tendências históricas recentes relacionadas ao uso e cobertura das terras, a variáveis socioeconômicas e, finalmente, as relações destas com variáveis qualitativas e quantitativas referentes aos recursos hídricos. Essa análise integrada colaborará, ainda, para a elaboração de modelos e para estudos de cenários futuros.

## **RESULTADOS ESPERADOS**

Como resultado deste projeto, espera-se obter uma quantificação dos impactos econômicos de prováveis alterações estimadas em função das tendências históricas observadas e dos cenários de mudanças climáticas adaptados regionalmente no Brasil, colaborando para a definição antecipada e estratégica de políticas públicas que permitam explorar os aspectos positivos e sustentáveis de vários pontos de vista (social, econômico, ambiental e institucional) e reduzir seus impactos negativos por meio da adaptação às novas condições impostas. O fato de disponibilizar tendências e cenários climáticos de recursos hídricos e agrícolas regionalizados por si só já é um resultado que pode ter forte impacto na adequação regional das políticas propostas. Esse impacto se apóia também na diversidade de condições analisadas, que buscam fornecer opções específicas para as diversas regiões brasileiras.

## **CONCLUSÃO**

Dessa forma, Com a contribuição deste Projeto Componente, como resultados da Rede AgroHidro e de outras propostas e ações que se enquadrem ao portfólio institucional sobre mudanças climáticas, prevê-se a melhoria da prontidão do país para responder às alterações climáticas em seus diferentes cenários, reduzindo a vulnerabilidade do setor agrícola.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

PINDYCK, R. S.; DANIEL, L. R.Hill, M. Econometric models & econometric forecasts. 4. ed. Singapore, 1991.

PETTITT, A. N. A non-parametric approach to the change-point problem. Applied Statistics, 28(2):126-135, 1979.

## **APLICAÇÃO DE GEOTECNOLOGIAS NA OBTENÇÃO DE PARÂMETROS PARA MODELAGEM HIDROLÓGICA NA BACIA DO RIO JAPARATUBA**

Cruz, M.A.S.<sup>1</sup>, Amorim, J.R.A.<sup>1</sup>, Aragão, R.<sup>2</sup>, Souza, A.M.B.<sup>1</sup>, Silva, R.R.S.<sup>1</sup>, Souza, R.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Tabuleiros Costeiros, <sup>2</sup>Universidade Federal de Sergipe

**RESUMO** - A bacia do Rio Japaratuba, no Estado de Sergipe apresenta em seu espaço uma intensa exploração de seus recursos naturais. Este estudo buscou realizar a caracterização da bacia do Rio Japaratuba gerando elementos para a aplicação de modelagem matemática dos processos hídricos com enfoque na distribuição espacial.

Palavras-chave: sensoriamento remoto, modelo digital de elevação, SWAT.

### **APPLICATION OF GEOTECHNOLOGY IN OBTAINING PARAMETERS FOR HYDROLOGICAL MODELING IN JAPARATUBA RIVER BASIN**

**ABSTRACT** - The Japaratuba River basin in the State of Sergipe has an intense exploitation of its natural resources. This study aimed to characterize this basin generating elements for the application of mathematical modeling to simulate hydrological processes supported by spatial analyses.

Keywords: remote sensing, digital elevation model, SWAT.

## **INTRODUÇÃO**

As ações antrópicas concentradas nos meios urbano e rural da bacia do rio Japaratuba em Sergipe têm provocado crescentes danos ambientais, refletidos na poluição hídrica, erosão das margens e assoreamento de corpos hídricos. Os processos de degradação são resultado de avanços históricos nas atividades agropecuárias e de extração mineral. Este estudo apresenta a aplicação de ferramentas de SIG para obtenção e organização da informação espacial, visando gerar parâmetros para modelagem quali-quantitativa na bacia. A área de estudo compreende a bacia do Rio Japaratuba com uma área de 1.734 Km<sup>2</sup> equivalentes a 7,7% do território sergipano, onde vivem cerca de 119.000 pessoas (IBGE, 2010). A caracterização da bacia utilizou dados geoespaciais, como: MDEs (SRTM, TOPODATA e GDEM/ASTER); imagens de satélite (LANDSAT TM, CBERS CCD e SPOT); dados hidroclimatológicos (ANA, CPTEC, SEMARH/SE, Embrapa); levantamentos com GPS de pontos de degradação e potenciais fontes de poluição pontuais e/ou difusas; além de informações socioeconômicas (IBGE, PNUD, prefeituras). Todas as informações estão

organizadas na forma de uma base de dados georreferenciada em arquivos Shapefile (ArGIS e ArcSWAT). Assim, os dados de precipitação foram espacializados por meio de técnicas de geostatística, produzindo mapas mensais, anuais e de risco para toda a bacia. Os MDEs permitiram a delimitação das áreas contribuintes aos 5 postos fluviométricos existentes na bacia. Foram testados os três MDEs disponíveis e comparados com a delimitação manual (Figura 1A). As imagens de satélite permitiram a obtenção de classes de uso do solo segundo sua influência na qualidade hídrica (Figura 1B). A partir das informações levantadas de diversas fontes (Figura 1C), observou-se que há predominância das atividades de irrigação de culturas agrícolas (cana-de-açúcar) e atividades industriais, (fertilizantes e petróleo).

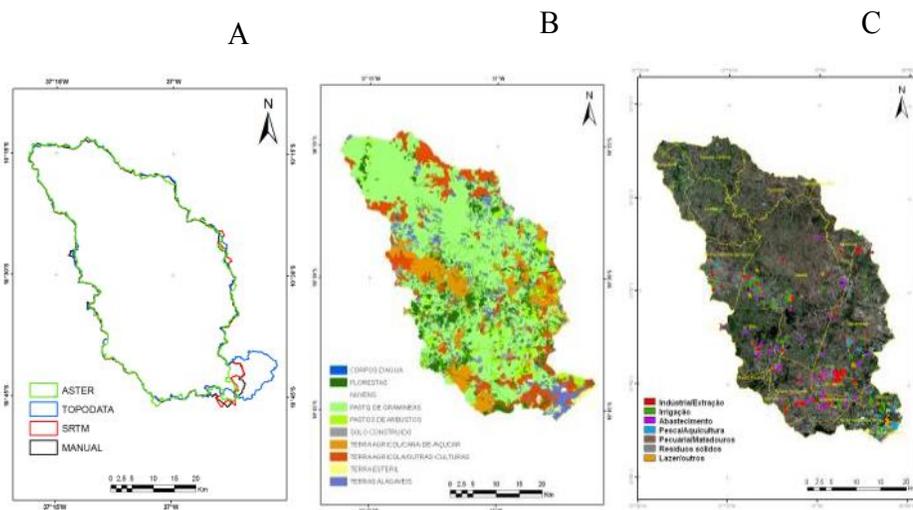


Figura 1. Exemplos de mapas constituintes da base de dados da bacia do Rio Japarutuba: A - Delimitação automática e manual da bacia do Rio Japarutuba; B - Classificação atual do uso do solo; C - Atividades econômicas na bacia.

## REFERÊNCIAS

- ANA. Sistema de informações Hidrológicas. Disponível em <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em: 29 jun. 2010.
- INPE. Catálogo de Imagens. Disponível em <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em: 08 out. 2010.
- IBGE. Censo Populacional 2010. Disponível em <[www.censo2010.ibge.gov.br](http://www.censo2010.ibge.gov.br/)>. Acesso em: 20 jul. 2012.

## **AValiação de Indicadores Associados à Conservação dos Recursos Hídricos em Distintos Sistemas de Uso da Terra para Valoração de Serviços Ambientais**

Lucilia Maria Parron<sup>1</sup>, Nerilde Favaretto<sup>2</sup>, Vanderley Porfírio da Silva<sup>1</sup>,  
Lineu Neiva Rodrigues<sup>3</sup>, Elenice Fritzsos<sup>1</sup>, João Bosco Vasconcellos Gomes<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Embrapa Florestas, <sup>2</sup>UFPR, <sup>3</sup>Embrapa Cerrados.

### **ASSESSMENT OF INDICATORS ASSOCIATED WITH WATER RESOURCES CONSERVATION IN DIFFERENT LAND USES SYSTEMS FOR VALUATION OF ENVIRONMENTAL SERVICES**

**ABSTRACT** - There is an association between the type and intensity of land use and the quantity and quality of environmental services generated but there are knowledge gaps of the quantification of environmental indicators. The objective is to evaluate and compare environmental indicators associated to water resources between different land uses systems from natural field and forest, silvopastoral and silviculture system to annual crops. The study plots are located in Ponta Grossa, Tibagi River basin, Atlantic Forest biome, Brazil. The quantification and modeling these studies will support the valuation of environmental services and hydrological processes in different land uses.

Keywords: water quality, runoff, agroforestry system, Atlantic Forest, Tibagi River basin

## **INTRODUÇÃO**

Sistemas agrícolas dependem de processos ecológicos e dos serviços fornecidos pelos ecossistemas. Esses processos e serviços ecológicos, denominados serviços ambientais ou serviços ecossistêmicos referem-se às condições e aos processos pelos quais os ecossistemas sustentam a vida humana na forma de serviços de provisão, de regulação, de suporte e culturais. Modificações na paisagem visando o aumento da produção de alimentos resultam em aumento de serviços de aprovisionamento, mas também em alterações ecológicas adversas com simultânea perda e degradação de serviços de suporte.

No Brasil a expansão da área necessária para agricultura e pastagens exigiu a conversão de terras nativas, fazendo da mudança do uso da terra, a principal fonte de problemas ambientais existente no país, associados à conservação da água, emissões de carbono e biodiversidade. Por outro lado, em muitos países, políticas públicas são concebidas com interesse em fornecer benefícios financeiros para os produtores rurais que utilizam sistemas de uso da terra que mantêm os serviços ambientais para a sociedade. O trabalho presume que existe uma relação direta entre o tipo e intensidade do

uso da terra e a quantidade e qualidade dos serviços ambientais gerados e que há lacunas de conhecimento no que se refere a quantificação de indicadores ambientais que subsidiem os cálculos de valoração desses serviços.

## OBJETIVOS

O objetivo do trabalho é avaliar e comparar indicadores ambientais associados aos recursos hídricos entre distintos sistemas de uso da terra, desde campo e floresta natural passando por sistemas agrosilvopastoril (uma modalidade de sistema agroflorestal) e silvicultural até o outro extremo, em monocultura de plantas anuais. A quantificação e a modelagem desta relação subsidiarão os estudos de valoração dos serviços ambientais prestados nos diferentes usos da terra.

## ÁREA DE ESTUDO

O trabalho consiste em um estudo de caso no município de Ponta Grossa-PR, distante 103 km de Curitiba. O local do estudo está localizado no Segundo Planalto Paranaense ou Planalto de Ponta Grossa (Campos Gerais), bacia do alto Rio Tibagi, no bioma Mata Atlântica. Apresenta relevo suave ondulado e substrato geológico composto por rochas sedimentares. O clima é o Cfb - clima temperado propriamente dito; temperatura média no mês mais frio abaixo de 18°C (mesotérmico), com verões frescos, temperatura média no mês mais quente abaixo de 22°C e sem estação seca definida. A ocorrência de geadas é frequente. A vegetação original é a de campo natural estepe gramíneo-lenhosa, caracterizada por campos naturais e capões de florestas de araucária (Floresta Ombrófila Mista). As áreas experimentais são na Fazenda Modelo-IAPAR (-25° 5'11" S e -50° 9' 38" W), no Campo Experimental da Embrapa-SNT (-25°08' S e 50°04' W) e no Parque Estadual de Vila Velha (-25° 13' S e -50° 01' W), em 6 sistemas de uso da terra 1) sistema agrosilvopastoril (iLPF), 2) sistema agropastoril (iLP), 3) campo nativo pastejado, 4) remanescente florestal (capão de mata) 5) sistema silvicultural (*Eucalyptus dunnii*), 6) lavoura em sistema de plantio direto (rotação soja-aveia). Em cada área de trabalho foram selecionadas 3 parcelas de 0,5 ha onde foram instalados os experimentos.

## RESULTADOS

São propostas quatro atividades de pesquisa para atender aos objetivos propostos: Avaliação da perda de solos e sedimentos por escoamento superficial - O monitoramento utiliza coletores de escoamento superficial instalados no final do canal natural de drenagem em cada parcela. As amostras são coletadas após cada chuva erosiva e analisadas para perda de solo (perda de água calculada a partir da medida do volume de escoamento). Os dados são correlacionados com os atributos físicos do solo (densidade, macro e micro porosidade, condutividade hidráulica saturada, e taxa de infiltração).

Avaliação da qualidade de água de escoamento superficial - Na região de Ponta Grossa o escoamento superficial agrícola resulta em excesso de sedimentos, nutrientes e pesticidas em corpos d'água e é um dos contribuintes para a eutrofização no rio Tibagi (ZIMMERMANN et al., 2008), embora a maioria dos estudos no Brasil indicam que as concentrações de nitrogênio em cursos d'água em áreas onde predomina a agricultura convencional são baixas quando comparadas aos encontrados em regiões de clima temperado (FILOSO et al, 2003). Os indicadores de qualidade de água monitorados são físicos: turbidez, sólidos em suspensão, e químicos inorgânicos: cátions ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$  e  $\text{Na}^+$ ), ânions ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{-2}$ ,  $\text{SO}_4^{-2}$  e  $\text{Cl}^-$ ), pH, condutividade, elétrica, oxigênio dissolvido, alcalinidade, carbono orgânico, nitrogênio e fósforo total, particulado e solúvel) e orgânicos (pesticidas).

Avaliação da dinâmica da água no solo - O monitoramento da dinâmica da água no solo compreende a avaliação da variação da altura do lençol freático (medidas do nível do topo de água) em diferentes sistemas de uso da terra ao longo do tempo, em poços instalados nas áreas de trabalho. Os poços de monitoramento consistem de tubos de PVC enterrados no solo até a altura do lençol freático na estação seca.

Avaliação dos atributos físico-químicos do solo - Os parâmetros físicos e químicos do solo atuam como indicadores de sua qualidade nos sistemas de uso da terra. As informações geradas, associadas a atributos da paisagem (relevo e

drenagem) e da morfologia dos solos, permitirão a construção de uma matriz de dados ambientais relacionada aos usos da terra, que permitem avaliar a eficiência dos diferentes atributos, e identificar mudanças em função do tipo, manejo e tempo de uso da terra.

### PERSPECTIVAS

O trabalho parte do pressuposto que mudanças no uso da terra, mediante desmatamentos ou conversão de um sistema de produção em outro, como a conversão de áreas sob pastagens para culturas anuais, ou de culturas anuais para cultivos perenes, modificam a cobertura vegetal e conseqüentemente a dinâmica da água no solo e qualidade de água nas bacias hidrográficas. Desse cenário de mudanças no uso da terra, surgem questões como: Quais e em que magnitude os processos hidrológicos estão sendo alterados? A água disponível nas bacias hidrográficas é suficiente para manter o padrão de demanda? A manutenção de florestas naturais e o plantio de sistemas florestais são uma estratégia comprovada para o fornecimento de água potável? O trabalho se propõe a responder parte dessas perguntas a partir dos resultados da 1) avaliação das perdas de solo e nutrientes por escoamento superficial, 2) avaliação da qualidade de água de escoamento superficial, 3) da avaliação da dinâmica da água no solo em diferentes sistemas de uso da terra.

### DESAFIOS

A quantificação, avaliação e a modelagem de indicadores ambientais associados aos recursos hídricos subsidiarão os trabalhos de valoração dos serviços ambientais prestados nos diferentes usos da terra que apresentam manejo sustentável. Métodos convencionais de valoração econômica apresentam capacidade limitada em capturar os valores das funções ecossistêmicas, portanto os serviços ambientais não são valorizados adequadamente. Ainda é um desafio obter métodos de valoração econômica que reflitam adequadamente os processos que ocorrem na natureza.

### REFERÊNCIAS

- FILOSO, S.; MARTINELLI L.A.; WILLIAMS, M.R.; LARA, L.B.; KRUSCHE, A.; BALLESTER, M.V. Land use and nitrogen export in the Piracicaba River basin, Southeast Brazil. **Biogeochemistry**, v.65, p. 275-294, 2003.
- ZIMMERMANN, C. M.; GUIMARÃES, O. M.; PERALTA-ZAMORA, P. G. Avaliação da qualidade do corpo hídrico do rio Tibagi na região de Ponta Grossa utilizando análise de componentes principais (PCA). **Química Nova**, v.31, n.7. São Paulo, 2008.

## **AVALIAÇÃO HÍDRICA DE UM LATOSSOLO VERMELHO SUBMETIDO A SISTEMAS DE MANEJO**

<sup>1</sup> Pereira, F.S<sup>1</sup>; Andrioli, P<sup>2</sup>; Martins, A.L.S<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> Doutoranda em Ciência do Solo na FCAV/UNESP Jaboticabal-SP, <sup>2</sup> Professor do Departamento de Solos e Adubos da FCAV/UNESP - Jaboticabal - SP, <sup>3</sup> Pesquisadora da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Solos - RJ

**RESUMO** - O conteúdo de água em sistemas de preparo do solo são essenciais para avaliar a sustentabilidade agrícola. O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos do teor de água em um Latossolo Vermelho distrófico sob diferentes sistemas de manejo: 1) Crotalária (*Crotalaria juncea*), em sistema de semeadura direta (SDC); 2) Milheto (*Pennisetum americanum* sin. *Tiphoydes*), em sistema de semeadura direta (SDM); 3) Lablabe (*Dolechus lablab*), em sistema de semeadura direta (SDL); 4) Semeadura convencional após uma gradagem aradora e duas niveladoras (SSC) e 5) pousio. A propriedade física do solo foi avaliada nas camadas 0,5-0,10 m e 0,15-0,20 m. A curva de retenção de água foi mais influenciada pelo SDM na camada 0,5-0,10 m.

Palavra-chave: curva de retenção de água no solo, plantio direto, sustentabilidade.

## **EVALUATION OF WATER UNDER MANAGEMENT SYSTEMS IN OXISOL**

**ABSTRACT** - The water content in soil tillage systems are essential for the sustainability. The objective of this study was to evaluate the effects of water content in dystrophic Red Latosol under different tillage systems : 1) Crotalária (*Crotalaria juncea*), in no-tillage (SDC); 2) Milheto (*Pennisetum americanum* sin. *Tiphoydes*), in no-tillage (SDM); 3) Lablabe (*Dolechus lablab*), in no-tillage (SDL); 4) Conventional system (SSC), 5) natural plants. The soil physical properties was evaluated in 0.5–0.10 m and 0.15–0.20 m soil layers. The soil water retention curve was more influenced by SDM in 0.5–0.10 m sampled layer.

Keywords: soil water retention curve, no-tillage, sustainability.

## INTRODUÇÃO

O conteúdo de água no solo representa um parâmetro de sustentabilidade da qualidade física do solo e varia em função das diferentes formas em que o solo é manejado.

As alterações em função do manejo do solo são mais pronunciadas nos sistemas convencionais de preparo do que nos conservacionista, com reflexos na estrutura do solo a partir de valores de densidade do solo, resistência à penetração, porosidade total, armazenamento e disponibilidade de água às plantas, entre outros (Klein et al., 1998).

Os efeitos benéficos dos sistemas conservacionistas sobre os atributos físicos do solo são destacados em vários estudos (Castro Filho et al., 1998; Sobrinho et al., 2003; Wendling et al., 2005) relacionados ao não revolvimento do solo, a cobertura do solo, ao aporte contínuo de material orgânico ao solo, assim como pelo tempo de utilização das plantas de cobertura propiciando melhoria da estrutura do solo (Wendling et al., 2005).

Os Latossolos Vermelho constituem a classe mais representativa no município de Jaboticabal-SP. Desta forma, o conhecimento do comportamento hídrico neste solo é de fundamental importância na indicação de práticas mais sustentáveis de manejo. Este estudo teve por objetivo avaliar a curva característica de água nesse solo submetido a diferentes manejos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em Jaboticabal, SP (21°15' S e 48°18' W; 595 m de altitude). O clima é do tipo Cwa, segundo a classificação de Köppen, verão quente e chuvoso e, precipitação média anual de 1285 mm. Foi utilizado um Latossolo Vermelho distrófico, típico. O LVD apresentou 310 g Kg<sup>-1</sup> de argila; 48 g Kg<sup>-1</sup> de silte; 642 g Kg<sup>-1</sup> de areia, na profundidade de 0,0-0,20m.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro tratamentos e seis repetições constituídas por parcelas de 4,5 m de largura e 20 m de comprimento.

A área experimental foi cultivada desde 1995 com plantas de cobertura. A cultura anual econômica foi milho (1995/97), soja (1998/00) e milho (2001/06). A partir de 2001 estão sendo utilizadas anualmente as seguintes espécies de plantas de cobertura em pré-safra ao milho (*Zea mays* L. Merrill): 1) Crotalária (*Crotalaria juncea*), em sistema de semeadura direta (SDC); 2) Milheto (*Pennisetum americanum* sin. *Tiphoides*), em sistema de semeadura direta (SDM); 3) Lablabe (*Dolechus lablab*), em sistema de semeadura direta (SDL); 4) Semeadura convencional após uma gradagem aradora e duas niveladoras (SSC) e 5) pousio.

Foram coletadas nas profundidades de 0,5-0,10 e 0,15-0,20 m amostras indeformadas para a determinação da retenção de água, por secamento, nas tensões de 0,006; 0,010; 0,033; 0,060; 0,100 e 0,300 MPa em câmaras de pressão de Richards com placa porosas. As curvas de retenção de água foram ajustadas com base no modelo matemático proposto por Van Genuchten (1980).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 1, são apresentadas as curvas de retenção de água no Latossolo Vermelho distrófico, típico, nos diferentes tratamentos e profundidades, ajustadas segundo o modelo matemático proposto por Van Genuchten (1980).

Na tensão de 0,01 MPa, correspondente à capacidade de campo, todas as camadas e sistemas de manejo apresentaram retenção de água semelhantes, exceto o SDM que obedeceu ao volume de microporos apresentados, ou seja, esse tratamento apresentou a maior retenção de água nessa tensão devido à maior microporosidade observada na camada de 0,05-0,10m, concordando com ARAÚJO et al., 2004, que também constataram que o aumento da água retida foi devido à alteração na distribuição do tamanho de poros, com o aumento de poros de menor diâmetro.

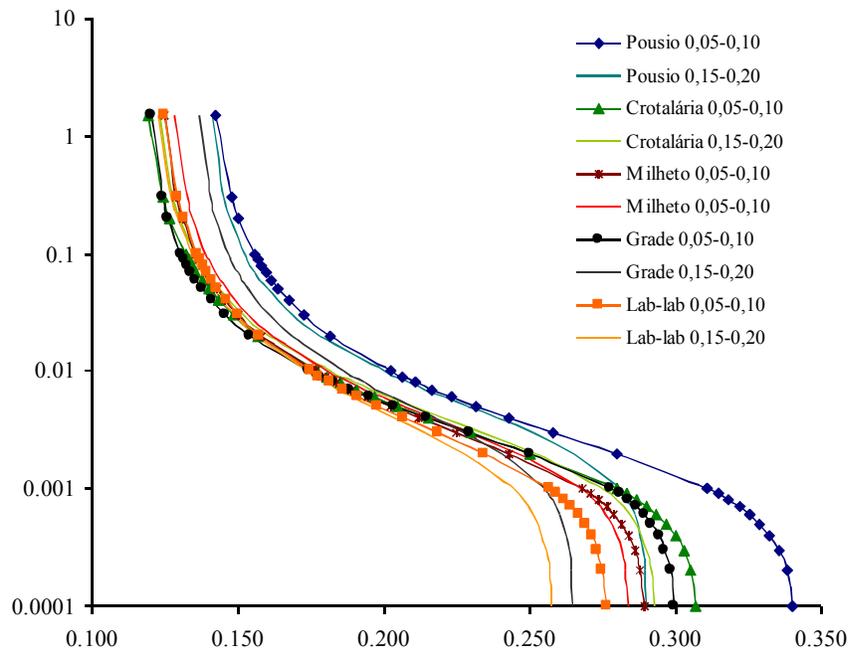


Figura 1. Curvas de retenção de água de um Latossolo Vermelho distrófico, típico, em diferentes tratamentos e profundidades.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O.; PODANOSCHI, A.L. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num Latossolo Roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotação de culturas e métodos de preparo das amostras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, p.527-538, 1998.

WENDLING, B.; JUCKSCH, I.; MENDONÇA, E. de S.; NEVES, J.C.L. Carbono orgânico e estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho sob sistemas de manejos.. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, p.487-494, 2005.

VAN GENUCHTEN, M.Th. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.44, p.892-897.

## **AVALIAÇÃO HIDROLÓGICA E DA CONSERVAÇÃO DO SOLO SOB DIFERENTES USOS E COBERTURAS DO SOLO**

ZOLIN<sup>1\*</sup>, C. A.; Rieger, F. A.<sup>2</sup>; Souza, A. P.<sup>3</sup>; Almeida<sup>3</sup>, F. T.; Junior<sup>2</sup>, A. C.; Paulino<sup>4</sup>, J.

<sup>1</sup>Pesquisador, Embrapa Agrossilvipastoril, Rodovia MT 222, Km 2,5 - Sinop, MT - CEP 78550-970. <sup>2</sup>Mestrando em Agronomia, área de concentração em Solos, Universidade Federal de Mato Grosso, Distrito Industrial, CEP 78550-000, Sinop-MT. <sup>3</sup>Professor Adjunto, Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Campus de Sinop, Distrito Industrial, CEP 78550-000, Sinop-MT. <sup>4</sup>Professora colaboradora, Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Campus de Sinop, Distrito Industrial, CEP 78550-000, Sinop-MT.

**RESUMO** - O Brasil possui uma das últimas fronteiras agrícolas do mundo, a região de transição entre os biomas Amazônia e Cerrado, dotada de grande capital natural e que demanda fortemente pesquisas que possibilitem o desenvolvimento dessa fronteira de forma sustentável. Os sistemas de integração Lavoura, Pecuária e Floresta (iLPF) e de Restauração Florestal (RF) de áreas degradadas na região de transição entre os biomas Amazônia e Cerrado apresentam-se como uma importante alternativa para mitigação de vários problemas ambientais, sanando passivos e gerando serviços ambientais, tais como a conservação da água e do solo. Contudo, pesquisas que visem estudar as inter-relações entre diferentes sistemas de iLPF/RF e a conservação da água e do solo, de forma a maximizar a conservação desses recursos naturais, são bastante escassas. Nesse contexto, objetiva-se com a realização do presente projeto, estudar, do ponto de vista hidrológico e da conservação do solo, diferentes sistemas de iLPF e RF. Para isso, serão implantadas, na área experimental da Embrapa Agrossilvipastoril, em Sinop-MT, parcelas com dimensões de 22x6 metros, delimitadas com chapas de aço e munidas de sistemas de coleta para o monitoramento do escoamento superficial e da perda de solo nos diferentes tratamentos. Além disso, serão avaliados o balanço hídrico e as correlações entre escoamento superficial e aporte de sedimentos e nutrientes nos diferentes sistemas estudados, de modo a identificar aquele que maximize a conservação da água e do solo.

Palavras-chave: RECURSOS HÍDRICOS, SUSTENTABILIDADE, RESTAURAÇÃO FLORESTAL

### **WATER AND SOIL CONSERVATION ASSESSMENT UNDER DIFFERENT LAND USE AND SOIL COVER**

**ABSTRACT** - Brazil possesses one of the last agricultural frontiers in the world, the Amazon and Cerrado ecoregion, which hold a large natural capital and demands research effort to enable the sustainable development of these areas. The Integration of Crops, Livestock, and Forestry (iCLF) as well as Forest Restoration (FR) systems raises as an important

alternative to mitigate various environmental problems, solving liabilities and generating environmental services such as water and soil conservation. However, research focused on interrelations between different systems iCLF/ FR and water and soil conservation, in order to maximize the conservation of these natural resources are scarce. In this context, the aiming of this project is to carry out a study regarding the effectiveness of different iCLF systems and FR to conserve water and soil. To achieve this goal, plots were installed in the experimental area of Embrapa Agrosilvopastoral in Sinop-MT, with dimensions of 22x6 meters, enclosed with steel plates and provided with collecting system to monitor runoff and soil losses in different land use systems and soil cover. Moreover, the water balance and the correlations between runoff and sediment and nutrient intake will be assessed into the different systems, in order to identify the one that maximizes water and soil conservation.

Keywords: Water Resources, Sustainability, Forest Restoration.

## INTRODUÇÃO

Ao longo dos séculos, a atividade antrópica tem causado a degradação dos ecossistemas e concomitantemente a essa constatação, as sociedades têm buscado formas/mecanismos para a mitigação e/ou reversão desse quadro extremamente preocupante. Diante dessa situação, a restauração ecológica de áreas degradadas se torna cada vez mais necessária para diminuir os efeitos negativos da destruição dos ambientes naturais (KAGEYAMA, GANDARA & OLIVEIRA, 2003). Os processos de degradação do solo constituem um grave problema mundial, com conseqüências ambientais, sociais e econômicas significativas. São provocados ou agravados por atividades humanas, como por exemplo, práticas agrícolas e florestais inadequadas, atividades industriais, turismo, expansão urbana e industrial desordenada, poluição e desmatamento. O impacto imediato dessa situação é o comprometimento dos processos hidrológicos que determinam os ciclos de cheia e seca que são, em grande parte, responsáveis por toda a riqueza biológica de uma região (CUNHA, 2011). Indissociavelmente à gestão integrada de recursos hídricos, está a gestão do uso da terra, uma vez que existe uma inter-relação delicada entre o uso da terra, o solo e a água (o que quer que aconteça a um, afetará o outro) (LIMA, 2008). Portanto, quando se fala da gestão de recursos hídricos, deve-se considerar, necessariamente, a gestão do solo.

## OBJETIVOS

De maneira geral, busca-se avaliar os aspectos relacionados à conservação da água e de solo em diferentes modelos de iLPF e de RF. De forma específica, objetiva-se avaliar o escoamento superficial; a perda de solo; a infiltração de água no solo; as correlações entre o volume escoado superficialmente e o aporte de sedimentos e o balanço hídrico dos diferentes sistemas.

### **Breve descrição da metodologia empregada no estudo**

As parcelas experimentais para avaliação hidrológica e de conservação do solo serão implantadas na área experimental da Embrapa Agrossilvipastoral, em Sinop-MT, região de transição entre os biomas Amazônico e Cerrado, inserida na bacia do médio rio Teles Pires e terão dimensões de 22x6 metros, sendo 6 m de largura e 22 m de comprimento. Esta área será delimitada com chapas de aço galvanizado de 30cm de altura e ao final da área de captação da chuva será instalada uma calha coletora acoplada a um cano de 100mm para condução do escoamento para duas caixa com capacidade de 1000L cada. Para a leitura do volume, foi realizada uma graduação de 10 em 10L para cada caixa e estabelecida uma relação de altura *versus* volume. As parcelas serão instaladas nos seguintes tratamentos, que representam diferentes usos e ocupação do solo: (T1) “floresta” solteira (eucalipto), (T2) pastagem, (T3) lavoura, (T4) iLPF, (T5) mata nativa, bem como em três diferentes modelos de RF, sendo estes (T6) Plantio consorciado e (T7) Semeadura direta em área total (lanço), ambos com cerca de 20 espécies florestais nativas de diferentes grupos funcionais, submetidas à exploração econômica futura e (T8) Testemunha, com plantação de mudas, com a mesma configuração dos tratamentos 6 e 7, porém, sem exploração econômica.

## RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se determinar o efeito dos diferentes usos e ocupação do solo sobre a produção de escoamento superficial e perda de solo por erosão, bem como estes interferem nos parâmetros de qualidade de água. Adicionalmente, visa-se determinar o balanço hídrico e estabelecer as correlações entre escoamento superficial, perda de solo e seus efeitos sobre os parâmetros de qualidade de água nos diferentes tratamentos. As informações geradas serão difundidas na comunidade científica para sua utilização em outras pesquisas sobre o assunto, bem como pelos tomadores de decisão de forma a subsidiar os modelos adotados em outros projetos de iLPF e RF

## PERSPECTIVAS

O entendimento de como diferentes modelos de iLPF e de restauração florestal atuam sobre a conservação da água e do solo é bastante incipiente. Essa situação é mais evidente para a região de transição entre os biomas Amazônia e Cerrado, já que essa é uma região relativamente nova, com poucos estudos conduzidos nesse sentido. Dessa forma, por se tratar justamente de experimentação, espera-se obter com o presente projeto informações que sanem essa lacuna do conhecimento.

### **Indicação de colaborações ou parcerias já estabelecidas**

Para a realização do projeto, a Embrapa Agrossilvipastoril conta com parcerias consolidadas com diversas outras unidades da Embrapa e demais instituições, dentre elas: Embrapa Florestas, Embrapa Cerrados, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) e Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP). Em função dessas parcerias ocorre um aporte importante de alunos dos programas de mestrado da UFMT e UNEMAT. Os projetos em questão possuem auxílio financeiro da Embrapa, FAPEMAT e CNPq e o envolvimento dos grupos de pesquisa em Restauração Ecológica e Indicadores de Qualidade de Solo.

## REFERÊNCIAS

KAGEYAMA, P.Y.; GANDARA, F.B.; OLIVEIRA, R.E. de. Biodiversidade e restauração da floresta tropical. **In: KAGEYAMA, P.Y.; OLIVEIRA, R.E. de; MORAES, L.F.D. de; ENGEL, V.L.; GANDARA, F.B. (Org.)**. Restauração ecológica de ecossistemas naturais. Botucatu: FEPAF, 2003. p. 29-48.

CUNHA, A. S. Desmatamento e degradação do solo. Projeto água e cidadania na bacia no Apa – Uma abordagem sistêmica e transfronteiriça da década brasileira da água. CT-Hidro/MCT/CNPq. Disponível em: [http://www.paralelos.psc.br/penagua/apoio\\_didatico/artigos/ArtigoDesmatamento\\_Simone.pdf](http://www.paralelos.psc.br/penagua/apoio_didatico/artigos/ArtigoDesmatamento_Simone.pdf). Acesso em 10 de set de 2012.

LIMA, W.P. **Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas**. Piracicaba: ESALQ, 2008. 245 p.

## **COMPORTAMENTO AMBIENTAL DE AGROTÓXICOS E SEUS IMPACTOS AOS RECURSOS HÍDRICOS.**

<sup>1</sup>Scorza Júnior, R.P.

<sup>1</sup>Embrapa Agropecuária Oeste, Laboratório de Análise de Resíduos de Pesticidas,  
Caixa Postal 449, CEP 79804-970 Dourados, MS. (romulo@cpao.embrapa.br)

**RESUMO** - Informações sobre o comportamento ambiental de agrotóxicos são importantes para avaliar seu potencial de contaminação dos recursos hídricos. A Embrapa Agropecuária Oeste desenvolve trabalhos experimentais, de modelagem matemática e de simulação cujo objetivo, em nível de processos, é quantificar a lixiviação, dissipação, degradação e sorção de agrotóxicos nos solos. Também são realizadas análises de resíduos de agrotóxicos em amostras de água e solo. Recentemente, foi desenvolvido uma ferramenta computacional para simular a lixiviação de agrotóxicos em cenários agrícolas brasileiros.

Palavras-chave: dissipação, lixiviação, meia-vida, persistência, simulação.

**ABSTRACT** - Information about pesticide environmental behavior are important to assess its potential to contaminate water resources. Embrapa Western Agriculture conducts experimental and modeling work at process level with the aim to quantify pesticide leaching, dissipation, degradation and sorption in the soil. Moreover, we have a laboratory where pesticide residue analysis are carried out in soil and water samples. Recently, we developed a computational tool to simulate pesticide leaching at different Brazilian agricultural scenarios.

Keywords: dissipation, leaching, half-life, persistence, simulation.

### **INTRODUÇÃO**

Os agrotóxicos estão sujeitos à ação de diferentes processos que regulam seu destino ambiental. Informações sobre o comportamento ambiental de agrotóxicos são importantes para avaliar sua periculosidade e potencial de contaminação dos recursos hídricos. Os principais processos relacionados ao comportamento ambiental dos agrotóxicos são a lixiviação, volatilização, escoamento superficial, sorção e degradação. Assim, trabalhos experimentais devem ser realizados para caracterização desses processos e, conseqüentemente, informações sobre o destino e periculosidade ambiental dos agrotóxicos nos diferentes agroecossistemas brasileiros. No entanto, devido à diversidade de cenários a serem avaliados (agrotóxicos x solos x clima), inúmeros experimentos devem ser realizados, o que é inviável. Assim, ferramentas computacionais têm sido desenvolvidas e avaliadas para simular o comportamento ambiental dos agrotóxicos nos diferentes cenários, possibilitando economia de tempo e de recursos financeiros, além de resultados mais representativos.

## LINHAS DE PESQUISA

- lixiviação e dissipação de agrotóxicos no campo;
- degradação e sorção de agrotóxicos em solos;
- modelagem matemática e simulação do destino ambiental de agrotóxicos em sistemas de produção;
- avaliação do risco de contaminação dos recursos hídricos por agrotóxicos;
- análise de resíduos de agrotóxicos em amostras de solo e água.

## RESULTADOS

Os principais resultados obtidos com base nos projetos de pesquisa concluídos e/ou em execução são:

- classificação dos agrotóxicos quanto ao potencial de contaminação dos recursos hídricos em diferentes sistemas de produção na bacia hidrográfica do Rio Dourado, Mato Grosso do Sul;
- a lixiviação de agrotóxicos em solos com diferentes sistemas de produção no sul de Mato Grosso do Sul não é um processo que coloca em risco a água subterrânea;
- o processo de transporte preferencial não foi observado nos estudos de lixiviação;
- a rápida dissipação dos agrotóxicos, logo após a aplicação, é um importante processo no comportamento ambiental de agrotóxicos nas condições edafoclimáticas de Mato Grosso do Sul;
- observa-se grande discrepância entre os valores de meia-vida e persistência quando obtidos em laboratório e campo;
- os simuladores PEARL e MACRO são satisfatórios para descrever a lixiviação de agrotóxicos nas condições edafoclimáticas de Mato Grosso do Sul;
- identificação das principais limitações dos simuladores PEARL e MACRO para descrever comportamento ambiental de agrotóxicos nos cenários agrícolas brasileiros;
- ferramenta computacional para simular o fluxo de água e a lixiviação de agrotóxicos em cenários agrícolas brasileiros (ACHA - Avaliação da Contaminação Hídrica por Agrotóxicos).

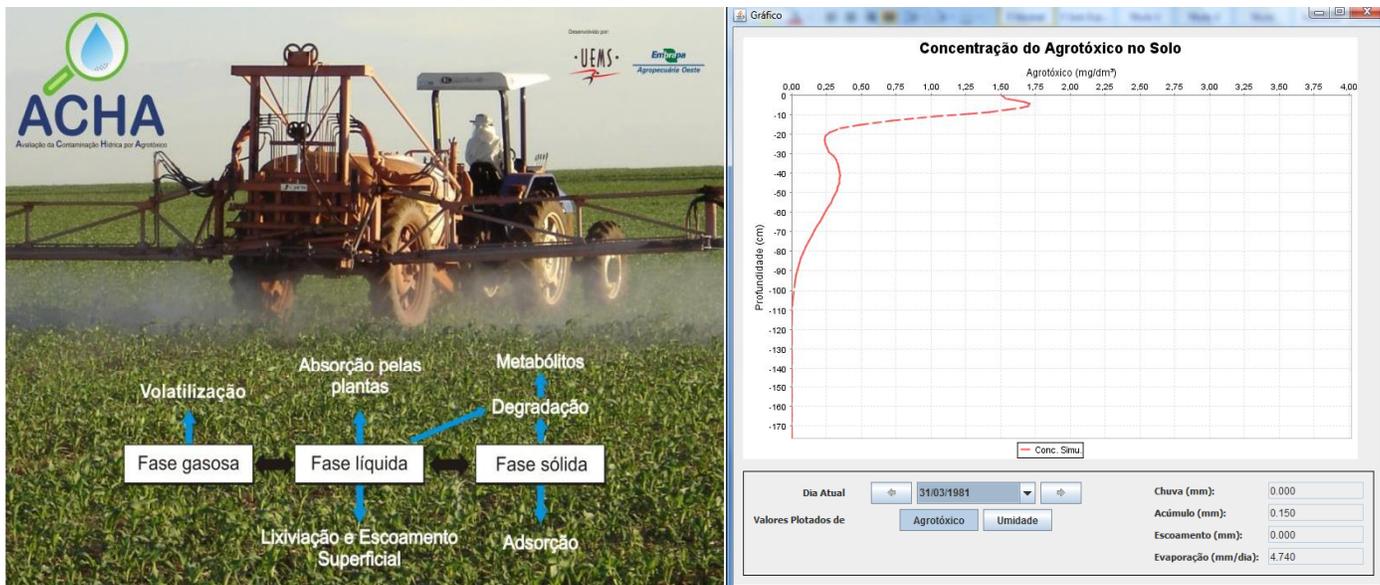


Figura 1. Ferramenta computacional ACHA.

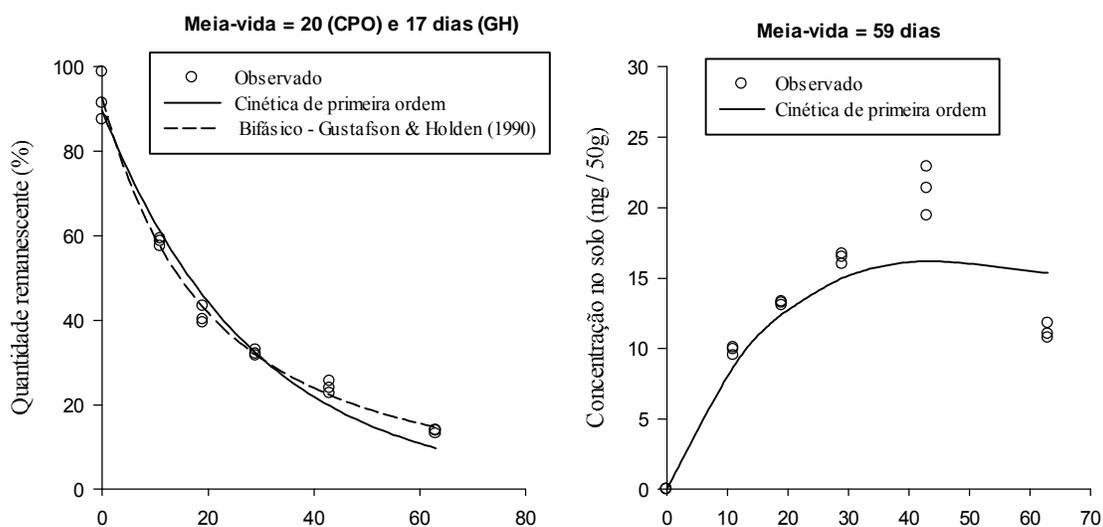


Figura 2. Cinética de degradação de endossulfam e seu metabólito sulfato de endossulfam em um Latossolo Vermelho distrófico (0-30 cm) a 30 °C e 80% CC.

### PERSPECTIVAS

- elucidação da rápida dissipação de agrotóxicos no campo, avaliando a ocorrência do processo de volatilização por meio de quantificação de resíduos na água da chuva;
- continuar desenvolvimento do simulador ACHA incorporando a descrição matemática de outros processos relacionados ao comportamento ambiental;

### DESAFIOS

- viabilizar o uso de simuladores no processo regulatório para avaliação do risco de periculosidade ambiental de agrotóxicos junto aos órgãos competentes do governo brasileiro;
- aumentar a capacidade de análise e modernização do Laboratório de Análise de Resíduos de Pesticidas da Embrapa Agropecuária Oeste.

### PARCERIAS E FINANCIADORES

As seguintes instituições e órgãos financiadores colaboram com a Embrapa Agropecuária Oeste nas linhas de pesquisa descritas acima:

- CNPq;
- IFS (International Foundation for Science);
- FUNDECT/MS;
- Plataforma África-Brasil de Inovação Agropecuária (Banco Mundial, IFAD, Embrapa, FARA, ABC, Bill & Melinda Gates Foundation);
- Mestrado em Recursos Naturais da UEMS;
- Universidade de Lomé (Togo);
- Wageningen University and Research Centre (WUR) e Alterra (WUR).

## **CRÍTICA: COMPILAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE INFORMAÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS E INDUÇÃO AO CONHECIMENTO DE FORMA ÁGIL NA REDE AGROHIDRO**

Moura\*, M. F. <sup>1</sup>; Vaz, G. J. <sup>1</sup>; Takemura, C. M. <sup>2</sup>; Evangelista, S. R. M. <sup>1</sup>; Oliveira, L. H. M. <sup>1</sup>; Pierozzi Jr., I. <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Informática Agropecuária, <sup>2</sup>Embrapa Monitoramento por Satélite

**RESUMO** - Propomos uma metodologia semi-automatizada de estruturação e indução de conhecimento a partir da informação técnico-científica do domínio de recursos hídricos, que envolve desde a coleta de informações até a visualização de resultados de buscas, passando por extração de padrões, inferências e ontologias.

Palavras-chave: gestão do conhecimento, mineração de textos, ontologias, recursos hídricos.

### **CRÍTICA: TECHNICAL AND SCIENTIFIC INFORMATION COMPILING AND RETRIEVING PLUS AGILE KNOWLEDGE INDUCTION IN THE AGROHIDRO NETWORK**

**ABSTRACT** - We propose a semi automated methodology which aims to structure and induce knowledge from technical and scientific information focusing water resources. This methodology encompasses the steps from data collection to result visualization, through pattern extraction, inferences and ontologies.

Keywords: knowledge management, ontology, text mining, water resources.

## **INTRODUÇÃO**

Produzir conhecimentos e tecnologias para uso no domínio agropecuário, por meio da execução de atividades de pesquisa, constitui um dos principais desafios da Embrapa. Para organizar e disponibilizar sua produção técnico-científica, a Embrapa já conta com uma boa infraestrutura que envolve principalmente os produtos derivados da iniciativa Ainfo (EMBRAPA INFORMÁTICA AGROPECUÁRIA, 2012).

No entanto, em uma rede de PD&I, é necessária a disponibilização de um ferramental de análise das informações específicas ao domínio, que facilite não apenas a identificação da bibliografia relacionada aos temas de interesse como também o

cruzamento de informações de diversas fontes. As avaliações estatísticas, extração de padrões de dados e geração de modelos de inferência permitem antecipar ações, evitar retrabalhos, auxiliar a identificação e avaliação de tecnologias existentes e avaliar a execução e os resultados de pesquisa, assistindo, portanto, a gestão de conhecimento no domínio específico da rede.

A proposta deste projeto é oferecer soluções que contribuam para o processo de gestão do conhecimento em recursos hídricos, especialmente no Brasil. Mais especificamente, visa à estruturação e indução de conhecimento, por meio de mineração de dados textuais e construção de representações do conhecimento, buscando maior qualidade nos processos de recuperação, análise, visualização e utilização das informações relativas a recursos hídricos.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento de uma metodologia semi-automática de estruturação e indução de conhecimento, pretende-se desenvolver as etapas mostradas na Figura 1 e descritas a seguir, de modo a atingir as necessidades da rede AgroHidro, mediante as validações e os *feedbacks* dos especialistas:

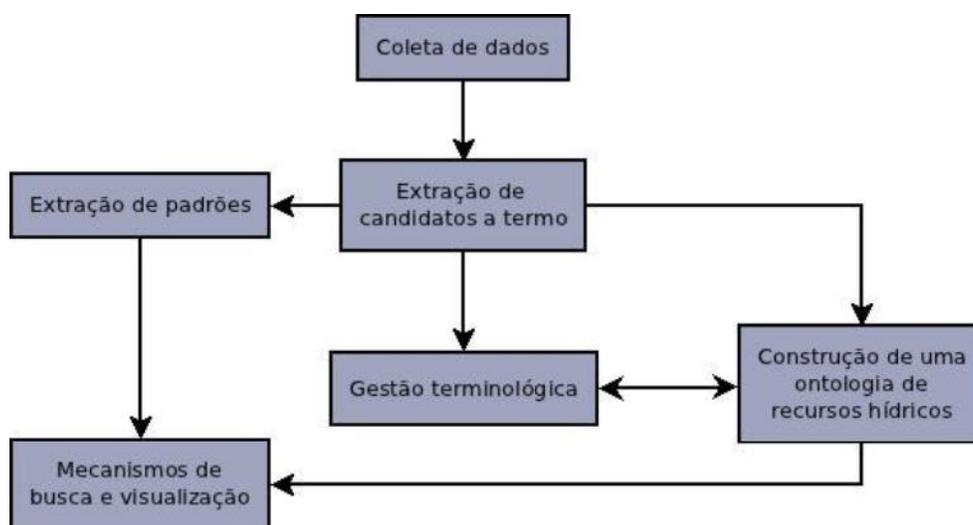


Figura 1. Metodologia do Crítica.

- **Coleta de dados:** serão definidos e coletados os documentos e informações da Embrapa ou de seus parceiros. Esses dados passarão por um processo de padronização e serão armazenados em uma base (metadados e textos completos). O corpus resultante, tratado por ferramentas linguísticas, alimentará as análises de dados.
- **Extração de candidatos a termos:** serão extraídos candidatos a termos, ou seja, palavras ou composições de palavras que possuem um peso estatisticamente significativo na coleção de textos, mas que, porém, podem não corresponder a termos do domínio. Serão testadas e evoluídas algumas ferramentas de forma a melhor se adaptarem à terminologia de recursos hídricos.
- **Extração de padrões:** nessa fase, serão obtidos metadados faltantes, em especial, de cobertura temporal e espacial, palavras-chaves e tópicos dos documentos. Também serão desenvolvidos classificadores de documentos e extratores de relações causa-consequência. Além disso, serão utilizadas ferramentas de *business intelligence* para a obtenção de estatísticas descritivas.
- **Construção de uma ontologia de recursos hídricos:** pretende-se alinhar, evoluir e adaptar ontologias já existentes para o tema de recursos hídricos à terminologia brasileira.
- **Gestão terminológica:** a partir da lista de candidatos a termos e das relações ontológicas criadas, serão desenvolvidos mecanismos para a criação e manutenção da terminologia, de fichas terminológicas e de um glossário de recursos

hídricos.

- **Mecanismos de busca e visualização:** será disponibilizado um mecanismo de busca de informação fácil de usar, eficiente e que traga resultados adequados ao perfil do usuário e contexto de uso. Diferentes formas de visualização dos resultados de busca e análise de informações também serão oferecidos.

Esta proposta associa-se diretamente a outros três importantes produtos e projetos de pesquisa desenvolvidos na Embrapa: AINFO, Agropedia Brasilis e TIENA. O Ainfo é o sistema para automação de bibliotecas, armazenamento e recuperação de informações técnico-científicas da Embrapa. Além de ser o núcleo de outros produtos, seu módulo de consulta será utilizado como base para os mecanismos de busca, assim como a sua ferramenta de extração de tópicos e palavras-chaves será adaptada para o domínio da Rede AgroHidro. Agropedia Brasilis é o ambiente tecnológico para trabalho colaborativo virtual e gestão do conhecimento para PD&I na Embrapa, que hospeda a rede AgroHidro. Informações referentes ao contexto de uso e perfis de usuários serão utilizadas para a personalização das buscas e visualizações. Finalmente, do TIENA, no qual estão sendo desenvolvidas tecnologias inovadoras em mineração de textos visando extrair informação e padrões em notícias agrícolas, serão reutilizadas e evoluídas as tecnologias de extração de padrões geoespaciais e temporais em textos.

## RESULTADOS

As ferramentas de software serão disponibilizadas no site da rede AgroHidro. Estão previstos treinamentos de uso e fornecidos manuais *online*, com o objetivo de: viabilizar análises de dados e observação de tendências tecnológicas; contribuir para o processo de *screening* tecnológico; evoluir a terminologia e a ontologia do domínio; e permitir buscas inteligentes de informação e visualizações adequadas, que considerem os vários perfis de usuário.

## CONCLUSÃO

Com os produtos desenvolvidos espera-se: promover a disseminação do conhecimento entre os setores envolvidos; servir de referência às novas pesquisas, dado que se fornecerá uma análise sistematizada do que existe e de lacunas; auxiliar a manutenção da rede de pesquisa, permitindo avaliar seus resultados frente outras iniciativas; e, especialmente, ajudar na tomada de decisões referente à questão da gestão dos recursos hídricos. Além disso, a metodologia gerada com este trabalho poderá ser estendida a redes de pesquisa que tratem de qualquer outro tema.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EMBRAPA INFORMÁTICA AGROPECUÁRIA. Ainfo. Disponível em: <<http://www.ainfo.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em 13 set. 2012.

## **DETERMINAÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DO ALGORITMO SAFER EM IMAGENS MODIS.**

Teixeira, A. H. de C.<sup>1\*</sup>, Sherer-Warren, M.<sup>2</sup>, Hernandez, F. B. T.<sup>3</sup>, Lopes, H. L.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Semiárido, Petrolina, Brasil; <sup>2</sup>Agência Nacional das Águas, Brasília, Brasil;

<sup>3</sup>Universidade Estadual de São Paulo, Ilha Solteira, São Paulo, Brazil; <sup>4</sup>Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brazil. \*heribert@cpsa.embrapa.br; Fone 0055 87 3866-3783; Fax: 0055 87 3866-3815; cpsa.embrapa.br

**RESUMO** - Para análises do contraste sob o aspecto hídrico entre os agros-ecossistemas do município de Petrolina-PE, as taxas de evapotranspiração mensais foram quantificadas com o uso de imagens MODIS e o modelo SAFER (Simple Algorithm For Evapotranspiration Retrieving) para 2011. Os mais altos valores de evapotranspiração incremental, resultante da introdução de culturas irrigadas, foram para o período fora do período chuvoso de agosto a outubro. Os resultados demonstram que o novo algoritmo SAFER aplicado com imagens de satélites e dados climáticos na escala municipal é bastante útil para a obtenção da evapotranspiração e com a classificação da vegetação, permite a quantificação dos efeitos do crescimento das áreas irrigadas sob a vegetação natural no consumo hídrico em larga escala em situações de rápida mudança no uso da terra.

Palavras-chave: albedo da superfície, temperatura da superfície, NDVI, resistência da superfície, consumo hídrico

**ABSTRACT** - To analyze the hydrological contrast between the agro-ecosystems in Petrolina-PE municipality, the monthly values of evapotranspiration were quantified by using MODIS images and the SAFER (Simple Algorithm For Evapotranspiration Retrieving) model. The highest values of incremental evapotranspiration, as a result of the irrigated crops introduction, were for the rainy period from August to October, outside the rainy period. The results demonstrated that the new SAFER algorithm applied with satellite images and weather data at the municipality level and together with the vegetation classification, is suitable for quantification of the effects of increasing irrigated areas over natural vegetation on regional water consumption in situations of quick changing land use pattern.

Keywords: surface albedo, surface temperature, NDVI, surface resistance, water consumption

## INTRODUÇÃO

A cobertura vegetal dominante no município de Petrolina-PE é a “Caatinga”, a qual é uma mistura de espécies. Por outro lado, as principais culturas comerciais são fruteiras irrigadas, as quais vêm substituindo rapidamente a vegetação natural, promovendo um incremento do consumo hídrico pelas plantas em larga escala.

Em situações de rápida mudança de uso da terra, estimativas da evapotranspiração (ET) em larga escala vêm se tornando essenciais para o planejamento e decisões políticas sobre o uso dos recursos hídricos. Considerando a simplicidade de aplicação, o algoritmo SAFER (Simple Algorithm For Evapotranspiration Retrieving) foi usado com imagens MODIS para a obtenção dos valores da evapotranspiração em larga escala. Para classificação da vegetação em culturas irrigadas e vegetação natural, outro modelo foi aplicado para obtenção da evapotranspiração incremental (Teixeira, 2010).

O objetivo deste trabalho foi a obtenção da evapotranspiração em escala regional através do novo modelo SAFER aplicado em imagens MODIS em conjunto com dados climáticos, classificando os valores para culturas irrigadas e vegetação natural, sendo o município de Petrolina-PE, Brasil, com uma rede atual de 10 estações agrometeorológicas a área de estudo.

## MATERIAL E MÉTODOS

Imagens MODIS foram usadas juntamente com uma rede de 10 estações agrometeorológicas. Uma base de dados de balanço de energia em campo em culturas irrigadas e vegetação natural, durante os anos de 2002 e 2004 (Teixeira et al., 2008) foi na obtenção de equações de regressão para o albedo da superfície -  $\alpha_0$  (bandas 1 e 2) e da temperatura da superfície -  $T_0$  (bandas 31 e 32).

Com imagens de  $\alpha_0$ ,  $T_0$  e NDVI a ET e a resistência da superfície aos fluxos hídricos ( $r_s$ ) foram obtidas (Teixeira, 2010)

$$\frac{ET}{ET_0} = \exp \left[ a + b \left( \frac{T_0}{\alpha_0 NDVI} \right) \right]$$

$$r_s = \exp \left[ a \left( \frac{T_0}{\alpha_0} \right) (1 - NDVI) + b \right]$$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 representa a distribuição espacial dos valores mensais da ET no município de Petrolina-PE, Brasil.

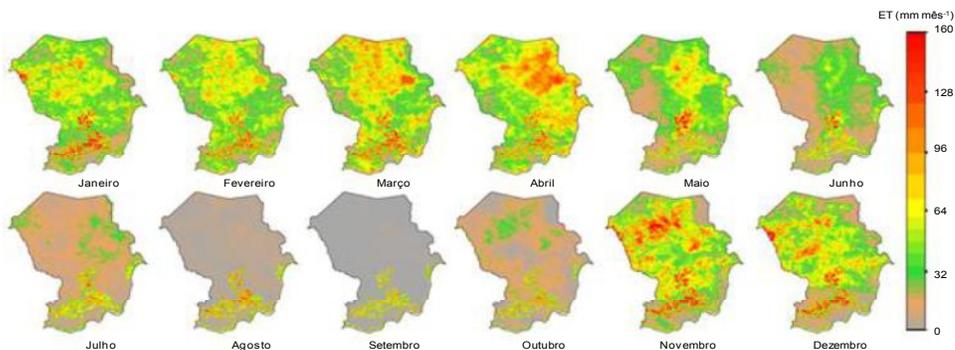


Figura1. Distribuição espacial dos valores mensais da evapotranspiração (ET) para a mistura de agros-sistemas no ano de 2011, no município de Petrolina-PE, Brasil.

Considerando todo o município de Petrolina, a variação espacial da ET é evidente ao longo do ano, principalmente quando se compara o período mais úmido de fevereiro a abril com o mais seco de julho à setembro. Durante o período chuvoso os máximos valores acontecem em abril com um novo pico no mês de novembro, quando as médias espaciais são em torno de 60 mm mês<sup>-1</sup>. Valores intermediários ocorrem na vegetação natural ocorrem logo após o período chuvoso, de maio a junho, devido ao fato que as precipitações reman de janeiro a abril proporcionam condições de umidade do solo para as espécies da “Caatinga” ficarem ainda úmidas e verdes.

Com o uso da Equação 2 e funções condicionais a vegetação foi classificada em culturas irrigadas e vegetação natural. A Figura 2 apresenta os valores médios e desvios padrões mensais da ET no município de Petrolina-PE.

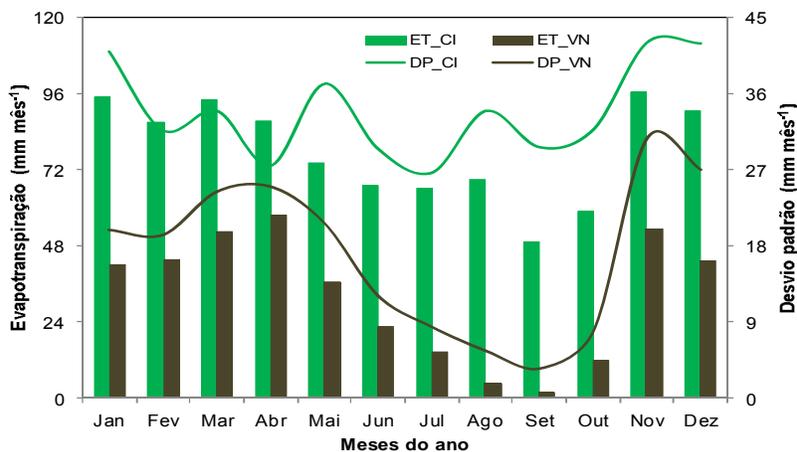


Figura 2. Valores médios e desvios padrões (DP) da evapotranspiração em culturas irrigadas (IC) e vegetação natural (VN) no município de Petrolina-PE

Novembro é destacado como o mês de maiores taxas de ET para culturas irrigadas, enquanto que para vegetação natural os maiores valores ocorreram em abril. Considerando-se os valores de desvio padrão, as maiores variações espaciais aconteceram em novembro para ambas, vegetação natural e culturas irrigadas.

### CONCLUSÕES

O uso conjunto de parâmetros obtidos através do satélite MODIS e dados obtidos em estações agrometeorológicas permitiu a quantificação da evapotranspiração no município de Petrolina-PE. Pôde-se concluir que os meses com taxas mais elevadas é novembro para culturas irrigadas e abril para vegetação natural

### REFERÊNCIAS

TEIXEIRA, A.H, de C, BASTIAANSEN, W.G.M., AHMAD, M.D., MOURA, M.S.B., BOS, M.G. Analysis of energy fluxes and vegetation-atmosphere parameters in irrigated and natural ecosystems of semi-arid Brazil. **Journal of Hydrology**, v. 362, p. 110-127, 2008b.

TEIXEIRA, A.H. de C. Determining regional actual evapotranspiration of irrigated and natural vegetation in the São Francisco river basin (Brazil) using remote sensing an Penman-Monteith equation. **Remote Sensing**, v. 2, p. 1287-1319, 2010.

## IDENTIFICAÇÃO DE AMBIENTES HOMOGÊNEOS POR MEIO DE SIMULAÇÕES CLIMÁTICAS REGIONAIS

Heinemann, A. B. \*<sup>1</sup>; Fernandes, D. S.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO.; <sup>2</sup> SIMEHGO, SECTEC, Goiânia, GO

**RESUMO** - O objetivo deste estudo foi identificar ambientes homogêneos com base na ocorrência de eventos seca/umidade na região centro-norte do Brasil, compreendendo os Estados de Rondônia, Mato Grosso, Goiás e Tocantins. Para isso utilizou-se o índice quantitativo de seca denominado Anomalia de Umidade de Palmer (Z-index). Os dados climáticos de entrada utilizados por esse índice para quantificar os eventos seca/umidade foram simulados pelo modelo regional climático RegCM3 (“Regional Climate Model – version 3”), para o período de 1975 a 1989. Por meio de análise de agrupamento foram identificados 13 ambientes homogêneos. Esses ambientes homogêneos foram caracterizados por meio da probabilidade de ocorrência de eventos de seca/umidade, densidade relativa destes eventos, variabilidade da precipitação anual e a probabilidade de ocorrência de seca na época das águas (outubro a maio). O Estado do Mato Grosso apresentou o maior número de ambientes homogêneos e a região sudoeste desse estado, ambiente 11, obteve a maior probabilidade de ocorrência de eventos extremamente seco, 9%. O ambiente 10, localizado no extremo leste de Goiás, teve a menor mediana para a precipitação anual. O evento climático com maior probabilidade de ocorrência na região de estudo é o próximo ao normal ou normalidade de umidade.

Palavras-chave: seca, índice de anomalia de umidade de Palmer (Z-index)

## IDENTIFICATION OF HOMOGENEOUS ENVIRONMENTS BASED ON REGIONAL CLIMATE SIMULATIONS

**ABSTRACT** - The objective of this study was to identify homogeneous environments based on the probability of drought/wet occurrence in the central-northern Brazil, considering Rondônia, Mato Grosso, Goiás and Tocantins States. For that it was used the drought index denominated the moisture anomaly Z-index (Z-index). The input climate data for the drought index was generated by the regional climate model RegCM3, v.3, for the period from 1975 to 1989. As resulted of cluster analyze it was identified 13 homogeneous environments. These environments were characterized based on the probability of drought/wet, relative density of drought/wet occurrence, annual rainfall variability and probability of drought occurrence during the rainy season (October to March). The Mato Grosso State had the highest number of homogeneous environments and the environment 11, located at southwest of this State had the highest probability of drought occurrence, 9%. The environment 10, located at the extreme east of Goiás State, showed the lowest median for the total annual rainfall. The highest climatic event with probability of occurrence in the study area is close to normal or normality moisture

Keywords: drought, Palmer moisture anomaly index (Z-index).

## INTRODUÇÃO

A região centro-norte do Brasil, composta pelos Estados de Rondônia, Mato Grosso, Goiás e Tocantins, e caracterizada pela alta variabilidade intra e inter anual na produtividade dessas culturas. Durante a estação chuvosa, a seca agrícola, que é caracterizada por um déficit entre a precipitação pluvial e a evapotranspiração potencial, pode ocorrer. Isso dificulta a ação dos programas de melhoramento de grãos, que possuem como objetivo desenvolver genótipos adaptados aos diferentes ambientes dessa região. Portanto, existe a necessidade de um melhor entendimento dos riscos climáticos, como a ocorrência de secas, nessa região. Por meio do entendimento desse fenômeno é possível fornecer suporte as decisões estratégicas a serem tomadas no planejamento agrícola. Uma maneira de melhor quantificar os riscos climáticos e a identificação e caracterização de ambientes climáticos homogêneos. Uma ferramenta interessante para caracterizar eventos de seca em uma determinada região são os índices quantificadores de secas. Dentre esses índices, destaca-se o Índice de Anomalia de Umidade de Palmer (Z-index - Palmer, 1965) por ser considerado um índice de seca agrícola e também por integrar o balanço hídrico em seu cálculo. Esse índice apresentou o melhor desempenho para quantificar a seca agrícola no Estado de Goiás (FERNANDES et al., 2010). Porém, para a aplicação do Z-index, há a necessidade de series históricas diárias de dados de precipitação e temperaturas máxima e mínima do ar. Na região centro-norte do Brasil, há escassez de dados climáticos históricos e para suprir essa limitação, uma alternativa é a utilização de dados climáticos diários provenientes de simulações de modelos climáticos regionais (MCR). Um MCR que vem sendo utilizado no Brasil é o “Regional Climate Model, v. 3” – RegCM3.

## OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi identificar e caracterizar ambientes homogêneos com base na ocorrência de eventos climáticos seca/umidade na região centro-norte do Brasil.

## RESULTADOS

De acordo com o resultado da análise de agrupamento, obteve-se um dendrograma, no qual a área de estudo, com base na distância euclidiana igual a 40 foi classificada em 13 diferentes ambientes homogêneos (Figura 1). O Estado do Mato Grosso foi o que apresentou a maior quantidade de ambientes homogêneos, 10, seguidos dos estados de Rondônia, Goiás, e Tocantins, com 4, 4 e 2 ambientes homogêneos, respectivamente (Figura 2).

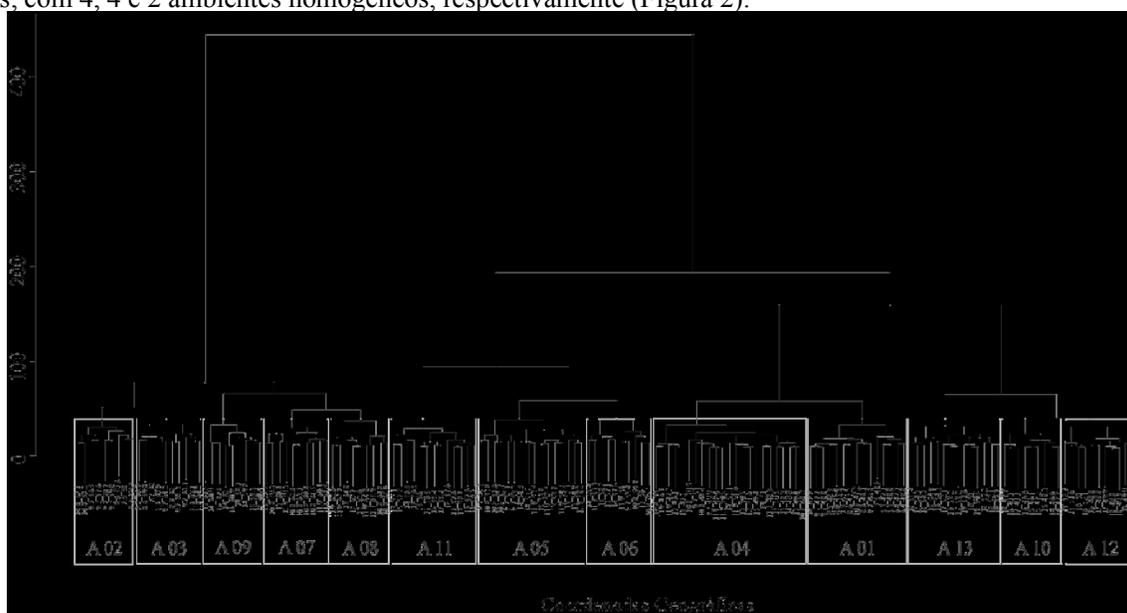


Figura 1. Dendrograma da análise de agrupamento com base na distância euclidiana que classifica a área de estudo em 13 ambientes homogêneos.

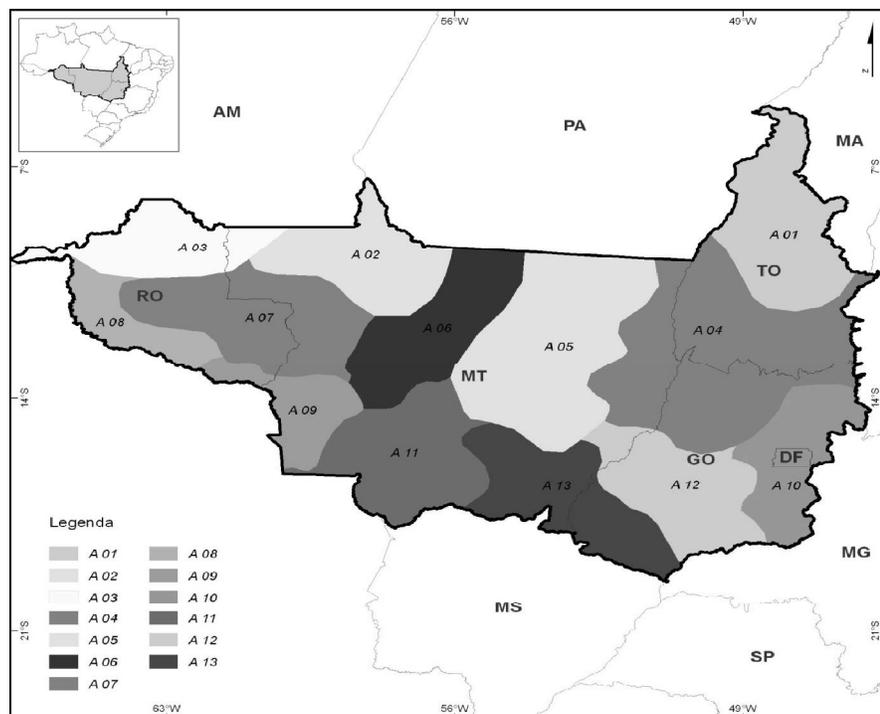


Figura 2. Distribuição espacial dos 13 ambientes homogêneos identificados na área de estudo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FERNANDES, D.S.; HEINEMANN, A.B. Estimativa da variação da produtividade do arroz em diferentes escalas temporais do índice SPI. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.46, p. 335-343, 2011.
- PALMER, W.C. *Meteorological drought*. Washington:U.S. Weather Bureau, 1965. 58p. (Research Paper, 45)

## INDICADORES PARA A AVALIAÇÃO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA ATIVIDADE CANAVIEIRA IRRIGADA

Ferraz R. P. D.<sup>1\*</sup>, Simões M<sup>2</sup> e Dubreuil V.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Embrapa Solos Rua Jardim Botânico 1024, CEP 22460-000 rodrigo,@cnps.embrapa.br

<sup>2</sup> UERJ/PPG-MA e Embrapa /Programa LabEx Europa Montpellier, França. margaret @cnps.embrapa.br

<sup>3</sup> Université Rennes2, Lab. Costel UMR 6554 CNRS-LETG, Rennes, França. vincent.dubreuil@uhb.fr

### WATER AVAILABILITY INDICATORS FOR THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF IRRIGATED SUGARCANE PRODUCTION

**ABSTRACT** - This paper presents theoretical and formal conception of two indicators designed to assess potential water availability of watersheds or political-administrative territorial units to meet the water demand of sugarcane production, designed to support the processes of territorial planning and management and public sector policy, in strategic level and regional or subregional scale. The indicators proposed in *Indicators System of Sugarcane Water Sustainability Assessment - SISH-Cana* (Ferraz, 2012), have been designed in the form of indexes that establishing proportions, showing: (i) the degree of commitment of the available water volumes to meet the potential demand for sugarcane production; (ii) the ratio between the total suitable area and the maximum area that can be cultivated with sugarcane considering the demand and water production limits of territorial unit of analysis. The results demonstrate that the indicators showing: (i) “*relevance*”; (ii) “*sufficiency*”; (iii) “*sensitivity*”; (iv) “*Intelligibility/Communicability*”. It was concluded that the indicators were satisfactory for the specified purposes, considering the scale and the level of analysis for which they were designed.

**Keywords:** Water demand of sugarcane culture, Agricultural planning, Water resource planning.

**Palavras-chave:** Demanda hídrica da cultura canavieira, Planejamento agrícola, Planejamento dos recursos hídricos.

### INTRODUÇÃO

O Projeto CANASAT/INPE (Rudorff et al., 2010) revela que a cultura canavieira está se deslocando para a região Centro-Oeste, notadamente, sobre os estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás. O Zoneamento Agroecológico da Cana-de-açúcar (EMBRAPA, 2009) indica que a região Centro-Oeste possui um grande potencial para a expansão da cultura canavieira, dada à expressiva quantidade de áreas com topografia adequada, clima e solos aptos. Entretanto, a disponibilidade hídrica climática na região apresenta limitações, uma vez que, o clima regional é caracterizado por

duas estações bem definidas, uma chuvosa e outra marcada pela seca com forte deficiência hídrica em função da redução acentuada dos índices pluviométricos, o que, impõe certo risco para o pleno desenvolvimento da cultura canavieira em sistema exclusivo de sequeiro, tornando a prática da irrigação suplementar obrigatória para se atingir produtividades satisfatórias (Silva *et al.*; 2008). Neste contexto, para a racionalização do uso dos recursos hídricos e promoção do desenvolvimento sustentável da atividade canavieira na região Centro-Oeste torna-se importante o desenvolvimento de procedimentos metodológicos que possam fornecer subsídios técnicos para o planejamento e gestão setorial - agricultura e recursos hídricos. O presente trabalho apresenta dois indicadores concebidos para a avaliação do potencial da disponibilidade hídrica para atender a demanda projetada de água para o desenvolvimento da atividade canavieira.

### METODOLOGIA

A base teórica, as justificativas e a elaboração dos modelos utilizados para a extração de dados para o cálculo dos indicadores encontram-se descritas, de modo completo, em Ferraz, (2012). A figura 1 apresenta o fluxograma da extração de dados, expressões formais para o cálculo dos indicadores ICDH; IADH.

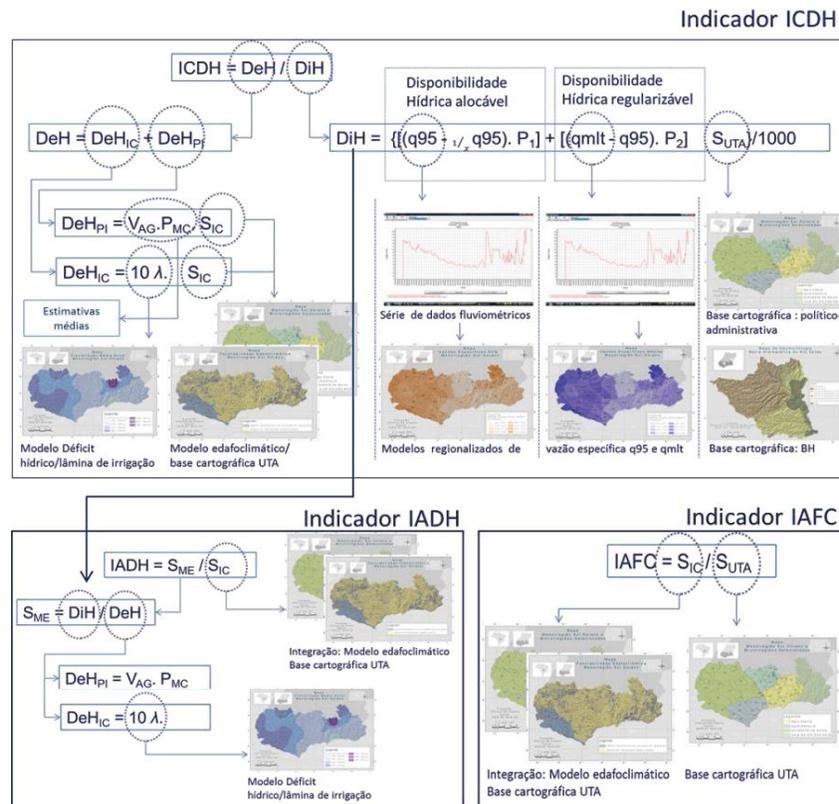


Figura 1. Fluxograma da extração de dados e expressões formais para o cálculo dos indicadores ICDH; IADH.

Nota: (i) DiH= Disponibilidade hídrica geral (m3); (ii) q95 = Vazão específica com 95% de permanência (l.s-1.km-2);(iii) qmt = Vazão específica média de longo termo (l.s-1.km-2); (iv) q95 = Vazão específica remanescente dada por uma fração da vazão específica com 95% de permanência (l.s-1.km-2); (v) P1 = Período de produção de água anual no qual se pode contar com a alocação (95% dos 365 dias anuais ≈ 346 dias) (s);(vi) P2 = Período de produção de água anual no qual se pode reservar os excedentes hídricos (6 meses ≈183 dias) (s); (vii) SUTA =Área da Unidade Territorial de Análise (Km2); (viii) DeH = Demanda hídrica da cultura canavieira; (ix) DeHPI = Demanda hídrica para o processamento industrial da produção da cultura canavieira (m3);(x) DeHIC = Demanda hídrica para a irrigação da cultura canavieira (m3); (xi) VAG = Volume de água gasta por massa de cana produzida (m3.t-1) (xii) PMC: Produtividade média da cultura da cana-de-açúcar (t.ha-1); (xiii) SIC = Área de irrigação compulsória (ha);(xiv) λ = Lâmina de irrigação (mm); (xv) SME= área máxima de expansão sustentada (ha).

## DESENVOLVIMENTO

**Indicador ICDH - Índice de Comprometimento da Disponibilidade Hídrica:** Objetivo: fornecer a informação sobre o quanto do total de água disponível da UTA será necessário dispor para atender a demanda hídrica da atividade canavieira, respondendo a questão-chave: *Qual é o grau de comprometimento dos recursos hídricos disponíveis para atender a demanda hídrica da atividade canavieira na UTA?* Descrição: O ICDH é determinado calculando-se a razão entre a Demanda Hídrica para a atividade canavieira (irrigação e processamento industrial) e a Disponibilidade Hídrica (alocável e acumulação prévia), de acordo com a expressão apresentada na figura 1; (iii) Interpretação:  $0 < \text{ICDH} \leq 1$  (x % da DiH) ( $\text{DeH} < \text{DiH}$ ) = grau intermediário de comprometimento da Disponibilidade Hídrica para atender a Demanda Hídrica da atividade canavieira;  $\text{ICDH} > 1$  ( $\text{DeH} > \text{DiH}$ ) = a Disponibilidade Hídrica é menor do que a Demanda Hídrica da atividade canavieira (valores críticos que indicam o comprometimento máximo da Disponibilidade Hídrica); *OBS: 1º Critério adotado: Quando o índice for maior do que 1,0 (ICDH > 1) o indicador assume o valor 1,0 (Comprometimento máximo de 100%); 2º Critério adotado: ICDH = 0,0 (0% da DiH) (DeH = 0,0) = não há demanda. Quando o índice for igual a zero (ICDH = 0,0) o mesmo não se aplica.*

**Indicador IADH - Índice de Atendimento à Demanda Hídrica:** Objetivo: informar o grau de atendimento à demanda hídrica da atividade canavieira em termos de área máxima de expansão da cultura de modo sustentável, respondendo a questão-chave: *Qual é a área máxima que a cultura canavieira pode expandir com pleno atendimento da demanda hídrica?* Descrição: O IADH é determinado pela razão entre a Área Máxima de Expansão Sustentada e a Área Favorável ao Sistema de Irrigação Compulsória de acordo com a expressão apresentada na figura 1; Interpretação:  $\text{IADH} = 0,0$  (0 % da SIC) ( $\text{SME} = 0,0$ ) ( $\text{DiH} = 0,0$ ) = ausência de disponibilidade hídrica para atender a demanda;  $0 < \text{IADH} < 1$  (x % da SIC) ( $\text{SME} < \text{SIC}$ ) = disponibilidade hídrica atende parcialmente a demanda hídrica;  $\text{IADH} = 1,0$  (100% da SIC) ( $\text{SME} = \text{SIC}$ ) = disponibilidade hídrica atende exatamente a demanda hídrica total (valor crítico, limite da sustentabilidade hídrica);  $\text{IADH} > 1$ . ( $\text{SME} > \text{SIC}$ ) = disponibilidade hídrica atende plenamente à demanda hídrica. *OBS: 1º Critério Adotado: Quando o índice IADH for maior do que 1,0 (IADH > 1) a Área Máxima de Expansão Sustentada passa a ser determinada pela Área Favorável ao Sistema de Irrigação e o valor do IADH = 1 (100%) 2º Critério adotado: Quando (SIC = 0,0) o índice não se aplica*

## CONCLUSÕES

Os indicadores apresentaram: (i) “relevância” pelo caráter direto, relacionando grandezas físicas do balanço entre demanda e disponibilidade hídricas; (ii) “suficiência” para responder as questões-chave para as quais foram propostos; (iii) “sensibilidade” para captar as diferenças de estado e pressão em unidades territoriais contrastantes; (iv) “Inteligibilidade e Comunicabilidade”, por serem de compreensão lógica e interpretação imediata. Considerando a escala e o nível de análise, conclui-se que os indicadores atendem de modo satisfatório aos propósitos especificados.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos as seguintes instituições: (i) PPG-MA/UERJ; (ii) COSTEL/Universidade Rennes 2; (iii) Embrapa; (iv) CNPq.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar. Celso Vainer Manzatto (Org.). Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 55 p. (Documentos / Embrapa Solos, ISSN 1517-2627; 110);

FERRAZ R.P.D. Sistema de Indicadores para a Avaliação do Potencial de Sustentabilidade Hídrica e Monitoramento da Cultura da Cana-de-açúcar: Contribuição Metodológica para o Planejamento da Expansão da Atividade Canavieira. TESE de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente - PPGMA/UERJ. Rio 2012;

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Projeto CANASAT- Mapeamento da cana via imagens de satélite de observação da terra. Bernardo Friedrich Theodor Rudorff (Coordenador) – Disponível em: <[www.dsr.inpe.br/laf/canasat/mapa.html](http://www.dsr.inpe.br/laf/canasat/mapa.html)>.

SILVA F. A. M. da; Müller A. G.; LIMA J. E. F. W.; SILVA E. M. da; MARIN F.; LOPES T. S. de S. Avaliação da oferta e demanda hídrica para o cultivo da cana-de-açúcar no Estado de Goiás. Anais do II Simpósio Internacional de Savanas Tropicais – IX Simpósio Nacional do Cerrado. Brasília, DF, 2008.

## **ÍNDICE DE QUALIDADE DE BACIA - FERRAMENTA DE GESTÃO DE RECURSOS NATURAIS EM NÍVEL DE BACIA HIDROGRÁFICA**

Calheiros, D.F.<sup>1</sup>; Roche, K.F.<sup>2</sup>; Massruhá, S.M.F.S.<sup>3</sup>; Dias, F.A.<sup>4</sup>; Souza, G.F.<sup>4</sup>; Montanholi, M.C.; Barbosa, D.S.; Ferreira, L.M.; Dorés, E.F.G.C.; Silva, E.C., Souza, C.F.; Collischonn, W.; Paz, A.R.; Risso, A.; Soriano, B.M.A.

<sup>1</sup>Doutora, Pesquisadora da Embrapa Pantanal, debora@cpap.embrapa.br. <sup>2</sup>Doutor, Professor – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, kennedy.roche@ufms.br, <sup>3</sup>Doutora, Pesquisadora da Embrapa Informática Agropecuária, silvia@cnptia.embrapa.br. <sup>4</sup>Doutor, Professor – Universidade Católica Dom Bosco/MS, felipe.dias58@gmail.com. <sup>4</sup>Mestrando – Universidade Católica Dom Bosco/MS, gustavosalomoni@gmail.com, et al.

**RESUMO** - A definição de indicadores de sustentabilidade (qualitativos e quantitativos) constitui importante ferramenta para monitorar a conservação dos recursos naturais, visto que cada indicador sintetiza um conjunto de informações que permite caracterizar a situação atual, alertar para situações de risco e prever situações futuras, de forma a facilitar a tomada de decisão por parte dos órgãos gestores (Rigby et al. 2001). O futuro da humanidade depende da preservação do meio ambiente que fornece os serviços ambientais necessários à sua sobrevivência. Contudo, a realidade de boa parte dos rios do país é de tendência à perda de qualidade e quantidade de água (ANA 2011). A água destinada à produção de energia elétrica, irrigação, abastecimento público ou navegação é considerada um recurso isolado para cada finalidade e a falta de coordenação entre os diversos setores, com base numa análise integrada e de usos múltiplos, como recomenda a Lei de Recursos Hídricos (Lei 9.433; Brasil 1997), acaba por gerar conflitos, escassez e a degradação da qualidade. A gestão dos recursos hídricos no Brasil é ainda focada apenas no atendimento da demanda dos usos essencialmente humanos, esquecendo as necessidades dos ecossistemas aquáticos para manter os próprios processos hidro-ecológicos e, portanto, ameaçando a sustentabilidade dos seus serviços ambientais. Deste modo, se faz premente uma abordagem multisetorial e interdisciplinar, tendo a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão. O Pantanal Mato-Grossense é reconhecido como uma das maiores áreas úmidas do planeta, ainda apresentando bom nível de conservação. Todavia, nas últimas quatro décadas as atividades agropecuárias causaram alterações expressivas na cobertura vegetal, cursos de água e aquíferos, em especial no planalto -onde estão as nascentes e as áreas de recarga dos seus rios formadores- que circunda a planície pantaneira, contribuindo para a degradação dos ecossistemas e comprometendo os serviços ambientais prestados pelo bioma (Calheiros & Oliveira, 2010). Para minimizar a ocupação e usos desordenados, são necessárias propostas alternativas, visando diagnosticar os problemas e indicar soluções aos tomadores de decisão. Uma abordagem levando em consideração indicadores de qualidade das características naturais da bacia, bem como os relacionados ao mau uso dos recursos naturais, proporcionará um caráter mais abrangente à gestão dos recursos hídricos do que as atualmente adotadas, como a Resolução CONAMA No. 325/2005 (CONAMA, 2005) e a utilização do tradicional critério de vazão mínima ( $Q_{7,10}$ ) para a conservação da qualidade e quantidade de água (Collischonn et al., 2009). Assim, o objetivo deste trabalho é diagnosticar os principais problemas ambientais que afetam as bacias formadoras do Pantanal e auxiliar na definição de

estratégias de gestão por meio do uso de indicadores, tendo como estudo de caso a sub-bacia do rio Miranda–MS, um ecossistema considerado de qualidade de média a baixa. O Índice de Qualidade de Bacia (IQB) proposto trata-se de um índice que considera simultaneamente vários indicadores relacionados aos usos e ocupação do solo, grau de desmatamento, potencial de erosão, sedimentação, qualidade da água, contaminação por metais pesados e pesticidas, lançamento de efluentes domésticos, industriais e agro-industriais, estado trófico, bioindicadores, alteração hidrológica, entre outros. Por meio da análise de Lógica Fuzzy (Yager 1993) todos os indicadores são computados, produzindo-se um índice único, O IQB está em processo de validação pelos pares, mas ainda falta ser validado de forma participativa, com a comunidade local representada pelo Comitê de Bacia, por exemplo. Contudo, já indica ser uma ferramenta interessante para o planejamento, zoneamento e gestão de uma bacia hidrográfica quanto à sua capacidade de suporte e conservação dos recursos hídricos. O objetivo principal é salvaguardar os usos mais exigentes praticados no bioma pantaneiro, como os usos tradicionais (pesca, pecuária e turismo), que dependem diretamente da saúde do ecossistema.

Palavras-chave: bacia hidrográfica, indicadores, sustentabilidade, gestão de recursos hídricos, Pantanal

## REFERÊNCIAS

- ANA. Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil – Informe 2011. Disponível em:<[http://conjuntura.ana.gov.br/conjuntura/Downloads/2011/1%20-%20RELAT%C3%93RIO%20DE%20CONJUNTURA%20-%20INFORME/Conjuntura\\_2011.pdf](http://conjuntura.ana.gov.br/conjuntura/Downloads/2011/1%20-%20RELAT%C3%93RIO%20DE%20CONJUNTURA%20-%20INFORME/Conjuntura_2011.pdf)> Acesso em 26 de agosto de 2011.
- BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Política Nacional de Recursos Hídricos. Diário Oficial da União, de 9 de janeiro de 1997, p. 470, 1997. Disponível em:<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9433.htm)> Acesso em 7 de abril de 2009.
- CALHEIROS, D.F.; OLIVEIRA, M.D. O Rio Paraguai e sua planície de inundação - O Pantanal Mato-Grossense. **Ciência & Ambiente**, v.41, p.113-130, 2010.
- COLLISCHONN, W.; AGRA, S.G.; FREITAS, G.K.; PRIANTE, G.R.; TASSI, R.; SOUZA, C.F. Em busca do hidrograma ecológico. Disponível em:<<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/17271/000504462.pdf?sequence=1>> Acesso em 15 agosto de 2011.
- CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA n.º 357 de 17 de março de 2005. Diário Oficial da União de 18 de março de 2005, Seção 1, p.58-63, 2005. Acessível em:<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>> Acesso em 01 de setembro de 2009.
- RIGBY, D.; WOODHOUSE, P.; YOUNG, T.; BURTON, M. Constructing a farm level indicator of sustainable agricultural practice. **Ecological Economics**, v.39, p.463–478, 2001.
- YAGER, R. Families of OWA operators. **Fuzzy Sets and Systems**, v.59, n.2, p.125–148, 1993.

## **INSTRUMENTAÇÃO E MONITORAMENTO DE UMA BACIA HIDROGRÁFICA EXPERIMENTAL DA REDE AGROHIDRO**

<sup>1</sup>Rodrigues, L.N

<sup>1</sup>Pesquisador da Embrapa Cerrados, Brasília-DF-Brasil.

e-mail: lineu.rodrigues@embrapa.br

**RESUMO** - Estudos de longa duração em bacias hidrográficas experimentais e representativas de uma determinada condição são importantes para um melhor entendimento da dinâmica dos processos e da resposta hidrológica de bacias a eventos diversos, gerando conhecimentos e/ou tecnologias para subsidiar o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos. A instrumentação e o monitoramento dependem das respostas que se deseja obter. Neste processo é importante que se tenha uma visão clara dos objetivos que se pretende alcançar em longo prazo, sendo fundamental planejar e, também, aprender com outras experiências. O presente artigo objetivou apresentar para a RedeAgroHidro a experiência em instrumentação e monitoramento adquirida em 10 anos de trabalho na bacia hidrográfica do Buriti Vermelho.

Palavras-chave: Base de dados, recursos hídricos, bacia hidrográfica.

## **INSTRUMENTATION AND MONITORING OF AN EXPERIMENTAL WATERSHED**

**ABSTRACT** - Long-term studies in experimental watersheds are important to better understand the dynamics of hydrologic processes and basin response to different types of events. Knowledge and/or technologies obtained from these studies can be used to subsidize the water resources plan and management. Instrumentation and monitoring depend on the objectives and of what it is intended for the future. Therefore, it is important to plan and to learn with other experiences. The aim of this paper is to present to the AgroHidro network the experience in instrumentation and monitoring obtained in 10 years of work in the Buriti Vermelho watershed.

Keywords: animal wastes, monitoring, water.

## INTRODUÇÃO

Os trabalhos realizados em bacias hidrográficas experimentais se destacam por possibilitar estudos mais detalhados e uma melhor caracterização das relações entre solo, água, vegetação e atmosfera, contribuindo para uma melhor compreensão do comportamento hidrológico e de suas respostas a ação de fatores externos. Por meio da regionalização e da modelagem, o conhecimento adquirido na bacia experimental pode ser transposto para regiões hidroclimatologicamente semelhantes, sem monitoramento dessas relações.

Essas bacias configuram-se como laboratórios de campo, densamente equipadas, para estudos detalhados dos processos físicos dentro do ciclo hidrológico. Os resultados obtidos podem subsidiar os processos de regionalização de informações, preenchendo a lacuna da falta de monitoramento das variáveis que são de suma importância para a gestão dos recursos hídricos. Dessa forma, dos estudos realizados com a implantação de bacias experimentais, podem-se extrair diretrizes de gestão para aplicação em locais desprovidos de informações e que não possui recursos financeiros para reverter, a curto ou médio prazo, esse quadro (Fontes et al., 2009).

O presente trabalho objetivou apresentar para a Rede AgroHidro a instrumentação e o monitoramento realizado na Bacia Hidrográfica do Rio Buriti Vermelho (BHBV), visando contribuir com o trabalho de bacias experimentais da rede.

### CARACTERIZAÇÃO, INSTRUMENTAÇÃO E MONITORAMENTO DA BACIA

A Bacia Hidrográfica do Rio Buriti Vermelho está localizada na parte leste do Distrito Federal, sendo o Rio Buriti Vermelho o seu curso d'água principal. Ele é afluente da margem direita do Rio Estreito, que deságua no Rio Preto, principal tributário do Rio Paracatu, que, por sua vez, é o afluente com maior contribuição para a formação da vazão do Rio São Francisco.

A instrumentação da bacia foi planejada de forma que os equipamentos fossem instalados em locais estratégicos na Bacia (Figura 1). Para isto, levou-se em consideração os diferentes tipos de solo e de uso da terra e os sistemas de produção (irrigados ou sequeiro). Os equipamentos foram distribuídos espacialmente de maneira a se ter uma visão global da dinâmica da Bacia.

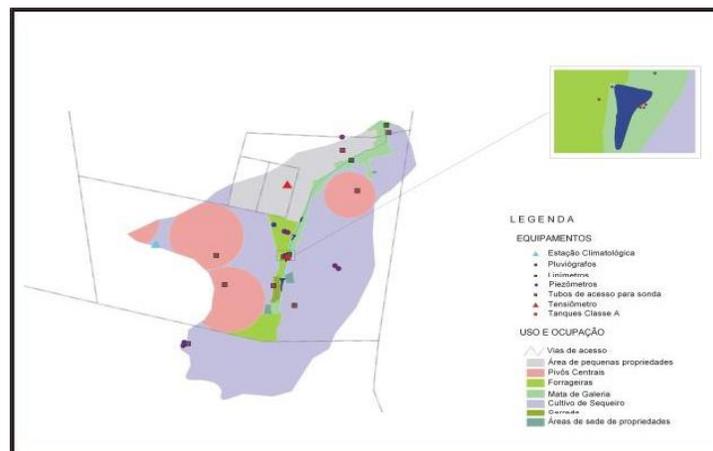


Figura 1. Bacia Experimental do rio Buriti.

O monitoramento da temperatura, umidade relativa do ar, radiação solar e velocidade do vento são feitos por meio de uma estação climatológica automática. Os dados são armazenados em datalogger em intervalos de tempo de uma hora e posteriormente coletados por meio de computador portátil.

O monitoramento da precipitação é feito por meio de quatro pluviômetros com datalogger distribuídos espacialmente na Bacia de maneira a possibilita a realização de estudos sobre a variabilidade espacial e temporal da precipitação e seu impacto na resposta hidrológica da Bacia. Esses equipamentos estão programados para registrar dados de precipitação em intervalos de tempo de cinco minutos.

A vazão é monitorada em dois locais da Bacia por meio de dois linímetros tipo bóia-contrapeso com dataloggers. Um dos linímetros está instalado a jusante da segunda barragem (da nascente para a foz), onde já existe um vertedor triangular, e o outro foi instalado no exutório da Bacia.

O monitoramento da variação do nível da água no reservatório é feito em duas barragens utilizando-se linímetros tipo borbulhamento. Os dataloggers dos linímetros estão programados para registrarem o nível da água no reservatório das barragens em intervalos de tempo de cinco minutos.

O monitoramento da profundidade do lençol freático é feito semanalmente em oito poços de observação. Os poços, com profundidade variando entre 15 e 20 m, foram distribuídos na área de forma a possibilitar estudos de água subterrânea e a realização de testes de bombeamento para estimativa da condutividade hidráulica do estrato saturado.

O monitoramento da umidade do solo é realizado semanalmente em nove locais, distribuídos na área da bacia de acordo com o tipo e uso do solo, nas profundidades de 10, 20, 30, 40, 60 e 100 cm. Nesses locais foram instalados tubos de espera para inserção da sonda de perfil e rápida medida da umidade do solo. Nas áreas irrigadas, além da sonda, são utilizados tensiômetros para monitoramento da umidade. Atualmente, têm-se nove baterias de tensiômetros instaladas na área da Bacia. Cada bateria é composta por duas repetições com três tensiômetros instalados em diferentes profundidades, dependendo da cultura. As leituras nos tensiômetros são realizadas momentos antes de cada irrigação.

O monitoramento da evaporação da água é realizado em uma barragem por meio de dois tanques classe A, sendo um colocado dentro do reservatório da barragem e o outro do lado de fora. As leituras no tanque são realizadas semanalmente.

O monitoramento da qualidade da água na Bacia foi realizado na calha do rio, nos reservatórios das barragens e nos poços de observação. Para isto, amostras de água foram coletadas mensalmente em locais pré-definidos. As soluções coletadas foram armazenadas em frascos de polipropileno e levadas para laboratório, onde foram preparadas e filtradas para posterior análise química de nutrientes. Utilizando-se cromatografia iônica, foi feita a determinação química de ânions ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  e  $\text{Cl}^-$ ) e cátions ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{Na}^+$ ).

Para fins de caracterização pedológica, foram consideradas as camadas de solo superficial (0-5 cm e 15-20 cm) e a sub-superficial (60-100 cm), representando, em termos médios, a camada de solo agricultável e o horizonte diagnóstico das classes de solos, respectivamente.

Os diferentes padrões de uso do solo e de cobertura vegetal existentes na bacia foram identificados por meio de imagem de satélite Landsat e validados em campo utilizando-se um receptor GPS portátil.

Foram abertas trincheiras com o intuito de avaliar a profundidade máxima do sistema radicular das coberturas vegetais. A área foliar das culturas comerciais (feijão, trigo, milho, soja) foi determinada semanalmente, utilizando-se procedimento de amostragem destrutivo.

Com o intuito de estimar o volume de água armazenado e gerar, para cada barragem, relações cota-volume, foram realizadas batimetrias nas cinco barragens existentes no rio.

## CONCLUSÕES

A Bacia Experimental do Buriti Vermelho foi instrumentada e está sendo monitorada para ajudar a suprir a deficiência de dados, em quantidade e qualidade, existentes na região Cerrado, de modo a possibilitar estudos hidrológicos e de modelagem detalhados e de longo prazo, visando dotar os instrumentos de gestão dos recursos hídricos de ferramentas mais confiáveis e realistas em termos de previsão e avaliação quantitativa. Os resultados obtidos até o momento contribuíram para se ter uma melhor compreensão do uso da água e do comportamento hidrológico da Bacia. Ficou evidente também a necessidade de se adotar procedimentos que possibilitem uma análise contínua da qualidade dos dados coletados. Uma bacia bem instrumentada não implica necessariamente que ela está sendo bem monitorada. A qualidade do dado deve ser mais valorizada do que a quantidade de dados existentes.

## REFERÊNCIAS

FONTES, A.S.; ALVARES, D.; MEDEIROS, Y.D.P. Bacia experimental do Rio do Cedro: implantação e primeiros resultados. Disponível em: <<http://www.grh.ufba.br/Publicacoes/Artigos/Artigos%202004/Avaliacao%20Preliminar%20Bacia%20Rio%20do%20Cedro%20-%20Andrea%20Fontes.pdf>>. Acesso em: 01 de outubro 2012.

## **MANEJO DE SOLO, ÁGUA, PLANTA E RESÍDUO PARA O CONTROLE DA EROSIÃO E RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS**

\*Andrade, A. G. de<sup>(1)</sup>; Portocarrero, H.<sup>(2)</sup>; Chaves, T. de A.<sup>(3)</sup>; Lima, J. A. de S.<sup>(1)</sup>; Barroso, D. G.<sup>(4)</sup> & Campos, T. M. P. de<sup>(5)</sup>.

<sup>(1)</sup>Pesquisador da Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Solos - Embrapa Solos. <sup>(2)</sup> Professor da Universidade Estadual do Rio de Janeiro - UERJ. <sup>(3)</sup> Consultor do BIRD, Programa Rio Rural-PESAGRO-Rio. <sup>(4)</sup> Professora da Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF. <sup>(5)</sup> Professor da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - PUC-Rio.

**RESUMO** - O aumento de áreas degradadas em regiões anteriormente produtivas tem sido constatado em diferentes regiões do Brasil. A erosão tem se apresentado sob todas as suas formas (laminar, sulcos e voçorocas) comprometendo a capacidade de produção vegetativa do solo e provocando o assoreamento e a contaminação dos recursos hídricos. O presente trabalho visa apresentar, de forma sintetizada, ações de pesquisa em tecnologias para recuperação e monitoramento de diferentes ambientes degradados do Estado do Rio de Janeiro em desenvolvimento através de projetos financiados pela FAPERJ, CNPq e Programa Rio Rural. Busca-se selecionar, analisar e interpretar atributos que possam ser utilizados para classificar o estado de degradação das terras com vistas à elaboração de um protocolo para normatizar esses diagnósticos e facilitar o planejamento das ações de recuperação. Têm sido realizadas caracterizações pedológicas e geotécnicas das áreas de estudo, medições de altura, diâmetro e biomassa aérea e radicular das plantas utilizadas para revegetação, assim como coletadas amostras de sedimentos e água para avaliação das perdas por erosão superficial em parcelas modelo Wischemeyer. Foram instalados sensores com vistas ao desenvolvimento de um sistema para o monitoramento automatizado das perdas de solo e água por erosão.

Palavras-chave: indicadores de degradação e recuperação, monitoramento automatizado.

### **MANAGEMENT OF SOIL, WATER AND WASTE PLANT FOR EROSION CONTROL AND REHABILITATION OF DEGRADED AREAS**

**ABSTRACT** - The increase of degraded areas in previously productive regions has been reported in different regions of Brazil. Erosion has been presented in all its forms (laminar, ridges and gullies) pledging production capacity vegetative soil and causing siltation and contamination of water resources. This paper presents, in a synthesized form, shares research on technologies for monitoring and recovery of degraded environments different from the State of Rio de Janeiro in development through projects funded by FAPERJ, CNPq and Rio Rural Program. Search to select, analyze and interpret attributes that can be used to classify the status of land degradation with a view to drawing up a protocol to standardize these diagnoses and facilitate the planning of recovery. Characterizations have been carried out soil and geotechnical areas of study, measurements of height, diameter and stem and root biomass of plants used for revegetation, and collected water and sediment samples for assessment of losses by surface erosion in plots Wischemeyer model. Sensors were installed with a view to developing a system for the automated monitoring of water and soil loss by erosion.

Keywords: indicators of degradation and recovery, automated monitoring.

## INTRODUÇÃO

O aumento de áreas degradadas em regiões anteriormente produtivas tem sido constatado em diferentes regiões do Brasil. A erosão tem se apresentado sob todas as suas formas (laminar, sulcos e voçorocas) comprometendo a capacidade de produção vegetativa do solo e provocando o assoreamento e a contaminação dos recursos hídricos. Como conseqüências observa-se aumento do êxodo rural, de enchentes e do custo para o tratamento da água, redução da capacidade de geração de energia em reservatórios de usinas hidroelétricas, perda de biodiversidade terrestre e aquática, entre outros impactos negativos.

Buscando conter o avanço desses problemas, profissionais de diferentes áreas do conhecimento vêm se empenhando para desenvolver técnicas de baixo custo. Entretanto, devido à complexidade do assunto, é necessário ampliar a integração de competências da Engenharia Geotécnica, Engenharia Agrônômica, Biologia, Geografia, Engenharia Florestal, entre outras áreas do conhecimento, para que se possam indicar as soluções mais adequadas para os diferentes tipos de solo, clima e nível de degradação existente. Neste sentido, o presente trabalho visa apresentar, de forma sintetizada, ações de pesquisa em tecnologias para recuperação e monitoramento de diferentes ambientes degradados do Estado do Rio de Janeiro em desenvolvimento através de projetos financiados pela FAPERJ, CNPq e Programa Rio Rural.

## RESULTADOS

### **Diagnóstico do nível de degradação do solo**

O nível de degradação do solo pode ser definido a partir de um conjunto de indicadores, tais como: a taxa de cobertura vegetal e/ou de solo exposto, o grau de compactação do solo, a taxa de infiltração de água, o nível de fertilidade natural, a ocorrência de determinadas espécies vegetais e/ou a incidência de cupinzeiros, a ocorrência de processos erosivos, entre outros aspectos. Neste sentido, faz parte dos estudos em andamento selecionar, analisar e interpretar atributos que possam ser utilizados para classificar o estado de degradação das terras com vistas a elaboração de um protocolo para normatizar esses diagnósticos e facilitar o planejamento das ações de recuperação.

### **Ordenamento e dissipação da energia das águas do escoamento superficial (enxurradas)**

Para estabilização de áreas em estágio avançado de erosão, como ravinas, voçorocas e deslizamentos de terra, recomenda-se, inicialmente, conduzir adequadamente as águas provenientes do escoamento superficial na área à montante de forma a reduzir sua velocidade, desviar das áreas erodidas e aumentar sua infiltração. Para isso recomendam-se o terraceamento e canais em desnível com bacias de captação, conjugados com cordões vegetados.

A escolha da melhor técnica a ser utilizada deve levar em consideração características locais, como tipo de solo, declividade do terreno, disponibilidade de máquinas, intensidade das precipitações entre outros fatores.

Para construção dos cordões de vegetação permanente devem ser selecionadas espécies vegetais com as seguintes características: perene, crescimento rápido, não invasora, sistema radicular extenso, resistência a pragas e doenças, adaptada a condições adversas de solo e as condições climáticas do local de implantação, formar barreira densa junto ao solo, além de ter potencial econômico para o produtor. Dessa forma tem-se observado a eficiência dessas práticas mecânicas e o desenvolvimento do capim Vetiver na região do médio vale do Rio Paraíba do Sul (Pinheiral, RJ), na região metropolitana do Rio de Janeiro (Aeroporto do Galeão) e na região serrana fluminense (Nova Friburgo, RJ).

### **Cobertura inicial da área erodida**

Após a realização das práticas mecânicas, recomenda-se a aplicação de restos vegetais para a formação de cobertura morta sobre a superfície erodida aliado ao plantio de leguminosas herbáceas e gramíneas de crescimento rápido que vão dar proteção ao solo exposto em pouco tempo, além de melhorar as características físicas e químicas do solo. Assim, tem sido testada a aplicação de aparas de grama juntamente com leguminosas herbáceas utilizadas para adubação verde.

### **Revegetação das áreas degradadas**

Em toda área erodida a baixa fertilidade do solo predomina e esta característica limita o estabelecimento das plantas, desta forma, o uso de leguminosas fixadoras de nitrogênio, do grupo sucessional das pioneiras, tem sido priorizado juntamente com espécies nativas que apresentam crescimento rápido e maior eficiência nutricional. Também é possível usar na revegetação espécies de interesse econômico, pois em alguns casos, a recuperação da área pode ser associada à formação de sistemas agroflorestais, o que irá depender do grau de degradação da área. Neste sentido, tem sido observado o desenvolvimento de plantas em diferentes ambientes degradados do Estado do Rio de Janeiro: voçorocas (Pinheiral, RJ), taludes de corte no Aeroporto Internacional Antonio Carlos Jobim – Galeão (Rio de Janeiro), e em encosta com deslizamento após o megadesastre da região serrana (Nova Friburgo, RJ). Também tem sido avaliado o desenvolvimento inicial de espécies arbóreas da Mata Atlântica com relação a tolerância a Alumínio e a resposta a Fósforo (Seropédica, RJ). Encontra-se em fase de implantação, experimento para seleção de técnicas para recuperação de mata ciliar e de seleção de espécies arbóreas com potencial para produção de madeira em sistema silvipastoril no município de Itaocara. Nos municípios de Nova Friburgo e Silva Jardim estão sendo implantados sistemas agroflorestais com palmeiras, frutíferas, culturas anuais e leguminosas.

### **Monitoramento**

Têm sido realizadas caracterizações pedológicas e geotécnicas das áreas de estudo, medições de altura, diâmetro e biomassa aérea e radicular das plantas utilizadas para revegetação, assim como coletadas amostras de sedimentos e água para avaliação das perdas por erosão superficial em parcelas modelo Wischmeyer. Foram instalados sensores com vistas ao desenvolvimento de um sistema para o monitoramento automatizado das perdas de solo e água por erosão.

## MANEJO HÍDRICO DAS PRODUÇÕES ANIMAIS

Palhares, J.C.P<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos-SP-Brasil, e-mail: palhares@cnpseembrapa.br

**RESUMO** - A maior parte dos estudos relacionando agropecuária e recursos hídricos concentram-se no uso da água pela irrigação. Os que relacionam pecuária e manejo hídrico são incipientes no Brasil. As atividades pecuárias têm como manejo ambiental vigente o uso dos resíduos como fertilizante, portanto, caracteriza-se como uma fonte de poluição difusa. A utilização de tecnologias de tratamento de resíduos e efluentes ainda é muito pouco observada nas propriedades. O objetivo deste artigo é apresentar estudos nas áreas de manejo hídrico das produções animais e de microbacias hidrográficas. Os desafios científicos ao tema pecuária e recursos hídricos são: internalizar a temática na comunidade científica brasileira; desenvolver estudos avaliando a pecuária, o uso do solo e a qualidade das águas; estabelecer métodos para o rastreamento de fontes de poluição difusa; validar indicadores de desempenho hídrico e ambiental para a pecuária.

Palavras Chave- água, monitoramento, resíduos de animais.

**ABSTRACT** - Studies linking agriculture and water resources are concentrated in the use of water for irrigation. The linking livestock/water management are insufficient in Brazil. Animal operations have the use of waste as fertilizer with their environmental management. It is characterized as a source of diffuse pollution. The use of treatment technologies to wastes and effluents are rarely observed in the Brazilian farms. The aim of this paper is to present studies in livestock and water management in farms and watersheds. The scientific challenges to the theme are: internalize it in Brazilian scientific community; develop studies evaluating livestock, land use and water quality; establish methods to identify diffuse pollution; validate indicators to evaluate water management and environment in animal agriculture.

Keywords: animal wastes, monitoring, water.

A seguir apresentasse estudos relacionados ao manejo hídrico em atividades pecuárias e monitoramento da qualidade da água de consumo de humanos, animais e de rios. Os estudos foram desenvolvidos na região de Concórdia, Meio Oeste Catarinense.

### **Monitoramento da qualidade da água de bebida dos humanos e dos animais em propriedades rurais de uma microbacia no município de Concórdia-SC**

O monitoramento foi realizado em sete propriedades localizadas na comunidade de Barra Bonita, interior do município de Concórdia. Considerando a origem da água para os humanos, duas propriedades consumiam esta de fontes, quatro de poços e em uma propriedade a origem era uma sanga (pequeno córrego). A água para os animais era proveniente de: fontes, em seis propriedades e na restante era de sanga. O monitoramento foi realizado no período de novembro de 2003 a novembro de 2004. O valor médio de pH variou de 5,76 a 10,07 para as águas de consumo humano e de 5,94 a 7,53 para as águas de consumo animal. Como a predominância das águas para consumo humano era de poços, e estas, naturalmente, apresentam baixas concentrações de oxigênio, os resultados obtidos eram esperados. O maior valor médio monitorado foi de 7,61 mg/L e o menor de 3,14 mg/L. A águas de consumo dos animais eram predominantemente de fontes, e os valores do gás mantiveram-se em concentrações que demonstram uma boa qualidade destas águas. A concentração média máxima encontrada foi de 9,17 mg/L e a mínima de 3,73 mg/L. Os valores médios de condutividade elétrica mínimos, em ambas as águas, foi de 0,06  $\mu$ S/cm. O máximo para as águas de consumo humano foi de 0,29  $\mu$ S/cm e para o animal de 0,20  $\mu$ S/cm.

### **Diagnóstico das fontes hídricas e qualidade das águas de dessedentação de animais no distrito de Tamanduá-SC**

O diagnóstico foi realizado em quinze propriedades localizadas no Distrito de Tamanduá, interior do município de Concórdia. As análises de qualidade das águas foram feitas utilizando-se um kit para análises a campo da empresa Alfakit (EcoKit) no qual as análises colorimétricas são realizadas por comparação visual com o auxílio de cartelas e as análises volumétricas são feitas por contagem de gotas. Os seguintes parâmetros químicos foram analisados: oxigênio dissolvido, pH, cloreto, amônia e fosfato. Somente as fontes de água destinadas ao consumo animal foram analisadas. O cloreto das águas variou de 20 mg/L a 50 mg/L, sendo a mediana de 30 mg/L. Portanto, em nenhuma das análises este parâmetro ultrapassou o limite legal para águas destinadas a dessedentação animal que é de 250 mg/L. As concentrações de fosfato variaram de 0,0 a 0,25 mg/L. A presença deste elemento foi maior nas águas originadas de fontes (nascentes) do que da originada de poços. Em todas as análises os valores de pH situaram-se entre 6,0 e 7,0, conforme o recomendado para a dessedentação de animais. As concentrações de oxigênio dissolvido apresentaram valores entre 5,0 mg/L e 9,0 mg/L, ambos acima do limite mínimo para Classe 3 que é de 4,0 mg/L. As concentrações de amônia variaram de 0,0 a 1,0 mg/L.

### **Monitoramento da qualidade da água de uma microbacia caracterizada pelo uso dos resíduos animais como fertilizante**

O monitoramento ocorreu na microbacia hidrográfica do Lajeado Dente de Ouro, localizada no município de Concórdia. Quinzenalmente, oito pontos da microbacia foram monitorados durante seis meses a partir de junho de 2004. Os parâmetros de qualidade da água analisados foram: Amônia, Nitrato Fósforo Total, Coliformes Totais, Coliformes Fecais e *Escherichia coli*. Pôde-se estabelecer uma relação direta do manejo dos solos e de adubação com a qualidade microbiológica das águas superficiais, concluindo-se que as práticas de conservação dos solos estão sendo mal conduzidas, aliado ao fato de uma excessiva disposição de resíduos como fertilizante, fazendo com que o excesso chegue as águas. A ausência de mata ciliar, na maior parte da microbacia, é um facilitador para que os resíduos alcancem os corpos de água. Somente em uma amostragem observou-se ausência de *E. coli*. A maior concentração foi de 160 UFC/ml. As concentrações de amônia variaram de 0,004 mg/L a 2,86 mg/L. As concentrações de nitrato mantiveram-se abaixo do padrão legal em todas as coletas. Altas concentrações foram detectadas no Ponto 1 (nascente) a qual deveria ser uma água com concentrações mais baixas. Isto pode não ter ocorrido devido ao fato da nascente servir como um bebedouro para bovinos e estar localizada no meio de uma pastagem, sem proteção de vegetação.

## **O monitoramento da qualidade da água no âmbito do Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) do Alto Uruguai Catarinense**

O objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho do Termo de Ajustamento de Conduta da Suinocultura (TAC) do Alto Uruguai Catarinense na melhoria da qualidade da água da microbacia do rio Pinhal Rio, localizada no município de Concórdia, Meio-Oeste de Santa Catarina. Foram monitorados oito pontos do rio e seus afluentes pelo período de três anos (2006-2009). As concentrações médias anuais de Sólidos Totais Dissolvidos (STD) foram: 130,2 mg/L, 137,0 mg/L, e 99,8 mg/L. A Turbidez acompanhou a tendência das concentrações de STD. As concentrações de nitrato e fósforo total diminuíram de 2006 a 2009; nitrato de 1,81 mg/L NO<sub>3</sub>-N para 1,54 mg NO<sub>3</sub>-N; fósforo total de 0,29 mg/L para 0,10 mg/L, respectivamente. As mesmas tendências foram observadas para Coliformes fecais e *E. coli*. As práticas ambientais consideradas no TAC melhoraram a qualidade da água ao longo dos anos. A prática que mais contribuiu para essa melhora foi a recuperação das matas ciliares, ocorrida a partir do segundo ano de monitoramento. No entanto, o rio Pinhal ainda apresentou problemas de qualidade relacionados com a concentração de fósforo total e a presença de coliformes e *Salmonella*. A mudança das práticas vigentes de uso dos resíduos animais como fertilizante, considerando para este uso as características físicas e químicas dos solos e a quantidade de nutrientes nos resíduos, bem como a recomendação agrícola das culturas, devem ser internalizadas por todos os produtores.

## **Qualidade microbiológica da água de uma cisterna utilizada na dessedentação de animais**

O estudo foi realizado de novembro de 2008 a fevereiro de 2010. A coleta da água da chuva era feita em uma superfície de 621 m<sup>2</sup>, área relativa a duas instalações cobertas com telha de fibrocimento. A captação da água era feita por sistema de calhas de alumínio, que ficavam junto ao beiral das instalações e canos de PVC que conduziam a água até o sistema de filtragem. O sistema de filtragem era composto de três caixas de fibra. A primeira continha rocha tipo basalto e as demais brita tipo 2. A cisterna tinha capacidade de 500 m<sup>3</sup>. Era do tipo enterrada, revestida com manta de polietileno e coberta com estrutura metálica e lona, evitando assim a entrada de insetos e sujeira. O produtor realizava o descarte inicial da chuva. A água descartada passava pelos filtros antes da eliminação. A propriedade utilizava a água da cisterna para dessedentação de bovinos de corte e suínos em crescimento/terminação. Não havia sistema de cloração da água. O monitoramento microbiológico da qualidade da água foi realizado mensalmente. As amostras de água foram coletadas na superfície e fundo da cisterna. Analisou-se o número de Coliformes Totais (CT), Coliformes Fecais (CF) e *Escherichia coli* (Ec) em UFC/ml. As amostras de água apresentaram padrão aceitável para o consumo animal, exceto para presença de *E. coli* em quatro meses no ponto superficial e dois meses no ponto de fundo. As prováveis causas do aumento significativo de Coliformes no sistema nos meses de Outubro/09 e Novembro/09 podem estar relacionadas com o elevado volume de chuvas, o que pode ter exercido uma sobrecarga no sistema de filtragem. Os filtros estavam dispostos no mesmo nível não permitindo o escoamento total da água o que propiciava o acúmulo de água no fundo destes. Portanto, com a maior pluviosidade a água acumulada no fundo dos filtros pode ter sido carregada para cisterna. Constata-se que o manejo realizado pelo produtor apresentava algumas falhas, as quais contribuíram para a contaminação da água da cisterna. Os Coliformes podem ser eliminados da água pelo uso de um sistema de cloração na saída da cisterna. Recomenda-se que as práticas de limpeza e desinfecção dos sistemas de captação, condução e filtragem da água sejam realizadas de acordo com o recomendado para que a água seja conservada em qualidade adequada.

## **Rede de Monitoramento Participativo da Qualidade das Águas Superficiais na Região de Abrangência do Termo de Ajustamento de Conduta da Suinocultura AMAUC/Consórcio Lambari**

Quinze municípios aceitaram o convite para participar da Rede. O trabalho propiciou em dez meses de monitoramento, dezesseis rios tendo suas águas analisadas, totalizando 64 pontos de coleta. Em cada um desses pontos, análises de oxigênio dissolvido, temperatura, cloretos, fosfato amônia e pH foram realizadas mensalmente, com isso dispôs-se de 3.840 resultados de análise da qualidade da água. Como resultados da Rede destacam-se: geração de informações sobre parâmetros físicos e químicos de qualidade das águas superficiais, esta ação iniciou em março de 2007, para maioria dos municípios e estendeu-se até agosto de 2008; redação de duas apostilas que reúnem os conhecimentos técnicos para se estabelecer uma Rede de monitoramento participativo, as principais características que um rio deve ter para ser passível

de monitoramento, como escolher os pontos de coleta neste e como interpretar os dados referentes a qualidade das águas superficiais; publicação do jornal eletrônico (H<sub>2</sub>O Notícias) que era distribuído mensalmente por via eletrônica a todos os interessados; publicações técnicas e científicas e entrevistas na mídia regional.

## **MODELO DE CORRELAÇÃO E SISTEMA DE MONITORAMENTO E ALERTA DE INUNDAÇÕES E SECAS NO PANTANAL**

Carlos Roberto Padovani<sup>1</sup>, Carlos Alberto Vettorazzi<sup>2</sup>, Carlos Tadeu dos Santos Dias<sup>2</sup>, Yosio Edemir Shimabukuro<sup>3</sup>  
<sup>1</sup> EMBRAPA Pantanal Caixa Postal 109 – 79.320-900 – Corumbá - MS, Brasil. Doutorando em Ecologia Aplicada pelo CENA/ESALQ/USP, guara@cpap.embrapa.br. <sup>2</sup> Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP, Caixa Postal 09 – 13418-900 - Piracicaba - SP, Brasil, cavettor@esalq.usp.br, ctsdias@esalq.usp.br. <sup>3</sup> Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, Caixa Postal 515 - 12245-970 - São José dos Campos - SP, Brasil, yosio@dsr.inpe.br

**ABSTRACT** - In the Pantanal wetland the periodic floods and droughts determine the distribution and abundance of the wildlife, vegetation and ecological processes. The cattle ranching and fisheries, the main economic activities, are extremely influenced and dependent of the flood and droughts regimes. The aim of this work is to propose correlation models between hydrological variables for monitoring and alert system (MAS) of floods and droughts to the Pantanal for a better management, conservation and decision making in case of extreme events. It was subject of analysis ten years time series from 2000 to 2009 of estimated satellite precipitation, river stages and flood mapping derived from MODIS surface reflectance bands processed by the un-mixing spectral model. These are the main hydrological compartments and its relationships was determined by previous knowledge of the region and statistical models of correlation, based on the hydrological processes from upstream to downstream water flux. The power and time lag of the relationships between each hydrological compartments was determined. These data, relationships and flood maps was organized in a data bank of a monitoring and alert system of the Pantanal region (SISMONPAN). This MAS will be available at the Internet that allows any stakeholder to simulate possible scenarios of floods and droughts based in the predetermined relationships of upstream to downstream water flux and based in previous events stored in the data bank.

Palavras-chave: sensoriamento remoto, monitoramento, hidrologia.

Keywords: remote sensing, monitoring hydrology

### **INTRODUÇÃO**

No Pantanal, a pecuária extensiva e a pesca são as principais atividades econômicas, conduzidas em estrita relação com o ambiente natural e, portanto, extremamente dependentes dele. A sazonalidade das inundações condiciona a produção de peixes e demais organismos aquáticos, além de influenciar a produção pecuária e na distribuição e abundância da vegetação e da fauna terrestres.

O agronegócio da pesca e da pecuária tem sido conduzido em base empírica, em função da não utilização de instrumentos tecnológicos que permitam um maior entendimento da dinâmica das inundações. O uso de tecnologias de geoprocessamento permite uma abordagem sinóptica, adequada a áreas extensas e de difícil acesso, como o Pantanal. Nesse contexto, o sensor de resolução moderada MODIS apresenta-se como um instrumento de alto potencial na avaliação da dinâmica da inundação do Pantanal.

Estudos recentes têm testado a viabilidade do uso dos índices de vegetação NDVI e EVI das imagens MODIS, na detecção das áreas alagadas do Pantanal, usando diferentes metodologias (PARDI LA CRUZ e SOUZA JÚNIOR, 2007; GOLTZ et al., 2007; SANTOS et al., 2009; ADAMI et al., 2008).

A partir de imagens do sensor TM/Landsat-5, imagens fração do modelo de mistura espectral foram testados com sucesso no Pantanal (SHIMABUKURO et al. 1998), mostrando que a fração sobre ou água ocorreu em maior proporção nas áreas inundadas, indicando o potencial das imagens fração água para a detecção das áreas inundadas no Pantanal.

Padovani et al, 2009, concluíram que a série temporal das imagens de reflectância do sensor MODIS e o emprego do Modelo Linear de Mistura Espectral, utilizando a fração água, mostraram-se muito úteis no mapeamento e na caracterização da dinâmica das inundações da região sul do Pantanal, podendo ser usados para o monitoramento quantitativo das inundações de todo o Pantanal.

As inundações periódicas são naturais do Pantanal. Porém, nas últimas décadas o Pantanal vem sofrendo alterações no ciclo hidrológico devido às mudanças ou variabilidade climáticas e práticas inadequadas de uso do solo no planalto adjacente. Somado a essas alterações no meio físico, ocupações humanas impróprias em áreas sujeitas à inundação vem ocorrendo nos últimos anos, devido a fatores sociais, econômicos e à falta de planejamento e controle.

Esses problemas se agravam a cada dia, aumentando as chances de desastres no futuro próximo. Problemas recentes de famílias ribeirinhas, desabrigadas pelas inundações, tem sido noticiados pela imprensa local (CAPITAL DO PANTANAL, 12/05/2006 e 30/05/2007). Ameaça de morte massiva de gado levando a grandes prejuízos econômicos preocupa todos os anos a pecuária, principal atividade econômica da região (CAPITAL DO PANTANAL, 08/03/2007 e 04/04/2007).

Apesar da importância do conhecimento da dinâmica da inundação para o Pantanal, esse processo ainda não é bem compreendido. Isso se deve, principalmente, à falta do emprego de métodos de análise e tecnologias que permitam caracterizar e monitorar de forma contínua o ambiente, além de permitir que se façam cenários e previsões do comportamento do sistema como um todo.

Este trabalho teve como objetivo mapear as inundações do Pantanal e estabelecer os relacionamentos entre seus compartimentos hidrológicos, a partir de modelos de correlação, a fim de propor a implantação um sistema de monitoramento e alerta de inundações e secas.

## METODOLOGIA DE TRABALHO

A área de que se trata este estudo é o Pantanal, localizado na bacia do alto rio Paraguai (BAP), entre as latitudes 14°S e 23°S e as longitudes 53°W e -61°W, envolvendo os países Brasil, Bolívia e Paraguai (Figura 1).

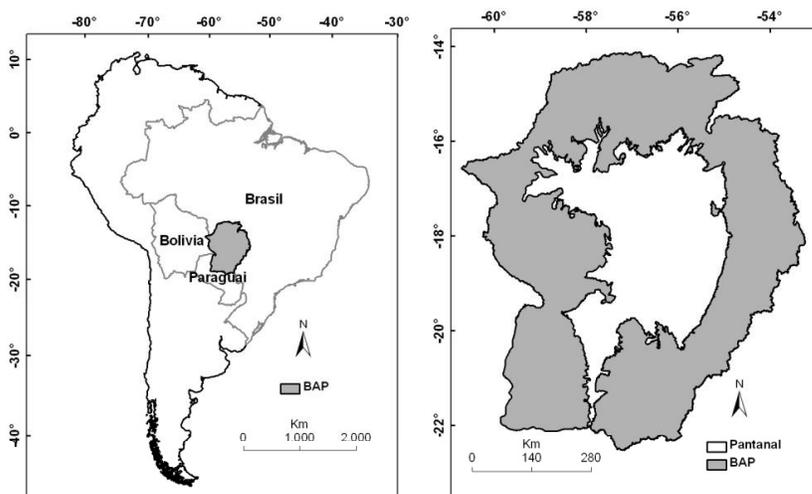


Figura 1. Localização da bacia do alto rio Paraguai (BAP) no Brasil, Bolívia e Paraguai, na América do Sul e o limite do Pantanal dentro da bacia do alto Paraguai

As imagens de reflectância, bandas do azul, vermelho, infravermelho próximo e infravermelho médio foram pré-processadas seguindo os seguintes passos:

- 1 - Foram adquiridas do portal EOS Data Gateway, NASA (2008), imagens compostas MOD13Q1;
- 2 - As imagens dos *tiles* H12V10 e H12V11 dos anos de 2000 a 2009, totalizando 227 imagens, foram recortadas para a área de estudo, convertidas para o formato TIFF e reprojctadas, usando o software MRT (MODIS Reprojection Tool – disponível em: <http://lpdaac2.usgs.gov/landdaac/tools/modis/index.asp>). Optou-se por adotar a referência espacial das imagens em projeção UTM, WGS84,
- 3 - Foi feita a conversão de resolução radiométrica de 16 bits para 8 bits usando o software ConvGeoTif (ARAI et al., 2005).
- 4 - Coleta de pixels puros, para aplicação do Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME) SHIMABUKURO et AL., 1998;
- 5 - Fatiamento de histograma das imagens fração água, classes “inundado” e “não-inundado”;
- 6 - Conversão do formato matricial (raster) para o formato vetorial;
- 7 - Cálculo de área para cada data

Os valores de reflectância de cada banda, e para cada *endmember* do MLME, foram obtidos como pixels puros a partir da imagem de 25 de maio de 2007. Para a pré-seleção dos pixels puros foram obtidos os maiores valores do produto EVI, da banda do infravermelho médio (MIR) e da banda do azul, para os *endmembers* vegetação, solo e água, respectivamente, juntamente com a imagem de qualidade “*Pixel reliability*”. As curvas espectrais obtidas para cada *endmember* combinam com as curvas espectrais padrão, esperadas para os *endmembers* vegetação (Ponzoni, 2001), solo (Netto, 2001) e água (Novo, 2001), para as bandas de reflectância do azul, vermelho, NIR e MIR.

Os dados de nível dos rios para estações fluviométricas foram obtidos a partir da Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais. (CPRM) do Rio de Janeiro, que originalmente fazem parte do banco de dados Hydroweb da Agencia Nacional de Águas (ANA) disponível em <http://hidroweb.ana.gov.br/>. Esses dados foram convertidos de uma periodicidade diária para quinzenal, para coincidir com a periodicidade das imagens MODIS.

Os dados de precipitação acumulada foram obtidos a partir do Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) Online Visualization and Analysis System, disponível em: [http://gdata1.sci.gsfc.nasa.gov/daac-bin/G3/gui.cgi?instance\\_id=TRMM\\_3B42\\_Daily](http://gdata1.sci.gsfc.nasa.gov/daac-bin/G3/gui.cgi?instance_id=TRMM_3B42_Daily). Esses dados são para uma grade regular global de 0,25° por 0,25°, aproximadamente 27 Km por 27 Km de precipitação acumulada estimada a partir de sensores orbitais

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema de monitoramento e alerta de inundações e secas do Pantanal – SISMONPAN se baseia nas correlações entre os eventos de chuva nas bacias do planalto, nível dos rios no planalto e Pantanal e suas respectivas áreas inundadas no Pantanal. As relações de causa e efeito propostas para essas três variáveis, precipitação média nas bacias à montante, nível dos rios e áreas inundadas são:

- 1 - precipitação média na bacia à montante, no planalto, com nível do rio no exutório dessa bacia;
- 2 - precipitação média na bacia à montante, no planalto, com a área inundada dessa mesma bacia à jusante, no Pantanal;
- 3 – nível do rio à montante com nível do rio à jusante;
- 4 - nível do rio à montante com área inundada à jusante, e
- 5 - área inundada à montante com área inundada à jusante.

Essa abordagem amplia a cobertura espacial e potencial de estimativas de cenários possíveis. O nível ou a força de relacionamento entre as variáveis e o tempo de resposta, são os aspectos principais das estimativas.

As figuras 2 e 3 mostram exemplos de correlações e tempo de defasagem montante – jusante para a bacia hidrográfica do rio São Lourenço.

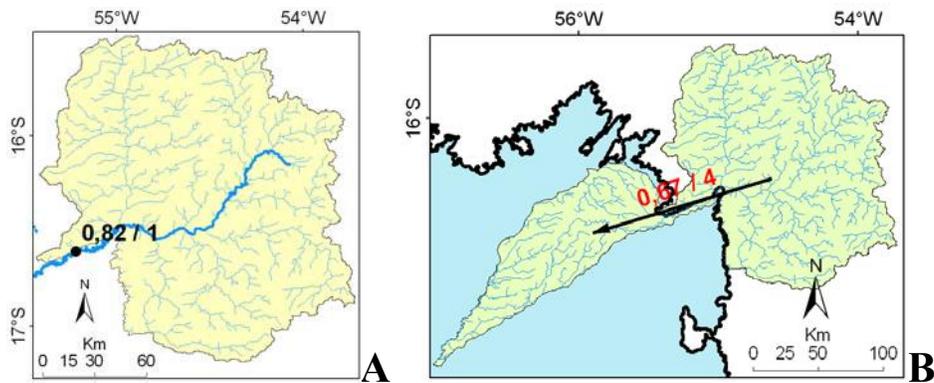


Figura 2. A - Coeficiente de correlação / tempo de defasagem em quinzenas de 0,82 / 1 entre a chuva acumulada média na bacia no planalto e o nível do rio no exutório da bacia do rio São Lourenço. B - Coeficiente de correlação / tempo de defasagem em quinzenas de 0,67/4 entre a chuva acumulada média na bacia no planalto e a área inundada no Pantanal para bacia do rio São Lourenço.

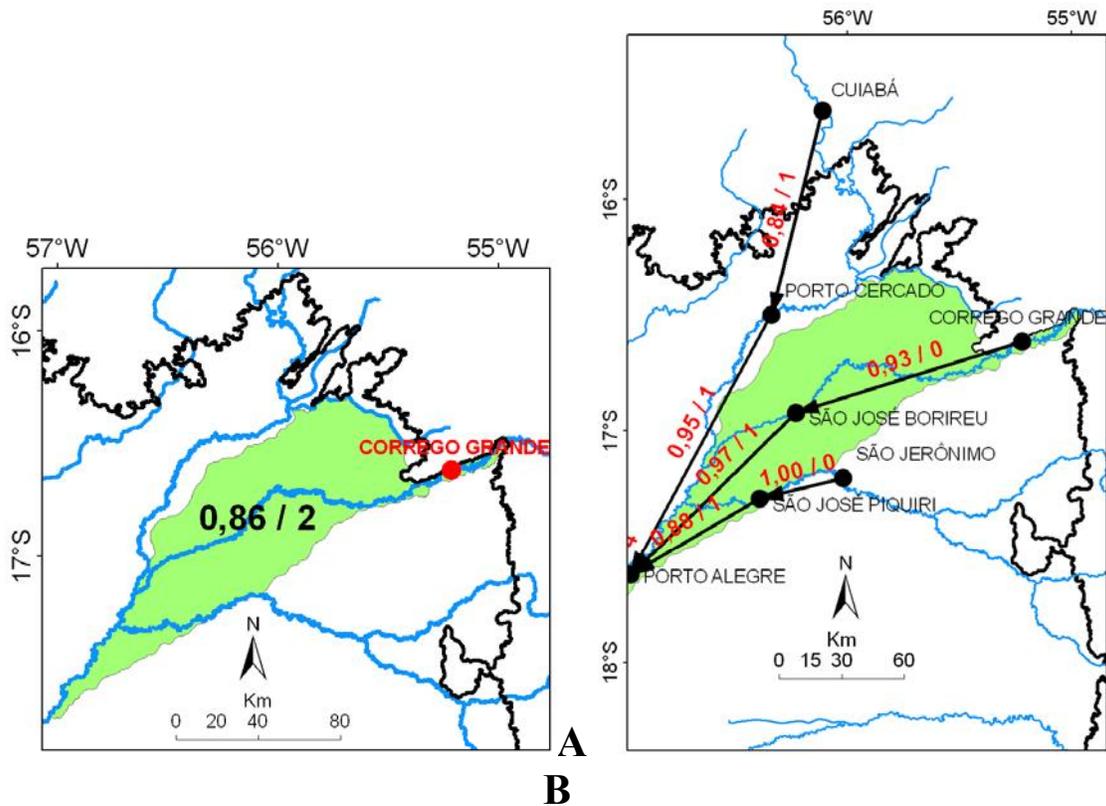


Figura 3. A - Coeficiente de correlação / tempo de defasagem em quinzenas de 0,86 / 2 entre o nível do rio na entrada do Pantanal (estação Córrego Grande) e a área inundada no Pantanal para a porção da bacia do rio São Lourenço no Pantanal. B - Coeficientes de correlação / tempos de defasagem em quinzenas entre níveis do rio São Lourenço e de outros rios vizinhos.

O Sistema de Monitoramento e Alerta de Inundações e Secas do Pantanal - SISMONPAN está sendo concebido com a seguinte estrutura:

## **1. Aquisição dos dados**

- Imagens MODIS ou outras imagens
- Precipitação por satélite (TRMM)
- Nível dos rios

## **2. Processamento**

- Mapeamento das áreas inundadas
- Recorte por sub-regiões
- Cálculo de área
- Periodização dos dados de precipitação e nível (diários para quinzenais)
- Cálculo de médias de precipitação por bacia

## **3. Análises**

- Análises estatísticas dos dados
- Atualização dos modelos de correlação

## **4. Atualização do banco de dados**

- Atualização quinzenal dos registros do banco de dados
- Inclusão ou exclusão de variáveis

## **5. Arquitetura computacional**

## **6. Interação com os usuários**

- Interface da página na internet
- Interação institucional (contatos com representantes de classe)

## **7. Comunicação e alertas**

- Página na Internet
- Emails
- Principais meios de comunicação (TV, rádio (programa Alô Pantanal))

## **8. Recepção do retorno da sociedade (feedback)**

- Informações sobre a qualidade dos mapeamentos (validação)
- Informações sobre a facilidade de obtenção e entendimento das informações

## **9. Atendimento de novas demandas**

- Incorporação de novas demandas
- Alteração do sistema

O SISMONPAN não está sendo concebido como um modelo de previsão, mas como um sistema de monitoramento e alerta de inundações e secas que pode utilizar as informações provenientes de modelos de previsão para apresentar cenários de área alagada e seu mapeamento já ocorridos em eventos semelhantes. O sistema desenvolverá modelos de correlação e disponibilizará informação sobre possíveis cenários de onde, ou em que áreas, podem ocorrer inundações, baseado em eventos passados, presentes no seu banco de dados e de mapas.

## **CONCLUSÕES**

Foram apresentados o modelo de correlação entre variáveis hidrológicas e as bases de um sistema de monitoramento e alerta de inundações e secas para o Pantanal (SISMONPAN) que possibilita agregar informação espacial aos modelos de previsão de nível dos rios em operação permite a estimativa de cenários e amplia as possibilidades de previsão de inundações e secas no Pantanal.

## RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se além dos modelos de correlação, sejam testados e aplicados modelos de chuva-vazão para aperfeiçoar a relação entre o aporte de chuva nas bacias no planalto e a entrada de água no Pantanal.

Recomenda-se também aperfeiçoar os modelos de elevação do terreno utilizando imagens ASTER, para aplicação de modelos hidrológicos de planície de inundação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMI, M. ; FREITAS, R.M. de ; PADOVANI, C.R. ; SHIMABUKURO, Y.E. ; MOREIRA, ALVES M. Estudo da dinâmica espaço-temporal do bioma Pantanal por meio de imagens MODIS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, p. 1371-1378, 2008.

ARAI, E; FREITAS, R.M.; ANDERSON, L.O.; SHIMABUKURO, Y.E Análise radiométrica de imagens MOD09 em 16 bits e 8 bits. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12. **Anais...** Goiânia: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2005. p. 3983-3990.

CAPITAL DO PANTANAL. **Cheia: Ação conjunta atende famílias ribeirinhas.** Disponível em: <[http://www.capitaldopantanal.com.br/index.php?sPagina=cpt002\\_noticia&iNoticia=6371&sCanal=](http://www.capitaldopantanal.com.br/index.php?sPagina=cpt002_noticia&iNoticia=6371&sCanal=)> Acesso em: 25 de ag. 2007.

CAPITAL DO PANTANAL. **Cheia pode matar 140 mil bovinos no Pantanal.** Disponível em: <[http://www.capitaldopantanal.com.br/index.php?sPagina=cpt002\\_noticia&iNoticia=21254&sCanal=](http://www.capitaldopantanal.com.br/index.php?sPagina=cpt002_noticia&iNoticia=21254&sCanal=)> Acesso em: 25 de ag. 2007.

CAPITAL DO PANTANAL. **Cheia: Pesquisador diz que prejuízos chegam a R\$ 120 mi.** Disponível em: <[http://www.capitaldopantanal.com.br/index.php?sPagina=cpt002\\_noticia&iNoticia=22433&sCanal=](http://www.capitaldopantanal.com.br/index.php?sPagina=cpt002_noticia&iNoticia=22433&sCanal=)> Acesso em: 25 de ag. 2007.

CAPITAL DO PANTANAL. **Defesa Civil cadastra colonos prejudicados pela cheia.** Disponível em: <[http://www.capitaldopantanal.com.br/index.php?sPagina=cpt002\\_noticia&iNoticia=25086&sCanal=](http://www.capitaldopantanal.com.br/index.php?sPagina=cpt002_noticia&iNoticia=25086&sCanal=)> Acesso em: 25 de ag. 2007.

GOLTZ, E. ; BRANDÃO, D.; TOMÁS, L.; MANTELLI, L.R. ; ADAMI, M.; SHIMABUKURO, Y.E.; FORMAGGIO, A.R.. Utilização de índices espectrais de vegetação do sensor modis na determinação de áreas suscetíveis a alagamento no Pantanal Sulmatogrossense. RBC. **Revista Brasileira De Cartografia**, Rio de Janeiro, v. 59, p. 35-44, 2007.

NASA. National Aeronautics and Space Administration. Monthly TRMM and other data sources rainfall estimate. Disponível em: <[http://disc2.nascom.nasa.gov/Giovanni/tovas/TRMM\\_V6.3B43.shtml](http://disc2.nascom.nasa.gov/Giovanni/tovas/TRMM_V6.3B43.shtml)>. Acesso em: 15 set. 2008.

NETTO, J.S.M. Comportamento espectral dos solos. In: MENESES, P.R. ; NETTO, J.S.M. (Org.). **Sensoriamento remoto - Reflectância dos alvos naturais.** Brasília, DF; UnB, Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 2001. cap. 4, p. 127-154.

NOVO, E.M.L.M. Comportamento espectral da água. In: MENESES, P.R. ; NETTO, J.S.M. (Org.). **Sensoriamento remoto - Reflectância dos alvos naturais.** Brasília, DF; UnB, Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 2001. p. 203-222.

PADOVANI, C.R.; VETTORAZZI, C.A.; SHIMABUKURO, Y.E.; ADAMI, M. ; FREITAS, R.M. Estudo das inundações do Pantanal a partir de imagens MODIS. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO - SBSR, 14., 2009. NATAL. **Anais...** NPE, 2009. 8p.

PARDI LACRUZ, M.S.; SOUSA JUNIOR, M.A. Uso de séries temporais EVI/MODIS e Análise harmônica para o estudo da bacia do Rio Taquari. RBC. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, v. 59, n.1, p. 9-15, 2007.

PONZONI, F.J. Comportamento espectral da vegetação. In: MENESES, P.R. ; NETTO, J.S.M. (Org.). **Sensoriamento remoto - Reflectância dos alvos naturais.** Brasília, DF; UnB, Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 2001. p. 157-199.

SANTOS, J.S.; PEREIRA, G.; SHIMABUKURO, Y.E.; RUDORFF, B.F.T. Identificação de áreas alagadas no Bioma Pantanal - Brasil - utilizando dados multitemporais TERRA/MODIS. **Geografia**, Rio Claro, v. 34, p. 755-756, 2009.

SHIMABUKURO, Y.E.; NOVO, E.M.; PONZONI, F.J. Índice de vegetação e modelo de mistura espectral no monitoramento do Pantanal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, p. 1729-1737, 1998.

## MUDANÇAS CLIMÁTICAS E ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO DO MELOEIRO

Gondim, R. S.\*<sup>1</sup>; Evangelista, S. R. M.<sup>2</sup>; Maia, A. de H. N.<sup>3</sup>; Duarte, A. de S.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE-Brasil, e-mail: rubens.gondim@embrapa.br. <sup>2</sup>Pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária, Campinas-SP-Brasil, e-mail: silvio@cnptia.embrapa.br. <sup>3</sup>Pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP-Brasil, e-mail: ahmaia@cnpma.embrapa.br. <sup>4</sup>Bolsista de Iniciação Científica do CNPq na Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE-Brasil, e-mail: arybergduarte@gmail.com

**RESUMO** - O objetivo deste trabalho foi avaliar os impactos das mudanças climáticas na demanda de água para irrigação, na região do Jaguaribe/Apodi, localizada no entre os Estados do Ceará e Rio Grande do Norte. Foi empregado o modelo regional Eta-CPTEC/HadCM3 submetido ao método de redução de escala. Foi utilizado um conjunto da climatologia de base do modelo de 1961 a 1990 e das projeções climáticas futuras, após correção de viés. As coordenadas geográficas da região em estudo foram consideradas, a fim de serem interpoladas num sistema de informação geográfica. As mudanças climáticas afetaram a demanda projetada de água para irrigação, com alterações projetadas de evapotranspiração (variando de 28,4% a 33,4%), apesar de aumento na precipitação pluvial (61,9 a 89,9%). A elevação da necessidade hídrica bruta média anual está projetada em 37,5% a 78,2%, para o período de 2031 a 2060, conforme a conforme a época de plantio.

Palavras-Chave: evapotranspiração, SIG, irrigação, *Cucumis melo* L.

### CLIMATE CHANGE AND IRRIGATION WATER NEEDS OF MELON CROPS

**ABSTRACT** - The aim of this study was to assess climate change impacts on irrigation water needs. The Eta/CPTEC/HadCM3 regional model submitted to downscaling techniques was used at the Jaguaribe/Apodi region localized between Ceará and Rio Grande do Norte northern border. A climate data set has been generated for 1961 to 1990 (baseline) and for future climate projections after bias correction. The regional geographical coordinates were considered for interpolation in a georeferenced coordinated system. Climate change impacted on projected irrigation water needs, according to the projected increases on evapotranspiration (28.4% to 33.4%), even though rainfall increases (61.9 to 89.9%). An increase of the 2031 to 2060 annual average irrigation water needs is projected to be 37.5% to 78.2%, according to the planting date.

Keywords: evapotranspiration, GIS, *Cucumis melo* L.

## INTRODUÇÃO

Em estudo com o sistema integrado de modelagem regional PRECIS (“Providing Regional Climates for Impacts Studies”), versão 1.2 (Jones et al., 2004), utilizando as condições de contorno do Modelo Climático Regional HadRM3P (Alves & Marengo, 2010), na bacia do Jaguaribe, Gondim et al. (2008) identificaram que as mudanças climáticas, afetam a demanda de água para a agricultura irrigada, a qual depende de como a evapotranspiração, precipitação e interações entre as duas variáveis irão se comportar. Adicionalmente, concluíram que a agricultura irrigada da região estudada pode tornar-se mais intensa em demanda de água, uma vez que o modelo utilizado projetou aumento nas necessidades de água para irrigação, resultante da combinação de tendências de aumento na evapotranspiração e redução na precipitação, mesmo sem considerar o aumento das áreas irrigadas. O objetivo deste trabalho foi avaliar os impactos das mudanças climáticas na demanda de água para irrigação do meloeiro na região do Jaguaribe/Apodí, localizada entre os Estados do Ceará e Rio Grande do Norte, considerando as projeções de mudanças climáticas regionalizadas pelo modelo ETA-CPTEC/HadCM3, recentemente, em uso no Brasil.

A área do estudo foi delimitada entre 4°20'30" e 5°30'00"S e 37°05'00" e 38°30'00"W, com superfície de 8.954 km<sup>2</sup>. O trabalho incluiu 11 municípios, sendo 4 do Estado do Rio Grande do Norte (Tibau, Mossoró, Baraúna e Grossos) e 7 do Estado do Ceará (Aracati, Icapuí, Limoeiro do Norte, Quixeré, Jaguaruana, Russas e Itaiçaba). Foi utilizado o modelo regional Eta acoplado ao modelo global HadCM3, referido aqui como Eta-CPTEC/HadCM3, o qual foi implementado no Brasil pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Tal combinação de modelos é conhecida como redução dinâmica de escala que provê considerável melhoria de resolução das projeções para estudos de mudanças climáticas. O horizonte temporal para avaliação dos impactos das mudanças climáticas considerado foi o período de 2031 a 2060, em relação à climatologia de base do modelo (1961 a 1990). As projeções foram interpoladas, utilizando-se a técnica geoestatística de krigagem ordinária associada a um Sistema de Informação Geográfica para elaboração de mapas temáticos. (Silva et al., 2007; Díaz et al., 2007).

Apesar do incremento na precipitação, a demanda de irrigação projetada indica aumentos de 78,2%, 37,5% e 57,5% para as épocas de plantio julho (I), agosto (II) e setembro (III), o que corresponde a mudanças na demanda de água de 1,9; 2,6 e 2,4 mm dia<sup>-1</sup> para 3,4; 3,6 e 3,7 mm dia<sup>-1</sup>, respectivamente. Apesar dos aumentos projetados para precipitação, isso não influencia na demanda hídrica, pois essas alterações ocorrem no período chuvoso (chuvas concentradas no período de fevereiro a maio) sem alterar o padrão de ausência de chuva durante o período de plantio do meloeiro, (julho a setembro). As mudanças climáticas, conforme o modelo, cenário e tratamentos utilizados, projetam aumento da demanda de água para irrigação da cultura do meloeiro para todas as datas de plantio, mesmo projetando-se aumento na precipitação anual, a qual se concentra nos meses tradicionalmente chuvosos, não aliviando o déficit hídrico da estação seca.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES L.M.; MARENGO, J. A. Assessment of regional seasonal predictability using the PRECIS regional climate modeling system over South America. *Theoretical and Applied Climatology*, v. 100, n. 3-4, p. 337-350, 2010.
- DÍAZ, J.A.R.; WEATHERHEAD, E.K.; KNOX, J.W.; CAMACHO, E. Climate change impacts on irrigation water requirements in the Guadalquivir river basin in Spain. *Regional Environmental Change*, v. 7, n. 3, p. 149-159, 2007.
- GONDIM, R.S.; CASTRO, M. A. H. de; MEDEIROS, S. R.; TEIXEIRA, A. dos S.; FUCK, Jr., S. C. de F. Mudanças climáticas e impactos na necessidade hídrica das culturas perenes na Bacia do Jaguaribe, no Estado do Ceará. *Pesquisa agropecuária brasileira*, v. 43, n. 12, p. 1657-1664, 2008 .
- JONES, R.G.; NOGUER, M.; HASSELL, D.C.; HUDSON, D.; WILSON, S.S.; JENKINS, G.J; MITCHELL, J.F.B. Generating high resolution climate change scenarios using PRECIS. Exeter, UK: Met Office Hadley Centre, 39 p. 2004.
- SILVA, C.S.; WEATHERHEAD, E.K.; KNOX, J.W.; DÍAZ, J.A.R. Predicting the impacts of climate change – A case study of paddy irrigation water requirements in Sri Lanka. *Agricultural Water Management*, v. 93, n. 1-2, p. 19-29, 2007.

## PEQUENAS BACIAS AGRÍCOLAS NA AMAZÔNIA ORIENTAL

<sup>1</sup>Figueiredo, R.O.

<sup>1</sup>Embrapa Meio Ambiente, Rodovia SP-340, Km 127.5, Jaguariúna, SP, 13820-000, Brazil.

**RESUMO** - Diversos estudos hidrobiogeoquímicos tem sido realizados na Amazônia oriental ao longo de mais de dez anos, com o intuito de contribuir para a compreensão de como o desflorestamento e os agroecossistemas promovem mudanças no ambiente fluvial em pequenas bacias hidrográficas. Seus resultados demonstram que as boas práticas agrícolas, assim como a presença de floresta secundária favorecidas pela agricultura familiar, sem uso do fogo, são fatores importantes para a ciclagem hidrobiogeoquímica, preservação do ecossistema aquático, conservação do solos, e mitigação das emissões de gases de efeito estufa oriundos de queimadas.

Palavras-chave: Boas práticas agrícolas, hidrobiogeoquímica, qualidade da água fluvial.

## SMALL AGRICULTURE CATCHMENTS IN THE EASTERN AMAZON

**ABSTRACT** - Several hydrobiogeochemical research activities have been conducted in the Eastern Amazon along more than ten years, contributing to the understanding of how changes in forests and agro-ecosystems affect fluvial environment in small watersheds. Findings have demonstrate that good agricultural practices and the presence of natural secondary vegetation favored by smallholder farm management that avoid slash-and-burn are important factors for hydrobiogeochemical cycling, aquatic ecosystem conservation, soil conservation, and mitigation of trace gases emissions from biomass burning.

Keywords: Good agricultural practices, hydrobiogeochemical, stream water quality.

## **1. Pequenas Bacias Ocupadas pela Agricultura Empresarial na Amazônia Oriental**

No leste do Pará estudos hidrobiogeoquímicos apontaram impactos em áreas anteriormente submetidas a queimadas (Markewitz et al., 2006) para a implantação e renovação de pastagens nesta região. A água do solo mostrou-se empobrecida em nitrato anteriormente presente na floresta, enquanto o cálcio proveniente das cinzas das queimadas tendia a lixiviar com o bicarbonato originado da matéria orgânica decorrente principalmente da ciclagem do ecossistema florestal original. Markewitz et al. (2001) publicaram que essas alterações eram as prováveis responsáveis pelo aumento de concentrações de alguns cátions medidos em períodos de maiores vazões num pequeno igarapé. Esse processo foi favorecido por outro relatado por Moraes et al. (2006), que observaram que com o desmatamento e o estabelecimento de uma pastagem por 30 anos a dinâmica hidrológica nesta bacia sofreu alteração importante: o escoamento superficial e sub-superficial aumentaram significativamente e a condutividade hidráulica dos solos diminuiu.

Um estudo bem mais detalhado conduzido nos anos de 2003 a 2005, revelou diversas tendências de alterações na hidrogeoquímica fluvial em três pequenas bacias agrícolas quando comparadas com microbacias ocupadas por florestas ainda preservadas localizado na mesma região. Figueiredo et al. (2010) observaram que: 1) na bacia com maior área desmatada ocorria no período de alta vazão um aumento de condutividade elétrica, alcalinidade e turbidez; 2) quando todos os dados hidrobiogeoquímicos e de uso da terra alimentavam um modelo de mistura, a resposta ao aumento de área de pastagem em detrimento de florestas era que a condutividade elétrica aumentava; 3) as concentrações de nitrato, em geral elevadas sob condições de florestas primárias nas cabeceiras a montante, declinavam a medida que a área de pastagem aumentava a jusante, estas, no entanto, voltavam a aumentar mais a jusante com a presença de cultivos de grãos, ocupando inclusive áreas ripárias, em trecho de igarapé onde também ocorria queda das concentrações de oxigênio dissolvido (Figura 4); 4) O sódio, o cloreto e a turbidez também aumentaram como resposta ao aumento da área de grãos; 5) Os parâmetros mais simples e indicados para detectar os efeitos do uso da terra nesta região foram a turbidez, a temperatura, o pH e o oxigênio dissolvido.

## **2. Pequenas Bacias Ocupadas pela Agricultura Familiar na Amazônia Oriental**

O nordeste do Pará é caracterizado pela prática da agricultura familiar itinerante de derruba e queima, que consiste na derruba e queima da vegetação natural, cultivo agrícola de um a dois anos, seguido de pousio quando cresce a vegetação secundária (capoeira). Os primeiros estudos relacionados à dinâmica de nutrientes pela via hídrica nesses sistemas detectaram o papel importante das raízes de capoeira na diminuição da lixiviação de nutrientes para os corpos d'água subterrâneos e superficiais (Sommer et al., 2004). Em estudo comparativo de duas microbacias onde em uma delas a capoeira foi submetida a derruba e queima, enquanto que na outra o preparo de área para plantio foi realizado sem uso do fogo, isto é, pelo corte e trituração da capoeira, Wickel (2004) observou aumentos nas taxas de transferência de cálcio e magnésio da parte terrestre da bacia para os igarapés estudados em bacias sob agricultura de derruba e queima. As concentrações maiores desses solutos ocorrem no início do período de chuvas, quando o escoamento superficial é mais eficiente carreando material para os igarapés, como as cinzas das queimadas realizadas na bacia.

O papel das queimadas na entrada de solutos na composição química das águas fluviais via escoamento superficial foi alvo de outros estudos na mesma bacia do Cumarú (Figueiredo, 2009). As águas de escoamento apresentaram maiores valores de pH, refletindo o papel do elevado teor de cálcio, magnésio e potássio nas cinzas, tamponando a acidez dessas águas. Figueiredo (2009) relata ainda que uma bacia com área agrícola maior e pressão sobre a capoeira também maior apresenta maiores mudanças na hidrogeoquímica fluvial comparada a uma bacia com menor ocupação agrícola. No que se refere à biodiversidade nos igarapés desta região algumas pesquisas, chegaram a resultados positivos surpreendentes (Correa et al. 2012), demonstrando que nesta região de agricultura familiar itinerante os igarapés ainda guardam certa integridade biótica.

## **CONCLUSÃO**

- A pecuária e cultivo de grãos em larga escala na região estudada tem potencial para alterar as características naturais de seus pequenos rios e igarapés;
- A agricultura familiar, cujo manejo resulta em amplas capoeiras, ajuda na mitigação de impactos em pequenos rios e

igarapés, no entanto, se adotada a derruba e queima, impactos indesejáveis sobre os cursos d'água ocorrerão;

- Em pequenas bacias da Amazônia Oriental, o manejo dos cultivos agrícolas e a presença da vegetação ripária natural são fatores de grande importância para a ciclagem hidrobiogeoquímica e a conservação do ecossistema aquático.

## REFERÊNCIAS

CORRÊA, J.M, GERHARD, P, FIGUEIREDO, R.O. (2012) Ictiofauna de igarapés de pequenas bacias de drenagem em área agrícola do Nordeste Paraense, Amazônia Oriental. *Revista Ambiente & Água*, doi: 10.4136/ambi-agua.739.

FIGUEIREDO, R.O., MARKEWITZ, D., DAVIDSON, E.A., SCHULER, A.E., WATRIN, O.S., SILVA, P.S. (2010). "Land-Use Effects on The Chemical Attributes of Low-Order Streams in The Eastern Amazon". *Journal of Geophysical Research* 115, G04004, doi:10.1029/2009JG001200.

FIGUEIREDO, R.O. (2009) "Processos Hidrológicos e Biogeoquímicos em Bacias Hidrográficas sob Usos Agrícola e Agroflorestal na Amazônia Brasileira" in *Alternativa Agroflorestal na Amazônia em Transformação*. Org. por Porro, R. ed. EMBRAPA Informação Tecnológica, Brasília - DF, pp. 477-500.

MARKEWITZ, D., DAVIDSON, E.A., FIGUEIREDO, R.O., VICTORIA, R.L., KRUSCHE, A.V. (2001). "Control of Cation Concentrations in Stream Waters by Surface Soil Processes in an Amazonian Watershed". *Nature* 410, pp.802-805.

MARKEWITZ, D., FIGUEIREDO, R.O., DAVIDSON, E.A. (2006) "CO<sub>2</sub>-Driven Cation Leaching after Tropical Forest Clearing". *Journal of Geochemical Exploration* 88, pp.214-219.

MORAES, J.M., SCHULER, A.E., DUNNE, T., FIGUEIREDO, R.O., VICTORIA, R.L. (2006). "Water Storage and Runoff Processes in Plinthic Soils under Forest and Pasture in Eastern Amazonia". *Hydrological Processes* 20, pp.2509-2526.

SOMMER, R., VLEK, P.L.G., SÁ, T.D.A., VIELHAUER, K., COELHO, R.F.R., FÖLSTER, H. (2004) "Nutrient Balance of Shifting Cultivation by Burning or Mulching in the Eastern Amazon – Evidence for Subsoil Nutrient Accumulation". *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 68, pp.257-271.

WICKEL, B. A. J. "Water and Nutrient Dynamics of a Humid Tropical Watershed in Eastern Amazonia". *Ecology And Development Series*, 21. UNIBONN: ZEF, 135p.

## **PESQUISA SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS EM MICROBACIAS RURAIS DO BIOMA MATA ATLÂNTICA – RIO DE JANEIRO**

<sup>1</sup>Prado, R.B; Schuler, A. E; Gonçalves, A. O

<sup>1</sup>Embrapa Solos – Rio de Janeiro

**RESUMO** - A partir do ano 2003, alguns projetos foram submetidos e aprovados na Embrapa Solos (CNPS) com enfoque nos recursos hídricos, no âmbito de bacias hidrográficas do bioma Mata Atlântica, mais especificamente no Estado do Rio de Janeiro. Estes projetos foram executados não somente pelos profissionais de recursos hídricos, mas de forma interdisciplinar e interinstitucional, com envolvimento de diversas unidades da Embrapa, universidades, ONGs e outras instituições do Estado do Rio de Janeiro, bem como com atuação nacional e internacional. Desta forma, algumas microbacias foram instrumentalizadas e monitoradas nos últimos anos sob o aspecto de qualidade da água, vazão e precipitação, infiltração e escoamento superficial (balanço hídrico), dentre outros, permitindo entender a relação da pressão antrópica, principalmente da agricultura e a disponibilidade dos recursos hídricos. Neste período muitos alunos desenvolveram suas teses, dissertações e monografias, gerando uma série de publicações que se encontram disponíveis, tanto no site da Embrapa Solos como citadas no Currículo Lattes dos pesquisadores envolvidos. Mais recentemente, tem-se buscado também dar maior ênfase à questão dos serviços ambientais hídricos, contemplados em projetos em desenvolvimento. Portanto, este trabalho tem o propósito de apresentar as principais linhas de pesquisa em recursos hídricos, desenvolvidas por pesquisadores da Embrapa Solos no bioma Mata Atlântica – Rio de Janeiro, assim como as principais áreas de estudo, projetos, parcerias relacionadas, perspectivas e desafios.

Palavras-chave: qualidade da água, modelagem hidrológica, parâmetros agroclimáticos, serviços ambientais, planejamento de recursos hídricos.

## **WATER RESOURCES RESEARCH IN RURAL MICROBASINS OF ATLANTIC FOREST BIOME - RIO DE JANEIRO**

**ABSTRACT** - From the year 2003, some projects were submitted and approved at Embrapa Solos (CNPS) focusing on water resources in the watersheds within the Atlantic Forest biome, specifically in the state of Rio de Janeiro. These projects were executed not only by expert in water theme, but in an interdisciplinary and inter-institutional, involving various units of Embrapa, universities, NGOs and other institutions of the State of Rio de Janeiro, as well as with national and international. Thus, some watersheds were instrumented and monitored in recent years under the aspect of water quality,

flow and precipitation, infiltration and runoff (water balance), among others, allowing to understand the relationship of anthropogenic pressure, mainly from agriculture and availability of water resources. During this period many students developed their theses, dissertations and monographs, producing a series of publications which are available both on the website of Embrapa Solos and cited in the *Curriculum Lattes* of the researchers involved. More recently, researchers have tried to also put more emphasis on the issue of Environmental Water Services inserted in some projects in development. Therefore, this paper aims to present the main lines of research in water resources, developed by researchers at Embrapa Soils in the Atlantic Forest biome - Rio de Janeiro, as well as the main areas of study, related projects and partnerships, perspectives and challenges.

Keywords: water quality, hydrologic modeling, agroclimatic parameters, environmental services, water resources planning.

## INTRODUÇÃO

A Embrapa, nas últimas décadas, tem desenvolvido pesquisas no tema recursos hídricos relacionada principalmente aos sistemas de irrigação. No entanto, pouco se pesquisava, até mais recentemente, sobre os aspectos qualitativos da água para outros usos, no meio rural, e até mesmo em termos de entender a inter-relação entre os componentes solo e água, tão essenciais ao sistema produtivo agrícola, bem como as inter-relações hidro-ecológicas que caracterizam os processos funcionais de um rio numa visão sistêmica, ou ecossistêmica. Neste sentido, é muito importante identificar as fragilidades de cada bioma para se poder tomar medidas no sentido da proteção da biodiversidade.

A obtenção, sistematização e monitoramento dos recursos hídricos, por meio da instrumentação de bacias hidrográficas em diferentes biomas brasileiros tem um papel fundamental na modelagem hidrológica, de perda de solos, de qualidade da água e capacidade de depuração dos rios, bem como na geração de cenários, sob diferentes condições de uso, cobertura e manejo da terra. Dados e informações relacionadas aos recursos hídricos são também importantes na compensação por serviços ambientais, que é uma abordagem bastante atual e em expansão no país, comprovada pelos diversos projetos em curso no Brasil, em que este tipo de compensação já é realidade, baseados no Programa Produtor de Água, da Agência Nacional de Águas (ANA) (Santos et al., 2010).

Em relação ao bioma Mata Atlântica, desde o descobrimento do Brasil, a vegetação natural vem sendo devastada por vários interesses, entre eles o colonialista. Inicialmente foi a extração do Pau-Brasil e de madeiras mais nobres, em seguida os cultivos da cana-de-açúcar e do café, paralelamente à extração vegetal, tanto para uso em construção e mobiliário quanto para a produção de carvão. A formação de pastagens foi um processo adiante, que perdura até os dias atuais (SOS Mata Atlântica/INPE, 2012). Um fator agravante é o relevo movimentado, que favorece processos erosivos em solos frágeis sob manejo e cobertura inadequados. A redução da cobertura florestal ocorreu devido à falta de planejamento do uso e cobertura da terra e expansão urbana no bioma Mata Atlântica, que é um dos mais ricos por sua biodiversidade. Este fato ocorreu porque seus domínios abrangem a maior parte do litoral brasileiro, onde está concentrada cerca de 70% da população brasileira.

A ocupação de áreas vulneráveis e uso das terras pelas atividades agropecuárias, sem práticas conservacionistas, alteram sensivelmente os processos biológicos, físicos e químicos dos sistemas naturais. Estas alterações ocorridas em uma bacia hidrográfica podem ser avaliadas por meio do monitoramento da qualidade da água (Merten e Minella, 2002). Segundo Filizola et al. (2006), em áreas agrícolas, a avaliação e o monitoramento em especial da água, devem ser realizados em microbacias, que são consideradas como unidades elementares de paisagem.

Quando se pensa no gerenciamento dos recursos hídricos, não se pode deixar de considerar o uso e cobertura da terra predominante em uma determinada bacia hidrográfica. Por isto é importante entender a relação uso da terra e a situação dos

recursos hídricos. Neste sentido muitos estudos vêm sendo desenvolvidos podendo ser citados Prado et al., 2002; Zeilhofer et al., 2006; Zampella et al., 2007 e Bonnet et al., 2008. Estes estudos vêm aplicando, por exemplo, técnicas de estatística multivariada, assim como ferramentas de geotecnologias.

Também é preciso levar em conta nas pesquisas sobre os recursos hídricos, a influência das mudanças climáticas cada vez mais acentuadas, apontando adaptações no manejo da terra e dos recursos hídricos, visando a sustentabilidade agro-ambiental.

## OBJETIVOS

A pesquisa em recursos hídricos em microbacias do bioma Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro tem como objetivos:

- 1) Instrumentar microbacias hidrográficas rurais onde o impacto da agricultura esteja presente;
- 2) Monitorar parâmetros relacionados aos recursos hídricos (qualidade e quantidade da água, incluindo os parâmetros meteorológicos);
- 3) Ampliar o conhecimento sobre fluxo de água e transporte de matéria e nutrientes mediado pela água em agroecossistemas;
- 4) Identificar e avaliar a influência das ações antrópicas e do ambiente (estado e pressão) sobre recursos hídricos em áreas rurais;
- 5) Alimentar modelos preditivos de impactos relacionados à expansão e intensificação da atividade agropecuária sobre os recursos hídricos e sobre o clima permitindo a geração de cenários;
- 6) Disseminar nas microbacias estudadas boas práticas de manejo de sistemas de produção visando à mitigação de seus impactos sobre os recursos hídricos.

## LINHAS DE PESQUISA E PROJETOS

Desde 2003, o presente grupo vem realizando pesquisa sobre os recursos hídricos e sua interação com o ambiente e ações antrópicas, a partir da obtenção de dados em campo, análises in situ e laboratoriais, aplicando-se diferentes métodos de análise. Neste sentido algumas linhas de pesquisa podem ser destacadas: monitoramento da qualidade da água e sua relação com o uso e cobertura da terra, aplicação de índices de qualidade de água superficial e subterrânea, sistema de suporte a decisão espacial aplicado ao planejamento dos recursos hídricos, balanço hídrico e modelagem hidrológica, estimativa de perda de solos e de resíduos agrícolas sob diferentes usos da terra, seleção de indicadores hídricos para avaliação de serviços ambientais em paisagens rurais.

Tabela 1. Projetos da Embrapa e parceiros com atuação no tema água em bacias do RJ.

<b>Projeto/Financiamento</b>	<b>Início</b>	<b>Fim</b>	<b>Bacia hidrográfica/área de estudo</b>
<b>Monitoramento de Parâmetros de Qualidade da Água em uma Microbacia do Rio São Domingos – RJ – Auxílio à Pesquisa – APQ1 – Faperj: 170.738/2003</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>São Domingos – São José de Ubatuba (região noroeste)</b>
<b>“Gestão participativa da sub-bacia do rio São Domingos – RJ (GEPARMBH) – Edital CT-Hidro/GRH – FINEP 02/2002</b>	<b>2003</b>	<b>2005</b>	
<b>“Planejamento conservacionista das terras e modelagem preditiva de sistemas aquíferos do cristalino para a recarga hídrica em bacias hidrográficas de relevo acidentado” – PRODETAB/Embrapa, com apoio do Banco Mundial</b>	<b>2003</b>	<b>2007</b>	

Projeto/Financiamento	Início	Fim	Bacia hidrográfica/área de estudo
"Manejo Sustentável de Recursos Naturais em Microbacias do Norte-Noroeste Fluminense" - SMH-SEAPBC/GEF (Global Environment Facility)	2003	2011 (terá continuidade)	
"Manejo Sustentável de Recursos Naturais em Microbacias do Norte-Noroeste Fluminense" - SMH-SEAPBC/GEF (Global Environment Facility)	2003	2011 (terá continuidade)	Caixa D' água – Trajano de Moraes (região serrana)
"Manejo Sustentável de Recursos Naturais em Microbacias do Norte-Noroeste Fluminense" - SMH-SEAPBC/GEF (Global Environment Facility)	2003	2011 (terá continuidade)	Brejo da Colúcia – São Francisco de Itabapoana (região norte)
"Manejo agroflorestal para recuperação de áreas degradadas vis a vis sequestro de carbono, armazenamento de água do solo e valorização econômica e ambiental" - PRODETAB/Embrapa, com apoio do Banco Mundial	2003	2005	
"Gestão Aplicada à Avaliação, Prevenção e Remediação de Problemas Geoambientais" - PRONEX-PUC-RIO, apoio CNPq	2006	2011	Pito Aceso – Bom Jardim (região serrana)
"MP2 - Dinâmica da paisagem associada a indicadores para subsidiar o planejamento de uso da terra e a caracterização de serviços ambientais" – recursos Embrapa	2010	2012	
"Dinâmica espaço-temporal do uso da terra nas bacias hidrográficas dos rios Graça-Macacu e Caracibá, RJ: subsídios ao planejamento ambiental" - APQ1 - Faperj: E-26/110.435/2007	2007	2008	
"MP2 - Dinâmica da paisagem associada a indicadores para subsidiar o planejamento de uso da terra e a caracterização de serviços ambientais" – recursos Embrapa	2010	2012	Graça-Macacu – Cachoeiras de Macacu (bacia Itaipava-Guanabara)
"MP1 - Impactos da agricultura e das mudanças climáticas nos recursos hídricos: diagnose e propostas de adaptação e mitigação em bacias hidrográficas nos Biomas brasileiros" – recursos Embrapa	2013	2016	
Projeto da Rede Agrohidro – Repensa - CNPq	2011	2013	Bacias hidrográficas de estudo pelos pesquisadores da rede Agrohidro (Brasil)
MP5 - Fortalecimento do conhecimento, organização da informação e elaboração de instrumentos de apoio aos Programas de Pagamentos por Serviços Ambientais Hídricos no meio rural.	2012	2014	Bacias hidrográficas onde haja PSA-Hídrico (Brasil)

## INTEGRAÇÃO COM OUTROS TEMAS E PARCERIAS

- *Geotecnologias aplicadas à dinâmica de uso da terra e fatores ambientais da paisagem*: Elaine Cristina Cardoso Fidalgo, Ana Paula Dias Tureta, Bernadete da C. C. Gomes Pedreira e Rodrigo P. Demonte Ferraz (CNPS), Margareth Menezes Penello.
- *Manejo e conservação do solo*: José Ronaldo de Macedo, Cláudio Lucas Capeche, Pedro Luiz de Freitas.
- *Indicadores físico-químico-biológicos de qualidade de solo*: Guilherme Kangussu Donagemma, Fabiano Balieiro, Heitor Luiz Coutinho, Ricardo Trippia dos Guimarães Peixoto (CNPS) – Guilherme Montandon Chaer e Maria Elizabeth Correia (CNPAB).
- *Pedologia aplicada*: Ademir Fontana, Aline Pacobayba de Oliveira, Alba Leonor da Silva Martins, Eliane Clemente e Luis de F. da Silva Neto (CNPS).
- *Gases de efeito estufa*: Joyce Maria Monteiro (CNPS).
- *Modelagem de fluxos de água no solo*: Wenceslau Geraldes Teixeira (CNPS).
- *Recuperação de áreas degradadas*: Alúcio Granato de Andrade (CNPS).
- *Química analítica ambiental – contaminação por pesticidas*: Raquel Andrade Donagemma e Annibal Duarte Pereira Netto (UFF) e José Marcus Godoy (PUC-Rio).
- *Hidrogeologia*: Gerson Cardoso da Silva, Juliana Menezes (UENF) e Kátia Leite Mansur (UFRJ).
- *Serviços Ambientais/Pagamento por Serviços Ambientais Hídricos*: The Nature Conservancy (TNC), Agência Nacional de Águas (ANA), Instituto Estadual do Ambiente (INEA), diversas unidades da Embrapa (CPAC, CNPAB, CNPF, CNPTIA, CNPMS, dentre outras).
- *Extensão e desenvolvimento rural*: Emater, PESAGRO e Secretaria de Estado de Agricultura e Pecuária (SEAPEC).
- *Modelagem hidrológica utilizando JAMS*: Universidade de Jena e ITT – Universidade de Colônia – Alemanha.
- *Hidrologia*: Marta Ottoni, Achilles Monteiro (CPRM-RJ).
- *Agrometeorologia*: Evaldo Lima (CNPS), Lucieta Martorano (CPATU).
- *Organização e disponibilização da informação*: Carla Macário, Maria Fernanda Moura, Ivo Pierozzi Jr. e Silvio Evangelista (CNPTIA).

## PERSPECTIVAS

A partir da aprovação dos projetos “Rede AgroHidro (Repensa/CNPq) e AgroHidro (MP1/Embrapa)”, a perspectiva é de consolidação dos estudos, com ampliação de participantes de outras instituições, mantendo os objetivos iniciais e ampliando a capacidade de captar recursos, produzir conhecimento e formar recursos humanos. Também haverá possibilidade de troca de experiência e de infra-estrutura com os demais colegas da Embrapa de outros biomas que integram a Rede Agrohidro.

## DESAFIOS

- Elevada variação espacial natural nos sistemas hídricos a serem monitorados aliada à diversidade de sistemas produtivos a serem avaliados;
- Consolidação de laboratórios, com adoção de métodos padronizados;
- Treinamento e fixação profissional de pessoal de apoio treinado;
- Base de dados organizada e divulgação dos resultados, em linguagem adequada, propiciando subsídios aos tomadores de decisão em tempo hábil.

## REFERÊNCIAS

BONNET, B.R.P.; FERREIRA, L.G.; LOBO, F.C. Relações entre qualidade da água e uso do solo em Goiás: uma análise à escala da bacia hidrográfica. Revista *Árvore*, Viçosa-MG, v.32, n.2, p.311-322, 2008.

PRADO, P. I.; LEWINSOHN, T. M.; CARMO, R. L.; HOGAN, D. J. Ordenação multivariada na ecologia e seu uso em ciências ambientais. In: Ambiente e Sociedade. ano 5. n. 10. 2002.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica: período 2008-2010, dados parciais dos estados avaliados até maio de 2010. São Paulo, 2010. Disponível em: <[http://mapas.sosma.org.br/site\\_media/download/atlas-relatorio2008-2010parcial.pdf](http://mapas.sosma.org.br/site_media/download/atlas-relatorio2008-2010parcial.pdf)>. Acesso em: jul. 2012.

FILIZOLA, H.F.; GOMES, M.A.F.; DE SOUZA, M.D. A importância e a forma de amostragem em estudos ambientais. In: Filizola, H.F.; GOMES, M.A.F.; DE SOUZA, M.D. Manual de procedimentos de coleta de amostra em áreas agrícolas para análise de qualidade ambiental: solo, água e sedimentos. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006, p. 17-21.

MERTEN, G.H.; MINELLA, J.P. 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, out/dez 2002, p.33-38.

SANTOS, D.G.; DOMINGUES, A.F.; GISLER, C. V. T. Gestão de recursos hídricos na agricultura: O Programa Produtor de Água. In: In: PRADO, R. B.; TURETTA, A. P.; ANDRADE, A. G. Manejo e Conservação do Solo e da Água no Contexto das Mudanças Ambientais. Embrapa Solos: Rio de Janeiro, p. 353-376, 2010.

ZAMPELLA, R.A.; PROCOPIO, N.A.; LATHROP, R.G.; DOW, C.L. Relationship of land-use/land-cover patterns and surface-water quality in the Mullica river basin. Journal of the American Resources Association, v.43, n.3, p.594-604, Jun. 2007.

ZEILHOFER, P.; LIMA, E.B.N.R.; LIMA, G.A.R. Spatial patterns of water quality in the Cuiabá river basin, Central Brazil. Environmental Monitoring and Assessment, v.123, p.41-62. 2006.

## **REDE DE MONITORAMENTO DA CONTAMINAÇÃO SUPERFICIAL, PERDA DE SOLO E ÁGUA SUBSIDIANDO A AVALIAÇÃO DO RISCO EM RECURSOS HÍDRICOS NAS MICROBACIAS BRASILEIRAS**

Gebler, L.<sup>1\*</sup>; Volk, L. B. S.<sup>2</sup>; Bortolon, L.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Uva e Vinho; <sup>2</sup>Embrapa Pecuária Sul; <sup>3</sup>Embrapa Pesca e Aquicultura.

**RESUMO** – Sendo o Brasil um país agrícola e a maioria dos recursos hídricos nacionais tem suas fontes no meio rural, o impacto causado pelo arraste de fosfato solúvel na forma de fósforo reativo total, dissolvido ou em suspensão, que pode estar provocando um problema ambiental de difícil resolução, mas até o momento, parece estar sendo subestimado. Além da perda de qualidade do recurso hídrico, a quantidade do mesmo, disponível na forma superficial, pode estar sendo ameaçada através da perda de água e solo, causados pelo avanço dos processos erosivos nos diversos agroecossistemas brasileiros. A falta de dados consistentes, que permitam a evolução da análise do problema segundo uma análise histórica, retarda as possíveis resoluções do problema e dificulta a organização de um sistema de monitoramento e prevenção. O estabelecimento de uma linha de pesquisa em perda de solo, água e arraste de contaminantes de maneira padronizada e distribuída pelo território brasileiro, vinculado a uma rede nacional de pesquisa de recursos hídricos é a oportunidade que faltava para se caminhar para a resolução desse tipo de problema.

Palavras-Chave: Contaminação não pontual de bacias; Risco ambiental em bacias rurais.

### **NETWORK MONITORING OF SURFACE CONTAMINATION, LOSS OF SOIL AND WATER SUPPORTING RISK ASSESSMENT IN WATER RESOURCES FOR BRAZILIAN WATERSHEDS**

**ABSTRACT** – Brazil is an agricultural country and most of the national water resources becomes from rural areas. The impact of the drag of soluble phosphate in the form of total reactive phosphorus, dissolved or suspended, may be causing an environmental problem difficult to solve, but so far, seems to be underestimated. Besides the loss of quality of water resources, the amount thereof, available as superficial, may be being threatened by loss of water and soil caused by the advance of erosion in many Brazilian agroecosystems. The lack of consistent data, enabling analysis of the evolution of the problem according to a historical analysis, delays possible resolutions of the problem and delays the organization of a system of monitoring and prevention. The establishment of a line of research on soil losses, water and contaminant drag in a standardized system and distributed in Brazilian territory, linked to a national research network of water is mainly opportunity to resolute of such problem

Keywords: Non-point contamination of watersheds; Environmental Risk in rural basins.

## INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

A produção de alimentos no mundo vem crescendo anualmente a fim de atender a demanda da população mundial. Isso é feito através da expansão da área plantada ou do aumento da produtividade. Em ambos os casos são acompanhadas do incremento de impactos ambientais negativos sobre o ecossistema, principalmente os de origem não pontual ou difusa, os quais são de difícil controle pela amplitude das fontes emissoras (ALBERTS & SPOMER, 1985).

Os nutrientes agrícolas disponibilizados no ambiente podem ser incluídos junto àqueles de difícil identificação ou mensuração (CORRELL, 1998), atingindo indiscriminadamente as bacias hidrográficas onde predominam atividades agrícolas.

Uma vez que os nutrientes como, nesse exemplo, o fósforo, atinjam mananciais hídricos das bacias, as algas e algumas espécies de bactérias ali presentes, que o utilizam para a fotossíntese, podem provocar “floração algal” ou hipertrofiação (DANIEL et al., 1998). Comparativamente, nas culturas anuais como milho ou soja, a exigência em fósforo pode variar entre 25 a 45 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, enquanto que para haver eutrofização acelerada de rios e lagos, bastam quantidades disponíveis variando entre 1 a 2 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de P (HANSEN et al., 2002), equivalentes a 0,001 a 0,3 mg L<sup>-1</sup>.

Sharpley et al. (1994), apontam que lagos também seriam bastante sensíveis ao fósforo reativo da enxurrada, principalmente aqueles com mais de 10 hectares; que estratificam durante o verão em condições normais; apresentando baixas taxas de fluxo ao ano. Isto pode vir a ser um problema devido à proliferação das Pequenas Centrais Hidroelétricas, ou de açudes para irrigação, incentivado no Brasil nos últimos anos.

Além disso, a legislação brasileira, através das resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), não reconhece o elemento fósforo como um possível contaminante de solo e de águas subterrâneas, nem mesmo em sua resolução mais recente sobre o assunto, de número 420/2009. Isto reforça a percepção do produtor rural brasileiro de que a adubação aplicada ao solo, quando orientada a este elemento, só deve obedecer a critérios produtivos e econômicos, desconsiderando-se as questões ambientais.

Entretanto, para haver o impacto ambiental é necessário haver transporte superficial, sem o qual não há a junção do agente causal e o ponto de risco (GEBLER et al, 2012). Deve-se compreender esse transporte como parte do ciclo hidrológico relacionado ao deslocamento das águas sobre a superfície do solo (PRUSKI et al., 2004). No Brasil, a erosão hídrica é muito importante, devido ao regime regular de chuvas que, muitas vezes, apresentam intensidades elevadas e tempos de retorno relativamente curtos.

Portanto, os processos erosivos são importantes para o arraste de fósforo por que ele permite a desagregação inicial das partículas do solo, expondo os pontos de ligação a um fluxo subsequente de água relativamente livre de fósforo (SHIGAKI et al, 2007).

Pela dificuldade da retenção ou retirada do fósforo dissolvido na água, diversos autores concordam que a ação preventiva, seja agindo na redução das fontes em áreas sensíveis, seja através do manejo integrado das áreas agrícolas e dos recursos hídricos, tem sido a forma mais eficaz de reduzir o risco de dano ambiental (HAVLIN, 2004).

Entretanto, com exceção de algumas iniciativas pontuais ou, no máximo, regionais, há pouca geração de conhecimento sobre os processos erosivos no contexto brasileiro. Ainda mais incipientes, são as séries históricas com dados de estudos de erosão ou perda de água, que permitiriam a aplicação de sistemas racionais e remotos de monitoramento e avaliação de riscos, como, por exemplo, aplicação da modelagem matemática.

Além disso, uma vez que os recursos hídricos, tanto quantitativamente como qualitativamente, passaram a ser considerados como um recurso não renovável escasso, questões mais simples, envolvendo somente sua disponibilidade à agricultura, são deslocadas do centro das atenções, à medida que outros pontos mais críticos, como garantia de quantidade e qualidade ao abastecimento urbano, passam a fazer parte da pauta de discussão.

Logo, formas de planejar o manejo da bacia racionalmente, e não somente a área da propriedade, e a disponibilização dessa informação técnica como forma de base para a tomada de decisão de ações a serem executadas na propriedade, deverão gradualmente tomar lugar da técnica atualmente aplicada na agropecuária, que desconsidera o em torno da propriedade, como se a mesma não fizesse parte de um conjunto maior de unidade ambiental que afete o recursos hídrico, a bacia hidrográfica

O objetivo deste trabalho é oportunizar a discussão sobre esta área de pesquisa, atualmente descoberta no trabalho

com recursos hídricos, e propor a implantação de uma rede brasileira de monitoramento e estudos de perdas de solo e água, abrangendo a problemática do transporte de contaminantes agrícolas nas bacias, principalmente o fósforo, construída na forma de grupos de parcelas experimentais padronizadas, tanto sob regime de chuvas naturais como de chuvas intensas simuladas, que permitam a compilação e comparação dos dados em relação aos diferentes biomas, tipos de solo ou características de cultura por região a longo prazo, permitindo a criação de séries históricas.

## PERSPECTIVAS E DESAFIOS

A perspectiva é conseguir mobilizar a comunidade científica, desafiando-a a implantar de uma rede de pesquisa de longo prazo, voltada para a avaliação das perdas de solo, água e do arraste superficial de contaminantes, estabelecida na forma de parcelas experimentais representativas, igualmente dimensionadas e manejadas da mesma maneira, a fim de padronizar nacionalmente os dados obtidos na forma de séries históricas, permitindo seu uso em sistemas remotos de monitoramento, aviso de desastres e avaliação de impactos ambientais de origem agrícola em relação aos recursos hídricos das bacias e microbacias hidrográficas brasileiras.

## REFERÊNCIAS

- ALBERTS, E. E.; SPOMER, R. G. Dissolved nitrogen and phosphorus in runoff from watersheds in conservation and conventional tillage. Journal of Soil and Water Conservation, p. 153-07, jan./fev., 1985.
- CORRELL, D. L. The role of phosphorus in the eutrophication of receiving waters: a review. Journal of Environmental Quality, n. 27, p. 261-66, 1998.
- DANIEL, T. C.; SHARPLEY, A. N.; LEMUNYON, J. L. Agricultural phosphorus and eutrophication: a symposium overview. Journal of Environmental Quality, n. 27, p. 251-57, 1998.
- GEBLER, L. LOUZADA, J. A. S.; BERTOL, I.; RAMOS, R. R.; MIQUELLUTI, D. J.; SCHRAMMEL, B. M. Adaptação metodológica no cálculo de cargas contaminantes de fósforo em bacias hidrográficas gaúchas. Revista Brasileira de engenharia Agrícola e Ambiental. v.16; n.7. p.769-776, 2012.
- HANSEN, N. C.; DANIEL, T. C.; SHARPLEY, A. N.; LEMUNYON, J. L. The fate of phosphorus in agricultural systems. Journal of Soil and Water Conservation.v. 57, n. 6, p. 408 - 17, 2002.
- HAVLIN, J. L. Technical basis for quantifying phosphorous transport to surface and groundwater. Journal of Animal Sciences, n. 82, p. E277 - E291, 2004.
- PRUSKI, F. F.; BRANDÃO, V. S.; SILVA, D. D. Escoamento superficial. Viçosa UFV, 2004.
- RAST, W.; LEE, G. F. Nutrient loading estimates for lakes. Journal of Environmental Engineering, v. 109, n. 2, p. 502-78, 1983.
- SHARPLEY, A. N.; CHAPRA, S.C.; WEDEPOHL, R.; SIMS, J. T.; DANIEL, T. C.; REDDY, K. R. Managing agricultural phosphorus for protection of surface waters: issues and options Journal of Environmental Quality, n. 23, p. 437-51, 1994.
- SHIGAKI, F.; SHARPLEY, A.; PROCHNOW, L. I. Rainfall intensity and phosphorus source effects on phosphorus transport in surface runoff from soil trays. Science of Total Environment. vol. 373, p. 334 - 43, 2007.

## REDE DE PESQUISA EM RECURSOS HÍDRICOS E AGRICULTURA NA AMAZÔNIA ORIENTAL

Gerhard P.<sup>1</sup>, Figueiredo R. O.<sup>2</sup>, Felizzola J.<sup>1\*</sup>, Oliveira F. A.<sup>3</sup>, Neu V.<sup>3</sup>, Watrin O.S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Amazônia Oriental, <sup>2</sup>Embrapa Meio Ambiente, <sup>3</sup>Universidade Federal Rural da Amazônia

**RESUMO** - A Amazônia Oriental é a porção leste do bioma amazônico que, historicamente, tem sofrido as maiores taxas de desflorestamento para implementação de atividades agrícolas e pecuárias. Relacionado à enorme extensão territorial, há profunda carência de estudos sobre as complexas interações entre os ecossistemas terrestres e aquáticos, que se agrava frente à elevada diversidade de sistemas agropecuários presentes na região. Diante disto, é descrito um grupo de pesquisa científica com objetivos de avaliar estas interações e propor técnicas e sistemas produtivos de mitigação de impactos de atividades agropecuárias sobre os recursos hídricos.

Palavras-chave: biogeoquímica, hidrogeoquímica, integridade biótica, bacias hidrográficas, dinâmica da ocupação do uso da terra.

## RESEARCH GROUP ON WATER RESOURCES AND AGRICULTURE IN EASTERN AMAZONIA

**ABSTRACT** - Eastern Amazon is the eastern portion of the Amazon biome that has historically suffered the highest rates of deforestation for implementation of agricultural and livestock activities. Coupled to the difficulties related to the huge geographic span, there is profound lack of studies on the complex interactions between terrestrial and aquatic ecosystems, which worsens ahead of the high diversity of agricultural systems observed in the region. Given this, we describe a group of scientific research purposes to evaluate these interactions and propose technical and productive systems to mitigate impacts of agricultural activities on water resources.

Keywords: biogeochemistry, biotic integrity, hydrogeochemistry, land use land cover dynamics, stream catchments.

## INTRODUÇÃO

A Amazônia Oriental compreende os estados do Maranhão, Pará, Amapá, Tocantins e Mato Grosso. Em termos históricos recentes é a porção do bioma amazônico que sofreu e sofre as maiores taxas de desflorestamento. Atualmente, a região conta com aproximadamente 16,58% de seus ecossistemas nativos convertidos para uso antrópico (Embrapa/INPE 2011). Por outro lado, estimativas realizadas por Barreto et al. (2006), indicam que 47% do bioma amazônico já sofreu ao menos alguma alteração antrópica esporádica, como queimadas e extração madeireira.

Estratégias de conservação de recursos naturais para o bioma Amazônico convergem para a adoção de “desmatamento zero” ou, ao menos, fortíssima redução das taxas de conversão nas frentes de desmatamento. Também é prevista (e solicitada) a consolidação das áreas abertas, com intensificação na ocupação e produção agrícola mediada pelo aporte de infraestrutura, transferência de tecnologias e inovação nas formas de produção agropecuária. Um exemplo disso é a adoção de sistemas agroflorestais, que contribuem positivamente para o desenvolvimento sustentável, minimizando impactos sobre os ecossistemas terrestres e aquáticos. Tais mudanças de perspectivas têm gerado uma nova forma de aprendizado e consciência ambiental.

Neste trabalho apresentamos um panorama das pesquisas realizadas dentro do tema de recursos hídricos e agricultura na Amazônia Oriental pelos pesquisadores membros do grupo, a constituição deste grupo e as perspectivas e os desafios que se colocam diante de seus objetivos.

## OBJETIVOS

A rede de pesquisa descrita neste trabalho tem como objetivos:

- 1) Gerar parâmetros regionalizados para índices úteis ao monitoramento de impactos da agricultura sobre recursos hídricos;
- 2) Ampliar e detalhar o conhecimento sobre fluxo de água e transporte de matéria e nutrientes mediado pela água em agroecossistemas;
- 3) Avaliar o impacto, aferir a sustentabilidade e monitorar os efeitos de sistemas de produção agrícola sobre recursos hídricos;
- 4) Produzir modelos preditivos de impactos relacionados à expansão e intensificação da atividade agropecuária sobre os recursos hídricos e sobre o clima;
- 5) Pesquisar, desenvolver, implementar e monitorar boas práticas de manejo de sistemas de produção visando à mitigação de seus impactos sobre os recursos hídricos.

## RESULTADOS

Desde 1999, o presente grupo vem realizando pesquisas focadas no problema de pesquisa guiados pelos objetivos listados acima. Dentre as linhas principais, podemos descrever:

- 1) Hidrogeoquímica: No âmbito da produção agropecuária os elementos químicos presentes nos solos e na vegetação de uma bacia, são disponibilizados com o preparo dos solos (aradura, gradagem e outras práticas), juntamente com os nutrientes presentes nos insumos agrícolas, para serem lixiviados e transportados pelo escoamento subsuperficial e superficial até os rios, resultando na necessidade de avaliações dos efeitos da agricultura sobre os fluxos hidrobiogeoquímicos.
- 2) Biogeoquímica: Aqui estimam-se impactos gerados pela atividade agropecuária sobre a biogeoquímica terrestre e aquática. Quantificam-se fluxos de carbono entre os compartimentos atmosfera terra e água, para compreender as variações na ciclagem deste elemento. Avaliam-se tecnologias de produção utilizadas por pequenos, médios e grandes produtores em relação a impactos gerados sobre os sistemas hidrológicos e biogeoquímicos.
- 3) Integridade biótica: Estudos sobre a integridade biótica de pequenos canais fluviais drenando bacias de uso agrícola. O objetivo aqui é o de gerar conhecimento sobre os principais eixos de degradação determinados pelas atividades agrícolas sobre a biota aquática, desenvolver métodos rápidos de biomonitoramento e formas de comunicar

os impactos à sociedade.

- 4) Dinâmica do uso e cobertura da terra: Utilizando como área de estudo pequenas bacias hidrográficas, são desenvolvidos trabalhos com uso de produtos e técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento. Aqui o foco é produzir informações sobre a dinâmica do uso da terra com potencial impacto na qualidade água. Outra contribuição destes estudos refere-se a avaliação da integridade da floresta ripária em Áreas de Preservação Permanente e sua implicações na paisagem local.
- 5) Mitigação de impactos: A partir das avaliações descritas acima, gerar conhecimento a respeito das técnicas de produção agropecuária mais adequadas para a Amazônia Oriental, orientando os produtores sobre o uso de técnicas conservacionistas, que causem menores impactos aos recursos hídricos.

Alguns indicadores das linhas de pesquisa descritas foram relacionados na Tabela 1.

Tabela 1. Informações sobre o grupo de pesquisa em recursos hídricos e agricultura na Amazônia Oriental..

Linha de pesquisa	Iniciada em	Projetos aprovados	Orientações	Artigos publicados
Hidrobiogeoquímica de bacias	1999	4	17	25
Dinâmica e ocupação do solo em bacias hidrográficas	2005	2	7	6
Biogeoquímica terrestre e aquática	2005	1	-	2
Integridade biótica	2009	4	7	1
Interferência antrópica sobre a biogeoquímica aquática	2012	1	1	-
Mitigação de impactos	2013	1	-	-
TOTAL	-	13	32	34

O grupo de pesquisa conta com parcerias com o laboratório de Geoprocessamento da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), do Museu Paraense Emílio Goeldi, da Universidade Federal do Pará (UFPA), do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA-USP), da *University of Georgia*, do *The Woods Hole Research Center*, do Museu de Zoologia da UNICAMP, entre outros.

A rede tem contribuído na formação de recursos humanos em nível de graduação, com a inclusão de estagiários de cursos de graduação, como Geografia (UFPA), Engenharia Ambiental (UEPA), Agronomia e Engenharia Florestal (UFRA). Também atua na orientação de mestres e doutores em cursos de pós-graduação: Mestrado em Ciências Ambientais (UFPA/MPEG/EMBRAPA) e Doutorado em Ciências Agrárias e Mestrado em Ciências Florestais (UFRA).

## PERSPECTIVAS

A partir da aprovação dos projetos “Rede AgroHidro (Repensa/CNPq) AgroHidro (MP1/Embrapa), a perspectiva é de consolidação da rede, com ampliação de participantes de outras instituições, mantendo os objetivos iniciais e ampliando a capacidade de captar recursos, produzir conhecimento e formar recursos humanos.

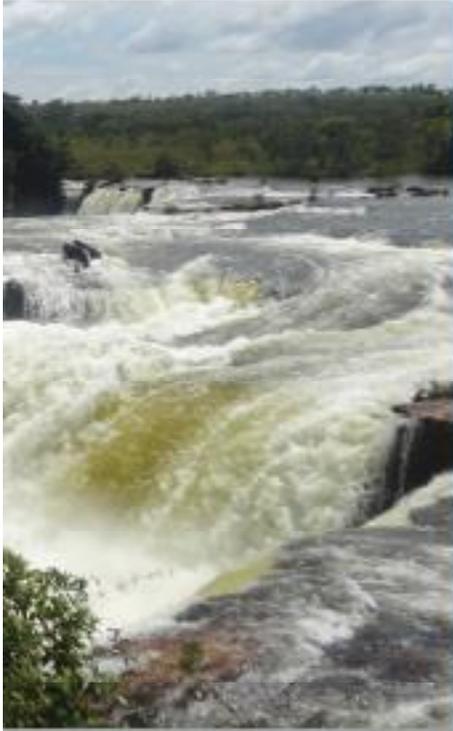
## DESAFIOS

Alguns desafios que se colocam para o grupo são:

- - Elevada variação espacial natural nos sistemas hídricos a serem monitorados aliada à diversidade de sistemas produtivos a serem avaliados;
- - Consolidação de laboratórios, com adoção de métodos padronizados;
- - Treinamento e fixação profissional de pessoal de apoio treinado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barreto, P., C. Souza Jr., R. Noguern, A. Anderson, R. Salomo. 2006. *Human pressure on the Brazilian Amazon forests*. Belm: IMAZON; Washington: World Resources Institute.



## I SEMINÁRIO - ÁGUA: DESAFIOS PARA SUSTENTABILIDADE DA AGRICULTURA

