

120

Circular
Técnica

*Pelotas, RS
Maio, 2012*

Monitoramento do Herbicida Penoxsulam e dos Fungicidas Carboxina e Tiram em Água, Sedimento e Solo de Lavoura de Arroz Irrigado por Inundação

Considerações Gerais

A melhoria da qualidade ambiental é fundamental para o Rio Grande do Sul enquadrar-se nas diretrizes nacionais de aumento da capacidade produtiva do setor primário e do valor agregado dos produtos, salvaguardando também a qualidade dos alimentos. Dentre os agroecossistemas estratégicos do Estado, destaca-se o de arroz irrigado por inundação, estabelecido no Bioma Pampa. A água de drenagem dos arrozais, onde agrotóxicos são aplicados intensivamente, é lançada em mananciais hídricos como arroios, lagoas, rios...

O uso intenso de agrotóxicos, além de reduzir a rentabilidade do setor, gera riscos deletérios à qualidade ambiental. Quando os agrotóxicos apresentam características potenciais para perdas nas



Foto: Maria Laura Turino Mattos

Maria Laura Turino Mattos
Engenheira-agrônoma, D.Sc.
em Ciência do Solo,
Pesquisadora da Embrapa Clima Temperado,
Pelotas, RS
maria.laura@cpact.embrapa.br

Walkyria Bueno Scivittaro
Engenheira-agrônoma, D.Sc. Ciências,
Pesquisadora da Embrapa Clima Temperado,
Pelotas, RS
walkyria.scivittaro@cpact.embrapa.br

André Andres
Engenheiro-agrônomo, MSc. em Matologia,
Pesquisador da Embrapa Clima Temperado,
Pelotas, RS
andre.andres@cpact.embrapa.br

Cley Donizeti Martins Nunes
Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Fitopatologia,
Pesquisador da Embrapa Clima Temperado,
Pelotas, RS
cley.nunes@cpact.embrapa.br

José Francisco da Silva Martins
Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Entomologia,
Pesquisador da Embrapa Clima Temperado,
Pelotas, RS
jose.martins@cpact.embrapa.br

águas superficiais ou subterrâneas, há a necessidade de adoção de práticas de manejo que reduzam a probabilidade destes ocorrerem em níveis acima dos limites máximos permitidos pela legislação brasileira para águas doces destinadas ao consumo humano e animal, à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas, à recreação de contato primário, à criação natural e/ou intensiva de espécies destinadas à alimentação humana (BRASIL, 2005).

Recentemente, Mattos et al. (2009) realizaram o monitoramento da qualidade da água de drenagem em cultivo de arroz pré-germinado, visando determinar a praticabilidade agrônômica de dois sistemas de manejo de água de irrigação: manejo convencional da água, com a inundação prévia do solo para a semeadura e drenagem cinco dias após; e manejo com lâmina de água permanente a partir de semeadura, com ênfase na avaliação de parâmetros físicos, químicos (resíduos de agrotóxicos) e biológicos sobre a qualidade da água de drenagem. Na água do canal de irrigação que abastecia as parcelas manejadas em ambos os sistemas, detectaram-se traços do herbicida penoxsulam que, provavelmente, esteve associado à deriva de aplicações em lavouras situadas no entorno da área experimental. Após 20 minutos de drenagem, detectou-se na água proveniente das parcelas

sob manejo convencional concentração elevada de penoxsulam ($6,547 \mu\text{g L}^{-1}$). Porém, na lâmina de água destas mesmas parcelas, aos 30 e 60 dias pós irrigação (DPI) verificou-se uma menor concentração, atingindo residual traço aos 90 DPI. Na lâmina de água das parcelas com lâmina de água contínua, verificou-se comportamento semelhante.

O penoxsulam [3-(2,2-difluoroethoxy)-N-(5,8-dimethoxy[1,2,4]triazolo[1,5-c]pyrimidin-2-yl)-á,á,á-trifluorotoluene-2 sulfonamide] é um herbicida do grupo químico sulfonilida triazolopirimidina, aplicado em pré e pós-emergência das plantas infestantes na cultura de arroz, com classificação toxicológica II (altamente tóxico) e ambiental III (produto perigoso), limite máximo de resíduos (LMR) de $0,01\text{mg kg}^{-1}$, intervalo de segurança de 98 dias e ingestão diária aceitável (IDA) de $0,05 \text{mg kg}^{-1}$ p.c. (ANVISA, 2010).

O uso de fungicidas, em tratamento de sementes, na lavoura de arroz irrigado por inundação no Rio Grande do Sul (RS) tem sido frequente para a proteção das sementes durante os processos de germinação e emergência e das plântulas de arroz (GOMES et al., 2005), em função da antecipação da época de semeadura, visando garantir uma adequada população de plantas. A aplicação dos ingredientes ativos carboxina + tiram, em formulação comercial, via tratamento de

sementes, é o método de controle que tem predominado nas lavouras orizícolas do RS. Porém, apesar do registro para a cultura do arroz (BRASIL, 2010), esse fungicida não é recomendado para a cultura do arroz irrigado (SOCIEDADE..., 2010). Os dados toxicológicos e ambientais abaixo citados geram preocupação do ponto de vista da segurança do alimento e do ambiente:

Carboxina (5,6-dihydro-2-methyl-1,4-oxathine-3-carboxanilide) é um fungicida do grupo químico carboxianilida, para a aplicação em sementes de arroz, com classificação toxicológica III (medianamente tóxico), limite máximo de resíduos (LMR) de $0,2 \text{ mg kg}^{-1}$, intervalo de segurança não determinado devido à modalidade de emprego, e ingestão diária aceitável (IDA) de $0,01 \text{ mg/kg p.c.}$ (ANVISA, 2010).

Tiram (tetramethylthiuram disulfide) é um fungicida do grupo químico dimetilditiocarbamato, para aplicação em sementes de arroz, com classificação toxicológica II (altamente tóxico), limite máximo de resíduos (LMR), como ditiocarbamatos (CS_2), de $3,0 \text{ mg kg}^{-1}$, intervalo de segurança não determinado devido à modalidade de emprego, e ingestão diária aceitável (IDA) de $0,01 \text{ mg/kg p.c.}$ (ANVISA, 2010).

A geração do conhecimento sobre o destino dos agrotóxicos no ambiente inicia com a coleta e análise de dados qualitativos e quantitativos em amostras de matrizes como o solo, água e sedimentos, processo conhecido como monitoramento ambiental. Neste contexto, as instituições de pesquisa realizam estudos com moléculas registradas e recomendadas para a cultura do arroz irrigado, visando à obtenção de dados sobre o monitoramento de resíduos de agrotóxicos. A interpretação desses dados é baseada em legislações que dispõem sobre o tema qualidade da água.

A água para irrigação da lavoura de arroz é enquadrada, conforme a resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), como água doce "Classe 3". Enquanto que a água de lançamento de lavoura para corpo d'água, como água doce "Classe 1". Nestas classes, constam somente os valores máximos permitidos (VMP) para os seguintes ingredientes ativos (i.a.) registrados para a cultura do arroz irrigado: [classe 3 = $2,4 \text{ D}$ ($30,0 \mu\text{g L}^{-1}$) e glifosato ($280 \mu\text{g L}^{-1}$); classe 1 = $2,4 \text{ D}$ ($4,0 \mu\text{g L}^{-1}$) e glifosato ($65 \mu\text{g L}^{-1}$)] (BRASIL, 2005).

A Portaria do Ministério da Saúde nº 1469, de 29 de dezembro de 2000 (BRASIL, 2001), estabelece o controle e vigilância da

qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, onde constam os VMP dos i.a. bentazona ($300 \mu\text{g L}^{-1}$), 2,4 D ($30 \mu\text{g L}^{-1}$), glifosato ($500 \mu\text{g L}^{-1}$) e propanil ($20,0 \mu\text{g L}^{-1}$) recomendados para a cultura do arroz irrigado por inundação.

Para os demais VMP de agrotóxicos registrados e recomendados para a cultura do arroz irrigado que não constam na legislação brasileira, devem ser consultadas as legislações de países com os quais o Brasil mantém relações internacionais e é membro signatário de acordos multilaterais, como os Estados Unidos da América e a Comunidade Europeia. Essas legislações são mais restritivas, principalmente para águas destinadas ao consumo humano.

No regulamento National Primary Drinking Water Regulations (NPDWRs or primary standards) da Agência de Proteção Ambiental dos EUA – United States Environmental Protection Agency (2010), por exemplo, o VMP para glifosato em água potável é $0,7 \mu\text{g L}^{-1}$. Por outro lado, na Comunidade Europeia, os VMP aplicados para cada i.a. individual presente na água potável não deve ultrapassar $0,1 \mu\text{g L}^{-1}$ e o somatório de todos os i.a. detectados e quantificados em monitoramentos deve ser inferior a $0,5 \mu\text{g L}^{-1}$ (COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION, 2010).

Em função do uso e da periculosidade do penoxsulam, carboxina e tiram em lavouras de arroz, realizou-se este trabalho, que teve com objetivo determinar, por meio de monitoramento, a concentração dos agrotóxicos em água, sedimento e solo de lavoura de arroz irrigado por inundação.

Características do monitoramento

O monitoramento foi realizado na Estação Experimental Terras Baixas, da Embrapa Clima Temperado, no município de Capão do Leão, RS, em um PLANOSSOLO HÁPLICO (SANTOS et al., 2006), durante a safra agrícola 2007/08, contemplando três experimentos de manejo de água para a cultura do arroz irrigado: 1. Efeito da época de início da irrigação sobre a eficiência de uso da água pelo arroz; 2. Influência da época de supressão da irrigação sobre a eficiência de uso da água pelo arroz; e 3. Efeito de lâminas de água sobre a demanda hídrica e eficiência de irrigação do arroz.

No experimento 1, avaliaram-se três épocas de início de irrigação para o arroz, correspondendo aos estádios de duas a três folhas (V2-V3); de quatro a cinco folhas (V4-V5); e de sete a oito folhas (V7-V8). O experimento 2 contemplou quatro épocas/ períodos de supressão da irrigação para o

arroz, estágio de grão leitoso (R6); de grão pastoso (R7); maturação de colheita (R9); e entre o estágio de oito folhas (V8) e a diferenciação da panícula (R1); e definitivamente a partir de R6. Por sua vez, no experimento 3, avaliaram três alturas de lâmina de água, sendo: 5 cm \pm 1 cm; 10 cm \pm 2 cm; e < 1 cm (solo mantido sob umidade de saturação). Para todos os três experimentos, os tratamentos foram delineados em blocos ao acaso com três repetições.

As parcelas experimentais 1 e 2 apresentaram dimensões de 10 m x 10 m (100 m²), e as do experimento 3 5 m x 10 m (50 m²). Cada parcela foi dotada de sistema independente de irrigação e de mensuração do uso da água (hidrômetro LAO UJ 91D1, vazão nominal 1,5 m³ h⁻¹).

Para o estabelecimento dos estádios de desenvolvimento da cultura, utilizou-se, como referência, a escala de Counce et al. (2000).

O arroz cultivar BRS Querência foi implantado em sistema convencional de cultivo em área anteriormente sistematizada em nível, com cota zero. Utilizaram-se sementes tratadas com os fungicidas carboxina + tiram (200 g + 200 g/100 kg sementes). Exclusivamente no experimento 1,

essas foram tratadas, ainda, com o inseticida fipronil (30 g/100 kg sementes).

O manejo da adubação seguiu as recomendações da Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado (2007), consistindo na aplicação de 250 kg/ha da formulação 5-20-20, em pré-semeadura, e de 110 kg ha⁻¹ de N, como ureia, parcelados em duas aplicações, a primeira antecedendo a entrada de água, e a segunda, na diferenciação da panícula.

O controle de plantas daninhas compreendeu uma aplicação, em pré-emergência, do herbicida penoxsulam [formulação comercial de concentrado solúvel (SC) contendo 48 g L⁻¹ do ingrediente ativo], na dose de 0,25 L ha⁻¹, e uma aplicação do herbicida cyhalofop-bytyl (2 L ha⁻¹), em pós-emergência. Exclusivamente para os tratamentos em que a entrada de água ocorreu no estágio V7-V8 e com lâmina de água < 1 cm (solo saturado), foi necessária uma segunda aplicação do herbicida cyhalofop-bytyl (2 L ha⁻¹), em razão da reinfestação das parcelas por plantas daninhas.

Coletaram-se 58 amostras compostas de água superficial, sedimento e solo, nos talhões e no canal de irrigação, em diferentes datas, no período de dezembro de 2007 a abril de 2008. Cinco amostras compostas de solo

Irrigado por Inundação

foram coletadas, na profundidade de 0-20 cm, num volume de 500 g cada, antes da inundação das parcelas e após a colheita dos grãos. Após a inundação, foram coletadas amostras de sedimento, na mesma profundidade e volume das amostras de solo, e água (1,0 L), 30, 60 e 90 dias pós-irrigação (DPI). Coletaram-se, ainda, amostras compostas de água do canal de irrigação (ponto = 0) e a cada nova reposição de água nas parcelas.

Imediatamente após a coleta, no campo, as amostras foram acondicionadas em caixas de isopor com gelo e em seguida armazenadas em congelador. Em data posterior, as amostras congeladas foram encaminhadas, em caixas de isopor, com gelo seco ao laboratório, para análise. As análises de resíduos de agrotóxicos foram realizadas no Laboratório Bioensaios Análises e Consultoria Ambiental Ltda., Porto Alegre, RS, acreditado no Inmetro pela Cgere/Inmetro de acordo com a NBR ISSO/IEC 17025, sob o número CRL -0227, na REBLAS (ANALI-017),

na Rede Metrológica do RS (Parecer Técnico 189/2004) e MAPA (Portarias 36 e 37 de 04/06/2003). As análises quantitativas foram realizadas em um cromatógrafo líquido de alta eficiência (CLAE) acoplado a um espectrômetro massa/massa (LC/MS/MS), modelo Applied Biosystems 3200 Qtrap, e

em um cromatógrafo gasoso acoplado a um espectrômetro de massa (GC/MS), modelo Shimadzu QP5050. Os limites de quantificação (LQ) para os ingredientes ativos ditiocarbamatos em CS_2 , penoxulam e carboxina, na água, foram de 1,0; 0,1 e 0,01 $\mu g L^{-1}$, enquanto que para as matrizes sedimento e solo, de 1,0; 0,1 e 0,1 $\mu g L^{-1}$, respectivamente.

Resultados obtidos

A amostragem inicial do solo da área experimental (ponto zero) não detectou resíduos dos ingredientes ativos investigados (Tabela 1). O fungicida carboxina foi detectado na água de todos os talhões aos 30 e 60 DPI em diferentes tratamentos que visam à racionalização do uso da água pela cultura de arroz irrigado em ecossistemas de várzea:

1. Experimento 1

- Tratamento com início da irrigação no estádio V2-V3: 30 e 60 DPI

2. Experimento 2

- Tratamento com supressão da irrigação em R7: 60 DPI
- Tratamento com supressão da irrigação em R9: 60 DPI
- Tratamento com supressão da irrigação entre V8 e R1 e a partir de R6: 60 DPI

3. Experimento 3

- Tratamento com altura de lâmina de água de 5 cm \pm 1 cm: 60 DPI
- Tratamento com altura de lâmina de água de 10 cm \pm 2 cm: 60 DPI
- Tratamento com solo mantido sob condição de umidade de saturação: 30 e 60 DPI

Irrigado por Inundação

Os resíduos de carboxina detectados na lâmina de água das parcelas ($>0,1 \mu\text{g L}^{-1}$) não são enquadrados nos VMP aplicados para cada i.a. individual presente na água potável, que não devem ultrapassar $0,1 \mu\text{g L}^{-1}$, conforme a legislação da Comunidade Européia (COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION, 2010).

A ausência de resíduos do fungicida tiram em todas as matrizes investigadas pode estar associada a fatores bióticos (degradação microbiológica), abióticos (degradação química) e a propriedades da molécula. As propriedades físico-químicas dos agrotóxicos e do ambiente determinam o comportamento ambiental, enquanto que fatores climáticos, o destino. A solubilidade em água, o coeficiente de partição octanol-água (K_{ow}) e a reatividade das moléculas e os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, destacando-se a estrutura, classe textural, mineralogia, conteúdo de matéria orgânica, pH, CTC (capacidade de troca de cátions), atividade e biomassa microbiana, refletem-se diretamente no comportamento ambiental dos herbicidas (LAVORENTI, 1996) e dos fungicidas aplicados em tratamento de sementes.

O herbicida penoxsulam foi detectado em nível traço na água, abaixo do limite de quantificação do método, aos 30 DPI nos tratamentos com lâmina de água baixa ou ausente do talhão 32 (Tabela 1). A condição de racionalização do uso da água com a manutenção de altura de lâmina de água de $5 \text{ cm} \pm 1 \text{ cm}$ e o solo mantido sob umidade de saturação determinaram esse comportamento, contribuindo para minimizar os riscos ambientais desse herbicida.

Estudo de monitoramento da ocorrência de agrotóxicos comumente

usados no cultivo do arroz em mananciais hídricos subterrâneos próximos a áreas orizícolas não detectou o herbicida penoxsulam em todas as regiões orizícolas do sul do Brasil investigadas (SILVA et al., 2009). Trabalho correlato realizou monitoramento de agrotóxicos em águas superficiais que receberam a contribuição de águas de lavouras de arroz irrigado, em seis regiões produtoras do RS (Campanha, Fronteira Oeste, Planície Costeira Interna e Externa a Laguna dos Patos, Depressão Central) e na região Sul de Santa Catarina, sendo que resíduos de penoxsulam foram encontrados apenas na Planície Costeira Externa a Laguna dos Patos ($0, 150 \mu\text{g L}^{-1}$), envolvendo municípios de Viamão, Capivari do Sul e Santo Antônio da Patrulha, e no Sul de Santa Catarina (SILVA et al., 2009).

Tabela 1. Concentrações de carboxina, ditiocarbamatos CS₂ e penoxsulam na água, sedimento e solo de lavouras de arroz experimentais e canal de irrigação. Estação Experimental Terras Baixas, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. 2010.

Talhão	Tratamento	Matriz	Carboxina	Ditiocarbamatos em CS ₂	Penoxsulam	Data de Coleta
$\mu\text{g L}^{-1}$						
30, 31 e 32	1,2,3,4	Solo	ND	ND	ND	13/12/2007 ¹
30	1	Água	ND	ND	ND	18/12/2007
Canal de Irrigação						
30	1	Água	0,118	ND	ND	18/01/2008*
30	1	Sedimento	ND	ND	ND	18/01/2008
30	1	Água	0,111	ND	ND	18/02/2008**
30	1	Sedimento	ND	ND	ND	18/02/2008
30	1	Água	ND	ND	ND	18/03/2008**
						*
30	1	Sedimento	ND	ND	ND	18/03/2008
30	1	Solo	ND	ND	ND	18/04/2008**
						**
31	1,2	Água	ND	ND	ND	28/12/2007
Canal de Irrigação						
31	1	Água	ND	ND	ND	28/01/2008*
31	1	Sedimento	ND	ND	ND	28/01/2008
31	1	Água	ND	ND	ND	28/02/2008**
31	1	Sedimento	ND	ND	ND	28/02/2008
31	1	Água	ND	ND	ND	28/03/2008**
						*
31	1	Sedimento	ND	ND	ND	28/03/2008
31	1	Solo	ND	ND	ND	18/04/2008**
						**
31	2	Água	ND	ND	ND	28/01/2008
31	2	Sedimento	ND	ND	ND	28/01/2008
31	2	Água	0,112	ND	ND	28/02/2008
31	2	Sedimento	ND	ND	ND	28/02/2008
31	2	Água	ND	ND	ND	28/03/2008
31	2	Sedimento	ND	ND	ND	28/03/2008
31	2	Solo	ND	ND	ND	18/04/2008
31	3	Água	ND	ND	ND	28/01/2008
31	3	Sedimento	ND	ND	ND	28/01/2008
31	3	Água	0,118	ND	ND	28/02/2008
31	3	Sedimento	ND	ND	ND	28/02/2008
31	3	Água	ND	ND	ND	28/03/2008
31	3	Sedimento	ND	ND	ND	28/03/2008
31	3	Solo	ND	ND	ND	18/04/2008
31	4	Sedimento	ND	ND	ND	28/01/2008
31	4	Água	0,114	ND	ND	28/02/2008
31	4	Sedimento	ND	ND	ND	28/02/2008
31	4	Água	ND	ND	ND	28/03/2008
31	4	Sedimento	ND	ND	ND	28/03/2008
31	4	Solo	ND	ND	ND	18/04/2008

Irrigado por Inundação

Após a colheita dos grãos, em abril de 2008, não foram detectados resíduos, no solo, dos ingredientes ativos em avaliação pelos métodos cromatográficos empregados, indicando não haver persistência dos mesmos em PLANOSSOLO HÁPLICO. Porém, destaca-se a necessidade de investigação de seus metabólitos, principalmente na água. Também é importante a geração de dados de sorção do herbicida penoxsulam, nessa classe de solo. Em solos de várzea, as condições de drenagem deficiente podem determinar interações diferenciadas das moléculas com os colóides do solo. Em GLEYSSOLO HÁPLICO Eutrófico, por exemplo, o herbicida glifosato permanece como resíduo ligado, não ocorrendo dessorção (MATTOS et al., 2002). Spadotto et al. (2003) verificaram, em estudo realizado sobre a sorção de herbicidas em diferentes solos brasileiros, utilizando 2,4 D como agrotóxico padrão, que a sorção das formas aniônicas de agrotóxicos ácidos tem sido superestimada em detrimento da consideração dos efeitos da dissociação da matéria orgânica, que também depende do pH do solo.

O monitoramento de resíduos de agrotóxicos demonstrou que, em condições de lavoura experimental, o fungicida carboxina, aplicado em tratamento de semente, na dose de 200 g/100 kg de sementes, é detectado na lâmina de água superficial da lavoura de arroz irrigado. A determinação de concentrações residuais e traço em água e a ausência no solo e em sedimentos de fungicidas e herbicidas aplicados no sistema de cultivo convencional de arroz irrigado demonstram a aplicabilidade dos monitoramentos na avaliação dos efeitos dos agrotóxicos sobre a qualidade ambiental do agroecossistema.

AGRADECIMENTOS

Aos funcionários do laboratório de Microbiologia Agrícola e Ambiental da Embrapa Clima Temperado, pelo auxílio na coleta e preservação das amostras.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Sistemas de Agrotóxicos Fitossanitários – AGROFIT: Ingredientes ativos**. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 18 nov. 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 1469 de 29 de dezembro de 2000. **Diário Oficial [da] República Federal do Brasil**, Poder Executivo, 2 de janeiro de 2001, Seção 1, p. 1-20.

ANVISA. **Monografias autorizadas**. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/portal/anvisa/anvisa/home/agrotoxicotoxicologia/!ut/p/c5/Campinas>>. **Anais...** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1996. 256 p.

MATTOS, M. L. T.; PERALBA, M. C. R.; DIAS, S. L.; PRATA, F.; CAMARGO, L. Monitoramento ambiental do glifosato e do seu metabólito (ácido aminometilfosfônico) na água de lavoura de arroz irrigado. **Pesticidas: Revista Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 12, p. 145-154, 2002.

MATTOS, M. L. T.; SCIVITTARO, W. B.; PETRINI, J. A.; SANTOS, I. M. B. dos; ALMEIDA, M. T. de Monitoramento da qualidade da água de drenagem em cultivo de arroz pré-germinado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 6., 2009, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: SOSBAI, CD-ROM.

SILVA, D. R. O. da; AVILA, L. A. de; AGOSTINETTO, D.; PRIMEL, E. G.; BUNDT, A. D. C. Ocorrência de agrotóxicos usados

Irrigado por Inundação

na lavoura de arroz irrigado em mananciais hídricos subterrâneos do sul do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 6., 2009. Porto Alegre, RS. **Anais...** Porto Alegre: Palotti, 2009a. p. 167-170.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 5, REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 27., 2007, Pelotas. **Anais...** Pelotas: SOSBAI, 2007. 157 p.

SPADOTTO, C.; MATALLO, M; GOMES, M. A.; Sorção do herbicida 2,4-D em solos brasileiros. **Pesticidas: Revista Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 13, p. 103-110, 2003.

UNITED STATES. Environmental Protection Agency.. **National Primary Drinking Water Regulations**. Washington, DC, 2009. Disponível em: <<http://water.epa.gov/drink/contaminants/index.cfm#List>>. Acesso em: 18 nov. 2010.

Circular**Técnica, 120**

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento

**GOVERNO
FEDERAL**

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado

Endereço: BR 392, Km 78, Caixa Postal 403
Pelotas, RS - CEP 96010-971

Fone: (0xx53)3275-8100

Fax: (0xx53) 3275-8221

E-mail: www.cpact.embrapa.br
sac@cpact.embrapa.br

1ª edição

1ª impressão (2011) 30 cópias

**Comitê de
publicações**

Presidente: Ariano Martins de Magalhães
Júnior

Secretária- Executiva: Joseane Mary Lopes
Garcia

Membros: Márcia Vizzotto, Ana Paula Schneid
Afonso, Giovani Theisen, Luis Antônio Suita de
Castro, Flávio Luiz Carpena Carvalho, Christiane
Rodrigues Congro Bertoldi, Regina das Graças
Vasconcelos dos Santos, Isabel Helena Vernetti
Azambuja, Beatriz Marti Emygdio.

Expediente

Supervisor editorial: Antônio Luiz Oliveira Heberlé

Revisão de texto: Bárbara Chevallier Cosenza

Editoração eletrônica: Juliane Nachtigall (estagiária)