

DISSIPAÇÃO DO CARBOFURAN NA ÁGUA E NO SEDIMENTO EM ECOSISTEMA DE ARROZ IRRIGADO

Maria Laura Turino Mattos⁽¹⁾, José Francisco da Silva Martins⁽¹⁾, Mirtes Melo⁽¹⁾, Rafael Antunes Dias⁽²⁾; Gilberto Casadei de Baptista⁽³⁾. 1. Embrapa Clima Temperado, Caixa Postal 403, CEP 96001-970-Pelotas-RS, E-mail: mattos@cpact.embrapa.br; 2. UCPel-Museu de História Natural, Caixa Postal 402, CEP 96010-000-Pelotas-RS; (3) USP-ESALQ, Caixa Postal 9, CEP 13418-9000-Piracicaba-SP.

No processo de gestão dos recursos naturais, pressupõe-se o conhecimento específico sobre os fatores naturais como recursos potenciais inseridos em um ecossistema. Como ponto básico para a gestão sustentável dos recursos solo e água, no ecossistema de arroz irrigado, é indispensável a implementação do controle ambiental, visando manter a qualidade destes recursos.

Fontes de poluição não pontuais de águas superficiais e subterrâneas constituem-se nas principais ameaças para a qualidade da água, entre as quais, podemos destacar os pesticidas usados na agricultura. No solo, os microrganismos são os principais responsáveis pela degradação de muitas moléculas químicas, biodegradando ou biotransformando, determinando, desta forma, a persistência ou destino de um pesticida.

Carbofuran (2,3-dihidro-2,2-dimetil-7-benzofuranil metilcarbamato) é um inseticida muito usado na cultura do arroz irrigado, nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, para o controle de *Oryzophagus oryzae*. No entanto, estudos para avaliar a dissipação desta molécula, no ecossistema de arroz irrigado, são escassos.

Existem vários caminhos para a dissipação de um pesticida no ambiente solo, com a predominância sobre a degradação microbiana, volatilização, fotodegradação e hidrólise química (Mc-Ewen & Stephenson, 1979, citados por Faber et al., 1997). O movimento de pesticidas dissolvidos ou adsorvidos a partículas na solução do solo, é outro tipo de transporte, denominado de lixiviação. Esse processo está relacionado com a contaminação de águas subterrâneas.

O transporte de pesticidas na água movendo-se sobre a superfície do solo, conhecido como escoamento superficial, é um dos principais processos de contaminação de águas superficiais. Pesticidas com solubilidade em água superior a 10 mg L⁻¹ tendem a se mover largamente na fase solúvel, enquanto pesticidas menos solúveis tendem se a mover, principalmente, sorvidos em partículas de solos erodidos.

Em solo arenoso (Areia Quartzosa-AQ), carbofuran apresentou uma meia vida menor do que 30 dias (não persistente), enquanto que em solo argiloso (Latosolo Vermelho Escuro-LVE) uma meia vida entre 30 e 90 dias (persistência reduzida). Nestes solos, carbofuran foi classificado como de baixa adsorção (K entre 0-24) e mobilidade alta em AQ e intermediária em LVE (FMC, 1993).

Este trabalho foi conduzido para determinar a distribuição no sedimento e na água e subsequente dissipação, após aplicação da formulação comercial granulada de carbofuran, em ecossistema de arroz irrigado. Neste contexto, a pesquisa avaliou o período residual de carbofuran e de seu metabólito (3-hidroxi-carbofuran). Os resultados apresentados são referentes a dois anos de avaliação.

Na safra 1999/2000, as atividades foram desenvolvidas em arrozais da Fazenda Santa Amélia, do Grupo Hadler & Hasse (Capão do Leão, RS). Os tratamentos consistiram da aplicação aérea do inseticida carbofuran [Furadan 50 G ® [750 (1), 500 (2) e 250 (3) g i.a. ha⁻¹], na água de irrigação, e de uma testemunha (sem inseticida). Na safra 2000/2001, as atividades foram realizadas na Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, Capão de Leão, RS. Três tratamentos foram comparados: Furadan 100 G (250 e 400 g i.a. ha⁻¹) (carbofuran), e testemunha. Cada parcela, de 11.250 m² (75 X 150 m), conteve sistema independente de irrigação e drenagem, com apenas uma entrada e uma saída da água de irrigação. A água de irrigação foi oriunda de barragem, isenta de contaminação por produtos químicos antes de atingir o experimento. Para facilitar o manejo

da água de irrigação, cada parcela foi dividida, por taipas de base larga, em cinco talhões com 2.250 m² (30 X 75 m).

Os tratamentos com carbofuran granulado foram aplicados dez dias após a irrigação permanente por inundação (10 DAI), utilizando aeronave Ipanema, da Mirim Aviação Agrícola Ltda. Entre as parcelas foi mantida uma área livre com 4.500 m² (30 X 150 m) para evitar que, através de deriva, um tratamento atingisse as parcelas destinadas aos demais. Conforme recomendação técnica, no rótulo da embalagem comercial do inseticida, não houve movimentação (fluxo) da água de irrigação, para fora das parcelas, durante dois dias após a aplicação das dosagens. As análises cromatográficas, qualitativa e quantitativa de resíduos de carbofuran e do metabólito 3-hidroxi-carbofuran, foram realizadas conforme metodologia descrita por Ohlin & Jansson (1998), modificada pelo uso de cromatografia em fase gasosa (detector de nitrogênio, fósforo, NPD).

No primeiro ano de avaliação, amostras de solo foram coletadas em cada parcela (1, 2, e 3) à profundidade de 0-20 cm, 1 dia antes (1DAA), 3, 10, 17, 31 e 40 dias após a aplicação do tratamento (DAT). As amostras compostas de água (15 sub-amostras), de 1000 mL, foram coletadas conforme o seguinte cronograma: a) obtenção, 10 dias antes da aplicação dos tratamentos, de uma amostra no canal principal de irrigação e mais duas amostras em cada área de 2 ha, uma na entrada da água e outra no interior da parcela; b) obtenção, 1, 3, 5, 7, 10, 13, 16, 19, 22, 25, 28, 31 e 40 DAT, de uma amostra, no interior e saída de água de cada parcela, no canal principal de drenagem e em açude de captação final da água que escoia do arrozal. Antes da aplicação do carbofuran, também foram coletadas amostras de água no canal de entrada e canal de drenagem da granja, bem como na barragem (ponto de captação para irrigação). Setenta e oitenta dias após a aplicação do carbofuran, foram coletadas amostras de água nos seguintes pontos da propriedade vizinha: 1- canal de entrada, 2- levante da barragem, 3- canal de drenagem, 4- canal de saída para o Rio Piratini. Aos oitenta dias, também foram amostrados quatro pontos no Rio Piratini e Arroio Contrabandista. No entanto, não foram detectados resíduos do carbofuran e de seu metabólito (3-hidroxi-carbofuran) até o limite de sensibilidade (0,002 mg/L) do método analítico.

Os resultados da análise cromatográfica indicaram resíduos de carbofuran (limite de detecção = 0,002 mg/L) na lâmina d'água, canal de saída e de drenagem, até 30 dias após a aplicação dos tratamentos (750, 500 e 250 g i.a. ha⁻¹). Na lâmina d'água, as maiores concentrações de carbofuran ocorreram até três dias após a aplicação, nas áreas 1 (0,2 mg/L), 2 (0,1 mg/L) e 3 (0,2 mg/L). No canal de saída, as maiores concentrações foram observadas no primeiro dia após aplicação do carbofuran, para a área 1 (0,2 mg/L); três dias para a área 2 (0,3 mg/L) e 3 (0,3 mg/L). Nas análises das amostras de sedimento, foram detectados resíduos de carbofuran (limite de detecção = 0,01 mg/L) até 30 dias após a aplicação dos tratamentos (750, 500 e 250 g i.a. ha⁻¹). A maior concentração do inseticida ocorreu no terceiro dia após a aplicação, nas dosagens de 750, 500 e 250 g i.a. ha⁻¹, sendo 0,04 e 0,02 mg L⁻¹, respectivamente. Nas áreas 1, 2, 3 e canal de drenagem, não foram detectados resíduos do metabólito 3-hidroxycarbofuran nas amostras de água e sedimento até o limite de sensibilidade do método analítico, 0,002 e 0,01 mg/L, respectivamente.

No segundo ano, amostras de solo foram coletadas, nas parcelas, à profundidade de 0-20 cm, 1 dia antes da aplicação do inseticida (1DAAC), e após a aplicação, 1DAA, 3DAA, 5DAA, 10DAA, 15DAA, 20DAA e 30DAA. Os pontos de coleta foram georreferenciados, visando maior uniformidade no momento das coletas. Na lâmina d'água de cada parcela experimental (400 (PA) e 250 g i.a. ha⁻¹ (PB) e testemunha (PC) foram coletadas três amostras compostas, d'água, constituídas por cinco sub-amostras/talhão, totalizando 15 subamostras/parcela. Na rede de irrigação e drenagem, a partir da área do experimento, foram coletadas amostras d'água conforme o seguinte cronograma: a) obtenção, 10 dias antes da

aplicação dos tratamentos, de uma amostra no ponto de captação d'água (açude), de quatro amostras no canal principal de irrigação; b) obtenção de amostras, no interior e saída de água de cada parcela, no canal principal de drenagem e em manancial de captação final da água que escoava do arrozal. Um dia antes da aplicação do carbofuran, foram coletadas três amostras compostas de cada parcela (ponto=0). Após a aplicação, três amostras compostas foram coletadas de cada parcela nos seguintes intervalos: 1 e 6 horas pós-aplicação, 1, 2, 3, 5, 10, 20, e 30 DAT. No canal principal de drenagem e em manancial de captação final da água que escoava do arrozal (água de recreação), a amostragem ocorreu também aos 4, 5, 10, 20 e 30 DAT, onde foram coletadas três amostras compostas. Todos os pontos de amostragem também foram georreferenciados.

O pH do solo e da lâmina d'água foi monitorado ao longo da curva de dissipação do carbofuran na água. Avaliações também foram realizadas antes da aplicação do carbofuran.

Na lâmina d'água, os resultados das análises cromatográficas indicaram ausência de resíduos (< 0,001) de carbofuran e de seu metabólito (3-hidroxi-carbofuran), em amostras de águas coletadas 1 dia antes da aplicação do inseticida, em todas as parcelas (PA, PB e PC). No dia da aplicação, não foram detectados resíduos do carbofuran e de seu metabólito uma hora após a aplicação do inseticida; no entanto, seis horas após a aplicação, houve a detecção (> 0,001) nas parcelas A e B. Também foram detectados resíduos de carbofuran 1, 2, 3, 5 e 10 dias após a aplicação do inseticida. Resíduos do metabólito foram detectados 6 horas após a aplicação do carbofuran, 1, 3 e 5 dias após a aplicação do inseticida. Na saída das parcelas A e B, foram detectados somente resíduos de carbofuran aos 3, 4, 5 e 10 dias após a aplicação do inseticida. Resíduos do metabólito também não foram detectados no canal de drenagem, sendo detectados resíduos de carbofuran aos 4, 5 e 10 dias após a aplicação. No local de recreação (água para banho), foram detectados resíduos somente aos 5 dias após a aplicação. Nas amostras de sedimentos coletadas nas parcelas A e B, não foram detectados resíduos de carbofuran e de seu metabólito até o 5º dia após a aplicação do inseticida. Aos 10, 15 e 20 dias, foram detectados resíduos somente de carbofuran. Não foram detectados resíduos, de ambos, aos 30 dias.

Nas amostras de sedimento coletadas nas parcelas A e B, não foram detectados resíduos do carbofuran e de seu metabólito até o 5º dia após a aplicação do inseticida. Aos 10, 15 e 20 dias, foram detectados resíduos somente de carbofuran. Não foram detectados resíduos aos 30 dias. Os valores de pH, na lâmina d'água, variaram de 6,0-6,5, enquanto que a temperatura média na lâmina d'água variou de 23 a 36°C. A altura da lâmina d'água variou de 13 a 15 cm.

De acordo com a Agência de Proteção Ambiental (EPA= *Environmental Protection Agency*) dos Estados Unidos, os padrões para água de consumo humano permitem níveis máximos de carbofuran de 0,04 mg/L (MCL= *Maximum Contaminant Level*), a qual é destinada para uso no sistema de abastecimento público. Ao mesmo tempo, evidenciam os efeitos potenciais para a vida, pela ingestão de água com estas concentrações: nos sistemas nervoso e reprodutivo. A Portaria nº 881, de 6 de novembro de 1998, publicada no Diário Oficial da União de 27.11.98, Seção 1, página 41 estipula o limite máximo de resíduos no grão de arroz, incluindo a soma do princípio ativo e seu metabólito 3-hidroxi-carbofuran, em 0,2 mg L⁻¹, com um intervalo de segurança de 30 dias.

Os resultados obtidos na presente pesquisa mostram que determinado nível de segurança pode ser alcançado dentro de 30 dias após a aplicação do carbofuran, partindo de concentrações iniciais de 500

g i.a. ha⁻¹; indicaram também que houve liberação de resíduos do inseticida, para o meio ambiente, após o período preconizado para permanência das parcelas fechadas e conseqüente liberação da água, ou seja, 48 horas. A dissipação de carbofuran em um PLANOSSOLO HIDROMÓRFICO Eutrófico típico ocorreu aos 30 dias após aplicação do inseticida, nas condições deste estudo.

OGRÁFICAS

FABER, M.J.; STEPHENSON, G.R.; THOMPSON, D. Persistence and leachability of glufosinate-ammonium in a northern Ontario terrestrial environment. **J. Agric. Food. Chem.**, v.45, p.3672-3676, 1997.

FMC. **Carbofuran informações técnicas**. São Paulo, FMC Corporation, 1993. 3p.

OHLIN, B.A.; JANSSON, C. Determination of benzimidazoles and some other pesticides in agricultural crops with HPLC. **Pesticide Analytical Methods in Sweeden**. Part 1. Rapport 17/98. National Food Administration. Uppsala, p. 63-74, 1998.

Apoio Financeiro: FAPERGS, FMC do Brasil