



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos

**ESTIMATIVA DAS PERDAS DE PESTICIDAS NO ESCOAMENTO
SUPERFICIAL EM LAVOURA DE ALGODÃO NA MICRO-REGIÃO
DE PRIMAVERA DO LESTE (MT)**

ISALTINO ALVES BARBOSA

Cuiabá – MT

2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos

**ESTIMATIVA DAS PERDAS DE PESTICIDAS NO ESCOAMENTO SUPERFICIAL
EM LAVOURA DE ALGODÃO NA MICRO-REGIÃO DE PRIMAVERA DO LESTE
(MT)**

ISALTINO ALVES BARBOSA

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Santos Silva Amorim.
Co-orientadora: Prof. Dr. Eliana Freire Gaspar de Carvalho Dores.

Cuiabá – MT
2009

À minha família

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós- Graduação em Recursos Hídricos - PPGRH e à Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT pela formação proporcionada; Ao professor e orientador Dr. Ricardo Santos Silva Amorim pela paciência, meticulosidade, educação, tempo dispensado e conselhos, extremamente relevantes na realização de todas as etapas que resultaram neste trabalho.

À professora Dr^a Eliana F. G. C. Dores por acompanhar meu processo de formação acadêmica na graduação e co-orientação no mestrado, sempre com paciência, cordialidade e contribuições valiosas para a realização deste trabalho, certamente um exemplo de profissional a ser seguido.

Ao Grupo de Estudos de Poluentes Ambientais - GEPA da Universidade Federal de Mato Grosso pelo acesso aos dados que permitiram a concretização desta dissertação e ao Fundo de Amparo à Cultura do Algodão (FACUAL) /Associação dos Produtores de Algodão (AMPA)

Aos meus amigos do LARB – Laboratório de Análises de Resíduos de pesticidas que, de uma forma ou outra, me auxiliaram: Dr. Leandro Carbo, Valdecir, Elisângela, Karen, Eliziane, Lindinalva, Milena, Tiago, Luana, Marcos, Lenilson, Dr. Ricardo Dalla Villa , Msc. Alicio Alves Pinto, Dr^a Carolina Lourencetti, em especial a minha amiga Msc. Flavia Amorim Silva, pelo apoio, e pelo bom humor nos momentos mais inusitados. Também aos meus amigos do curso de mestrado, em especial a Samanta, Gabriely, Luciane. Eitene e Marcelo, pelos bons momentos que tivemos durante a realização deste curso.

Aos meus amigos e amigas, Keila, Josane, Anderson, Eilson, Claudinei, Rogério, Carlos Augusto.

À minha família pelo apoio em todos os momentos, em especial a minha mãe, Maria Auxiliadora, pela paciência e compreensão nos momentos de ausência; ao meu pai, Izalino Augusto, que sempre foi um grande incentivador, sempre um exemplo de compostura e honestidade; à minha irmã, Marcela Alves, pelo os bons momentos compartilhados desde a infância, pelo o apoio incondicional, sempre incentivando nos momentos difíceis; à minha avó, Nair Lopes, pelos sábios conselhos, pelo altruísmo, um exemplo de vida.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura química de alguns pesticidas comumente encontrados em lavouras de algodão no estado de Mato Grosso; atrazina (A), diurom (B), endosulfan alfa (C); endosulfan beta (D), metolacoloro (E) e metomil (F).	13
Figura 2 - Variação da taxa de infiltração com o tempo sob condições de intensidade de precipitação constante (I_p).	21
Figura 3 - Concentrações estimadas e observadas para todos os pesticidas, utilizando o modelo descrito pela OCED (1999) associados aos métodos do BAS e do CN para a estimativa das lâminas de escoamento.....	41
Figura 4 - Concentrações estimadas e observadas dos pesticidas nos diferentes cenários, com duas metodologias de estimativa do escoamento, BAS (A) e CN (B)	42
Figura 5 - Concentrações estimadas e observadas da atrazina nos diferentes cenários, com duas metodologias de estimativa do escoamento, BAS (A) e CN (B)	44
Figura 6 - Concentrações estimadas e observadas do diurom nos diferentes cenários, com duas metodologias de estimativa do escoamento, BAS (A) e CN (B)	46
Figura 7 - Concentrações estimadas e observadas do endosulfan alfa nos diferentes cenários, com duas metodologias de estimativa do escoamento, BAS (A) e CN (B).....	48
Figura 8 - Concentrações estimadas e observadas do endosulfan beta nos diferentes cenários, com duas metodologias de estimativa do escoamento, BAS (A) e CN (B).....	49
Figura 9 - Concentrações estimadas e observadas do metolacoloro nos diferentes cenários, com duas metodologias de estimativa do escoamento, BAS (A) e CN (B).....	50
Figura 10 - Concentrações estimadas e observadas do metomil nos diferentes cenários, com duas metodologias de estimativa do escoamento, BAS (A) e CN (B)	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação da mobilidade de acordo com o Log K_{oc}	17
Tabela 2 - Classificação da mobilidade de acordo com a solubilidade na água (S_w).....	18
Tabela 3 - Classificação de persistência baseada no tempo de meia vida	18
Tabela 4 - Propriedades físicas e químicas da atrazina, diuron, endossulfan alfa e beta, metolaclo e metomil	19
Tabela 5 – Descrição das propriedades físicas e químicas do solo das parcelas de estudo	29
Tabela 6 - Doses aplicadas de pesticidas para as parcelas com e sem faixa de contenção.....	31
Tabela 7 - Doses aplicadas de pesticidas para as parcelas com plantio direto e convencional	31
Tabela 8 - Propriedades físicas e químicas dos pesticidas selecionados	32
Tabela 9 - Classificação dos pesticidas em relação à solubilidade, coeficiente de sorção ao carbono orgânico e meia vida.....	32
Tabela 10 - Valores de CN para diferentes parcelas experimentais	33
Tabela 11 - Critérios de avaliação do índice "c"	38
Tabela 12 - Lâminas de escoamento observadas (Es-obs) e estimadas (Es-est) pelos métodos do número da curva (CN) e do balanço de água na superfície do solo (Bas) para as condições de manejo do solo nas parcelas cultivadas com algodão	40
Tabela 13 - Concentrações médias observadas e estimadas dos pesticidas, utilizando o método do número curva (CN) e do balanço de água na superfície do solo (Bas) associados ao modelo descrito pela OCED (1999).....	54
Tabela 14 - Concentrações observadas e previstas pelo modelo proposto pela OCED (1999) (com os dois métodos de estimativa da lâmina escoada: número da curva e balanço de água na superfície do solo) para os diferentes cenários e pesticidas	55

ESTIMATIVA DAS PERDAS DE PESTICIDAS NO ESCOAMENTO SUPERFICIAL EM LAVOURA DE ALGODÃO NA MICRO-REGIÃO DE PRIMAVERA DO LESTE (MT)

RESUMO - O ajuste e a avaliação de metodologias que permitem estimar o escoamento superficial e a concentração de pesticidas carregados são de fundamental importância para a ampliação de estudos prognósticos para áreas agrícolas. Nesse contexto objetivou-se com este estudo ajustar uma metodologia que permitisse estimar a concentração de pesticidas transportados pelo escoamento superficial sob condições de campo em lavouras de algodão na micro-região de Primavera do Leste – MT. O trabalho foi realizado, basicamente em três etapas: a primeira consistiu da compilação de um banco de dados obtidos experimentalmente em estudos de avaliação da dinâmica de pesticidas em parcelas experimentais cultivadas com algodão sob diferentes condições de manejo do solo na micro-região de Primavera do Leste – MT; a segunda consistiu do ajuste de uma metodologia que permitisse estimar a concentração de pesticidas no escoamento superficial por meio da associação do modelo de concentração de pesticidas no escoamento descrito pela OCED (1999) com os métodos número da curva (CN) e método do balanço de água na superfície do solo (BAS) para estimativa da lâmina de escoamento superficial; na terceira aplicou-se a metodologia ajustada para diferentes cenários de uso e manejo do solo e de pesticidas. A seleção dos pesticidas baseou-se na frequência e na quantidade aplicada na cultura de algodão, os seguintes pesticidas foram selecionados: atrazina, diurom, endosulfan alfa e beta, metolacoloro e metomil. De maneira geral, o método do número da curva apresentou melhores resultados na estimativa do escoamento superficial, apesar de não conseguir detectar o efeito do sistema de preparo do solo (plantio direto e convencional). A metodologia ajustada para estimativa da concentração de pesticidas no escoamento apresentou melhor desempenho quando utilizou o CN para estimar a lâmina do escoamento superficial. A metodologia ajustada não apresenta tendência única de subestimar ou superestimar as concentrações dos pesticidas estudados, ou seja, houve condições em que subestimou e outras em que ocorreram superestimativas das concentrações. Dentre os pesticidas estudados, o diurom foi o que apresentou melhor desempenho para os cenários estudados. O ajuste da metodologia de estimativa da concentração de pesticidas com o CN para estimar o escoamento, apresentou potencial para predizer o risco de contaminação das águas superficiais por pesticidas em áreas cotonícolas do estado de Mato Grosso.

Palavras-chave: modelagem, contaminação, águas superficiais, transporte de solutos

ESTIMATIVE OF OFF-SITE PESTICIDE LOSS BY RUNOFF IN COTTON CROPS IN THE MICRO-REGION OF PRIMAVERA DO LESTE (MT)

ABSTRACT – The adjustment and evaluation of methods which allow estimation of runoff and the concentration of associated pesticides are important for the development of prognostics studies in agricultural areas. In this context, this study aimed to adjust a method to estimate the concentration of pesticides transported by runoff under field conditions in cotton crop in the micro-region of Primavera do Leste – MT. It was carried out in three steps: the first one consisted on the compilation of a data base with results of studies developed by DORES et al. (2007) on evaluation of pesticides dynamics in experimental plots with cotton cultivated under different soil management practices in the micro-region of Primavera do Leste – MT; the second one consisted on the adjustment of a method which allows the estimation of pesticides concentration in runoff by means of the association of the model for estimation of pesticides concentration in run-off describes by OCED (1999) with the methods of Curve Number (CN) and of Water Balance in the Soil Surface (BAS) for the estimation of run-off; in the third step the adjusted method was applied to different scenarios of soil use and management and of pesticides detected by DORES et al. (2007). The following pesticides were selected based on the frequency and applied amount in cotton crops: atrazine, diuron, endosulfan, metolachlor and methomil. In general, the CN method gave better results to estimate runoff, although it was not able to detect the effect of soil preparation systems (conventional and non-tilling). The adjusted method for the estimative of pesticides concentration in runoff presented a better performance when the CN method was used to estimate runoff. The adjusted method did not present a unique trend to underestimate or overestimate the studied pesticides concentrations, i.e., in some cases there was an underestimation in others an overestimation. Among the studied pesticides, diuron was the one for whom the adjusted method performed better in the studied scenarios. The association of OCED (1999) model with CN presented the highest potential to estimate contamination risks of surface waters in cotton crop areas in Mato Grosso State.

Keywords: modeling, contamination, surface waters, solute transport.

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	10
1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1 Ocorrência de pesticidas em ambientes aquáticos	11
2.2 Descrição dos pesticidas estudados	12
2.2.1 Atrazina.....	12
2.2.2 Diurom.....	12
2.2.3 Endosulfan	14
2.2.4 Metolacoloro	14
2.2.5 Metomil.....	14
2.2.6 Propriedades físicas e químicas dos pesticidas utilizados para aplicação do modelo.....	15
2.2.6.1 Coeficiente de adsorção ao carbono orgânico.....	15
2.2.6.2 Solubilidade em água (Sw).....	17
2.2.6.3 Degradação.....	17
2.3 Dinâmica dos pesticidas no meio ambiente	20
2.4 Escoamento Superficial	20
2.4.1 Fatores que intervêm no escoamento superficial	21
2.5 Avaliação quantitativa das perdas de solo, água e pesticidas	22
2.5.1 Perdas de solo.....	22
2.5.2 Perdas de água e pesticidas	23
2.6 Definição e classificação dos modelos	24
2.6.1 Definição.....	24
2.6.2 Classificação dos modelos	25
2.7 Aporte teórico sobre os cenários avaliados pela metodologia.	26
2.7.1 Faixa Filtro.....	26
2.7.2 Sistemas de plantio: convencional e direto.....	26
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	28
3.1 Cenários	28
3.2 Parâmetros utilizados no modelo	30
3.3 Estimativa da lâmina de escoamento superficial (ES) para encosta (parcela).....	30
3.3.1 Método do Balanço da Água na Superfície do Solo (BAS)	30
3.3.2 Método do Número da Curva (CN).....	35
3.4 Estimativa da concentração de pesticida na água do escoamento superficial	36
3.5 Método para avaliar a eficiência do modelo	37
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
5. CONCLUSÕES	56
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
ANEXOS.....	66

1. INTRODUÇÃO

A Embrapa Algodão estima que 25% de todo o pesticida produzido no mundo é destinado às lavouras de algodão, e no Brasil não é diferente. O modelo de produção empregado nas áreas de cerrado, baseado em extensas áreas de terra e alta tecnologia, estimula ainda mais o uso de pesticidas (BIONDI et al., 2008).

Dos compartimentos ambientais, o solo é um dos maiores receptores dessas substâncias. Mesmo quando aplicados sobre as plantas, cerca de 50% da dose poderá ter como destino final o solo, independentemente da forma como é realizada a aplicação (CHAIM et al., 1999).

No solo o destino dos pesticidas depende da ocorrência dos processos de transporte (deriva, volatilização, lixiviação, escoamento superficial), retenção (adsorção, absorção), transformação (degradação, decomposição) dessas substâncias. No processo de dinâmica dos pesticidas, destaca-se o movimento por escoamento superficial e lixiviação.

Estudos experimentais de campo para avaliar o impacto de pesticidas sobre os recursos hídricos, na maioria das vezes, demandam muitos recursos financeiros, uma vez que geralmente envolvem um grande número de coletas e conseqüentemente uma série de análises analíticas para a quantificação e identificação dos resíduos de pesticidas, e por isso nem sempre são estendidos às varias localidades de uma região.

Atualmente, vários métodos de avaliação de impacto ambiental complementam a análise laboratorial de resíduos de pesticidas. Dentre eles, um dos mais promissores tem sido a modelagem matemática. Há uma variedade de modelos ambientais na literatura para prever a dinâmica dos pesticidas nos diversos compartimentos ambientais, por exemplo, os modelos GLEAMS (GroundWater Loading Effects of Agricultural Systems; LEONARD et al., 1987); e o SFIL (Simplified Formula for Indirect Loadings caused by runoff, BEREZEN et. al., 2004.).

Portanto, observa-se na literatura que grande parte dos modelos desenvolvidos para avaliar a dinâmica dos pesticidas, e conseqüentemente o risco de contaminação dos recursos hídricos, superficiais e subterrâneos, são desenvolvidos para condições temperadas. Desta forma, a aplicação desses modelos de simulação para diversas condições precisa ser estudada, em especial para a condição de solos tropicais onde atividade agrícola é mais intensa.

Sendo assim, o presente estudo visou ajustar uma metodologia para estimar a quantidade de pesticida transportado pelo escoamento superficial sob condições de campo em lavouras de algodão da na micro-região de Primavera do Leste - MT.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Ocorrência de pesticidas em ambientes aquáticos

O termo “pesticida” refere-se a uma categoria de substâncias ou misturas destinadas a prevenir, destruir, repelir ou mitigar quaisquer insetos, roedores, nematóides, fungos, ervas daninha ou outras formas de vida declaradas como “pestes”. Com as inovações, incluiu-se também nessa categoria substâncias que são usadas como reguladores de crescimento e os desfolhantes (NETO; FERREIRA, 2007).

Todo pesticida, independentemente de sua complexidade, tem pelo menos um ingrediente ativo que age diretamente sobre o alvo ao qual se destina. A sua mistura com um ou mais ingredientes ativos é feita mediante os chamados ‘inertes’, constituindo, assim, uma formulação particular de pesticida (NETO; FERREIRA, 2007).

Os resíduos dos pesticidas são uma das fontes de contaminação das águas, pois mesmo que essas substâncias cheguem aos rios e lagos em pequenas quantidades, a bioacumulação fará com que sua ação seja prejudicial ao longo da cadeia alimentar (COSTA et al., 2008).

A Comunidade Européia (EC) considera que a concentração máxima tolerável de um pesticida individual não deve exceder a $0,1 \mu\text{g L}^{-1}$, e a concentração total de pesticidas não deve exceder $0,5 \mu\text{g L}^{-1}$ em água potável (HECQ et. al., 2005).

O Brasil apresenta uma legislação (A portaria do Ministério da Saúde nº 518, de 25 de março de 2004,) que estabelece os padrões de potabilidade da água destacando os níveis máximos de alguns pesticidas em água potável, baseados em sua periculosidade.

Diversos estudos visando avaliar a concentração de pesticidas em águas superficiais e subterrâneas destacam níveis de contaminação acima do permitido pela EC. Um estudo realizado em Portugal ao longo do rio Mondego no período 2002-2004 foram detectados os seguintes pesticidas: endossulfan, alacloro, atrazina, metolaclo e simazina, com níveis de concentração máximos: 0,05, 0,09, 8,44, 1,21 e 1,24 $\mu\text{g/L}$, respectivamente. (CEREJEIRA et al., 2005).

Segundo Sanchez-Bayo et al. (2002) os pesticidas empregados em lavouras de algodão na Austrália com alto risco de contaminação do meio ambiente são: o endossulfan, o clorpirifós, o aldicarb, o diurom e o prometrina.

Dores et al. (2006) realizou um estudo na Micro-região de Primavera do Leste – MT, constataram que em cinco amostras de águas superficiais e vinte oito de água subterrânea,

apresentaram altos índices de contaminação das amostras, com concentrações médias de $1,73 \mu\text{g.L}^{-1}$ para o metolacoloro e freqüente detecção do metribuzim com concentração máxima de $0,351 \mu\text{g.L}^{-1}$.

Souza et al. (2004) elaboraram uma avaliação preliminar da presença de pesticidas em poços tubulares da região de Primavera do Leste -MT, os quais detectaram presença de atrazina, metolacoloro, carbofuram, parationa- metílica, imidacloprido e diuron, com concentrações máximas de 0,07; 0,41; 1,08; 0,17; 3,41; e $2,00 \text{ mg.L}^{-1}$, respectivamente .

Laabs et al. (2002) constataram que, no Pantanal, a atmosfera representa importante via de entrada de pesticidas nesse ecossistema devido à volatilização de produtos aplicados e o seu retorno para os ecossistemas terrestres pela água da chuva. Essa via de contaminação mostrou mais intensa que em regiões temperadas, reafirmando assim a necessidade de estudos de contaminação das águas superficiais e subterrâneas em condições ambientais brasileiras.

2.2 Descrição dos pesticidas estudados

2.2.1 Atrazina

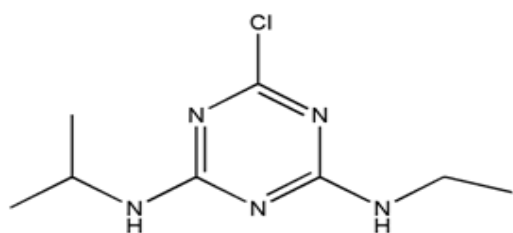
A atrazina (2-cloro-4-etilamino-6-isopropilamino-1,3,5-triazina) é um pesticida do grupo das triazinas (Figura 1A), classificado como sistêmico e seletivo que é utilizado no controle pré e pós-emergente de ervas de folhas largas.

Devido ao uso intenso deste pesticida, resíduos do mesmo e seus metabólitos são comumente detectados no monitoramento em solos e em águas subterrâneas após longo tempo de aplicação (MELI et al., 1992).

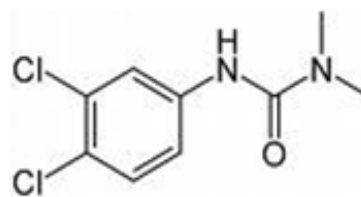
Este pesticida possui alguns produtos de degradação como o deethylatrazine (DEA) que quando em concentrações elevadas é tão tóxico quanto o pesticida de origem; e deisopropylatrazine (DIA) que é 3 ou 4 vezes menos tóxico quanto ao pesticida de origem (PAULA, 2007).

2.2.2 Diurom

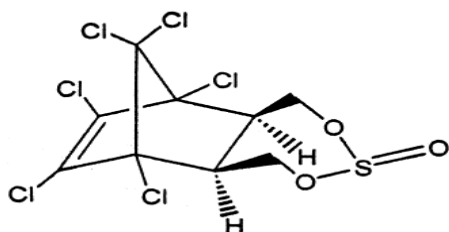
O diurom cuja nomenclatura recomendada pela International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) é 3-(3,4-diclorofenil)-1,1-dimetiluréia (Figura 1B).



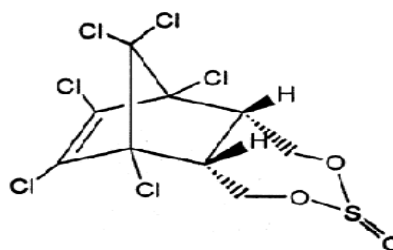
(A)



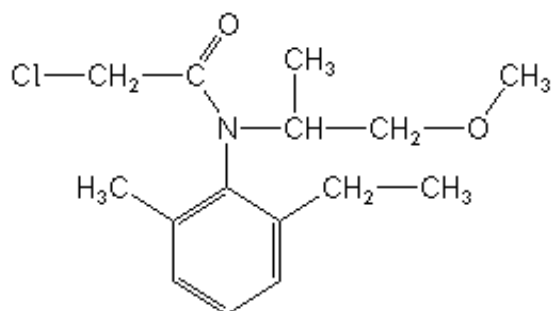
(B)



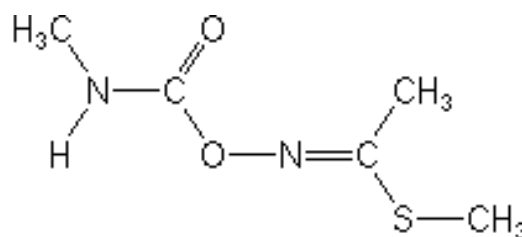
(C)



(D)



(E)



(F)

Figura 1 - Estrutura química de alguns pesticidas comumente encontrados em lavouras de algodão no Estado de Mato Grosso; atrazina (A), diurom (B), endosulfan alfa (C); endosulfan beta (D), metolachlor (E) e metomil (F).

O diurom é um pesticida, urea-derivado, indicado para o controle de ervas daninhas em áreas agrícolas com o cultivo de algodão, trigo, soja e cana de açúcar.

Em alguns países este pesticida tem o seu uso restringido devido a sua detecção em água potável, uma vez que esse pesticida é considerado um dos mais perigosos para fontes de águas subterrâneas (FARIA, 2004; BATISSON et al, 2007).

2.2.3 Endosulfan

Endosulfan (6,7,8,9,10, 10 - hexacloro-1,5, 5a, 6, 9, 9a- hexahidro- 6, 9, metano-2,4,3-benzo dioxatiepín-3- óxido (IUPAC) é um dos pesticidas do grupo dos ciclodienos clorados, cuja preparação técnica consiste de α - β -isômeros (70% do isômero alfa e 30% do isômero beta, respectivamente Figura 1C e 1D) . Esse pesticida é usado extensivamente, em todo o mundo para as culturas de algodão, sorgo, sementes oleaginosas e leguminosas, bem como as culturas hortícolas e frutas, tendo como seu principal metabólito o sulfato de endosulfan (GORBI et al, 2006).

2.2.4 Metolacoloro

O metolacoloro é um pesticida que pertence ao grupo químico das cloroacetanilida, cujo o nome químico, segundo a IUPAC, é 2-cloro-N-(2-etil-6-metilfenil)-N-(2-metoxi-1-metiletil) acetamida (Figura 1E). De acordo com Rivard (2003) o metolacoloro é relativamente móvel e por isso tem potencial para contaminar os recursos hídricos subterrâneos. Os produtos de degradação, o ácido etano-sulfônico e ácido Oxanílico de metolacoloro, são persistentes e mais freqüentemente encontrados em águas subterrâneas.

2.2.5 Metomil

O metomil (Figura 1F), S-metil-N- (metilcarbamoiloxi)tioacetimidato (IUPAC) foi introduzido em 1966, pertencente à classe dos carbamatos de oxima amplamente empregado nas culturas de soja, algodão, milho, arroz e feijão no Cerrado (KAMRIN, 1997).

Estas substâncias trabalham inibindo a colinesterase, enzima essencial para o funcionamento apropriado do sistema nervoso central dos insetos.

O metomil também é um metabólito do pesticida tiodicarbe bastante utilizado em áreas agrícolas. Existe uma ampla preocupação de contaminação de águas subterrâneas e marinhas devido à ampla solubilidade em água do metomil (Yang et al., 2005).

2.2.6 Propriedades físicas e químicas dos pesticidas utilizados para aplicação do modelo.

A integração das características do meio com as propriedades dos pesticidas permitem discutir sobre a dinâmica dos pesticidas no meio ambiente, viabilizando, portanto, avaliar teoricamente, se os pesticidas apresentam algum risco potencial de contaminação das águas superficiais e subterrâneas.

Sendo assim, na sequência será feita uma descrição de algumas propriedades físicas e químicas mais relevantes para a compreensão da dinâmica dos pesticidas nos solos e também da metodologia de estimativa da concentração de pesticidas apresentada nesse trabalho. .

2.2.6.1 Coeficiente de adsorção ao carbono orgânico

A adsorção é considerada um dos principais processos que afetam a interação que ocorre entre o pesticida e a fase coloidal do solo. Os principais constituintes que representam a fase sólida no solo são: argilominerais, matéria orgânica, óxidos, hidróxidos de alumínio, de ferro e sílica (VIEIRA et al.,1998). Esta pode ser descrita pelo coeficiente de sorção ou coeficiente de distribuição (K_d), obtido através da razão entre a concentração de produto adsorvido à fase sólida do solo pela concentração de produto na solução (equação 1).

$$K_d = \frac{(X / M)}{C_e} \quad (1)$$

em que;

X = quantidade de pesticida adsorvido pelo solo (μg);

M = massa solo (g);

K_d = coeficiente de sorção (correspondente ao coeficiente angular da reta);

C_e = concentração do pesticida na solução final em equilíbrio com a massa solo ($\mu\text{g mL}^{-1}$).

Segundo Oliveira (2008), nem sempre este coeficiente (K_d) é suficiente para descrever a sorção de um pesticida em uma faixa mais ampla de concentrações, devendo neste caso, ser descrita por isotermas, com a determinação do K_d em diferentes concentrações do pesticida em solução.

O K_d pode ser normalizado para o teor de matéria orgânica do solo em questão, obtendo-se o coeficiente de partição ao carbono orgânico (K_{oc}) que corresponde à razão entre o coeficiente de sorção e a fração de carbono orgânico do solo (equação 2). Este coeficiente pode ser utilizado para estimar o fracionamento (adsorção e solubilização) do pesticida no solo quando a água se movimentar através do seu perfil, para avaliar o grau em que os compostos químicos serão adsorvidos nas partículas de solo e serão solubilizados na solução do solo ou no escoamento superficial (SILVA; FAY, 2004).

$$K_{oc} = \frac{K_d \cdot 100}{\%C.O} \quad (2)$$

em que: %C.O = porcentagem de carbono orgânico presente no solo

Quanto menor o K_{OC} das substâncias ou moléculas maior sua propensão à lixiviação. Devido à alta variação em escala desta medida este parâmetro pode ser expresso em logaritmo de K_{OC} , sendo utilizado para caracterizar a mobilidade (Tabela 1) de substâncias químicas.

Tabela 1 - Classificação da mobilidade de acordo com o Log K_{OC}

Log K _{OC}	Classificação
<1	Altamente móvel
1 a 2	Móvel
2 a 3	Moderadamente móvel
3 a 4	Levemente móvel
4 a 5	Difícilmente móvel
>5	Imóvel

Fonte: FAO, (2000).

2.2.6.2 Solubilidade em água (S_w)

A solubilidade em água representa a quantidade máxima do composto que se dissolve em água pura, a uma dada temperatura e pH, podendo ser, desta forma, um indicador da tendência do pesticida ser transportado por escoamento superficial ou por lixiviação, sendo que, de maneira geral, pesticidas com baixa solubilidade em água são fortemente adsorvidos (SILVA; FAY, 2004). A solubilidade pode ser expressa em mgL⁻¹ ou ppm (partes por milhão) ou µgL⁻¹ (micrograma por litro) ou ppb (partes por bilhão)

Quanto maior a quantidade de grupos hidrofílicos do pesticida (mais polar), maior será sua afinidade pela água, logo, maior sua solubilidade. Na Tabela 2 apresenta a classificação da solubilidade dos pesticidas em água (S_w).

2.2.6.3 Degradação

A degradação de um pesticida é representada pelo termo químico denominado meia vida (t_{1/2}) da substância no solo ou na planta. Correspondendo ao tempo necessário para que 50% da massa de determinado produto demora a ser degradado no meio ambiente (MAHAN; MYERS, 2000).

Ambientalmente a meia-vida é muito importante, pois seu conhecimento permite avaliar diretamente o tempo necessário entre aplicações de um produto. Quando aplicada em questões ambientais, ela dificilmente pode ser datada com precisão, uma vez que o ambiente apresenta

Tabela 2 - Classificação da mobilidade de acordo com a solubilidade na água (S_w)

Solubilidade - S_w (mg.L ⁻¹)	Classificação
< 0,1	Insolúvel
0,1-1,0	Levemente solúvel
1 a 10	Moderadamente solúvel
10-100	Facilmente solúvel
>100	Altamente solúvel

Fonte: FAO (2000).

grandes variações dos fatores que afetam a taxa de degradação destas substâncias químicas. Dentre estes fatores tem-se a intensidade da radiação solar, a temperatura do solo, a concentração de radicais hidroxilas ou a natureza da população microbiana (MACKAY et al., 1997).

A meia vida dos pesticidas pode ser apresentada como um único valor ou como uma faixa de valores de tempo, sendo os pesticidas classificados com base na $t_{(1/2)}$ quanto à sua persistência no solo de acordo com a Tabela 3 segundo os critérios descritos por: IBAMA (1990).

Tabela 3 - Classificação de persistência baseada no tempo de meia vida

Meia vida (dias)	Classificação
< 30	Não persistente
30 – 180	Medianamente persistente
180 – 360	Persistente
> 360	Altamente persistente

Fonte: IBAMA (1990).

Na tabela 4 encontra-se compiladas os valores de todas as propriedades físicas e químicas dos pesticidas: atrazina, diurom, Endosulfan alfa e beta, metomil, metolacoloro, discutidos acima.

Tabela 4 - Propriedades físicas e químicas da atrazina, diurom, endosulfan alfa e beta, metolacoloro e metomil

Propriedades físicas e químicas	Atrazina	Diurom	Endosulfan α	Endosulfan β	Metolacoloro	Metomil
Coeficiente de partição ao carbono orgânico - K_{oc} (g.mL ⁻¹)	100 ^a	418-560 ^d	10600 ^e	13600 ^e	200 ^f	72 ^g
Solubilidade - S_w (mg L ⁻¹)	30 (20 °C) ^a	36,4 ^d	0,33 ^e	0,32 ^e	530 ^f	58 ^g
Meia vida em solo - $T_{1/2}$ (dias)	20-50 ^c	99-134 ^d	19-33 ^e	42-58 ^e	37 ^f	30 ^g

a- EXTTOXNET (1996); b- University of Hertfordshire (2009); c- Who Guidelines for Drinking-Water Quality (1996); d - Moncada, (2004); e- Fan (2007); f - Rivard, (2003); g- Ferracini et al. (2001).

2.3 Dinâmica dos pesticidas no meio ambiente

Os resíduos dos pesticidas, ao entrarem no ecossistema, podem passar por vários processos, que podem ser: físicos, químicos e biológicos. O destino de pesticidas no ambiente é dependente dos processos de retenção (sorção, absorção), de transformação (degradação química e biológica) e de transporte (deriva, volatilização, lixiviação e escoamento superficial), bem como das interações desses processos (SPADOTTO, 2002).

Além disto, as condições meteorológicas, composição das populações de microrganismos no solo, presença ou ausência de plantas, forma de aplicação, posição da paisagem na topografia, e práticas de manejo dos solos podem também afetar o destino de pesticidas no ambiente. Destaca-se também que a taxa e a quantidade de água movendo na superfície e através do perfil do solo têm um grande impacto no movimento dos pesticidas (SPADOTTO et al., 2004).

Dentre os processos de transporte dos pesticidas nos compartimentos ambientais após sua aplicação em áreas agrícolas, a lixiviação e o escoamento superficial merecem destaque, sendo que o escoamento superficial favorece a contaminação das águas superficiais, com os pesticidas sendo levados adsorvidos às partículas do solo erodido ou em solução na água de escoamento. O termo lixiviação refere-se ao transporte de pesticidas para camadas subsuperficiais do solo, podendo contaminar as águas subterrâneas (Silva; Fay, 2004).

2.4. Escoamento Superficial

O escoamento superficial corresponde ao segmento do ciclo hidrológico relacionado com o deslocamento de água sobre a superfície do solo. Além das partículas de solo em suspensão, o escoamento superficial pode transportar nutrientes, matéria orgânica, sementes e pesticidas que, além de causarem prejuízos à produção agropecuária, também causam poluição nos cursos d'água (PRUSKI et al., 2003).

A ocorrência do escoamento superficial pode ser descrita da seguinte maneira: quando uma precipitação atinge o solo com intensidade menor do que a capacidade de infiltração, toda água penetra no solo, provocando progressiva diminuição na própria capacidade de infiltração. Persistindo a precipitação, a partir de um tempo $t=t_p$ (Figura 2), a taxa de infiltração iguala-se à capacidade de infiltração, passando a decrescer com o tempo e tendendo a um valor constante, caracterizado como a condutividade hidráulica do solo

saturado (K_s). A partir do instante em que a intensidade de precipitação excede a capacidade de infiltração, inicia-se o escoamento superficial. A primeira parcela desse escoamento é destinada ao preenchimento do armazenamento superficial, sendo que o escoamento efetivamente começa a ocorrer a partir do momento em que esta capacidade de armazenamento superficial é excedida.

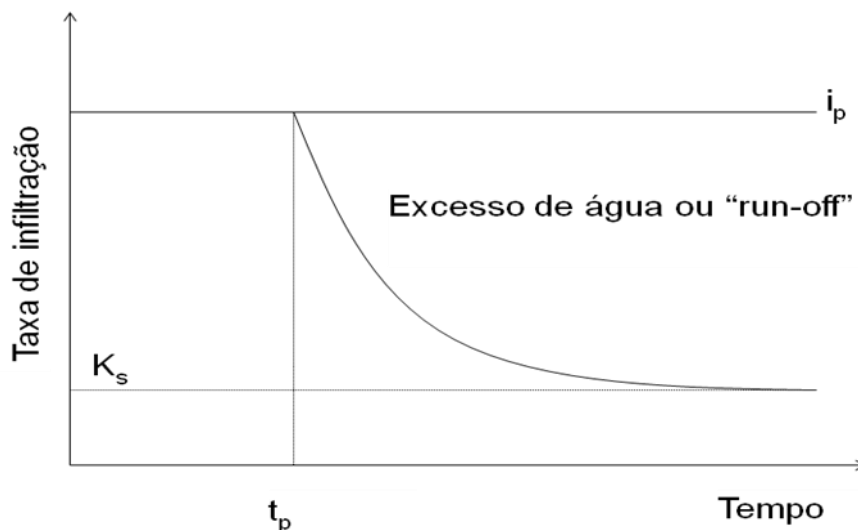


Figura 2 - Variação da taxa de infiltração com o tempo sob condições de intensidade de precipitação constante (i_p).

2.4.1 Fatores que intervêm no escoamento superficial

Todos os fatores que influenciam na taxa de infiltração da água no solo interferem, também, no escoamento superficial resultante. Pruski et al., (2003) destacam os seguintes fatores:

- **Agroclimáticos:** o escoamento superficial tende a crescer com o aumento da intensidade da duração da precipitação e da área abrangida pela precipitação, a qual constitui a principal forma de entrada de água no ciclo hidrológico. A cobertura e os tipos de uso do solo, além de seus efeitos sobre as condições de infiltração da água no solo, exercem importante influência na interceptação da água advinda da precipitação. A evapotranspiração também representa importante fator para retirada de água do solo e, conseqüentemente, menor será a umidade do solo quando da ocorrência de precipitação que, por conseguinte menor será o escoamento superficial.

- **Fisiográficos:** Quanto maior a área e a declividade da bacia, maior deverá ser a vazão máxima de escoamento superficial que ocorrerá na seção de deságüe da bacia; e quanto mais arredondada for à bacia, mais rápida deverá ser a concentração do escoamento superficial e, conseqüentemente, maior deverá ser sua vazão máxima.

- **Tipo do solo:** interfere diretamente na taxa de infiltração da água no solo e na capacidade de retenção da água sobre sua superfície;

- **Topografia:** Além de influenciar a velocidade de escoamento da água sobre o solo, interfere também na capacidade de armazenamento de água sobre este, sendo as áreas mais declivosas geralmente com menor capacidade de armazenamento superficial do que as mais planas.

Além dos fatores citados acima, Bertol et al., (2008) ressalta que o manejo do solo é um fator muito relevante, uma vez que o emprego de técnicas de manejo sem preocupação com o destino da água da chuva que escoam superficialmente pode ser danoso para o ambiente e para a cultura instalada.

2.5 Avaliação quantitativa das perdas de solo, água e pesticidas

2.5.1 Perdas de solo

A intensidade de ocorrência da erosão hídrica e de suas conseqüências, tais como, carreamento de nutrientes e pesticidas para as águas superficiais são dependentes do tipo de solo e do uso e manejo do solo.

As estimativas das taxas de erosão e perdas de pesticidas associadas a diferentes usos e manejos do solo, são escassas e os métodos comumente empregados nas suas determinações são onerosos e demorados. A maioria dos estudos é oriunda de trabalhos empíricos, baseados numa vasta gama de dados coletados a campo. A partir desses resultados, são realizadas análises estatísticas e, em função disso, uma grande quantidade de variáveis tem sido apontada, em diversas partes do mundo, como sendo as mais significativas para explicar e prever as perdas de solo, água, nutriente, pesticidas, entre outros (GUERRA, 1998).

A modelagem da erosão do solo é uma forma de descrever matematicamente o processo de desprendimento, transporte e deposição de partículas e das substâncias adsorvidas a elas na superfície do solo, constituindo, assim, uma forma eficaz para avaliar a eficiência das estratégias de ação a serem adotadas visando o controle da degradação dos solos e

carreamento de substâncias (nutrientes e pesticidas) para os corpos d'água superficiais (WALKER et al., 2000).

A estimativa da erosão é essencial para a adoção de um programa de manejo e conservação do solo e útil para prever os impactos antes mesmo de uma determinada cultura ou prática agrícola ser implementada, uma vez que as alternativas de manejo são numerosas, muitas vezes de alto custo, e os resultados de uma prática conservacionista podem levar anos ou décadas para exercer efeito sobre o processo de erosão hídrica e suas consequências (LANE et al., 1992).

2.5.2 Perdas de água e pesticidas

Estudar a dinâmica da água no ambiente solo levando em consideração a concentração dos solutos carregados ou lixiviados seja estes, pesticidas, nutrientes ou metais pesados, é essencial para avaliar o risco de contaminação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

Diversos modelos tem sido desenvolvidos para prever impactos ambientais, dentre estes temos o proposto por Pinho et. al., (2006) que visando estudar a contaminação de zonas ripárias por pesticidas ajustou um modelo matemático para a estimativa da retenção de pesticidas ao longo de zonas ripária, em diferentes condições de declividade e umidade do solo, com a presença ou ausência do horizonte O.

Na região de Araraquara (SP), com o auxílio da modelagem matemática, elaborou-se o mapa de vulnerabilidade natural à poluição dos recursos hídricos subterrâneos e determinaram-se as zonas de captura das águas subterrâneas (BONGANHA 2005).

Com o objetivo de prever as concentrações de pesticidas em águas superficiais o modelo CLEAM (solo, água, carregando os efeitos dos diferentes sistemas de agricultura) tem sido amplamente utilizado, uma vez que, leva em consideração os diferentes manejos agrícolas. As concentrações dos pesticidas previstas pelo CLEAM são representativas, isto é, uma ferramenta comparativa (WILLIAMS, 1998).

Oliveira et al., (2000) destacam que a importância de que os modelos desenvolvidos para simulação do transporte de solutos pelo escoamento superficial não negligenciam a parcela de produto químico que, adsorvido às partículas do solo, é transportado como consequência do processo erosivo. Este elaborou um modelo que simula os processos do

movimento de água no solo, do transporte de solutos, escoamento superficial e transporte de sedimentos, pela utilização de equações diferenciais.

Berezen et al. (2004) realizou um estudo em regiões agrícolas na Alemanha, visando estimar a quantidade de pesticida que se desloca no escoamento superficial. Em uma segunda etapa do estudo aplicou o modelo SFIL (Simplified Formula for Indirect Loadings caused by runoff), também descrito pela OCED (1999), para estimar a quantidade de pesticida que poderia contaminar uma fonte hídrica superficial.

Visando avaliar o modelo SFIL, Berezen et al. (2004) realizou uma análise de regressão linear entre os dados observados e simulados com o mesmo modelo (variando somente a forma de estimativa da lâmina de água escoada) e encontrou os coeficientes de determinação de 0,43 para azoxistrobina, 0,71 para o epoxiconazole e de 0,77 para o tebuconazole, indicando um potencial satisfatório do modelo em prever a concentração de pesticidas no escoamento superficial.

2.6 Definição e classificação dos modelos

2.6.1 Definição

Modelos matemáticos são sistemas de equações obtidas de análise e abstração de situações problemas com a devida escolha das variáveis e suas relações (BASSANEZI; FERREIRA JUNIOR, 1988). Sempre que se necessita descrever matematicamente uma realidade física de um determinado cenário, recorrem-se as fórmulas, expressões ou equações que representam tal realidade com maior precisão possível.

Ribeiro (2001) identifica um equívoco freqüente relacionado à precisão dos modelos. Em grande parte das análises, considera-se que modelos mais complexos são mais precisos. Para esse autor, o aumento na precisão geralmente implica crescimento na complexidade, mas nem sempre resulta em aumento na precisão do modelo.

Para Cox (2003) o modelo deve ser o mais simples possível sem perder de vista a capacidade de caracterizar adequadamente os aspectos mais importantes e relevantes do sistema a ser modelado.

2.6.2 Classificação dos modelos

Os modelos podem ser classificados, basicamente, em três categorias: empírico ou estatístico; conceitual; e baseado em processos físicos. O enquadramento de um modelo em uma dessas três categorias depende dos processos físicos simulados pelo modelo, de como o modelo descreve os processos e da dependência de dados do modelo.

De acordo com Trzesniak (1998) modelos determinísticos a relação causa e efeito estão ligadas diretamente: a presença (ou uma variação) da primeira necessariamente implica o surgimento (ou uma alteração) no último, freqüentemente obedecendo a uma lei matemática conhecida (pelo menos, essa é uma condição que contribui muito para o sucesso dos indicadores envolvidos). Já no caso das estocásticas, a vinculação entre causa e efeito torna-se indireta, a presença (ou uma variação) da primeira reflete-se não no efeito, mas na probabilidade dele surgir (ou se modificar)

Os modelos podem ser empíricos, quando utilizam relações baseadas em observações. Em geral, esses modelos não levam em conta a atuação da variável tempo em nenhuma das entidades do sistema. Modelos empíricos são específicos para a região e condições para as quais as relações foram estimadas. Além disso, os modelos empíricos não possibilitam fazer simulações de mudanças em condições para os quais o modelo não previu, tais como, chuvas extremamente altas, mudança de uso do solo, entre outras.

Os modelos podem ser também baseados em processos e, em geral, são mais complexos que os empíricos, uma vez que procuram descrever todos os processos que envolvem determinado fenômeno estudado. Por exemplo, o cálculo da variação do nível do lençol freático é bastante complexo e tem a necessidade de envolver o uso de modelos detalhados e multivariados, que geralmente requerem um bom conjunto de informações e uma parametrização cuidadosa antes que eles possam ser executados.

Os modelos baseados em processo podem ser subdivididos em modelos conceituais e modelos físicos. Os conceituais são modelos que fazem uso de equações empíricas (e por isso também são chamados de modelos semi-empíricos) que descrevem o sistema segundo as leis físicas. Já os modelos físicos, utilizam as principais equações diferenciais do sistema físico na representação dos processos e seus parâmetros possuem um significado físico e, portanto podem ser estimados através de medidas reais. Apesar dos fenômenos naturais variarem

continuamente no tempo, na maioria das vezes, estes fenômenos são representados por modelos discretos.

A escolha do intervalo de tempo no qual o modelo será executado depende basicamente do fenômeno estudado, da disponibilidade de dados e da precisão desejada nos resultados, em geral, quanto menor o intervalo de tempo maior será a precisão dos resultados.

2.7 Aporte teórico sobre os cenários avaliados pela metodologia.

2.7.1 Faixa Filtro

De acordo com Güttler (2005) a faixa filtro é uma faixa vegetada com grama ou outra vegetação perene. O princípio é a captura de poluentes do solo onde as raízes das plantas e os microorganismos podem transformá-los e imobilizá-los. É um tampão entre a fonte poluidora e o corpo de água, localizada na parte inferior do declive entre a fonte poluidora e o corpo d'água.

A largura da faixa mais eficiente para a retenção de nitrogênio, fósforo e atrazina testada por Ludovice et. al., (2003) foi a de 5 e 10 m, com 64 e 92,9 % de retenção respectivamente. A espécie utilizada foi uma gramínea, a *Brachiaria decumbens*, onde escoamento permite a efetivação dos processos físicos e químicos que resultam na minimização dos resíduos oriundos das praticas agrícolas.

2.7.2 Sistemas de plantio: convencional e direto

O sistema convencional consiste em preparar o solo, com o uso de arados, grades e grades-aradoras, é um dos responsáveis pela pulverização excessiva da camada arável, encrostamento superficial e formação de camadas compactadas, levando à perda da capacidade produtiva pela erosão do solo e, redução da matéria orgânica (BERNARDI et. al., 2004).

O sistema de plantio direto tem como fundamentos a ausência de envolvimento do solo, a manutenção da cobertura vegetal permanente e a rotação de culturas. Para conseguir-se essa cobertura vegetal permanente, o procedimento é o cultivo contínuo do solo com culturas comerciais intercaladas com culturas de cobertura, as quais proporcionam a produção máxima

de fitomassa e crescimento vigoroso de raízes (SALTON et al., 1998; BERNARDI et al., 2003).

Verifica-se que o plantio direto propicia acúmulo de palhada sobre o solo, o que acaba por dificultar a infestação de plantas daninhas, devido às alterações físicas, químicas e biológicas do mesmo, resultando no parcial esgotamento do banco de sementes (COBUCCI et al., 1999). Além disso, o uso de pesticidas dessecantes sistêmicos aplicados em pré plantio, contribui também para minimização dos problemas provocados pelas invasoras (JAKELAITIS et al., 2003).

Portanto, o sistema de plantio direto difere do sistema de preparo convencional quanto à dinâmica e distribuição de matéria orgânica e de nutrientes, que são influenciados pela manutenção ou não dos restos culturais na superfície do solo bem como aplicações de insumos, principalmente calcário, na superfície sem incorporação (NUNES et al., 2008).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi realizado, basicamente em três etapas, a primeira consistiu na compilação de um banco de dados por meio dos trabalhos realizados por Dores et. al, (2005) e Dores et. al (2007), com as seguintes informações: escoamento superficial observado, concentrações dos pesticidas observadas, valores de meia vida e coeficiente de sorção ao carbono orgânico obtidos em laboratório e na literatura.

Sendo que o escoamento superficial observado foi obtido por meio de coletas realizadas em estudos realizados por Dores et. al (2007) na micro-região de Primavera do Leste, onde instalou parcelas experimentais com os tratamentos: com faixa de contenção, Ao final de cada parcela foram montados coletores de água escoada e sedimento.

Análise de resíduos de pesticidas foi feita, por meio de métodos de extração validados no Laboratório de Análise de Resíduos de Biocidas da UFMT sendo a identificação e quantificação feitas em cromatógrafo a gás com detector de massa (CG/MS) ou cromatógrafo líquido com detector de arranjo de diodos, dependendo das características das moléculas a serem analisadas.

A segunda etapa consistiu no ajuste de uma metodologia para estimar o escoamento superficial e as concentrações de pesticidas no escoamento. Na terceira etapa aplicou-se a metodologia ajustada para diferentes cenários de uso e manejo do solo e de pesticidas. A seleção dos pesticidas para estudo baseou-se nos seguintes critérios: pesticidas encontrados com maior frequência e em maiores concentrações no monitoramento realizado nos projetos descritos acima. Seguindo este critério foram selecionados os seguintes pesticidas: atrazina, diuron, endosulfan alfa e beta, metolaclo e metomil.

3.1 Cenários

Para avaliação da metodologia ajustada, adotou-se os cenários de uso e manejo do solo em lavouras de algodão em quatro parcelas experimentais, instaladas em duas áreas situadas na micro-região de Primavera do Leste-MT em um estudo realizado por Dores et al. (2007). Sendo uma área situada às margens do córrego Chico Nunes, nas coordenadas de 15° 25' de latitude sul e 54° 32' de longitude oeste; e outra às margens do córrego da Ilha, ambos afluentes do Rio das Mortes. A descrição dos cenários discutidos nesse estudo está contida na Tabela 5.

Tabela 5 – Descrição das propriedades físicas e químicas dos solos das parcelas de estudo

Localização	Solo	Manejo	S% ¹	DP ²	Argila	Silte	% de COT ³
					g kg ⁻¹		
Micro-bacia do Córrego Chico Nunes	Latossolo amarelo	Com faixa de contenção de Brachiaria decumbens (parcela P ₁) a extensão da faixa foi de 10 m.	3,93	10 m x 40 m	372	108	2,00
		Sem faixa de contenção de braquiária (parcela P ₂)	4,13		461	107	3,00
Micro-bacia do córrego da Ilha	Latossolo Vermelho amarelo	Sistema plantio convencional (P ₃)	3,40	3,5 m x 11 m	457	65	3,00
		Sistema de plantio direto (P ₄).	2,88		414	95	4,27

1- Declividade das parcelas.

2- Dimensões das parcelas.

3- Porcentagem de carbono orgânico total.

3.2 Parâmetros utilizados no modelo

As doses dos pesticidas aplicadas nas parcelas experimentais, com faixa e sem faixa de contenção, plantio direto e convencional, respectivamente estão apresentadas nas Tabelas 6 e 7. As informações dispostas nestas tabelas foram obtidas em Dores et.al., (2007).

Os parâmetros físicos e químicos dos pesticidas: atrazina, diurom, endosulfan alfa e beta, metolaclo e metomil utilizados nos diferentes cenários de uso e manejo do solo para aplicação da metodologia ajustada estão dispostos na Tabela 8.

Com os parâmetros apresentados na Tabela 8 e os critérios de classificação dos pesticidas quanto à mobilidade, solubilidade e persistência (Tabelas 1, 2 e 3 , respectivamente) elaborou-se a Tabela 9 que dispõem de informações sobre a mobilidade, persistência e solubilidade dos pesticidas estudados

3.3 Estimativa da lâmina de escoamento superficial (ES) para encosta (parcela)

A lâmina de escoamento superficial foi estimada por meio de duas metodologias: o método do balanço da água na superfície do solo (BAS) e o método do número da curva (CN).

3.3.1 Método do Balanço da Água na Superfície do Solo (BAS)

O modelo do balanço de água na superfície do solo descrito pela equação 5 considera as seguintes premissas (PRUSKI et al.,1997):

- Precipitação uniforme em toda área analisada;
- Solo com umidade próxima à saturação, isto é, no momento de ocorrência da chuva o solo está na capacidade de campo. Para essa condição, a taxa de infiltração é estável (T_{ie}); e
- A evaporação é considerada nula, porque seu valor é muito pequeno durante a ocorrência da precipitação, principalmente por se tratar de chuvas intensas e a umidade relativa do ar ser muito alta.

$$ES = PT - I_a - I - e_v \quad (5)$$

A precipitação total (PT) foi obtida a partir dos dados coletados com pluviógrafos de pulso, instalado nas áreas experimentais.

Tabela 6 - Doses aplicadas de pesticidas para as parcelas com e sem faixa de contenção

Produto comercial	Ingrediente ativo	Datas de aplicação	Dose aplicada por Hectare	Doses aplicadas nas parcelas experimentais (g)
Karmex	Diuron	01/01/2007	1,0 Kg. ha	32,00
Gramocil	Diuron	01/01/2007	0,8 L.ha	32,00
Diuron	Diuron	01/01/2007	0,8 L.ha	16,00
Dissulfan	Endosulfan alfa	07/02/2007	2 L.ha	14,70
	Endosulfan beta	07/02/2007		6,30
	Endosulfan alfa	19/02/2007	2 L.ha	14,70
	Endosulfan beta	19/02/2007		6,30
Methomex	Metomil	17/01/2007	0,6 L.ha	5,16
Methomex	Metomil	01/02/2007	0,7 L.ha	6,02
Methomex	Metomil	16/02/2007	0,8 L.ha	6,88
Methomex	Metomil	21/02/2007	0,8 L.ha	6,88
Dual Gold	Metolacoloro	01/01/2007	0,6 L ha	23,4

Fonte: relatório técnico científico do projeto intitulado “Estudo da ação mitigadora da faixa de contenção e de sistemas de cultivos em lavouras de algodão sobre as perdas de solo, de água, de nutrientes e a contaminação de recursos hídricos por biocidas – 2º ano (UFMT/ Fundação de Apoio a Cultura do Algodão, 2007).

Tabela 7 - Doses aplicadas de pesticidas para as parcelas com plantio direto e convencional

Produto comercial	Ingrediente ativo	Datas de aplicação	Dose aplicada (L.ha ⁻¹)	Doses aplicadas nas parcelas experimentais (g)
Siptran 500 SC	Atrazina	18/02/2006	1,79	3,4575
Karmex	Diurom	22/12/2005	0,68	2,9440
			0,26	0,8008
0,51			0,1963	
0,11			0,42350	
0,08			0,3080	
Dissulfan	Endosulfan alfa	31/01/2006	1,50	1,4148
		11/03/2006	2,00	1,8865
		21/03/2006	2,00	1,8865
		27/03/2006	2,00	1,8865
	Endosulfan beta	31/01/2006	1,50	0,6063
		11/03/2006	2,00	0,8085
		21/03/2006	2,00	0,8085
		27/03/2006	2,00	0,8085

Fonte: relatório técnico científico do projeto intitulado “Estudo da ação mitigadora da faixa de contenção e de sistemas de cultivos em lavouras de algodão sobre as perdas de solo, de água, de nutrientes e a contaminação de recursos hídricos por biocidas – 2º ano (UFMT/ Fundação de Apoio a Cultura do Algodão, 2007).

Tabela 8 - Propriedades físicas e químicas dos pesticidas selecionados

Pesticidas	Coeficiente de sorção ao solo K_d (g mL ⁻¹)	Coeficiente de sorção a matéria orgânica K_{oc} (g mL ⁻¹)	Meia vida dos pesticidas no solo $t_{1/2}$ (dias)
Atrazina	115 ^a	6737 ^a	50 ^b
Diurom	14,3 ^a	916,7 ^a	15 ^a
Endosulfan alfa	288 ^a	22040 ^a	43 ^a
Endosulfan beta	405 ^a	25961 ^a	128 ^a
Metomil	1,4 ^a	283 ^a	30 ^b
Metolacoloro	3,1 ^a	198,7 ^a	34 ^a

Fontes: **a**- Relatório estudo da contaminação de biocidas no ambiente e seu monitoramento em águas superficiais, subterrâneas e pluviais em regiões cotonícolas do estado de mato grosso – 2ª fase (Universidade Federal de Mato Grosso, 2005); **b** - Dado obtido na literatura (Tabela 4).

Tabela 9 - Classificação dos pesticidas em relação à solubilidade, coeficiente de sorção ao carbono orgânico e meia vida.

Pesticidas	Solubilidade S_w (mg L ⁻¹)	Coeficiente de sorção ao carbono orgânico K_{oc} (g mL ⁻¹)	Meia vida dos pesticidas no solo $t_{1/2}$ (dias)
Atrazina	Facilmente solúvel	Levemente móvel	Medianamente persistente
Diurom	Facilmente solúvel	Moderadamente móvel	Não persistente
Endosulfan alfa	Levemente solúvel	Levemente móvel	Medianamente persistente
Endosulfan beta	Levemente solúvel	Levemente móvel	Medianamente persistente
Metomil	Facilmente solúvel	Móvel	Medianamente persistente
Metolacoloro	Facilmente solúvel	Móvel	Medianamente persistente

As abstrações iniciais (I_a), que corresponde à lâmina precipitada até o início do escoamento superficial, dependem da interceptação, do armazenamento em depressões e da infiltração que antecede o escoamento superficial. Os valores de I_a foram estimados através do número da curva, utilizando-se a equação 6 proposta pelo Soil Conservation Service – SCS (1972).

$$I_a = 50,8 \left(\frac{100}{CN} - 1 \right) \quad (6)$$

em que CN é o número da curva.

Na determinação do CN, foi empregado o critério recomendado pelo Soil Conservation Service. Segundo este critério os valores de CN variam entre 1 e 100, e depende do uso e manejo da terra, do grupo de solo, da condição hidrológica e da umidade antecedente do solo, sendo definido de acordo com a Tabela 10.

Tabela 10 - Valores de CN para diferentes parcelas experimentais

Uso do solo	Tratamento	Condição hidrológica	Tipo do solo			
			A	B	C	D
Sem cultivo	Fileiras retas		77	86	91	94
Cultivos em Fileiras	Fileiras retas	má	72	81	88	91
		boa	67	78	85	89
	Com curvas de nível	má	70	79	84	88
		boa	65	75	82	86
	Com curvas de nível e terraço	má	66	74	80	82
		boa	62	71	78	81
	Com curvas de nível	Má	63	74	82	85
		Boa	61	73	81	84
Cultivo em fileiras estreitas	Com curvas de nível e terraço	Má	61	72	79	82
		Boa	59	70	78	81
	Fileiras retas	má	66	77	85	89
		boa	58	72	81	85
Leguminosas em fileiras estreitas	Com curvas de nível	má	64	75	83	85
		boa	55	69	78	83
	Com curvas de nível e terraço	má	63	73	80	83
		boa	51	67	76	80

Fonte: SCS-USDA (1972).

Segundo Pruski (1997), no que diz respeito à condição hidrológica, a cobertura do solo pode ser assim considerada:

- boa: em mais de 75% da Corb;
- regular: entre 50 e 75% da Corb; e
- má: em menos de 50% da Corb.

A cobertura do solo para os cenários de simulação utilizados foi determinada a partir da relação entre dias após a emergência e percentagem de cobertura do solo, dada pela equação 7 proposta por SILVA et al., (2004).

$$\begin{aligned} corb &= 46,07 \ln(DAE) - 115,1 \\ R^2 &= 0,962 \end{aligned} \quad (7)$$

em que:

Corb = cobertura do solo (%); e

DAE = dias após a emergência.

Utilizando a equação 6 para as condições experimentais simuladas, e verificando os critérios de condição hidrológica do solo proposto por SCS-USDA (1972), obtém-se que até 36 dias após a emergência o solo das parcelas experimentais, apresentam má condição (cobertura do solo menor que 50%) e a partir de 36 dias após a emergência o solo das parcelas experimentais apresentam boa condição de drenagem (cobertura do maior que 70%).

A escolha do uso do solo e do tratamento presentes na Tabela 5 foi realizada com base nas condições de manejo e uso do solo, aplicadas nas parcelas experimentais, as quais foram a base para definição dos cenários de simulação, chegando-se à seguinte escolha:

- Para parcela com presença de faixa de contenção, considerou-se cultivo em fileiras estreitas com curvas de nível e terraços, para as demais parcelas somente curvas de nível;
- O solo com propriedades mais semelhantes ao das áreas do estudo foi o tipo C: baixa taxa de infiltração quando completamente úmido, camada de impedimento e considerável porcentagem de argila.

O tempo correspondente à ocorrência das abstrações iniciais foi obtido por meio da equação 8 descrita pela SCS-USDA (1972):

$$t_{I_a} = \frac{I_a \cdot 60}{i_m} \quad (8)$$

em que,

t_{ia} = Intervalo de tempo compreendido entre o início da chuva e o início do escoamento superficial, min; e

i_m = Intensidade de precipitação média, mm.

A infiltração ocorrida durante o tempo correspondente às abstrações iniciais não foi considerada no cálculo da infiltração acumulada, pois ela está incluída no valor de I_a , sendo a infiltração acumulada calculada a partir da equação 9 descrita pela SCS-USDA (1972).

$$I = \frac{T_{ie} \cdot t_{inf}}{60} \quad (9)$$

em que,

T_{ie} = taxa de infiltração estável; mm h^{-1} ; e

t_{inf} = duração da infiltração, min.

A duração da infiltração foi obtida pela equação 10.

$$t_{inf} = t - t_{ia} \quad (10)$$

em que: t é a duração total da precipitação, min.

A lâmina de água evapotranspirada e evaporada ao longo da chuva foi considerada desprezível, tendo em vista o baixo déficit de pressão de vapor.

3.3.2 Método do número da curva (CN)

O método do número da curva está dentre os métodos mais consagrados para estimar a lâmina e escoamento superficial (Pruski, 2006). Esse método foi desenvolvido pelo Soil Conservation Service, vinculado ao Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (SCS-USDA), a partir de dados experimentais de um grande número de estudos de monitoramento hidrológico de bacias hidrográficas, no qual permitiu obter a equação (11) para a estimativa do escoamento superficial.

$$ES = \frac{(PT - 0,2S)^2}{(PT + 0,8S)} \quad (11)$$

em que:

ES = escoamento superficial total, mm;

PT = precipitação total, mm; e

S = infiltração potencial, mm.

O SCS-USDA obteve, a partir da análise de uma série de hidrogramas associados a diferentes bacias hidrográficas, a seguinte relação:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (12)$$

3.4 Estimativa da concentração de pesticida na água do escoamento superficial

Para a estimativa da concentração dos pesticidas presentes na lamina escoada utilizou-se as equações 13 e 14, sendo que a primeira estima a concentração de pesticida no escoamento e a segunda a porcentagem de pesticida escoado, ambas descritas no projeto da Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) “Pesticide Aquatic Risk Indicator” (OECD, 1999), assumindo as seguintes pressuposições:

- Todas as aplicações de pesticidas ocorreram três dias antes das precipitações;
- Como o modelo foi calibrado em condições campo, considerou-se que houve tempo necessário para estabelecer o equilíbrio entre o pesticida e as fases sólidas e líquidas do solo;
- A dose de pesticida considerada em cada simulação foi subtraída da massa de pesticida retida no solo observada experimentalmente e a massa estimada no escoamento.

$$P_c = L\%escoamento \cdot Pa \cdot \frac{1}{Q} \quad (13)$$

em que:

P_c = concentração prevista do pesticida no escoamento ($\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$);

Pa = quantidade de pesticida aplicado na área de estudo (μg); e

Q = lamina estimada (l).

$$L\%escoamento = \frac{Q \cdot f \cdot e^{\frac{-3 \ln 2}{t_{1/2}}}}{P} \cdot \frac{100}{1 + K_d} \quad (14)$$

em que:

$L\%escoamento$ = porcentagem da dose do pesticida presente no escoamento superficial;

Q = lâmina de escoamento estimada (mm).

f = Fator de correção, $f = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3$

f_1 = Fator declividade:

Se declividade (d) < 20%

$$f_1 = 0,02153.d + 0,001423.d^2$$

Se declividade (d) $\geq$ 20%

$$f_1 = 1$$

f_2 = Fator faixa de contenção. $f_2 = 0,83^{WZB}$, onde WZB corresponde à largura da faixa de contenção.

f_3 = cobertura foliar do algodão, estimada por meio da equação 7.

P = Precipitação total (mm).

$t_{1/2}$ = tempo de meia vida do pesticida (dias).

K_d = coeficiente de partição solo água (mL g⁻¹).

.

3.5 Método para avaliar a eficiência do modelo

A avaliação estatística do modelo foi elaborada comparando-se os valores estimados pelo modelo com os valores observados em campo por meio da raiz do quadrado médio do erro (RMSE), o coeficiente de correlação, índice concordância e índice de confiança do modelo.

RMSE expresso pela equação 15 informa sobre o valor real do erro produzido pelo modelo. Em geral, quanto menores os valores obtidos para RMSE, melhor performance do modelo.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (O_i - P_i)^2}{n}} \quad (15)$$

em que,

O_i = valor observado para o i ésimo evento;

P_i = valor estimado para o i ésimo evento; e

N = número total de pares de valores observados e estimados.

O coeficiente de correlação de Pearson foi determinado com auxílio do software SPSS 15.0. O índice de concordância (d), o qual varia de 0 (total desajustamento) a 1 (total ajustamento) e indica o grau de exatidão entre os valores observados e estimados, foi determinado pela equação 16, proposta por Willmott et al. (1985).

A utilização dos indicadores estatísticos RMSE e índice de ajustamento “d”, em conjunto é a alternativa adequada para validação estatísticas de modelos, permitindo identificar a ocorrência de sub ou superestimativa, e ajustamento do modelo em relação às medidas observadas.

$$d = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (o_{est} - o_{obs})^2}{\sum_{i=1}^n (|o_{est} - m| + |o_{obs} - m|)^2} \quad (16)$$

em que,

O_{obs} - valor observado;

O_{est} - valor estimado;

m- média aritmética dos valores observados.

O índice de confiança (c), foi obtido pelo produto entre o coeficiente de correlação de Pearson e o índice de concordância (Willmott et al. 1985), proposto por Camargo e Sentelhas, (1997). Esse índice possibilita mensurar o desempenho do modelo. Os intervalos do índice de confiança ou desempenho são apresentados na Tabela 11.

Foram feitas comparações de médias dos valores observados e estimados das concentrações dos pesticidas carregados no escoamento superficial, quando associou ao modelo descrito pela OCED (1999) com os diferentes métodos de estimativa do escoamento (BAS e CN). Para tal, utilizou-se o teste t de student para as variáveis em que foi possível a obtenção da normalidade, a qual foi obtida aplicando transformações algébricas aos dados de algumas variáveis; e para as variáveis que não foi possível distribuição normal, utilizou-se o teste não paramétrico de Wilcoxon. Os testes estatísticos de média foram executados com o auxílio do software SPSS 15.0.

Tabela 11 - Critérios de avaliação do índice "c"

Valor de “c”	Desempenho	Valor de “c”	Desempenho
.> 0,85	Ótimo	0,51 a 0,60	Sofrível
0,76 a 0,85	Muito bom	0,41 a 0,50	Mau
0,66 a 0,75	Bom	Menor ou igual a 0,4	Péssimo
0,61 a 0,65	Mediano		

Fonte: Camargo e Sentelhas (1997).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Estimativa do volume de água escoado em parcelas experimentais

Os valores de lâminas de escoamento superficiais estimados e observados para os diferentes cenários estudados (Tabela 12), em que observou-se que as lâminas de escoamento estimadas pelo método CN, à exceção da parcela com plantio convencional (P_3), foram maiores em comparação aos valores observados, essas maiores lâminas foram menos significativas na parcela com sistema de plantio direto (P_4). Enquanto que na parcela P_3 , verificou-se que o modelo estimou valores de escoamento menores ao observado. Essa tendência de superestimativa das lâminas de escoamento superficial pelo método do CN corrobora com as observações de Spohr (2007), o qual verificou uma superestimativa de 20 mm (43%) nos valores do escoamento superficial acumulado, indicando um desempenho não satisfatório no método do CN em estimar o escoamento superficial em Latossolo.

Provavelmente as superestimativas verificadas pelo método do CN podem ser explicadas devido ao método não considerar os sistemas de manejo do solo, que normalmente são empregados como práticas agrícolas. Souza et al., (1995) melhoraram significativamente a precisão desse método por meio da aplicação de coeficientes de correção para as culturas de soja e trigo. Sendo assim, uma alternativa para melhor as estimativas das lâminas de escoamento estimadas pelo CN seria estimar coeficientes de correção para condição solo com cultivo de algodão.

Na parcela P_1 essa superestimativa em relação aos dados observados tendo sido mais pronunciada, o que pode ser explicado devido à taxa de infiltração básica (TIB) ter sido relativamente maior na faixa de braquiária em relação à área da parcela cultivada com algodão, isto é, parcela P_2 . Essa maior TIB se deu devido à presença de raízes no solo, essas favorecerem a infiltração, além disso, a elevada rugosidade superficial, proporcionada pela vegetação, reduz a velocidade do escoamento, aumentando a carga hidráulica e, por consequente, favorecendo a uma maior lâmina de infiltração. Portanto, como os dois métodos (CN e BAS) utilizados para estimar o escoamento não levam em consideração a diferença de infiltração na parcela que possui a faixa, ambos os métodos superestimam as lâminas de escoamento para a parcela onde existe a faixa de braquiária.

Com relação ao método de Balanço de Água na Superfície do Solo (BAS) pode-se observar que houve uma superestimativa das lâminas escoadas nas parcelas com presença (P_1)

Tabela 12 - Lâminas de escoamento observadas (ES-OBS) e estimadas (ES-EST) pelos métodos do número da curva (CN) e do balanço de água na superfície do solo (BAS) para as condições de manejo do solo nas parcelas cultivadas com algodão

Parcela	ES-OBS	ES-CN	ES-BAS
	mm		
P ₁	14,69	286	324,4
P ₂	121,58	366	324,4
P ₃	319,45	194,7	144,8
P ₄	183,07	194,7	86,5

P₁ - parcela (10 x 40 m) cultivada com algodão em cultivo mínimo contendo faixa de braquiária; P₂ – parcela (10 x 40 m) cultivada com algodão em cultivo mínimo sem faixa de braquiária; P₃ – parcela (3,5 x 11 m) cultivada com algodão em plantio convencional; e P₄ - parcela (3,5 x 11 m) cultivada com algodão em plantio direto.

e ausência (P₂) de faixa de braquiária. Para as parcelas com sistema de manejo convencional (P₃) e direto (P₄), verificou-se uma subestimativa das lâminas escoadas. Embora haja uma subestimativa das lâminas escoadas, o método do BAS conseguiu representar o efeito dos sistemas de cultivo nas parcelas P₃ e P₄, ou seja, para o sistema de plantio convencional as lâminas escoadas relativamente maiores que do direto, comportamento análogo aos dados observados (Tabela 12).

Essa superestimativa das lâminas, tanto estimada quanto observada, da parcela P₃ em relação a P₄, provavelmente foi devido ao fato de que em solos intensamente cultivados com preparos convencionais são mais susceptíveis ao selamento superficial e, conseqüentemente, diminuição da taxa de infiltração de água no solo e aumento da taxa de escoamento superficial e de erosão hídrica (SCHICK et.al., 2000.).

4.2 Comparação da estimativa da concentração de pesticidas em parcelas experimentais aplicando os métodos: número da curva (CN) e o balanço de água na superfície do solo (BAS) para estimar o escoamento superficial.

As concentrações estimadas e observadas para todos os pesticidas utilizando-se o modelo descrito pela OCED (1999), associado às duas metodologias para estimativa das lâminas de escoamento superficial, BAS e CN, (Figura 3). Pode-se

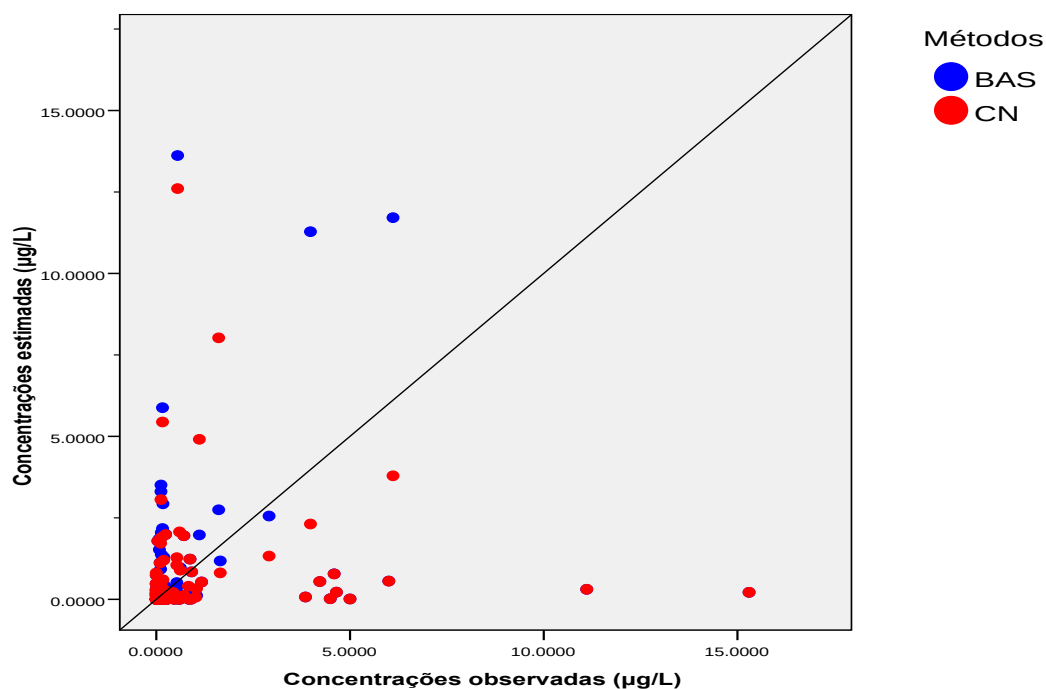


Figura 3 - Concentrações estimadas e observadas para todos os pesticidas, utilizando o modelo descrito pela OCED (1999) associados aos métodos do BAS e do CN para a estimativa das lâminas de escoamento

observar que as concentrações dos pesticidas foram subestimadas e superestimadas para as duas metodologias utilizadas, sendo que para o modelo proposto pela OCED (1999) associado ao BAS houve predominância de superestimativas, já quando se utilizou o CN houve um equilíbrio entre sub e superestimativa.

A Figura 4 apresenta as concentrações observadas e estimadas de todos os pesticidas destacados no presente estudo, tendo como base para o cálculo do escoamento o BAS (4A) e CN (4B), para os diferentes cenários. Fazendo-se uma análise comparativa das Figuras 4A e 4B, verificou-se uma tendência de maior dispersão das concentrações estimadas para os diferentes pesticidas e diferentes cenários em relação à linha de ajuste perfeito quando utilizou o CN na estimativa da lâmina de escoamento superficial.

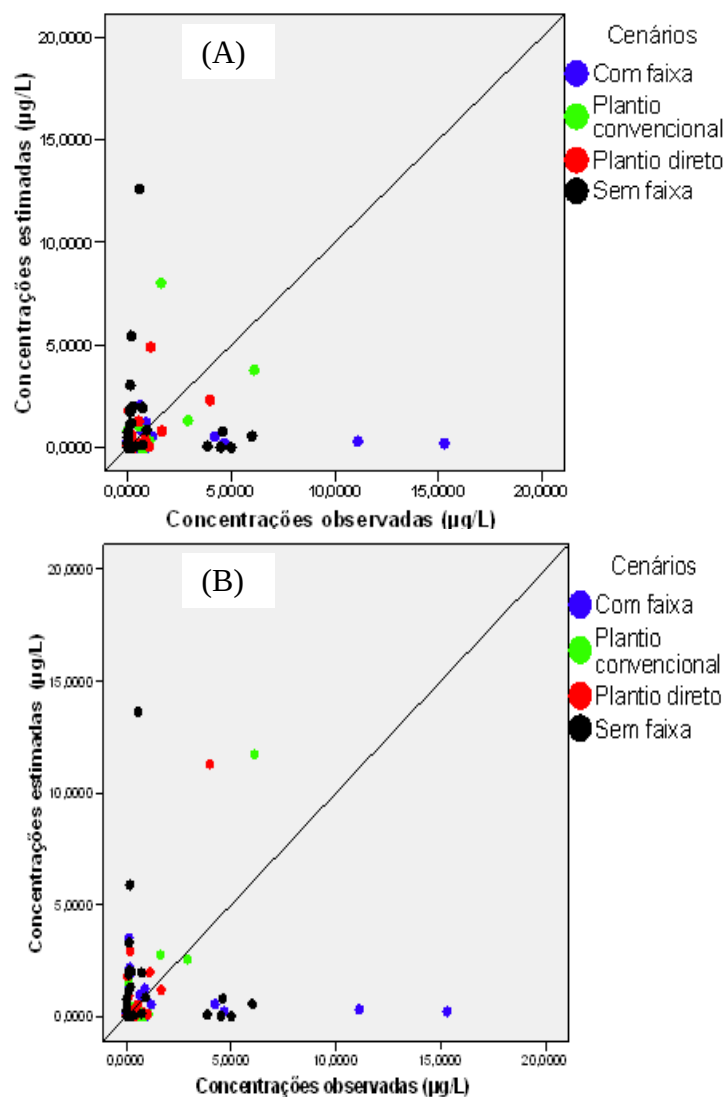


Figura 4 - Concentrações estimadas e observadas dos pesticidas nos diferentes cenários, com duas metodologias de estimativa do escoamento, BAS (A) e CN(B)

Nas Figuras 4A e 4B pode-se também observar que para os cenários com sistema de plantio convencional e direto, apesar de apresentarem também sub e superestimativa, foram os cenários em que a metodologia para estimativa da concentração dos pesticidas mais se aproximou das concentrações observadas experimentalmente, especialmente quando se utilizou o BAS para estimar o escoamento.

Para os cenários com e sem faixa de contenção, a metodologia utilizada se distanciou mais da linha de ajuste perfeito, sendo que para o cenário sem faixa ocorre tanto subestimativa quanto superestimativa, enquanto no cenário com faixa há predominância de subestimativa, independente da metodologia utilizada para estimativa do escoamento.

A subestimativa das concentrações dos pesticidas observada no cenário com faixa de contenção estão de acordo com os resultados obtidos por Probst et al., (2005), em uma análise

de sensibilidade no modelo apresentado pela OCED (1999) de estimativa das concentrações de pesticidas este verificou que a faixa de contenção representa uma grande influência no modelo. A largura da faixa, variando de 0 até 20 metros, propicia uma diminuição exponencial da porcentagem de pesticida no escoamento de 1,53% para 0,04% (solos argilosos). Os efeitos mais expressivos na redução da porcentagem de pesticida no escoamento observado por esses autores ocorreram nas áreas com faixas de até 10 metros.

A Figura 5 apresenta às concentrações observadas e estimadas para atrazina, para os diferentes cenários utilizando o modelo proposto pela OCED (1999), sendo que na figura 5A o modelo foi associado ao método do BAS e na figura 5B ao método do CN. Verifica-se que o modelo utilizado para estimar as concentrações dos pesticidas apresenta super e subestimativa das concentrações da atrazina, sendo que há uma predominância de superestimativa para ambas as metodologias (BAS e CN) de estimativa das lâminas de escoamento superficial. Os valores da raiz do quadrado médio do erro (RMSE) não foram satisfatórios, isto é, inferiores a 0,5 de acordo com os critérios de Chung et. al., (1999), sendo superior a 0,5 somente na parcela P₄ quando se utilizou o CN como método de estimativa do escoamento (Figura 5B). Observaram-se valores do índice de concordância (d) para a parcela P₃ da magnitude de 0,6 que conforme Vanzela et.al., (2007) são classificados como baixos, esses valores foram observados quando associou ao modelo da OCDE (1999) ambas as metodologias de estimativa do escoamento (BAS e CN) . Esses valores baixos dos índices de concordância (d) indicam uma maior dispersão dos pontos no gráficos 5 A e 5 B para a parcela P₃. O desempenho (c) do modelo da OCED (1999) em estimar as concentrações da atrazina quando associado aos métodos de estimativa do escoamento (BAS e CN) é classificado como péssimo, conforme os critérios estabelecidos por Camargo e Sentelhas (1997) para avaliação do índice “c”.

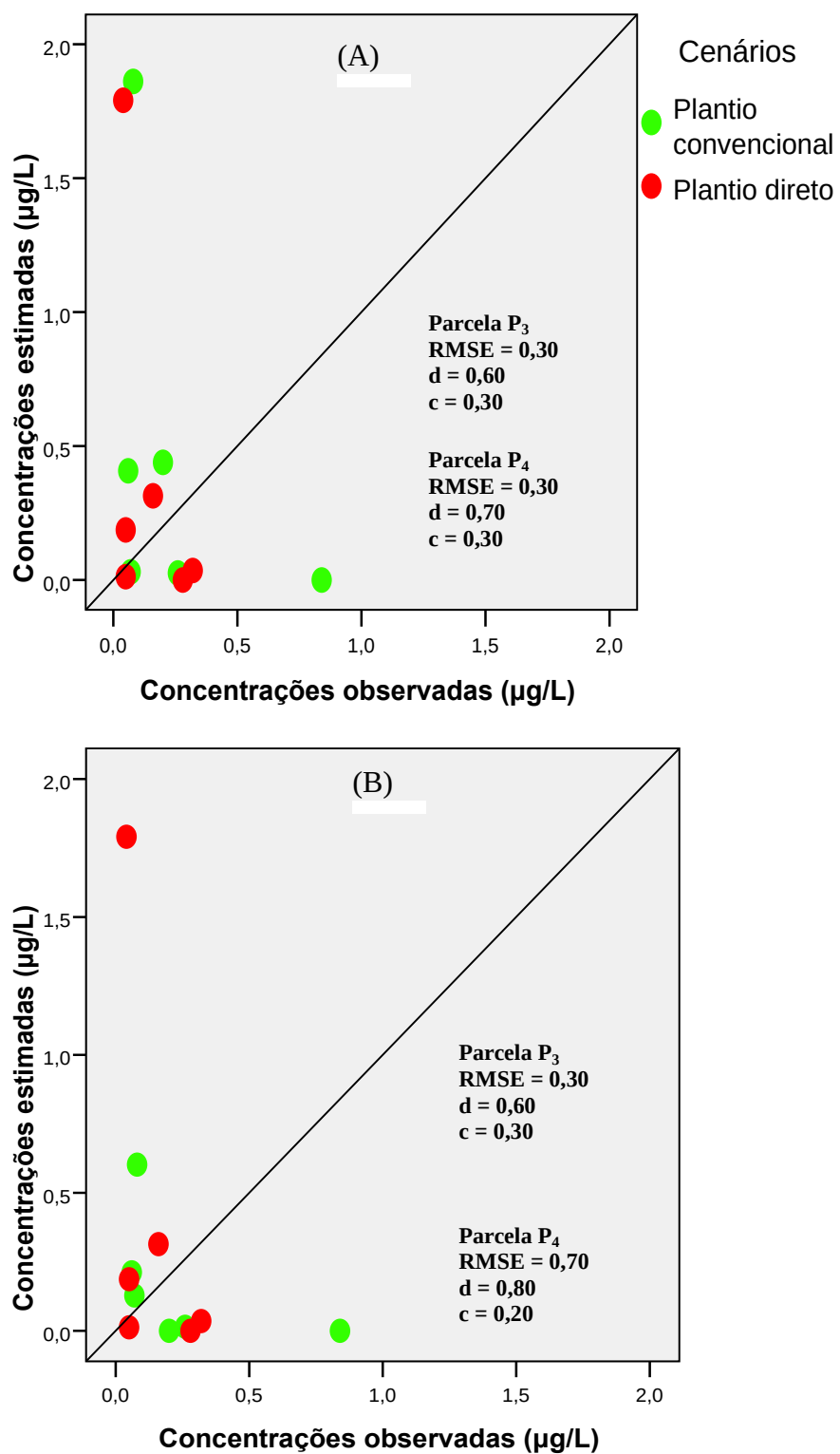


Figura 5 - Concentrações estimadas e observadas da atrazina nos diferentes cenários, com duas metodologias de estimativa do escoamento, BAS (A) e CN(B)

Na Figura 6 verificou-se que para o diurom o modelo de estimativa das concentrações dos pesticidas apresentou uma tendência relativamente pequena de superestimar as concentrações em relação às observadas, em ambos os métodos de estimativa do escoamento, BAS e CN, Figuras 6 A e 6 B, respectivamente. Sendo que o modelo descrito pela OCED (1999) apresentou valores mais dispersos em relação à linha de ajuste perfeito quando associado ao método do número da curva (CN). Os valores de RMSE foram insatisfatórios, de acordo com os critérios de Chung et.al., (1999), para as parcelas P₃ e P₄, quando associou o modelo de estimativa das concentrações dos pesticidas com o método do CN (Figura 6B), justificando, portando, a maior dispersão dos pontos no gráfico (Figura 6B) para essas parcelas. Em linhas gerais os índices de concordância variaram para o diurom de 0,70 a 0,99, valores relativamente próximos a unidade, portanto, indicando uma boa concordância entre dados estimados e observados. O desempenho do modelo em estimar as concentrações do diurom quando associou o modelo de estimativa da concentração de pesticida ao método do BAS, apresentou um desempenho mediano, bom, ótimo e muito bom, respectivamente nas parcelas, P₁ P₂ P₃ P₄. No entanto, quando associou ao modelo o método do CN houve uma expressiva diminuição no desempenho do modelo em estimar as concentrações do diurom nas parcelas P₃ e P₄, cujos desempenhos são classificados como péssimos de acordo com Camargo e Sentelhas (1997).

Conforme uma análise de sensibilidade elaborada por Probst et al., (2005) observou-se que as propriedades físicas e químicas meia-vida e o coeficiente de sorção ao solo são duas propriedades relevantes no modelo. Portanto, fazendo uma análise dessas propriedades e também da solubilidade da atrazina e do diurom, há indicativo de que ambos são facilmente solúveis. Já com relação à mobilidade, a atrazina é levemente móvel e o diurom moderadamente móvel (Tabela 9), portanto, o diurom é mais suscetível à lixiviação do que a atrazina. Tendo em vista que a metodologia ajustada não considera o processo de lixiviação, parte do pesticida que seria dissipada na lixiviação é inclusa no escoamento, gerando uma superestimativa nas concentrações estimadas pelo modelo proposto pela OCED (1999).

Outra provável explicação para as superestimativas das concentrações da atrazina, em especial na parcela P₄, pode ser o valor da meia vida (50 dias) obtido na literatura e utilizado como parâmetro de entrada modelo para estimar as concentrações deste pesticida, o qual provavelmente, para as condições de manejo da parcela P₄ ocorra um valor inferior, uma vez que a presença de palhada na referida parcela aumente a ação dos microrganismos, quer irão acelerar a degradação do pesticida e, conseqüentemente, diminuição da sua meia vida no solo.

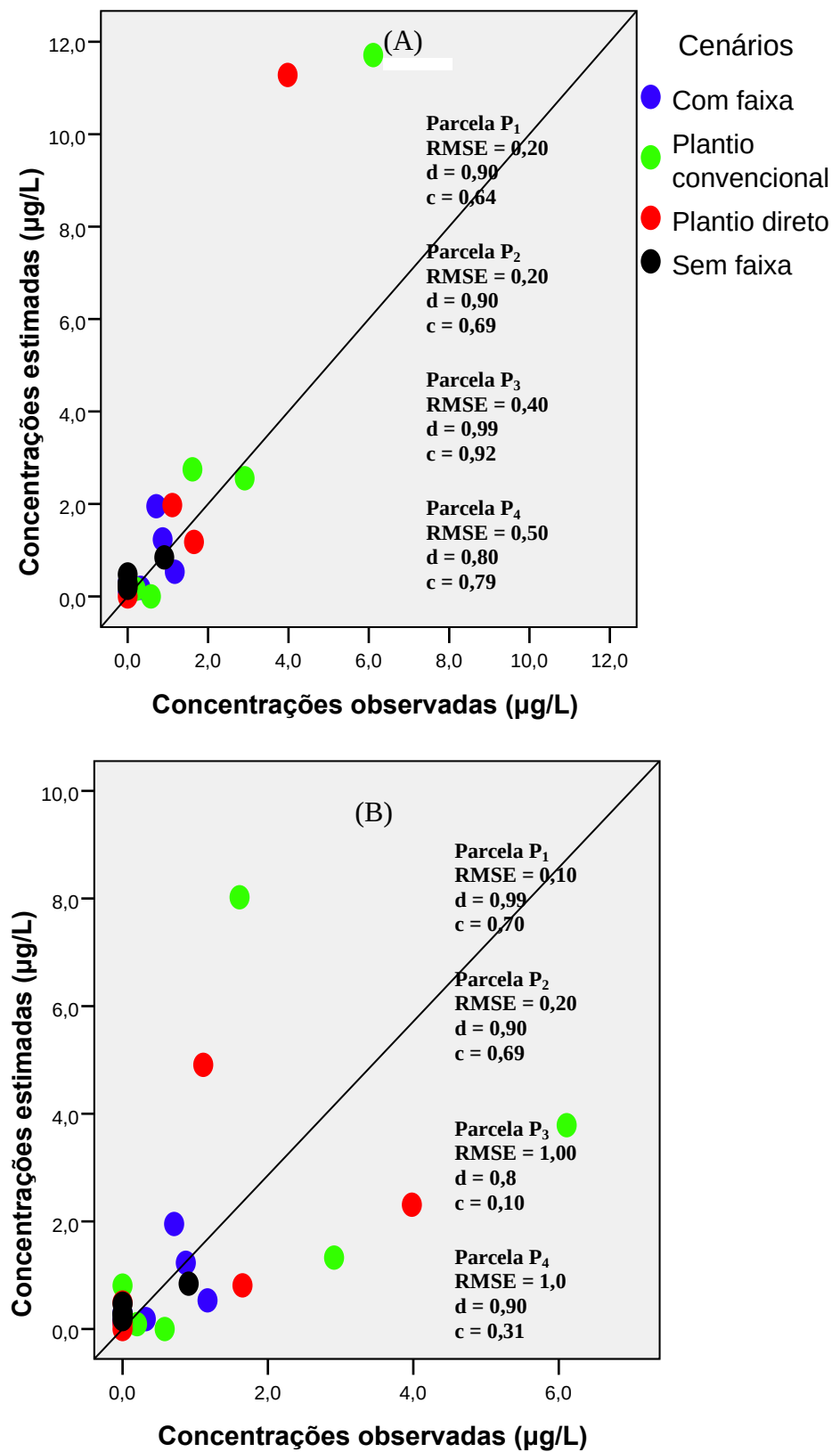


Figura 6 - Concentrações estimadas e observadas do diuron nos diferentes cenários, com duas metodologias de estimativa do escoamento, BAS (A) e CN(B)

Na Figura 7 verifica-se que houve tendência de superestimar e subestimar as concentrações do endosulfan alfa pelo modelo tanto quando associado com método do BAS quanto o CN (Figura 7A e 7B, respectivamente). Verifica-se ainda que nas Figuras 7A e 7B que os valores da RMSE para endosulfan alfa, com exceção da parcela P₂, foram satisfatórios de acordo com os critérios de Chung et al., (1999) com ambos os métodos de estimativa do escoamento (BAS e CN). Os índices de concordância (d) para o endosulfan alfa variaram de 0,7-0,9, indicando boa concordância entre os valores estimados e observados, pois de acordo com Vanzela et.al., (2007) são considerado valores baixos índice de concordância menor que 0,62, e os valores mínimos observados tiveram a magnitude de 0,7. O desempenho do modelo variou de mau a péssimo, (Figuras 7 A e 7 B) quando associado tanto ao método do BAS quanto ao método do CN.

Para o endosulfan beta (Figura 8) verificou-se uma tendência de subestimativa, para todos os cenários, em ambas as metodologias de estimativa da lâmina escoada (Figuras 8A e 8B, respectivamente modelo associado ao BAS e ao CN.). Apesar das subestimativas das concentrações desse pesticida, observou-se um agrupamento dos pontos em torno da reta de ajuste perfeito nas Figuras 8A e 8B, o que é confirmado com o elevado índice de concordância, valores de RMSE inferiores a 0,5 para todos os cenários, quando associou-se o modelo com os métodos BAS e CN. Os melhores desempenhos do modelo foram observados quando esse foi associado ao CN (Figura 8B), apresentando um desempenho classificado entre sofrível (P₁ e P₃) e péssimo (P₂ e P₄) conforme os critérios de Camargo e Sentelhas (1997), quando associou o modelo foi associado aos métodos do BAS ou do CN, respectivamente figuras 8A e 8B.

Com relação ao metolacoloro, observou-se que este, dentre os pesticidas estudados, foi aquele para o qual modelo apresentou maior tendência de superestimar as concentrações em relação às concentrações observadas para as duas metodologias de estimativa do escoamento superficial (Figuras 9A - BAS e 9B - CN). Os valores de RMSE indicam um erro real alto nas concentrações estimadas, exceto para parcela P₁, onde o valor da RMSE foi inferior a 0,5 quando associou o modelo com o método do CN (Figura 9B). Os valores dos índices de concordância mais próximos a unidade foram observados quando associou-se o modelo da OCED com o método do CN (Figura 9B). O desempenho do modelo em estimar as concentrações do metolacoloro foi classificado como mau (P₁) e bom, (P₂) quando associou o modelo ao BAS (Figura 9 A). Já quando associado ao método do CN verificou-se que o desempenho do modelo da OCED (1999) nas parcelas P₁ e P₂ pode ser classificado como mediano e bom, respectivamente (Figura 9B).

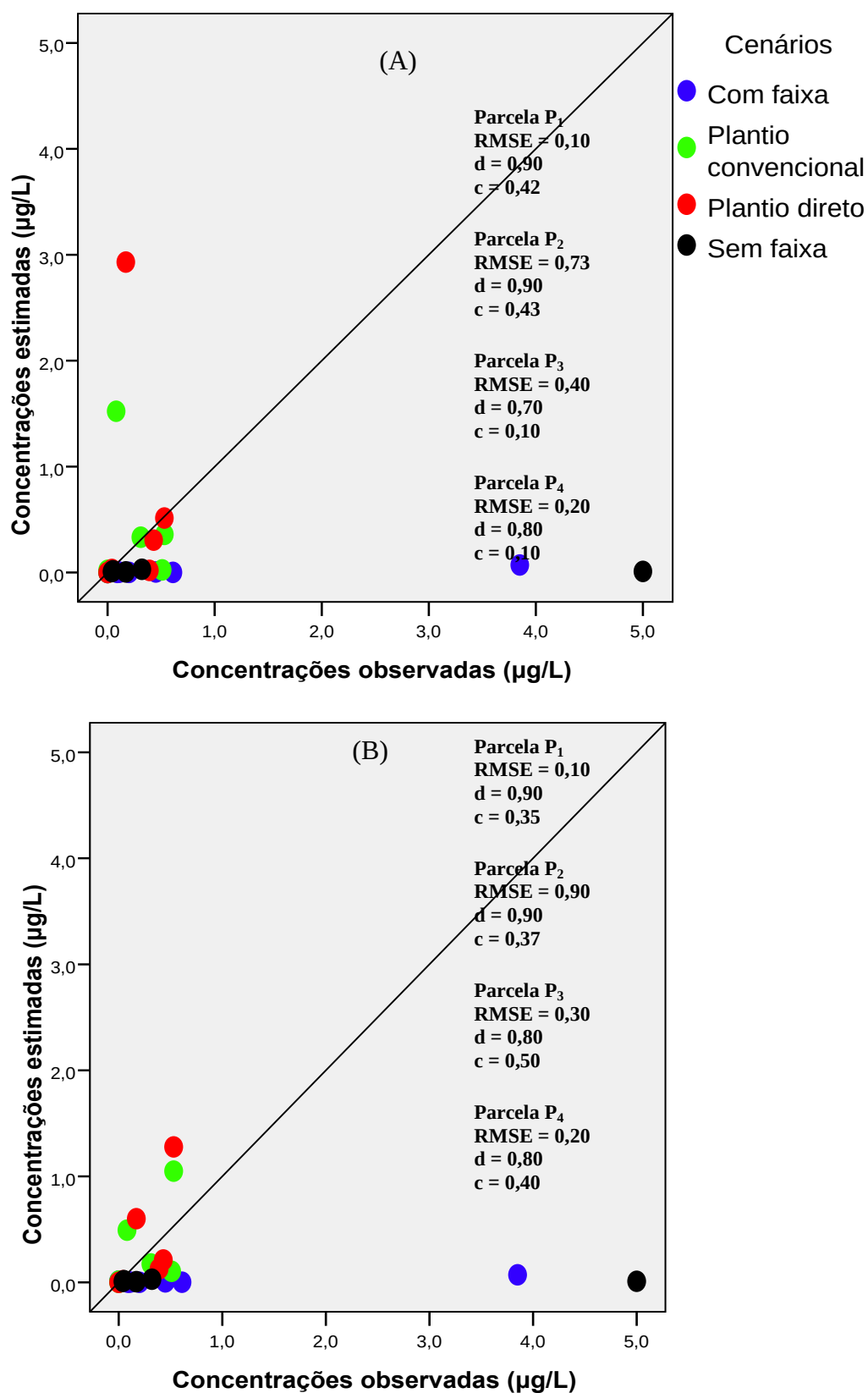


Figura 7 - Concentrações estimadas e observadas do endossulfan alfa nos diferentes cenários, com duas metodologias de estimativa do escoamento, BAS (A) e CN(B)

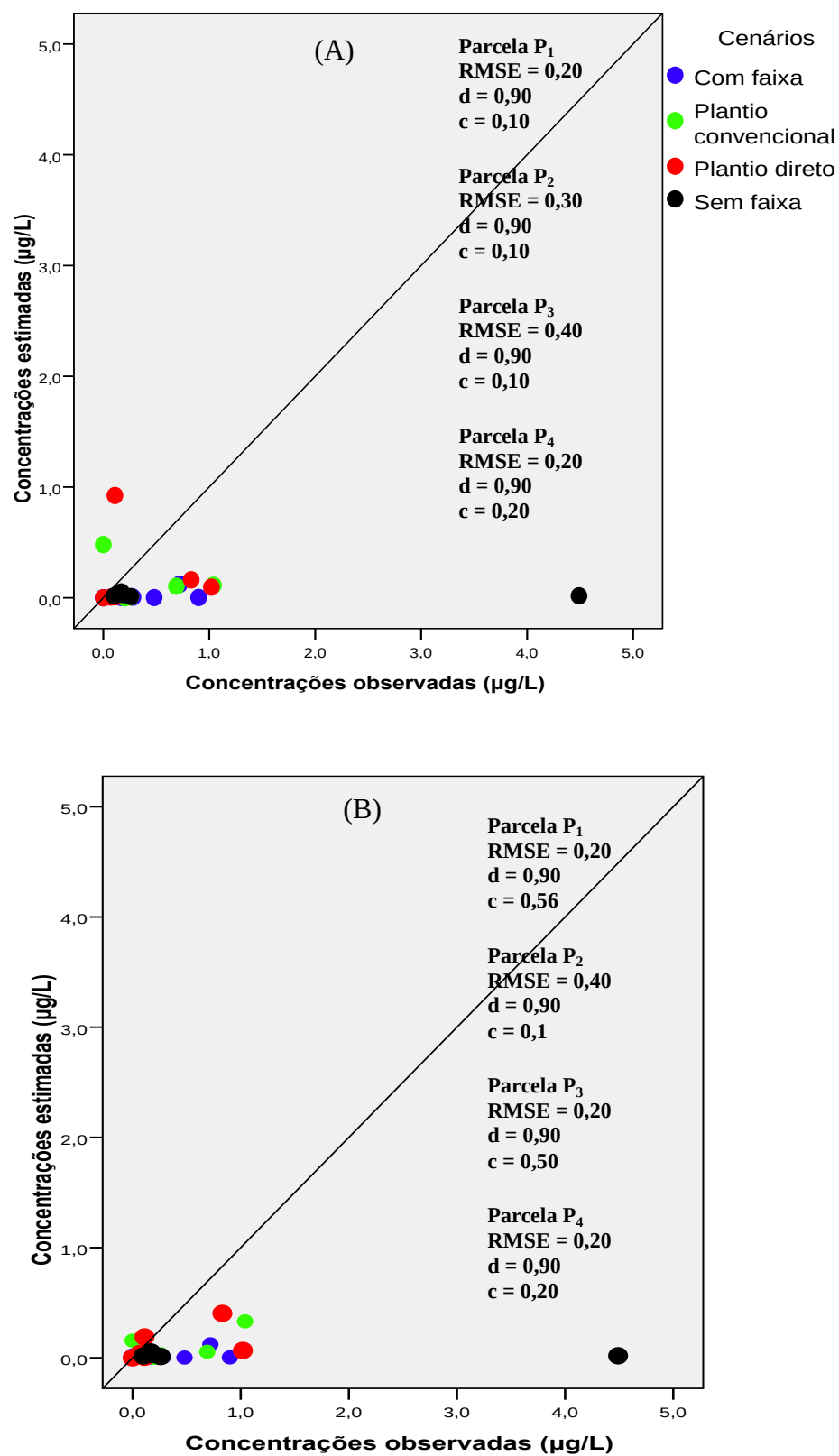


Figura 8 - Concentrações estimadas e observadas do endosulfan beta nos diferentes cenários, com duas metodologias de estimativa do escoamento, BAS (A) e CN(B)

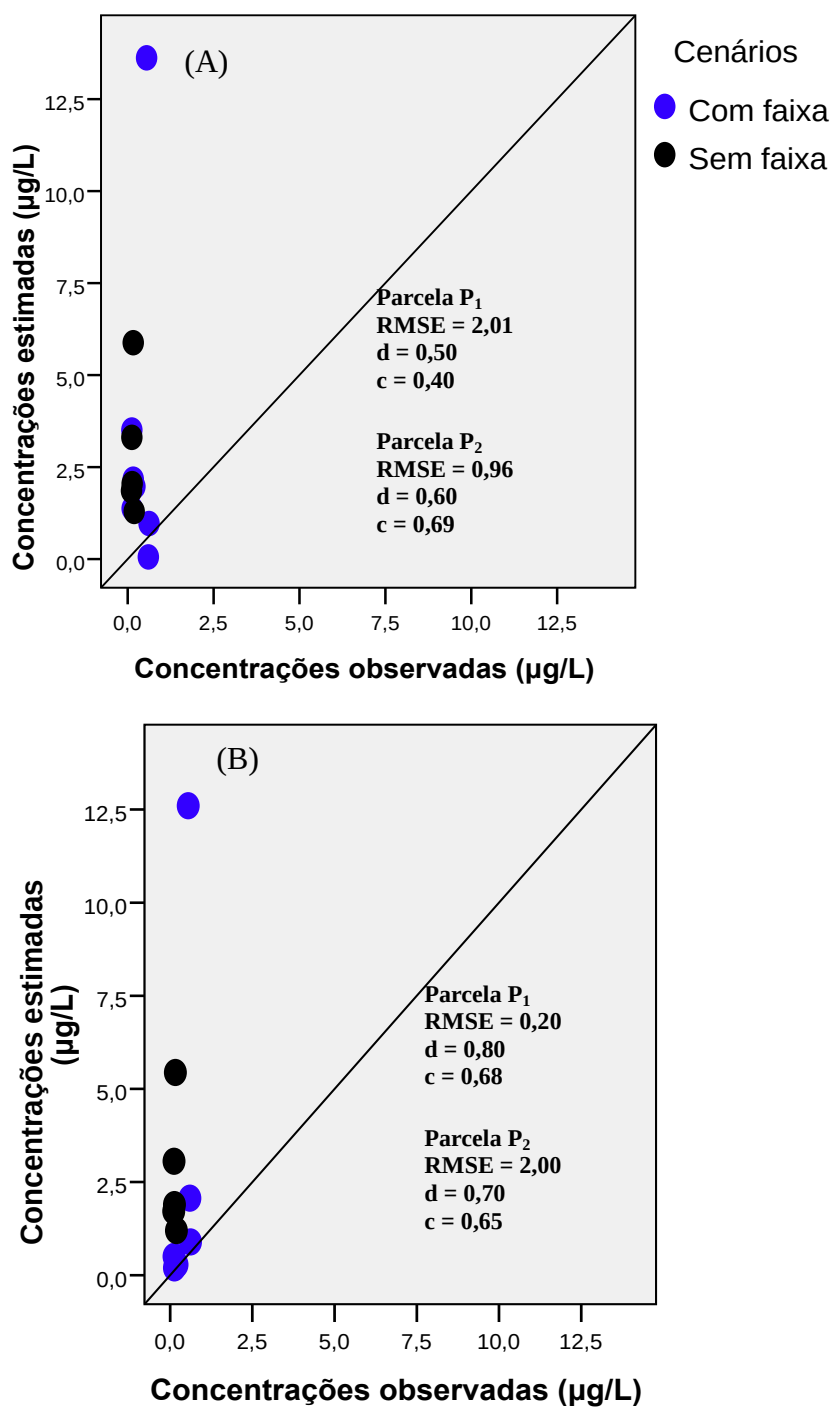


Figura 9 - Concentrações estimadas e observadas do metolachloro nos diferentes cenários, com duas metodologias de estimativa do escoamento, BAS (A) e CN(B)

Na Figura 10 observa-se que as concentrações do metomil foram superestimadas e subestimadas, em ambos os métodos de estimativa do escoamento superficial, BAS e CN respectivamente Figuras 10A e 10B. Na parcela sem faixa de contenção o modelo superestimou as concentrações do metomil independente do método de estimativa das lâminas escoadas. Associado a superestimativa observou-se uma maior dispersão dos pontos em relação à reta de ajuste perfeito, o que proporcionou valores insatisfatórios de RMSE, variando de 0,70-3,00 (Figuras 10A e 10B). Apesar dos valores insatisfatórios da RMSE, os índices de concordância tiveram a magnitude de 0,9, indicando valores próximos a unidade, ou seja, uma boa coerência dentro de uma faixa de valores entre dados observados e estimados, porém, pelo índice “c”, o modelo apresentou um péssimo de desempenho em estimar as concentrações do metomil, apresentando valores abaixo de 0,4 independente do método para estimativa do escoamento (Figuras 10A – BAS e 10B – CN).

Sabendo que o metomil e o metolacoloro são levemente solúveis e móveis, seus valores de meia-vida foram relativamente próximos (30 e 34, respectivamente). Portanto, o efeito que melhor pode explicar a tendência de superestimativa das concentrações previstas para o metolacoloro e para o metomil é a maior suscetibilidade desses compostos ao processo de lixiviação, processo que é considerado pelo modelo, gerando superestimativa nas concentrações previstas, pois parte do pesticida que seria lixiviado é inclusa no escoamento, em especial para o metolacoloro, pois tem um potencial maior de ser lixiviado em relação ao metomil.

De acordo com Milton (1992) os coeficientes de correlação de Pearson equivalentes ou iguais a 0,9, indicam correlação moderada, para o diurom e metolacoloro, observou-se correlações moderadas uma vez que os valores médios dos coeficientes de correlação de Pearson foram de 0,9. Para os demais pesticidas os valores médios dos coeficientes de correlação de Pearson foram inferiores a 0,5, sendo classificados ainda de acordo com Milton (1992) como correlação fraca.

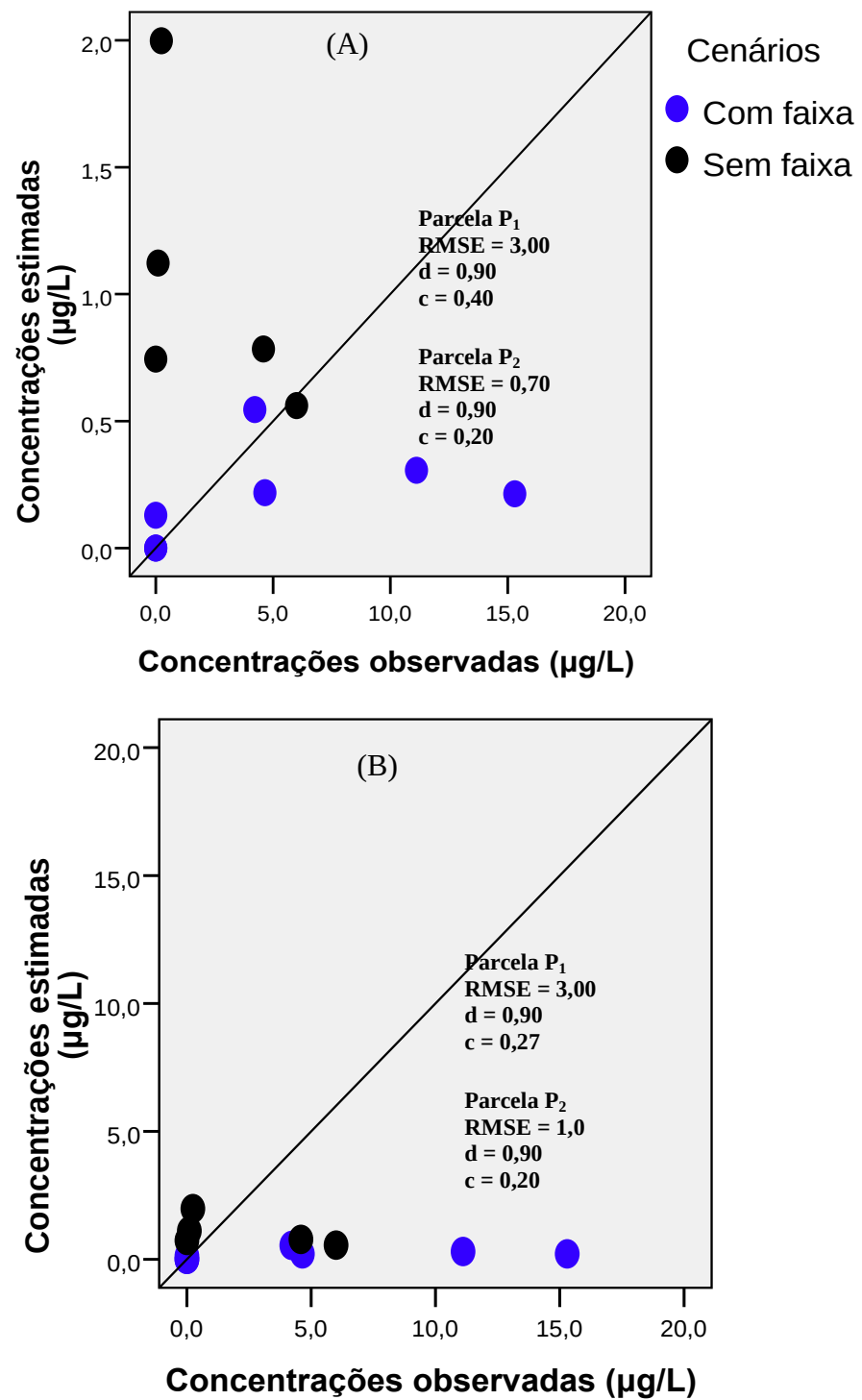


Figura 10 - Concentrações estimadas e observadas do metomil nos diferentes cenários, com duas metodologias de estimativa do escoamento, BAS (A) e CN(B)

Na Tabela 13 estão apresentados os valores médios geral das concentrações dos pesticidas estimadas e observadas para os diferentes pesticidas e metodologia de estimativa do escoamento superficial estudados. Verifica-se que o diurom e o endosulfan alfa não apresentaram diferenças significativas entre as concentrações médias estimadas pelo modelo, associado ao CN, em relação às concentrações observadas experimentalmente. O metolacoloro, metomil, endosulfan alfa e beta não apresentaram diferenças significativas entre as médias das concentrações estimadas pelo modelo utilizando o BAS e o CN para a estimativa da lâmina escoada, no entanto, foram ambas as médias estimadas foram estatisticamente diferentes dos valores observados experimentalmente..

Na Tabela 14 são apresentados valores médios de concentração dos pesticidas no escoamento superficial (dados estimados e observados experimentalmente) para os diferentes cenários, pesticidas e métodos de estimativa da lâmina do escoamento superficial (BAS e CN). As concentrações médias estimadas, utilizando o método do CN como fonte de estimativa da lâmina escoada, para o diurom, a exceção da parcela P₂, não apresentaram diferenças estatísticas em relação às concentrações médias observadas.

Para os cenários onde foi detectada a atrazina (P₃ e P₄), somente na parcela P₃ os valor médio da concentração estimada pelo modelo, associadas ao método do CN, não apresentaram diferenças significativas em relação à concentração média observada.

Analisando a Tabela 14 verifica-se que exceto para atrazina na parcela P₃, os demais pesticidas não apresentaram diferenças significativas entre as concentrações médias estimadas pelo modelo proposto pela OCED (1999) quando associado ao método do BAS e do CN.

Em relação ao endosulfan alfa, as concentrações estimadas pelo modelo e os valores observados, nas parcelas P₁ e P₂, foram estatisticamente diferentes, quando associou ao modelo o método CN para estimar a lâmina escoada nas parcelas. Para o endosulfan beta somente na parcela P₂ houve diferenças entre os valores das concentrações observadas e estimadas pelo modelo, quando utilizou o CN como método de estimativa do escoamento superficial (Tabela 14).

Tabela 13 - Concentrações médias observadas e estimadas dos pesticidas, utilizando o método do Número Curva (CN) e do Balanço de Água na superfície do Solo (BAS) associados ao modelo descrito pela OCED (1999)

Pesticidas	CN	BAS	OBS
	Concentrações médias ($\mu\text{g L}^{-1}$)		
Diurom *	1,218 A	1,610 B	1,000 A
atrazina *	0,300 A	0,500 B	0,100 C
metomil *	0,400 A	0,600 A	3,85 B
metolacoloro *	2,560 A	3,170 A	0,260 B
endosulfan α **	0,176 AB	0,259 A	0,578 B
endosulfan β **	0,065 A	0,091 A	0,523 B

Médias seguidas de mesma letra em uma mesma linha não diferem entre si a nível de 5% de probabilidade.

* Teste t-Student; ** Teste Wilcoxon

CN – Método do Número da Curva

BAS – Método do Balanço de Água na Superfície do Solo

OBS – Concentração média observada

Tabela 14 - Concentrações observadas e previstas pelo modelo proposto pela OCED (1999) (com os dois métodos de estimativa da lâmina escoada: Número da Curva e Balanço de Água na Superfície do Solo) para os diferentes cenários e pesticidas

Pesticidas	P ₁			P ₂			P ₃			P ₄		
	Concentrações médias (µg L ⁻¹)											
	CN	BAS	OBS	CN	BAS	OBS	CN	BAS	OBS	CN	BAS	OBS
diurom [*]	0,640 A	0,640 A	0,440 A	0,410 A	0,410 A	0,180 B	2,340 A	2,900 A	2,000 A	1,440 A	2,00 A	1,000 A
atrazina [*]	Nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,191 A	0,533 B	0,134 A	0,300 A	0,390 A	0,150 B
metomil [*]	0,202 A	0,202 A	5,880 B	1,036 C	1,042 C	2,186 D	nd	nd	nd	nd	nd	nd
metolacoloro [*]	0,709 A	1,670 A	0,306 B	0,431 C	0,466 C	0,210 D	nd	nd	nd	nd	nd	nd
endosulfanα ^{**}	0,004 A	0,002 A	0,243 B	0,023 B	0,024 B	1,571 C	0,372 A	0,633 A	0,260 A	0,305 A	0,377 A	0,238 A
endosulfanβ ^{**}	0,007 A	0,003 A	0,35 A	0,041 A	0,041 A	0,998 B	0,117 A	0,199 A	0,356 B	0,096 A	0,118 A	0,400 A

P₁ – parcela com faixa de contenção; **P₂**– parcela sem faixa de contenção; **P₃** - parcela plantio convencional; **P₄** – parcela plantio direto.

Médias seguidas de mesma letra em uma mesma parcela não diferem entre si a nível de 5% de probabilidade.

* Teste t-Student; ** Teste Wilcoxon

CN – Método do Número da Curva

BAS – Método do Balanço de Água na Superfície do Solo

OBS – Concentração média observada

5. CONCLUSÕES

De maneira geral o método do número da curva apresentou melhores resultados na estimativa do escoamento superficial, embora não tenha conseguido detectar o efeito do sistema de preparo do solo (Plantio direto e convencional);

A metodologia ajustada para estimativa da concentração de pesticidas no escoamento apresenta melhor desempenho quando se utilizou utiliza-se o método CN para estimar a lâmina do escoamento superficial;

A metodologia ajustada utilizando-se o método do CN não apresentou tendência única de subestimar ou superestimar as concentrações dos pesticidas estudados;

Dentre os pesticidas estudados, o diurom foi aquele em que a metodologia ajustada apresentou melhor desempenho para os cenários estudados.

A associação do modelo da OCED com o método do número da curva apresenta potencial para prever o risco de contaminação de águas superficiais por pesticidas em áreas cotonícolas do estado de Mato Grosso.

5 SUGESTÕES

Para melhor avaliar a aplicabilidade da metodologia, isto é, o modelo proposto pela OCED (1999) com o CN ou o BAS em solos tropicais sugere-se que sejam feitos estudos para avaliar a eficiência da metodologia em condições onde os diferentes fatores interferentes (lâmina de água escoada, forma de manejo do solo, tempo e intensidade da precipitação, declividade e distancia entre o local onde o pesticida é aplicado e o ambiente suscetível a poluição) possam ser controlados, ou seja, em condições de laboratório, além de:

Aplicar ao método do Número da Curva (CN) coeficientes que considerem a condição de solo com cobertura vegetal, isto é, considerando a cultura de algodão.

Associar ao modelo o efeito da lixiviação sobre o processo de perdas de pesticidas no ambiente.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMORIM, Ricardo Santos Silva, **Avaliação dos modelos de predição da erosão hídrica USLE, RUSLE e WEPP para condições edafoclimáticas brasileiras**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa , 2003.
- AGASSI, M. (ed.). **Soil erosion, conservation and rehabilitation**. New York: Marcel Dekker, 1996, 402 p.
- BASSANEZI, R. C.; FERREIRA JUNIOR, W. C. **Equações diferenciais com aplicações**. São Paulo: Ed. Harbra, 1988. 572 p.
- BATISSON, I.; PESCE, S.; BESSE-HOGGAN, P.; SANCELME, M.; BOHATIER, J. Isolation and Characterization of Diuron-degrading Bacteria from Lotic Surface Water. **Microbial Ecology**, v. 54, p. 761–770, 2007.
- BEREZEN, N.; LENTZEN-GODDING, A.; PROBST, M.; SCHULZ, H.; SCHULZ, R.; LIESS, M. A comparison of predicted and measured levels of runoff-related pesticide concentrations in small lowland streams at the landscape level. **Chemosphere** v 58 p. 683-691, 2005
- BERNARDI, A. C. C.; CARVALHO, M.C.S.; FREITAS, P.L. OLIVEIRA ;JUNIOR, J.P. ; LEANDRO, W.M.; SILVA, T.M. **No sistema plantio direto é possível antecipar a adubação do algodoeiro** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. (Embrapa Solos. Comunicado técnico 24). Disponível em: www.ipipotash.org/pdf/countrysp/comunicado24cotton.pdf. Acesso: 10 de Julho de 2009.
- BERNARDI, A. C. C.; MACHADO, P. L. O. A.; FREITAS, P. L.; COELHO, M. R.; LEANDRO, W. M.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. P.; OLIVEIRA, R. P.; SANTOS, H. G.; MADARI, B. E.; CARVALHO, M. C. S. **Correção do solo e adubação no sistema de plantio direto nos cerrados**. Rio de Janeiro Embrapa Solos (Embrapa Solos. Documentos, 46). , 2003. 22 p.
- BERTOL, I.; SANTOS, J.C.P. Uso do solo e propriedades físico hídricas no Planalto Catarinense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, p.263-267, 1995.
- BIONDI, A.; MONTEIRO, M.; GLASS, V. **O Brasil dos agrocombustíveis** ,p.30, 2008. (Relatório sobre dendê, babaçu, algodão, milho e pinhão-manso. Centro de Monitoramento de Agrocombustíveis ONG Repórter Brasil) Disponível em: www.reporterbrasil.org.br/documentos/o_brasil_dos_agrocombustiveis_v2.pdf. Acesso: 11 de janeiro de 2009.
- BORGES, Andréia Ferreira.; **Avaliação dos mecanismos de transporte de hexaclorociclohexano (HCH) no solo da Cidade dos Meninos, Duque de Caxias, RJ**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil; 1996..

BONGANHA, Carlos André. **A utilização da modelagem matemática como ferramenta para a gestão integrada e sustentável dos recursos hídricos subterrâneos: uma proposta para o município de Araraquara – SP.** Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) – Centro Universitário de Araraquara – UNIARA, Araraquara - SP,. . 2005, 124p

CAMARGO, A. P.; SENTELHAS, P. C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativas de evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.5, n.1, p.89-97, 1997.

COX, B.A. A Review of currently available in-stream water-quality models and their 178 applicability for simulating dissolved oxygen in lowland rivers. **The Science of the Total Environmental** p. 335-377, 2003.

COSTA, L L. F.; SANT'ANAI.; E.S.; SUCHARA, E. A.; BENATO, V.S.; CARASEK, E. . Determinação de herbicidas usados no cultivo de arroz irrigado na região sul do estado de Santa Catarina através da SPME-GC-ECD. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 31, n. 1, 2008 Disponível em: <<http://www.scielo.br/> acesso em 19 de Julho 2009.

COBUCCI, T.; STEFANO, J.G.; KLUTHCOUSKI, J. **Manejo de plantas daninhas na cultura do feijoeiro em plantio direto.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 56 p. (Circular Técnica, 35).

CORRÊA, C. M. D.; OLIVEIRA, J. J. do V.; TORNISIELO, V. L. Resíduos de endosulfan em solo (Latosolo Roxo) cultivado com soja [Glycine max (L) Merrill]. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, 2003. Disponível em: www.ial.sp.gov.br/publicacao/revista/2003/

CHAIM, A.; VALARINI, P.J.; OLIVEIRA, D.A.; MORSOLETO, R.V.; PIO, L.C. **Avaliação de perdas de pulverização em culturas de feijão e tomate.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1999. 29 p. (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de Pesquisa).

CHUNG, S.W.; GASSMAN, P.W.; KRAMER, L.A.; WILLIAMS, J.R.; GU.R. **Validation of EPIC for Two Watersheds in Southwest.** Center for Agricultural and Rural Development Iowa State University Ames, IA 50011-1070 , 1999.

DORES, E. F. G. C.; NAVICKIENE, S.; CUNHA, M.L.F.; CARBO, L.; RIBEIRO, M.L.; DE- LAMONICA-FREIRE, E. M. Multiresidue determination of herbicides in environmental waters from Primavera do Leste region (middle west of Brazil) by SPE-GC-NPD. **J. Braz. Chem. Soc.**, Vol. 17, No. 5, p.866-873, 2006.

DORES, E. F. G. C.; VECCHIATO, A.B.; RIEDER, A.; WEBER, O.L.S.; PEREIRA, M.J.; SALOMÃO, F.X.T.; SHIRAIWA, S.; CUTRIM, A.O.; GUIMARÃES, S.C. Relatório do Projeto: **Estudo da ação mitigadora da faixa de contenção e de sistemas de cultivos em lavouras de algodão sobre as perdas de solo, de água, de nutrientes e a contaminação de recursos hídricos por biocidas – 2º ano.** Universidade Federal de Mato Grosso/Fundo de Apoio a Cultura do Algodão - FACUAL, 2007).

DORES, E. F. G. C.; VECCHIATO, A.B.; RIEDER, A.; WEBER, O.L.S.; PEREIRA, M.J.; SALOMÃO, F.X.T.; SHIRAIWA, S.; CUTRIM, A.O.; GUIMARÃES, S.C.; PINTO, A.A.; CARBO, L.; CUNHA, M.L.F. Relatório do Projeto: **Estudo da contaminação de biocidas no ambiente e seu monitoramento em águas superficiais, subterrâneas e pluviais em regiões cotonícolas do estado de mato grosso – 2ª fase**. Universidade Federal de Mato Grosso/Fundo de Apoio a Cultura do Algodão - FACUAL, 2005.

EXTOXNET. Extension Toxicology Network. **Pesticide information profiles: Atrazine**. 1996. Disponível em: < <http://extoxnet.orst.edu/pips/atrazine.htm>> Acesso em 09 de Março de 2009.

EMBRAPA, Pesquisas de algodão são apresentadas em exposição no DF. 26/08/2005, Disponível: www.embrapa.br/noticias/banco_de_noticias/2005/folder.2005. Acessado: 11 de Janeiro 2009.

EVERT, S. **Environmental fate of carbofuran**. Environmental Monitoring Branch Department of Pesticide Regulation 1001 I Street Sacramento, Ca 95814. Disponível em: www.cdpr.ca.gov/docs/emon/pubs/fatememo/carbofuran.pdf. Acesso: 11/10/2008.

FAN, S. **Endosulfan risk characterization document**. Volume III Environmental Fate - Department of Pesticide Regulation Environmental Monitoring Branch, Sacramento, Califórnia, 2007. Disponível em: <http://www.cdpr.ca.gov>. Acesso em: 11 de Outubro de 2008.

FARIA, Leonardo. Jardim. da Silva. **Avaliação de diferentes sorventes na extração em fase sólida de pesticidas em água. Desenvolvimento e Validação de metodologia**. Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Química, UNICAMP, 2004.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). **Fao specifications and evaluations for plant protection products /methomyl**. 2002. Disponível em: www.fao.org/ag/AGP/agpp/Pesticid/Specs/docs/Pdf/new/methomyl.pdf. Acesso em: 03 de Março de 2009.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Assessing soil contamination**. 2000. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/003/X2570E00.htm>> Acesso em: 03 Março de 2009.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations . **Control of water pollution from agriculture – FAO – Irrigation and drainage paper 55**. 1996. 75p. Disponível em:<<http://www.fao.org/docrep/W2598E/W2598E00.htm>> Acesso em: 03 de março de 2009.

FERRACINI, V.L.; PESSOA, M.C. Y. P.; SILVA, A.S.; SPADOTTO, C.L. Análise de risco de contaminação das águas subterrâneas e superficiais da região de Petrolina (PE) E Juazeiro (BA). **Pesticidas: R.Ecotoxicol. e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 11, p. 1-16 , 2001.

GUERRA, A.J.T. Processos erosivos nas encostas. In: **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998, p:149-210

GOEBEL, H.; GORBACH, S.; KNAUF, W.; RIMPAU, R.H.; HUETTENBACH, H. Properties, effects, residues, and analytics of the insecticide endosulfan. **Residue Reviews**, v. 83 p. 170-174, 1982.

GORBI, J. J.; STRIXINO, S.T.; SANTOS, A. do.; DEL GRANDE, M. Diagnóstico ambiental de metais e organoclorados em córregos adjacentes a áreas de cultivo de cana-de-açúcar (Estado de São Paulo, Brasil). **Quím. Nova**. 2006, v. 29, p. 61-65. Disponível em: www.scielo.br/pdf/qn/v29n1/. Data de acesso: 27/12/08.

GÜTTLER, Ivone Salete Pozza. **Sistema de gestão ambiental e selos ambientais, de qualidade e segurança alimentar em frutas estudo de caso: setor macieiro**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Centro de Ciências Tecnológicas da Universidade Regional de Blumenau,, 2005, 120p.

GUIDELINES FOR DRINKING-WATER QUALITY. Health criteria and other supporting information. World Health Organization, Geneva, 2 ed. Vol.2, 1996. Disponível em: www.who.int/water_sanitation_health/dwq. Acesso: 18 de julho de 2008

HAIRSINE, P. B., ROSE, C. W. Rainfall detachment and deposition: sediment transport in the absence of flow-driven processes. **Soil Science Society of America Journal**, n. 55, v. 2, p. 320 – 324, 1991.

HECQ, P. HULSMANN, A. HAUCHMAN, F.S.; MCLAIN, J.L.; SCHMITZ, F. **Drinking Water Regulations**, disponível em: www.media.wiley.com. Acesso: 15 de julho de 2008.

HUDSON, N.W. **The influence of rainfall on the mechanics of soil erosion with particular reference to northern Rhodesia**. Cape Town: University of Cape Town, 1965. M.Sc. Thesis

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente. **Manual de pesticidas para avaliação da ecotoxicidade de agentes químicos**. 2 ed. Brasília, 1990.

JAKELAITIS, A. A.; SILVA, A.A.; FERREIRA, L.R. Efeitos de sistemas de manejo sobre a população de tiririca. **Planta Daninha**, v.21, n. 1, p. 89-95, 2003.

LANE, L. J., RENARD, K. G., FOSTER, G. R., LAFLEN, J. M. Development and application of modern soil erosion prediction technology. **Australian Journal of Soil Research**, v. 30, n. 6, p. 893 – 912, 1992.

LAABS, V.; AMELUNG, W.; PINTO, A.; ALTSTAEDT, A.; ZECH, W. Fate of pesticides in tropical soils of Brazil under field conditions. **Journal of Environmental Quality** 31, 256–268, 2002.

LEONARD, R.A.; KNISEL, W.G.; STILL, D.A. GLEAMS:Groundwater Loading Effects of Agricultural Management Systems. **Transactions of the ASAE** 30(5): 1403-1418, 1987.

LUDOVICE, Maria Tereza Falsetti. **Influência de faixa filtro de *Brachiaria decumbens* na retenção de atrazina, nutrientes e sedimentos em escoamento superficial**. Tese

(Doutorado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 2003.

LOCH, R. J., SILBURN, D. M. 1996. Constraints to sustainability – soil erosion. In: CLARKE, I., WYLIE, P. B. (eds.) **Sustainable crop production in the subtropics: an Australian Perspective**. QDPI.

KAMRIN, M.A. **Pesticide profiles: toxicity, environmental impact, and fate**. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida, USA. 1997 p.76

MAIDMENT, D.R. GIS. **Environmental modeling with GIS**. New York, Oxford University Press, 1993. Cap. 14, p. 147-167.

MAHAN, B. M.; MYERS, R. J. **Química, um curso universitário**. São Paulo, Ed. Edgar Blücher Ltda, 2000. 582 p.

MACKAY, D.; SHIU, W.; MA, K. **Ilustred handbook of physical-chemical and environmental fate for organic chemicals**. Boca Raton : Lewis Publishers, 1997. v. 5. 812p.

MATTHIESSEN, P.; SHEAHAN, D.; HARRISON, R.; KIRBY, M.; RYCROFT, R.; TURNBULL, A.; VOLKNER, C.; WILLIAMS, R. Use of a *Gammarus pulex* bioassay to measure the effects of transient carbofuran runoff from farmland. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, V.30, p.111-119, 1995.

MARTINS FILHO, M.V. **Modelagem do processo de erosão entressulcos em latossolos de Jaboticabal** - SP. 1999. 140 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

MELI, G.; BAGNATI, R.; FANELLI, R.; BENFENATTI, E.; AIROLDI, L. Metabolic profile of atrazine and Nnitrosoatrazine in rat urine. **Bull. Environ. Contam. Toxicol.**, v.48, n.5, p. 701-708, 1992.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, PORTARIA N.º 518, DE 25 DE MARÇO DE 2004. Disponível em : 189.28.128.179:8080/518/legislacoes/portaria-ms-no.-518. Acesso: 10/07/2008.

MILTON, J.S. **Statistical methods in the biological and health sciences**. 2nd ed. Washington: Library of Congress, 1992. 156 p.

MONCADA, A. **Environmental fate of diuron**. Environmental Monitoring Branch Department of Pesticide Regulation 1001 I Street Sacramento, CA 95812-4015, 2004. Disponível em: www.cdpr.ca.gov/docs/emon/pubs/fatememo/diuron.pdf. Acesso: 11/10/2008.

NETO, M.L.F.; FERREIRA, A.P.; Perspectivas da sustentabilidade ambiental diante da contaminação química da água: desafios normativos. **INTERFACEHS – Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente**, v.2, n.4, Seção 1, 2007. Disponível em : www.interfacehs.sp.senac.br/images/artigos/78_pdf.pdf. Acesso: 10/07/2009.

NUNES, R. S.; SOUSA, D. M. J.; GOEDERT, W.J.; SOARES, J.R.R. Impacto dos sistemas de plantio direto e preparo convencional nas interações entre a matéria orgânica e a fertilidade

do solo. **II Simpósio Internacional de Savanas Tropicais**, 2008. Disponível em: simposio.cpac.embrapa.br. Acesso: 10/07/2009.

OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development. Annex II. Report of the OECD Project **Pesticide Aquatic Risk Indicators**, pp. 28–32, 1999. Disponível em: www.oecd.org/dataoecd/31/36/2078678.pdf. Acesso: 08/07/2008.

OLIVEIRA, R. S. JR. **Relação entre Propriedades Químicas e Físicas do solo e Sorção, Dessorção e Potencial de Lixiviação de Herbicidas**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG - 1998.

OLIVEIRA, L. F. C.de.; MARTINEZ, M. A.; PRUSKI, F.F.; RUIZ, H.A.; LIMA, L.A. Transporte e solutos no solo e no escoamento superficial: I - Desenvolvimento do modelo e simulação do movimento de água e escoamento superficial. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.1, p.63-69, 2000, Campina Grande, PB, DEAg/UFPB.

PAULA, Rodrigo. Tavares de. **Mobilidade de atrazine e ametryn em latossolo vermelho-amarelo**. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG - 2007.

PINHO, A.P de.; MATOS, A. T de.; COSTA, L.M da.; MORRIS, L.A.; MARTINEZ, M.A. Modelagem da retenção de pesticidas em zonas ripárias. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, V.10, n°4, p.896-902, 2006. Disponível em: www.scielo.br. Acesso em: 22/12/2008.

PRATA, Fabio. **Comportamento do Glifosato no solo e deslocamento miscível de Atrazina**. Piracicaba, 2002. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

PRUSKI, F. F., BRANDAO, V. S. e SILVA, D. D. **Escoamento superficial**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG: Imprensa Universitária, p. 88.2003.
PRUSKI, F. F.; BRANDÃO, V. dos S.; SILVA, D.D da. **Escoamento superficial**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2º ed. 2006.

PROBST, M.; BERENZEN, N.; LENTZEN-GODDING, A.; SCHULZ R. Scenario-based simulation of runoff-related pesticide entries into small streams on a landscape level. **Ecotoxicology and Environmental Safety** 62 (2005) 145–159 .

PROJECT SEA (OBSERVATION OF THE METABOLISM OF THE ANTHROPOSPHERE). Disponível em: <http://www.sea.eawag.ch/inhalt/sites/>. Acesso em: 10 de Novembro de 2008.

RIBEIRO, Marcelo Orlandi. **Estudo da Poluição e Autodepuração nos Rios Melchior e Descoberto, na Bacia do Descoberto – DF/GO, com auxílio de modelos matemáticos de simulação de qualidade da água, para estudos de seu comportamento atual e futuro**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos)-Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2001.

REGITANO, J.B. Propriedades físico-químicas dos defensivos e seu destino no ambiente.

In: SIMPOSIO SOBRE DINAMICA DE DEFENSIVOS AGRICOLAS NO SOLO., 2002, Piracicaba. **SIMPÓSIO**. ESALQ, 2002. p. 40-50.

RIVARD, L. **Environmental Monitoring Branch / Department of Pesticide Regulation. Environmental Fate of Metolachlor**. California, Abril de 2003. Disponível em: <http://www.cdpr.ca.gov/docs/empm/pubs/fatememo/metolachlor.pdf>. Acesso em: 05 de Março de 2009.

SALTON, J. C.; HERNANI, L. C.; FONTES, C. Z. **Sistema plantio direto**. O produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília: Embrapa - SPI; Dourados: Embrapa - CPAO, 1998. 248 p.

SANCHEZ-BAYO, F.; BASKARAN, S.; KENNEDY, I. R. Ecological relative risk (EcoRR): Another approach for Water Air Soil Pollut, risk assessment of pesticides in agriculture. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, V. 91, 2002, p.37-57

SILVA, C. M. M. S.; FAY, E. F.; **Agrotóxicos Aspectos Gerais: Agrotóxicos e Ambiente**, Embrapa: Brasília, 2004.

SILVA, F.C da.; BERGAMASCO, A.F. **Levantamento de Modelos Matemáticos Aplicados à Cana-de-Açúcar**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2001.

SILVA, F. C.; CARDEAL, Z. de L.; CARVALHO, C. R de.; Determinação de pesticidas organofosforados em água usando microextração em fase sólida e CGAR-EM. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 22, n. 2, abr. 1999. Disponível em: www.scielo.br/scielo. Acesso em: 13 janeiro de 2009.

Soil Conservation Service (SCS): National **Engineering Handbook**, Sect. 4, Hydrology, Chapt. 10, Estimation of direct runoff from storm rainfall by Victor Mockus, 1972.

SOUZA, V.; CARBO, L.; DORES, E.F.G.C.; RIBEIRO, M. L.; VECCHIATO, A. B.; WEBER, O.L.S.; PINTO, A. A.; SPADOTTO, C.A.; CUNHA, M.L.F. Determinação de pesticidas em águas de poços tubulares em áreas de cultura de algodão na Microregião de Primavera do Leste, Mato Grosso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 13., 2004, Cuiabá. **Anais**, São Paulo: Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, 2004.p.1-15.

SOUZA, J.L.; NETO, F.L., TUBELIS, A. Estimativa e análise do escoamento superficial em solo descoberto e cultivado com a sucessão soja e trigo, sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 3, p. 77-84, 1995.

SCHICK, J.; BERTOL, I.; BATISTELA, O.; BALBINOT JÚNIOR, A.A. Erosão hídrica em Cambissolo Húmico álico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo: I. Perdas de solo e água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24,p.427-436, 2000.

SPADOTTO, C.A.; GOMES, M.A. F.; LUCHINI, L.C.; ANDRÉA, M.M. de. **Monitoramento do risco ambiental de agrotóxicos: princípios e recomendações**. Embrapa Meio Ambiente – Jaguariúna (SP), 2004.

SPOHR, RB. **Influência das características físicas do solo nas perdas de água por escoamento superficial no sul do Brasil e no Uruguai**. 2007. 105f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

TRZESNIAK, P. Indicadores quantitativos: reflexões que antecedem seu estabelecimento. **Ci. Inf.**, Brasília, v. 27, n. 2, 1998. Disponível em: www.scielo.br. Acesso em: 29/12/2008.

TUCCI, C.E.M. **Modelos hidrológicos**. Porto Alegre, Ed. Universidade UFRGS, 1998.

UNIVERSITY OF HERTFORDSHIRE. **Atrazina**. Disponível em: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/es/Reports/43.htm>. Acesso em 9 de Março de 2009.

USEPA—U.S. Environmental Protection Agency, 2003. **Reregistration Eligibility Decision for Diuron**. List A. Case 0046. Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances. USEPA, Washington, DC, p. 106.

VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F.B.; FERREIRA, E.J.S. **Desempenho da estimativa da evapotranspiração de Referência em Ilha Solteira – SP**. XXXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola Bonito – MS, 2007.

VERTESSY, R.A.; HATTON, T.J.; O'SHAUGHNESSY, P.J.; JAYASURIYA, M.D.A. Predicting water yield from a mountain ash forest catchment using a terrain analysis based catchment model. **J. Hydrology**, 150:665-700, 1993.

VIEIRA, E. M.; PRADO, A. G. S. do.; LANDGRAF, M. D.; REZENDE, M. O. de O. Estudo da adsorção/dessorção do ácido 2,4 diclorofenoxiacético (2,4d) em solo na ausência e presença de matéria orgânica. **Quím. Nova**. 1999, v. 22, n. 3 Disponível em: www.scielo.br. Acesso em: 24/12 /2008.

WALKER, S.E., MITCHELL, M.C., HIRSCHI, M.C., JOHNSON, K.E. Sensitivity analysis of the root zone water quality model. **Transactions of the ASAE**. v.43, n.4, p.841-846, 2000.

WILLIAMS, R.J Modelling Pesticide Run-Off to Surface Waters. Part I: Model Theory and Development, **Pestic. Sci**. 1998, 54, 113-120.

WILLMOTT, C. J.; ACKLESON, S. G.; DAVIS, R. E.; FEDDEMA, J. J.; KLINK, K. M.; LEGATES, D. R.; O'DONNELL, J.; ROWE, C. M. Statistics for the evaluation and comparison of models. **Journal of Geophysical Research-Oceans**, Ottawa, v. 90, p. 8995-9005, 1985.

YANG, G.; ZHAO, Y.; LU, X.; GAO, X. Adsorption of methomyl on marine sediments. **Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects**, v. 264, n.1-3, p.179-186, 2005.

ANEXOS

Anexo 1 – Concentrações dos pesticidas associando o modelo descrito pela OCDE (1999), com o método do Número da Curva (CN)

Pesticidas	Datas de coletas	Plantio direto		Plantio Convencional	
		PC-OBS*	PC-EST	PC-OBS	PC-EST
		(µg L ⁻¹)			
atrazina	05/01/2007	0,05	0,07	0,07	0,12
	18/01/2007	0,04	0,36	0,08	0,60
	01/02/2007	0,05	0,12	0,06	0,21
	22/02/2007	0,16	0,78	0,2	1,28
	04/04/2007	0,32	0,01	0,26	0,01
	20/04/2007	0,28	0,0000	0,84	0,0000
diurom	05/01/2007	nd**	0,49	Nd	0,80
	18/01/2007	3,98	2,31	6,11	3,79
	01/02/2007	1,65	0,81	2,91	1,32
	22/02/2007	1,11	4,91	1,61	8,02
	04/04/2007	nd	0,11	0,2	0,09
	20/04/2007	nd	9,64	0,58	0,0000

*PC-OBS – Concentração observada; PC-EST- Concentração estimada.

**nd – não detectado.

Anexo 2 – Concentrações dos pesticidas associando o modelo descrito pela OCDE (1999), com o método do Número da Curva (CN)

Pesticidas	Datas de coletas	Plantio direto		Plantio Convencional	
		(µg L ⁻¹)			
		PC-OBS*	PC-EST	PC-OBS	PC-EST
endosulfan alfa	05/01/2007	0,39	0,24	0,51	0,20
	18/01/2007	0,17	1,14	0,08	0,94
	01/02/2007	0,43	0,40	0,31	0,33
	22/02/2007	0,53	2,44	0,53	2,00
	04/04/2007	0,04	0,02	nd**	0,02
	20/04/2007	nd	0,0000	nd	nd
endosulfan beta	05/01/2007	0,07	0,04	0,26	0,03
	18/01/2007	0,11	0,18	0	0,15
	01/02/2007	1,02	0,06	0,69	0,05
	22/02/2007	0,83	0,40	1,04	0,33
	04/04/2007	0,11	0,0046	0,21	0,0038
	20/04/2007	nd	nd	0,2	0,0000

*PC-OBS – Concentração observada; PC-EST- Concentração estimada.

**nd – não detectado.

Anexo 3 – Concentrações dos pesticidas associando o modelo descrito pela OCDE (1999), com o método do Número da Curva (CN)

Pesticidas	Datas de coletas	Com faixa de contenção		Sem faixa de contenção	
		(µg L ⁻¹)			
		PC-OBS*	PC-EST	PC-OBS	PC-EST
diurom	03/01/2007	0,87	1,2322	0,71	1,9521
	19/01/2007	1,17	0,5326	0,91	0,8432
	23/02/2007	0,32	0,1857	nd**	0,2932
	14/03/2007	nd	0,1175	nd	0,1854
	05/04/2007	nd	0,1686	nd	0,2660
	21/04/2007	nd	0,3001	nd	0,4734
endosulfan alfa	03/01/2007	nd	0,0224	3,85	0,1366
	19/01/2007	0,45	0,0097	0,32	0,0576
	23/02/2007	0,61	0,0034	5,0	0,0201
	14/03/2007	0,2	0,0021	0,17	0,0123
	05/04/2007	0,09	0,0031	0,04	0,0177
	21/04/2007	0,11	0,0055	0,05	0,0315

*PC-OBS – Concentração observada; PC-EST- Concentração estimada.

**nd – não detectado.

Anexo 4 – Concentrações dos pesticidas associando o modelo descrito pela OCDE (1999), com o método do Número da Curva (CN)

Pesticidas	Datas de coletas	Com faixa de contenção		Sem faixa de contenção	
		(µg L ⁻¹)			
		PC-OBS*	PC-EST	PC-OBS	PC-EST
endosulfan beta	03/01/2007	nd**	0,02	0,72	0,12
	19/01/2007	0,27	0,009	0,17	0,05
	23/02/2007	0,9	0,003	4,5	0,01
	14/03/2007	0,48	0,002	0,26	0,01
	05/04/2007	0,17	0,002	0,1	0,01
	21/04/2007	0,28	0,005	0,19	0,02
metomil	03/01/2007	nd	0	nd	0,0000
	19/01/2007	nd	0,12	nd	0,73
	23/02/2007	4,65	0,21	6,00	0,55
	14/03/2007	15,3	0,21	4,59	0,77
	05/04/2007	1,11	0,30	0,1	1,11
	21/04/2007	nd	0	nd	0

*PC-OBS – Concentração observada; PC-EST- Concentração estimada.

**nd – não detectado.

Anexo 5 - Concentrações dos pesticidas associando o modelo descrito pela OCDE (1999), com o método do Número da Curva (CN)

Pesticidas	Datas de coletas	Com faixa de contenção		Sem faixa de contenção	
		(µg L ⁻¹)			
		PC-OBS*	PC-EST	PC-OBS	PC-EST
metolacoloro	03/01/2007	0,6	0,05	0,55	13,61
	19/01/2007	0,62	0,96	0,16	5,87
	23/02/2007	0,16	2,17	0,13	2,04
	14/03/2007	0,13	1,37	0,19	1,29
	05/04/2007	0,21	1,97	0,11	1,85
	21/04/2007	0,12	3,50	0,12	3,30

*PC-OBS – Concentração observada; PC-EST- Concentração estimada.

Anexo 6 - Concentrações dos pesticidas associando o modelo descrito pela OCDE (1999), com o método do Balanço de Água na superfície do solo (BAS)

Pesticidas	Datas de coletas	Plantio direto		Plantio Convencional	
		PC-OBS*	PC-EST	PC-OBS	PC-EST
		(µg L ⁻¹)			
atrazina	05/01/2007	0,05	0,012	0,07	0,03
	18/01/2007	0,04	1,79	0,08	1,86
	01/02/2007	0,05	0,18	0,06	0,40
	22/02/2007	0,16	0,31	0,2	0,43
	04/04/2007	0,32	0,03	0,26	0,02
	20/04/2007	0,28	0,00	0,84	0,00
diurom	05/01/2007	nd**	0,02	nd	0,05
	18/01/2007	3,98	2,93	6,11	3,04
	01/02/2007	1,65	0,30	2,91	0,66
	22/02/2007	1,11	0,51	1,61	0,71
	04/04/2007	nd	0,05	0,2	0,04
	20/04/2007	nd	0,00	0,58	0,00

*PC-OBS – Concentração observada; PC-EST- Concentração estimada.

**nd – não detectado.

Anexo 7 - Concentrações dos pesticidas associando o modelo descrito pela OCDE (1999), com o método do Balanço de Água na superfície do solo (BAS)

Pesticidas	Datas de coletas	Plantio direto		Plantio Convencional	
		(µg L ⁻¹)			
		PC-OBS*	PC-EST	PC-OBS	PC-EST
endosulfan alfa	05/01/2007	0,39	0,02	0,51	0,02
	18/01/2007	0,17	2,93	0,08	1,52
	01/02/2007	0,43	0,30	0,31	0,33
	22/02/2007	0,53	0,51	0,53	0,35
	04/04/2007	0,04	0,02	nd**	0,02
	20/04/2007	nd	0,0000	nd	0,0000
endosulfan beta	05/01/2007	0,07	0,006	0,26	0,007
	18/01/2007	0,11	0,92	0	0,47
	01/02/2007	1,02	0,09	0,69	0,10
	22/02/2007	0,83	0,16	1,04	0,11
	04/04/2007	0,11	0,009	0,21	0,0068
	20/04/2007	nd	0,00	0,20	0,00

*PC-OBS – Concentração observada; PC-EST- Concentração estimada.

**nd – não detectado

Anexo 8 - Concentrações dos pesticidas associando o modelo descrito pela OCDE (1999), com o método do Balanço de Água na superfície do solo (BAS)

Pesticidas	Datas de coletas	Com faixa de contenção		Sem faixa de contenção	
		(µg L ⁻¹)			
		PC-OBS*	PC-EST	PC-OBS	PC-EST
diurom	03/01/2007	0,87	0,32	0,71	1,95
	19/01/2007	1,17	0,13	0,91	0,84
	23/02/2007	0,32	0,04	nd**	0,29
	14/03/2007	nd	0,03	nd	0,18
	05/04/2007	nd	0,04	nd	0,26
	21/04/2007	nd	0,07	nd	0,47
endosulfan alfa	03/01/2007	nd	0,0003	3,85	0,07
	19/01/2007	0,45	0,005	0,32	0,03
	23/02/2007	0,61	0,0018	5,0	0,01
	14/03/2007	0,2	0,001	0,17	0,006
	05/04/2007	0,09	0,0016	0,04	0,009
	21/04/2007	0,11	0,002	0,05	0,01

*PC-OBS – Concentração observada; PC-EST- Concentração estimada.

**nd – não detectado

Anexo 9 - Concentrações dos pesticidas associando o modelo descrito pela OCDE (1999), com o método do Balanço de Água na superfície do solo (BAS)

Pesticidas	Datas de coletas	Com faixa de contenção		Sem faixa de contenção	
		(µg L ⁻¹)			
		PC-OBS*	PC-EST	PC-OBS	PC-EST
endosulfan beta	03/01/2007	nd**	0,0006	0,72	0,12
	19/01/2007	0,27	0,0093	0,17	0,05
	23/02/2007	0,9	0,0032	4,5	0,01
	14/03/2007	0,48	0,0020	0,26	0,01
	05/04/2007	0,17	0,0029	0,1	0,01
	21/04/2007	0,28	0,0052	0,19	0,02
metomil	03/01/2007	nd	0,0000	nd	0,00
	19/01/2007	nd	0,12	nd	0,74
	23/02/2007	4,65	0,21	6	0,56
	14/03/2007	15,3	0,21	4,59	0,78
	05/04/2007	11,11	0,30	0,1	1,12
	21/04/2007	nd	0,54	nd	1,99

*PC-OBS – Concentração observada; PC-EST- Concentração estimada.

**nd – não detectado

Anexo 9 - Concentrações dos pesticidas associando o modelo descrito pela OCDE (1999), com o método do Balanço de Água na superfície do solo (BAS)

Pesticidas	Datas de coletas	Com faixa de contenção		Sem faixa de contenção	
		(µg L ⁻¹)			
		PC-OBS*	PC-EST	PC-OBS	PC-EST
metolaclo	03/01/2007	0,6	0,05	0,55	13,61
	19/01/2007	0,62	0,96	0,16	5,87
	23/02/2007	0,16	2,17	0,13	2,04
	14/03/2007	0,13	1,37	0,19	1,29
	05/04/2007	0,21	1,97	0,11	1,85
	21/04/2007	0,12	3,50	0,12	3,30

*PC-OBS – Concentração observada; PC-EST- Concentração estimada.

**nd – não detectado

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)