

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**SIMULAÇÃO DO CAMINHAMENTO DE HERBICIDAS EM
DIFERENTES TIPOS E QUANTIDADES DE PALHADAS UTILIZADAS
NO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO**

CLEBER DANIEL DE GOES MACIEL
Engenheiro agrônomo

Dissertação apresentada à Faculdade
de Ciências Agronômicas da UNESP -
Campus de Botucatu, para obtenção
do título de Mestre em Agronomia -
Área de Concentração em Agricultura.

BOTUCATU - SP
Fevereiro - 2001

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**SIMULAÇÃO DO CAMINHAMENTO DE HERBICIDAS EM
DIFERENTES TIPOS E QUANTIDADES DE PALHADAS UTILIZADAS
NO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO**

CLEBER DANIEL DE GOES MACIEL
Engenheiro agrônomo

Orientador: Prof. Dr. **EDIVALDO DOMINGUES VELINI**

Dissertação apresentada à Faculdade
de Ciências Agronômicas da UNESP -
Campus de Botucatu, para obtenção
do título de Mestre em Agronomia -
área de Concentração em Agricultura.

BOTUCATU - SP
Fevereiro - 2001

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E
TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO
SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - FCA
UNESP - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Maciel, Cleber Daniel de Goes
M152s Simulação do caminhamento de herbicidas em diferen-
tes tipos e quantidades de palhadas utilizadas no sis-
tema de plantio direto / Cleber Daniel de Goes Maciel.
Botucatu, 2001
xii, 89 f. : il. color. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Pau-
lista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu,
2001
Orientador: Edivaldo Domingues Velini
Bibliografia: f. 76-86

1. Cobertura morta 2. Plantio direto 3. Palhada
4. Chuva artificial 5. Herbicidas - Dinâmica 6. Co-
rantes I.Título

Palavras-chave: Cobertura morta; Plantio direto; Palhada; Chuva
artificial; Dinâmica de herbicidas; Corante

A minha mãe,

Diva Leopoldino de Miranda

OFEREÇO

À todos meus verdadeiros amigos,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

- Ao professor e amigo Dr. Edivaldo Domingues Velini que, com sua humildade e profissionalismo, propiciou um passo a mais no meu crescimento científico.

- Ao professor e amigo Dr. Jamil Constantin pela sabedoria e incentivo em vários momentos.

- Ao Prof. Dr. Dagoberto Martins, pela orientação nas fases iniciais deste trabalho.

- Aos eng. agrônomos Wilson S. Venâncio (Fazenda Capão da Onça - PR) e Edson P. Borges (Fundação MS - MS) pelo auxílio nos trabalhos a campo.

- Aos funcionários do Depto de Agricultura e Melhoramento Vegetal pela amizade e auxílio durante o desenvolvimento deste trabalho.

- Aos funcionários da Seção de Pós-graduação, pela dedicação na organização dos documentos.

- À amiga Mariana M. Rocha pelo auxílio e sugestões apresentadas.

- Aos amigos da matologia Anderson L. Cavenaghi, Cristina G. Mendonça, Cristiane G. Mendonça, Eduardo Negrisoni, Elza Alves, Fernanda S. Ikeda, Gustavo R. Toffoli, Luiz A. Palladini, Marcelo Andreoti, Marco A. S. Silva, Marcelo R. Corrêa e Reginaldo T. de Souza.

- Aos amigos de sempre Gislaine Yoshimoto, Fernando P. Neto, Geraldo E. Vicentini, Otoniel M. Moraes e Luiz E. Gualti.

- À Coordenação de aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

- À todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram para realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
1. RESUMO	15
2. SUMMARY	17
3. INTRODUÇÃO	19
4. REVISÃO DE LITERATURA	22
5. MATERIAL E MÉTODOS	36
5.1. Avaliação da produção de biomassa seca vegetal dos resíduos culturais utilizados como cobertura morta	36
5.1.1. Equipamentos e materiais utilizados no experimento.....	36
5.1.2. Condução do experimento.....	37
5.2. Dinâmica de molhamento e caminhamento do corante palhadas FDC-1 nas diferentes	40
5.2.1. Equipamentos e materiais utilizados no experimento.....	41
5.2.2. Pulverização e Simulação de chuva.....	42
5.2.3. Representação das unidades experimentais.....	44
5.2.4. Condução do experimento.....	45
5.2.4.a Avaliação da dinâmica de molhamento das diferentes palhadas	45
5.2.4.b Avaliação do caminhamento do corante FDC-1 nas diferentes palhadas	47
5.2.5. Procedimento de análise dos dados.....	48
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
6.1. Avaliação da produção de biomassa seca vegetal dos resíduos culturais utilizados como cobertura morta	50
6.2. Avaliação da dinâmica de molhamento das diferentes palhadas	63
1,8932.....	70
2,2955.....	71
0,0000.....	71
0,1210.....	71
Kg M.S. ha ⁻¹	72
Milheto	72
6.3. Avaliação do caminhamento do corante FDC-1 nas diferentes palhadas	78
A 2104,67	83
A 1588,97	85
Cevada	86
7. CONCLUSÕES	89
APÊNDICE	102

LISTA DE QUADROS

QUADRO	Página
1 Procedimentos para determinação das lâminas efetivamente simuladas no experimento.....	32
2 Resultados das análises de regressão entre as freqüências acumuladas e a quantidade de matéria seca (Kg. ha^{-1}), utilizando o modelo de Gompertz. Média, moda e mediana das diferentes palhadas monitoradas nos Estados do Paraná e Mato Grosso do Sul.....	45
3 Resultados das análises de regressão entre as freqüências acumuladas e porcentagem de matéria seca em relação a média de cada local de coleta, utilizando-se o modelo de Gompertz. Média, moda e mediana das diferentes palhadas monitoradas nos Estados do Paraná e Mato Grosso do Sul.....	46
4 Número de observações, peso médio de biomassa seca, porcentagem média de cobertura, coeficientes de correlação e determinação das equações lineares para estas duas características.....	47
5 Resultados das análises de regressão entre a quantidade de chuva retida em 3000 Kg.ha^{-1} de resíduos culturais e a lâmina de chuva aplicada artificialmente, utilizando-se o modelo de Mitscherlich completo.....	54
6 Resultados das análises de regressão entre a quantidade de chuva retida em 6000 Kg.ha^{-1} de resíduos culturais e a lâmina de chuva aplicada	

	artificialmente, utilizando-se o modelo de Mitscherlich completo.....	55
7	Resultados das análises de regressão entre a quantidade de chuva retida em 9000 Kg.ha ⁻¹ de resíduos culturais e a lâmina de chuva aplicada artificialmente, utilizando-se o modelo de Mitscherlich completo.....	56
8	Parâmetro indicativo da velocidade de embebição, assíntota máxima de retenção da água da chuva e quantidade de água retida por unidade de matéria seca dos resíduos culturais.....	57
9	Resultados dos dados de análise de regressão entre as lâminas de chuva (%) que ficaram retidas ou transpuseram 3000 Kg.ha ⁻¹ de resíduos culturais e a lâmina de chuva aplicada artificialmente, utilizando-se os modelos de Mitscherlich completo e simplificado.....	60
10	Resultados dos dados de análise de regressão entre as lâminas de chuva (%) que ficaram retidas ou transpuseram 6000 Kg.ha ⁻¹ de resíduos culturais e a lâmina de chuva aplicada artificialmente, utilizando-se os modelos de Mitscherlich completo e simplificado.....	61
11	Resultados dos dados de análise de regressão entre as lâminas de chuva (%) que ficaram retidas ou transpuseram 9000 Kg.ha ⁻¹ de resíduos culturais e a lâmina de chuva aplicada artificialmente, utilizando-se os modelos de Mitscherlich completo e simplificado.....	62
12	Resultados das análises de regressão entre a quantidade de corante FDC-1 recuperada em 3000 Kg de matéria seca.ha ⁻¹ de resíduos culturais e a	

	lâmina de chuva aplicada artificialmente, utilizando-se o modelo de Mitscherlich.....	68
13	Resultados das análises de regressão entre a quantidade de corante FDC-1 recuperada em 6000 Kg de matéria seca.ha ⁻¹ de resíduos culturais e a lâmina de chuva aplicada artificialmente, utilizando-se o modelo de Mitscherlich.....	69
14	Resultados das análises de regressão entre a quantidade de corante FDC-1 recuperada em 9000 Kg de matéria seca.ha ⁻¹ de resíduos culturais e a lâmina de chuva aplicada artificialmente, utilizando-se o modelo de Mitscherlich.....	70
15	Parâmetros indicativos da velocidade de recuperação e assíntota máxima de recuperação do corante FDC-1 para os diferentes tipos e quantidades de resíduos culturais estudadas.....	71
16	Quantidade real e porcentagem de corante FDC-1 que transpôs diretamente a palhada formada pelas diferentes tipos e quantidades de resíduos culturais.....	72
17	Coordenadas geográficas (UTM) das áreas de avaliação da produção de biomassa de resíduos culturais de cevada, trigo, aveia colhida e rolada.....	87
18	Coordenadas geográficas (UTM) das áreas de avaliação da produção de biomassa de resíduos culturais de milho, milheto e capim-braquiária.....	88
19	Condições ambientais médias encontradas durante as simulações de	

chuva e pulverização para todas as palhadas estudadas.....	89
--	----

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		Página
1	Quadro de 0,25 m ² utilizado para amostragem a campo das coberturas.....	24
2	Equipamentos utilizados para pulverização do corante e simulação de chuva (NuPAM/UNESP-FCA).....	28
3	Procedimento de lavagem das palhadas, demonstração das unidades experimentais.....	30
4	Representação das equações de regressão entre as frequências acumuladas, expressas em porcentagem, e a quantidade de matéria seca dos resíduos culturais encontrada na superfície do solo. Equações de regressão obtidas para as coberturas de cevada (1A), trigo (1B), aveia colhida (1C) e aveia rolada (1D), utilizando-se o modelo de Gompertz....	39
5	Representação das equações de regressão entre as frequências acumuladas, expressas em porcentagem, e a quantidade de matéria seca dos resíduos culturais encontrada na superfície do solo. Equações de regressão obtidas para as coberturas de azevém (1E), milho (1F), milheto (1G) e capim-braquiária (1H), utilizando-se o modelo de Gompertz.....	40
6	Representação das equações de regressão entre as frequências acumuladas, expressas em porcentagem, e a porcentagem média de matéria seca dos resíduos culturais encontrada na superfície do solo de cada local de coleta. Equações de regressão obtidas pelas porcentagens	

	de coberturas de cevada (2A), trigo (2B), aveia colhida (2C) e aveia rolada (2D), utilizando-se o modelo de Gompertz.....	41
7	Representação das equações de regressão entre as frequências acumuladas, expressas em porcentagem, e a porcentagem média de matéria seca dos resíduos culturais encontrada na superfície do solo de cada local de coleta. Equações de regressão obtidas pelas porcentagens de coberturas de azevém (2E), milho (2F), milheto (2G) e capim-braquiária (2H), utilizando-se o modelo de Gompertz.....	42
8	Representação das equações de regressão entre as frequências acumuladas e não acumuladas, expressas em porcentagem, e a quantidade de matéria seca dos resíduos culturais encontrada na superfície do solo. Equações de regressão obtidas, utilizando-se o modelo de Gompertz.....	43
9	Representação das equações de regressão entre as frequências acumuladas e não acumuladas, expressas em porcentagem, e a porcentagem de média de matéria seca encontrada na superfície do solo de cada local de coleta. Equações de regressão obtidas, utilizando-se o modelo de Gompertz.....	44
10	Representação das equações de regressão entre as lâminas de chuva retida em 3000, 6000 e 9000 Kg de matéria seca.ha ⁻¹ , e a lâmina de chuva aplicada artificialmente. Equações de regressão obtidas para as coberturas de cevada (4A), trigo (4B), aveia colhida (4C) e aveia rolada (4D), utilizando-se o modelo de Mitscherlich completo.....	51

11	Representação das equações de regressão entre as lâminas de chuva retida em 3000, 6000 e 9000 Kg de matéria seca.ha ⁻¹ , e a chuva aplicada artificialmente. Equações de regressão obtidas para os resíduos culturais de azevém (4E), milho (4F) e capim-braquiária (4G), utilizando-se o modelo de Mitscherlich completo.....	52
12	Representação das equações de regressão entre a quantidade de chuva retida em 3000 (5A), 6000 (5B) e 9000 (5C) Kg de matéria seca.ha ⁻¹ , e a chuva aplicada artificialmente. Equações de regressão obtidas utilizando-se modelo de Mitscherlich.....	53
13	Representação das equações de regressão entre as lâminas de chuva (%) que ficaram retidas ou transpuseram 3000, 6000 e 9000 Kg de matéria seca.ha ⁻¹ , e a lâmina de chuva aplicada artificial. Equações de regressão obtidas para as coberturas de cevada (6A), trigo (6B), aveia colhida (6C) e aveia rolada (6D), utilizando-se os modelos de Mitscherlich completo e simplificado.....	58
14	Representação das equações de regressão entre as chuva (%) que ficaram retidas ou transpuseram 3000, 6000 e 9000 Kg matéria seca.ha ⁻¹ , e a chuva aplicada artificialmente. Equações de regressão obtidas para os resíduos culturais de azevém (6E), milho (6F) e capim-braquiária (6G), utilizando-se os modelos de Mitscherlich completo e simplificado.....	59
15	Representação das equações de regressão entre as quantidades de corante FDC-1 recuperadas em 3000, 6000 e 9000 Kg de matéria seca.ha ⁻¹ , e a lâmina de chuva aplicada artificialmente. Equações de regressão obtidas	

	para as coberturas de cevada (7A), trigo (7B), aveia colhida (7C) e aveia rolada (7D), utilizando-se o modelo de Mitscherlich completo.....	65
16	Representação das equações de regressão entre a quantidades de corante FDC-1 recuperadas em 3000, 6000 e 9000 Kg de matéria seca.ha ⁻¹ , e a chuva aplicada artificialmente. Equações de regressão obtidas para os resíduos culturais de azevém (7E), milheto (7F) e capim-braquiária (7G), utilizando-se o modelo de Mitscherlich completo.....	66
17	Representação das equações de regressão entre as quantidades de corante FDC-1 recuperadas em 3000 (8A), 6000 (8B) e 9000 (8C) Kg de matéria seca.ha ⁻¹ , e a chuva aplicada artificialmente. Equações de regressão obtidas para resíduos culturais, utilizando-se o modelo de Mitscherlich completo.....	67

1. RESUMO

O presente trabalho teve como objetivos a quantificação da produção de biomassa seca das principais palhadas utilizadas como cobertura morta em sistemas de plantio direto, nos Estados do Paraná e Mato Grosso do Sul, bem como, a avaliação das dinâmicas de molhamento e o comportamento de um traçante (simulando herbicidas), em diferentes coberturas mortas. No levantamento de biomassa foram amostrados os resíduos culturais de cevada (*Hordeum vulgare* L.), azevém (*Lolium multiflorum*), trigo (*Triticum aestivum*), aveias colhida e rolada (*A. strigosa* Schieb), milho (*Zea mays*), milheto (*Penisetum americanum*) e capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf). As frequências acumuladas dos dados originais foram adequadamente ajustados segundo modelo de Gompertz, apresentando elevada precisão ($R^2 > 0,9873$). Os restos culturais de milho e trigo apresentaram

Palavras-chave: palha, dinâmica de molhamento, traçante

a maior e menor uniformidades de distribuição do peso de matéria seca, respectivamente. Os estudos de dinâmica de molhamento e recuperação do corante FDC-1 foram desenvolvidos através de simulação de chuva artificial sobre 3000, 6000 e 9000 Kg de matéria seca ha⁻¹, utilizando-se sete tipos de palhas. Destacam-se, em ambos os casos, o ajuste adequado dos dados originais ao modelo de Mitscherlich ($R^2 > 0,9064$ e $> 0,9758$). Os resultados indicam uma tendência de uniformização na retenção da água das chuvas entre os diferentes tipos de palhadas, com o aumento da quantidade de cobertura utilizada. A formação de “pontos secos” associados a “canais preferenciais de escoamento”, induzem a menor capacidade de embebição e retenção da água das chuvas pelas palhadas. As quantidades totais do corante FDC-1 que atingiram o solo foram relativamente uniformes, após precipitações entre 10 e 20 mm, independente do tipo e quantidade de palha, indicando que ambas características pouco interferem na capacidade do traçante em transpor a cobertura morta.

2. SUMMARY

SIMULATION OF HERBICIDE MOVEMENT IN DIFFERENT TYPES AND AMOUNTS OF STRAWS USED IN NO-TILLAGE SYSTEM. Botucatu, 2001, 89p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Produção Vegetal) - Faculdade de Ciência Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: CLEBER DANIEL DE GOES MACIEL

Adviser: EDIVALDO DOMINGUES VELINI

The present work had as objectives to quantify the production of dry cultural residues of the main straws used as mulches in no-till systems, in the State of Paraná and Mato Grosso do Sul, as well as, to evaluate the wetting dynamic and the behavior of a dye

Keywords: Straw, wetting dynamic, dye

(simulating herbicides), in different cultural residues. In the biomass survey it were evaluated the cultural residues (Kg of dry matter. ha⁻¹) of barley (*Hordeum vulgare* L.), perennial ryegrass (*Lolium multiflorum*), wheat (*Triticum aestivum*), harvested oat (*Avena strigosa* Schieb), rolled oat (*A. strigosa* Schieb), corn (*Zea mays*), millet (*Penisetum americanum*) and braquiária grass (*Brachiaria decumbens* Stapf). The accumulated frequencies of the original data fitted well to the Gompertz model ($R^2 > 0,9873$). The most and least uniform distribution of the cultural residues in the field were observed for corn and wheat, respectively. The studies of the wetting dynamic and recovery of the dye FDC-1 were developed through simulation of artificial rain on 3000, 6000 and 9000 Kg of dry matter ha⁻¹ of seven types of straws. The data fitted well to the Mitscherlich model (R^2 were between 0,9064 and 0,9758). The results indicated an uniformity tendency in the retention of the rain water among the different types of straws, with the increase of the amount of mulch. The formation of “dry points” associated to “preferential channels of running off”, reduces the capacity of absorption and retention of the rain water by the straw. The total amounts of the dye FDC-1 that reached the soil were relatively uniform, after precipitations between 10 and 20 mm, independent of the type and amount of straw, indicating that both characteristics have minimum effects in the capacity of the dye in transposing the straw.

3. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos tem-se observado, no Brasil, uma rápida expansão de áreas com culturas implantadas sobre algum tipo de palhada utilizada como cobertura morta. Entre exemplos típicos, pode-se mencionar o cultivo mínimo em áreas de reflorestamento, com manutenção da serrapilheira sobre o solo, o sistema de produção de cana crua e, com maior adoção, o plantio direto de culturas anuais. Segundo Sade (2000), a expansão da área cultivada em plantio direto no Brasil foi da ordem de 1,00 milhão de hectares na safra de 90/91 para 13,37 milhões na safra de 98/99.

Vários trabalhos destacam a importância da manutenção das coberturas mortas sobre a superfície do solo, alguns considerando que as mesmas recuperam sua estrutura por aumentar o teor de matéria orgânica e, conseqüentemente, melhorar a sua atividade biológica, outros valorizam os benefícios da redução da erosão pluvial pela absorção do

impacto das gotas de chuva pela palhada, assim com, do prolongamento na armazenagem da água da chuva em seu perfil pela menor evaporação. Em contraste, quanto às plantas daninhas, poucos trabalhos têm sido desenvolvidos a nível de Brasil, procurando avaliar os efeitos das cobertura mortas sobre a sua ocorrência e/ou controle.

Os benefícios das coberturas em relação às alterações nas comunidades infestantes têm sido atribuídos aos compostos alelopáticos, ainda não isolados e identificados, e aos efeitos físicos, que não podem ser desconsiderados, uma vez que as espécies infestantes, em geral, apresentam dormência ou algum tipo de controle de germinação (Velini & Negrisoni, 2000). No entanto, nestes sistemas de produção, podem ocorrer grandes variações na quantidade e na composição da cobertura morta, que pode ou não suprimir a germinação da comunidade infestante, bem como, influenciar na dinâmica de herbicidas aplicados sobre a palhada, em ocasiões onde o controle faz-se necessário.

Neste sentido, a manutenção das coberturas mortas sobre a superfície do solo pode, simultaneamente, reduzir o potencial de infestação da comunidade infestante, como também dificultar a performance de herbicidas, uma vez que os principais componentes da dinâmica de herbicidas na palha são a transposição do produto através da mesma e a própria dinâmica de molhamento e lavagem da palha pela água das chuvas.

Quando se pretende ajustar a dinâmica da água e de possíveis herbicidas (ou traçantes) em palhadas, é importante trabalhar com tipos e quantidades de palhas que sejam representativas daquelas encontradas em áreas de produção comercial. A pequena quantidade de informações sobre este aspecto, no Brasil, obrigou a realização de um levantamento prévio, em campo, para referenciar os estudos em laboratório. Adicionalmente, o uso de um determinado produto comercial como traçante viabiliza conclusões de maior

precisão somente para o próprio produto, sendo tão representativo quanto o corante para todos os demais. Além disto, mesmo diferentes formulações de um mesmo composto podem apresentar dinâmicas na palha completamente distintas, fato este que tem sido observado em outros trabalhos.

O presente trabalho teve como objetivos quantificar a produção de biomassa seca das principais espécies vegetais utilizadas para a produção de cobertura morta no sistema de plantio direto, nos Estados do Paraná e Mato Grosso do Sul, bem como, através da simulação de chuvas, avaliar a dinâmica de molhamento e o caminhamento de um traçante (simulando herbicidas) em diferentes coberturas mortas. Procurou-se, também, estabelecer um modelo experimental e procedimentos para interpretação de resultados, que possam ser utilizados em novos estudos envolvendo a aplicação de herbicidas.

4. REVISÃO DE LITERATURA

A expressão *plantio direto* é adotada para definir a prática de semeadura ou de cultivo de plantas sem preparo físico do solo, baseando-se na manutenção da palhada da cultura anterior na superfície, a qual evita o impacto direto das gotas da chuva sobre o solo, permitindo uma melhor infiltração e armazenamento de água no perfil e, conseqüentemente, menor risco com erosões hídrica e eólica.

Ademais, vários estudos têm comprovado a eficácia da cobertura morta na redução da população de plantas daninhas (Philar, 1975; Lorenzi, 1984 e 1993; Crutfield, 1985; Almeida, 1988 e 1991; Pereira, 1990; Durigan & Almeida, 1993; Skora & Darolt, 1996; Marochi et al., 1995; Sá Pereira et al., 1995; Theisen et al., 1997, Fornarolli et al., 1998; Vidal et al., 1998; Martins, 1999).

No Brasil, o termo *plantio direto* foi consagrado em consequência da promoção comercial de herbicidas, com intensa atividade na difusão a partir de meados da década de 70 (Gassen & Gassen, 1996).

Lopes et al. (1987) concluíram que 3000 kg.ha⁻¹, em média, de resíduo cultural de soja, trigo ou milho são suficientes para cobrir até 50% da superfície do solo, sendo que a partir de 40% de cobertura, houve uma redução acentuada das perdas de solo por erosão. Da mesma forma, Lombardi Neto et al. (1988) constataram que 2000 kg.ha⁻¹ de resíduos culturais de milho reduziram em 40 e 50% as perdas de solo e água, respectivamente, em relação ao tratamento com solo descoberto. No entanto, quando manteve-se 8000 kg.ha⁻¹ de resíduos culturais sobre o solo houve controle de 90 e 80% das perdas de solo e água, respectivamente.

De acordo com Meyer et al. (1970) a cobertura morta diminui o volume e a velocidade da enxurrada devido ao menor selamento da superfície e à rugosidade do terreno, aumentando a infiltração e diminuindo as perdas de água. Neste sentido, a persistência dos resíduos culturais sobre o solo é de fundamental importância para a redução da erosão hídrica independentemente do tipo de cultura utilizada como cobertura (Alves et al., 1995).

Além da vantagem de conservação do solo, o sistema de semeadura direta possibilita o melhor manejo das plantas infestantes, devido ao fato do não revolvimento do solo inviabilizar grande parte das sementes destas plantas infestantes após alguns anos, reduzindo assim o banco de sementes no solo e, conseqüentemente, o potencial de infestação (Deuber, 1997).

Segundo Pitelli (1995), o efeito físico da cobertura morta também reduz as chances de sobrevivência das plântulas das plantas daninhas com pequena quantidade de reservas nos diásporos, sendo que muitas vezes estas reservas não são suficientes para garantir a sobrevivência da plântula no espaço percorrido dentro da cobertura morta até que tenha acesso a luz e inicie o processo fotossintético. Egley & Duke (1985) e Velini & Negrissoli (2000) mencionaram que a redução da amplitude térmica da superfície do solo pode interferir de modo decisivo na germinação de muitas espécies. A exigência de maior ou menor amplitude térmica do solo constitui-se no modo mais eficiente de controlar a profundidade de germinação do solo.

Durante o desenvolvimento da cultura da soja, Sidiras & Pavan (1986) observaram que as temperaturas do solo a 3 cm de profundidade, foram superiores no sistema de plantio convencional em relação ao sistema de plantio direto e cobertura permanente, sendo que estes sistemas proporcionaram menores variações horárias da temperatura do solo em relação ao plantio direto. Resultados semelhantes foram obtidos por Bortoluzzi & Eltz (2000) utilizando aproximadamente 4000 kg.ha⁻¹ de palhada de aveia preta, manejada em pé; roçada e rolada, constando retardamento da ocorrência da temperatura máxima do solo quando comparado com o cultivo convencional.

Outro fator de extrema relevância é o potencial alelopático das diferentes palhadas utilizadas no sistema de semeadura direta da cultura da soja nas diferentes regiões do Brasil. Almeida (1991) relata que a quantidade de palha que forma a cobertura morta é um dos fatores que afetam a intensidade do efeito alelopático. Quanto maior a quantidade de palhada, mais aleloquímicos contém, maior quantidade é lixiviada para o solo e maior a sua influência sobre as infestantes. A mesma conclusão foi obtida por Vidal (1987),

citado por Almeida (1991), estudando a influência da palhada (3, 6 e 9 t.ha⁻¹) de coberturas mortas na densidade de infestantes, verificou que em coberturas de azevém, trigo, aveia, ervilhaca e serradela a infestação decrescia com o aumento da quantidade de palha. Segundo o pesquisador, este comportamento não foi manifestado para as coberturas de tremoço, chícharo, nabo-forrageiro, grão-de-bico, ervilha, e linho, devido as mesmas serem constituídas, essencialmente, por palhas de tecidos moles, de rápida decomposição. As coberturas mortas de ervilhaca, serradela e, principalmente, as de trigo, centeio e aveia, formadas por alta porcentagem de caules, de relação C/N alta, apresentam decomposição mais lenta e liberação de aleloquímicos paulatina ao longo do tempo.

Worsham (1984), verificou que a semeadura direta da soja e girassol sobre palha de centeio, reduziu as infestações de *Chenopodium album*, *Amaranthus* spp e *Ambrosia artemisifolia* em 99, 96 e 92 %, respectivamente, em relação ao tratamento sem palha. Para a cultura do fumo a redução foi de 41, 51 e 73 % nas infestações de *Chenopodium album*, *Amaranthus* spp e *Ambrosia artemisifolia*, respectivamente. Tais resultados evidenciam que a infestação depende não somente do tipo de cobertura morta, como também da cultura plantada. Em contraste, Velini & Negrissole (2000) mencionam que, de forma geral, quando os efeitos alelopáticos são suficientemente potentes para que possam ter utilidade prática, controlando plantas daninhas, deixam de apresentar seletividade, ocorrendo com intensidade variável para várias espécies, inclusive para aquelas que o geram.

Almeida (1985), Calegari (1989) e Pereira (1990), os dois primeiros no Estado do Paraná e o terceiro no Mato Grosso do Sul, constataram diferentes níveis de infestação de plantas daninhas sobre diferentes tipos de cobertura morta, evidenciando a ocorrência de menor biomassa de infestantes em condições de maiores quantidades de

cobertura morta, principalmente para as coberturas constituídas por gramíneas. Velini & Martins (1998) e Martins et al. (1999) também relataram drásticas reduções de incidência de plantas daninhas, destacando-se as espécies gramíneas, em função da presença de cobertura morta por palha de cana-de-açúcar em sistema de cana-de-açúcar. Em contrapartida, altas infestações de *Euphorbia heterophylla* e *Ipomoea spp* têm sido verificadas nestas áreas (Velini & Negrisoni, 2000).

A redução do distúrbio do solo resultante da adoção do plantio direto, por si só, proporciona uma redução temporária das populações de plantas daninhas nos agroecossistemas, sendo que um dos fatores que contribuem para este comportamento é a maior concentração de diásporos na superfície do solo, a qual facilitaria as medidas de controle, especialmente a atividade de herbicidas aplicados (Pitelli, 1995).

Voll et al. (1980) relatam que os resíduos culturais e a vegetação dessecada, que permanecem sobre o solo, podem interceptar em grande parte os herbicidas residuais, reduzindo-lhes a eficiência. Desta forma, é importante conhecer a quantidade de cobertura morta presente no sistema de semeadura direta, relacionando-a com o potencial das infestantes existentes na área e com o momento da aplicação dos dessecantes. Estes cuidados ajudariam a avaliar antecipadamente o grau de sucesso no controle das invasoras, através da escolha mais adequada do modo de aplicação e dos respectivos herbicidas a utilizar.

Apesar do recente avanço na pesquisas dos sistemas de produção com manutenção dos resíduos culturais, há uma grande carência de informações, regionais e atualizadas, sobre o potencial de formação, monitoramento e distribuição das principais coberturas utilizadas pelos agricultores, assim como, do comportamento do seu molhamento pela água das chuvas. Tais informações são fundamentais para a compreensão da biologia das

principais espécies de plantas daninhas, e da dinâmica de herbicidas, principalmente os de pré-emergência com efeito residual, aplicados em sistemas de produção que utilizam palha de restos culturais como cobertura morta.

Almeida (1988) determinou a quantidade média de resíduos de algumas culturas de inverno na formação de cobertura morta, constatando que a aveia preta produz a maior quantidade de palha, cerca de 5000 a 6000 kg.ha⁻¹, seguida pelo centeio com 4500 Kg.ha⁻¹. Nabo forrageiro, azevém e tremoço contribuem com 3000 a 4000 Kg/ha e o trigo ervilhaca e serradela com 2000 e 2500 Kg.ha⁻¹. Esses números podem variar com as cultivares utilizadas e com as condições edafoclimáticas em que se desenvolvem. Pereira (1990) constatou produção de matéria seca na ordem de 11; 9,3; 9,2; 5,8; 4,0; 1,9 e 1,6 t.ha⁻¹ para o milho, sorgo, milheto africano, guandú anão, aveia preta, centeio e trigo, respectivamente, dez dias após o corte da cultura em região de cerrado. Diante deste fato sugeriu a cobertura de milheto como a melhor alternativa para a proteção do solo na entressafra de soja no ambiente de cerrado, considerando suas qualidades biométricas, morfológicas, efeito supressivo de plantas daninhas e a versatilidade desta espécie em termos de época de semeadura e cultivo.

Há uma certa controvérsia em relação à influência da cobertura morta na eficácia dos herbicidas aplicados em pré-emergência. Enquanto alguns defendem a hipótese de que em sistema de plantio direto pode-se reduzir ou até mesmo eliminar a aplicação de herbicida em pré-emergência pelo efeito físico e/ou alelopático das coberturas; outros defendem a necessidade do aumento da dose, pelo fato de que parte do produto ficaria retida na palha e não conseguiria atingir o solo. Os herbicidas residuais, para exercerem sua atividade sobre as infestantes, precisam ser introduzidos diretamente no solo, o que se dá

através da incorporação pela chuva, sendo dependente da solubilidade do produto. Se houver chuva logo após a pulverização, têm a mesma eficiência tanto no sistema direto como no convencional, se esta retarda, perdem-se por volatilização e/ou fotodecomposição (Almeida, 1991; Rodrigues, 1997).

Marin et al. (1978) relataram que a interação dos herbicidas aplicados em pré-emergência com os resíduos das culturas é importante na conservação das práticas de plantio direto, uma vez que 60% ou mais da superfície do solo pode estar coberta, proporcionando a interceptação da difusão de parte dos herbicidas aplicados. Neste sentido, vários estudos têm sido conduzidos sobre a interação entre herbicidas e coberturas mortas, na tentativa de compreender os processos de sorção-desorção, escoamento, volatilização e controle de plantas daninhas.

A capacidade de um herbicida residual em atingir o solo, no sistema de plantio direto, não depende apenas da solubilidade em água e da volatilidade do produto. Outros fatores também poderiam influenciar no comportamento desses herbicidas no solo, tais como quantidade e origem da cobertura morta, quantidade e época da primeira irrigação ocorrida após a aplicação do produto, assim como as irrigações subsequentes, condições climáticas prevaletentes durante e após aplicação, entre outros (Rodrigues, 1993).

Os resíduos culturais proporcionam a formação de uma camada densa que recobre grande parte da área superficial do solo e intercepta os herbicidas (Banks & Robinson, 1986; Baumam & Ross, 1983; Banks & Robinson, 1984; Ghadiri et al., 1984). Muitas vezes, estes resíduos apresentam maior capacidade de sorção que o solo, sendo que a afinidade de sorção do herbicida geralmente decresce para o material residual com o aumento da polaridade do herbicida (Dao, 1991; Reddy et al., 1995, Locke et al., 1994 citado por Locke

& Bryson, 1997). Assim, a condição da palhada em relação ao período de aplicação do herbicida pode, conseqüentemente, influenciar a retenção do produto. Tal fato foi observado em trabalhos com metribuzin e chlorimuron-ethyl, onde o aumento da sorção desses herbicidas foi medida em conseqüência da crescente decomposição da cobertura (Dao, 1991; Reddy et al., 1995).

Dao (1991), trabalhando com resíduos culturais de trigo em campo e laboratório, concluiu que a palhada exibe uma forte afinidade para o metribuzin e S-ethyl metribuzin, sendo que a capacidade diferencial de sorção do herbicida foi atribuída às mudanças da composição química da palhada, e ao seu envelhecimento. O aumento da sorção da palha ao se deteriorar, foi associado com o declínio da concentração de celulose ou, reciprocamente, com o enriquecimento da lignina da palhada. Em contraste, com vegetação recentemente adicionada, a lixiviação de atrazine foi reduzida em 39% quando comparado com resíduo envelhecidos de plantas submetidas a irrigação de 9 mm.h⁻¹. Apesar de desconhecido o mecanismo responsável pela redução da lixiviação do herbicida nos resíduos frescos, os pesquisadores sugerem a combinação da grande hidrofobicidade e elevada capacidade de adsorção dos resíduos frescos em relação a resíduos envelhecidos (Sigua et al., 1993).

O aumento da biomassa e da área de cobertura formada pelos resíduos das plantas, podem inibir a lixiviação pela interceptação e sorção dos herbicidas. Em condição de fraca afinidade dos herbicidas pela cobertura, estes podem ser lixiviados pelos macroporos, seguindo o fluxo da chuva (Banks & Robinson, 1982; Dao, 1995; Green et al., 1995; Sigua et al, 1993).

Dao (1995) observou aumento na retenção de metribuzin de duas a cinco vezes, através da adição de palha de trigo e elevação da concentração de material orgânico próximo a zona superficial de solos no sistema de plantio direto. Por esta razão, a localização geométrica dos resíduos da cultura e a capacidade de retenção na região próxima a superfície podem ser manejadas, para atenuar a mobilidade do metribuzin em campo, atingindo o ótimo de atuação e dissipação do herbicida.

Petersen et al. (1988) relataram que na primeira simulação de 10 mm de chuva os herbicidas metolachlor, acetochlor e alachlor, em formulação concentrado emulsionável (EC), foram removidos em maior quantidade da palhada de 6000 Kg.ha⁻¹ de trigo inicialmente seca do que na palhada inicialmente úmida, porém a quantidade de herbicida retida nas coberturas seca e molhada foram semelhantes após quatro irrigações. De modo geral, as formulações microencapsuladas (ME) de acetochlor e alachlor, não influenciaram na lavagem dos herbicidas.

Marin et al. (1978) em estudos de laboratório, relataram que os herbicidas propachlor, atrazine, alachlor e cyanazine, quando aplicados em palhadas de milho, não foram fortemente adsorvidos, sendo que metade ou mais da quantidade inicial aplicada foi lixiviada após irrigação de 20 mm de água. Baker et al. (1978), citado por Marin et al. (1978), em estudos de simulação de chuva, encontraram aumento nas concentrações dos herbicidas alachlor e cyanazine na água de escoamento de diferentes sistemas de cultivo, estando as perdas associadas com o aumento da quantidade de coberturas mortas presente na superfície do solo.

Lamoreaux et al. (1993), avaliando a eficácia dos herbicidas dimethenamid, metolachlor e alachlor, utilizando como cobertura os resíduos das culturas soja,

milho e aveia a níveis de 1,12 a 8,96 t.ha⁻¹, relataram que os mesmos foram lixiviados das coberturas após irrigação de 1,6 a 12,8 mm. O maior nível de controle das infestantes foi observado para o dimethenamid em elevadas quantidades de cobertura e em baixo nível de precipitação, quando comparado com os herbicidas metolachlor e alachlor. O tipo de cobertura presente na superfície do solo influenciou o controle das infestantes, uma vez que a eficácia dos herbicidas foi menos afetada na presença de resíduo de soja, enquanto que foi mais afetada com resíduo de aveia. Estas observações sugerem que as características morfológicas e capacidade de sorção da palhada podem afetar a retenção dos herbicidas.

Fornarolli et al. (1998) observaram que irrigação de 20 mm, feita por aspersão, 24 horas após a aplicação de atrazine, foi suficiente para promover a lixiviação do herbicida até a superfície do solo, não havendo diferença entre zero, 4,5 e 9,0 t.ha⁻¹ de aveia preta na forma de cobertura morta. Este dados foram condizentes aos encontrados por Weber (1979), Ghadiri et al. (1984) e Sigua et al. (1993), utilizando o próprio atrazine.

Erbach & Lovely (1975) em experimento de campo e casa de vegetação, relataram que resíduos da cultura do milho (2000 e 4000 Kg.ha⁻¹) não afetaram o controle de plantas daninhas quando os herbicidas alachlor e atrazine foram aplicados nas doses recomendadas. Resultados de casa de vegetação mostraram que os níveis de resíduos de plantas podem afetar a performance dos herbicidas quando estes forem aplicados em doses reduzidas ou quando as chuvas foram deficientes. Pastana (1972) observou retenção parcial do herbicida atrazine na cobertura de 2500 Kg. ha⁻¹ de resíduos culturais de milho, quando foi promovida lavagem insuficiente da palhada. Sigua et al. (1993) constataram que a cobertura do solo com resíduos da cultura do milho de 2000 e 8000 Kg.ha⁻¹ reduziram a lixiviação de atrazine de 12 % para 18 %, respectivamente, quando comparado aos depósitos em solo sem

cobertura. Resultados semelhantes foram relatados por Shipitalo et al. (1990) e Edwards et al. (1989), onde os pesquisadores constataram menor lixiviação de atrazine em solos cobertos com elevada quantidade de resíduos culturais.

Baker et al. (1982), estudando o mesmo tipo de cobertura nas quantidades de 0; 375, 750 e 1500 Kg.ha⁻¹, avaliaram o comportamento dos herbicidas propachlor, atrazine e alachlor após simulação de 127 mm de chuvas, constatando que suas perdas foram significativamente reduzidas devido os resíduos da palhada retardarem e reduzirem o escoamento superficial.

Afyuni et al. (1997) observaram que em média os herbicidas chlorimuron-ethyl e nicosulfuron perderam cerca de 1,2 e 2,2 % do total aplicado em sistema de plantio convencional e plantio direto, respectivamente, 24 horas após simulação de chuva considerada intensa (5,08 cm.h⁻¹). Entretanto, o sistema convencional de plantio resultou maior escoamento, porém apresentou menor perda de herbicida que o sistema de plantio direto.

Buzetti & Santos (1999) avaliando o comportamento dos herbicidas diclosulam (25, 35 e 45 g.ha⁻¹) e flumetsulam (120 g.ha⁻¹), quando aplicados em diferentes quantidades de palha de aveia preta (0, 3 e 6 t.ha⁻¹), observaram controle superior a 90 % para as espécies *Amaranthus sp*, *Sida sp* e *Bidens pilosa*, indiferente da presença ou não da palha na superfície do solo.

O tipo de cultivo pode influenciar a dissipação e distribuição de herbicida no solo, interferindo na disponibilidade do mesmo na cobertura, assim como, na solução do solo. Menor quantidade de metribuzin foi recuperado em solo amostrado abaixo de alto nível de cobertura morta de milho quando comparado com baixo nível (Koppatschek et

al., 1989). Mais de 40 % do herbicida clomazone aplicado sobre cobertura de trigo não atingiu a superfície do solo, sendo o restante do produto interceptado pela palhada e/ou volatilizada. Ademais, a dissipação de clomazone foi mais rápida em sistema de plantio direto do que em plantio convencional (Mills et al., 1989).

Curran et al. (1992) estudando os efeitos do cultivo e métodos de aplicação na persistência de clomazone, imazaquin e imazethapyr, relataram que esta pode variar para um mesmo tipo de solo, dependendo das condições climáticas. A fotodecomposição do imazaquin e imazethapyr, assim como a volatilização do clomazone podem ser responsável pelo aumento da dose de dissipação em aplicações superficiais em pré-emergência. No entanto, os mesmos pesquisadores relataram que os resíduos de plantas em sistema de cultivo reduzido, independente do horário de aplicação, não interferem no fato dos herbicidas atingirem o solo ou na persistência dos mesmos. O método de aplicação pode influenciar fortemente a persistência do herbicida, mas as condições climáticas regulam sua importância.

Rodrigues & Fornaroli (1997), utilizando 0; 6,0 e 12,0 t.ha⁻¹ de palha de aveia preta como cobertura morta, observaram que o herbicida trifluralin não atingiu o solo através de lixiviação, mesmo quando submetido a uma irrigação de 20 mm, simulada 24 horas após aplicação. Da mesma forma, Banks & Robinson (1982), relataram que o aumento dos resíduos culturais de trigo na superfície do solo proporcionou grande redução da deposição no solo em aplicação de metribuzin, assim como de sua lixiviação da palhada quando submetido à água de irrigação. Menos de 45 % do metribuzin aplicado atingiu o solo, quando coberto com 2250 Kg.ha⁻¹ de palha de trigo e submetido à lâmina de 3 mm de irrigação.

Sorenson et al. (1991) estudaram a dissipação da mistura metolachlor + metribuzin aplicada sobre palhada de milho (8300 Kg.ha^{-1}) e trigo (8800 Kg.ha^{-1}), as quais cobriam em 55 e 95 % a superfície do solo, respectivamente, em sistema de semeadura direta. Os pesquisadores observaram que os resíduos culturais de milho e trigo reduziram a quantidade de metribuzin que atingiu o solo em aproximadamente 54 e 89 %, respectivamente. Em contraste, Almeida (1992) constatou que a eficácia das misturas de oryzalin + metribuzin e cyanazine + metolachlor aplicadas em pré-emergência, no sistema de plantio direto, não foi prejudicada pela presença da cobertura morta de trigo ($2700 \text{ a } 3200 \text{ Kg.ha}^{-1}$), sendo os resultados semelhantes aos obtido no sistema de plantio convencional.

Rodrigues et al. (2000) avaliaram o comportamento das misturas dos herbicidas imazaquin + pendimethalin e sulfentrazone + metribuzin submetidas à simulação de uma lâmina de irrigação de 48,3 mm, 24 horas após aplicação. Os resultados obtidos resultaram na lixiviação de praticamente todo o imazaquin e sulfentrazone da palhada para o solo. De modo contrário, o pendimethalin ficou praticamente todo retido na palhada, e parte do total de metribuzin aplicado foi detectada na camada de 0 a 10 cm do solo.

Banks & Robinson (1986) avaliando a atividade e recepção dos herbicidas acetochlor, alachlor e metribuzin no solo, observaram que coberturas maiores que 1220 Kg.ha^{-1} de resíduos culturais de trigo, quantidade igual ou inferior a 50 % dos herbicidas aplicados atingiram a superfície do solo antes de irrigação. Irrigação de 13 mm lavou de 15 a 20 % da aplicação inicial para o solo, independente do nível de cobertura. Além disso, constataram que o metolachlor ficou mais retido na palhada de trigo do que acetochlor e alachlor. Crutchfield et al. (1985) também relataram redução da quantidade de metolachlor que atingiu a superfície do solo após aplicação com o aumento da cobertura morta de palhada

de trigo. Entretanto, o controle das plantas daninhas não foi reduzido, sendo este favorecido com o aumento do nível de cobertura.

Anderson (1988) relata que a interceptação e retenção do diclofop pela palha de trigo não afetou adversamente sua bioatividade em sistema de plantio direto. No entanto, o movimento do diclofop pode ser reduzido caso a precipitação ocorra 4 dias após aplicação, indicando a necessidade de chuva poucos dias após aplicação. A interceptação e retenção da palha na superfície do solo reduziu a atividade do diclofop de 20 a 30 %, porém irrigações simulando chuva reduziram esta retenção.

Streck & Weber (1981) relataram melhor controle de gramíneas com metolachlor quando comparado com alachlor em sistema de cultivo reduzido, onde as diferenças foram atribuídas a maior solubilidade do metolachlor em água. Lowder & Weber (1979) citam que a quantidade de água requerida para remover o atrazine da cobertura morta foi primeiramente atribuída à dependência da quantia total de chuva recebida e secundariamente do tipo de cobertura utilizada e do padrão de chuva.

Uma análise da literatura disponível indica uma pequena quantidade de informações sobre a dinâmica de herbicidas e da água em coberturas mortas. Esta limitação é particularmente importante em condições de Brasil, considerando a rápida expansão das áreas de plantio direto nos últimos anos. Desse modo, justifica-se a realização deste trabalho que teve por objetivo avaliar a produção de biomassa e dinâmica de molhamento de diferentes tipos de palhadas utilizadas no sistema de semeadura direta.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Avaliação da produção de biomassa seca vegetal dos resíduos culturais utilizados como cobertura morta

Nesta etapa do trabalho, quantificou-se a biomassa seca das principais coberturas mortas utilizadas em plantio direto de soja e milho nos Estados do Paraná e Mato Grosso do Sul.

5.1.1. Equipamentos e materiais utilizados no experimento

- Quadro amostrador de cobertura, com dimensões de 0,25 m²;
- GPS de 12 canais modelo Garmin™;
- Facas e tesouras;
- Sacos de papel;
- Balança de precisão com duas casas decimais, em gramas;
- Estufa de secagem com circulação de ar forçada.

Além de permitir a avaliação dos acúmulos de biomassa, os materiais coletados foram utilizados nas demais etapas do trabalho.

5.1.2. Condução do experimento

A quantificação da biomassa e porcentagem de cobertura da superfície do solo foram realizadas nos Estados do Paraná e Mato Grosso do Sul, nos períodos de 12 a 18 de novembro e 13 a 19 de dezembro de 1999, respectivamente.

No Estado do Paraná, a região escolhida corresponde ao Município de Ponta Grossa, onde foram quantificadas as coberturas mortas formadas pelos resíduos culturais de cevada (*Hordeum vulgare* L.), azevém (*Lolium multiflorum*), trigo (*Triticum aestivum*), aveia colhida e rolada (*Avena strigosa* Schieb), remanescentes na superfície do solo no período a semeadura da soja ou milho. No Estado do Mato Grosso do Sul foram avaliadas as coberturas de milho (*Zea mays*), milheto (*Penisetum americanum*) e capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf) nas regiões adjacentes aos Municípios de Dourados e Maracajú. Em ambas as regiões foram analisadas quinze diferentes áreas produtoras para cada tipo de cobertura, com exceção para a cultura do milheto, onde foram consideradas apenas dez localidades, devido a escassez de áreas representativas no referido ano agrícola.

Determinaram-se as coordenadas geográficas de todas as áreas de coleta. Para isso, utilizou-se um GPS com erro médio de 30 m. Tais informações encontram-se nos Quadros 17 e 18 em anexo no Apêndice. Posterior à identificação da área foram efetuadas a coleta e a avaliação da porcentagem de cobertura do solo pela palhada com o auxílio de um quadro de amostragem de 0,25 m² (Figura 1). Todo o material coletado e devidamente identificado foi acondicionado em estufa de secagem com circulação de ar, mantida a 60°C,

durante um período de 3 dias. Após secagem, determinou-se o peso das amostras, sendo os valores extrapolados para $\text{kg de matéria seca.ha}^{-1}$ e porcentagem de matéria seca em relação à média de cada local de coleta.

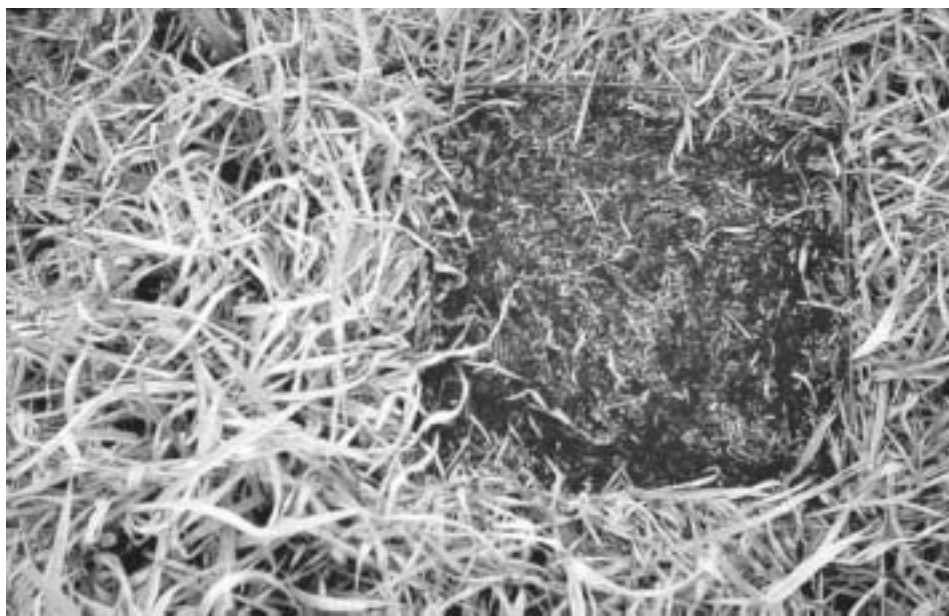


Figura 1. Quadro de $0,25 \text{ m}^2$ utilizado para amostragem a campo das coberturas

No Estado do Paraná foram utilizadas seis repetições para cada área amostrada, resultando em um total de 90 repetições para cada cultura estudada. No entanto, para o Estado do Mato Grosso do Sul optou-se por aumentar para dez o número de repetições, com o objetivo de melhorar a precisão experimental, principalmente para as coberturas de milho e milheto, as quais apresentaram maior irregularidade na região por ocasião da avaliação. Os números totais de repetições para as culturas de milho, milheto e capim-braquiária foram de 146, 80 e 120, respectivamente.

Os dados obtidos foram ajustados ao modelo de Gompertz para representar a frequência acumulada (F), em porcentagem, com o auxílio do programa estatístico SAS. O modelo foi simplificado segundo procedimento descrito por Velini (1995). Adotou-se o valor 4,60517 para o parâmetro “a”, de modo que “ e^a ” = 100”. Para melhor

visualização dos resultados, optou-se por apresentar, também, as curvas de frequências não acumuladas (F'), que correspondem à primeira derivada do referido modelo.

Modelo de Gompertz

$$F = e^{(a - e^{(-b - c * X)})} \quad \text{Frequência acumulada (\%)}$$

$$F' = c * e^{(a - b - c * X - e^{(-b - c * X)})} \quad \text{Frequência não acumulada (\%)}$$

Onde:

a, b e c = parâmetros da equação;

$e^a = 100$, sendo “ a ” o valor máximo da assintota da curva;

$|b|$ = deslocamento da curva ao longo do eixo X ;

c = inclinação ou concavidade da curva em relação as respectivas frequências F e F' ;

Y = Kg de matéria seca.ha⁻¹;

Y = % de matéria seca em relação a média de cada local de coleta;

Segundo Velini (1995), os parâmetros do modelo de Gompertz são provenientes de um modelo exponencial assintótico, onde a estimativa da frequências acumulada e não acumulada possibilita o ajuste da interpretação biológica dos resultados trabalhando-se com dados originais. A primeira derivada corresponde à curva de distribuição de frequências não acumuladas, ou ao incremento que se obtém nas frequências acumuladas, quando se aumenta em uma unidade o valor referente, por exemplo, a quantidade de resíduos culturais. O ponto máximo da primeira derivada corresponde à moda da quantidade de resíduos culturais. A mediana pode ser calculada igualando-se a própria expressão que representa as frequências acumuladas a 50 %. As modas e medianas podem ser calculadas pelas seguintes expressões:

$$\text{MODA} = -b/c$$

$$\text{MEDIANA} = (\ln(a - \ln 50) + b)/c = (\ln(a - 3,912) + b)/c$$

Onde a, b e c são parâmetros do modelo de Gompertz.

Apesar de não terem sido calculados os coeficientes de assimetria e curtose das diferentes distribuições de probabilidade, foi necessária a utilização dos termos assimetria e curtose para explicar o comportamento dos eventos biológicos estudados no trabalho. Segundo De La Loma (1966), Spiegel (1977) e Berquó et al. (1981), citados por Velini (1995), a curtose da curva indica a concavidade de distribuição de frequências não acumuladas. Quanto maior a curtose, mais plana é a curva, portanto maior será a frequência de valores extremos e, neste caso, maiores serão as desuniformidades da quantidade de matéria seca, porcentagem de matéria seca em relação à média de cada local de coleta e porcentagem da superfície coberta por resíduos culturais encontradas no levantamento a campo. O coeficiente de assimetria indica, como se refere o nome, a assimetria da curva. Quando uma distribuição é normal, os valores da média, moda e mediana coincidem e o coeficiente de assimetria é nulo. Este coeficiente pode assumir valores negativos ou positivos, quando a moda, mediana e média alinham-se de forma crescente ou decrescente, respectivamente.

O nível de precisão do modelo de Gompertz foi avaliado através dos coeficientes de determinação e pelas somas dos quadrados de resíduos das equações.

5.2. Dinâmica de molhamento e caminhamento do corante palhadas FDC-1 nas diferentes

Esta etapa do experimento foi conduzida nas dependências do NuPAM (Núcleo de Pesquisas Avançadas em Matologia), pertencente ao Departamento de Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Câmpus de Botucatu (SP), onde avaliou-se:

a.) a dinâmica de molhamento dos resíduos culturais mencionados no estudo anterior, com exceção da palhada de milho, através de simulação de chuva artificial em condições de laboratório;

b.) o monitoramento do comportamento do corante FDC-1 pulverizado sobre as coberturas, antes e após as mesmas serem submetidas às lâminas de chuva, simulando um herbicida aplicado em pré-emergência;

Desta forma, nesta etapa foram analisados os processos de retenção e lixiviação da água de chuva artificial, assim como, a dinâmica de saída do corante FDC-1 em diferentes tipos e quantidades de palhadas, simulando o comportamento de um herbicida.

5.2.1. Equipamentos e materiais utilizados no experimento

- Equipamento de pulverização também utilizado como simulador chuva;
- Balanças de precisão, com duas e quatro casas decimais, em gramas;
- Espectrofotômetro de UV visível: GBC, modelo Cintra 20;
- Funil plástico com 24 cm de diâmetro no bocal de coleta;
- Anteparo da quantidade de palhada, confeccionado com PVC de 24 cm de diâmetro;
- Suporte móvel de PVC, na forma de tela, com linha de nylon de 0,2 mm;
- Cinta de papel cartoline para proteção do anteparo de palhada;
- Beckers e provetas de 250 e 500 mL;
- Suporte de madeira para 4 funis em linha;
- Corante azul brilhante (FDC-1);
- Palhada de sete tipos de coberturas mortas.

5.2.2. Pulverização e Simulação de chuva

O equipamento de pulverização e simulação de chuva encontra-se instalado em uma sala fechada do NuPAM/ UNESP - FCA - Câmpus de Botucatu-SP, e constitui-se de uma estrutura metálica, com 3 m de altura por 2 m de largura, que permite o acoplamento de um carrinho suspenso a 2,5 m de altura. A esse carrinho encontram-se acopladas duas barras de pulverização, uma responsável pelo sistema de simulação de chuva e a outra pelo sistema de pulverização de defensivos agrícolas, as quais deslocam-se por uma área útil de 6 m² no sentido do comprimento do equipamento (Figura 2).



Figura 2. Equipamentos utilizados para pulverização do corante e simulação de chuva (NuPAM/UNESP-FCA)

A barra para simulação de chuva encontra-se fixada a 1,75 m da superfície do solo, constituída por três bicos de alta vazão, modelo TK-SS-20, espaçados de 0,50 m um dos outros. O tracionamento de ambos os sistemas é feito com o auxílio de um motor elétrico, através de correntes e engrenagens, proporcionando controle de velocidades constantes e previamente determinadas, conforme ajuste de um modulador de frequência. O sistema de pulverização tem funcionamento independente do sistema de simulação de chuva, apesar de ambos compartilharem o mesmo equipamento e funções de controle.

A simulação da chuva foi desenvolvida utilizando-se uma bomba hidráulica de pressão constante e acionamento automático, a qual bombeia água armazenada de um reservatório, com capacidade para 1000 litros, até a barra e bicos responsáveis pela formação das gotas de chuva. Ao contrário deste, o sistema de pulverização de defensivos trabalha aplicando soluções propelidas com ar comprimido. Portanto, as gotas de chuva artificial desenvolvidas no experimento foram geradas utilizando-se pressão de trabalho de $0,81 \text{ Kgf.cm}^{-2}$, altura da barra de 1,45 m em relação a superfície das unidades experimentais e velocidade de deslocamento de $0,0526 \text{ m.s}^{-1}$ (2,5 Hertz no modulador de frequência). Estas especificações proporcionaram a produção de gotas artificiais de chuva com diâmetro mediano volumétrico (DMV) de aproximadamente 1140 micras, conforme informações do fabricante da ponta de pulverização (*Spraying Systems Co.*). Para as pulverização do corante FDC-1, foram utilizados bicos XR Teejet 110.02 VS, espaçados de 0,5 m, altura de 50 cm em relação à superfície das unidades experimentais, pressão constante de $2,15 \text{ Kgf.cm}^{-2}$ e velocidade de 1 m.s^{-1} (45 Hertz), proporcionando um consumo equivalente a 200 L.ha^{-1} de calda.

5.2.3. Representação das unidades experimentais

As unidades experimentais foram constituídas por um conjunto de funil + suporte móvel de PVC + becker, e encontram-se representadas na Figura 3. Este conjunto foi nomeado de sistema de lavagem da palha. A organização das unidades experimentais, ao longo do percurso das barras do simulador, foi previamente estudada com o objetivo de padronizar a metodologia e minimizar o erro de distribuição das lâminas de chuva, em todas as condições estudadas.

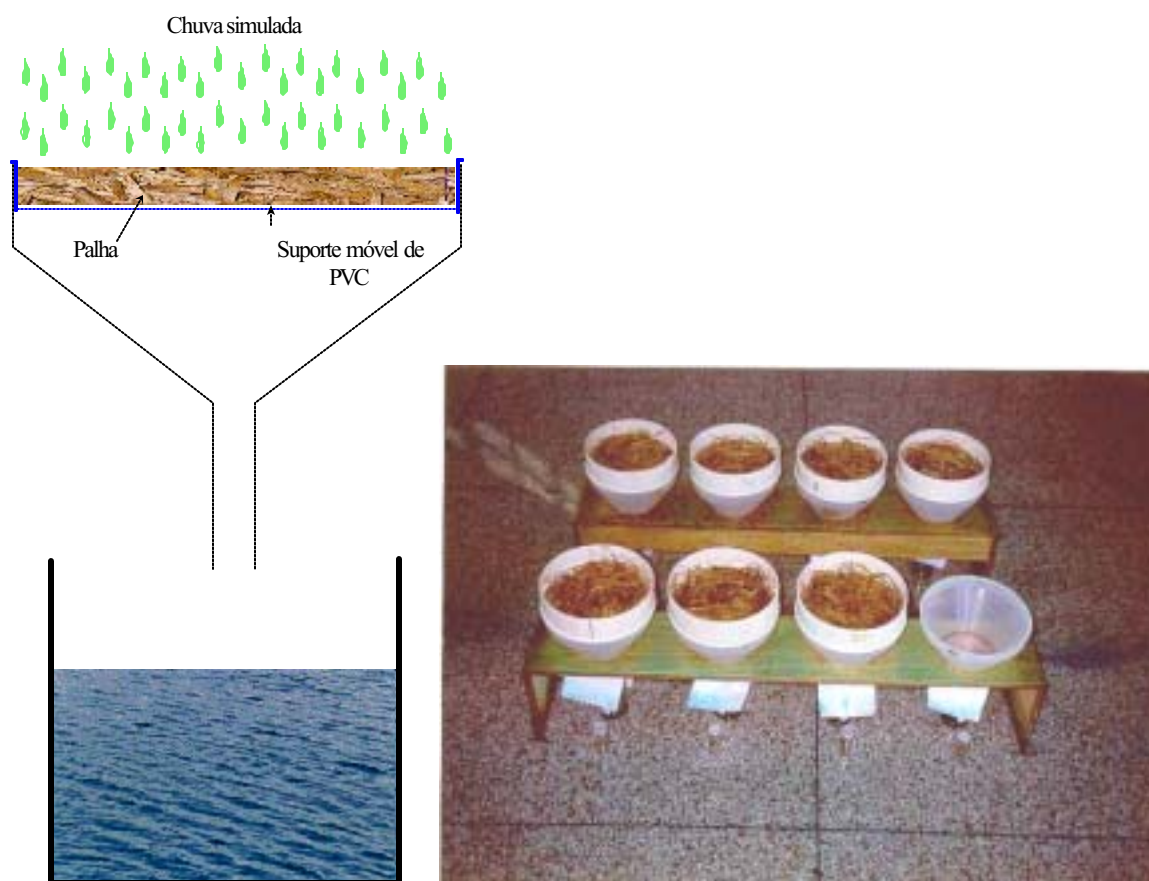


Figura 3. Procedimento de lavagem das palhadas, demonstração das unidades experimentais.

5.2.4. Condução do experimento

Através dos resultados obtidos no experimento a campo, optou-se em estudar a dinâmica de molhamento e o caminhamento do corante FDC-1, utilizando-se valores pré-fixados de 3000; 6000 e 9000 kg.ha⁻¹ de palha, para cada um dos tipos de resíduos culturais, simplificando a comparação e visualização dos resultados.

5.2.4.a Avaliação da dinâmica de molhamento das diferentes palhadas

O procedimento de rotina de simulação de chuva do experimento foi inicialmente constituído pela organização, identificação e pesagem da palhada a ser colocada nos suportes móveis de PVC do sistema de lavagem, estabelecendo assim, oito repetições para cada quantidade de cobertura previamente definida.

Após o término da organização das palhadas, foram atribuídas notas para a porcentagem de cobertura nas superfícies dos suportes. Aferiu-se a uniformidade de distribuição da chuva simulada produzida pelo equipamento. Este procedimento de aferição (branco) constituiu-se da simulação de uma lâmina de água sobre os funis sem os suporte móveis com palha, sendo avaliado o volume de água coletado e convertido em milímetro de chuva, nas suas respectivas áreas.

Dez lâminas de água foram simuladas para cada quantidade e tipo de palha estudada, sendo seus valores considerados de forma acumulada. Para as cinco primeiras simulações, cada lâmina efetiva foi constituída pelo deslocamento completo da barra de aplicação sobre todas as unidades experimentais. A partir da sexta lâmina simulada, as lâminas efetivas passaram a serem constituídas por cinco consecutivos deslocamentos da barra. No Quadro 1 encontra-se um esquema didático, caracterizando os valores das precipitações

acumuladas, referente à todas as lâminas efetivas de chuvas simuladas durante a condução do experimento.

No intervalo das simulações de cada lâmina efetiva padronizou-se um tempo de espera de cinco minutos, antes do início da amostragem do volume de chuva lixiviada através da palhada e da pesagem do conjunto (suporte móvel + palha). Este procedimento teve como objetivo padronizar a possibilidade de ocorrência de erro, evitando-se o excesso de escoamento da água da chuva não embebida pela palhada.

Durante o desenvolvimento das simulações de chuva foram monitoradas as condições de umidade relativa do ar e temperatura da sala onde encontrava-se o equipamento, sendo a média de seus valores apresentadas no Quadro 19 em anexo no Apêndice.

Quadro 1. Procedimentos de interpretação da disposição das lâminas efetivamente simuladas no experimento. UNESP-FCA, Botucatu-SP, 2000.

Lâmina Efetiva	Nº deslocamentos Da Barra	Valores referentes às lâminas acumuladas $Lâmina\ efetiva_i = (PU_i - PS) + (\sum_{i=1}^{10} VA)$
BRANCO ¹	1 x	-----
1ª Lâmina	1 x	$Lâmina\ efetiva_1 = (PU_1 - PS) + VA_1$
2ª Lâmina	1 x	$Lâmina\ efetiva_2 = (PU_2 - PS) + VA_1 + VA_2$
3ª Lâmina	1 x	$Lâmina\ efetiva_3 = (PU_3 - PS) + VA_1 + VA_2 + VA_3$
BRANCO	1 x	-----
4ª Lâmina	1 x	$Lâmina\ efetiva_4 = (PU_4 - PS) + VA_1 + VA_2 + VA_3 + VA_4$
5ª Lâmina	1 x	$Lâmina\ efetiva_5 = (PU_5 - PS) + VA_1 + ... + VA_5$
6ª Lâmina	5 x	$Lâmina\ efetiva_6 = (PU_6 - PS) + PA_1 + ... + PA_6$
BRANCO	1 x	-----
7ª Lâmina	5 x	$Lâmina\ efetiva_7 = (PU_7 - PS) + VA_1 + ... + VA_7$
8ª Lâmina	5 x	$Lâmina\ efetiva_8 = (PU_8 - PS) + VA_1 + ... + VA_8$
9ª Lâmina	5 x	$Lâmina\ efetiva_9 = (PU_9 - PS) + VA_1 + ... + VA_9$
BRANCO	1 x	-----
10ª Lâmina	5 x	$Lâmina\ efetiva_{10} = (PU_{10} - PS) + VA_1 + ... + VA_{10}$

Obs. - Branco = Procedimento de aferição do equipamento;

- PU_i = Peso da água da lâmina de chuva que ficou retida na camada de palha;

- PS = Peso da palha seca antes da simulação das lâminas de chuva;

- VA = Volume ou massa da água que transpôs a palha e foi coletada pelo funil no amostrador;

5.2.4.b Avaliação do caminhamento do corante FDC-1 nas diferentes palhadas

A pulverização do corante FDC-1 na palhada foi feita aproximadamente doze horas antes do início das simulações das chuvas, utilizando-se uma solução com concentração de 3000 ppm aplicada sobre a palha, conforme descrito no item 5.2.3. A possibilidade do estudo conjunto da dinâmica de molhamento e do caminhamento do traçante nas diferentes palhadas, foi proveniente de informações preliminares que garantem a não de alteração das características físico-químicas da água da chuva simulada pela presença do corante, destacando-se a tensão superficial.

A quantidade de corante FDC-1 que conseguiu atingir a superfície do funil, atravessando as diferentes camadas de palha apenas com o advento da pulverização, foi estimada através da lavagem do funil com volume de 80 mL de água, e posterior leitura da solução recuperada. Para tanto, utilizou-se um espectrofotômetro de feixe duplo, modelo Cintra 20, operando com 10 mm de caminho ótico. De forma similar, paralelamente ao estudo da dinâmica de molhamento, desenvolveu-se o estudo da lavagem do corante FDC-1 retido na palha, após as simulações das chuvas. Para isso, primeiramente foram quantificados os volumes de água lixiviada pela palha após a simulação de cada lâmina efetiva de chuva e coletada amostras das soluções formadas, as quais foram posteriormente determinadas suas concentrações.

Uma observação importante refere-se à seleção do traçante utilizado. Este corante tem alta solubilidade em água, não é volátil, não altera a tensão superficial e apresenta características aniônicas de modo similar a vários herbicidas de ação pré-emergente em uso no Brasil (Exemplo: sulfentrazone, imazaquin, imazethapyr, imazamox e chlorimuron-ethyl). O uso do corante permitiu substituir os complexos e onerosos procedimentos

cromatográficos envolvidos na detecção e quantificação dos herbicidas, por procedimentos espectrofotométricos bastante simples e de baixo custo. Neste trabalho foram desenvolvidas mais de 2000 quantificações do corante; a utilização de procedimentos cromatográficos para um único herbicida demandaria recursos na ordem de R\$ 400.000,00.

o uso de um determinado produto comercial como traçante viabilizaria conclusões de maior precisão somente para o próprio produto, sendo tão representativo quanto o corante para todos os demais. Mesmo diferentes formulações de um mesmo composto podem apresentar dinâmicas na palha completamente distintas, o que tem sido observado em outros trabalhos em condução no NuPAM. Adicionalmente, deve-se lembrar que o principal objetivo do trabalho não foi estudar a dinâmica de cada herbicida em palhadas, mas estabelecer um modelo experimental e procedimentos para interpretação de resultados, incluindo a seleção de modelos de regressão, que pudessem ser utilizados em novos estudos envolvendo aplicação de herbicidas.

5.2.5. Procedimento de análise dos dados

Os dados referentes às lâminas de água retidas na palha e a concentração do traçante na água das chuvas foram convertidos para milímetro (mm) de chuva e microgramas (μg) de corante FDC-1, respectivamente, sendo posteriormente ajustados segundo o modelo de Mitscherlich.

Os dados de lixiviação ou retenção da água da chuva nas palhadas estudadas foram convertidos para porcentagem (%), sendo ajustado o modelo de Mitscherlich para porcentagem da chuva lixiviada, ou seja, a chuva que transpôs a palha e foi coletada pelo

funil do sistema de lavagem, e o modelo de Mitscherlich simplificado para a porcentagem de chuva retida ou embebida pela palha.

Modelo de Mitscherlich Completo - utilizado para estimar a quantidade de chuva retida (mm), lixiviada pela palha (%), e recuperada de corante FDC-1 na água de chuva (μg).

$$Y = a*(1-10^{-c*(b+x)}) \quad \text{Onde:}$$

a, b e c = parâmetros da equação;

a = corresponde a assíntota máxima da curva.

Para dados expressos em porcentagem estabelece-se que 100 %;

b = deslocamento lateral da curva;

c = parâmetro indicativo da velocidade de retenção da água da chuva pela palha;

parâmetro indicativo da velocidade de saída do corante FDC-1 da palha;

x = Lâmina de chuva aplicada na simulação da precipitação (mm);

Y = Lâmina de chuva retida pela palha (mm);

Y = Lâmina de chuva lixiviada através da palha (%);

Y = Quantidade de corante FDC-1 recuperado na água de chuva (μg);

Modelo de Mitscherlich Simplificado - utilizado para representar a quantidade de chuva retida ou embebida pela palhada em porcentagem.

$$Y = 10^{(2 - (c * x))} \quad \text{Ou} \quad \text{Log } Y = 2 - c * x \quad \text{Onde:}$$

c = parâmetro indicativo da velocidade de retenção da água da chuva pela palha

x = Lâmina de chuva aplicada na simulação da precipitação (mm);

Y = Lâmina de chuva retida ou embebida pela palhada (%);

Estabeleceu-se “100” e “0” como sendo os valores de “a” e “b”, respectivamente.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. Avaliação da produção de biomassa seca vegetal dos resíduos culturais utilizados como cobertura morta

Nas Figuras 4 e 5 são apresentadas as informações referentes às frequências acumuladas em função do peso de biomassa seca da coberturas mortas estudadas. São apresentados os dados originais e ajustados segundo modelo de Gompertz. Nas Figuras 6 e 7 são representados os mesmos resultados, mas neste caso os pesos de matéria seca foram convertidos em porcentagem da média para cada local de coleta; tal procedimento foi adotado para permitir uma melhor visualização da uniformidade ou desuniformidade das coberturas. Através destas figuras pode-se constatar que o grande número de repetições permitiu ajuste satisfatório do modelo Gompertz para todos resíduos culturais estudados.

Nas Figuras 8 e 9 são apresentadas as curvas de frequências acumulada e não acumulada referentes a todos os resíduos culturais em relação a quantidade (Kg matéria

seca.ha⁻¹) e porcentagem de matéria seca, respectivamente. Como as curvas de frequência não acumulada correspondem a primeira derivada das equações obtidas pelo modelo de Gompertz, pode-se observar a assimetria positiva das distribuições, indicando que o ajuste à curva normal requer a transformação dos dados.

A análise dos Quadros 2 e 3 permite observar os resultados das análises estatísticas, incluindo as estimativas dos parâmetros do modelo de Gompertz, a média, a moda e a mediana para os diferentes tipos de resíduos culturais estudados, sendo complementar às discussões das Figuras 4, 5, 6, 7, 8 e 9. Todos os coeficientes de determinação (R^2) foram superiores a 0,9873, e consequentemente, apresentaram baixos valores de soma de quadrados do resíduo (desvios da regressão), indicando elevada precisão dos ajustes efetuados com o uso deste modelo.

Quanto à dispersão dos dados, a análise da Figura 9 e do Quadro 3 indica que as palhadas de milho e de trigo foram as que apresentaram maior e menor uniformidade para os pesos da matéria seca, respectivamente. Maiores desuniformidades estão associadas a curvas de frequência não acumulada mais planas (maior curtose) e menores valores para o parâmetro “C” do modelo de Gompertz. As culturas podem ser dispostas na seguinte sequência crescente, em termos de variabilidade dos pesos de matéria seca nas unidades de amostragem: milho < azevém < aveia rolada < cevada < capim-braquiária < aveia colhida < milheto < trigo.

As culturas do azevém e do milho apresentaram os menores e maiores valores de média, moda e mediana para a quantidade de resíduos culturais avaliados (Quadro 2), sendo que em média foram de 4697 e 10613 Kg de matéria seca.ha⁻¹, respectivamente.

Uma discussão importante refere-se à utilidade das diferentes medidas de posição para análise e comparação de coberturas mortas. Quando um produtor é informado que uma determinada cultura utilizada para a produção de cobertura morta gera acúmulos médios de matéria seca de, por exemplo, 7.000 Kg.ha^{-1} , o mesmo tem a expectativa de que todos os pontos de sua área terão este nível de cobertura. A análise das informações do Quadro 2 indica que o valor modal, aquele que ocorre com maior frequência na área, pode ser 11,57 % inferior ao valor da média (cobertura de trigo). Possivelmente, a moda de acúmulos de matéria seca seja mais adequada a comparação entre coberturas mortas do que a própria média.

No Quadro 4 são apresentadas as informações referentes aos valores médios de peso de biomassa seca, porcentagem média de cobertura, coeficientes de correlação e coeficientes de determinação de equações lineares entre estas duas características, além dos números de repetições utilizadas para cada cobertura. Os coeficientes de correlação e determinação apresentaram-se bastante baixos, indicando o elevado nível de independência entre as características e a pequena utilidade da porcentagem de cobertura como indicadora de peso de matéria seca de coberturas mortas.

É importante, novamente, ressaltar que o principal objetivo de quantificar a produção de biomassa das palhadas de diferentes tipos de resíduos culturais foi a obtenção de parâmetros coerentes com a realidade dos sistemas de produção. Este levantamento justificou a continuidade do trabalho fixando os valores de 3000, 6000 e 9000 $\text{Kg de matéria seca.ha}^{-1}$, para todas as coberturas. De modo geral, a seleção das três diferentes quantidades permitiu comparar as diferentes palhadas em situações coerentes com a realidade das culturas.

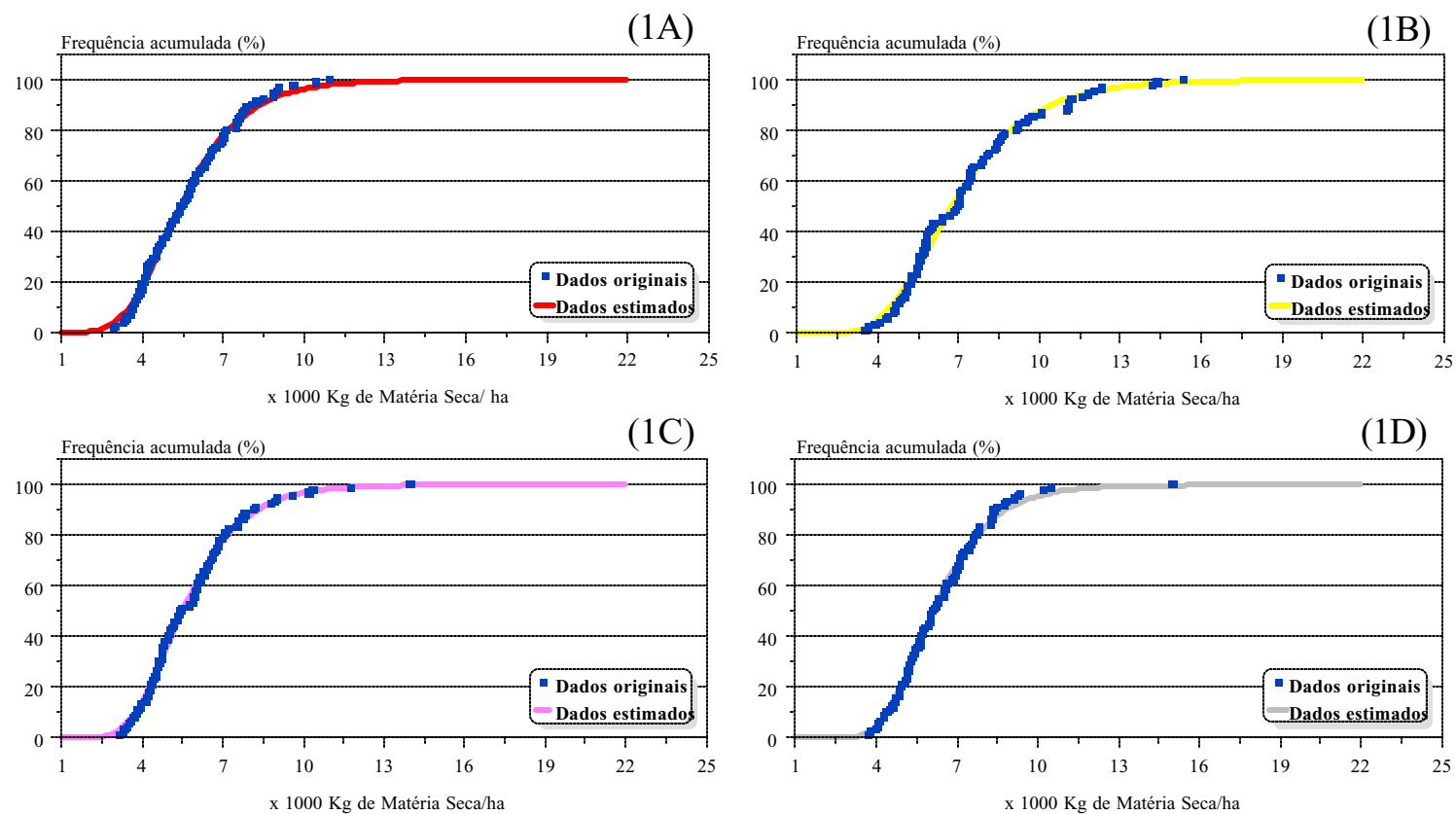


Figura 4. Representação das equações de regressão entre as frequências acumuladas, expressas em porcentagem, e a quantidade de matéria seca dos resíduos culturais encontrada na superfície do solo. Equações de regressão obtidas para as coberturas de cevada (1A), trigo (1B), aveia colhida (1C) e aveia rolada (1D), utilizando-se o modelo de Gompertz.

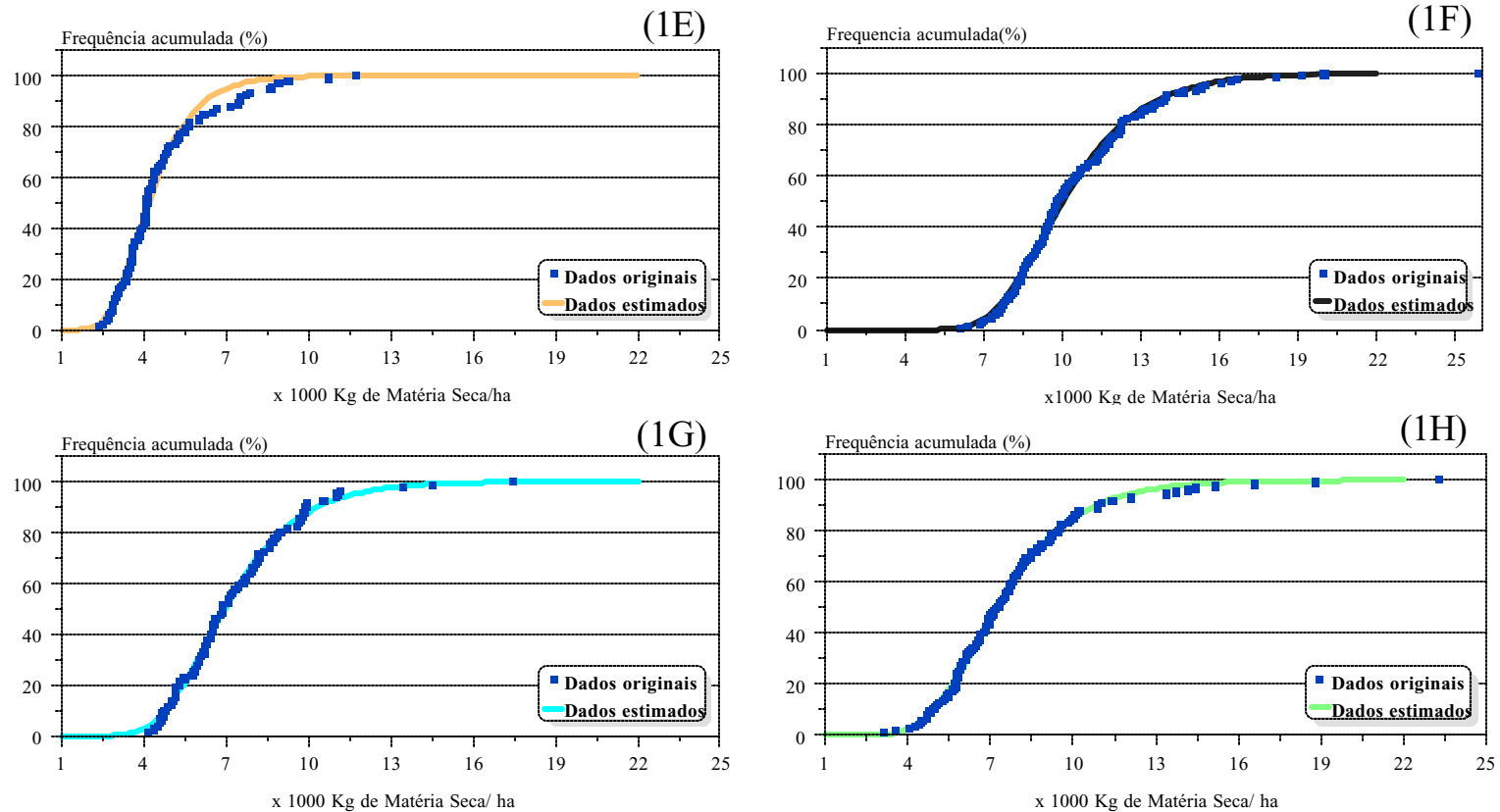


Figura 5. Representação das equações de regressão entre as frequências acumuladas, expressas em porcentagem, e a quantidade de matéria seca dos resíduos culturais encontrada na superfície do solo. Equações de regressão obtidas para as coberturas de azevém (1E), milho (1F), milheto (1G) e capim-braquiária (1H), utilizando-se o modelo de Gompertz.

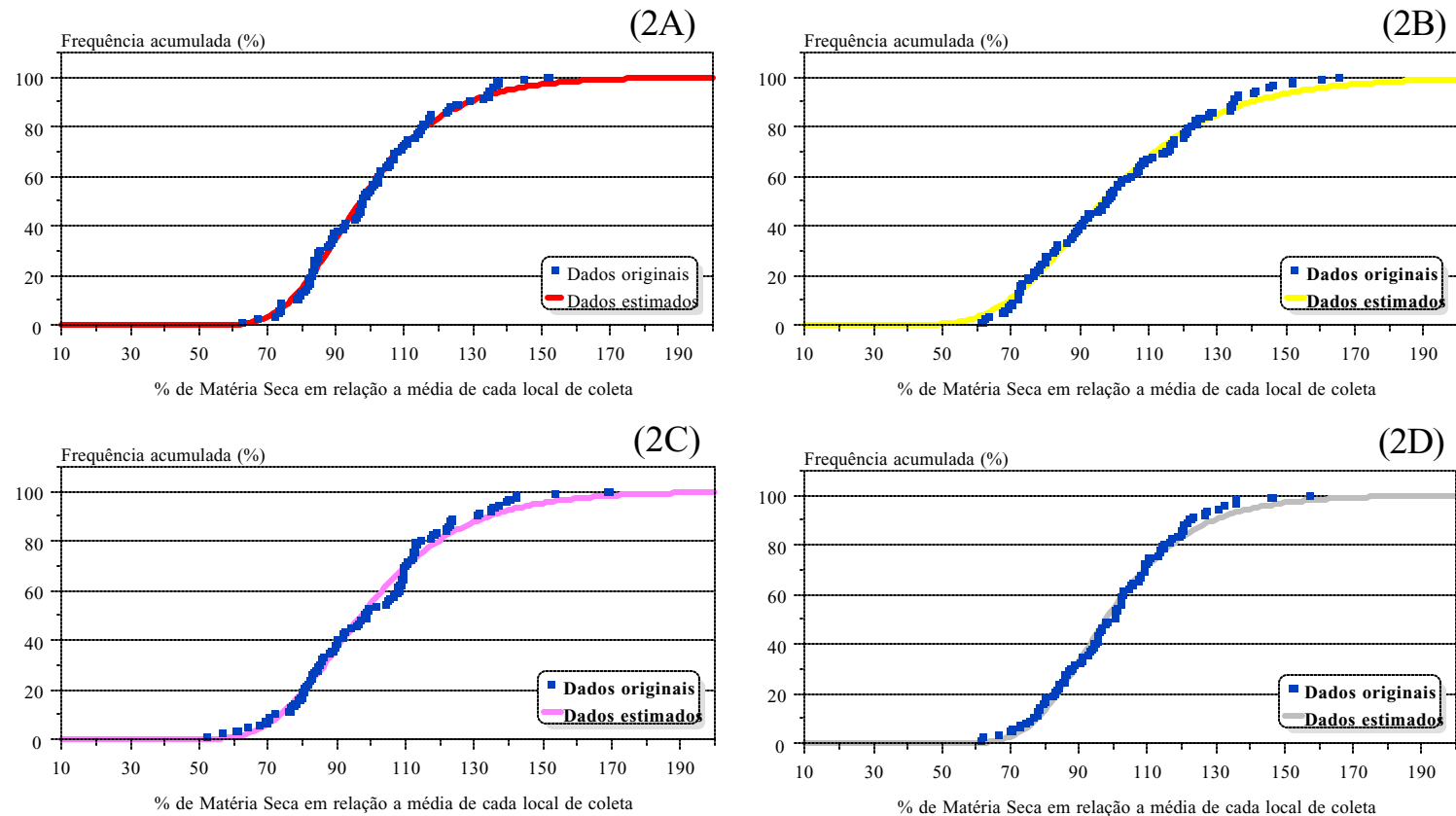


Figura 6. Representação das equações de regressão entre as frequências acumuladas, expressas em porcentagem, e a porcentagem média de matéria seca dos resíduos culturais encontrada na superfície do solo de cada local de coleta. Equações de regressão obtidas pelas porcentagens de coberturas de cevada (2A), trigo (2B), aveia colhida (2C) e aveia rolada (2D), utilizando-se o modelo de Gompertz.

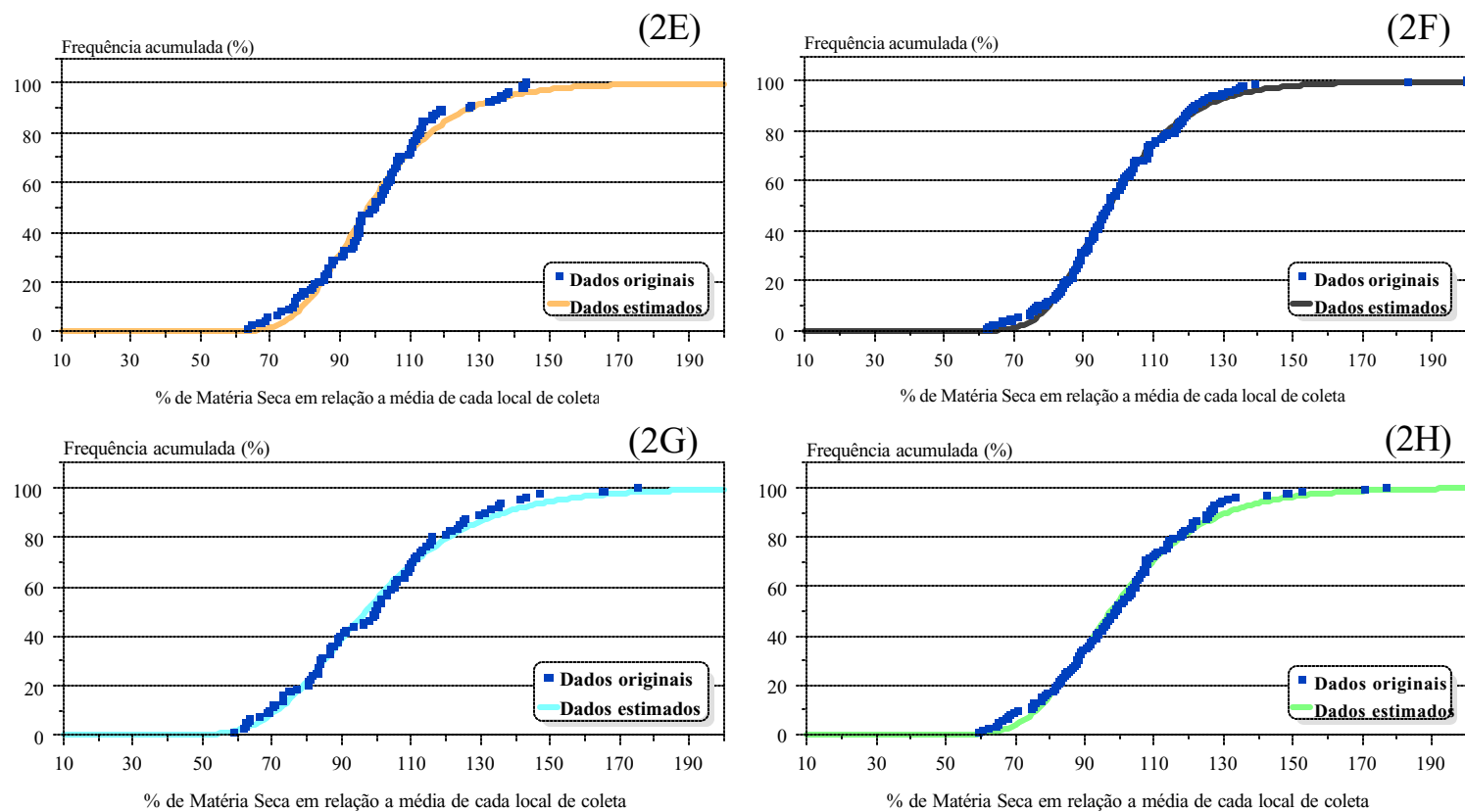


Figura 7. Representação das equações de regressão entre as frequências acumuladas, expressas em porcentagem, e a porcentagem média de matéria seca dos resíduos culturais encontrada na superfície do solo de cada local de coleta. Equações de regressão obtidas pelas porcentagens de coberturas de azevém (2E), milho (2F), milheto (2G) e capim-braquiária (2H), utilizando-se o modelo de Gompertz.

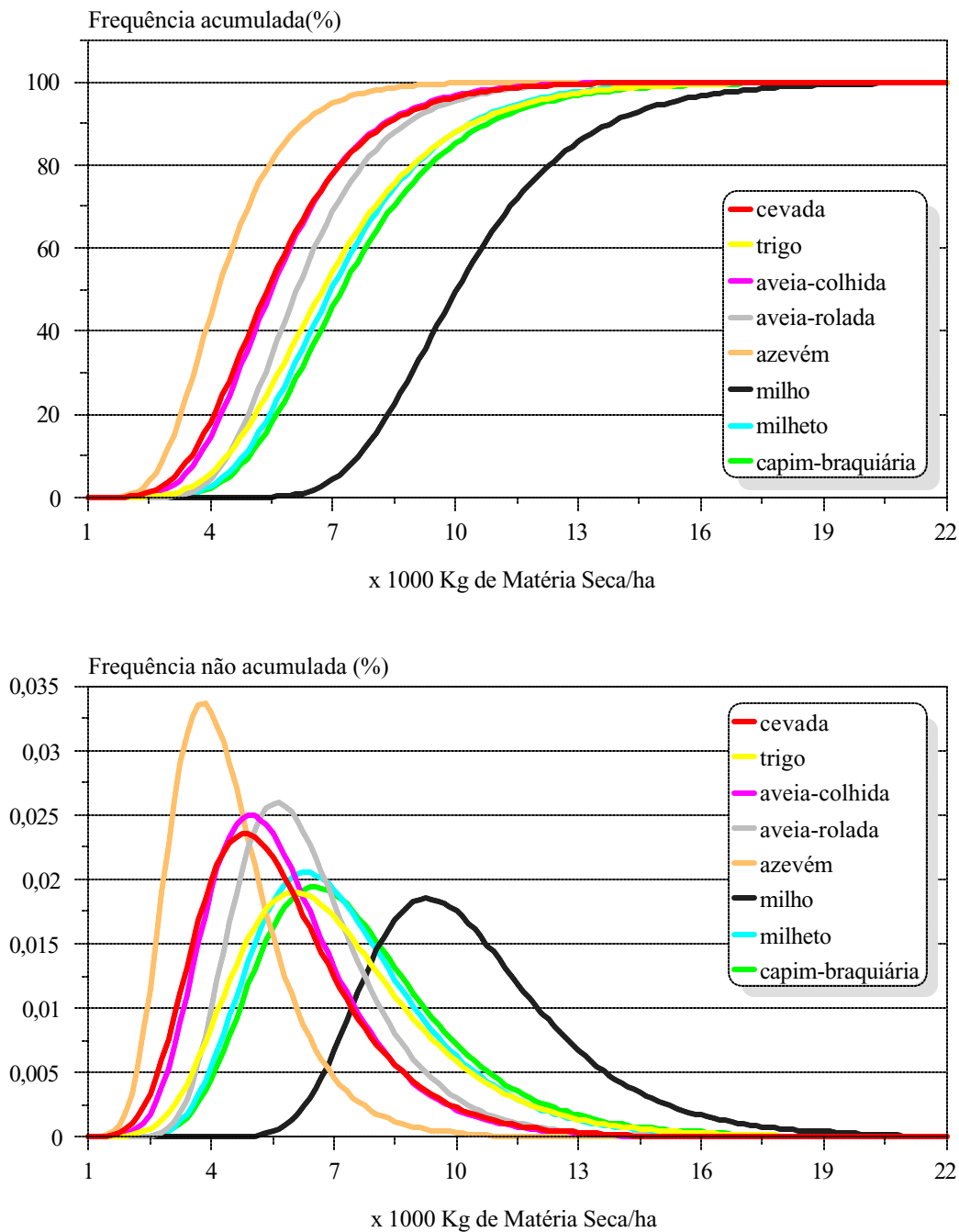


Figura 8. Representação das equações de regressão entre as frequências acumuladas e não acumuladas, expressas em porcentagem, e a quantidade de matéria seca dos resíduos culturais encontrada na superfície do solo. Equações de regressão obtidas, utilizando-se o modelo de Gompertz.

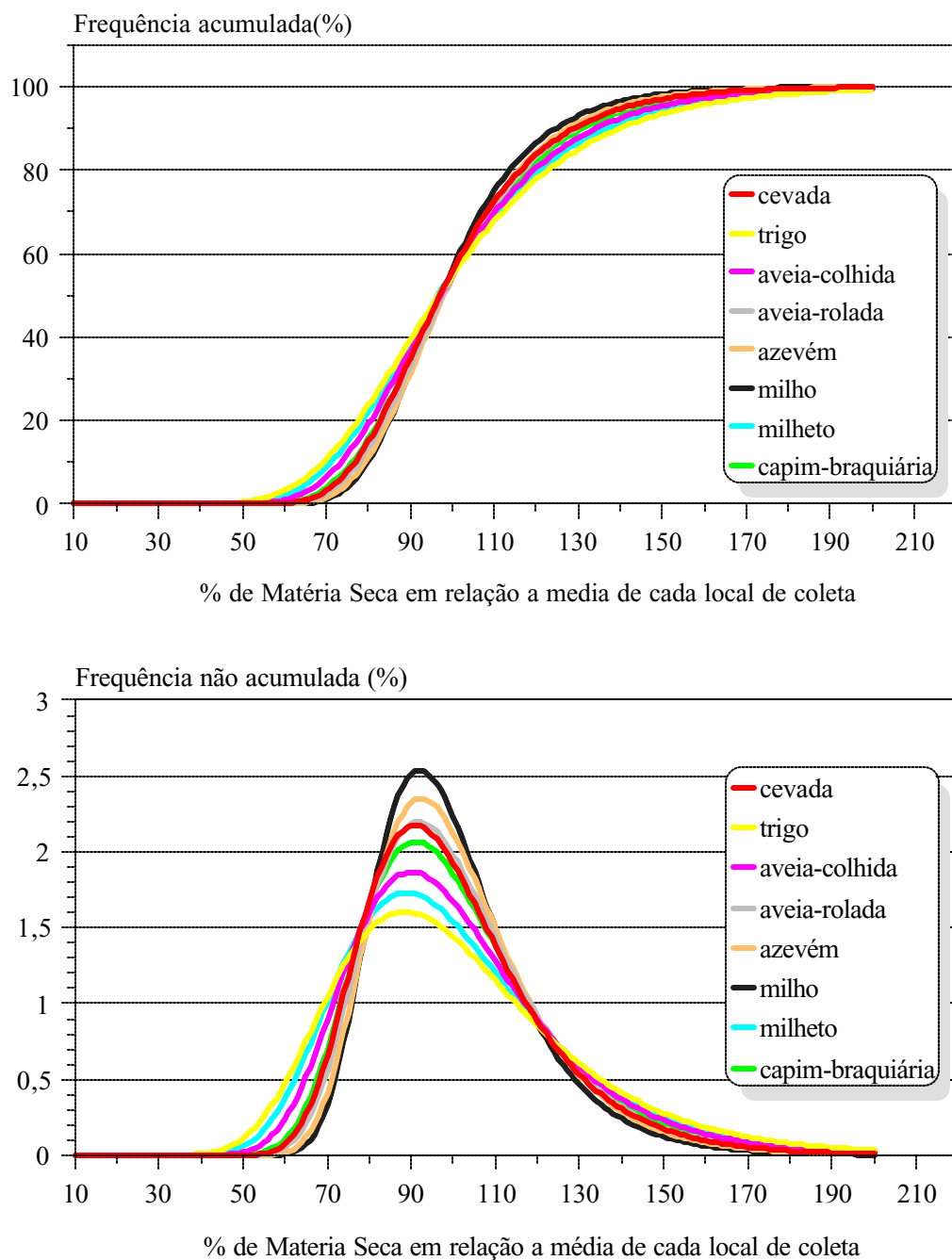


Figura 9. Representação das equações de regressão entre as frequências acumuladas e não acumuladas, expressas em porcentagem, e a porcentagem de média de matéria seca encontrada na superfície do solo de cada local de coleta. Equações de regressão obtidas, utilizando-se o modelo de Gompertz.

Quadro 2. Resultados das análises de regressão entre as frequências acumuladas e a quantidade de matéria seca (Kg. ha⁻¹), utilizando o modelo de Gompertz. Média, moda e mediana das diferentes palhadas monitoradas nos Estados do Paraná e Mato Grosso do Sul. FCA/UNESP. Botucatu-SP, 2000.

MODELO	$F=e^{(A-e^{(-B-C*X)})}$							
	Cevada	Trigo	Aveia colhida	Aveia rolada	Azevém	Milho	Milheto	Capim-braquiária
Estimativa dos	A 4,605170	4,605170	4,605170	4,605170	4,605170	4,605170	4,605170	4,605170
Parâmetros	B -3,092623	-3,114316	-3,364119	-3,952362	-3,465346	-4,668552	-3,515464	-3,445671
	C 0,000640	0,000516	0,000678	0,000705	0,000913	0,000502	0,000557	0,000528
Média (Kg/ha)	5718,04	7286,89	5886,04	6427,78	4697,29	10613,16	7433,85	7824,77
Moda	4832,22	6035,50	4961,83	5606,19	3795,56	9299,90	6311,42	6525,89
Mediana	5405,97	6747,12	5503,42	6127,03	4197,75	10031,38	6970,67	7221,35
Nº de repetições	90	90	90	90	90	146	80	126
S Q Total	305019,260	305019,260	305019,260	305019,260	305019,260	491684,165	271687,500	425014,265
S Q Regressão	304734,439	304458,769	304656,083	304801,716	304139,383	491217,197	271462,280	424861,603
S Q Resíduo	284,820	560,490	363,176	217,543	879,876	466,968	225,220	152,662
F Regressão	152367,219**	152229,380**	152328,041**	152400,858**	152069,691**	245608,598**	135761,140**	212430,801**
R ²	0,9962	0,9925	0,9951	0,9971	0,9882	0,9962	0,9962	0,9985

** Significativo a 1% de probabilidade

F = Frequência acumulada(%); X = Kg de Matéria Seca.ha⁻¹; a, b e c são as estimativas dos parâmetros do modelo.

Quadro 3. Resultados das análises de regressão entre as frequências acumuladas e porcentagem de matéria seca em relação a média de cada local de coleta, utilizando-se o modelo de Gompertz. Média, moda e mediana das diferentes palhadas monitoradas nos Estados do Paraná e Mato Grosso do Sul. FCA/UNESP. Botucatu-SP, 2000.

MODELO	$F=e^{(A-e^{(-B-C*X)})}$							
	Cevada	Trigo	Aveia colhida	Aveia rolada	Azevém	Milho	Milheto	Capim-braquiária
Estimativa dos	A 4,605170	4,605170	4,605170	4,605170	4,605170	4,605170	4,605170	4,605170
Parâmetros	B -5,372123	-3,858403	-4,566196	-5,473334	-5,900318	-6,347084	-4,178741	-5,117108
	C 0,059098	0,043630	0,050740	0,059664	0,063900	0,068988	0,047016	0,056191
Média	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Moda	90,91	88,43	89,99	91,73	92,33	92,00	88,89	91,07
Mediana	97,12	96,85	97,23	97,89	98,08	97,33	96,69	97,60
Nº de repetições	90	90	90	90	90	146	80	126
S Q Total	305019,260	305019,260	305019,260	305019,260	305019,260	491684,165	271687,500	425013,175
S Q Regressão	304628,541	304607,771	304108,929	304452,644	304065,205	491331,021	271152,610	424330,837
S Q Resíduo	390,718	411,488	910,330	566,616	954,054	353,143	534,884	682,337
F Regressão	152314,27**	152303,885**	152054,464**	152226,322**	152032,602**	245665,51**	135576,307**	212165,418**
R ²	0,9948	0,9945	0,9879	0,9924	0,9873	0,9971	0,9920	0,9935

** Significativo a 1% de probabilidade

F = Frequência acumulada(%); X = % Matéria Seca em relação a média de cada local de coleta; a, b e c são as estimativas dos parâmetros do modelo.

Quadro 4. Número de observações, peso médio de biomassa seca, porcentagem média de cobertura, coeficientes de correlação e determinação das equações lineares para estas duas características. FCA/UNESP. Botucatu-SP, 2000.

Resíduos Culturais	Nº Total de observações	Peso média palhada (Kg. M. S..ha ⁻¹)	% média de cobertura do solo pela palhada	Coeficiente de correlação	Coeficiente determinação (R ²)
Cevada	90	5718	94,48	0,52575	0,72508
Trigo	90	7286	98,09	0,13759	0,37093
Aveia colhida	90	5886	95,51	0,22799	0,47748
Aveia rolada	90	6427	92,81	0,32310	0,56842
Azevém	90	4697	87,84	0,47379	0,68833
Milho	146	10613	82,08	0,48763	0,69830
Milheto	80	7433	71,41	0,58029	0,76177
Capim-braquiária	126	7825	89,06	0,57368	0,75742

6.2. Avaliação da dinâmica de molhamento das diferentes palhadas

Nas Figuras 10, 11 e 12 são representadas as equações de retenção, segundo modelo de Mitscherlich completo, entre as lâminas de água retidas e as lâminas de chuva aplicadas sobre as coberturas mortas constituídas com 3000, 6000 e 9000 Kg.ha⁻¹ de matéria seca. Os resultados das análises de regressão, incluindo as estimativas dos parâmetros dos modelo, são apresentadas nos Quadros 5, 6 e 7. Adotou-se o valor “0” para o parâmetro “B”, pois as curvas necessariamente passam pela origem, ou seja, uma lâmina aplicada nula corresponde, obrigatoriamente, a uma lâmina retida também nula.

As lâminas de chuvas retidas pelos diferentes tipos e quantidades de resíduos culturais, apresentaram comportamento bastante similar, sendo estas crescentes à medida em que foi aumentada a quantidade de palha estudada. Deve-se ressaltar que, de forma geral, o volume máximo de retenção da chuva para os diferentes tipos e quantidades de resíduos culturais ocorreu entre 7,5 e 15,0 mm de chuva simulada. Este comportamento pode ser melhor visualizado na Figura 12, constatando-se uma tendência de uniformização da retenção da água da chuva entre os diferentes tipos de palhadas, com o aumento da quantidade de cobertura.

Conforme o modelo apresentado, novas simulações de chuva a partir dos valores de máxima retenção mencionados, não modificam o comportamento constante e estável da retenção da água, nos diferentes tipos e quantidades de cobertura.

A análise dos Quadros 5, 6 e 7 evidencia o ajuste satisfatório dos dados originais ao modelo de Mitscherlich, comprovado pelos elevados coeficientes de determinação (R^2) obtidos. Uma grande vantagem no uso do modelo de Mitscherlich é a possibilidade de atribuir significados biológicos aos seus parâmetros. Como já foi mencionado, estabeleceu-se

como sendo “0” o valor do parâmetro “B” que indica o deslocamento lateral da curva. O parâmetro “Ä”, assíntota horizontal, corresponde à lâmina máxima retida pelas diferentes quantidades das palhas estudadas. O parâmetro “C”, denominado coeficiente de eficácia, representa a concavidade da curva e, neste sentido, indica a velocidade com que ocorre o processo de embebição da água pela palhadas estudadas.

No Quadro 8 pode-se constatar a existência de uma relação inversa entre a quantidade de resíduos culturais e a velocidade de embebição da palha, e uma relação direta entre a quantidade de resíduos culturais e a assíntota máxima da curva de retenção, representada pela letra “A” no modelo de Mitscherlich. Em contraste, observou-se uma relação inversa entre o volume da água de chuva retida por unidade de matéria seca e as quantidades de cobertura morta por unidade de área.

A possível justificativa para a menor retenção de água por unidade de matéria seca é a formação de “pontos secos” associados a “canais preferenciais de escoamento” dentro das camadas de palha. Desta forma, foi observado que, com maiores quantidades de resíduos culturais cobrindo a superfície do solo existe a possibilidade de proporcionarem a organização das partículas de palha com maior frequência de “pontos secos”. Consequentemente, a maior frequência de “pontos secos” ou “canais preferenciais de escoamento”, induz a menor capacidade de embebição e retenção da água da chuva pela palhada.

É importante ressaltar a semelhança do comportamento dos diferentes tipos de resíduos culturais quanto à dinâmica de molhamento. Em geral, a maioria dos resíduos culturais estudados apresentaram comportamento similar de retenção de água da chuva, mesmo quando submetida à diferentes quantidades de cobertura. Estes resultados dão

suporte a uma série de questões, principalmente, no que diz respeito ao comportamento e funcionamento de herbicidas aplicados em pré-emergência, em sistemas de semeadura direta com cobertura morta. Nestas situações a água da chuva é o principal e também único componente responsável pelo transporte desses herbicidas até a superfície do solo. Portanto, o conhecimento prévio do comportamento supostamente similar da dinâmica de molhamento de diferentes tipos de palhadas, possibilita o desenvolvimento de programas de controle de plantas daninhas similares para os diferentes tipos de cobertura com distintos níveis de irregularidade quanto aos acúmulos de matéria seca por unidade de área.

Nas Figuras 13 e 14, estão representadas as porcentagens da chuva retida ou lixiviada nos diferentes tipos e quantidades de resíduos culturais. Estas informações correspondem a tentativas de observar o comportamento de lâminas pequenas de chuva simulada, sendo utilizado o modelo de Mitscherlich completo para a porcentagem de água que foi lixiviada e transpôs a palhada e Mitscherlich simplificado para a porcentagem retida na mesma. Nos Quadros 9, 10 e 11 pode-se observar os parâmetros utilizados nos modelos, assim como, constatar a elevada precisão no ajustes dos mesmos, através dos coeficientes de determinação (R^2) sempre superiores a 0,9601.

Os resultados referentes às porcentagens de retenção e transmissão da água comprovaram novamente a aproximação das curvas representativas destes processos, com o aumento dos pesos de matéria seca por hectare. Ou seja, as curvas referentes a 6000 e 9000 Kg de matéria seca. ha^{-1} foram bastante similares entre si, mas distintas das curvas obtidas para a menor quantidade de palha.

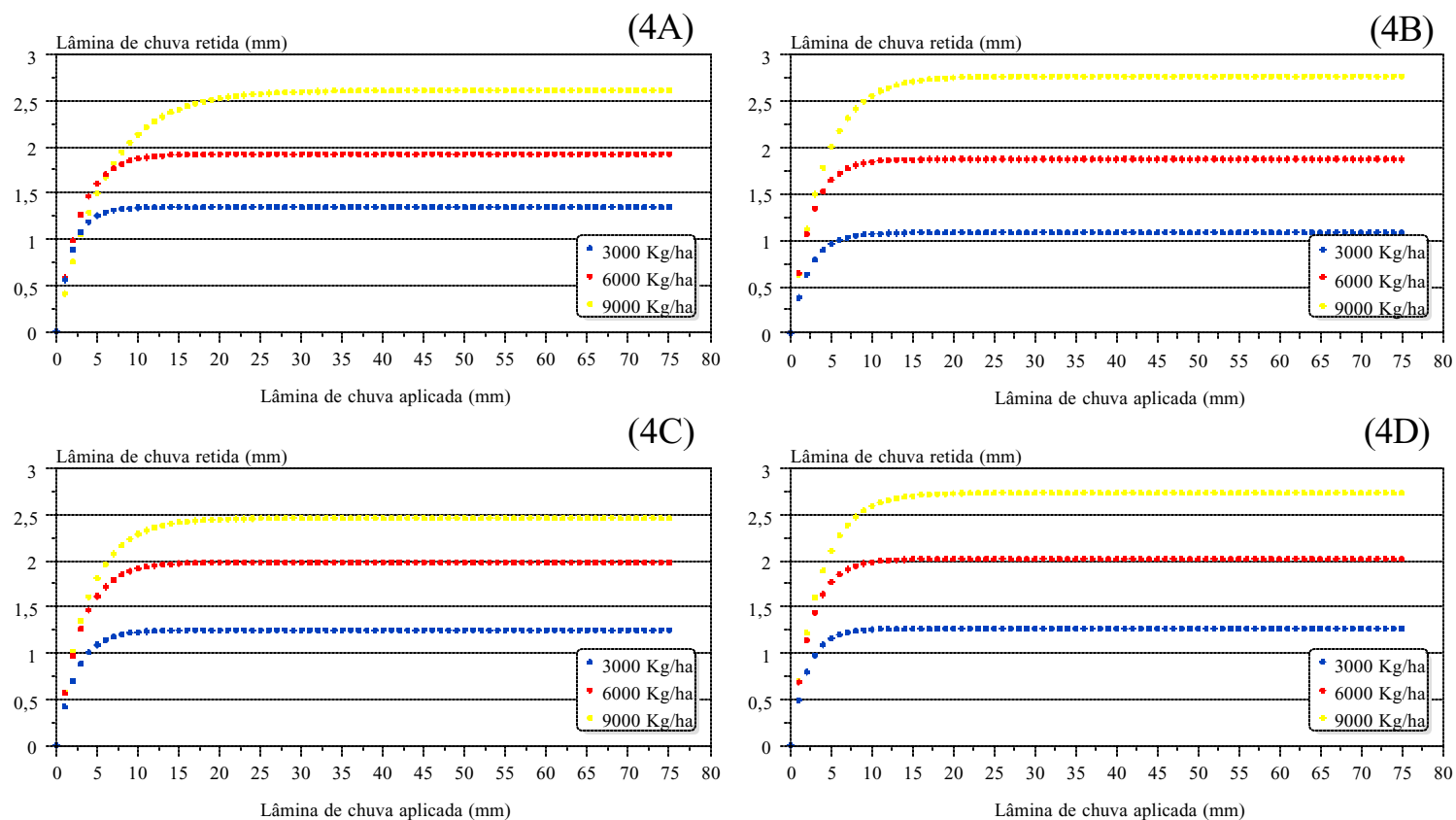


Figura 10. Representação das equações de regressão entre as lâminas de chuva retida em 3000, 6000 e 9000 Kg de matéria seca.ha⁻¹, e a lâmina de chuva aplicada artificialmente. Equações de regressão obtidas para as coberturas de cevada (4A), trigo (4B), aveia colhida (4C) e aveia rolada (4D), utilizando-se o modelo de Mitscherlich completo.

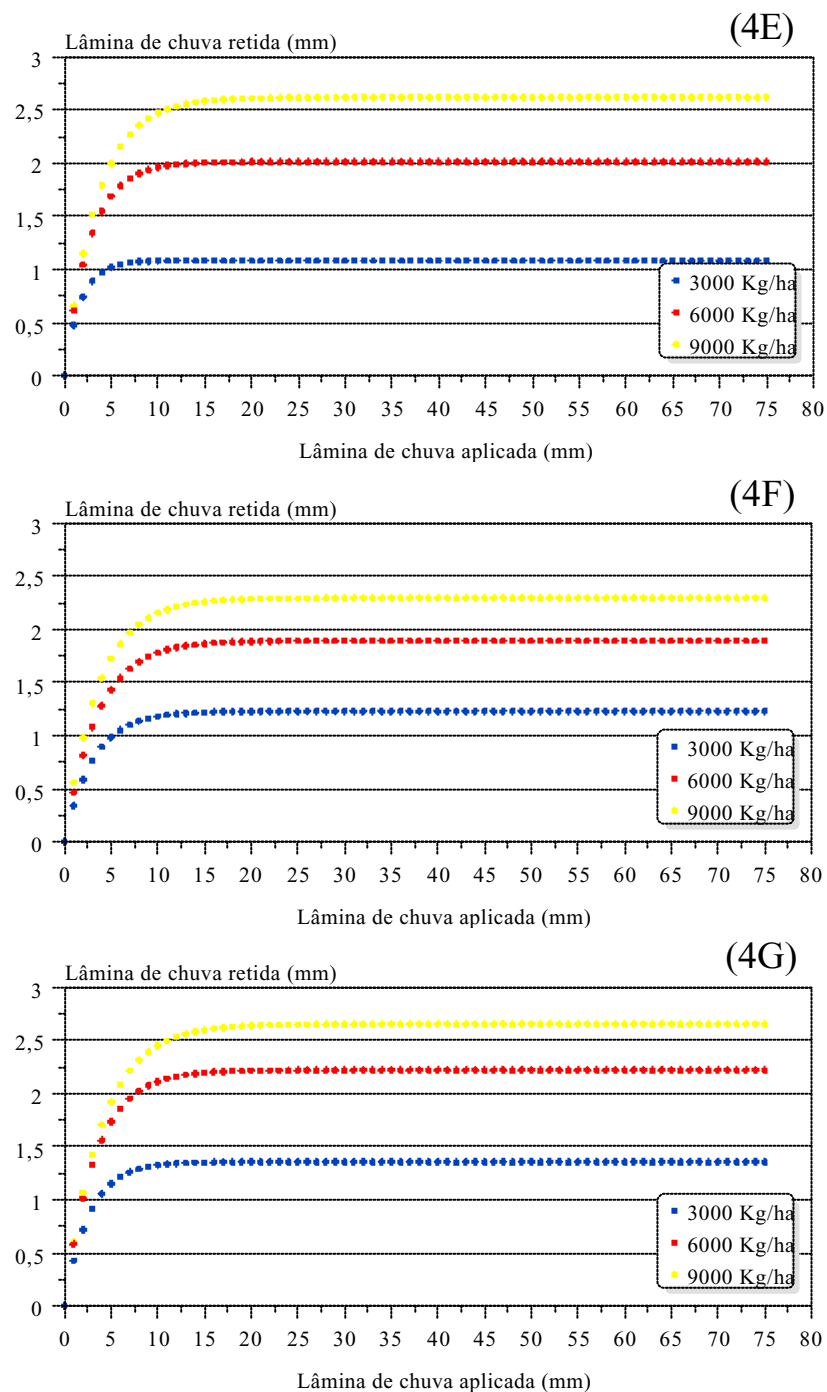


Figura 11. Representação das equações de regressão entre as lâminas de chuva retida em 3000, 6000 e 9000 Kg de matéria seca.ha⁻¹, e a chuva aplicada artificialmente. Equações de regressão obtidas para os resíduos culturais de azevém (4E), milho (4F) e capim-braquiária (4G), utilizando-se o modelo de Mitscherlich completo.

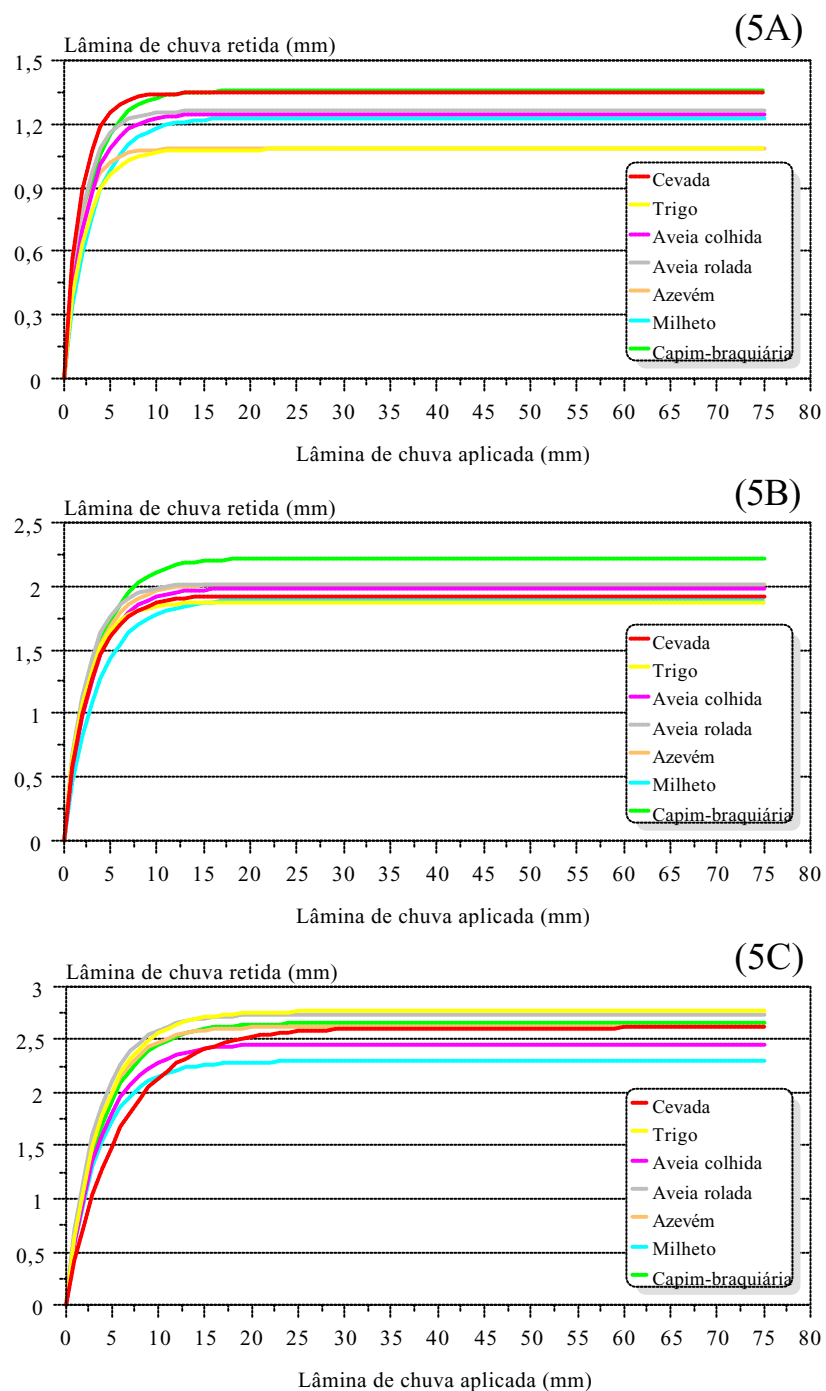


Figura 12. Representação das equações de regressão entre a quantidade de chuva retida em 3000 (5A), 6000 (5B) e 9000 (5C) Kg de matéria seca.ha⁻¹, e a chuva aplicada artificialmente. Equações de regressão obtidas utilizando-se modelo de Mitscherlich.

Quadro 5. Resultados das análises de regressão entre a quantidade de chuva retida em 3000 Kg.ha⁻¹ de resíduos culturais e a lâmina de chuva aplicada artificialmente, utilizando-se o modelo de Mitscherlich completo. FCA/UNESP. Botucatu-SP, 2000.

MODELO		Y = A*(1-10^-C*(B + X))						
		Cevada	Trigo	Aveia colhida	Aveia rolada	Azevém	Milheto	Capim-braquiária
Estimativa dos Parâmetros	A	1,3497	1,0795	1,2473	1,2617	1,0827	1,2288	1,3557
	B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	C	0,2328	0,1900	0,1776	0,2145	0,2498	0,1403	0,1636
S Q Total		17,09920	10,53230	13,98610	14,69500	10,97230	12,88250	16,31960
S Q Regressão		16,93239	10,48994	13,87230	14,65492	10,93874	12,80229	16,22211
S Q Resíduo		0,16680	0,04235	0,11379	0,04007	0,03356	0,08020	0,09748
F Regressão		8,46619**	5,24497**	6,93615**	7,32746**	5,46937**	6,40114**	8,11105**
R²		0,9064	0,9612	0,9230	0,9728	0,9690	0,9450	0,9442

** Significativo a 1% de probabilidade

Y = Lâmina de chuva retida na palha (mm); X = Lâmina de chuva aplicada (mm);

A = Lâmina máxima de chuva retida pela palha; B = deslocamento lateral da curva; C = eficiência da velocidade de embebição da palhada.

Quadro 6. Resultados das análises de regressão entre a quantidade de chuva retida em 6000 Kg.ha⁻¹ de resíduos culturais e a lâmina de chuva aplicada artificialmente, utilizando-se o modelo de Mitscherlich completo. FCA/UNESP. Botucatu-SP, 2000.

MODELO		Y = A*(1-10^-C*(B + X))						
		Cevada	Trigo	Aveia colhida	Aveia rolada	Azevém	Milheto	Capim-braquiária
Estimativa dos Parâmetros	A	1,9220	1,8726	1,9820	2,0180	2,0130	1,8932	2,2199
	B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	C	0,1556	0,1827	0,1458	0,1799	0,1587	0,1221	0,1316
S Q Total		32,07770	31,64910	33,46910	36,40200	35,61720	29,34050	41,61860
S Q Regressão		31,79098	31,46760	33,31292	36,31432	35,42097	29,11454	41,47229
S Q Resíduo		0,28672	0,18149	0,15617	0,08767	0,19622	0,22595	0,14631
F Regressão		15,89549**	15,73380**	16,65646**	18,15716**	17,71049**	14,55727**	20,73614**
R²		0,9195	0,9454	0,9580	0,9768	0,9487	0,9348	0,9686

** Significativo a 1% de probabilidade

Y = Lâmina de chuva retida na palha (mm); X = Lâmina de chuva aplicada (mm);

A = Lâmina máxima de chuva retida pela palha; B = deslocamento lateral da curva; C = eficiência da velocidade de embebição da palhada.

Quadro 7. Resultados das análises de regressão entre a quantidade de chuva retida em 9000 Kg.ha⁻¹ de resíduos culturais e a lâmina de chuva aplicada artificialmente, utilizando-se o modelo de Mitscherlich completo. FCA/UNESP. Botucatu-SP, 2000.

MODELO		Y = A*(1-10^-C*(B + X))						
		Cevada	Trigo	Aveia colhida	Aveia rolada	Azevém	Milheto	Capim-braquiária
Estimativa dos Parâmetros	A	2,6109	2,7667	2,4595	2,7343	2,6205	2,2955	2,6541
	B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	C	0,1311	0,1122	0,1153	0,1278	0,1251	0,1210	0,1116
S Q Total		56,23170	62,38310	48,63650	61,34640	57,16960	42,79290	55,41480
S Q Regressão		55,95469	62,08869	48,38348	61,26033	56,85505	42,56733	55,23769
S Q Resíduo		0,27700	0,29440	0,25301	0,08606	0,31454	0,22556	0,17710
F Regressão		27,97735**	31,04435**	24,19174**	30,63016**	28,42753**	21,28366**	27,61885**
R²		0,9573	0,9603	0,9568	0,9882	0,9518	0,9555	0,9746

** Significativo a 1% de probabilidade

Y = Lâmina de chuva retida na palha (mm); X = Lâmina de chuva aplicada (mm);

A = Lâmina máxima de chuva retida pela palha; B = deslocamento lateral da curva; C = eficiência da velocidade de embebição da palhada.

Quadro 8. Parâmetro indicativo da velocidade de embebição, assíntota máxima de retenção da água da chuva e quantidade de água retida por unidade de matéria seca dos resíduos culturais. FCA/UNESP. Botucatu-SP, 2000.

Palhadas Kg M.S. ha ⁻¹	Velocidade de embebição da água da chuva pela palhada ¹			assíntota máxima de retenção da chuva pela palhada (mm) ²			Litros de H ₂ O retida/ Kg de M.S Utilizada como cobertura morta		
	3000	6000	9000	3000	6000	9000	3000	6000	9000
Cevada	0,2328	0,15559	0,13109	1,3497	1,9220	2,6110	4,4990	3,2033	2,9011
Trigo	0,1900	0,18269	0,11225	1,0795	1,8726	2,7667	3,5983	3,1210	3,0741
Aveia colhida	0,1776	0,14579	0,11529	1,2473	1,9820	2,4595	4,1577	3,3033	2,7328
Aveia rolada	0,2145	0,17993	0,12780	1,2617	2,0180	2, 7343	4,2057	3,3633	3,0381
Azevém	0,2498	0,15869	0,12511	1,0827	2,0130	2,6205	3,6090	3,3550	2,9117
Milheto	0,1403	0,12215	0,12104	1,2288	1,8932	2,2956	4,0960	3,1553	2,5507
Capim-braquiária	0,1636	0,13165	0,11160	1,3557	2,2200	2,6541	4,5190	3,7000	2,9490
Média	0,1955	0,1538	0,1206	1,2293	1,9887	2,5917	4,0978	3,3145	2,8796

⁻¹ = parâmetro “c” do modelo de Mitscherlich, corresponde ao deslocamento ou inclinação lateral da curva.

⁻² = parâmetro “a” do modelo de Mitscherlich, corresponde ao ápice de retenção na curva.

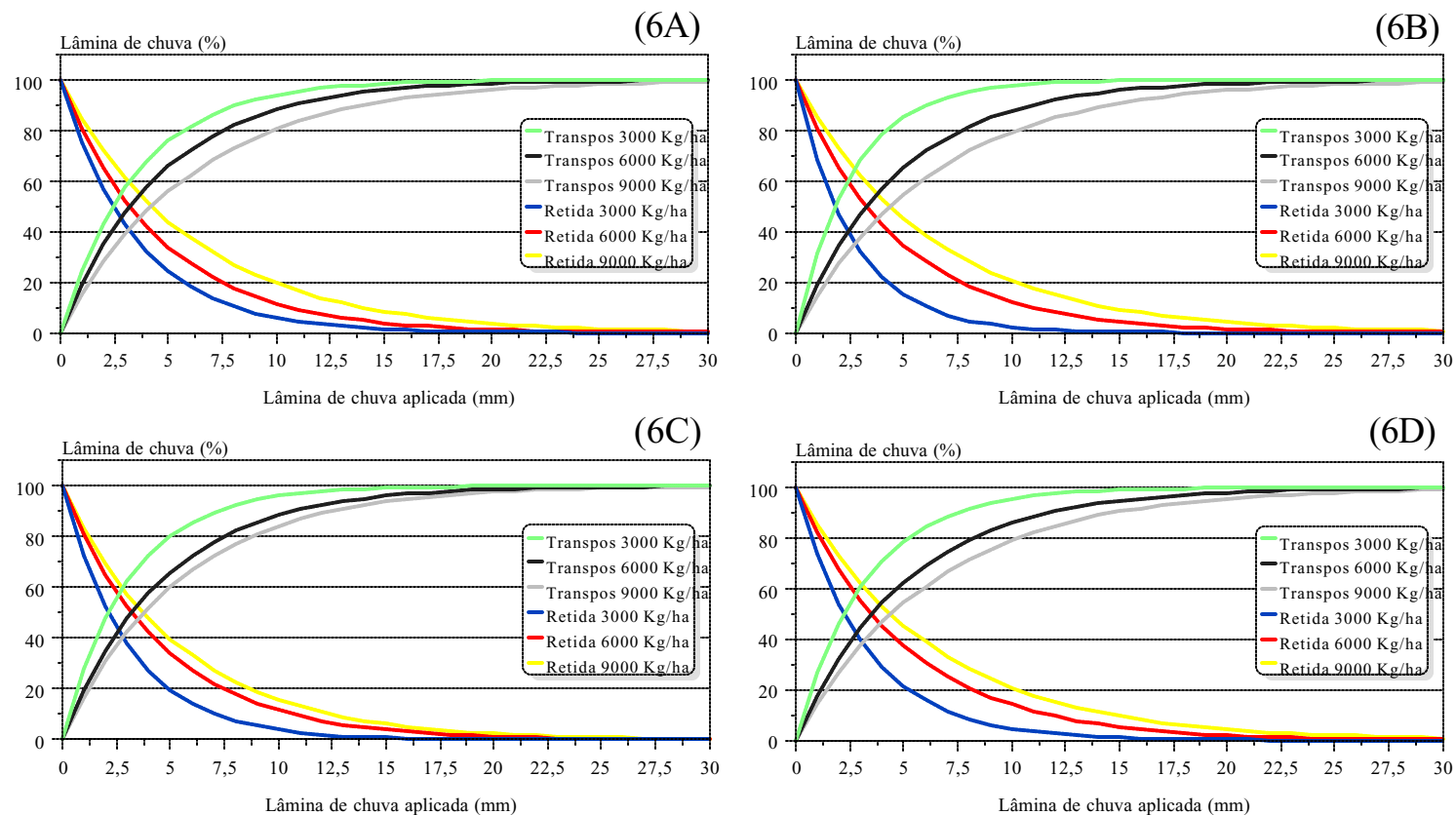


Figura 13. Representação das equações de regressão entre as lâminas de chuva (%) que ficaram retidas ou transpuseram 3000, 6000 e 9000 Kg de matéria seca.ha⁻¹, e a lâmina de chuva aplicada artificialmente. Equações de regressão obtidas para as coberturas de cevada (6A), trigo (6B), aveia colhida (6C) e aveia rolada (6D), utilizando-se os modelos de Mitscherlich completo e simplificado.

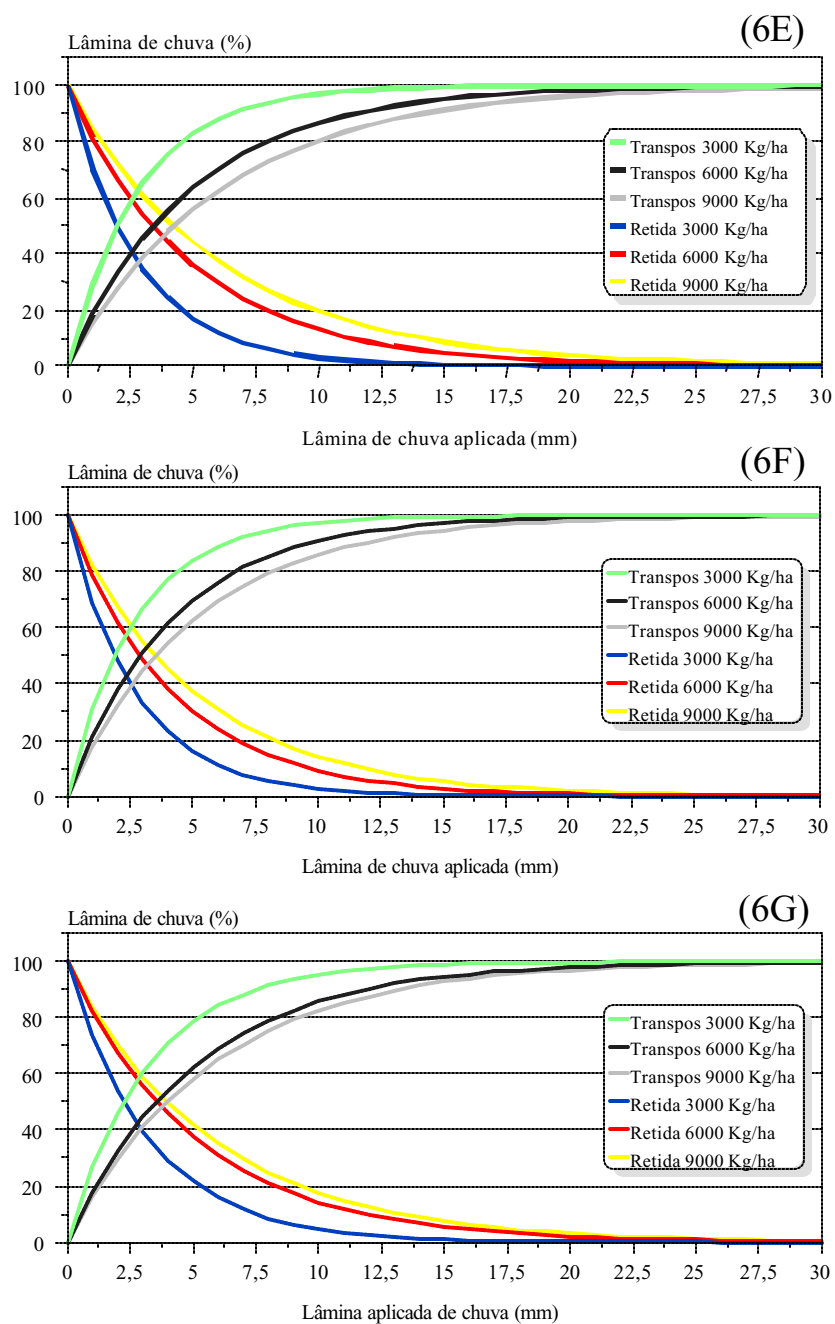


Figura 14. Representação das equações de regressão entre as chuva (%) que ficaram retidas ou transpuseram 3000, 6000 e 9000 Kg matéria seca.ha⁻¹, e a chuva aplicada artificialmente. Equações de regressão obtidas para os resíduos culturais de azevém (6E), milho (6F) e capim-braquiária (6G), utilizando-se os modelos de Mitscherlich completo e simplificado.

Quadro 9. Resultados dos dados de análise de regressão entre as lâminas de chuva (%) que ficaram retidas ou transpuseram 3000 Kg.ha⁻¹ de resíduos culturais e a lâmina de chuva aplicada artificialmente, utilizando-se os modelos de Mitscherlich completo e simplificado. FCA/UNESP. Botucatu-SP, 2000.

MODELOS		Y=A*(1-10 [^] (-C + B*X))				Y = 10 [^] 2 - (c * x)		
		Cevada	Trigo	Aveia colhida	Aveia rolada	Azevém	Milheto	Capim-braquiária
Estimativa dos	A	100	100	100	100	100	100	100
Parâmetros	B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	C	0,12229	0,16509	0,14091	0,13412	0,15309	0,16013	0,13361
S Q Total		78105,02870	82066,18630	79775,80710	79252,10320	80959,97650	80783,51220	79037,54480
S Q Regressão		77906,19848	81797,78022	79552,39342	78991,83750	80723,05654	80455,49328	78760,43365
S Q Resíduo		198,83021	268,40608	223,41367	260,26569	236,91995	328,01891	277,11114
F Regressão		77906,198**	81797,780**	79552,393**	78991,837**	80723,056**	80455,493**	78760,433**
R ²		0,9771	0,9677	0,9735	0,9967	0,9718	0,9601	0,9669

** Significativo a 1% de probabilidade

Y = Lâmina de chuva retida ou que transpôs a palha (mm); X = Lâmina de chuva aplicada (mm);

A = Lâmina de chuva máxima retida na palha (%); B = deslocamento lateral da curva; C = eficiência da velocidade de retenção ou lixiviação da água na palha.

Quadro 10. Resultados dos dados de análise de regressão entre as lâminas de chuva (%) que ficaram retidas ou que transpuseram 6000 Kg.ha⁻¹ de resíduos culturais e a lâmina de chuva aplicada artificialmente, utilizando-se os modelos de Mitscherlich completo e simplificado. FCA/UNESP. Botucatu-SP, 2000.

MODELOS	Y=A*(1-10 [^] (-C+B*X))				Y = 10 [^] 2 - (C * X)		
	Cevada	Trigo	Aveia colhida	Aveia rolada	Azevém	Milheto	Capim-braquiária
Estimativa dos	A 100	100	100	100	100	100	100
Parâmetros	B 0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	C 0,09363	0,09180	0,09347	0,08530	0,08807	0,10418	0,08460
S Q Total	70620,04530	71800,93220	69956,52410	69288,13200	70180,30230	71905,6700	69084,10410
S Q Regressão	70405,721	71598,18424	69702,93158	69072,35151	69956,27833	71629,86773	68806,13088
S Q Resíduo	214,32358	202,74795	253,59251	215,78048	224,02396	275,80227	277,97322
F Regressão	70405,721**	71598,184**	69702,931**	69072,351**	69956,278**	71629,867**	68806,130**
R ²	0,9767	0,9774	0,9711	0,9757	0,9748	0,9680	0,9682

** Significativo a 1% de probabilidade

Y = Lâmina de chuva retida ou que transpôs a palha (mm); X = Lâmina de chuva aplicada (mm);

A = Lâmina de chuva máxima retida na palha (%); B = deslocamento lateral da curva; C = eficiência da velocidade de retenção ou lixiviação da água na palha.

Quadro 11. Resultados dos dados de análise de regressão entre as lâminas de chuva (%) que ficaram retidas ou que transpuseram 9000 Kg.ha⁻¹ de resíduos culturais e a lâmina de chuva aplicada artificialmente, utilizando-se os modelos de Mitscherlich completo e simplificado. FCA/UNESP. Botucatu-SP, 2000.

MODELOS		Y=A*(1-10 [^] (-C+B*X))				Y = 10 [^] 2 - (C * X)		
		Cevada	Trigo	Aveia colhida	Aveia rolada	Azevém	Milheto	Capim-braquiária
Estimativa dos	A	100	100	100	100	100	100	100
Parâmetros	B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	C	0,07114	0,06891	0,08003	0,06822	0,07097	0,08545	0,07590
S Q Total		62717,22150	64311,32670	65978,74200	62265,97470	64506,52640	67086,37160	63347,95350
S Q Regressão		62462,61435	64021,17152	65699,86095	61972,07248	64254,98516	66809,15366	63004,2330
S Q Resíduo		254,60714	290,15517	278,88104	293,90221	251,54123	277,21793	343,72048
F Regressão		62462,614**	64021,171**	65699,860**	61972,072**	64254,985**	66809,153**	63004,23**
R ²		0,9731	0,9684	0,9692	0,9680	0,9727	0,9684	0,9613

** Significativo a 1% de probabilidade

Y = Lâmina de chuva retida ou que transpôs a palha (mm); X = Lâmina de chuva aplicada (mm);

A = Lâmina de chuva máxima retida na palha (%); B = deslocamento lateral da curva; C = eficiência da velocidade de retenção ou lixiviação da água na palha.

6.3. Avaliação do caminhamento do corante FDC-1 nas diferentes palhadas

Nas Figuras 15, 16 e 17 são apresentadas as informações referentes à dinâmica do corante FDC-1 nos diferentes tipos e quantidades de palhadas. Também neste caso, optou-se pelo uso do modelo de Mitscherlich completo, calculando-se os seus três parâmetros. Os resultados das análises de regressão são representados nos Quadros 12, 13 e 14. Os coeficientes de determinação foram bastante elevados oscilando entre 0,9758 e 0,9990.

No Quadro 15 são apresentados os valores do parâmetro “A”, ou assíntota horizontal máxima, correspondendo à quantidade total do corante que seria extraída se fosse possível simular, sobre a palhada, uma lâmina de água infinita. O parâmetro “A” poderia ser experimentalmente determinado adotando-se alvos de mesmas dimensões das parcelas para quantificação do corante recebido. Tal procedimento foi descartado em função da grande variabilidade dos depósitos em alvos de pequenas dimensões e pelo fato de, em muitas oportunidades, as quantidades depositadas em alvos artificiais planos serem inferiores às quantidades totais recuperados na água de lavagem das unidades experimentais. Este fato indica um maior potencial de captura das gotas da solução de corante na nuvem de pulverização, por alvos complexos como as palhadas das culturas estudadas. O parâmetro “C” indica a facilidade com que o corante FDC-1 é arrastado da palha pela chuva artificial.

De modo geral, as maiores quantidades do corante foram removidas pelos primeiros 10 mm de chuva. Com mais 10 mm de chuva, totalizando 20 mm, foi possível remover praticamente todo o corante de todos os tipos e quantidades de palha. Contudo, a maior retenção do corante pelas quantidades superiores de palha foi observado para as culturas de cevada, aveia rolada e capim-braquiária. Tal comportamento é evidenciado pelas menores assíntotas horizontais observadas para 6000 e 9000 Kg. ha⁻¹ de palha. Para as demais

coberturas, as estimativas das quantidade totais de corante (“A”) foram próximas para todas as quantidades de palha estudadas.

Na Figura 17 e Quadros 12 e 15, observa-se que para a quantidade de 3000 Kg de matéria seca.ha⁻¹ a dinâmica de saída do traçante foi relativamente uniforme para todas as coberturas estudadas. Houve uma acentuada diferença entre as culturas com o aumento da quantidade de palha. Deve ser destacada a elevada imobilização do corante pelas coberturas de cevada (6000 e 9000 Kg de matéria seca.ha⁻¹) e aveia rolada (6000 Kg de matéria seca.ha⁻¹), principalmente, quando comparada com as coberturas de milho (3000, 6000 e 9000 Kg de matéria seca.ha⁻¹) e capim-braquiária (3000 e 6000 Kg de matéria seca.ha⁻¹), respectivamente, as quais permitiram a maior mobilização do traçante.

Quanto à facilidade, velocidade ou razão de saída do corante da palha, indicada pelo parâmetro “C” do modelo utilizado, fica evidente a redução da mesma com o aumento da quantidade de palha. A única exceção a este comportamento foi observado para a cultura da cevada em, que a maior razão de saída foi observada para a quantidade de 6000 Kg.ha⁻¹ de palha; contudo para todas as lâminas de chuvas simuladas as curvas referentes aos 3000, 6000 e 9000 Kg.ha⁻¹ de palha tiveram suas estimativas dispostas em ordem crescente, em função da redução da quantidade do corante que transpõe a cobertura nos maiores níveis de cobertura.

Para facilitar a visualização das quantidades e ou porcentagens do corante FDC-1 que transpôs diretamente a palha somente com o advento da pulverização, no Quadro 16 são apresentados os resultados obtidos para os diferentes tipos e quantidades de cobertura morta estudadas.

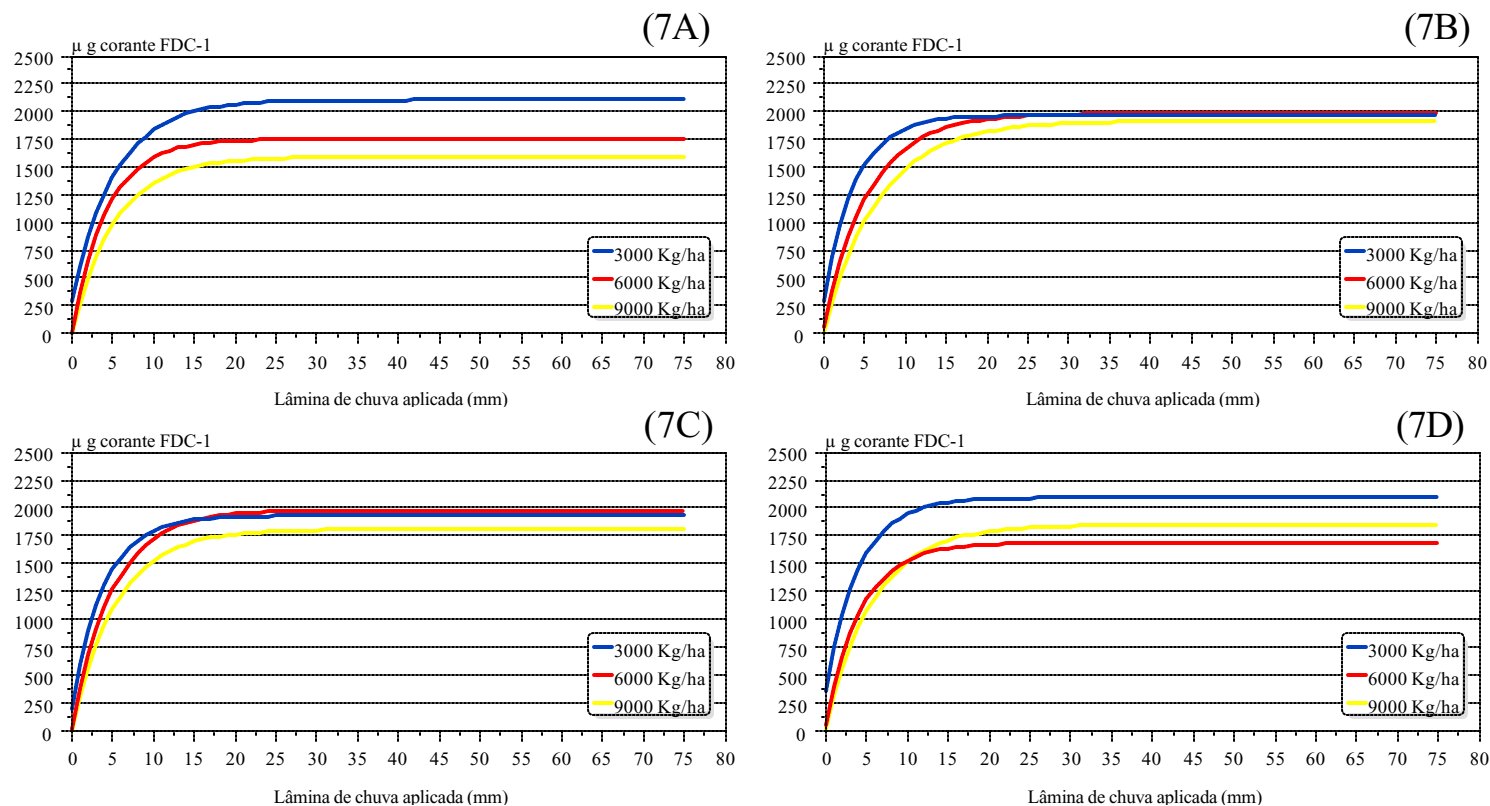


Figura 15. Representação das equações de regressão entre as quantidades de corante FDC-1 recuperadas em 3000, 6000 e 9000 Kg de matéria seca.ha⁻¹, e a lâmina de chuva aplicada artificialmente. Equações de regressão obtidas para as coberturas de cevada (7A), trigo (7B), aveia colhida (7C) e aveia rolada (7D), utilizando-se o modelo de Mitscherlich completo.

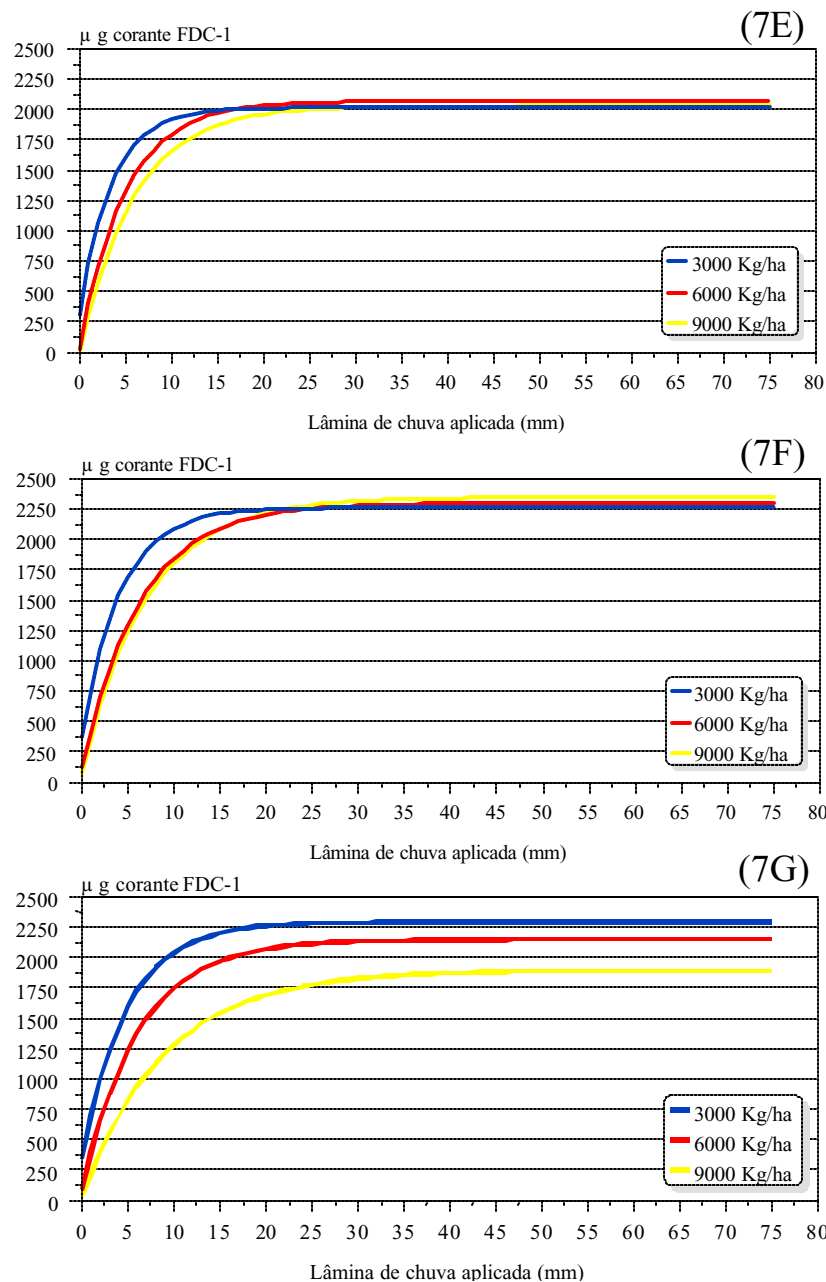


Figura 16. Representação das equações de regressão entre a quantidades de corante FDC-1 recuperadas em 3000, 6000 e 9000 Kg de matéria seca.ha⁻¹, e a chuva aplicada artificialmente. Equações de regressão obtidas para os resíduos culturais de azevém (7E), milho (7F) e capim-braquiária (7G), utilizando-se o modelo de Mitscherlich completo.

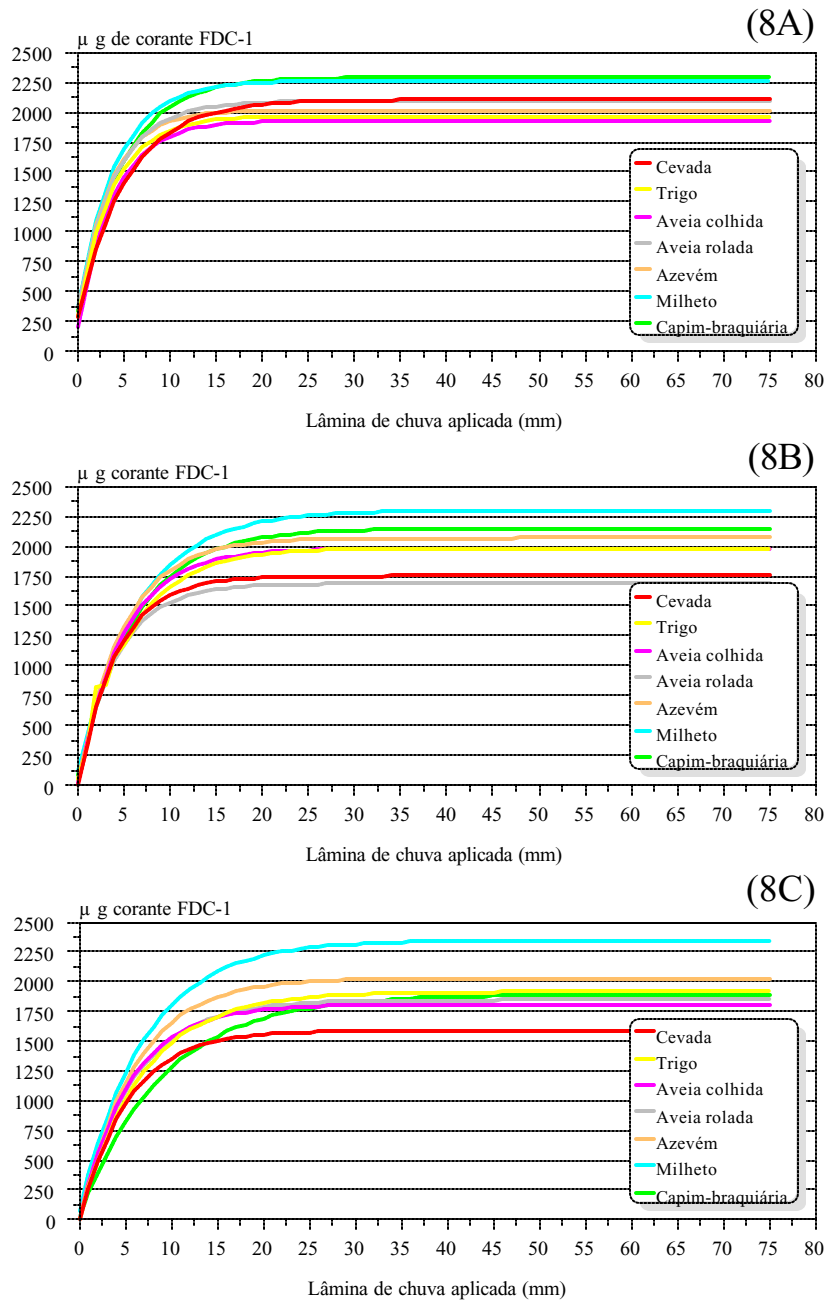


Figura 17. Representação das equações de regressão entre as quantidades de corante FDC-1 recuperadas em 3000 (8A), 6000 (8B) e 9000 (8C) Kg de matéria seca.ha⁻¹, e a chuva aplicada artificialmente. Equações de regressão obtidas para resíduos culturais, utilizando-se o modelo de Mitscherlich completo.

Quadro 12. Resultados das análises de regressão entre a quantidade de corante FDC-1 recuperada em 3000 Kg de matéria seca.ha⁻¹ de resíduos culturais e a lâmina de chuva aplicada artificialmente, utilizando-se o modelo de Mitscherlich. FCA/UNESP. Botucatu-SP, 2000.

MODELOS	$Y=A*(1-10^{-(C+B*X)})$						
	Cevada	Trigo	Aveia colhida	Aveia rolada	Azevém	Milheto	Capim-braquiária
Estimativa dos	A 2104,67	1965,47	1930,38	2092,54	2014,62	2263,14	2291,91
Parâmetros	B 0,759261	0,608156	0,427661	0,767566	0,553873	0,762392	0,780526
	C 0,08270	0,11541	0,11183	0,108102	0,12636	0,10391	0,08933
SQ Total	34565342,87	32425703,55	30788000,49	36533910,04	34607290,60	42026800,18	41871638,85
SQ Regressão	34527407,27	32419853,03	30776157,04	36521786,83	34601922,94	41987752,78	41856979,82
SQ Resíduo	37935,61	5850,52	11843,45	12123,21	5367,66	39047,40	14659,03
F Regressão	11509135,7**	1080661767**	10258719,1**	12173928,9**	11533974,3**	13995917,6**	13952326,60**
R ²	0,9895	0,9979	0,9960	0,9960	0,9981	0,9990	0,9964

** Significativo a 1% de probabilidade

Y = quantidade de corante FDC-1 recuperada (µg);

X = Lâmina de chuva aplicada (mm);

A = assintota horizontal máxima da extração do corante(µg) ; C = parâmetro indicativo da velocidade de saída do corante na água da chuva.

Quadro 13. Resultados das análises de regressão entre a quantidade de corante FDC-1 recuperada em 6000 Kg de matéria seca.ha⁻¹ de resíduos culturais e a lâmina de chuva aplicada artificialmente, utilizando-se o modelo de Mitscherlich. FCA/UNESP. Botucatu-SP, 2000.

MODELOS	$Y=A*(1-10^{-(C+B*X)})$						
	Cevada	Trigo	Aveia colhida	Aveia rolada	Azevém	Milheto	Capim-braquiária
Estimativa dos	A 1751,25	1984,50	1979,68	1687,12	2068,78	2299,45	2148,17
Parâmetros	B -0,05304	0,167027	0,047019	0,133684	0,079189	0,359345	0,243457
	C 0,10340	0,07854	0,08827	0,10118	0,08737	0,06775	0,07123
S Q Total	23950658,63	29289081,39	29281285,05	22467471,53	32525770,29	36937520,93	33288123,46
S Q Regressão	23926289,48	29254086,34	29242301,70	22455674,19	32487192,99	36839021,10	33247984,82
S Q Resíduo	24369,15	34995,06	38983,34	11797,34	38577,30	98499,83	40138,64
F Regressão	7975429,8**	9751362,1**	9747433,9**	7485224,7**	10829064,3**	12279673,7**	11082661,6**
R ²	0,9926	0,9988	0,9906	0,9957	0,9913	0,9822	0,9916

** Significativo a 1% de probabilidade

Y = quantidade de corante FDC-1 recuperada (µg);

X = Lâmina de chuva aplicada (mm);

A = assintota horizontal máxima da extração do corante(µg) ; C = parâmetro indicativo da velocidade de saída do corante na água da chuva.

Quadro 14. Resultados das análises de regressão entre a quantidade de corante FDC-1 recuperada em 9000 Kg de matéria seca.ha⁻¹ de resíduos culturais e a lâmina de chuva aplicada artificialmente, utilizando-se o modelo de Mitscherlich. FCA/UNESP. Botucatu-SP, 2000.

MODELOS	$Y=A*(1-10^{-(C+B*X)})$						
	Cevada	Trigo	Aveia colhida	Aveia rolada	Azevém	Milheto	Capim-braquiária
Estimativa dos	A 1588,97	1915,61	1807,63	1857,27	2029,50	2347,64	1893,80
Parâmetros	B -0,099077	0,032525	-0,049990	0,078627	-0,088988	0,228780	0,134094
	C 0,0845	0,0646	0,08158	0,07461	0,07419	0,06232	0,048211
S Q Total	18249146,44	25434303,01	23678182,17	24144907,83	29338690,59	36960830,03	21585105,32
S Q Regressão	18220939,25	25381446,98	23644716,64	24108326,92	29281847,31	36811981,22	21530294,27
S Q Resíduo	28207,19	52856,03	33465,54	36580,91	56843,27	148848,80	54811,05
F Regressão	6073646,4**	8460482,3**	7881572,2**	8036108,9**	9760615,7**	12270660,4**	7176764,8**
R ²	0,9901	0,9873	0,9986	0,9985	0,9878	0,9758	0,9876

** Significativo a 1% de probabilidade

Y = quantidade de corante FDC-1 recuperada (µg);

X = Lâmina de chuva aplicada (mm);

A = assintota horizontal máxima da extração do corante(µg) ; C = parâmetro indicativo da velocidade de saída do corante na água da chuva.

Quadro 15. Parâmetros indicativos da velocidade de recuperação e assíntota máxima de recuperação do corante FDC-1 para os diferentes tipos e quantidades de resíduos culturais estudadas. FCA/UNESP. Botucatu-SP, 2000.

Parâmetros indicativos	Velocidade de recuperação do corante FDC-1 na água chuva ¹			Assíntota máxima de recuperação do corante da palha (µg) ²		
Kg M.S. ha ⁻¹	3000	6000	9000	3000	6000	9000
Cevada	0,0827	0,1034	0,0845	2104,67	1751,25	1588,97
Trigo	0,1154	0,0785	0,0646	1965,47	1984,50	1915,61
Aveia colhida	0,1118	0,0883	0,0816	1930,38	1979,68	1807,63
Aveia rolada	0,1081	0,1012	0,0746	2092,54	1687,12	1857,27
Azevém	0,1264	0,0874	0,0742	2014,62	2068,78	2029,50
Milheto	0,1039	0,0678	0,0623	2263,14	2299,45	2347,64
Capim-braquiária	0,0893	0,0712	0,0482	2291,91	2148,17	1893,80
Média	0,1054	0,0854	0,0700	2094,68	1988,42	1920,06

¹ = parâmetro “C” do modelo de Mitscherlich, corresponde ao deslocamento lateral da curva.

² = parâmetro “A” do modelo de Mitscherlich, corresponde ao ápice da curva.

Quadro 16. Quantidade real e porcentagem de corante FDC-1 que transpôs diretamente a palhada formada pelas diferentes tipos e quantidades de resíduos culturais. FCA/UNESP. Botucatu-SP, 2000.

Parâmetros indicativos	µg de corante FDC-1 que transpõe diretamente a palha			% de corante FDC-1 que transpõe diretamente a palha		
Kg M.S. ha ⁻¹	3000	6000	9000	3000	6000	9000
Cevada	240,15	18,64	9,27	10,96	1,06	0,56
Trigo	287,34	66,57	19,13	14,43	3,25	0,95
Aveia colhida	221,05	34,70	10,15	11,31	1,67	0,54
Aveia rolada	357,99	74,20	22,66	16,72	4,32	1,16
Azevém	312,13	58,74	16,40	15,43	2,74	0,78
Milheto	353,82	79,58	27,01	14,94	3,24	1,06
Capim-braquiária	334,47	72,55	13,97	14,27	3,21	0,70
Média	300,99	57,86	16,94	14,01	2,78	0,82

De forma geral, para 3000, 6000 e 9000 Kg de matéria seca. ha⁻¹, foram constatadas quantidades médias do total do corante pulverizado na ordem de 14,01; 2,78 e 0,82 %, respectivamente. Estes resultados evidenciam que para todas as palhadas estudadas, a partir de quantidades superiores a 6000 Kg de matéria seca. ha⁻¹, somente uma parte da calda pulverizada consegue atravessar a cobertura e atingir a superfície do solo. Em contraste, para recuperação de 50 % do corante FDC-1 aplicado sobre as coberturas de 3000, 6000 e 9000 Kg de matéria seca.ha⁻¹, foram necessários volumes aproximados de chuvas de 2,5; 3,75 e 3,75 mm, respectivamente.

A análise conjunta dos resultados, incluindo-se as informações sobre dinâmica de molhamento, indica que a quantidade de palha pouco interfere na facilidade com que o traçante transpõe a camada de resíduos culturais e atinge a superfície do solo.

Este aspecto é bastante importante considerando as desuniformidades dos pesos pontuais de biomassa observada na primeira etapa deste trabalho. Ou seja, deve ser esperado que quantidades relativamente uniformes do traçante atingiram o solo após precipitações de 10 a 20 mm, independente da quantidade de palha sobre a superfície. Esta observação mostrou-se válida para todas as culturas estudadas.

7. CONCLUSÕES

Nas condições em que foram realizados os experimentos pode-se concluir que:

- O modelo de Gompertz proporcionou ajuste adequado aos dados de frequência acumulada para todos os resíduos culturais estudados;
- Os resíduos culturais de milho e trigo apresentaram a maior e menor uniformidade de distribuição em relação à quantidade de matéria seca;
- O modelo de Mitscherlich ajustou-se adequadamente aos dados de dinâmica de retenção de água pelas palhas e extração do corante FCD-1, possibilitando atribuir significados biológicos aos seus parâmetros;
- Os valores de máxima retenção de água de chuva ocorreram entre 7,5 e 15,0 mm de precipitação;

- Existe uma uniformização da retenção da água da chuva entre os diferentes tipos e quantidades de palhadas, com o aumento da quantidade de cobertura;

- Os diferentes tipos e quantidades de resíduos culturais apresentaram comportamento similar de retenção de água de chuva. Tal comportamento garante a viabilidade de desenvolvimento de programas de controle de plantas daninhas similares para cobertura de diferentes resíduos culturais e níveis de irregularidade das quantidades de matéria seca por unidade de área;

- O corante FDC-1 mostrou-se adequado aos objetivos do trabalho, permitindo substituir procedimentos cromatográficos por espectrofotométricos, reduzindo drasticamente o custo para a detecção e quantificação de possíveis compostos utilizados como traçante em estudos sobre a dinâmica de herbicidas em palha;

- As quantidades totais do corante FDC-1 que atingiram o solo foram relativamente uniformes, após precipitações entre 10 e 20 mm, independente do tipo e quantidade de palha, indicando que ambas características pouco interferem na capacidade do traçante em transpor a cobertura morta.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

AFYUNI, M.M., WAGGER, M.G., LEIDY, R.B. Runoff of two sulfonylureia herbicides in relation to tillage system and rainfall intensity. *J. Environ. Qual.*, v.26, p.1318-26, 1997.

ALMEIDA, F.S. Effect as some winter crop mulch on the soil weed infestation. In: CROP PROTECTION CONFERENCE, 5, Bristish, 1985. *Proceedings...* Bristish, 1985, v.2, p.651-59.

ALMEIDA, F.S. *Alelopatia e as plantas*. *Circ. IAPAR*, n.53, p.1-60, 1988.

ALMEIDA, F.S. *Controle de plantas daninhas em plantio direto*. *Circ. IAPAR*, n.67, p.1-34, 1991.

* UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA.//Faculdade de Ciências Agrônômicas.//Normas para a elaboração de dissertações e teses.//Botucatu, 1997.//35p.

ALMEIDA, F.S. Herbicidas residuais em diferentes sistemas de preparo do solo. *Pesqui. Agropecu. Bras.*, v.27, p.596-601, 1992.

ALVES, A.G.C., N.P., COGO, LEVIEN, R. Relações da erosão do solo com a persistência da cobertura vegetal morta. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, v.19, p.127-32, 1995.

ANDERSON, R.L. Factors affecting preemergence bioactivity of diclofop: rainfall, straw retention, and plant growth stage. *Agron. J.*, v.80, p.952-6, 1988.

BANKS, P.A., ROBINSON, E.L. Soil reception and activity of acetochlor, alachlor and metolachlor as affected by wheat (*Triticum aestivum*) straw and irrigation. *Weed Sci.*, v.34, p.607-11, 1986.

BANKS, P.A., ROBINSON, E.L. The fate of oryzalin applied to straw-mulched and nonmulched soils. *Weed Sci.*, v.32, p.269-72, 1984.

BANKS, P.A., ROBINSON, E.L. The influence of straw mulch on the soil reception and persistence of metribuzin. *Weed Sci.*, v.30, p.164-8, 1982.

BAKER, J.L., LAFLIN, J.M., HARTWIG, R.O. Effects of corn residue and herbicide placement on herbicide runoff losses. *Trans. ASAE (Am. Soc. Agric. Eng.)*, v.25, p.340-3, 1982.

BAUMAM, T.T., ROSS, M.A. Effect of three tillage systems on the persistence of atrazine. *Weed Sci.*, v.31, p.423-6, 1983.

- BORTOLUZZI, E.C., ELTZ, F.L.F. Efeito do manejo mecânico da palhada de aveia preta sobre a cobertura, temperatura, teor de água no solo e emergência da soja em sistema de plantio direto. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, v. 24, p.449-57, 2000.
- BUZETTI, W.J.S., SANTOS, A.C. Diclosulam (DE-564) aplicado em pré-emergência no solo com diferentes quantidades de palha de aveia na superfície no controle de plantas daninhas em soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 1999, Londrina. *Anais...* Londrina: Embrapa Soja, 1999. p.419.
- CALEGARI, A. O seguro do solo. *Granja*, n.498, p.54-61, 1989.
- CURRAN, W.S., LIEBL, R.A., SIMMONS, F.W. Effects of tillage and application on clomazone, imazaquin and imazethaphyr. *Weed Sci.*, v.40, p.482-9, 1992.
- CRUTCHFIELD, D.A., WICKS, G.A., BURNISIDE, O.C. Effect of winter wheat (*Triticum aestivum*) straw mulch level on weed control. *Weed Sci.*, v.34, p.110-4, 1985.
- DAO, T.H. Field decay of wheat straw and its effects on metribuzin and S-ethyl metribuzin sorption and elution from crop residues. *J. Environ. Qual.*, v.20, p.203-8, 1991.
- DAO, T.H. Subsurface mobility of metribuzin as affected by crop residue placement and tillage method. *J. Environ. Qual.*, v.24, p.1193-8, 1995.
- DEUBER, R. *Ciência das Plantas Infestantes: Manejo*. Campinas: Edição do autor, 1997. 285p.
- DURIGAN, J.C., ALMEIDA, F.L.S. *Noções de alelopatia*. Jaboticabal: FUNEP, 1993. 28p.

- EDWARDS, W.M., SHIPITALO, M.J., OWENS, L.B., NORTON, L.D. Water and nitrate movement in earth worm burrows within long-term no-till corn fields. *J. Soil Water Conserv. Serv. N. S. W.*, v.44, p. 240-3, 1989.
- EGLY, G.H., DUKE, S. Physiology of weed dormancy and germination. In: DUKE, S.O. *Weed Physiology: I. Reproduction and Ecophysiology*. Florida: CRC Press, 1985. p. 27-64.
- ERBACH, D.C., LOVELY, W.G. Effect of plant residue on herbicide performance in no-tillage corn. *Weed Sci.*, v.23, p.512-5, 1975.
- FORNAROLLI, B.N., RODRIGUES, J. LIMA, VALÉRIO, M.A. Influência da cobertura morta no comportamento do herbicida atrazine. *Pl. Daninha*, v.16, p.97-107, 1998.
- GARSSSEN, N., GARSSSEN, F.R. *Plantio direto: o caminho do futuro*. Passo Fundo: Editora Aldeia Sul, 1996. 207p.
- GHADIRI, H., SHEA, P.J., WICKS, G.A. Interception and retention of atrazine by wheat (*Triticum aestivum* L.) stubble. *Weed Sci.*, v.32, p.24-7, 1984.
- GREEN, J.D., HORTON, R., BAKER, J.L. Crop residue effects on the leaching of surface-applied chemicals. *J. Environ. Qual.*, v.24, p.343-51, 1995.

KOPPATSCHEK, F.K., LIEBL, R.A., SLIDE, F.W. Application timing and corn (*Zea mays*) residue effects on weed control from metribuzin and metolachlor. *Weed Sci.*, v.37, p.345-9, 1989.

LAMOREAUX, R.J., JAIN, R., HESS, C.A. Efficacy of dimethenamid, metolachlor and encapsulated alachlor in soil covered with crop residue. *Brighton Crop Protection Conference - Weeds*, p.1015-20, 1993.

LOCKE, M.A., BRYSON, C.T. Herbicide-soil interactions in reduced tillage and plant residue management systems. *Weed Sci.*, v.45, p.307-20, 1997.

LOMBARDI NETO, F., MARIA, I.C., CASTRO, O.M., DECHEN, S.C.F., VIEIRA, S.R. Efeito da quantidade de resíduos culturais de milho nas perdas de solo e água. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, v.12, p.71-5, 1988.

LOPES, P.R.C., COGO, N.P., LEVIEN, R. Eficácia relativa de tipo e quantidade de resíduos culturais espalhados uniformemente sobre o solo na redução da erosão hídrica. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, v.11, p. 71-5, 1987.

LORENZI, H..J. *Inibição alelopática de plantas daninhas*. In: SEMANA DO HERBICIDA, 6, 1984. Bandeirantes: Fundação Faculdade de Agronomia Luiz Meneghel, 1984 p.39-45.

- LORENZI, H.J. Efeito da palha de cana no controle de plantas daninhas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 19, 1993, Londrina. *Resumos...*Londrina: Sociedade Brasileira de Herbicidas, 1993. p.28-29.
- LOWER, S.W., WEBER, J.B. Atrazine retention by crop residues in reduced-tillage systems. *Proc. South Weed Sci. Soc.*, v.32, p.303-7, 1979.
- MARIN, C.D., BAKER, J.L., ERBRACH, D.C., JOHNSON, H.P. Washoff of herbicides applied to corn residue. *Trans. ASAE (Am. Soc. Agric. Eng.)*, v.21, p.1164-8, 1978.
- MARTINS, D., VELINI, E.D., MARTINS, C.C., SOUZA, LS. Emergência em campo de dicotiledôneas infestantes em solo coberto com palha de cana-de-açúcar. *Pl. Daninha*, v.17, p.151-61, 1999.
- MAROCHI, A.I., MIERLO, C.V., GALLO, P. Eficiência de flumetsulam aplicado sob diferentes quantidades de palha, em sistema de plantio direto, no controle de dicotiledônea na cultura da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 20, 1995, Florianópolis. *Resumos...* Florianópolis: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 1995. p.76-78.
- MEYER, L.D., WISCHMEIER, W.H., FOSTER, G.R. Mulches rate required for erosion control on steep slopes. *Proc. Soil Sci. Soc. Am.*, v.34, p.928-31, 1970.

MILLS, J.A., WITT, W.W., BARRETT, M. Effects of tillage on the efficacy and persistence of clomazone in soybean (*Glycine max*). *Weed Sci.*, v.37, p.217-22, 1989.

PASTANA, F.I. Efeito da retenção de um herbicida pela cobertura morta do solo, no controle de ervas daninhas e na produção do milho com cultivo mínimo. *Bragantia*, v.31, p.260-74, 1972.

PEREIRA, F. A. R. *Cultivo de espécies visando a obtenção de cobertura vegetal do solo na entressafra da soja (Glycine max L. Merrill) no cerrado*. Botucatu, 1990. 83p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

PETERSEN, B.B.; SHEA, P.J.; WICKS, G.A. Acetanilide activity and dissipation as influenced by formulation and wheat stubble. *Weed Sci.*, v.36, p.243-9, 1988.

PITELLI, R.A. Dinâmica de plantas daninhas no sistema de plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 20, Florianópolis, 1995. *Palestras...* Florianópolis: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 1995. p.5-12.

PRIHAR, S.S., SANDHU, K.S., KHERA, K.I. Maize (*Zea mays* L.) and weed growth as affected by levels of straw mulching and with herbicide under conventional and minimum tillage. *Indian J. Ecol.*, v. 2, p.13-22, 1975.

- REDDY, K.N., LOCKE, M.A., HOWARD, K.D. Bentazon spray retention, activity, and foliar washoff in weed species. *Weed Technol.*, v.9, p.773-8, 1995.
- RODRIGUES, B.N. Influência da cobertura morta no comportamento dos herbicidas imazaquin e clomazone. *Pl. Daninha*, v.11, p.21-8, 1993.
- RODRIGUES, B.N., LIMA, J., FORNAROLLI, D.A. Aplicação de trifluralin em pré-emergência sobre diferentes quantidades de cobertura morta no sistema de plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21, 1997, Caxambú. *Resumos...* Caxambú: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 1997. p.365.
- RODRIGUES, B.N. Controle de plantas daninhas em plantio direto. In: sustentável PEIXOTO, R.T.G., AHRENS, D.C., SAMANTHA, M.J. *Plantio direto: o caminho para uma agricultura* (Ed.). Ponta Grossa: IAPAR, 1997. p.234-37.
- RODRIGUES, B.N., LIMA, J., YADA, I.F.U. Retenção pela palhada, de herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura da soja, em plantio direto. *Rev. Bras. Herb.*, v.1, p.67-72, 2000.
- SADE, M. Breve histórico do sistema de plantio direto na palha no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 7, 2000, Foz de Iguaçu. *Resumos...* Foz de Iguaçu, 2000. p.15-7.

SÁ PEREIRA, E., MAIMONI, R.C.S., VELINE, E.D., BICUDO, S.J. Avaliações quantitativas da comunidade de plantas daninhas na cultura da soja (*Glycine max*), cultivada em plantio direto e convencional e submetida a distintos sistemas de controle de planta daninhas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 20, 1995, Florianópolis. *Resumos...* Florianópolis: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 1995. p.431-32.

SHIPITALO, M.J., EDWARDS, W.H., DICK, W.A., OWENS, L.B. Initial storm effects on macropore transport of surface-applied chemicals in no-till soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, v.54, p.150-6, 1990.

SIDIRAS, N., PAVAN, M.A. Influência do sistema de manejo na temperatura do solo. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, v.10, p.181-4, 1986.

SIGUA, G.C., ISENSEE, A.R., SADEGHI, A.M. Influence of rainfall intensity and crop residue on leaching of atrazine through intact no tillsoil cores. *Soil Sci.*, v.145, p.225-32, 1993.

SKORA NETO, F., DAROLT, M.R. Controle integrado de ervas no sistema de plantio direto em pequenas propriedades. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTIO DIRETO PARA UMA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL, 1, 1996, Ponta Grossa. *Anais...* Ponta Grossa: IAPAR. p.153-4.

SORENSEN, B.A., SHEA, P.J., ROETH, F.W. Effects of tillage, application time and rate on metribuzin dissipation. *Weed Res.*, v.31, p.333-45, 1991.

STRECK, H.J., WEBER, J.B. Alachlor (LASSO) and metolachlor (DUAL) comparisons in conventional and reduced tillage systems. *Proc. South Weed Sci. Soc.*, v.34, p.33-40, 1981.

THEISEN, G., VIDAL, R.A., FLECK, NG. Efeito da profundidade de sementes e quantidade de palha no banco de sementes de papuã. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21, 1997, Caxambú. *Resumos...* Caxambú: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 1997. p.4.

VELINI, E.D. *Estudos e desenvolvimento de métodos experimentais e amostrais adaptados à matologia*. Jaboticabal, 1995. 250p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.

VELINI, E.D, MARTINS, D. *Efeito da palha de cana-de-açúcar sobre a germinação das principais espécies de plantas daninhas desta cultura*. Botucatu: Departamento de Agricultura e Melhoramento Vegetal, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 1998. 26p. (Relatório Técnico)

VELINI, E.D., NEGRISOLI, E. Controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22, 2000,

Foz de Iguaçu. *Palestras...* Foz de Iguaçu: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2000, p.148-64.

VIDAL; R.A., THEISEN, G., FLECK, N.G., BAUMAN, T.T. Palha no sistema de semeadura direta reduz infestação de gramíneas anuais e aumenta a produtividade da soja. *Ci. Rural*, v.28, p.373-7, 1998.

VOLL, E., DAVIS, G.G., CERDEIRA, L.C. *Semeadura direta da soja*: fatores de eficiência no controle de plantas daninhas e recomendações. *Circ. Tec. CNPsoja*, n. 3, p.1-24, 1980.

WORSHAM, A.D. Crop residues kill weeds, allelopathy at work with wheat and rye. *Crops Soils Mag.*, v.37, p.18-20, 1984.

APÊNDICE

Quadro 17. Coordenadas geográficas (UTM) das áreas de avaliação da produção de biomassa de resíduos culturais de cevada, trigo, aveia colhida e rolada. UNESP-FCA, Botucatu-SP, 2000.

Cevada		Trigo		Aveia colhida		Aveia rolada	
Município	Coordenadas	Município	Coordenadas	Município	Coordenadas	Município	Coordenadas
1. Ponta Grossa (PR)	S 24° 59' 31,0" W 50° 19' 31,5"	Ponta Grossa (PR)	S 25° 12' 32,5" W 50° 03' 17,1"	Ponta Grossa (PR)	S 25° 01' 27,7" W 50° 03' 17,1"	Ponta Grossa (PR)	S 25° 10' 06,4" W 50° 06' 42,5"
2. Imbituva (PR)	S 25° 09' 23,4" W 50° 32' 31,7"	Ponta Grossa (PR)	S 25° 11' 31,0" W 50° 03' 19,9"	Imbituva (PR)	S 25° 12' 03,1" W 50° 34' 25,3"	Ponta Grossa (PR)	S 25° 01' 27,7" W 50° 18' 51,0"
3. Imbituva (PR)	S 25° 36' 17,4" W 50° 14' 46,3"	Ponta Grossa (PR)	S 24° 57' 42,5" W 50° 17' 37,9"	Palmeira (PR)	S 25° 38' 56,2" W 49° 54' 27,2"	Ponta Grossa (PR)	S 25° 05' 33,0" W 50° 03' 47,8"
4. Ipiranga (PR)	S 25° 06' 49,5" W 50° 25' 48,7"	Ponta Grossa (PR)	S 24° 59' 31,0" W 50° 19' 31,5"	Ponta Grossa (PR)	S 24° 59' 31,0" W 50° 03' 47,8"	Imbituva (PR)	S 25° 11' 51,1" W 50° 35' 55,7"
5. Guaragi (PR)	S 25° 14' 55,2" W 50° 13' 38,2"	Ivaí (PR)	S 25° 07' 04,7" W 50° 33' 07,5"	Palmeira (PR)	S 25° 22' 11,3" W 50° 01' 15,8"	Imbituva (PR)	S 25° 09' 23,4" W 50° 32' 31,7"
6. Palmeira (PR)	S 25° 21' 01,3" W 49° 58' 37,4"	Imbituva (PR)	S 25° 10' 29,1" W 50° 33' 39,9"	Carambei (PR)	S 24° 53' 38,4" W 50° 03' 52,0"	Prudentópolis (PR)	S 25° 11' 17,6" W 50° 52' 20,8"
7. Palmeira (PR)	S 25° 43' 36,3" W 49° 26' 29,5"	Guaragi (PR)	S 25° 13' 44,9" W 50° 13' 34,1"	Castro (PR)	S 24° 47' 48,2" W 49° 54' 07,8"	Guamiranga (PR)	S 25° 10' 51,6" W 50° 43' 10,2"
8. Carambei (PR)	S 24° 51' 48,7" W 50° 14' 45,2"	Palmeira (PR)	S 25° 23' 37,9" W 49° 58' 02,0"	Carambei (PR)	S 24° 58' 16,0" W 50° 06' 50,6"	Palmeira (PR)	S 25° 22' 11,3" W 50° 01' 15,8"
9. Carambei (PR)	S 24° 51' 48,6" W 50° 51' 48,6"	Castro (PR)	S 24° 46' 49,1" W 50° 01' 12,5"	Carambei (PR)	S 24° 36' 17,2" W 50° 26' 33,4"	Porto Amazonas (PR)	S 25° 29' 07,8" W 49° 50' 25,8"
10. Tibagi (PR)	S 24° 53' 31,4" W 50° 13' 48,0"	Castro (PR)	S 24° 45' 30,4" W 49° 56' 15,7"	Carambei (PR)	S 24° 48' 26,4" W 50° 15' 54,6"	Pinhal de Cima (PR)	S 25° 32' 10,0" W 50° 06' 42,8"
11. Amparo (PR)	S 24° 55' 37,7" W 50° 24' 25,5"	Castro (PR)	S 24° 26' 45,2" W 49° 37' 28,9"	Tibagi (PR)	S 24° 49' 17,9" W 50° 19' 52,5"	Carambei (PR)	S 24° 53' 30,8" W 50° 13' 48,2"
12. Lapa (PR)	S 25° 38' 41,6" W 49° 49' 49,6"	Carambei (PR)	S 24° 52' 32,1" W 50° 13' 50,2"	Tibagi (PR)	S 24° 44' 14,2" W 50° 22' 51,5"	Tibagi (PR)	S 24° 45' 07,9" W 50° 24' 08,1"
13. Lapa (PR)	S 25° 42' 15,7" W 49° 44' 43,8"	Carambei (PR)	S 24° 48' 26,3" W 50° 15' 54,0"	Itaiacoca (PR)	S 25° 00' 40,7" W 50° 20' 58,2"	Amapro (PR)	S 24° 55' 37,2" W 50° 24' 25,5"
14. Palmeira (PR)	S 25° 39' 28,2" W 49° 57' 39,9"	Tibagi (PR)	S 24° 45' 07,9" W 50° 24' 08,1"	Lapa (PR)	S 25° 42' 15,7" W 49° 44' 43,8"	Itaiacoca (PR)	S 25° 00' 40,7" W 50° 20' 58,2"
15. Ponta Grossa (PR)	S 25° 05' 33,0" W 50° 03' 47,8"	Amapro (PR)	S 25° 00' 40,3" W 50° 20' 58,1"	Lapa (PR)	S 25° 38' 54,5" W 49° 50' 07,3"	Vila Velha (PR)	S 25° 20' 22,3" W 49° 51' 06,9"

Quadro 18. Coordenadas geográficas(UTM) das áreas de avaliação da produção de biomassa de resíduos culturais de milho, milho e capim-braquiária. UNESP-FCA, Botucatu-SP, 2000.

Azevém		Milho		Milheto		Capim-braquiária	
Município	Coordenadas	Município	Coordenadas	Município	Coordenadas	Município	Coordenadas
1. Ponta Grossa (PR)	S 25° 08' 16,4" W 50° 45' 22,7"	Maracajú (MT)	S 21° 28' 13,6" W 55° 15' 59,5"	Maracajú (MT)	S 21° 29' 09,2" W 55° 18' 39,3"	Maracajú (MT)	S 21° 47' 20,6" W 55° 25' 00,6"
2. Ponta Grossa (PR)	S 24° 57' 42,5" W 50° 17' 38,5"	Maracajú (MT)	S 21° 38' 45,8" W 55° 10' 29,8"	Maracajú (MT)	S 21° 39' 12,3" W 55° 11' 30,3"	Maracajú (MT)	S 21° 49' 04,3" W 55° 28' 36,6"
3. Ivaí (PR)	S 25° 09' 09,4" W 50° 40' 49,8"	Maracajú (MT)	S 21° 38' 29,9" W 55° 14' 07,9"	Maracajú (MT)	S 21° 47' 20,6" W 55° 25' 00,6"	Maracajú (MT)	S 21° 44' 03,7" W 55° 30' 44,2"
4. Palmeira (PR)	S 25° 14' 55,2" W 50° 13' 38,2"	Maracajú (MT)	S 21° 24' 27,4" W 55° 19' 37,7"	Maracajú (MT)	S 21° 38' 29,9" W 55° 14' 07,9"	Maracajú (MT)	S 21° 40' 12,3" W 55° 11' 53,6"
5. Palmeira (PR)	S 25° 24' 05,5" W 49° 58' 11,0"	Maracajú (MT)	S 21° 36' 16,0" W 55° 05' 57,7"	Maracajú (MT)	S 21° 35' 02,2" W 55° 05' 20,4"	Maracajú (MT)	S 21° 26' 07,0" W 55° 19' 19,9"
6. Papagaios Novos (PR)	S 25° 27' 40,0" W 49° 46' 23,3"	Dourados (MT)	S 22° 14' 35,3" W 54° 40' 13,1"	Dourados (MT)	S 22° 14' 35,3" W 54° 40' 13,1"	Dourados (MT)	S 21° 38' 54,8" W 55° 09' 10,8"
7. Porto Amazonas (PR)	S 25° 29' 07,8" W 49° 50' 25,8"	Dourados (MT)	S 22° 24' 02,0" W 54° 33' 20,0"	Dourados (MT)	S 22° 21' 12,3" W 55° 12' 57,4"	Dourados (MT)	S 21° 39' 56,5" W 55° 09' 59,9"
8. Ponta Grossa (PR)	S 25° 06' 17,4" W 50° 02' 27,3"	Dourados (MT)	S 22° 20' 0,64" W 54° 34' 04,7"	Dourados (MT)	S 22° 27' 15,1" W 55° 23' 52,2"	Dourados (MT)	S 21° 39' 56,3" W 55° 19' 55,4"
9. Palmeira (PR)	S 24° 28' 17,6" W 50° 01' 35,0"	Dourados (MT)	S 22° 14' 43,6" W 54° 39' 17,8"	Ponta Porã (MT)	S 22° 26' 02,3" W 55° 32' 17,0"	Dourados (MT)	S 22° 20' 06,4" W 54° 34' 05,4"
10. Pinheiral de Cima (PR)	S 25° 32' 30,6" W 50° 06' 28,6"	Dourados (MT)	S 22° 05' 31,1" W 54° 44' 20,5"	Dourados (MT)	S 22° 06' 23,8" W 54° 42' 47,5"	Dourados (MT)	S 22° 16' 33,4" W 55° 01' 19,6"
11. Palmeira (PR)	S 25° 23' 20,0" W 50° 00' 45,2"	Dourados (MT)	S 22° 07' 58,9" W 54° 41' 40,5"			Dourados (MT)	S 22° 22' 0,00" W 55° 14' 07,5"
12. Carambei (PR)	S 25° 23' 19,9" W 50° 05' 37,0"	Dourados (MT)	S 22° 03' 04,2" W 54° 38' 04,7"			Dourados (MT)	S 22° 16' 33,6" W 54° 48' 56,9"
13. Castro (PR)	S 24° 46' 49,1" W 50° 01' 12,6"	Dourados (MT)	S 22° 01' 02,5" W 54° 38' 18,4"			Dourados (MT)	S 22° 17' 02,9" W 54° 48' 17,3"
14. Castro (PR)	S 24° 44' 48,0" W 49° 55' 35,3"	Itaporã (MT)	S 22° 01' 47,2" W 54° 43' 09,6"			Caarapó (MT)	S 22° 32' 16,0" W 54° 51' 16,9"
15. Tibagi (PR)	S 24° 47' 37,7" W 50° 27' 59,6"	Dourados (MT)	S 22° 21' 11,1" W 54° 48' 19,4"			Caarapó (MT)	S 22° 26' 20,3" W 54° 49' 23,4"

Quadro 19. Condições ambientais médias encontradas durante as simulações de chuva e pulverização para todas as palhadas estudadas. FCA/UNESP. Botucatu-SP, 2000. FCA/UNESP. Botucatu-SP, 2000.

Avaliações	Cevada	Trigo	Aveia colhida	Aveia rolada	Azevém	Milheto	Capim- braquiária
Kg MS.ha ⁻¹	Temperatura média da Sala de Simulação (°C)**						
3000	22,3	23,5	20,7	21,6	19,2	23,8	24,0
6000	17,8	23,6	18,0	18,0	21,4	24,3	27,3
9000	22,5	24,2	21,0	22,8	20,2	19,0	24,5
	Umidade Relativa média do Ar da Sala de Simulação (%)**						
3000	74,3	76,3	80,7	73,0	81,4	70,5	80,7
6000	60,3	77,0	83,0	66,0	75,4	58,7	64,3
9000	62,5	77,0	91,6	67,2	78,6	84,4	73,5

** Média de quadro leituras.