

## Influência da Palha no Balanço Hídrico em Lisímetros

Nilson Teixeira de Oliveira, Nilza M. R. Castro, Joel A. Goldenfum

Instituto de Pesquisas Hidráulicas – IPH/UFRGS

nilsontoliveira@yahoo.com.br, nilza@iph.ufrgs.br, joel@iph.ufrgs.br

Recebido: 27/11/08 - revisado: 03/07/09 - aceito: 07/06/10

---

---

### RESUMO

Este trabalho foi realizado na bacia do arroio Donato (1,1 km<sup>2</sup>), localizada na região central do derrame basáltico sul-rio-grandense, com objetivo de avaliar as diferenças no comportamento das variáveis hidrológicas do balanço hídrico em duas condições de manejo do solo (plantio direto com e sem palha na cobertura), através de lisímetros de 1 m<sup>3</sup> com solo indeformado. O período de monitoramento se caracterizou como um ano atípico para a região com relação à precipitação, apresentando dois períodos distintos: um úmido e um seco. O volume superficial e a drenagem profunda tiveram comportamento semelhante, entretanto no lisímetro com palha a drenagem profunda foi mais expressiva. No lisímetro com palha a umidade a 10 cm foi maior que no lisímetro sem palha; já na profundidade de 30 cm a umidade foi maior no lisímetro sem palha e na profundidade de 70 cm não houve diferença. Foi verificado que no lisímetro com palha a evapotranspiração foi menor que no lisímetro sem palha. As observações experimentais indicam que a influência da palha reduz o escoamento superficial, aumenta a drenagem profunda, aumenta a umidade do solo e reduz a evaporação do solo, ocasionando uma redução na taxa de evapotranspiração.

**Palavras-chave:** plantio direto; amostra de solo não-deformada; umidade do solo; evapotranspiração.

---

---

### INTRODUÇÃO

Novas tecnologias de irrigação e de manejo constituem importantes ferramentas para o uso eficiente da água. Na agricultura irrigada o conhecimento da quantidade de água requerida pelas culturas constitui-se em um aspecto importante para que haja uma adequada programação de manejo de irrigação.

O balanço hídrico realizado diretamente em condições de campo permite o acompanhamento das relações hídricas durante as distintas fases de crescimento e desenvolvimento da cultura, tornando-o desta forma uma ferramenta importante para o manejo racional dos recursos hídricos.

O balanço hídrico no campo, além de constituir uma importante forma de ajudar no manejo da cultura, permite medir “in situ” os vários processos que envolvem a dinâmica da água no sistema solo-planta-atmosfera. Alguns autores (Cruz, 2003 e Tim, 2002) têm aplicado essa metodologia para estimativa do consumo de água de uma determinada cultura, para bacias hidrográficas. Segundo Reichardt et al. (1990), o balanço hídrico realizado em bacias apresenta como dificuldade a quantificação

da capacidade de armazenamento de água que estaria disponível às plantas; em adição existe também o problema da variabilidade espacial das propriedades físicas do solo.

Um aspecto importante que deve-se levar em conta na análise do balanço hídrico é o tipo de sistema de plantio. Dependendo do tipo de sistema da região, as variáveis hidrológicas poderão sofrer algumas alterações. Dentre os tipos de plantio, o plantio direto se destaca na região do planalto basáltico no sul do Brasil por sua grande utilização, chegando a mais de 80% da área cultivada. O plantio direto consiste em estabelecer as culturas sem preparo prévio do solo (ao contrário do plantio convencional), mantendo os resíduos vegetais (cobertura vegetal ou palha) na superfície do solo. Os efeitos da palha na superfície do solo, aliados à eliminação de revolvimento do solo, podem modificar as características físicas do mesmo, causando alterações no balanço hídrico.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar experimentalmente a influência da palha no comportamento de variáveis hidrológicas através do balanço hídrico em uma região com plantio direto, utilizando lisímetros em duas condições de manejo

do solo: plantio direto com e sem cobertura da palha na superfície do solo.

## METODOLOGIA

O experimento foi realizado na bacia do arroio Donato, com área de 1,10 km<sup>2</sup>, localizada na região noroeste do Estado do Rio Grande do Sul na posição central do derrame basáltico sul-americano (Figura 1). Essa bacia foi escolhida por fazer parte da bacia do rio Potiribu, considerada representativa da parte central do derrame basáltico no sul do Brasil (Bordas e Borges, 1990). As precipitações médias anuais giram em torno dos 1826 mm, bem distribuídas entre os meses do ano, não sendo possível identificar um período de estiagem (Chevallier e Castro, 1991). A temperatura média anual do ar oscila entre 18 e 19 °C, sendo julho o mês mais frio (13 a 14°C) e janeiro o mais quente (24°C). Contudo, é muito grande a amplitude térmica, sendo que a média das temperaturas máximas do mês mais quente é 32 °C e a média das temperaturas mínimas do mês mais frio estando em torno de 8°C (Nimmer, 1979). A umidade relativa média do ar desta região é de 69%, sendo o valor mínimo de 65% no mês de dezembro e alcança 80% em julho. Cabe ressaltar que nesses meses, as evaporações médias diárias são

da ordem de 4,2 mm e 2,3 mm, respectivamente, atingindo 1200 mm no ano (IPAGRO, 1989).

Os solos predominantes na bacia do arroio Donato, segundo Viero (2004), são os pertencentes à unidade de classificação de mapeamento do Latossolo Vermelho Distroférico (LVdf) e do Nitossolo Vermelho Eutroférico (NVef), tendo destaque a subclasse Latossolo Vermelho Distroférico típico textura muito argilosa A moderado epieutrófico, relevo suave ondulado, 3-8% de declive, meia encosta. É importante ressaltar que os lisímetros estão instalados nesta subclasse de solo.

### Construção e instalação do lisímetro

Visando preservar as características estruturais do solo, ter um maior controle nas variáveis hidrológicas envolvidas e analisar o efeito da palha no balanço hídrico, foram construídos dois lisímetros volumétricos utilizando uma amostra de solo não deformada de 1 m<sup>3</sup>, sendo ambos representando o manejo correspondente ao plantio, porém em um manteve-se a palha na superfície do solo e no outro retirou-se a palha.

Apesar de tornar a coleta de solo difícil, a opção de utilizar amostra de solo não deformada possibilita que as características estruturais do solo sejam preservadas.

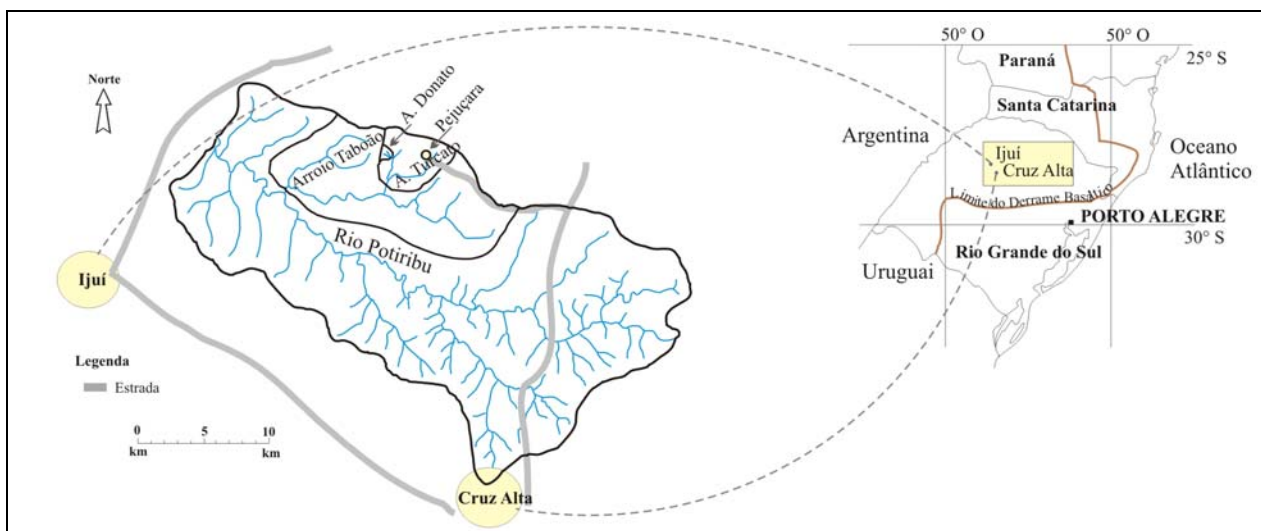


Figura 1 - Localização da área de estudo

Para confecção do mesmo foram construídas duas caixas de acrílico (Figura 2), a primeira vazada, chamada de C-1 (Figura 2.a), sendo utilizada para a coleta da amostra do solo e a segunda, chamada de C-2 (Figura 2.b), para a confecção da base do lisímetro.

A instalação consistiu-se em duas etapas: coleta da amostra de solo não deformada ( $1\text{m}^3$ ) e montagem do lisímetro. A primeira etapa foi feita manualmente. Para sua realização foi preciso adaptar um quadro de ferro na parte inferior da caixa C-1 (Figura 2.a), depois disso posicionou C-1 no local de coleta e na parte superior de C-1, sobre um apoio, colocou-se uma caixa d'água de 1000 litros para facilitar a penetração de C-1 no solo (Figura 3.b).

Depois, em sua volta, abriram-se três trincheiras, utilizando uma retro escavadeira (Figura 3.b). A penetração da caixa C-1 no solo foi feita com auxílio de marreta, pá e enxada, batendo com a marreta nas bordas do quadro de ferro e retirando o excesso de solo, em volta de C-1 (Figura 3.d). Quando a caixa com a amostra de solo atingiu uma profundidade de aproximadamente 1 m, cortou-se a amostra utilizando um cabo de aço puxado por uma caminhonete.

Após a coleta da amostra, iniciou-se a segunda etapa, montagem do lisímetro, erguendo-se a amostra de solo já dentro de C1 e unindo com C2 que já estava preenchida com brita envolta em uma manta sintética (Figura 4).

Foram feitos dois furos de 30 mm no lisímetro, localizados na parte mais baixa da superfície e do fundo (Figura 5.a em destaque), para instalação das tubulações de coleta do escoamento superficial e da drenagem profunda. Esses furos foram vedados com silicone.

Para as tubulações foram utilizados tubos de pvc de diâmetro de 25 mm (Figura 5.c).

Os pluviógrafos utilizados para medição dos escoamentos e os dataloggers utilizados para armazenamento dos dados de escoamentos e de temperatura, foram instalados próximos aos lisímetros e alimentados por baterias e painel solar, protegidos por uma caixa metálica (Figura 5.d).

Instalados todos os equipamentos de medição nos lisímetros, colocou-se solo em volta dos mesmos de modo que todas as paredes do lisímetro ficassem totalmente em contato com o solo e que a superfície do solo dentro do lisímetro ficasse no mesmo nível do terreno. No período da coleta e instalação dos lisímetros, o solo estava coberto com trigo e foi mantida a cobertura dentro dos lisímetros, sendo que em um deles manteve-se a palha da cultura anterior e em outro retirou-se completamen-

te a palha. Depois, na época do plantio da soja foi feito o plantio dentro dos lisímetros, um mantendo-se a palha do trigo e no outro sem a palha.

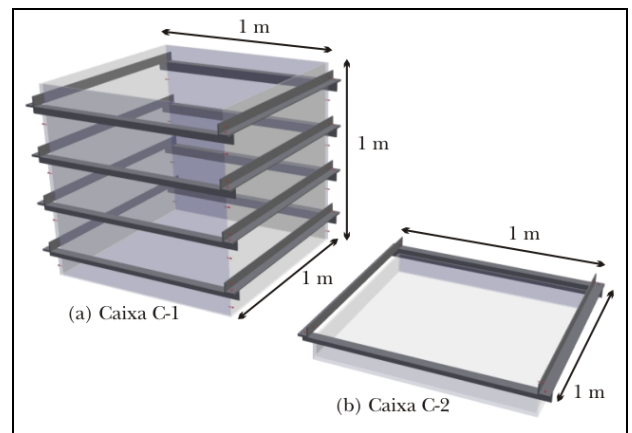


Figura 2 - Lisímetro formado pelas caixas C1 e C2

### Medições e cálculos das variáveis

As principais variáveis medidas foram as que regem a equação do balanço hídrico, ou seja, a precipitação, o volume superficial e a drenagem profunda, e a variação de armazenamento de água no solo. A precipitação foi monitorada utilizando quatro pluviógrafos e um pluviômetro, sendo um pluviógrafo localizado na bacia (EST-13, estação meteorológica) e os outros no entorno da área da bacia do arroio Donato. Para o balanço hídrico foram utilizados os dados de chuva do pluviógrafo próximo aos lisímetros (EST-13); no período onde houve falha foram utilizados os dados do pluviógrafo mais próximo (PVG-23). Na Figura 6 é apresentada a localização dos pluviógrafos e do pluviômetro na bacia em estudo e nas suas proximidades, e também seus intervalos de medição.

Os volumes superficial e da drenagem profunda foram medidos por aparelhos pluviógrafos digitais do tipo cuba basculante Global Water®, modelo RG200, com medições de 0,2 mm de precipitação e precisão do mecanismo de 3 % para intensidades de até  $100\text{mh}^{-1}$  com datalogger, os quais totalizam quatro pluviógrafos (dois para cada lisímetro). Esses pluviógrafos foram conectados a baterias e essas conectadas a um painel solar. Todos os pluviógrafos e baterias foram armazenados em um quadro metálico (Figura 5). Para o cálculo da variação de armazenamento de água no solo foram realizadas medidas de tensão de água no solo a partir de três tensiômetros instalados a 10, 30 e 70 cm de profundidade (Figura 5.b). Ao lado do lisímetro, foram coletadas três amostras não deformadas de solo nas

mesmas profundidades dos tensiômetros com o objetivo de construir a curva de retenção de água no solo e relacionar as tensões lidas com o conteúdo de água no solo.



Figura 3 - Coleta da amostra não deformada no campo



Figura 5 - Instalação dos equipamentos de medição e de armazenamento de dados no lisímetro

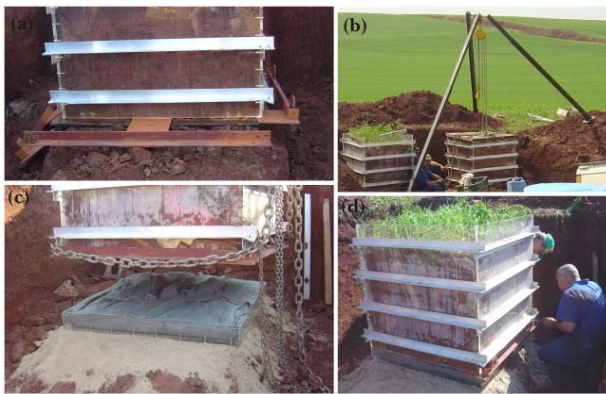


Figura 4 - Montagem do lisímetro

O cálculo da evapotranspiração no lisímetro foi feito utilizando-se a expressão do balanço hídrico, conforme é apresentada a seguir:

$$ET = P - ES - DP \pm \Delta A \quad (1)$$

sendo: ET é a evapotranspiração; P é a precipitação; ES é o escoamento superficial; DP é a drenagem profunda; e  $\Delta A$  é o armazenamento de água no solo. As análises dos dados de evapotranspiração foram realizadas em períodos diários.

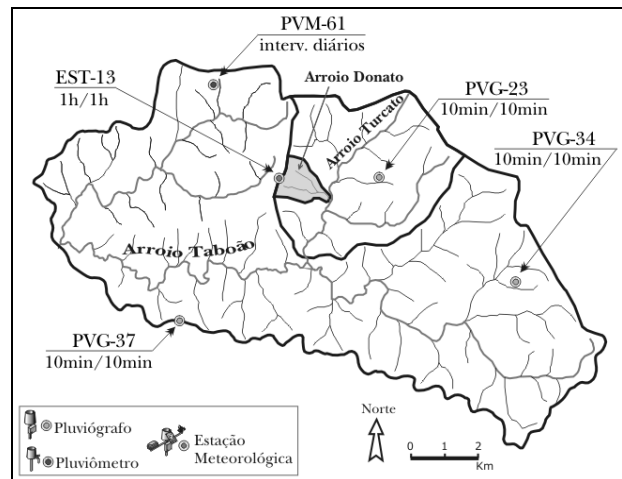


Figura 6 - Localização dos pluviógrafos e pluviômetro na bacia em estudo e nas proximidades (adaptado de Castro et al. 2000)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O período de monitoramento dos lisímetros foi de 30/10/2003 a 17/04/2004. Até o dia 10 de novembro de 2003 a cultura na lavoura e nos lisímetros era o trigo. O monitoramento acompanhou o ciclo completo da soja que foi plantada no dia 17 de

novembro de 2003 e foi colhida no dia 10 de abril de 2004.

### Precipitação

Analisando os dados de precipitação registrados no período estudado, observa-se a ocorrência de um período chuvoso entre os dias 30/10 e 31/12/2003 e um período seco entre 01/01 e 17/04/2004. Houve também a ocorrência de um pico de chuva igual a 154,0 mm registrado no dia 15/12/2003 (EST-13).

Na Tabela 1 são apresentados os valores totais acumulados de precipitação desses dois postos pluviométricos no período chuvoso (30/10 a 31/12/2003) e no seco (01/01 a 17/04/2004) que estão sombreados, além dos valores totais acumulados de precipitação para os pluviógrafos PVG-34 e PVG-37 para os anos 1999 a 2003 nos períodos de 30/10 a 31/12 e de 01/01 a 17/04.

Em todos os postos a precipitação total acumulada no período de 01/01 a 17/04/2004, apesar de referir-se a 3 meses e meio de dados, é bem inferior ao período de 31/10 a 31/12/2003 (Tabela 1 células sombreadas) cujos dados referem-se a apenas 2 meses. Porém, ao comparar com dados de anos anteriores dos mesmos postos pluviográficos e de outros postos localizados dentro da bacia não ocorre essa nítida maior precipitação nesse período de 31/10 a 31/12. Como a amostra de anos analisados desses pluviógrafos é pequena, utilizou-se o PM-61 que tem dados desde 1990.

Analisando esses dados, para o PM-61 dos 14 anos de dados, 4 anos apresentaram um período chuvoso (1990, 1993, 1997 e 2002) referente ao período de 31/10 a 31/12, enquanto que apenas 2 anos apresentaram um período seco (1991 e 1997 referente ao período de 01/01 a 17/04). Isto indica que nos períodos em que os lisímetros foram analisados, de 31 de outubro a 31 de dezembro de 2003 choveu mais que a média (541,8 mm EST-13 contra 339,6 mm PM-61) e no período de 01 de janeiro a 17 de abril de 2004 choveu bem abaixo da média (190,6 mm EST-13 contra 543,0 mm PM-61). Trata-se, portanto de um ano atípico com dois períodos distintos bem definidos, o período úmido de 31/10 a 31/12/2003 e o período seco de 01/01 a 19/04/2004.

Devido a esses períodos distintos o monitoramento das outras variáveis foi prejudicado, uma vez que a precipitação é a única variável de entrada no balanço hídrico dos lisímetros. As conseqüências geradas são refletidas no baixo número de eventos registrados, apenas seis no período mais úmido.

### Volúmenes: escoamento superficial e drenagem profunda

Na Tabela 2 são apresentados os volumes totais nos lisímetros com palha e sem palha respectivamente; esse volume total é obtido pela soma entre o escoamento superficial e a drenagem profunda; e os volumes precipitados (pluviógrafos) para cada evento. O período dos eventos foi definido da seguinte forma: o início corresponde ao início da chuva e o fim corresponde ao final do volume total escoado.

Comparando a resposta do escoamento total (Drenagem Profunda + Escoamento Superficial) com relação a cada evento de chuva, nota-se que no lisímetro com palha ocorre mais escoamento que no lisímetro sem palha. Essa grande diferença provavelmente aconteceu devido ao erro na leitura do escoamento superficial no lisímetro sem palha, pois durante os primeiros eventos ocorria entupimento do pluviógrafo, já que não havia a palha para proteger o solo. Após constatado esse problema, para contorná-lo foi colocada uma tela de metal protegida por uma manta sintética nos pluviógrafos, mas infelizmente após isso ocorreu o período seco, sendo assim poucos registros de escoamento total do lisímetro sem palha foram confiáveis. Um outro problema que foi identificado foi no evento VI, que foi registrado uma precipitação menor que o escoamento (valores sombreados Tabela 2). Esse valor de precipitação foi registrado em todos os pluviógrafos da bacia, o que descarta a possibilidade de erro de registro. Uma explicação para isso é que talvez o escoamento da lavoura possa ter entrado no lisímetro fazendo com que esse registro ficasse superestimado.

Analisando o escoamento de drenagem profunda separadamente, (Tabela 2), observa-se que no lisímetro com palha o escoamento de drenagem profunda é muito superior ao do lisímetro sem palha para todos os eventos. Isto demonstra que no lisímetro com palha, a cobertura da palha tende a atenuar o impacto das gotas de chuva fazendo com que ocorra uma maior infiltração e conseqüentemente um maior escoamento da drenagem profunda, enquanto que, para o lisímetro sem palha, o impacto sucessivo das gotas de chuva gera formação de uma fina camada adensada na superfície do solo dificultando a infiltração de água no solo e conseqüentemente causando um aumento no volume do escoamento superficial. Esse fato foi também observado por Castro (1996) que estudou parcelas de 1 m<sup>2</sup> de área, sob chuva natural e simulada utilizando plantio convencional e plantio direto com a palha,

na mesma bacia utilizada neste artigo, relata que as parcelas preparadas com o plantio convencional, que estavam sem proteção da palha, produziram maiores escoamentos superficiais devido ao efeito do adensamento da camada superficial do solo, tanto para chuva natural quanto para chuva simulada.

### Armazenamento de água no solo

Na Figura 7 são apresentados os dados de umidade do solo para os dois lisímetros, e os dados de precipitação (EST-13). Observa-se que no lisímetro com palha nos eventos chuvosos a umidade na profundidade de 10 cm tem uma resposta muito rápida. Na profundidade de 30 cm apesar da resposta não ser tão rápida, a umidade apresenta um comportamento semelhante: no período inicial, que é o chuvoso, a umidade do solo é maior, já no período sem ocorrência de chuva ocorre o contrário, como era de se esperar. Nota-se também que no lisímetro com palha a umidade à 10 cm é maior que na profundidade de 30 cm e 70 cm; já no lisímetro sem palha a umidade tem uma variação menor nessas três profundidades. Isto provavelmente ocorre porque a cobertura da palha conserva a umidade do solo na profundidade de 10 cm, sendo parte dessa água é evapotranspirada e parte é liberada aos poucos para as camadas mais profundas. No lisímetro sem palha a umidade a 10 cm e 30 cm apresenta menor variação, com valores que não diferem muito entre si, comparando com o lisímetro com palha, durante os eventos chuvosos. Isto ocorre porque no lisímetro sem palha a evaporação do solo é maior diminuindo assim a disponibilidade de água nessas profundidades. Observou-se também que a umidade na profundidade de 30 cm no lisímetro sem palha é em geral ligeiramente superior ao lisímetro com palha.

Na profundidade de 70 cm, os valores de umidade apresentam pouca variação durante os eventos. Esse comportamento também foi constatado no trabalho de Medeiros (2004) sobre a variabilidade espacial do conteúdo de água no solo na bacia do arroio Donato-RS, cujo período de monitoramento foi de junho de 2002 a junho de 2003; onde os valores médios do conteúdo de água no solo, na superfície mostraram uma clara influência das estações, com valores mais baixos no período de verão, devido a maior evaporação. Na profundidade de 60 cm, o conteúdo médio de água no solo não variou significativamente durante todo o período de monitoramento, que foi um ano completo.

O mesmo foi observado por Feltrin (2009) analisando dados de um lisímetro idêntico ao utilizado neste artigo, instalado em solo arenoso em Santa Maria. A umidade na profundidade de 70 cm não variou ao longo de todo período monitorado, que foi de junho de 2008 a abril de 2009.

Observa-se também que na profundidade de 70 cm, tanto no lisímetro sem palha como no lisímetro com palha, no período seco, a umidade do solo é maior que nas camadas mais superficiais (10 e 30 cm), pois a evapotranspiração age nessas camadas. Já no período úmido, a umidade a 70 cm tem valores semelhantes a profundidade de 30 cm e inferiores à profundidade de 10 cm.

Fazendo agora um comparativo da umidade volumétrica média nos períodos úmido e seco nos dois lisímetros, têm-se os seguintes resultados conforme são apresentados na Tabela .

Na profundidade de 10 cm, no lisímetro com palha, a umidade volumétrica média apresentou um aumento de 13,5% comparado com os períodos úmido e seco, enquanto que no lisímetro sem palha esse aumento foi igual a 8,7%. Isto demonstra que nessa profundidade a palha manteve o solo mais úmido, ocasionando um aumento da disponibilidade de água no solo.

Para as profundidades de 30 cm e 70 cm, a umidade volumétrica média, em ambos os lisímetros, não variou entre o período úmido e seco. Comparando entre os lisímetros, na profundidade de 30 cm, houve uma redução na umidade de menos de 1% e, na profundidade de 70 cm um aumento de 1% para o lisímetro com palha. Isto indica que o efeito da palha a partir da profundidade de 30 cm não interfere muito no armazenamento de água no solo.

### Evapotranspiração

Na Figura 8 são apresentados os valores de evapotranspiração real da cultura da soja calculada pelo balanço hídrico em uma escala temporal diária, nos lisímetros com e sem a palha.

Através da equação de balanço hídrico, obteve-se alguns valores de evapotranspiração da soja muito altos e outros valores negativos. Isso provavelmente tenha ocorrido devido ao fato de que, nessa escala diária, os equipamentos não acompanham a velocidade dos processos hidrológicos. É o caso da leitura dos tensiômetros, que são realizadas apenas uma vez ao dia, sendo que dependendo do momento em que a chuva ocorreu, a leitura daquele dia pode não estar considerando àquela chuva, o que interfere no balanço diário.

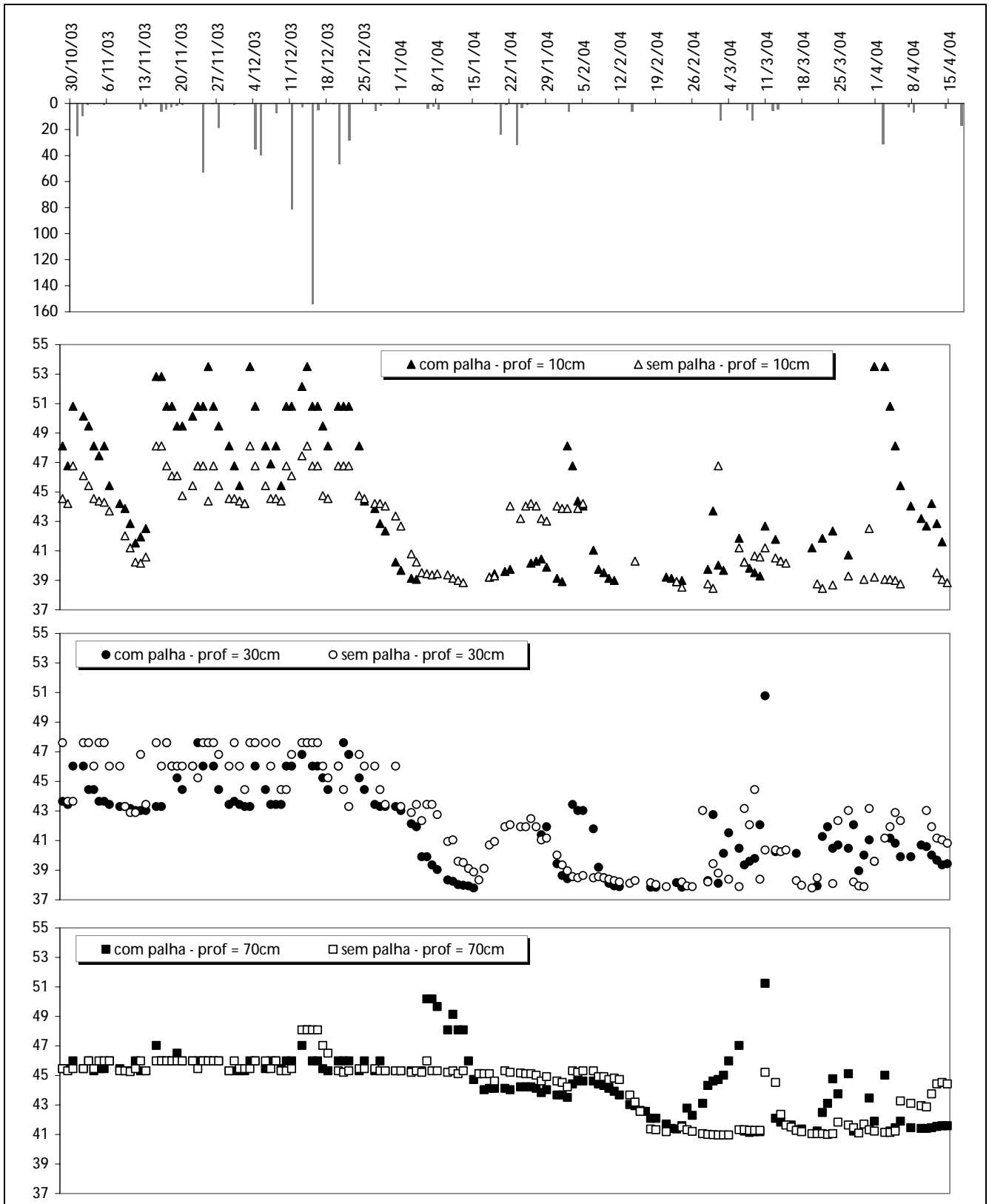


Figura 7 - Umidade volumétrica do solo nos lisímetros com e sem palha nas profundidades de 10, 30 e 70 cm.

**Tabela 1 – Valores totais acumulados (mm) dos postos EST-13, PVG-23, PVG-34 e PVG-37 nos períodos de 30/10 a 31/12 a 01/01 a 17/04 para os anos de 1999 a 2004**

ANO	EST-13		PVG-23		PVG-34		PVG-37	
	31/10 a 31/12	01/01 a 17/04	31/10 a 31/12	01/01 a 17/04	31/10 a 31/12	01/01 a 17/04	31/10 a 31/12	01/01 a 17/04
1999	110,8	-	146,8		143,8	-	109,0	-
2000	174,2	-	-	475,0	-	459,4	-	415,8
2001	147,2	303,0	136,0	445,6	102,2	179,6	206,8	319,4
2002	-	522,0	497,0	196,6	493,2	468,6	473,6	393,4
2003	541,8	-	525,6	458,2	560,2	423,2	566,4	452,0
2004	-	190,6	-	240,0		312,6		229,2
MÉDIA	243,5	338,5	326,4	363,1	324,9	368,7	339,0	362,0
DESVIO	200,6	168,5	213,9	133,5	235,3	122,6	216,2	88,6

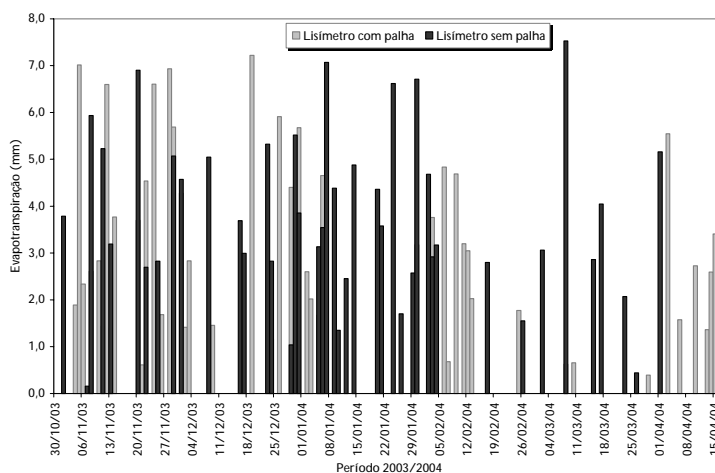
**Tabela 2 - Valores dos volumes totais escoados e precipitados para cada evento, mm.**

EVENTO	INÍCIO	FIM	LIS c/ palha			LIS s/ palha			PVG-23	PVG-34	PVG-37	EST-13
			ES	DP	ES+DP	ES	DP	ES+DP				
I	25/10/2003	13/11/2003	0,01	32,94	32,94	3,42	0,00	3,42	93,4	79,6	111,6	99,2
II	16/11/2003	22/11/2003	0,00	49,42	49,42	1,83	0,00	1,83	64,4	63,6	60,6	15,8
III	24/11/2003	1/12/2003	0,00	63,45	63,45	0,20	0,00	0,20	73,8	75,0	90,4	73,0
IV	4/12/2003	9/12/2003	0,77	76,47	77,25	0,02	5,10	5,11	81,2	86,8	87,0	82,8
V	11/12/2003	21/12/2003	0,04	281,57	281,62	0,01	71,68	71,69	238,8	269,8	218,0	290,6
VI	22/12/2003	31/12/2003	0,00	37,00	37,00	0,00	0,18	0,18	23,0	27,0	29,6	36,0

ES – escoamento superficial, DP – drenagem profunda

**Tabela 3 - Valores de umidade volumétrica média (%) para os períodos úmido e seco**

Profundidade	LIS c/ palha		LIS s/ palha	
	úmido	seco	úmido	seco
10 cm	48,33	41,81	45,17	41,25
30 cm	42,21		42,58	
70 cm	44,59		44,24	



**Figura 8 - Evapotranspiração de cultura (soja) em intervalo diário – mm/dia**



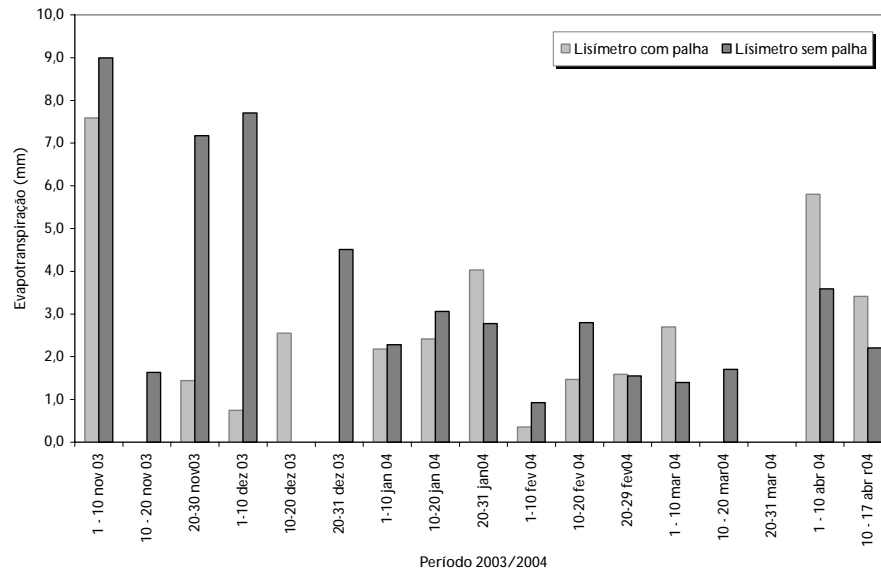


Figura 9 - Evapotranspiração de cultura (soja) em intervalo decenal – mm/dia

Ao trabalhar-se com maior intervalo de tempo para o balanço hídrico, esses erros são amortecidos, pois, minimiza-se os problemas de defasagem entre os processos hidrológicos que ocorrem no lisímetro e o tempo de leitura e de resposta dos aparelhos utilizados para as medições. Devido ao pequeno número de dados, na escala temporal diária, não foi possível identificar um comportamento distinto entre os lisímetros com e sem palha, ficando prejudicada a identificação da influência da palha na evapotranspiração da cultura (soja).

Já na escala decenal (Figura 9), observa-se que os valores são bem mais coerentes, com valores de evapotranspiração entre 0,2 e 9 mm/dia. O mesmo constatou Feltrin (2009), que fez um balanço hídrico a partir de dados de um lisímetro idêntico ao utilizado nesse artigo, com um intervalo diário, de 5 dias e de 10 dias. O autor constatou que o balanço diário apresentou resultados ruins, com variações de evapotranspiração de -19,79 a 50,1 mm/dia. Já para o balanço a cada 5 dias, a variação foi de 0,6 a 7,8 mm/dia e para o balanço decenal a variação foi de 1,49 a 7,71 mm/dia, valores dentro do esperado e não muito diferente dos encontrados neste estudo e também no estudo por Bertoni et al. (1976), que estudaram 20 lisímetros instalados em Marília, no período de 1960 a 1972, em diferentes solos sob diferentes manejos, e encontraram valores de evapotranspiração média diária entre 2,3 e 7,8 mm.

Pode-se observar na Figura 9 que no lisímetro sem palha os valores de evapotranspiração da soja são na maior parte do período analisado, maiores que no lisímetro com palha. Pode-se então cons-

tatar que a palha causa um efeito de diminuição da evapotranspiração da água no solo. O mesmo observou Almeida et al. (2008), quando avaliaram o efeito da evapotranspiração em doze lisímetros instalados em Santa Maria, com e sem palha de 28/11 a 10/12/2008. Os autores constataram que a presença da palha na superfície do solo proporcionou redução na evapotranspiração entre 10 e 46% nos primeiros 4 dias após aplicação de água nos lisímetros, para solos de diferentes texturas. Segundo os autores, a palha na superfície do solo reduz a evaporação da água no solo, por aumentar a reflexão da energia, minimizar o efeito do vento sobre a superfície evaporante e reduzir a temperatura do solo. Conseqüentemente, reduz também a evapotranspiração da água no solo.

## CONCLUSÃO

Com relação à precipitação, o período de monitoramento se caracterizou em um ano atípico com dois períodos distintos bem definidos: o período úmido de 31 de outubro a 31 de dezembro de 2003, cujo total precipitado (541,8) foi maior que a média nesse mesmo posto (243,5 mm) no período de 1999 a 2004; e o período seco de 01 de janeiro a 19 de abril de 2004, onde o total precipitado (190,6 mm) foi bem abaixo da média (338,5 mm).

Devido a esses períodos distintos, o monitoramento dos volumes superficial e drenagem profunda, foi prejudicado principalmente no período seco, cujo volume total acumulado foi apenas 8,5

mm no lisímetro com palha e 0,44 mm no lisímetro sem palha.

Durante o período úmido foi constatado que no lisímetro com palha a drenagem profunda foi mais expressiva comparada com o lisímetro sem palha.

Apesar dos problemas de entupimento no pluviógrafo que registrou o escoamento superficial do lisímetro sem palha, foi constatado que o escoamento superficial, na maioria dos eventos, foi maior no lisímetro sem palha. Isto demonstra que no lisímetro com palha, a cobertura da palha tende a atenuar o impacto das gotas de chuva fazendo com que ocorra uma maior infiltração e conseqüentemente uma maior drenagem profunda, enquanto que, para o lisímetro sem palha, o impacto sucessivo das gotas de chuva gera a formação de uma fina camada adensada na superfície dificultando a infiltração de água no solo e conseqüentemente um aumento no volume do escoamento superficial.

No que se refere à umidade do solo a análise comparativa da umidade nos lisímetros demonstrou que na profundidade de 10 cm a umidade volumétrica é mais expressiva no lisímetro com palha; já para as profundidades de 30 e 70 cm o efeito da palha não interfere muito no armazenamento de água no solo se mantendo constante em ambos os lisímetros. Isto indica que a cobertura da palha, além de manter o solo a uma temperatura menor, tende a reter mais água na primeira camada de solo aumentando assim a umidade, enquanto que no lisímetro sem palha a evaporação do solo é maior, restando menos água na primeira camada. Dessa forma a água que se infiltra, no lisímetro sem palha, tende a ficar armazenada nas camadas mais profundas e drenar para os corpos d'água.

A medida da evapotranspiração nos lisímetros foi feita através do balanço hídrico diário e decenal. Constatou-se que na escala diária, o balanço hídrico não apresenta bons resultados, devido a defasagem no tempo de resposta dos aparelhos medidos com os processos hidrológicos que ocorrem no lisímetro. Na escala decenal, os resultados foram mais coerentes e nos permitiram constatar que no lisímetro com palha a evapotranspiração foi menor que no lisímetro sem palha.

Estes resultados indicam que a influência da palha:

- Reduz o escoamento superficial, promovendo um aumento da infiltração de água no solo e, conseqüentemente um aumento na drenagem profunda;

- Retém maior quantidade de água no solo, ou seja, aumenta a umidade do solo, nas profundidades de 10 a 20 cm;
- Reduz a evaporação do solo, ocasionando assim uma redução na taxa de evapotranspiração na camada superficial do solo.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio proporcionado pelo CNPq, através das bolsas de Mestrado e de Produtividade em Pesquisa concedidas aos autores e o suporte financeiro recebido através do MCT/FINEP – CT-HIDRO.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. E., CARLESSO, R., SALDANHA, G.S., PETRI, T. M., GRASEL, C.H. (2008). *Efeito da manutenção de resíduos vegetais na superfície do solo no armazenamento e evaporação da água de solos de diferentes texturas*. Taller International Red Riegos. CYTED. Florianópolis. Novembro 2008.
- BERTONI, J., LOMBARTI NETO, F., ENATTI JÚNIOR, R. (1976). *Estudo, em lisímetros monolíticos, de perdas de água e evapotranspiração em três diferentes tipos de solos sob diferentes condições de uso*. Revista científica do Instituto Agronômico do Estado de São Paulo, BRAGAMTIA, vol. 35, Campinas, nº 12, p. 123-145.
- BORDAS, M.P., BORGES, A.L. (1990). *Escolha de bacias representativas e experimentais para estudo da erosão no planalto basáltico sulamericano*. Trabalho apresentado no 8º Congresso Brasileiro e Encontro Nacional de Pesquisa sobre Conservação do solo, Londrina, 7 p.
- CASTRO, N.M.R. (1996). *Ruisselement et erosion sur des bassins versants de grandes cultures du plateau basaltique du sud du Brésil (Rio Grande do Sul)*. Tese de Doutorado do Programa de Pós Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. I-PH-UFRGS, Porto Alegre, 190 p.
- CASTRO, N.M.R., CHEVALLIER P., GOLDENFUM J.A. (2000). *Atualização 1989 a 1998, dados básicos de pluviometria e fluviometria*. Revista do Programa de Pós Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. I-PH-UFRGS. Porto Alegre.
- CHEVALLIER P., CASTRO N.M.R. (1991). *As precipitações na região de Cruz Alta e Ijuí (RS-Brasil)*. In: *Simpósio*

- Brasileiro de Recursos Hídricos, 10., 1991, Rio de Janeiro, Anais 3, p. 183-192, Rio de Janeiro: AB-RH/APRH.
- CRUZ, A.C.R. (2003). *Consumo de água por cultura de citros cultivada em latossolo vermelho amarelo*. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP, Piracicaba, São Paulo, 92 p.
- FELTRIN (2009). *Comportamento das variáveis hidrológicas do balanço hídrico do solo em lisímetros de drenagem*. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Santa Maria, 78 p.
- IPAGRO (1989). *Atlas agroclimáticas*. Rede Meteorológica. Estado do Rio Grande do Sul, 3, mapa n. 232.
- MEDEIROS, J.D.F. (2004). *Variabilidade espacial do conteúdo de água no solo na bacia do Arroio Donato-RS*. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 139 p.
- NIMMER E. (1979). *Climatologia da Região Sul*. In, IBGE (ed), *Climatologia do Brasil*, 2 ed., Rio de Janeiro, p. 195-264.
- REICHARDT, K.; LIBARDI, P. L.; MORAES, S.O.; BACCHI, O.O.S.; TURATTI, A.L. e VILLAGRA, M.M. (1990). *Soil spatial variability and its implications on the establishment of water balances*. In: Congresso Internacional de Ciência do Solo, 14, Anais, Kyoto: Sociedade Internacional de Ciência do Solo, v. 1, p. 41-46.
- TIM, L.C. (2002). *Efeito do manejo da palha da cana-de-açúcar nas propriedades físico-hídricas de um solo*. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP, Piracicaba, São Paulo, 115 p.
- VIERO, A.C. (2004). *Análise da geologia, geomorfologia e solos no processo de erosão por voçorocas: bacia do Taboão/RS*. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 119 p.
- differences in the behavior of the water balance hydrologic variables (precipitation, superficial and deep drainage, soil moisture and evapotranspiration) under two different soil preparations using two volumetric lysimeters of 1m<sup>3</sup> unspoiled soil sample. The monitoring period was characterized as an unusual year concerning precipitation and two different periods were identified: a wet period, with total precipitation greater than the average historical value for the same time period in previous years, and a dry period, with total precipitation lower than the average historical value. Both lysimeters presented similar superficial and deep draining outputs, although more marked subsurface drainage was observed in the lysimeter with straw cover. At the depth of 10 cm, the soil moisture in the straw-covered lysimeter cover was higher than in the other one. The opposite was observed in relation to soil moisture at a depth of 30 cm, when the straw-covered lysimeter presented lower values, while at a depth of 70 cm both lysimeters presented similar soil moisture values. The results showed that evapotranspiration in the straw-covered lysimeter was lower than in the other lysimeter, but a more detailed analysis was not possible due to mechanical problems in the instruments. The experimental observations indicate that the effects of straw cover on the hydrologic variables analyzed are: reduction of the superficial drainage; increased deep drainage; increased soil moisture; reduction of soil evaporation and consequently reduction of evapotranspiration.*
- Key-words:** no-tillage; unspoiled soil sample; soil moisture; evapotranspiration.

### ***Influence Of Straw On The Water Balance In Lysimeters***

#### **ABSTRACT**

*This research was developed in Donato river basin (1.1 km<sup>2</sup>), in the central region of the basalt plateau in the State of Rio Grande do Sul, Brazil, aiming to evaluate the*