



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.  
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

## ESCOAMENTO SUPERFICIAL DOS SOLOS DA SUB-BACIA JARDIM NOVO HORIZONTE, ILHA SOLTEIRA, SP

Carla Deisiane de Oliveira Costa<sup>1</sup>; Marlene Cristina Alves<sup>2</sup>; Antônio de Pádua Sousa<sup>3</sup>

### RESUMO

---

O manejo inadequado provoca a degradação do solo aumentando o escoamento superficial. Este trabalho foi realizado na sub-bacia Jardim Novo Horizonte, localizada no Município de Ilha Solteira, noroeste do Estado de São Paulo. Esta região apresenta problemas ambientais, como erosão do solo e assoreamento dos rios. Esta pesquisa teve por objetivo estimar o escoamento superficial dos solos da sub-bacia Jardim Novo Horizonte. Os solos da sub-bacia são o Latossolo Vermelho e o Argissolo Vermelho-Amarelo, ambos de textura média. A simulação do escoamento superficial foi realizada utilizando-se o programa computacional SIMHUNER, utilizando dados diários de precipitação, evapotranspiração e vazão no período de agosto de 1991 a agosto de 2009. Para a simulação foram utilizados dados de precipitação e evapotranspiração do Município de Ilha Solteira, SP. Os dados de vazão foram estimados utilizando-se o Método da Curva-Número. Os baixos valores de coeficiente de escoamento observados indicam que apenas uma pequena parte da precipitação que chega sobre a sub-bacia é convertida em escoamento superficial, significando que a mesma apresenta uma baixa tendência ao escoamento superficial se adequadamente manejada.

**Palavras-chave:** Manejo inadequado, Degradação do solo e Coeficiente de escoamento.

### RUNOFF SURFACE OF SOIL FROM THE JARDIM NOVO HORIZONTE SUB-BASIN RIVER, ILHA SOLTEIRA, SP

#### ABSTRACT

Inadequate management cause soil degradation increasing runoff surface. This work was performed in the sub-basin river Jardim Novo Horizonte, located in the municipality of IlhaSolteira, northwest of São Paulo. This region presents environmental problems such as soil erosion and siltation of rivers. This study aimed to estimate the runoff surface of soil sub-basin river Jardim Novo Horizonte. The soils of the sub-basin river are the Oxisol and Alfisol, both of medium texture. The runoff simulation was performed using the computer program SIMHUNER, using daily data of precipitation, evapotranspiration and outflow from August 1991 to August 2009. For the simulation we used data of precipitation and evapotranspiration of the Municipality of IlhaSolteira, SP. The flow data were estimated using the method of curve-number. The low values of runoff coefficient observed indicates that only a small part of the precipitation that arrives on the sub-basin river is converted into runoff, meaning that it has a low tendency to runoff if properly managed.

**Keywords:** Inadequate management, Soil degradation, Runoff coefficient.

---

<sup>1</sup>Profª. Drª Colaboradora da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Pós-Doutoranda pelo Programa de Produção Vegetal, Aquidauana-MS.E-mail: carladeisiane@hotmail.com.

<sup>2</sup>Profª.DrªTitular da UNESP/FE/IS, Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Ilha Solteira-SP.

<sup>3</sup> Prof. Dr Adjunto da UNESP/FCA, Departamento de Engenharia Rural, Botucatu-SP.

## 1. INTRODUÇÃO

A falta de planejamento ambiental e a ocupação inadequada de bacias hidrográficas vêm causando a degradação dos recursos naturais, principalmente do solo e da água. Com o problema da escassez de água, associado à falta de planejamento ambiental, a bacia hidrográfica tem se tornado uma importante unidade de estudo.

Um dos principais aspectos de uma bacia hidrográfica é a inter-relação existente entre os seus vários componentes, como o solo, a água, a cobertura vegetal e a atmosfera, sendo que uma ação qualquer sobre um deles certamente reflete-se nos outros. A ação antrópica rompe o equilíbrio existente entre estes componentes, causando principalmente, o aumento do escoamento superficial e da erosão, o transporte e o acúmulo de sedimentos nos cursos de água, o seu assoreamento e contaminação.

É importante compreender os fatores que integram o processo de erosão do solo, pois serve como indicador na elaboração de medidas que visem maximizar o uso dos recursos naturais disponíveis e evitar os efeitos negativos decorrentes da produção, do transporte e da deposição de sedimentos. Estes fatores dependem da natureza dos solos, ou seja, das suas

propriedades, e principalmente do manejo, do uso e da ocupação dos mesmos, exercendo grande influência na movimentação da água no solo e conseqüentemente interferindo no escoamento superficial resultante.

De acordo com Pruski et al. (2001), o escoamento superficial é o principal processo associado à erosão hídrica, pois apesar do impacto das gotas de chuva desempenhar um papel importante na desagregação das partículas do solo, é o escoamento superficial que promove o transporte das partículas de solo liberadas.

Para a geração do escoamento superficial existem inúmeras variáveis e atributos físicos que determinam o processo, destacando-se as características da precipitação e da capacidade de infiltração de água no solo (TUCCI, 2001).

Em um evento de precipitação parte dela é interceptada pela vegetação, enquanto o restante atinge a superfície do solo. O empoçamento da água nas depressões existentes na superfície do solo começa a ocorrer somente quando a intensidade de precipitação excede a taxa de infiltração, ou quando a capacidade de acúmulo de água no solo for ultrapassada. Esgotada a capacidade de retenção superficial, começa o escoamento superficial (PRUSKI et al., 2008).

Manejes inadequados que levam a compactação do solo provocam aumento da parcela do escoamento superficial, reduzindo, portanto, a presença de água no solo e, conseqüentemente, a recarga do lençol freático e nascentes, podendo conduzi-las a um processo irreversível de seca dos cursos de água (MELLO, 2003).

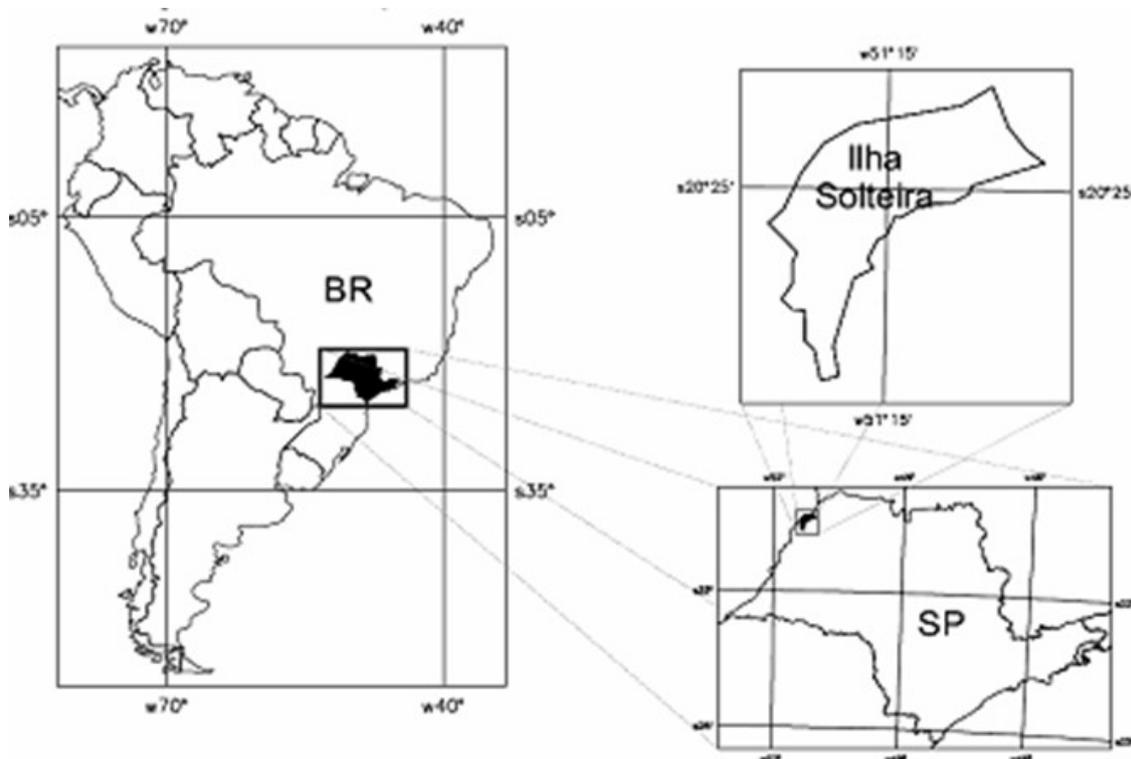
A sub-bacia Jardim Novo Horizonte apresenta grande importância, pois está localizada nas proximidades da Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira. Esta região apresenta problemas ambientais, como erosão do solo e assoreamento dos rios, além da escassez de vegetação nativa.

Todos estes problemas foram ocasionados pela falta de planejamento

ambiental e pelo manejo inadequado dos recursos naturais. Nesse sentido, este trabalho foi realizado com o objetivo de estimar o escoamento superficial dos solos da sub-bacia Jardim Novo Horizonte.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na sub-bacia Jardim Novo Horizonte, que está localizada no Município de Ilha Solteira, noroeste do Estado de São Paulo, possui 2.200 ha de área, as coordenadas geográficas são 20° 22' 45,17" e 20° 25' 47,68" de latitude Sul, 51° 19' 9,66" e 51° 22' 7,17" de longitude Oeste de Greenwich, e altitude média de 320 metros (Figura 1).



**Figura 1:** Indicações da localização do município de Ilha Solteira, noroeste do Estado de São Paulo.

A classificação climática da região, de acordo com Köppen, é do tipo Aw, definido como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. As médias anuais são 23° C de temperatura, 1.370 mm de precipitação pluvial e umidade relativa do ar entre 70 e 80 %. A vegetação original da região é de cerrado.

Os solos mais representativos da sub-bacia são: Latossolo Vermelho distrófico e Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico, representando 70 e 30% da área total, respectivamente. Os solos da sub-bacia Jardim Novo Horizonte apresentam textura média e uma rápida taxa de infiltração (Tabela 1).

**Tabela 1:** Valores médios dos conteúdos de areia, de silte e de argila, classe textural e taxa constante de infiltração de água para as duas classes de solos na camada de 0,0 a 0,20 m.

Classes de Solos	Areia	Silte (g kg <sup>-1</sup> )	Argila	Classe Textural	Taxa Constante de Infiltração (cm h <sup>-1</sup> )
Latossolo	743	100	156	Franco arenosa	31,60
Argissolo	508	243	249	Franco argilo-arenosa	26,31

Com relação às classes de uso e de ocupação dos solos da sub-bacia Jardim Novo Horizonte, aproximadamente 50%

do total da área estão ocupadas com pastagens, e pequenas áreas com vegetação nativa (Tabela 2).

**Tabela 2:** Classes de uso e ocupação dos solos da sub-bacia Jardim Novo Horizonte, Ilha Solteira, SP.

Classes de uso e de ocupação dos solos	Área (%)
Vegetação antrópica/edificação	10,80
Vegetação natural ciliar	3,82
Pastagem	49,68
Vegetação natural	19,41
Área urbana	10,60
Área de propriedade da CESP	1,90
Corpo de água	2,38
Área degradada	1,41

A simulação do escoamento superficial foi realizada utilizando-se o programa SIMHUNER (DÍAZ et al.,

2007). Foram empregados dados diários de precipitação, de evapotranspiração e de vazão, no período de agosto de 1991 a

agosto de 2009. Os dados de precipitação e de evapotranspiração do Município de Ilha Solteira foram obtidos pelo Departamento de Hidráulica e Irrigação (FE/IS/UNESP, 2009). Por não haver dados medidos de vazão, a mesma foi estimada utilizando-se a equação proposta por SoilConservation Service-SCS (USDA-SCS, 1972):

$$Q = \left( \frac{R-0,2S}{R+0,8S} \right)^2 \quad (1)$$

onde Q é o escoamento superficial diário (mm); R é a precipitação diária (mm); S é o parâmetro de retenção (mm).

O parâmetro de retenção varia de acordo com a bacia, em função do solo, do uso do solo, da declividade e também com o tempo, devido às alterações ocorridas e com o teor de água no solo. Este parâmetro está relacionado com a curva número (CN) pela seguinte equação:

$$S = \frac{25.400}{CN} - 254 \quad (2)$$

em que CN é o número da curva, cujo valor pode variar entre 1 e 100, e depende do uso e do manejo do solo, do grupo de solo, da condição hidrológica e do teor de água antecedente no solo.

Quando a precipitação acumulada dos últimos cinco dias for menor que 36 mm ou quando o teor de água no solo estiver abaixo da capacidade de campo, os

valores de CN devem ser corrigidos de acordo com a seguinte expressão:

$$CN_I = \frac{4,2 CN_{II}}{10-0,058 CN_{II}} \quad (3)$$

em que  $CN_I$  é o número da curva corrigido para as condições de teor de água I, e  $CN_{II}$  é o número da curva obtido para a sub-bacia em estudo.

Quando a precipitação antecedente dos últimos cinco dias for superior a 53 mm ou quando o solo estiver com teor de água acima da capacidade de campo, o valor de CN deve ser corrigido por:):

$$CN_{III} = \frac{23 CN_{II}}{10+0,13 CN_{II}} \quad (4)$$

em que  $CN_{III}$  é o número da curva corrigido para as condições de teor de água III.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação média anual do período analisado foi de 1.271,54 mm (Tabela 3). Para o escoamento superficial, foi observado um valor médio anual de 103,51 mm. Os dados apresentaram um coeficiente de determinação  $R^2$  igual a 0,56. Entre todas as precipitações registradas no período de 18 anos, destacou-se a do ano de 2008 com 1.749,70 mm, o qual produziu um total de água escoado superficialmente equivalente

a 225,20 mm, registrando o maior escoamento observado para o período analisado, seguido do ano de 2003 com 177,75 mm, e 2007 com 148,62 mm.

O coeficiente de escoamento é a relação entre o total precipitado e o total escoado, sendo o maior deles observado

para os anos de 2008 e 2003 com 13%, os quais correspondem aos anos com maior escoamento superficial. O valor médio do coeficiente de escoamento superficial para o período analisado foi de 8%, ou seja, do total precipitado 8% escoou sobre a superfície do solo.

**Tabela 3:** Valores de precipitação, escoamento superficial e coeficiente de escoamento, durante 18 anos, na sub-bacia Jardim Novo Horizonte, Ilha Solteira, SP.

<b>Anos</b>	<b>Precipitações (mm)</b>	<b>Escoamentos (mm)</b>	<b>Coeficientes de escoamentos (%)</b>
1º semestre 1991	383,50	15,82	4
1992	1065,90	29,67	3
1993	1117,90	49,79	4
1994	1016,40	93,91	9
1995	1195,10	78,88	7
1996	1440,60	90,56	6
1997	1455,30	135,82	9
1998	1567,90	125,48	8
1999	1112,50	78,46	7
2000	1445,40	135,23	9
2001	1200,80	81,76	7
2002	1071,30	85,70	8
2003	1381,60	177,75	13
2004	1138,20	61,31	5
2005	1099,20	52,31	5
2006	1437,00	122,94	9
2007	1267,20	148,62	12
2008	1749,70	225,20	13
2º semestre 2009	742,20	73,96	10
<b>Total</b>	<b>22887,70</b>	<b>1863,17</b>	<b>148</b>
<b>Média</b>	<b>1271,54</b>	<b>103,51</b>	<b>8</b>

O pequeno valor de coeficiente de escoamento, de 8%, observado para a sub-bacia Jardim Novo Horizonte, pode estar associado dentre outros fatores, às boas condições de infiltração de água nos solos estudados. Uma das principais características dos Latossolos, que

recobrem 70% do total da área da sub-bacia estudada, é a sua permeabilidade, isso se deve à sua estrutura granular que lhe conferem esta característica de serem solos bastante porosos e permeáveis, permitindo uma boa drenagem. Os Argissolos, apresentam um caráter abrupto

de variação no teor de argila no horizonte B, e esta maior concentração de argila em sub-superfície causa uma redução na velocidade de infiltração de água no solo. Apesar disso, assim como no Latossolo, o Argissolo também apresenta uma boa infiltração, devido apresentar textura média, permitindo uma maior permeabilidade.

Alencar et al. (2006) estudando a influência da precipitação no escoamento superficial de uma microbacia, observaram um coeficiente de escoamento médio igual a 4%. Os mesmos salientam que, este pequeno valor observado está associado às propriedades físicas do solo da microbacia, a excelente cobertura desta, e as boas condições de infiltração como observado neste trabalho.

Além disso, aproximadamente 50% da sub-bacia está ocupada com pastagem, que promove uma maior cobertura do solo, diminuindo assim, o impacto das gotas de chuva e o escoamento superficial. Marson & Leopoldo (1999) estudando uma microbacia na qual predominava o Latossolo com cobertura vegetal de pastagem, situação semelhante à sub-bacia estudada, também encontraram um baixo coeficiente de escoamento médio, de aproximadamente 11%.

Outros autores também encontraram baixos coeficientes de escoamento em

bacias sob cobertura vegetal de pastagem, dentre eles citam-se Naeth&Chanasyk (1996), o qual observaram que o coeficiente de escoamento variou entre 3 e 12%, em um estudo realizado no Canadá. Em outras pastagens no norte da América foram relatados coeficientes de escoamento entre 1 a 10% (WELTZ & BLACKBURN, 1995).

De acordo com Cogo et al. (1984), a cobertura do solo, relacionada ao seu manejo, é o fator mais importante que influencia nas taxas de infiltração e de escoamento da água da chuva. Algumas práticas de manejo do solo, segundo Carpenedo & Mielniczuk (1990) promovem modificações nas propriedades físicas do solo, principalmente na sua estrutura, e, influenciam grandemente no processo erosivo.

Além disso, o uso e o manejo do solo exercem grande influência no impacto da gota da chuva sobre a superfície do solo, e conseqüentemente, sobre o escoamento superficial produzido durante um evento de precipitação. Por isso, é de suma importância a adoção de práticas de manejo que promovem a conservação do solo e, conseqüentemente, da água.

Os períodos de maior risco para o escoamento superficial e erosão do solo ocorre quando a cobertura vegetal é mínima e a intensidade de chuvas são

relativamente grandes. Além da perda de fertilidade do solo, o escoamento pode provocar poluição dos corpos de água por sedimentos transportados contendo agrotóxicos e nutrientes (HOLLAND, 2004).

Pode-se observar que, nos primeiros anos analisados foram encontrados os menores coeficientes de escoamento, entre 3 e 4%. Por outro lado, nos últimos anos estes coeficientes foram maiores, alcançando em 2007 e 2008, 12 e 13% respectivamente.

Maiores valores de coeficiente de escoamento superficial associados às condições de degradação de algumas propriedades do solo são preocupantes, pois com isso aumenta-se o risco de erosão.

A evapotranspiração representa importante fator na retirada de água do solo, para o período estudado observa-se uma média de 2.247,09 mm (Tabela 4), o qual juntamente com as boas condições de infiltração de água nos solos resultou em baixos coeficientes de escoamento.

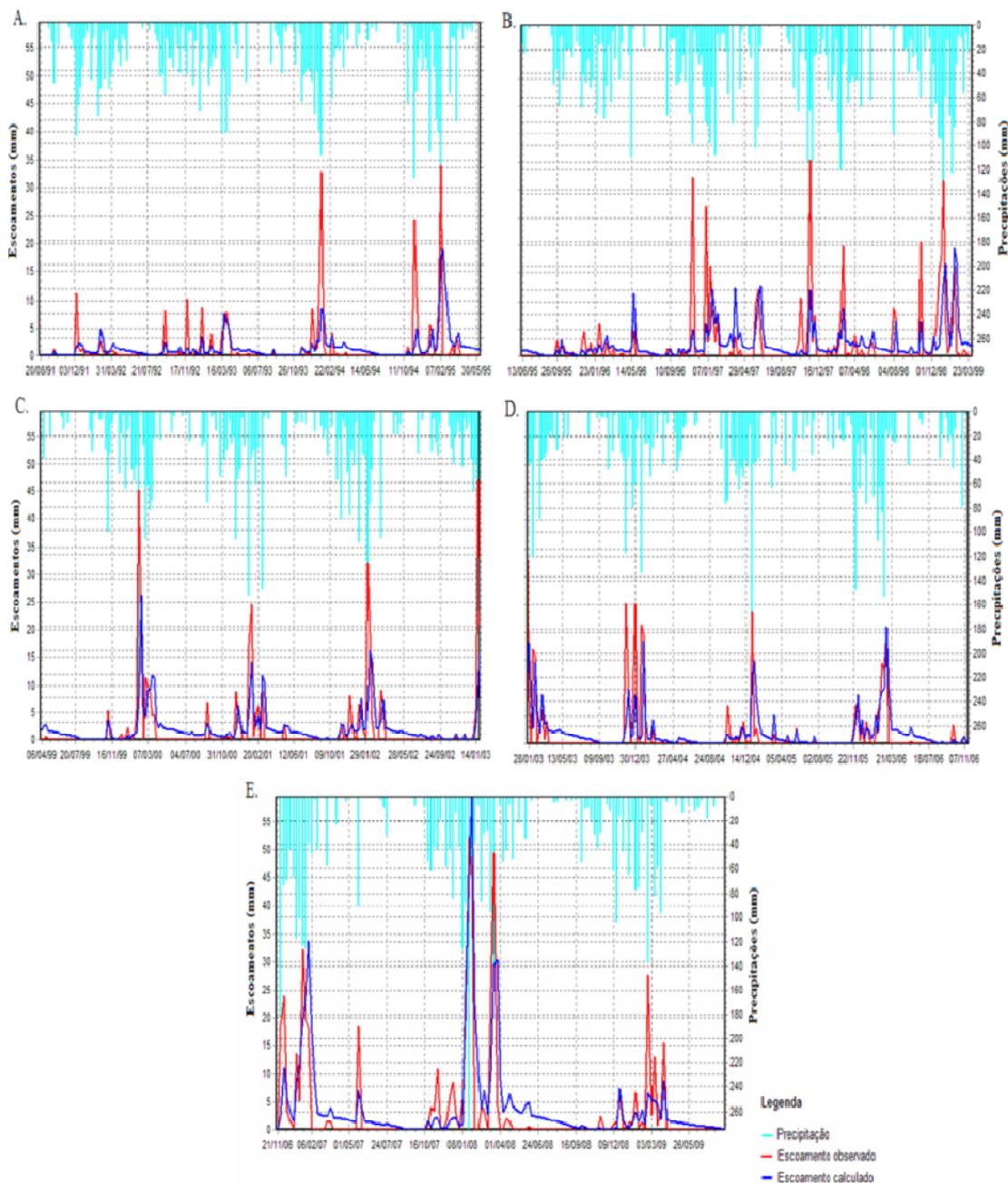
**Tabela 4:** Valores de precipitação, evapotranspiração, escoamentos superficiais observados e calculados, durante 18 anos, na sub-bacia Jardim Novo Horizonte, Ilha Solteira, SP.

Anos	Precipitações (mm)	Evapotranspirações (mm)	Escoamento superficial	
			Observados	Calculados
1º semestre 1991	383,50	1005,50	15,82	7,08
1992	1065,90	1916,40	29,67	35,66
1993	1117,90	2123,30	49,79	42,87
1994	1016,40	2050,90	93,91	58,22
1995	1195,10	2171,80	78,88	95,87
1996	1440,60	2133,90	90,56	56,46
1997	1455,30	2279,20	135,82	148,19
1998	1567,90	2147,70	125,48	102,68
1999	1112,50	2588,90	78,46	124,52
2000	1445,40	1892,60	135,23	134,57
2001	1200,80	2026,40	81,76	108,44
2002	1071,30	2184,90	85,70	99,01
2003	1381,60	2154,80	177,75	112,31
2004	1138,20	2472,80	61,31	48,27
2005	1099,20	2477,80	52,31	71,31
2006	1437,00	2394,50	122,94	122,38
2007	1267,20	2622,20	148,62	189,39
2008	1749,70	2438,00	225,20	317,15
2º semestre 2009	742,20	1366,10	73,96	49,90
<b>Total</b>	<b>22887,70</b>	<b>40447,70</b>	<b>1863,17</b>	<b>1924,26</b>
<b>Média</b>	<b>1271,54</b>	<b>2247,09</b>	<b>103,51</b>	<b>106,90</b>

Houve uma diferença entre os escoamentos observado e calculado. O escoamento superficial observado foi menor que o calculado, sendo de 103,51 e 106,90 mm, respectivamente. O valor de R2, igual a 0,56, está associado às discrepâncias entre o escoamento observado e o calculado, pois valores de

R2 próximos de 1 mostram um bom ajuste do escoamento observado com o calculado.

De acordo com Díaz et al. (2007), esta diferença entre o escoamento observado e o calculado, se deve a erros sistemáticos de observação, decorrentes de falta de registros de alguns picos ou leituras efetuadas em uma só vez ao dia.



**Figura 2:** Simulação hidrológica da variação do escoamento superficial nos solos da sub-bacia Jardim Novo Horizonte, Ilha Solteira, SP, para os períodos: (A) 20/08/1991 a 30/05/1995, (B) 13/06/1995 a 23/03/1999, (C) 06/04/1999 a 14/01/2003, (D) 28/01/2003 a 07/11/2006, (E) 21/11/2006 a 28/05/2009.

A Figura 2 permite observar o contraste entre o escoamento observado e o calculado. Como observado, nos anos de 2003 e 2008 houve o maior escoamento superficial, correspondendo ao período de 14/01/2003 a 28/01/2003 (Figuras 2B e 2C) e 08/01/2008 a 01/04/2008 (Figura 2E). Verifica-se também um maior escoamento superficial no período compreendido entre 16/11/1999 a 07/03/2000 (Figura 2D).

Os maiores escoamentos superficiais correspondem ao período chuvoso da região que compreende principalmente os meses de outubro a março. Silva (2006) avaliando o escoamento superficial em uma sub-bacia localizada no Estado de Minas Gerais, observou para o período de outubro de 2004 a março de 2005 um aumento significativo no escoamento superficial devido ao aumento da concentração de chuvas neste período, que correspondem ao período chuvoso, como observado neste trabalho.

De acordo com Santos *et al.* (2009), no período chuvoso a precipitação pode ser irregular, havendo dias ou horas de chuva intensa, intercalados de períodos curtos de estiagem, estas chuvas intensas favorecem o escoamento superficial e consequentemente a infiltração de água no solo é reduzida. Isto ocorre, pois a infiltração de água no solo irá ocorrer até

que a capacidade do solo em armazenar água seja excedida, e quando isso acontece o processo de infiltração de água cessa e o escoamento superficial se inicia.

O solo possui uma determinada capacidade de infiltração, e o escoamento superficial tem início quando a chuva excede esse valor. A partir desse momento, a magnitude do escoamento superficial dependerá da intensidade da chuva, ou seja, quanto maior a intensidade da chuva, maiores serão as perdas por escoamento superficial (SPOHRet *al.*, 2009).

Além disso, em períodos chuvosos o teor de água no solo permanece alto e isso ocasiona uma diminuição na infiltração de água no solo. Alguns autores salientam que o teor de água antecedente no solo apresenta uma grande contribuição na quantidade de água escoada, dentre eles citam-se Istok&Boersma (1986), que realizaram um estudo em microbacias agrícolas do norte dos Estados Unidos, concluindo que durante eventos de chuvas de baixa intensidade, o teor de água antecedente teve maior contribuição efetiva na quantidade de água escoada que a intensidade da precipitação.

Por outro lado, Silva (2006) salienta que as precipitações em período seco, normalmente são oriundas de frentes frias, com baixa intensidade e longa duração. Aliado a isso, neste período o teor de água no solo já se encontra consideravelmente

baixo, situação esta que não propicia a geração de escoamentos superficiais altos.

Os baixos valores de coeficiente de escoamento observados para os solos indicam que apenas uma pequena parte da precipitação que chega sobre a sub-bacia Jardim Novo Horizonte será convertida em escoamento superficial, significando que a mesma apresenta uma baixa tendência ao escoamento superficial e boa capacidade de drenagem se adequadamente manejada.

Estes resultados indicam que a sub-bacia em estudo apresenta naturalmente baixo potencial de escoamento superficial. Mas devido à degradação de algumas propriedades dos solos, deve-se tomar bastante atenção quanto às práticas de manejo e conservação dos solos para que estas propriedades sejam recuperadas, evitando assim, o aumento do escoamento superficial.

#### 4. CONCLUSÕES

A sub-bacia Jardim Novo Horizonte apresentou baixos valores de coeficiente de escoamento, indicando que apenas uma pequena parte da precipitação que chega sobre ela será convertida em escoamento superficial, significando que a mesma apresenta uma baixa tendência ao escoamento se adequadamente manejada.

#### 5. REFERÊNCIAS

- ALENCAR, D.B.S.; SILVA, C.L.; OLIVEIRA, C.A.S. Influência da precipitação no escoamento superficial em uma microbacia hidrográfica do Distrito Federal. **Engenharia Agrícola**, v.26, p.103-112, 2006.
- CARPENEDO, V.; MIELNICZUK, J. Estado de agregados e qualidade de agregados de Latossolos Roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.14, p.99-105, 1990.
- COGO, N.P.; MOLDENHAUER, W.C.; FOSTER, G.R. Soil loss reductions from conservation tillage practices. **Soil Science Society America Journal**, v.48, p.368-373, 1984.
- DÍAZ, E.L.; DUARTE, O.C.; ZAMANILLO, E.A.; LENZI, L.M. **Evaluación agrohidrológica para Riego: su estudio en Entre Ríos. Paraná**. Argentina: Universidad Nacional de Entre Ríos, 2007. 212p.
- FE/IS/UNESP. Clima do Município de Ilha Solteira, SP. Disponível em: <http://www.agr.feis.unesp.br/clima.php>. Acesso em: 01 set. 2009.
- HOLLAND, J.M. The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: reviewing the evidence. **Agriculture**,

- Ecosystems&Environment**, v.103, p.1-25, 2004.
- ISTOK, J.D.; BOERSMA, L. Effectofantecedentrainfallonrunnofd uringlow-intensityrainfall. **JournalofHydrology**, v.88, p.329-342, 1986.
- MELLO, C.R. Estudo hidrológico em microbacia hidrográfica com regime de escoamento efêmero. 2003. 133 f.**Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.**
- NAETH, M.A., CHANASYK, D. S. Runoffandsedimentyieldundergrazin g in foothillsfescuegrasslandsof Alberta. **Journal American WaterResourceAssociation**, v.32, p.89-95, 1996.
- PRUSKI, F.F.; RODRIGUES, L.N.; SILVA, D.D. Modelo hidrológico para estimativa do escoamento superficial em áreas agrícolas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**,v.5, p.301-307, 2001.
- PRUSKI, F.F.; BRANDÃO, V.S.; SILVA, D.D. **Escoamento superficial**. 2 ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa,2008. 87p.
- SANTOS, K. S.; LEMES, S. S.; ROMÃO, P. A. 2009. Uso do solo e escoamento superficial na bacia do córrego da pedreira em Goiânia (GO): uma análise a partir de imagens de alta resolução espacial. In:**SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO**, 14, 2009, Natal. **Anais...** Natal: INPE, 2009.p.859-866.
- SILVA, P.M.O. Modelagem do escoamento superficial e erosão na sub-bacia hidrográfica do ribeirão Marcela, Alto Rio Grande, MG. 2006. 155p. **Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.**
- SOIL CONSERVATION SERVICE.**National engineering handbook**. Washington: United States Department of Agriculture. Section 4: Hydrology., 1972
- SPOHR, R.B.; CARLESSO, R.; GALLÁRRETA, C.G.; PRÉCHAC, F.G.; PETILLO, M.G. Modelagem do escoamento superficial a partir das característicasfísicas de alguns solos do Uruguai. **Ciência Rural**,v.39, p.74-81, 2009.
- TUCCI, C.E.M. Escoamento superficial. In: TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 2 ed. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2001. p.391-441.
- WELTZ, M.A., BLACKBURN, W.H. Water budget for south Texas rangelands. **Journal Range Manage**,v.48, p.45-52, 1995.