

MODELAGEM DE DIFERENTES CENÁRIOS UTILIZANDO O SOFTWARE OPENLISEM NA BACIA HIDROGRÁFICA DE ARVOREZINHA/RS

Deivid Araújo Magano¹, Janine Farias Menegaes², Maicon Roberto Ribeiro Machado³,
Márcia Ferraz Gonçalves⁴

¹Doutorando do PPGEA, UFSM, Av. Roraima, 1000, Prédio 42, Sala 3325, Camobi, CEP 97105-900, Santa Maria, maganodeivid@gmail.com; ²Mestranda do PPGEA, UFSM, janine_rs@hotmail.com; ³Acadêmico do Curso de Agronomia, UFSM, maiconroberto30@hotmail.com;

⁴Acadêmica do Curso de Geografia, UFPel, ICH 5 Felix da cunha 520, Pelotas, CEP 96010-901 marciaferraz96@yahoo.com.br

RESUMO: A água é um recurso natural indispensável à vida no planeta Terra, possuindo um enorme valor econômico, ambiental e social, fundamental à sobrevivência do homem e dos ecossistemas no nosso planeta. Contudo, em áreas agrícolas com manejos inadequados, podemos notar os efeitos da erosão hídrica que é composta por três fases físicas distintas: desagregação, transporte e deposição. A Modelagem é a ciência que estuda a elaboração de códigos computacionais que servem de ferramenta em diversas áreas do conhecimento, utilizando determinadas hipóteses iniciais para obtenção de dados finais, projetando os fenômenos em um ambiente gráfico ou simulado, descrevendo o comportamento de tais fenômenos com maior exatidão. Devido à pluralidade em buscar a compreensão do estudo de processos, assim como a fenomenologia de problemas complexos, a modelagem deve ser utilizada como aporte para predizer soluções, determinar tomadas de decisões e elaborar estratégias para melhorar o entendimento de processos com confiabilidade. O presente trabalho buscou simular cenários em uma bacia hidrográfica, com intuito de analisar os distintos panoramas de erosão do solo em uma área de cultivo de tabaco, processando a modelagem de um evento de grande magnitude na bacia hidrográfica de Arvorezinha, RS.

Palavras-chave: modelos hidrológicos, erosão, simulações.

MODELING OF DIFFERENT SCENARIOS USING SOFTWARE OPENLISEM IN THE WATERSHED OF ARVOREZINHA/RS

ABSTRACT: Water is a natural resource essential to life on Earth, having a huge economic, environmental and social key to the survival of man and ecosystems on our planet. However, in agricultural areas with inadequate management, we note the effects of water erosion, which is composed of three distinct physical phases: breakdown, transport and deposition. The modeling is the science that studies the development of computer codes that serve as tool in several areas of knowledge, using certain initial hypotheses for obtaining final data, designing phenomena in a graph or simulated environment, describing the behavior of such phenomena with greater accuracy. Due to the plurality in seeking understanding of study procedures, as well as the phenomenology of complex problems, modeling should be used as input to predict solutions, determine decision-making and develop strategies to improve the understanding of processes with reliability. The present study sought to simulate scenarios in a river basin, in order to analyze the different panoramas of soil erosion in an area of tobacco growing, processing, and modeling an event of great magnitude in the watershed Arvorezinha, RS.

Key words: *hydrological models, erosion, simulations.*

INTRODUÇÃO

O tabaco (*Nicotiniana tabacum* L.) pertencente à família SOLANACEAE, originária do México e dos Andes bolivianos, é uma planta sensível ao vento, granizo e temperaturas (abaixo de 18°C e acima de 28°C), bem adaptada às condições edafoclimáticas sul brasileiras, colocando o Brasil em condição privilegiada de maior exportador mundial no ano de 2012 (FAVARIN, 2012; AFUBRA, 2013).

Embora o Brasil seja reconhecido internacionalmente por um tabaco de qualidade e integridade, muitos brasileiros desconhecem a importância econômica e social da planta para o país, que emprega a mão de obra de mais de 190 mil famílias distribuídas em 640 municípios, concentrando 96% da produção nacional na Região Sul. Com números que impressionam e qualificam o setor como um dos responsáveis pelo desenvolvimento econômico e social de pequenos municípios brasileiros, a produção de

tabaco no país se destaca no cenário mundial, perdendo apenas para a China em volume produzido (SINDITABACO, 2013).

O município de Arvorezinha no Estado do Rio Grande do Sul (28°52'20" S; 52°10'31" O), encontra-se a uma altitude de 600 metros (IBGE, 2013), é um bom exemplo a ser citado, pois desde a introdução do cultivo do tabaco e sua recente expansão, observou-se o aumento da renda gerada no campo e sua economia vem sendo impulsionada pela produção do tabaco, oportunizando melhor qualidade de vida para milhares de pessoas, no campo e na cidade.

Entretanto, apesar dos impactos positivos gerados pela atividade agrícola, o manejo inadequado de áreas rurais podem causar danos irreparáveis ao meio ambiente, quando não se adotam critérios agronômicos adequados na condução das lavouras (CONTRIM, 2013). Do ponto de vista agronômico, a erosão hídrica do solo é concebida apenas como um fenômeno deletério, causador de perdas de nutrientes, matéria orgânica, calcário, porosidade, sementes, ou seja, fator empobrecedor do potencial produtivo da terra e, conseqüentemente, da família rural. De maneira geral, imensos esforços foram direcionados e inúmeros métodos desenvolvidos e aplicados no intuito de tentar conter a essa forma de erosão nas áreas cultivadas (CONTRIM, 2013).

A conservação do solo é a adoção de um conjunto de práticas conservacionistas que visam amenizar a erosão e, também a sua restauração, com o uso racional do solo obedecendo a sua aptidão agrícola, objetivando alcançar o máximo rendimento de maneira permanente. Segundo Denardin et al. (2009), a conservação do solo é entendida como um complexo

tecnológico de enfoque sistêmico que objetiva preservar, melhorar e otimizar os recursos naturais, mediante o manejo integrado do solo, da água e da biodiversidade, devidamente compatibilizado com o uso de insumos externos.

Dentre as diversas técnicas de manejo conservacionista, a utilização de faixas vegetadas é uma prática conservacionista complementar que auxilia na redução da formação de sedimentos dos processos erosivos, pois incrementa a interceptação e condiciona o fluxo de água. Os cordões vegetados são intercalados à cultura principal, mantidos com plantas perenes de densa massa vegetal, dispostas com determinado espaçamento horizontal e geralmente em nível. É uma prática simples, recomendada para a pequena e média propriedade, em áreas que não possibilitam a construção de terraços, devido à declividade ou nas quais a mecanização é realizada por tração animal. A eficácia desta prática é a quebra de energia do escoamento da enxurrada e a deposição dos sedimentos transportados, é de fácil de execução em relação aos terraços, mas, seu grande inconveniente é a diminuição da área destinada às culturas anuais (OLIVEIRA, 2001; MACEDO et al., 2009; FILIZOLA et al., 2011).

A determinação da produção de sedimentos em bacia hidrográfica é uma informação de grande importância para gestão dos recursos hídricos, podendo ser um indicador de uso e do manejo dos solos das bacias (MINELLA, 2007). Como instrumento de pesquisa e estudo Marchioro (2008), destaca que, a modelagem hidrossedimentológica na escala de bacias hidrográficas tem se constituído em uma importante ferramenta para avaliação de processos hidrológicos e da produção de sedimentos,

auxiliando na designação de recursos financeiros para a prevenção de mais recursos como, por exemplo, recursos geológicos, pedológicos, hídricos, atmosféricos e biológicos.

A fim de avaliar e quantificar a formação de sedimentos por perdas de solos e de nutrientes, pela ação enxurrada, o presente trabalho tem por objetivo simular cenários por meio da modelagem hidrossedimentológica em escala de bacia hidrográfica.

METODOLOGIA

A bacia hidrográfica rural de estudo possui uma área de drenagem de 1,19km², localizada na encosta do planalto rio-grandense, região nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, município de Arvorezinha, Brasil (latitude 28°9'1" S, longitude 52°1' O), com a altitude varia de 560 a 740 metros, onde a porção superior da bacia possui relevo suave, e a porção inferior é montanhosa (DALBIANCO, 2013). Conforme Moreno (1961), o clima na região enquadra-se na classificação climática de Köppen, é do tipo Cfb, subtropical úmido com verões quentes, inverno com geadas frequentes e precipitação média anual de 1600mm, bem distribuída no ano.

Os dados utilizados para a simulação dos cenários referentes à área em estudo, foram obtidos pelo Grupo de Pesquisa de Bacia Hidrográfica da UFSM que realiza o acompanhamento dos eventos de precipitação, monitorando este local há mais de dez anos (Figura 1).

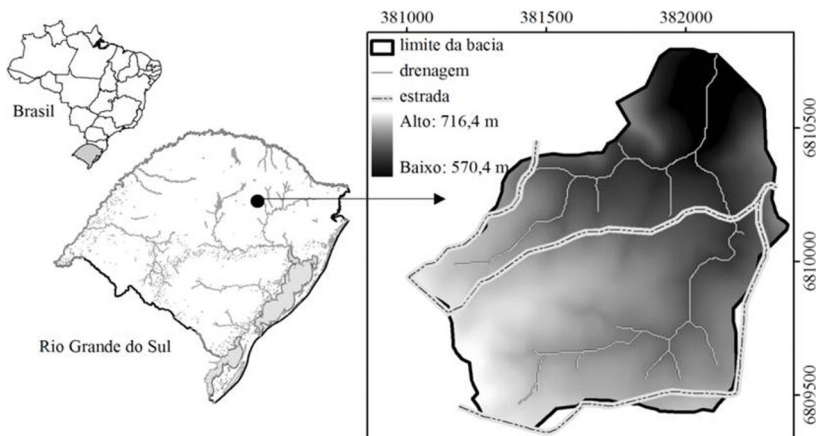


Figura 1 - Localização da bacia hidrográfica de Arvorezinha, RS.

Fonte: Dalbianco, 2013.

A construção dos cenários na bacia hidrográfica rural pelo modelo hidrológico de base física utilizando a modelagem hidrossedimentológica LISEM (Limburg Soil Erosion Model) na versão openLISEM, além dos softwares de SIG ArcGIS e PCRaster (Nut Shell 3.5).

Os cenários foram simulados a partir da manipulação dos dados do cenário original, citado por Dalbianco (2013), em que espacializa o uso dos solos da bacia hidrográfica como: cultura do tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) no sistema cultivo mínimo (23,3%), cultura do tabaco no sistema convencional (17,4%), floresta nativa (19,8%), reflorestamento com eucalipto (*Eucalyptus* spp.) (22,8%), pastagens (6,6%), construções/sede (2,9%), açudes (0,9%) e capoeiras (6,3%).

As simulações do modelo hidrossedimentológico, ocorreram com a inserção de três cenários (1, 2 e 3) a partir do cenário original (Figura 2A) na bacia hidrográfica, com alterações apenas nas áreas de uso dos solos

contemplando 14 classes (Tabela 1). Objetivando fixar características relativas às técnicas de conservação do solo, a fim de prevenir os prejuízos em relação à água, ao solo e aos nutrientes, além de reduzir a formação de sedimentos lançados ao longo da bacia, são:

Cenário 1: cultura do tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) no sistema cultivo mínimo (76,4%), floresta nativa (19,8%), açude (0,9%) e construções/sede (2,9%);

Cenário 2: reflorestamento com eucalipto (76,4%), floresta nativa (19,8%), açude (0,9%) e construções/sede (2,9%);

Cenário 3: cultura do tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) no cultivo mínimo (59%), capim-elefante (cordão vegetado) (17,4%), floresta nativa (19,8%), açude (0,9%) e construções/sede (2,9%).

Com a obtenção dos cenários realizou-se a análise buscando adequar a melhor estratégia de práticas agrônômica para cada panorama, de modo a reduzir as perdas de água, de solo e de nutrientes.

Tabela 1. Valores atribuídos ao uso dos solos para o cenário original nos itens Cultivo convencional (CON), Reflorestamento (RFL), Cultivo mínimo (CMN), Floresta nativa (FLN), Pastagem (PAS), Capoeira (CAP), Açude(ACD) e Construções/sede (COS). Arvorezinha, RS, 2013.

USO DOS SOLOS	CON	RFL	CMN	FLN	PAS	CAP	ACD	COS
ksat (mm h ⁻¹)	25	30	25	40	18	25	18	18
porosity (cm ³ cm ⁻³)	0.55	0.6	0.55	0.6	0.57	0.55	0.6	0.55
psi initial (cm)	1.56	1.16	1.56	1.16	1.43	1.56	4	1.43
initial moisture content (cm ³ cm ⁻³)	0.44	0.48	0.44	0.48	0.46	0.44	0.48	0.44
n Manning's (-)	0.12	0.2	0.12	0.2	0.15	0.15	0.15	0.15
surface cover (-)	1	1	1	1	1	0.9	1	1
crop height (m)	0.5	7	0.5	6	0.2	2	0	0.2
LAI (m ² m ⁻²)	3.5	2.9	3.5	2.9	4	1.5	0	4
D50 (-) median texture	40	40	40	40	45	45	40	45
cohesion sol (kPa)	3	4	3	6	4	2	6	6
cohesion roots (kPa)	1	1	1	1	2	1	2	2
aggregate stability (number)	200	400	200	400	400	200	400	400
stone fraction (-)	0.2	0.3	0.2	0.8	0.1	0.3	1	0.1
rr (cm).	10	4	10	7	0.6	4	20	0.6

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cenário pode ser descrito como uma forma de prever hipoteticamente uma situação, podendo servir de alerta para algum parâmetro ou apenas para demonstrar uma conjuntura em que se busca estudar e/ou conhecê-la. A suscetibilidade do solo, quanto à erosão hídrica, está vinculada aos tratos culturais e ao manejo empregado, causando uma diminuição da fertilidade do solo que afeta diretamente a produção agrícola. Todos os processos erosivos causados pela água de chuva ou irrigação representam fator principal entre todos os outros tipos de mecanismos de

perda da fertilidade do solo e de sua autossuscetibilidade (DOMINGUES et al., 2001).

A erosão depende fundamentalmente da chuva, da infiltração da água, da topografia, do tipo de solo e da vegetação existente. A chuva é, sem dúvida, a causa principal para que ocorra a erosão e evidente é que quanto maior sua quantidade e frequência mais irão influenciar no fenômeno (PORTUGAL, 1992).

Os dados correspondentes ao cenário original (Tabela 1), do arquivo de valores de uso dos solos exposto em 14 classes contemplado sua magnitude serviram de base para a construção dos de mais cenários simulados no modelo hidrológico do LISEM. As simulações realizadas preservaram áreas de floresta nativa, açudes e construções/sede (Tabela 1), as de mais linhas foram alteradas para possibilitar os cenários (Tabela 2).

Atribui-se a área da bacia hidrográfica o máximo de área com lavoura nos cenários 1 e 3 visando a máxima interceptação da água da chuva e conseqüente infiltração, mesmo tendo o conhecimento da heterogeneidade do solo e da condutividade hidráulica do solo saturado quando a sua espacialidade, esta última também apresenta variação no tempo.

As áreas de lavoura para estes cenários apresentam as técnicas de cultivo mínimo, com a finalidade de menor revolvimento e compactação do solo. E, no cenário 2 procurou atribuir a mesma área dos outros cenários, com o máximo de interceptação de água da chuva e redução de perda de solo e produção de sedimentos, conferindo ao uso do solo o máximo de área com reflorestamento.

O uso das faixas vegetadas tem como intuito reduzir a produção de sedimentos barrando-os próximo a estas faixas, bem como reduzindo o comprimento de rampa. A cobertura vegetal intercepta as gotas de chuva, dissipa a energia cinética da queda e evita o seu impacto direto sobre com a superfície, o que reduz o grau de desagregação do solo (CASSOL, 1981).

RESULTADOS POR CENÁRIOS

O cenário 1 (Figura 2B), a partir dos dados (Tabela 1), manteve áreas de floresta nativa, açudes e construções/sede, e, substituíram-se as linhas pelos valores da linha de cultivo mínimo, desta forma perfazendo uma área deste cultivo em 76,4%. Os resultados expostos (Tabela 2) referente ao cenário 1, bem como para variação dos fatores a partir do cenário original, quando comparados fatores avaliados houve algumas alterações que merecem atenção tais como: uma redução para 77% em Peak time discharge (min), e um acréscimo no fatores de 120% Suspended sediment (land t^{-1}), 118% em Total interception (mm), 114% em Splash detachment (Earth t^{-1}) e, o aumento mais considerável nesta variação de cenário foi em 209% para Susp. Sediment (channels t^{-1}). Os demais fatores avaliados obtiveram pouca variação em relação à comparação entre os fatores originais, bem como quando comparados entre si.

Contudo, mesmo havendo uma maior interceptação da precipitação o valor infiltrado se manteve, no entanto, quanto à produção de sedimento em canal teve mais que o dobro do cenário original. Assim podemos concluir que apenas o dossel da lavoura não é eficiente para evitar a desagregação do solo pelo impacto da gota da chuva para este cenário simulado.

O cenário 2 (Figura 2C) que teve como intuito de conhecer o comportamento da bacia hidrográfica com 76,4% de sua área reflorestada com eucalipto e mantendo áreas de floresta nativa, açudes e construções/sede, houve a substituição das demais linhas (Tabela 1) pelos valores da linha de reflorestamento. Analisando dos fatores (Tabela 2) referente ao cenário 2 e variação dos fatores a partir do cenário original, quando comparados este cenário apresentou maior variação entre os fatores avaliados quando confrontados com os cenários 1 e 3. Desta forma, houve uma redução dos itens Flow detachment (Earth t^{-1}) em 79% e channels t^{-1} em 93%; Deposition channels t^{-1} em 63% e land t^{-1} em 81%; Susp. Sediment buffers (ton) em 75% e channels t^{-1} em 88%; e 78% Total soil loss t^{-1} e Average loss of soil ($kg\ ha^{-1}$). E, um aumento de 116% para Total interception (mm), 110% Water in the runoff+channel (mm) e 108% Splash detachment (Earth t^{-1}). Tendo os de mais fatores similares ao cenário original.

O cenário 2 apresentou uma maior interceptação de água da chuva que o cenário original, apresentando um leve aumento na infiltração, mas a expressão deste cenário encontra-se na redução da perda de solo total e média ($kg\ ha^{-1}$), além da redução da deposição e conseqüentemente na diminuição dos sedimentos em suspensão. Indicando que as copas arbóreas são eficientes no amortecimento do impacto da gota da chuva no solo, assim reservando os agregados de solo evitando sua perda por desagregação.

O cenário 3 (Figura 2D), a partir dos dados (Tabela 1), prevaleceu em 59% da área em lavoura de cultivo mínimo e também houve o acréscimo da cultura de capim-elefante em 17,4% da área de lavoura. Os resultados

expostos (Tabela 2) referente ao cenário 2, bem como para variação dos fatores a partir do cenário original, quando comparados fatores avaliados houve algumas alterações que merecem atenção tais como: uma redução para 91% em Flow detachment (channels t^{-1}), e um aumento nos fatores Total interception (mm) em 126%, Splash detachment (Earth t^{-1}) em 113%, Suspended sediment (land t^{-1}) em 118%, e, para Susp. Sediment em buffers t^{-1} foi de 109% e para em channels t^{-1} o acréscimo foi na magnitude de 235%. Os demais fatores tiveram inexpressiva variação.

Neste cenário em que a área de lavoura foi dividida em duas culturas (tabaco+capim-elefante) houve uma maior interceptação de água via precipitação quando comparados aos de mais cenários (1 e 2) mesmo mantendo o valor da infiltração, no entanto, houve um considerável aumento na suspensão de sedimentos, principalmente em canal, assim favorecendo o aumento da perda de solo e fertilizantes, pela desagregação via splash.

Portanto, conservar ou manter a qualidade do solo no nível desejável é importante não só para a produção agrícola, mas também para manter a qualidade do meio ambiente e reduzir a produção de sedimentos (solo e químicos), bem como evitar que estes cheguem até os cursos de água, afetando a sua qualidade. A manutenção e o manejo correto do solo são difíceis e complexos, pois há o envolvimento do fator homem, do clima, da constituição do solo, planta e as relações entre esses fatores (FAGERIA; STONE, 2006).

Tabela 2. Comparação dos cenários pelos fatores avaliados. Cenário original (Cen. Or.); Cenário 1 (Cen. 1); Variação percentual do Cen. 1 sobre o Cen. Or. (%1); Cenário 2 (Cen. 2); Variação percentual do Cen. 2 sobre o Cen. Or. (%2); Cenário 3 (Cen. 3); Variação percentual do Cen. 3 sobre o Cen. Or. (%3). Arvorezinha, RS, 2013.

FATORES AVALIADOS	CENÁRIOS						
	Cen.Or	Cen.1	%1	Cen.2	%2	Cen.3	%3
Total discharge (mm)	19.23	18.96	-1.40	18.39	-4.37	18.88	-1.82
Total interception (mm)	1.89	2.24	18.52	2.19	15.87	2.38	25.93
Total Infiltration (mm)	99.37	99.29	-0.08	99.91	0.54	99.22	-0.15
Water in the runoff+channel (mm)	0.06	0.06	-3.45	0.06	8.62	0.06	0.00
Total discharge (m ³)	23398.60	23068.51	-1.41	22375.60	-4.37	22975.31	-1.81
Peak discharge (L s ⁻¹)	1750.84	1747.76	-0.18	1692.81	-3.31	1728.14	-1.30
Peak time discharge (min)	790.00	610.83	-22.68	788.33	-0.21	738.33	-6.54
Discharge/Rainfal (%)	15.71	15.49	-1.40	15.02	-4.39	15.43	-1.78
Splash detachment (Earth t ⁻¹)	249.96	286.13	14.47	269.37	7.77	281.34	12.55
Flow detachment (Earth t ⁻¹)	5128.12	5296.31	3.28	4032.55	-21.36	5097.60	-0.60
Deposition (land t ⁻¹)	-3958.90	-4119.97	4.07	-3222.10	-18.61	-3893.37	-1.66
Susp. sediment (land t ⁻¹)	1.01	1.21	19.80	1.07	5.94	1.19	17.82
Flow detachment (channels t ⁻¹)	1.06	1.01	-4.72	0.99	-6.70	0.97	-8.40
Deposition (channels t ⁻¹)	-187.78	-194.99	3.84	-118.15	-37.08	-195.85	4.30
Susp. Sediment (channels t ⁻¹)	0.02	0.03	106.67	0.01	-13.33	0.04	133.33
Susp. Sediment (buffers t ⁻¹)	-73.64	-79.84	8.42	-54.98	-25.34	-80.49	9.30
Total soil loss (t)	1157.71	1187.41	2.57	906.50	-21.70	1208.98	4.43
Average loss of soil (kg ha ⁻¹)	9321.26	9560.38	2.57	7298.71	-21.70	9734.08	4.43

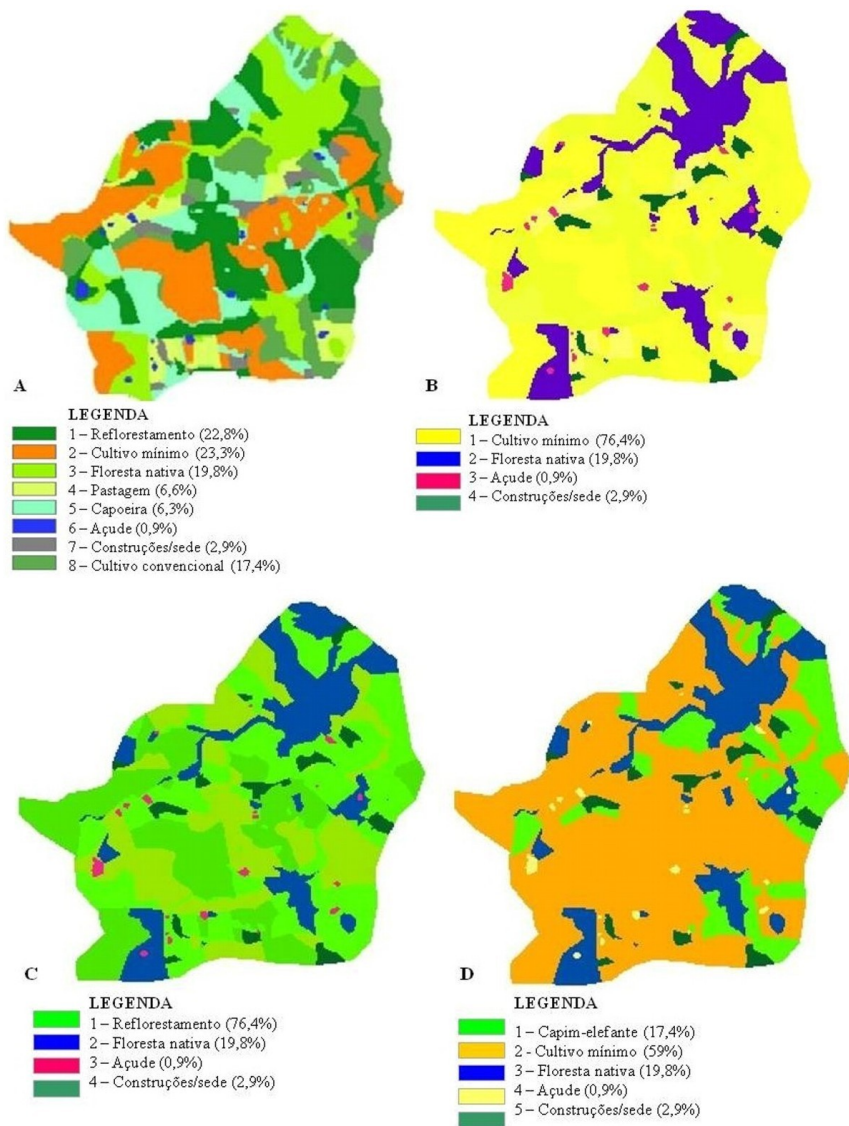


Figura 2 - Mapa de uso dos solos da bacia hidrográfica de Arvorezinha – RS. A – Mapa de uso de solo no cenário original; B – Mapa de uso dos solos do cenário 1; C – Mapa de uso dos solos do cenário 2; D – Mapa de uso dos solos do cenário 3.

Fonte: Autores, 2013.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao fim, das simulações de diversos cenários para o presente trabalho, notou-se que o modelo hidrossedimentológico do openLISEM, apresenta grande potencial como uma ferramenta de estudo relacionando solo-água-plantas para o melhor entendimento dos processos erosivos, conservação do solo e recursos hídricos inerentes ao comportamento em nível de bacia hidrográfica.

O modelo openLISEM apresentou bom desempenho para simulação do escoamento superficial nesse evento pluviométrico de grande intensidade em função da qualidade do banco de informações de solo, relevo e vegetação baseado nas coletas de dados e empenho da equipe de trabalho, possibilitando realizar variações nestes dados resultando em distintos cenários e/ou panoramas.

As simulações realizadas foram de grande importância para a compreensão dos processos que atuam na natureza e o quão complexo é manejar essas informações. A criação dos cenários vislumbra além de estudos acadêmicos, um instrumento de tomada de decisões como destino financeiro, gestão e conservação dos recursos naturais – solo, água, entre outros, bem como a elaboração de programas governamentais e parceiros para o combate a fome bem como o desenvolvimento agrícola.

REFERÊNCIAS

AFUBRA - *Associação dos Fumicultores do Brasil. Fumicultura do Brasil*. 2013. Disponível em: <<http://www.afubra.com.br/>>, Acessado em: 19 dez. 2013.

CONTRIM, D. *Textos selecionados: [recurso eletrônico] produção acadêmica da Ascar*. Porto Alegre, RS: Emater/RS-Ascar, 2013. 406 p. – (Coleção Desenvolvimento Rural, v. 1).

DALBIANCO, L. *Simulação hidrossedimentológica com o modelo litem em uma pequena bacia hidrográfica rural*. 2013. 92f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

DENARDIN, J. E.; et al, *Manejo e conservação de solo, Embrapa Trigo - Sistemas de Produção*, 4 - ISSN 1809-2985 Versão Eletrônica, Set/2009; disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Trigo/CultivodeTrigo/solo.htm>>, Acessado em: 20 dez. 2013.

FAVARIN, J. L. *Tecnologia da produção de fumo*. 2012. Disponível em: <<http://www.lpv.esalq.usp.br/lpv504/Tecnologia%20de%20Producao%20de%20Fumo.pdf>>, Acessado em: 16 nov. 2013.

FILIZOLA, H. F. et al. *Controle dos Processos Erosivos Lineares (ravinas e voçorocas) em Áreas de Solos Arenosos*. EMBRAPA. Circular Técnica 22. Jaguariúna. Dezembro, 2011. ISSN 1516-4683. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/915009/1/Circular22.pdf>>. Acessado em: 16 nov. 2013.

- MACEDO, J. R.; CAPECHE, C. L.; MELO, A. S. *Recomendação de manejo e conservação de solo e água. Niterói. Programa Rio Rural*, 2009. 45 p. (Programa Rio Rural. Manual Técnico, 20).
- MARCHIORO, E. *Modelagem hidrossedimentológica na bacia do córrego Santa Maria: Subsídios á aplicação de práticas de conservação de água e solo no Noroeste Fluminense*. 2008. 218f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2008.
- MINELLA, J. P. G. *Utilização de técnicas hidrossedimentométricas combinadas com a identificação de fontes de sedimentos para avaliar o efeito do uso e manejo do solo nos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica rural no Rio Grande do Sul*. 172 f. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.
- MORENO, J. A. *Clima do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, 1961.
- OLIVEIRA, J.B. *Manual técnico operativo do PRODHAM*. Fortaleza. Secretaria dos Recursos Hídricos, 2001.
- SINDITABACO - Sindicato da Indústria do Fumo Estatística do setor. 2013. Disponível em: <<http://sinditabaco.com.br/sobre-o-setor/estatisticas-e-infograficos/>>, Acessado em: 19 dez. 2013.