

## **A UTILIZAÇÃO DE GEOTECNOLOGIAS COMO SUPORTE À ATIVIDADE AGRÍCOLA E AO PLANEJAMENTO DO TERRITÓRIO NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO: O SIMULADOR DE MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS**

Amanda Rodrigues de Carvalho Pinto  
Secretaria de Agricultura e Pecuária do estado do Rio de Janeiro  
amandarodricarp@hotmail.com

Helga Hissa  
Secretaria de Agricultura e Pecuária do estado do Rio de Janeiro  
microbacias@agricultura.rj.gov.br

Marcelo Monteiro da Costa  
Secretaria de Agricultura e Pecuária do estado do Rio de Janeiro  
mmcostanet@gmail.com

Fabrcio Pimenta da Cunha  
Secretaria de Agricultura e Pecuária do estado do Rio de Janeiro  
fapment@gmail.com

### **GEOECOLOGIA DAS PAISAGENS, BACIA HIDROGRÁFICAS, PLANEJAMENTO AMBIENTAL E TERRITORIAL**

#### **Resumo**

O Simulador de Microbacias Hidrográficas constitui uma ferramenta que está sendo desenvolvida pela Secretaria Estadual de Agricultura e Pecuária do Rio de Janeiro (SEAPEC) / Superintendência de Desenvolvimento Sustentável (SDS), por meio do Programa Rio-Rural, com o intuito de nortear a prática agrícola, que atualmente apresenta problemas quanto à produtividade e rentabilidade. A ferramenta em questão, ao utilizar a bacia hidrográfica como unidade de planejamento, tem a finalidade de simular cenários futuros de propriedades rurais que estejam inseridas nestas, levando em consideração, para tal, a Equação Universal de Perda de Solo (EUPS) como elemento primordial à simulação. Desta feita, com a atualização dos dados atinentes aos elementos naturais que constituem a paisagem local na ferramenta foi possível estimar diversas condições do meio físico quanto ao tipo de manejo exercido e, por conseguinte, minimizar o impacto da atividade agrícola, evidenciar práticas mais rentáveis e auxiliar na tomada de decisão quanto ao planejamento ambiental e territorial das microbacias.

**Palavras-chave:** Simulador de Microbacias; Microbacias Hidrográficas; Prática Agrícola; EUPS.

#### **Abstract**

The watersheds simulator is a tool that was developed by State Department of Agriculture and Livestock of Rio de Janeiro (SEAPEC) / Sustainable Development Superintendence, in particular the Rio-Rural Program in order to guide the practice of agriculture. This tool is intended to simulate future scenarios of rural properties that are in the watershed taking into account the Universal Soil Loss Equation (USLE) as primary element simulation. With the data updating relating to the natural elements that constitute the local landscape in the tool will be possible to estimate many physical conditions of the type of management exercised and thus minimize the impact of agricultural activity in the physical environment, highlight practices more profitable and help in decision making regarding the environmental and spatial watersheds planning.

**Keywords:** Watershed Simulator; Watershed; Agricultural Practice; USLE.

### **A atividade agrícola no Rio de Janeiro e a implementação do Simulador de Microbacias**

A atividade agrícola no estado do Rio de Janeiro apresentou quedas significativas quanto à produtividade e rentabilidade nas últimas décadas. Como agravante a este fato, observa-se que a população rural do estado sofreu decréscimo significativo no ano de 2006, se comparado aos Censos Agropecuários realizados anteriormente. Tal assertiva coloca em evidência o fraco dinamismo da atividade em questão no estado, o que corrobora a migração de pessoas para os centros urbanos (PEREIRA *et al.*, 2009).

Outro fator que deve ser levado em consideração é a baixa tecnificação da prática agrícola no estado, cuja atividade ainda se mantém com um dos mais baixos níveis tecnológicos do Sudeste (GRAZIANO & CAMPANHOLA, 2000). Ademais, a nítida proximidade com o centro urbano também implica no baixo desenvolvimento da atividade em questão, uma vez que os grandes conglomerados industriais buscam áreas essencialmente rurais e, conseqüentemente, distantes dos centros urbanos para se instalar (PEREIRA *et al.*, 2009).

Atualmente a atividade agrícola desenvolvida no Rio de Janeiro é constituída por atividades de pequeno porte, voltadas, sobretudo, para o abastecimento do próprio estado. Neste sentido, tendo em vista a necessidade de retomada efetiva da prática da atividade agropecuária no estado do Rio de Janeiro a Secretaria de Agricultura e Pecuária do Estado do Rio de Janeiro (SEAPEC) / Superintendência de Desenvolvimento Sustentável (SDS), no âmbito do Programa Rio-Rural, em parceria com a Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), vem desenvolvendo o **Simulador de Microbacias**, de modo a subsidiar o planejamento do território, no âmbito da microbacia hidrográfica. A utilização do *software* consiste no monitoramento das microbacias hidrográficas que estão inseridas no Programa, bem como das propriedades rurais que constam nestas, podendo ser estendido a outros municípios e estados. De forma resumida, o Simulador de Microbacias leva em consideração a Equação Universal de Perda de Solos (EUPS) como elemento basilar à determinação das condições edáficas reinantes. A perda de solo é desencadeada por processos erosivos ocasionados pelo manejo indevido do solo ou pela não utilização de práticas agrícolas que primem pela não deterioração do solo. Estes processos são, na maioria das vezes, inicialmente imperceptíveis pelos produtores rurais, podendo, *à posteriori*, evoluir para sulcos profundos e/ou voçorocas, que apresentam custos de recuperação altamente onerosos. Assim, ao considerar variáveis ambientais que contemplem temário do solo (erosividade, erodibilidade, uso e manejo e práticas conservacionistas) o Simulador viabilizará o entendimento do comportamento dos diferentes tipos de solo ante a ação dos diversos elementos naturais (chuva e ação humana, por exemplo) e, desta feita, gerar subsídios à tomada de medidas de cunhos social e ambiental.

## Objetivos

O presente trabalho busca, como objetivo geral, elucidar as funções e atribuições do Simulador de Microbacias Hidrográficas enquanto ferramenta apta à geração de diferentes cenários que correspondam às diversas tipologias de prática agrícola, de modo que esta, ao adequar-se ao cenário ambiental, possa atingir maiores níveis de rentabilidade aliada à conservação dos recursos naturais existentes. De forma complementar são objetivos específicos:

- Incrementar o planejamento agrícola, econômico e sócio-ambiental em microbacias;
- Evidenciar as possibilidades da ferramenta em promover a visualização da evolução das ações econômicas e ambientais nas microbacias;
- Estabelecer automaticamente parâmetros de uso e ocupação do solo agrícola;
- Subsidiar o entendimento e acompanhamento da mudança da paisagem rural;
- Promover a interação da ferramenta com os demais segmentos da sociedade, com ênfase no setor educacional.

Desta forma, buscar-se-á incrementar a prática agrícola no estado do Rio de Janeiro, promovendo a redinamização e conseqüente revitalização desta.

## Material e Método

O ideário do Simulador está pautado na Equação Universal de Perda de Solos (EUPS). A EUPS, desenvolvida por Wischmeier & Smith (1965), teve seu marco inicial no Brasil com os trabalhos de Bertoni *et al.* (1975), no Estado de São Paulo. Trata-se de um modelo que exprime a ação dos principais fatores que influenciam a erosão pela chuva, estando assim expressa:

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

Onde:

A = perda de solo (Mg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>).

R = fator erosividade (MJ.mm.ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>).

K = fator erodibilidade (Mg.ha.MJ<sup>-1</sup>.mm<sup>-1</sup>).

L = fator comprimento do declive (adimensional).

S = fator grau do declive (adimensional).

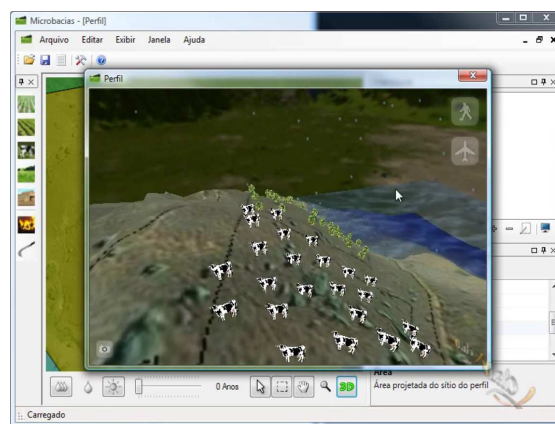
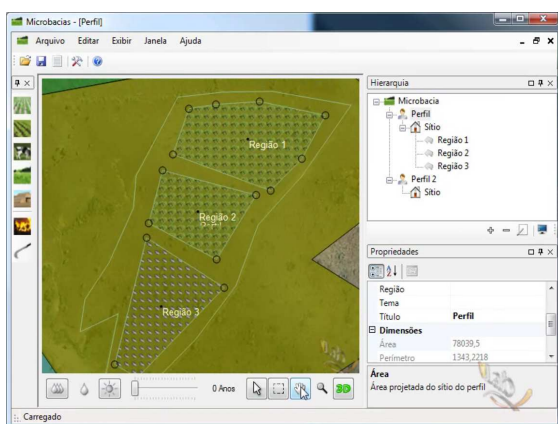
C = fator uso e manejo (adimensional).

P = fator práticas conservacionistas (adimensional).

Segundo Pereira (2002):

Os fatores R, K, L e S representam os fatores naturais mais importantes, ligados respectivamente, ao potencial erosivo das chuvas (erosividade), à natureza do solo (erodibilidade) e à morfologia do terreno (comprimento do declive e grau de declive). A interação de tais fatores, constituem o potencial natural de erosão (PNE). Os fatores C e P são de natureza antrópica, estando relacionados à ocupação das terras e às características de cultivo, refletindo as formas de uso-manejo e de práticas conservacionistas. A EUPS considera dois conjuntos de fatores (naturais e antrópicos), e a relação entre eles resulta em uma perda média anual de solos, por unidade de área (Mg.ha-1. ano-1). Esta equação, dada sua grande abrangência quanto aos aspectos ambientais e sua estreita relação no que se refere aos aspectos socioeconômicos e culturais, tem sido utilizada como base para estudos em diferentes escalas, com as mais variadas finalidades.

O Vision Lab (laboratório da PUC-Rio responsável pela elaboração do *software*) desenvolveu a interface que possibilita ao usuário o acesso ao ambiente 3D da microbacia a ser simulada (figuras 1a e 1b). Esta interface possui diversas opções de manejo, uso do solo, clima e intervalo temporal (temporalidade), condizentes com as realidades locais. Foi desenvolvido um processo para a importação das bases de dados do ArcView para o simulador utilizando o software **Quantum GIS**, que proporcionou a construção de um conversor do formato *shape* para um formato XML (Extensible Markup Language), que é livre e amplamente indicado pelo W3C (World Wide Web Consortium).



Figuras 1a e 1b: Interface do Simulador de Microbacias Hidrográficas, com Visualização em 3D.

Para a simulação da EUPS, foi desenvolvido um algoritmo que utiliza a teoria de autômatos celulares (técnica muito utilizada pela física estatística para o processo de formação de cristais e de percolação de queimadas em florestas) combinada com a EUPS. Desta feita, para cada fator da fórmula da Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS), foram criadas bases cartográficas e fórmulas para que pudessem ser tratadas em ambiente computacional. Neste sentido, foi fundamental um inventário bibliográfico que considerou as variáveis ambientais contidas na fórmula acima exposta

<b>Órgão/ Instituição</b>	<b>Dados</b>	<b>Formato</b>	<b>Escala</b>
UFRRJ	Pluviosidade Mensal do estado do Rio de Janeiro	Raster	1: 250.000
EMBRAPA	Solos	Shapefile	1: 250.000
INEA/ IBGE	Modelo Digital de Elevação do Terreno	Raster	1: 25.000
IBGE	Ortofotos Digitais do estado do Rio de Janeiro	Raster	1: 25.000
EMBRAPA	Índices de erosividade, erodibilidade, comprimento do declive, grau do declive, uso e manejo e práticas conservacionistas	Excel	Não há

e abaixo elencados.

Tabela 1: Dados utilizados na alimentação do *Software*.

A partir do levantamento dos dados relevantes à pesquisa foram atribuídos os valores correspondentes a cada variável ambiental contida na equação, conforme Costa *et al* (2005). Por fim, a operacionalização do software baseia-se na seguinte estrutura, também esquematizada no fluxograma subsequente (Figura 2).

- Uma microbacia contém várias glebas;
- Uma gleba pode ter vários perfis (profile) definidos;
- Um perfil (profile) corresponde a uma divisão de áreas de cultivo, tipos de culturas e métodos (de cultivo, proteção e manejo do solo);

- Um perfil (profile) pode ser submetido a cenários (seca, chuva, etc) e ter sua evolução simulada ao longo de uma barra de tempo.

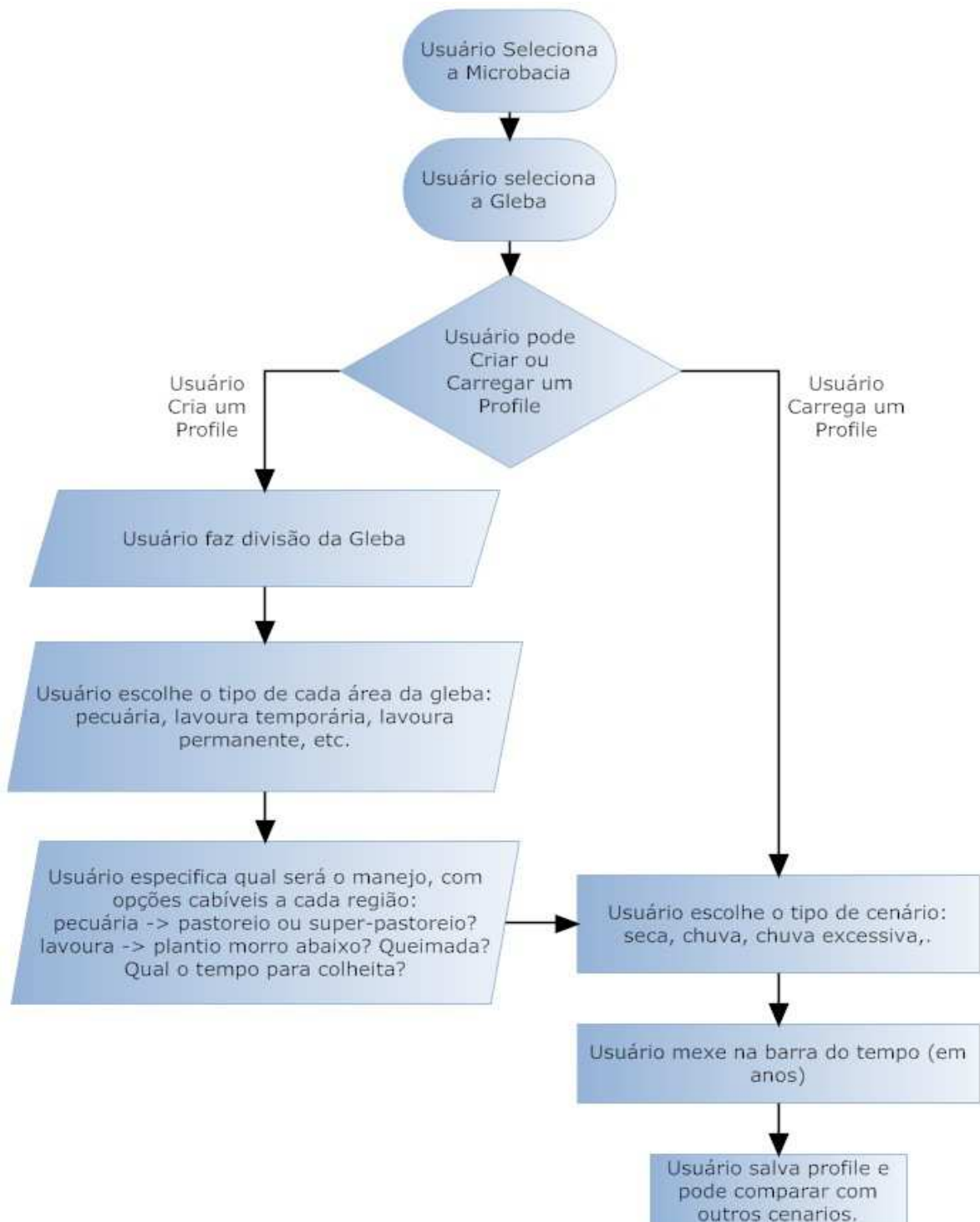


Figura 2: fluxograma de operacionalização do software.

## Resultados e Discussões

De acordo com a proposta de trabalho trazida pela implementação futura do *software* nas microbacias hidrográficas atendidas pelo Programa Rio-Rural, são resultados da aplicabilidade deste:

- Demarcação de propriedades e glebas, de modo a melhor identificar o recorte espacial a ser estimado;
- Atribuição de práticas a glebas e observação diversas dentro do relatório, contribuindo, desta forma, com a reantibidade, a produtividade e com manutenção e/ou regeneração dos recursos naturais reinantes na área analisada;
- Visualização de ortofotos e camadas de uso do solo, tipo de solos, hidrografia e estradas;
- Visualização em 3D, com o intuito de aproximar cada vez mais os produtos obtidos da realidade encontrada;
- Simulação do risco associado à prática agrícola, de acordo com determinados tipos de elementos que influenciam nos processos de agradação e degradação pedológica;
- Estabelecimento de cenários que poderão fundamentar as práticas de gestão e planejamento do uso e ocupação da terra;
- Apreensão do total da perda de solo de toda a MBH e da propriedade demarcada, quando esta for feita;
- Elaboração de relatório contendo a imagem da propriedade, das glebas, da perda de solo, bem como de dados econômicos, como os possíveis gastos inerentes ao investimento na área, por meio do *Farm Model*;
- Geração de mapa de risco de acordo com o manejo adotado na simulação. Este mapa se apresenta uma escala de cores, em que cada uma sinaliza um risco.

## Conclusões Parciais

Com o presente estágio de desenvolvimento do Simulador de Microbacias Hidrográficas possibilitou-se perceber que este funcionará eficazmente como um sistema de monitoramento remoto, sendo viável a utilização para a tomada de medidas quanto ao planejamento, nas mais variadas escalas

de análise, tendo o foco principal, contudo, na microbacia. Ademais, no Simulador está contido um leque de variáveis ambientais com valores agregados, proporcionando uma análise local em tempo real e contribuindo, desta feita, com possibilidade de maior lucratividade para o produtor rural, sendo ferramenta auxiliar à reestruturação da atividade agrícola no estado do Rio de Janeiro. Outrossim, notou-se que a ferramenta, apesar de ter sua base metodológica pautada no estado em questão, pode ser facilmente replicada aos demais estados da federação, desde que os dados fundamentais à equação sejam adaptados às diferentes realidades. Por fim, em sua versão de teste, tem se observado que a ferramenta, diferentemente dos *softwares* de GIS convencionais, apresenta maior facilidade quanto ao uso e tratamento de dados, de modo que possa ser utilizada por uma significativa parcela da sociedade, notadamente técnicos agrícolas, produtores rurais e estudantes de escolas rurais.

### Referências

BERTONI, J. ; LOMBARDI, N. F. **Conservação do Solo**. Piracicaba: Livroceres, 1985.

COSTA, T. C. C. *et al.* Estimativas de perda de solo para microbacias hidrográficas no Estado do Rio de Janeiro. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, n. 78, 2005. 44p.

GRAZIANO DA SILVA, J. e CAMPANHOLA, C. **O Novo Rural Brasileiro: uma análise estadual: Sul, Sudeste e Centro-Oeste**. Embrapa, 2000. 122 p.

PEREIRA, L. C. **Aptidão agrícola das terras e sensibilidade ambiental**: proposta metodológica. (Tese de Doutorado). Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2002.

PEREIRA, V. S.; PONCIANO, N. J.; NEY, M. G.; ZAMPIROLI, P. D. Atividade agrícola e desenvolvimento rural no estado do Rio de Janeiro. In: XLVII Congresso da Sober, Porto Alegre, 2009. **Anais do XLVII Congresso da Sober**, Porto Alegre, 2009.

WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. **Predicting rainfall erosion losses from cropland east of the Rocky Mountains**. Washington: Department of Agriculture, 1965. 47p. (USDA. Agriculture Handbook, 282).