

Análise das Áreas Susceptíveis à Erosão na Microbacia do Córrego do Urubu, Lago Norte (Distrito Federal, Brasil).

Mariana da Silva Soares, Pedro Bias Dal’Ava, Edilson de Souza Bias, Renata Marson Teixeira de Andrade, Felipe Lima Ramos Barbosa.

Intituições: Universidade Católica de Brasília, Universidade de Brasília

Email dos Autores: marianasoares@gmail.com, pdalava@gmail.com, edbias@unb.br, renatam@ucb.br, felipel@ucb.br.

Introdução

Com uma demanda de infra-estrutura não suprida com a mesma rapidez do crescimento populacional, a urbanização do Distrito Federal (DF) gera riscos de **degradação** especialmente em áreas de mananciais. Uma dessas áreas ameaçadas é as nascentes da Bacia do Rio Descoberto, localizada no próprio DF.

O objetivo deste estudo é avaliar espacialmente as áreas de saturação do solo na microbacia do córrego do Urubu, por meio da análise de cenários construídos para quatro períodos, simulando o aumento da vulnerabilidade à erosão na área de estudo.

A microbacia do Córrego do Urubu se localiza entre as coordenadas de latitude 15°41’ e 15°43’ sul e 47°52’ e 47°50’ oeste, na Região Administrativa Lago Norte (RA XVIII) - DF, como ilustrado na Figura 01. A bacia possui três tributários principais: Urubu, Sagui e Olhos D’água.

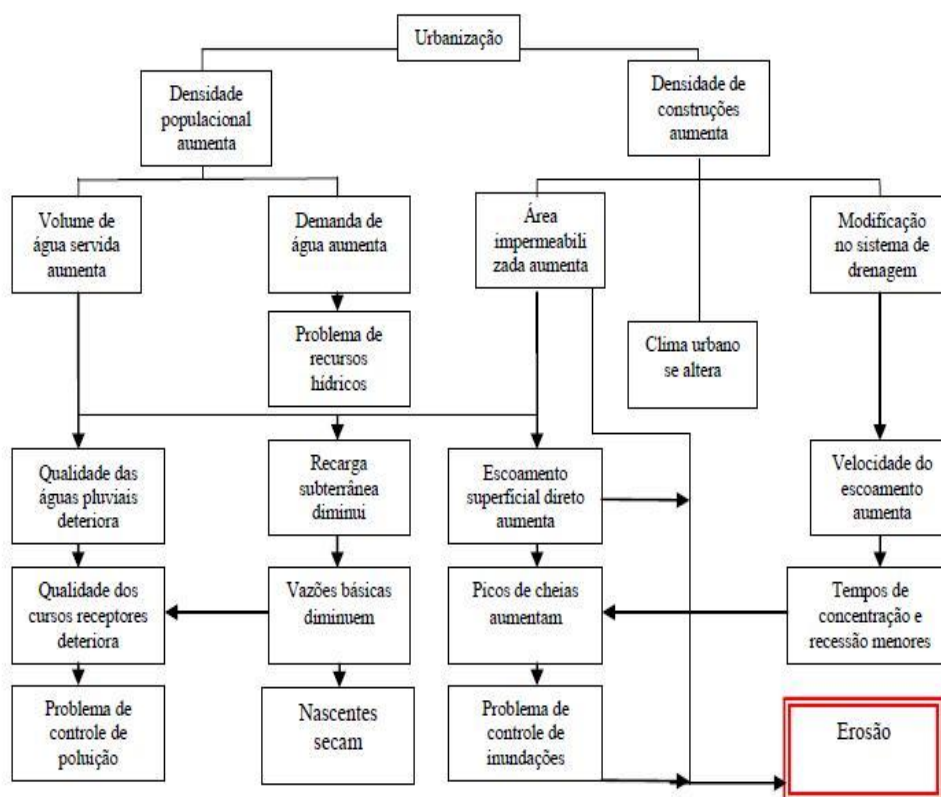
A população instalada no núcleo rural da microbacia do Urubu tem cerca de 1.100 pessoas, tendo se caracterizado por ocupação irregular de chácaras e pequenos condomínios desde sua ocupação na década de 1970, fazendo parte do bairro Taquari I. O PDOT (LEI COMPLEMENTAR 803/09) prevê na expansão urbana das 2ª e 3ª etapas do Taquari, à esquerda do córrego Sagüi, a sudeste da microbacia do Urubu. Os moradores do núcleo rural do Urubu fundaram há mais de 10 anos o movimento intitulado “Salve o Urubu” que tem como objetivo a preservação da área onde se localiza o córrego.

O processo de urbanização no DF, segundo Mancini (2008), apresenta uma lógica dispersa definida pela a pulverização da urbanização em todas as direções e o surgimento de aglomerações urbanas que se dispersam sobre extensões cada vez maiores com menores contingentes populacionais, geram impactos negativos no meio ambiente, sobretudo relacionado à precariedade da infra-estrutura. Estudos sobre

mapeamento no DF recomendam que políticas públicas e medidas preventivas sejam necessárias para evitar perda de qualidade de vida e até possíveis desastres ambientais devido a estes riscos (DEFESA CIVIL 2009, ANDRADE et. al. 2009).

Usado como indicador, a saturação do solo mostra áreas vulneráveis a processos erosivos. Estudos sobre saturação do solo, segundo Fiori (2009), indicam que os riscos de erosão e até de deslizamento estão aliados a eventos chuvosos, tipo de solo, declividade, aumento da impermeabilização do solo por exemplo.

A Figura 2 apresenta uma cadeia de eventos na qual a urbanização pode gerar diversas ameaças ao meio ambiente, dentre elas a erosão.



(Modificado de Hall, 1984 *apud* Porto et al, 1997)

Figura 02 – Processos que ocorrem em uma área em urbanização.

Para aplicação do método de análise de saturação, foram definidos os procedimentos metodológicos definidos a seguir:

Para a delimitação da microbacia hidrográfica do Córrego do Urubu, foi aplicado curvas de nível e hidrografia de escala compatível com 1:10.000, disponibilizado pela

CODEPLAN e as extensões Terrain Analysis Using Digital Elevation Models (TauDEM) e TOPOGRID, aplicáveis ao software ArcGIS 9.2.

Foi utilizado o “TOPOGRID” para correção hidrológica do modelo e a identificação dos canais de drenagens por meio da aplicação de um algoritmo que tem o objetivo de identificar e eliminar as falsas depressões, que muitas vezes estão associadas aos canais de drenagem, e são responsáveis pela descontinuidade da rede de drenagem, aspecto desfavorável em determinados estudos hidrológicos.

O método D^∞ de fluxo encontrado na extensão TauDEM foi escolhido por ser, segundo Tarboton (1997), um método que possui proporcionalidade de distribuição do fluxo entre as duas células a montante, uma vez que esse cálculo ponderado é realizado dentro de um dos oito triângulos no qual o fluxo coincidir.

O MDE – Modelo Digital de Elevação foi gerado a partir da aplicação das curvas de nível e a hidrografia na extensão TOPOGRID, sendo retiradas as depressões espúrias, picos anômalos e pontos com ausência de dados por meio da ferramenta Fill Sink, presente no ArcGIS 9.2. Após este refinamento do MDE, foi determinada a direção de fluxo direcional por meio do algoritmo D^∞ e posterior delimitação da bacia por meio do comando *outlets*, ambos na extensão TauDEM.

A análise das zonas de saturação da bacia foi realizada a partir de modelo desenvolvido por O’Loughlin (1986) *apud* Guimarães (2003), que define o índice de umidade do solo baseado na análise da precipitação média, na transmissividade do solo, na área de contribuição a montante, no comprimento do exutório da bacia estudada e na declividade, conforme a equação (1).

$$W = \frac{Q}{T} \cdot \frac{a}{b \text{sen} \theta}$$

Sendo W = Índice de umidade do solo, Q = Pluviosidade (m/s), T = Transmissividade do solo (m^2/s), A = Área de contribuição a montante (m^2), b = Comprimento do exutório (m) e $\text{sen } \theta$ = seno da declividade (rad).

Neste modelo, foi considerado que o fluxo se infiltra até um plano de mais baixa condutividade, em geral o contato solo-rocha, seguindo então, um caminho determinado pela topografia. Sendo assim, as zonas de saturação ocorrem sempre onde o fluxo de drenagem a montante excede a capacidade do perfil de solo de transmitir este fluxo, Guimarães (2003).

Segundo Fiori (2009), quando o índice de umidade do solo for maior que a um, o solo está saturado e ocorrerá fluxo superficial. Quando o índice de umidade do solo for menor ou igual a 01, toda a água da chuva se infiltra no solo, não havendo água disponível para que ocorra o escoamento superficial. Desta forma, foi desenvolvida a seguinte relação para as zonas de saturação do solo, exposto no quadro 03.

Quadro 03 – Classes atribuídas às zonas de saturação

Índice de Umidade	Classe	Grau de saturação	Geração de escoamento superficial	Erosão e transporte de sedimento
≤ 1	1	Não satura	Insignificante	Baixo
> 1	5	Satura	Significante	Alto

Dados Pluviométricos

Para determinação dos dados pluviométricos, foram analisadas cinco estações: Santa Maria, Contagem, ETE Norte, ETE Sobradinho, ETE Paranoá. Todas as estações são pluviométricas e estão próximas à bacia do córrego do urubu. Para simular os regimes de mudança pluviométrica, foi utilizado o valor da máxima pluviosidade (mm/dia) ocorrida dentro da série histórica das cinco estações analisadas. A escolha de cenários é justificada uma vez que ela oferece a oportunidade de estudar eventos extremos em comparação com eventos de menor intensidade. O dado selecionado foi de 169mm/dia, ocorrido em 1 de janeiro de 1998 na estação de Santa Maria. Esse valor adotado representa o evento mais impactante ocorrido durante o período de estudo. Assim o valor de 169mm/dia foi dividido em quatro, formando diferentes cenários de ocorrência de chuva: 42mm, 84mm, 126mm, 169mm.

Transmissividade

Transmissividade do solo é definida por Bower (1979) *apud* Fiori (2009) como o produto da condutividade hidráulica multiplicada pela espessura do solo na área estudada, como expresso na equação (2).

$$T = k \cdot b_a \quad (2)$$

Sendo T = Transmissividade (m²/s); k = Condutividade hidráulica (m/s); b_a = Espessura do solo (m).

Estudos realizados por Amaral (2007) determinaram a condutividade hidráulica do cambissolo em $3,08 \times 10^{-5}$ m/s e espessura média de 1,5 m. Campos (2004) determinou condutividade hidráulica para latossolo em 10^{-6} m/s e espessura média de 15 m. Estes dados foram normalizados para os solos predominantes na área.

Assim, substituindo os valores na equação obtivemos transmissividade de $4,6 \times 10^{-5}$ para Cambissolo e $1,5 \times 10^{-5}$ para Latossolo. A microbacia também possui solo tipo Neossolo em sua porção noroeste, porém sua área relativa foi desconsiderada da análise uma vez que está a montante da área urbana de interesse analisada e corresponde a 0,14 km², 1,5% da área total.

Área de Contribuição a Montante, Comprimento do Exutório e Declividade

Foi determinada a área de contribuição a montante e a declividade a partir dos dados de MDE para área. Foi considerado o valor do comprimento do exutório o valor da célula do MDE, 5 metros.

Resultados

O cartograma apresentado na figura 13 expõe os quatro cenários analisados para os diferentes valores de pluviosidade e também a análise multitemporal das zonas de saturação.

Na figura 13 é possível observar o aumento gradativo das zonas com probabilidade de saturação de acordo com o aumento da precipitação. De acordo com Fiori (2009), solos quando saturados produzem o escoamento por saturação, que pode gerar erosão hídrica.

Por ser atemporal, apenas dependendo de variáveis hidrológicas e morfológicas, a representação das zonas de saturação mostra as áreas vulneráveis à erosão. A intersecção com a informação de atividade fotossintética representa a entrada da multitemporalidade na análise, possibilitando a observação da influência deste parâmetro no aumento ou diminuição das áreas já vulneráveis.

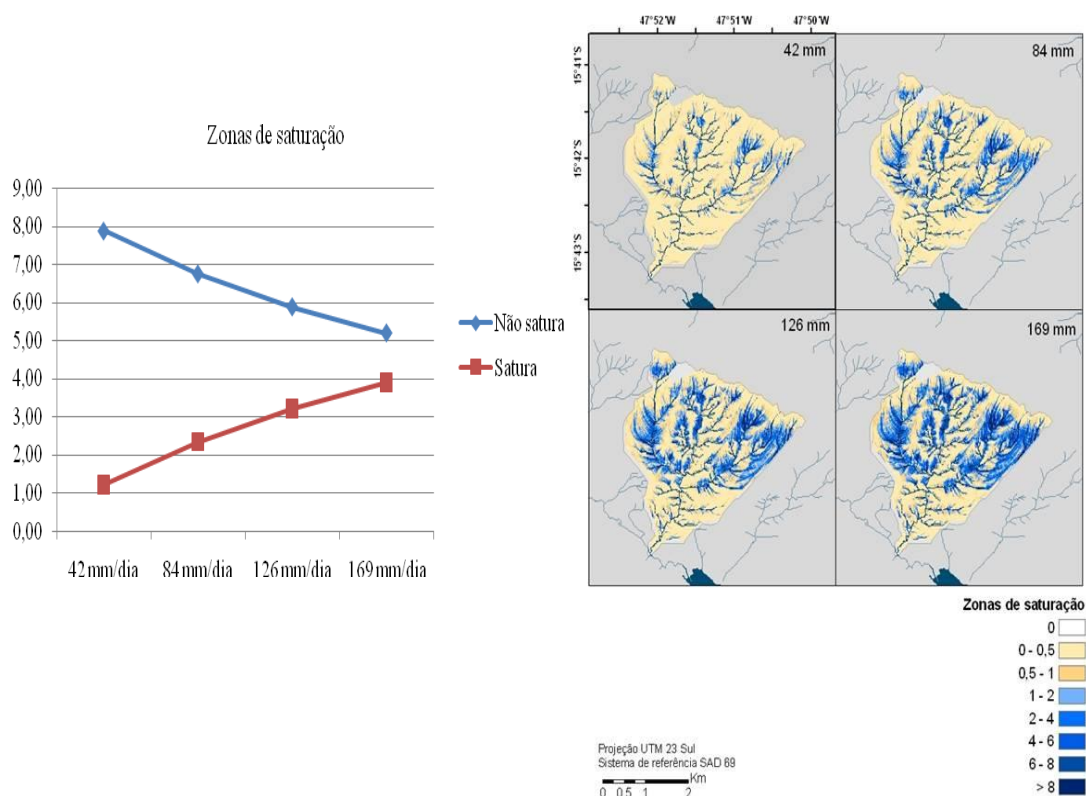


Figura 13 – Cenários de zona de saturação de acordo com a pluviosidade (em azul escuro grande grau de saturação, em amarelo baixo grau)

Na figura 15, destacam-se três pontos, o primeiro mostrando o processo erosivo no córrego Olhos D’água, o segundo, uma mata recuperada e terceiro, uma voçoroca na sub-bacia do córrego Sagüi, juntamente com o cenário de 42 mm.

O ponto 01 se localiza no Bairro Taquari em uma região de alta vulnerabilidade e a montante deste ponto, há construção de residências. Outra variável importante deste ponto é a grande diminuição ocorrida de 1989 para 2009 em sua cobertura vegetal.

O ponto 02 apresenta baixa vulnerabilidade por não estar em uma zona de saturação do solo e também apresentar vegetação exuberante, conseqüência da resposta obtida com a análise da cobertura vegetal. Região onde há a atuação do “Salve o Urubu”.

O ponto 03 apresenta erosão avançada. Sua dimensão é em torno de 3 metros de profundidade por 200 metros de extensão.

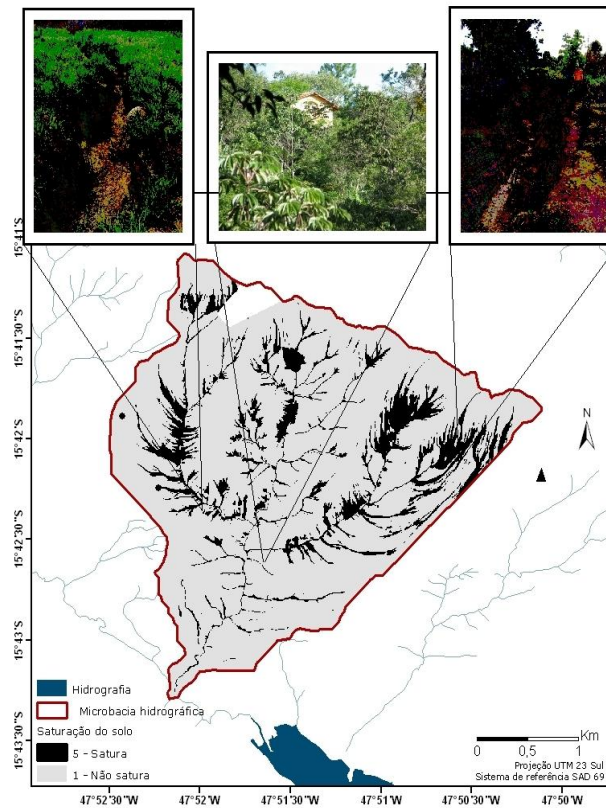


Figura 15 – Saturação do solo na microbacia do córrego do Urubu com cenário de 42mm de pluviosidade.

Conclusões e Recomendações

A aplicação da metodologia de Avaliação de Risco Ambiental e de Vulnerabilidade à erosão (cruzando o índice fotossintético temporal e o índice de umidade que identifica as zonas de saturação para diferentes cenários de chuva) possibilitou identificar espacial e temporalmente as áreas que estão sob diferentes níveis de risco à erosão na microbacia do Urubu.

Em visita a campo, foi constatado que há áreas vulneráveis na região com processos erosivos já estão em estado avançado. Em compensação, onde houve aumento de índice fotossintético (próximo aos córregos Urubu e Sagüi), foi constatado que zonas degradadas foram regeneradas, diminuindo a vulnerabilidade à erosão e riscos.

O modelo aplicado possui limitações impostas pelas resoluções dos dados utilizados pela lacuna de dados pluviométricos fornecidos pela ANA – Agência Nacional de Águas.

Em linhas gerais, é recomendado a continuidade da avaliação de riscos, para a fase de gerenciamento de risco e quantificação por meio de matriz de risco. Também é

indicado a aplicação do modelo de mapa de vulnerabilidade para a obtenção de áreas prioritárias para a recuperação ambiental visto que foi observado em campo duas das áreas classificadas com maior vulnerabilidade e foi constatada a presença de erosão significativa.

Bibliografia

AMARAL, F. C. S.; FERNANDES, L. A. C. Estudo da condutividade hidráulica dos solos na área do entorno do projeto de irrigação Salitre. Rio de Janeiro: Embrapa solos, 2007. Disponível em: < http://www.cnps.embrapa.br/solosbr/pdfs/doc92_2007est_conduthidraulica.pdf >. Acesso em: 02 set. 2009.

ANDRADE, R.M.T. (ORG). Avaliação Preliminar de Riscos Ambientais no DF, Brasil. Trabalho Final. Universidade Católica de Brasília. Novembro de 2009.

DEFESA CIVIL, DF. Áreas de risco diagnosticadas pela Defesa Civil do DF. <http://defesacivildf.blogspot.com/> . Acesso em: 20 de outubro de 2009.

DISTRITO FEDERAL. Lei complementar 803, de 25 de abril de 2009. Aprova a revisão do Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal – PDOT e dá outras providências. Disponível em <http://www.cl.df.gov.br/cldf/processo-legislativo-1/pdot>. Acesso em: 12 setembro 2009.

FIORI, A. P.; CARMIGNANI, L. Fundamentos de mecânica dos solos e das rochas: aplicações na estabilidade de taludes. 2.ed. Curitiba: Ed. UFPR, 2009. 604p.

GUIMARÃES, R. F. Fundamentação teórica do modelo matemático para previsão de escorregamentos rasos Shallow Stability. Espaço & geografia, vol. 6, nº 2, 2003.

MANCINI, G. A. Avaliação dos custos da urbanização dispersa no Distrito Federal. Distrito Federal, 2008. 178p. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília.

PORTO, R., et al. Drenagem urbana. In: TUCCI, C. E. M. (org.). Hidrologia, ciência e aplicação. 2 ed. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997.

TARBOTON, D. G. A new method for the determination of flow directions and upslope areas in the grid digital elevation models. In: Water Resources Research, v. 33, nº2, 309- 319 p. 1997.