
APLICAÇÃO DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E SENSORIAMENTO REMOTO NA DEFINIÇÃO DE MICROBACIA COMO ÁREA DE INFLUÊNCIA AMBIENTAL E UNIDADE DE GESTÃO: O CASO DO CAMPUS DO VALE DA UFRGS - RS

ANDREA LOPES IESCHECK^{1,2}

STEPHANI CARVALHO DA SILVA^{1,3}

TATIANA SILVA DA SILVA^{1,2}

FLÁVIA CRISTIANE FARINA^{1,2}

RICARDO NOBERTO AYUP-ZOUAIN^{1,2}

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Instituto de Geociências - IGEO

¹Departamento de Geodésia, Porto Alegre, RS

²Laboratório de Modelagem de Bacias

³Bolsista UFRGS-SAE

andrea.iescheck@ufrgs.br; tefickb@gmail.com; tatiana.silva, {flavia.farina, ricardo.ayup}@ufrgs.br

RESUMO - A unidade de estudo para o planejamento ambiental cada vez mais reflete limites ecológicos naturais, tais como microbacia, ao invés das definições políticas convencionais. Bacia de drenagem é o termo usado para descrever a área geográfica que drena água para um destino comum, onde interações indivisíveis acontecem. A bacia de drenagem é a esfera de ação lógica para planejar o uso e gerenciar recursos naturais na busca da sustentabilidade dos ecossistemas. O objetivo deste trabalho é definir as microbacias relacionadas ao Campus do Vale (UFRGS) como unidades de planejamento coerentes com seu contexto ecológico. Para tal, operadores de contexto e procedimentos analíticos baseados em SIG foram aplicados a um Modelo Digital de Terreno (MDT), obtido através de imagens do *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM). Como resultado, cinco microbacias foram adotadas como área de captação para outros estudos, a fim de construir um banco de dados mais holístico do Campus do Vale. As análises em SIG mostraram capacidade de espacializar conceitos hidrológicos de relevância ambiental e, assim, forneceram a base para o processo de tomada de decisão no Campus do Vale e adjacências.

ABSTRACT - The study unit for environmental planning reflects natural ecological boundaries such as a watershed as opposed to conventional political delineations. Watershed is the term used to describe the geographic area of land that drains water to a shared destination, where indivisible environmental interactions take place. The watershed is the logical scope to plan the use and management of natural resources, looking for the sustainability of the ecosystems. Thus, the goal of this work is to define the micro watersheds related to the Campus do Vale (UFRGS) as units for planning purposes coherent to its ecological context. To do so, GIS-based context operators and analytical procedures were applied to a Digital Elevation Model (DEM) obtained through the Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM) imagery. As a result, five micro watersheds were delimited, comprising a total area of about 60 km². The micro watersheds were adopted as a catchment area for further studies in other fields, in order to build a more holistic database of the Campus do Vale. The GIS analysis showed the capability to spatialize environmentally relevant hydrological concepts and, in doing so, provided the basis for the decision making process concerning the Campus do Vale and surrounding areas.

1 INTRODUÇÃO

As alterações humanas sobre a superfície do planeta atingiram velocidade, magnitude e dimensão (espacial) sem precedentes na história, afetando aspectos chave do funcionamento dos sistemas de suporte à vida. As mudanças

climáticas globais, sejam elas naturais ou não, atuam como agente intensificador deste processo, tornando ainda mais urgentes as iniciativas de planejamento e de gestão ambiental de forma mais coerente com o cenário atual. Neste contexto, a adoção de unidades de gestão que reflitam fronteiras ecológicas naturais, a invés dos convencionais limites políticos, é cada vez mais frequente. A gestão baseada em bacias hidrográficas é um exemplo da implementação deste raciocínio, entendendo uma bacia como a área geográfica onde a água é drenada para um destino comum e onde interações ambientais indivisíveis ocorrem.

Todos os cursos d'água fazem parte de uma bacia hidrográfica, sendo que bacias menores unidas formam bacias maiores. Os seus limites sempre seguem as cristas das elevações ao redor dos cursos d'água e se encontram no ponto de cota mais baixa, onde a água flui para fora da bacia hidrográfica. O limite entre duas bacias hidrográficas, portanto, é definido pela linha divisória em que a água flui em direções contrárias. Entretanto, a escala na qual a paisagem é examinada é um fator importante na definição das bacias hidrográficas. A fim de adequar esta lógica a escala local, novos conceitos surgem, como o de microbacias, definidas com base na direção de fluxo, mas respeitando limiares de área, como sugerido por Faustino (1996).

Do ponto de vista da hidrologia, a delimitação de microbacias é um passo importante para a observação dos efeitos de certos fatores chave, como o escoamento superficial. As alterações na quantidade e na qualidade da água, em função da intensidade de chuvas e do uso do solo, são mais bem entendidas quando microbacias são adotadas como unidade de estudo, elemento crucial na estruturação de programas de monitoramento e de planejamento ambiental. De uma maneira geral, os processos ecológicos tendem a obedecer, em certo grau, os limites de uma microbacia, uma vez que a dinâmica de ecossistemas é fortemente controlada pelos fluxos de matéria e energia veiculados pela água. Outro fator importante na adoção de microbacias como unidade de gestão é a estabilidade de seus limites, considerando a escala temporal de intervenção humana.

Por todas essas razões, a adoção da microbacia como divisão natural, mostra-se uma forma teórica melhor de organizar o mundo. Entretanto, a habilidade da sociedade para redesenhar o território é um processo lento e que no Brasil ainda não alcançou as maiores escalas. Os esforços neste sentido partem do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), que adotou um sistema de classificação de bacias baseado no método Otto Pfafstetter ou Ottobacia (NICOLODI *et al.*, 2009) que consiste em uma subdivisão das regiões hidrográficas em níveis hierárquicos, baseado na topografia da área drenada e na topologia (conectividade e direção) da rede de drenagem. Como exemplo das Ottobacias de maior detalhe até então definidas (Ottobacia nível 5), pode-se citar aquela correspondente ao Arroio Dilúvio em Porto Alegre, com área de 200 km². É nesta Ottobacia que se encontra o Campus do Vale da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e que, como outras atividades humanas exercidas no município, necessita de uma estrutura de planejamento e de gestão, para a qual a extensão da Ottobacia nível 5 não é adequada.

Assim, o objetivo do presente trabalho é definir as microbacias relacionadas ao Campus do Vale (UFRGS), como sua área de influência e suas unidades de planejamento e gestão, a fim de subsidiar o processo de tomada de decisão de forma mais coerente com seu contexto ecológico.

2 METODOLOGIA

A definição das microbacias de influência do Campus do Vale foi baseada em um Modelo Digital de Terreno (MDT) obtido a partir de imagens do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) e na utilização de operadores de contexto em Sistemas de Informação Geográfica (SIG). As microbacias resultantes dos procedimentos de análise espacial automática nem sempre coincidiram com as unidades de drenagem relacionadas aos principais cursos d'água com toponímia definida, o que foi feito *a posteriori*, de forma supervisionada. O detalhamento dos dados utilizados e os procedimentos analíticos são descritos a continuação.

2.1 Estrutura da base de dados e fontes de informação

Para o Modelo Digital do Terreno, utilizou-se a imagem SRTM do quadrante 221_081 obtida através da *Earth Science Data Interface* (ESDI) do *Global Land Cover Facility* foi utilizada como fonte de dados para a geração do MDT. A imagem original foi reamostrada para uma resolução de 5 metros, a partir de um interpolador local (raio de 6 pontos) (figura 1). A geometria e posicionamento da imagem não foram modificados, bem como o *Datum* (WGS-84).

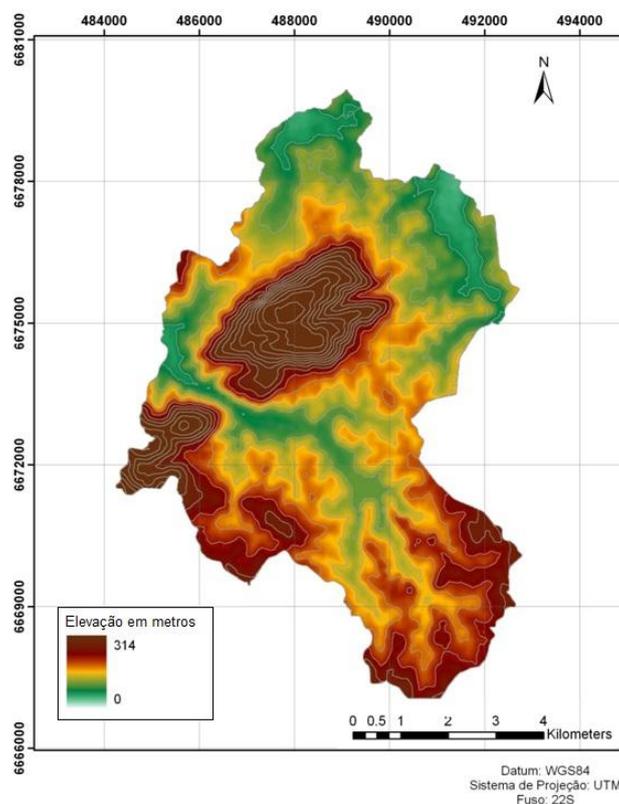


Figura 1 - Modelo Digital do Terreno gerado a partir da imagem SRTM

A hidrografia foi definida através de um procedimento híbrido. Parte dos dados foi obtida através de carta topográfica na escala 1:50.000, disponível na Interface Integrada para Internet de Ferramentas de Geoprocessamento – I3GEO, desenvolvido pelo Ministério do Meio Ambiente para o acesso e análise de dados geográficos. Como as cartas topográficas não apresentavam a qualidade temporal necessária, também foram utilizados dados hidrográficos sintetizados a partir do MDT, com base nos operadores de contexto em SIG (ArcGIS 9.3). Os dois grupos de dados foram, então, combinados e editados manualmente, por interpretação visual, tendo como referência composições coloridas cor verdadeira de imagens *QuickBird*.

2.2 Construção da base de dados e análises desenvolvidas

Como nível hierárquico superior para os limites das microbacias, foi utilizada a Ottobacia nível 5, obtida em formato vetorial através do portal do Sistema Nacional de Recursos Hídricos (SNIRH), Agência Nacional das Águas. A partir da Ottobacia de nível 5, segundo os conceitos apresentados por Faustino (1996), que definem os limiares de área para microbacias, com base no Modelo Digital de Terreno (MDT), foram definidas as microbacias de influência ambiental do campus com área total de aproximadamente 60km². Esta delimitação foi subsidiada pelo uso de Sistemas de Informação Geográfica (Idrisi Taiga), pela aplicação do algoritmo proposto por Jenson e Domingue (1988), no qual as microbacias de uma imagem (raster) são delimitadas de acordo com um limiar de área estabelecido e com base em um MDT. Através deste procedimento, as microbacias são determinadas conforme as direções de fluxo a partir do MDT, onde todos os pixels que contribuem para os fluxos dentro da área limite são considerados parte da microbacia. As unidades inicialmente obtidas foram agrupadas de acordo com a toponímia dos cursos d'água identificados na área de estudo através das cartas topográficas, mencionadas anteriormente.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os procedimentos analíticos automáticos em SIG resultaram, inicialmente, em 18 microbacias. Estas, por sua vez, foram agrupadas de acordo com a toponímia dos cursos d'água identificados na área de estudo através das cartas

topográficas, resultando em 5 microbacias principais, com áreas entre 7,2 e 20,4 km², conforme detalhado na Tabela 1 e ilustrado na Figura 2.

Tabela 1. Áreas das microbacias da região de influência do Campus do Vale.

Microbacia	Área (km ²)
Afluentes do Gravataí	9,0
Arroio Feijó	13,5
Arroio Pelado	10,8
Arroio Dilúvio	7,2
Arroio Sabão	20,4

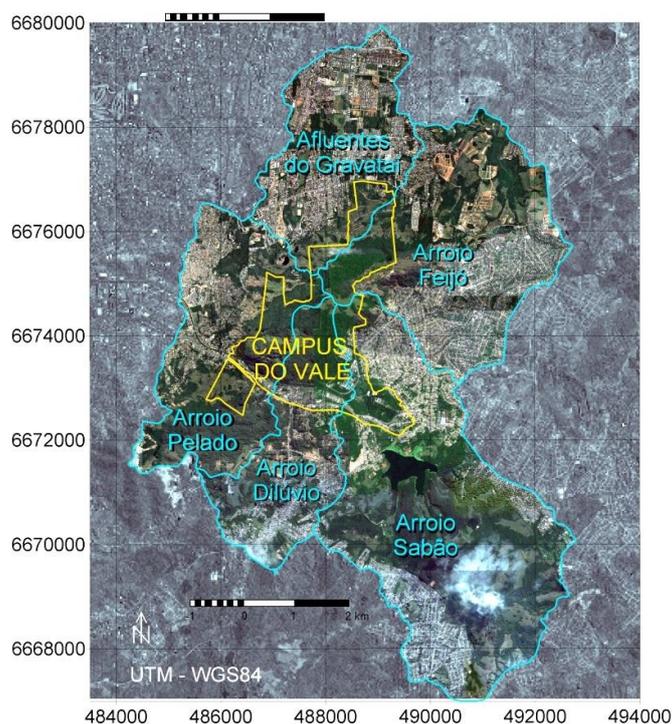


Figura 2. Microbacias que compõem o sistema hidrológico do Campus do Vale.

Como a área central do campus (ponto de encontro entre as microbacias) contém as mais altas elevações das proximidades, o seu território contribui para a drenagem das cinco microbacias, em maior ou menor proporção. As águas das microbacias do Arroio Sabão, Arroio Dilúvio e Arroio Pelado são drenadas pelo Arroio Dilúvio, o qual flui na direção oeste. Já as microbacias dos Afluentes do Gravataí e Arroio Feijó drenam em direção norte, até encontrar a cota mais baixa no Rio Gravataí. As microbacias possuem algumas similaridades entre si, de acordo com os dados analisados nesta pesquisa. As microbacias da porção sul (dos arroios Sabão, Dilúvio e Pelado) são dominadas, em termos de cobertura, por matas e áreas urbanas, em proporção semelhante, e secundariamente por campos. Já as microbacias da porção norte (Afluentes do Gravataí e Arroio Feijó) são mais urbanizadas e têm menor cobertura por matas.

A organização do espaço nesta estrutura de cinco microbacias, além de combinar procedimentos meramente automáticos a conceitos mais “humanos” de reconhecimento dos cursos d’água por toponímia, resulta na escala certa para a sustentabilidade das áreas de influência ambiental do Campus do Vale. Ecossistemas, considerados isoladamente, podem ser transformados em dias ou (poucos) anos, enquanto que transformações na escala da paisagem geralmente ocorrem através de gerações (Forman, 1995). As microbacias, ao contrário, têm a escala espacial e temporal exata para o entendimento e gestão da estrutura e dinâmica da área de inserção do campus. Assim, a organização dos sistemas de informação segundo estas unidades de gestão permitem visualizar e prever como se dará a propagação dos impactos através dos processos hidrológicos, sejam eles pontuais ou decorrentes de mudanças de cobertura. Isso é possível pela geração de outros planos de informação, dentro das atividades previstas pelo projeto “Diagnóstico e mapeamento das características ambientais do Campus do Vale – UFRGS” em que está inserido o presente trabalho, obedecendo os limites destas cinco microbacias. As atividades de mapeamento e análise espacial em conjunto deram subsídio para a

construção do banco de dados socioambientais do Campus do Vale, que deverá auxiliar no processo de tomada de decisão da universidade.

4 CONCLUSÃO

A adoção de microbacias como unidades de gestão permite abordar de forma mais sistêmica as áreas de influência do campus e fornece informações importantes sobre o contexto ambiental no qual está inserido. O presente trabalho reproduz e adapta para a escala local a abordagem de bacia hidrográfica como estrutura de planejamento e manejo de recursos naturais. Tal conceito visa incorporar no processo de gestão o princípio de que a hidrologia constitui um dos principais controles em um ecossistema. As águas drenadas ao longo de cada unidade (microbacia) terão sua qualidade dependente do padrão de uso e cobertura do solo dominante, ao mesmo tempo em que controlam as trocas de energia e materiais ao longo de cada microbacia e, portanto, sua eficiência enquanto sistema. O banco de informações espaciais gerado traz subsídios para a tomada de decisão, levando em consideração o marco legal vigente. Pode-se concluir que a definição das microbacias hidrográficas é de fundamental importância para a gestão socioeconômica e ambiental do Campus do Vale da UFRGS e que iniciativas deste tipo devem ser replicadas para outras atividades e áreas, a fim de auxiliar a sociedade na organização e entendimento de seu espaço.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Secretaria de Assistência Estudantil da UFRGS, pelo financiamento da bolsa de permanência relacionada a este trabalho, e à Agência Nacional das Águas e à *Global Land Cover Facility* pelo fornecimento dos dados espaciais.

REFERÊNCIAS

FAUSTINO, J. **Planificación y gestión de manejo de cuencas**. Turrialba: CATIE, 1996. 90p.

FORMAN, R.T.T. **Land mosaics: the ecology of landscapes and regions**. Grã-Bretanha: Cambridge University Press, 1995. 632p.

JENSON, S.K; DOMINGUE, J.O. Extracting Topographic Structure from Digital Elevation Data For Geographic Information System Analysis. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, p.1593-1600, 1988.

NICOLODI, J.L.; ZAMBONI, A.; BARROSO, G.F. Gestão Integrada de Bacias Hidrográficas e Zonas Costeiras no Brasil: Implicações para a Região Hidrográfica Amazônica. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v.9, n.2, p.9-32, 2009.