

A Interdisciplinaridade no Estudo de Bacias hidrográficas visando ao Emprego do SGI e do Software SOBEK

Prof. M.Sc. Cláudio Augusto Barreto Saunders ¹
Prof. Dr. Élon Antonio do Nascimento ²

UFF– Centro Tecnológico
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil
Rua Passo da Pátria, 156, São Domingos.
CEP 24210-240 – Niterói, Rio de Janeiro.
Tels. 2629-5410 e 2295-3775
¹ saunders@esquadro.com.br
² elsonn@vm.uff.br

Resumo: O presente trabalho aborda a evolução dos sistemas de posicionamento, sistemas geográficos de informação e softwares a serem utilizados na gestão dos recursos hídricos.

Palavras chaves: Bacia hidrográfica, Sistema geográfico de informação

Abstract: This work shows the evolution of positioning system, geographic information system and softwares utilized in conduction of hydric resources

Keywords: Hydrographic basin, Geographic Information System

1 Introdução

Há uma crescente necessidade em todo o mundo de informações terrestres como base de planejamento, desenvolvimento e controle de recursos terrestres, entre estes, o que desperta maior preocupação, nos tempos atuais é o hídrico.

A contínua expansão da produção no mundo industrializado traz uma crescente pressão sobre os escassos recursos naturais. Pressões similares sobre recursos naturais no terceiro mundo derivam principalmente de uma forte e crescente população. Terra, sendo de um jeito ou de outro a fonte primeira de todo bem estar material e de crucial importância vai requerer efetivo sistema de controle (Larsson 1991).

Numa olhada retroativa nos longos caminhos percorridos pela raça humana percebem-se grandes mudanças nas estruturas da sociedade e instituições. A evolução do conhecimento científico e o desenvolvimento tecnológico contribuíram de maneira decisiva, para a aceleração do processo. Assim, tanto por necessidade como por prazer, a Humanidade sempre procurou estender suas fronteiras, buscando novas riquezas e paisagens. Mas, para isso, precisou antes dominar a arte extremamente complexa de navegar – ou seja, a arte de ir e voltar de um lugar a outro, e de determinar uma posição geográfica, seja em terra como no mar.

Ao lado de se ter a posição geográfica, há a necessidade de se obter informações sobre objetos ou fenômenos na superfície do globo terrestre e sem contato físico com eles. Isto é obtido através de sensoriamento remoto.

Sensoriamento Remoto (Novo 1999) pode ser definido como aquisição de informação sobre um objeto a partir de medidas feitas por um sensor que não se encontra em contato físico direto com ele. As informações sobre o objeto, neste caso, são derivadas da detecção e mensuração das modificações que ele impõe sobre os campos da força que o cercam. Estes campos de força podem ser eletromagnéticos, acústicos ou potenciais.

O planejamento e a administração dos recursos hídricos, na idade atual, requerem para a sua execução de forma racional e dinâmica a existência de informações sistematizadas e, sobretudo, de sistemas que articulem essas informações, de modo a processá-las para gerar subsídios às intervenções porventura necessárias e sua adequada operação, bem como a previsão e controle dos processos naturais ou induzidos pela ação do homem nas bacias hidrográficas (Mendes 2001).

Conseqüentemente, há uma crescente onda de protestos por uma melhor administração dos recursos terrestres e controle do desenvolvimento pelo poder público. Mas como podemos planejar e controlar sem ter conhecimento e informações suficientes sobre o elemento básico: a terra por si só? Conhecimento geral não é suficiente; o que é requerido é informação detalhada sobre uso do solo: quem possui a terra, quem ocupa e trabalha, qual é o uso dado etc.

Por essa óbvia razão, a necessidade por um GIS (Geographic Information System) se tornou um problema urgente.

O objetivo do presente trabalho é mostrar a interdisciplinaridade na aquisição de dados geográficos para utilização de modelos matemáticos visando condições reais que podem acontecer no meio ambiente, no campo dos recursos hídricos.

2 Fotogrametria

A fotogrametria pode ser definida como sendo a arte, a ciência e a tecnologia de se obter informações confiáveis de objetos físicos e do meio ambiente, através de fotografias, por medidas e interpretações de imagens e objetos (Woolf 1983).

Segundo Junior (1980):

Em 1848 foi obtida a primeira foto tirada de um balão (Paris).

Em 1859 aconteceu a primeira aplicação militar de fotografia na guerra Franco-Piemontesa.

Em 1890 foi realizado o primeiro recobrimento aéreo, tendo como por estação um balão.

Em 1909 foi tirada a primeira foto a bordo de um avião, foi usada uma câmara comum

Em 1910 foi realizado o primeiro ensaio em aerofotogrametria.

1914-1918 a fotografia foi usada em escala prática durante a primeira guerra mundial, com a finalidade de descobrir camuflagens, confeccionar mapas e mosaicos e detectar a posição do inimigo.

Em 1915 foi usada pela RAF a primeira câmara aérea.

Em 1967 foi lançado o primeiro satélite.

“Si vis pacem para belo” disse Apius Claudius.

O elemento de trabalho da fotogrametria é a fotografia aérea ou fotograma que pode ser obtida através de câmaras métricas posicionadas no bojo de aeronaves ou posicionadas em pontos fixos da superfície terrestre daí a divisão:

a) Fotogrametria terrestre – as fotografias são formadas a partir de câmaras localizadas na superfície da Terra.

b) Fotogrametria Aérea ou Aerofotogrametria – as fotografias são tomadas a partir de câmaras localizadas numa estação no espaço (balão, avião, satélite etc.) É a categoria mais utilizada para geração de bases cartográficas.

Como aplicação da aerofotogrametria temos produtos cartográficos como: Carta Topográfica, Mosaicos, Fotoíndices etc.

3 Sensoriamento remoto

Sensoriamento remoto pode ser definido como a aquisição de informação sobre um objeto a partir de medidas físicas por um sensor que não se encontra em contato físico direto com ele. As informações sobre o objeto, neste caso, são derivadas da detecção e mensuração das modificações que ele impõe sobre os campos de força que o cercam. Estes campos de força podem ser eletromagnéticos, acústicos ou potenciais (Novo 1999).

Sensoriamento remoto também é um ramo novo da Fotogrametria, semelhante à fotointerpretação, aplicado para reconhecimento e identificação de objetos, sem contato físico com eles, em que aviões e satélites são as plataformas mais comuns.

Neste estudo serão abordados apenas os satélites de recursos naturais.

3.1 Sistema LANDSAT

Em 1972 foi colocado em órbita o primeiro satélite da série, era denominado de ERTS-1 (Earth Resources Technological Satellite-1), pouco tempo passado e a série foi trocada de nome e passou a ser denominada de LANDSAT.

Operando desde 1984 o LANDSAT 5, com vida útil além da prevista, trabalha com sensores TM (Thematic Mapper) e MS (Multispectral Scanner System). Encontra-se numa altura de 705 km.

O LANDSAT 6 foi lançado em 1993, mas perdeu-se no mar.

O LANDSAT 7 foi lançado em 1999, opera com os sensores ETM+(Enhanced Thematic Mapper) e PAN (panorâmico). Está numa órbita a 705 km de altura. A Banda PAN consegue resoluções espaciais de até 15 m.

Na América do Sul existe uma antena receptora de imagens LANDSAT situada em CUIABÁ – Mato Grosso no Brasil.

A NASA (National Space and Space Administration) opera os satélites. No Brasil, o INPE situado na cidade de São José dos Campos – SP e algumas empresas privadas comercializam as imagens do LANDSAT. Suas cenas cobrem uma área de 185x185 km.

3.2 Sistema SPOT

SPOT (Système Probatoire d'Observation de la Terre) é um sistema comercial no qual as imagens são obtidas mediante encomenda. Os produtos são comercializados por uma empresa privada a SPOT IMAGE, com sede na França e filiais no mundo inteiro.

O SPOT – 1 foi lançado em 1986, o SPOT – 2 em 1990 e o SPOT – 3 em 1993, os 3 satélites têm as mesmas características.

O SPOT – 4 foi lançado em 1998, nele foi incorporado mais um canal no modo multi-espectral e um novo sensor VEGETATION.

Desde 1993 o INPE recebe dados do SPOT por força de contrato

O satélite SPOT apresenta características de repetitividade observando a mesma área a cada 26 dias em vista vertical. Uma imagem do satélite representa no solo uma área de 60x60 km com visada vertical. Apresenta possibilidades de visada lateral que possibilitam obter a estereoscopia.

Os sensores pancromáticos no satélite produzem imagens com 10 m de resolução espacial.

3.4 Sistema IKONOS II

O satélite IKONOS II foi lançado em 24/09/1999, nos EUA, com imagens de alta resolução, até então só disponíveis para fins militares.

Orbita a uma altitude de 681 km. Dispõe de uma resolução espacial de 1 m (Pancromática) e 4 m (Multispectral).

As principais aplicações das imagens IKONOS II são: base para SIG, mapeamento e atualização de cadastro urbano e rural, atualização do mapa de uso do solo, apoio de trabalho com GPS, projetos de engenharia em escala de 1:5.000 até 1:2.500, estudos de bacia hidrográficas.

4 Posicionamento

Até poucos anos atrás a formação da base cartográfica era baseada em levantamentos de campo onde eram medidas distâncias, ângulos e desníveis usando teodolitos, níveis e trenas.

A determinação da longitude foi considerada o maior problema científico do século XVIII, o qual se encontra bem retratado em Sobel (1996).

Este status quo mudou a partir de 1970, com o aparecimento do sistema NAVSTAR - GPS – NAVigation Satellite with Time And Ranging - Global Positioning System – que permite alcançar melhores índices de precisão.

4.1 O Sistema GPS

É um sofisticado sistema eletrônico de navegação, baseado em uma rede de satélites, que permite ao usuário localizar-se instantaneamente, em qualquer ponto da Terra. Com uma precisão inigualável, quase perfeita (Dottori 1997). Criado em meados dos anos 80 (somente em 1994 atingiu a plenitude operacional), traduz uma verdadeira revolução na arte da navegação. Foi projetado e desenvolvido pelo Departamento de Defesa Americano. As intenções iniciais eram utilizá-lo, principalmente, para a navegação com propósitos militares.

O GPS consiste de três segmentos principais, atualmente, em seu segmento espacial estão 24 satélites, os quais estão distribuídos em 6 órbitas planas. Cada plano possui inclinação de 55° em relação ao plano do equador. Todos os satélites estão a cerca de 20.200 km acima da Terra e completam uma revolução inteira, em torno da Terra, a aproximadamente cada 11 horas e 58 minutos.

O segmento de usuários é constituído pelos receptores GPS, os quais devem ser apropriados para os propósitos a que se destinam, tal como navegação, geodésia ou outra atividade qualquer. A categoria de usuário pode ser civil ou militar.

O terceiro segmento o de controle é composto por cinco estações monitoras distribuídas em pontos estratégicos ao longo e próximos ao equador terrestre.

Uma característica muito importante da tecnologia GPS, em relação aos métodos de levantamentos convencionais, é a não necessidade de intervisibilidade entre estações. Além disso, o GPS pode ser utilizado sob quaisquer condições climáticas (Monico 2000).

O GPS foi declarado operacional em 27 de abril de 1995 e liberado em parte para uso civil em 2000. Porém, os EUA têm o poder de cortar o serviço, ou mesmo diminuir sua precisão, a qualquer momento.

4.2 Sistema GLONASS

Além do sistema GPS americano existe outro sistema de navegação por satélite, que é o GLONASS (Global Navigation Satellite System), desenvolvido pela antiga União Soviética, hoje administrado pela

Rússia, é um empreendimento puramente militar. A diferença entre eles é que o GLONASS não está disponível para uso a todo instante como ocorre com o sistema GPS (o GLONASS possui menos satélites), embora seja também muito preciso.

O GLONASS proporciona posicionamento em 3-D e velocidade, bem como informações de tempo, sob quaisquer condições climáticas, em âmbito local, regional e global, foi concebido na década de 70 e dispõe de três segmentos como o GPS (Monico, 2000). No segmento espacial dispõe de uma constelação de 24 satélites ativos e um de reserva. Pode proporcionar, em relação ao GPS, melhor cobertura para altas latitudes.

4.3 A rede GALILEO

A não concordância do governo americano em autorizar que outras nações participem conjuntamente do controle de uma configuração básica do GPS levou a União Européia a desenvolver uma solução própria quer em conjunto com outras nações ou sozinha. Em fevereiro de 1999, a União Européia fez uma recomendação para que os europeus desenvolvam uma constelação de satélites para navegação (Wolfrum et al. 1999).

Em junho de 1999, com base nos trabalhos anteriores realizado pelo Fórum Europeu do GNSS, o Ministério dos Transportes europeu concordou com a fase de definição do GALILEO que será um sistema aberto e global, com controle civil, completamente compatível com o GPS, mas independente.

A Agência Espacial Européia (ESA) colocou em órbita no final do ano de 2005 o primeiro satélite que comporá a rede GALILEO, que promete revolucionar os sistemas internacionais de localização. O GIOVE-A (Galileo In Orbit Validation Element), um satélite de 600 kg é considerado também o primeiro passo do desafio estratégico da União Européia aos Estados Unidos, ao inaugurar um sistema que tornará obsoleto o sistema militar americano de localização por satélite GPS, uma vez que o GALILEO esteja em pleno funcionamento em 2010. A constelação será programada para uma altitude de 23.222 quilômetros sobre a Terra.

A fase operacional, na qual os serviços são oferecidos e a manutenção do sistema deve estar completa em 2008.

O financiamento do sistema deverá ser garantido pelo orçamento da União Européia, notadamente através da ESA e da rede de transportes européia.

O sistema terá, como o GPS, três segmentos: controle, espacial e serviços e *performance*. Modificações poderão ocorrer, pois o sistema encontra-se ainda em fase de definição.

5 Sistema de informação geográfica

Geographic Information System (GIS) é um conjunto poderoso de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar, transformar e visualizar dados sobre o mundo real para um objetivo específico. Esta definição enfatiza as ferramentas de GIS: hardwares, softwares, bancos de dados e Sistema de Gerência de Bancos de Dados (Burrough & McDonnell 1998).

Aronoff (1989) define GIS como "sistema de captação, armazenamento, manipulação, análise e apresentação de dados georeferenciados".

As aplicações dos SIG podem ser encontradas em diversas áreas das atividades humanas.

Na condução deste trabalho dá-se ênfase a interdisciplinaridade visando à condução de resolução de problemas de monitoramento das bacias hidrográficas tendo as informações geradas no SIG para resoluções dos modelos matemáticos hidrológicos.

Softwares como o Spring, Arcview, AutoCAD Map e Surfer, associados à tecnologia do GPS, poderão ser usados para compor as ferramentas de tal proposição.

6 Modelos computacionais

Tendo em vista a complexidade de novas tecnologias visando os problemas hidrológicos alguns países

têm desenvolvido modelos computacionais com a finalidade de simular escoamento hídrico em cidade e zonas rurais.

Na Holanda foi desenvolvido um software o Sobek-Urban e o Sobek-Rural pelo WL-Delft Hydraulic. A aplicação do software permitiu o dimensionamento de estruturas hidráulicas de custos mais baixos e a identificação de áreas de amortecimento, tornando mais eficiente todo o sistema de drenagem local (Nascimento 2003).

6.1 Utilização do SOBEK

As simulações de escoamento da macrodrenagem serão realizadas através do programa computacional SOBEK que representa um pacote de softwares hidráulicos e hidrológicos desenvolvido pelo WL-Delft Hydraulics Institute da Holanda. Possui como uma das características a representação do escoamento em regime transitório gradualmente variado, representado pelas equações de Saint-Venant (CHOW, 1959; VIEIRA DA SILVA; MASCARENHAS; MIGUEZ, 2003; TUCCI, 1993) que é o resultado da combinação da Equação da Continuidade com a Equação de Momentos que possui a seguinte expressão:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{Af} \right) + g \cdot Af \cdot \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{gQ|Q|}{C^2 RAf} - Wf \frac{\tau wi}{\rho w} = 0, \text{ onde,}$$

Q = vazão de enchente na seção de drenagem (m^3/s);

t = tempo (s);

x = distância (m);

Af = área molhada da seção transversal do duto (m^2);

g = aceleração da gravidade (m/s^2); h = nível d'água em relação ao nível de referência (m);

C = coeficiente de Chézy ($\text{m}^{1/2}/\text{s}$);

R = raio hidráulico (m);

Wf = largura do escoamento (m);

τwi = pressão do vento (N/m^2);

ρw = densidade da água (Kg/m^3).

Com relação aos termos da equação tem-se que o primeiro termo é de inércia; o segundo é de convecção; o terceiro é do nível de água no duto; o quarto é do atrito entre o fluido e o leito do duto e o quinto termo é devido a direção do vento.

6.2 O SOBEK no BRASIL

No Brasil, foi aplicado o software Sobek num programa de estudo de drenagem na região metropolitana, utilizando os dados do projeto e da respectiva planilha de cálculo (Nascimento, 2003).

Em função de um acordo de cooperação entre a UFF e o WL-Hydraulics que tem como objetivo o desenvolvimento de pesquisa, visando o domínio e o aprimoramento do software através do treinamento de pessoal e da aplicação em projetos pilotos.

O projeto de drenagem da comunidade João Lopes situada no Bairro de Bangu, no município do Rio de Janeiro foi desenvolvido pela empresa Hidroplan – Engenharia e Projetos, integrante do Programa de incubadora de empresas da UFF, para o Programa de Favela Bairro.

Dois outros Projetos São João e Itaboraí, forneceram subsídios para o domínio do software e vêm caracterizando-se como um referencial no emprego de tecnologia avançada para a resolução de problemas hidráulicos e hidrológicos.

Trabalhos envolvendo a tecnologia Sobek é o que se pretende com este artigo, agora usando o Sobek-Rural, como pioneira no Brasil, visando consolidar a sua aplicação.

7 Bibliografia

ARONOFF, S. *Geographical Information System: a management perspective*. Ottawa, WDI Publications, 1989.

BURROUGH, P. A. & MCDONNELL, R. A. *Principles of Geographical Information System. Spatial Information System and Geostatistics*. Oxford University, Oxford, 1998.

JUNIOR, N. L. S.: *Medições eletrônicas – Rastreamento de satélites*. Rio de Janeiro: EsIE, 1980.

MENDES, C. A. B; CIRILO, J. A.: *Geoprocessamento em Recursos hídricos – Princípios, Integração e Aplicação*. Porto Alegre, ABRH, 2001.

MONICO, J. F. G.: *Posicionamento pelo NAVSYAR-GPS – Descrição, fundamentos e aplicações*. São Paulo: Editora Unesp. 2000.

NASCIMENTO É. A do.: *Modelagem computacional para o estudo hidrodinâmico de redes de drenagem com o emprego do software SOBEK*. Niterói: Eduff, 2003.

NOVO, E. M. L. M.: *Sensoriamento Remoto*. Curso de Especialização em Geoprocessamento. UFRJ, IGEO, Dep. Geografia, LAGEOP, Rio de Janeiro, 1999, Volume 2, Mídia CD.

WOLF, P. R.: *Elements of Photogrametry with Air Photo Interpretation and Remote Sensing*, Ed. McGraw-Hill Book Company, Second Edition, Singapore, 1983.

DOTTTRI, M; **NEGRAES, R.:** *GPS - Global Positioning System*. São Paulo: Editora Fitipaldi, 1997.

LARSSON, G.: *Land Registration and Cadastral Systems*. UK: Longman Group, 1991.164p.

ROCHA, C. H. B.: *Geoprocessamento – Tecnologia Transdisciplinar*. Juiz de Fora: Ed. do Autor. 2000.

SOBEL, D; ANDREWES, W, J. H.: *The illustrated longitude*. New York: Walker and Company. 1995. 216p.