

## Identificação de variáveis geoambientais preditivas ao processo de locação de estações fluviométricas com o apoio do Modelo de Pesos de Evidência

Wougran Soares Galvão<sup>1</sup>  
Paulo Roberto Meneses<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL  
SGAN Quadra 603 / Módulos I e J - 70830-030 - Brasília - DF, Brasil  
wougran@aneel.gov.br

<sup>2</sup> Instituto de Geociências - UnB  
Caixa Postal 04457 – 70919-970 - Brasília - DF, Brasil  
pmeneses@unb.br

**Abstract.** Based on the literature, a set of geo-environment variables potentially important for the location of streamgaging network in the river basin was analyzed.. The evidence weighting method was used to reduce data dimensionality of the forty variables selected for spatial modeling to produce maps of potential location of stations in river basins.

**Palavras-chave:** weights of evidence, geographic information system, streamgaging network, pesos de evidência, sistema de informação geográfica, rede fluviométrica.

### 1. Introdução

A hidrometria é a parte da hidrologia ligada à medida das variáveis hidrológicas, e tem como objetivo obter dados básicos, tais como precipitações, níveis de água, vazões, entre outros, e a sua variação no tempo e no espaço (Santos et al., 2001).

Em função da variação espacial considerável das variáveis hidrológicas a serem medidas, necessita-se, para caracterizar uma bacia hidrográfica, de várias estações distribuídas sobre a sua superfície, o que leva ao conceito de redes de monitoramento, ou seja, um conjunto de estações pluviométricas, fluviométricas, sedimentométricas e meteorológicas distribuídas sobre uma determinada região.

Uma rede de dados hidrológicos constitui um conjunto de atividades de coleta e processamento de dados, que segue uma planificação anteriormente definida e visa atender a um objetivo específico ou a um conjunto de objetivos compatíveis entre si. Frequentemente, os objetivos associam-se a uma forma particular de utilização dos recursos hidrológicos, sendo que esta definição antecede à efetivação da coleta dos dados.

A determinação do número e a localização de estações de medição de precipitação ou outra variável hidrometeorológica é um problema que surge frequentemente em programas hidrometeorológicos. A densidade e distribuição de estações em uma rede e a frequência de observação necessária dependem da variabilidade temporal e espacial das variáveis meteorológicas ou hidrológicas a serem observadas. A função de uma rede de monitoramento é proporcionar uma densidade e uma distribuição de estações em uma região de modo que, por interpolação entre as séries de dados das diferentes estações, seja possível determinar, com suficiente precisão, as características básicas das grandezas hidrológicas ou meteorológicas em qualquer local da região (Santos et al., 2001).

Segundo dados da Organização Meteorológica Mundial (OMM, 1992) a maioria das redes hidrométricas dos países foram criadas em função das necessidades nacionais e, na maior parte das vezes, em função de problemas muito particulares. Ela também relata a

existência, a nível mundial, de uma documentação abundante sobre o planeamento de redes, todavia, muitos dos aspectos desse planeamento apresentam-se pouco claros, com ausência de exemplos práticos de aplicação real, ausência da definição clara dos objetivos a serem atingidos ou dos critérios que devem ser aplicados, ausência de embasamento técnico, etc. No Brasil, a documentação sobre o planeamento e histórico da evolução da rede hidrométrica nacional é relativamente escassa, refletindo ausência de informações e falta de clareza sobre especificidades desta rede.

A OMM (1965) publicou um Guia de Práticas Hidrometeorológicas, onde foram facilitadas algumas normas relativas ao número de estações (de vários tipos) necessárias para constituir uma rede mínima inicial. Este documento destaca que as redes menos densas do que aquelas ali recomendadas como “mínimas” são, por definição, inadequadas; ainda que, como relatado no guia, não se deva considerar que tais normas sozinhas permitam planificar uma rede eficaz.

Diante da complexidade e da subjetividade do processo de planeamento de redes hidrométricas torna-se cada vez mais necessária uma análise científica do problema. O presente estudo fará uma abordagem do planeamento de uma rede de estações fluviométricas, procurando investigar quais variáveis geoambientais poderiam ser potencialmente preditivas do processo de locação de estações fluviométricas numa bacia hidrográfica.

Dada a relevância e atualidade do tema, o objetivo deste trabalho é apresentar um subconjunto de variáveis geoambientais potencialmente preditivas do processo de locação de estações fluviométricas na bacia do rio São Francisco, a partir da aplicação da técnica estatística de inferência espacial Modelo de Pesos de Evidência integrada a um Sistema de Informação Geográfica (SIG).

## 2. Área de Estudo

O estudo foi realizado na bacia hidrográfica do rio São Francisco (Figura 1), na escala base de 1:1.000.000, em função de seu potencial de geração de energia hidrelétrica, pela extensão do rio, pela variedade fisiográfica apresentada pela bacia, pela quantidade de municípios (503) inseridos na bacia e pela existência e disponibilidade de bases cartográficas e temáticas, digitais e georreferenciadas, geradas pela CODEVASF (2003).

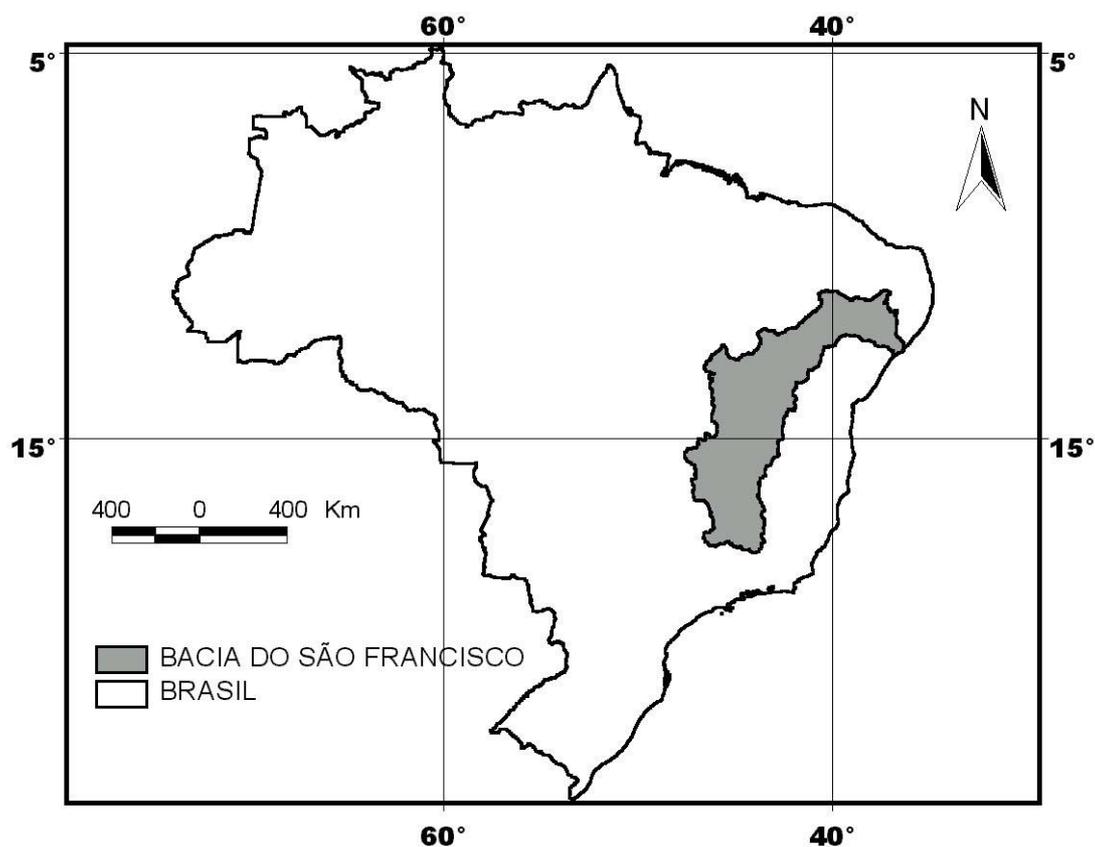
O Vale do São Francisco possui uma área de drenagem da ordem de 640.000 Km<sup>2</sup>, abrangendo os Estados de Minas Gerais, Bahia, Goiás, Pernambuco, Sergipe, Alagoas e Distrito Federal, onde aproximadamente 53,8% de sua área (343.784 Km<sup>2</sup>) encontra-se incluída no Polígono das Secas.

As precipitações pluviométricas anuais ao longo do vale são irregulares quanto à distribuição, variando de 350 a 1.900 mm em anos normais. As temperaturas médias anuais oscilam entre 18 e 27 °C. A evaporação é relativamente alta, variando de 2.300 a 3.000 mm anuais. A umidade relativa média anual situa-se na faixa de 60 a 80%, e a luminosidade é alta – de 2.400 a 3.300 horas por ano (CODEVASF, 1999).

O curso principal do rio São Francisco tem uma extensão de 2.700 Km. O regime do rio caracteriza-se por apresentar cheias no verão e estiagens no inverno. A descarga média anual é de 100 bilhões de metros cúbicos, o que indica uma vazão média de 3.150 m<sup>3</sup>/s. Os usos atuais de suas águas são, basicamente, voltados para a geração de energia, irrigação, abastecimento industrial e urbano, e navegação. Estima-se que a atual demanda total de água para uso industrial e urbano seja da ordem de 15 e de 10 m<sup>3</sup>/s, respectivamente (CODEVASF, 1999).

O vale é subdividido, fisiograficamente, em quatro regiões principais: Alto (com altitude de 600 a 1.600 m e temperatura média anual de 18 °C), Médio (com altitude de 500 a 1.000 m

e temperatura média anual de 27 °C), Submédio (com altitude de 200 a 500 m e temperatura média anual de 27 °C) e Baixo São Francisco (com altitudes que variam de 200 m até o nível do mar e temperatura média anual de 25 °C) – CODEVASF (1999).



**Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo.**

O potencial de geração de energia hidrelétrica é de cerca de 26.435 MW e as usinas em funcionamento (Três Marias, Sobradinho, Paulo Afonso, Moxotó, Queimado, Itaparica e Xingó) apresentam uma capacidade instalada de 10.427 MW .

### **3. Metodologia**

Considera-se, para fins deste estudo, a execução das seguintes atividades realizadas seqüencialmente:

#### **3.1 Identificação de variáveis geoambientais associadas ao processo de locação de redes hidrométricas**

O termo “variável geoambiental” foi empregado no presente estudo para caracterizar um dado de natureza fisiográfica, hidrológica, meteorológica e sócio-econômica.

A partir da revisão bibliográfica efetuada sobre o planejamento de redes hidrometeorológicas, no Brasil e no mundo, foram identificadas as seguintes variáveis geoambientais, para fins de investigação, pelo presente estudo, do potencial de predição à locação de estações fluviométricas: 1) modelo numérico de terreno; 2) declividade; 3) aspecto; 4) densidade demográfica; 5) densidade de drenagem por Ottobacia; 6) áreas irrigadas; 7) geologia; 8) solos; 9) hidrografia; 10) uso do solo; 11) precipitação; 12) clima;

13) temperatura; 14) evaporação; 15) sedes municipais/núcleos populacionais; 16) rodovias; 17) espelhos d'água; 18) unidades de conservação; 19) índice de desenvolvimento humano municipal (IDH-M); 20) índice topográfico composto; 21) direção de fluxo; 22) acumulação de fluxo; 23) poços de água subterrânea; 24) reservas indígenas; 25) usinas hidrelétricas; 26) erosão atual; 27) potência inventariada por sub-bacia hidrográfica (classificação do DNAEE); 28) potência remanescente por sub-bacia hidrográfica (classificação do DNAEE); 29) potência total por sub-bacia hidrográfica (classificação do DNAEE); 30) hidrogeologia; 31) tectônica; 32) Ottobacias – área; 33) Ottobacias – perímetro; 34) Ottobacias – área/perímetro; 35) municípios – área; 36) municípios – perímetro; 37) municípios – área/perímetro; 38) ecorregiões; 39) fraturas e 40) densidade de fraturas por Ottobacia.

### **3.2 Geração da base de dados georreferenciados**

Foi realizada mediante a escanerização, georreferenciamento e vetorização de mapas analógicos disponíveis, através da utilização do Sistema de Informações Geográficas ArcView 3.2. Mapas digitais já existentes foram editados e ajustados para a área de estudo. No presente trabalho, para a integração de variáveis geoambientais, foi utilizado como instrumento de apoio ao planejamento de redes hidrométricas o Sistema de Informações Geográficas (SIG) ArcView 3.2, com vistas à geração de uma base de dados georreferenciados para a bacia do rio São Francisco, com escala cartográfica compatível com 1:1.000.000.

### **3.3 Espacialização da rede fluviométrica associada a rede hidrometeorológica nacional**

A bacia do rio São Francisco possui 210 estações fluviométricas em operação administradas pela Agência Nacional de Águas - ANA e 255 administradas por outras entidades, segundo dados de inventário do Sistema HIDRO (ANA, 2003).

As 210 estações fluviométricas foram empregadas como amostras para fins de avaliação da correlação espacial existente entre as mesmas e as classes das variáveis geoambientais investigadas.

### **3.4 Aplicação do Modelo de Pesos de Evidência**

Foi aplicado individualmente a cada variável geoambiental identificada como associada ao processo de locação de estações hidrométricas a técnica estatística de inferência espacial denominada de Modelo de Pesos de Evidência. O propósito foi avaliar individualmente, com base na relação espacial entre as classes de cada variável e o conjunto de estações fluviométricas fornecido como amostras de treinamento, o potencial de predição à locação de estações fluviométricas das variáveis geoambientais, com base no pacote de geoestatística ARC-SDM (Kemp et al., 2002), calculando o Contraste do Peso de Evidência de contribuição de cada uma das variáveis.

Pesos de Evidência é um método quantitativo para combinar evidências em suporte de uma hipótese (Kemp et al., 1999), pertencente a um grupo de métodos apropriados para a Tomada de Decisão Multi-Critério.

O processo usado na modelagem com Pesos de Evidência constitui, em sua essência, uma versão quantitativa do método de sobreposição e inspeção de diversos mapas temáticos, com vistas à identificação de áreas onde um determinado fenômeno ou evento possa estar presente.

A análise de Pesos de Evidência é uma técnica que envolve processos de correlação e integração entre mapas, o qual é obtido por formulação matemática de probabilidades e pela combinação dessas evidências em suporte a uma hipótese (Boleneus et al., 2001).

Similar aos métodos estatísticos de regressão múltipla, o Modelo de Pesos de Evidência para combinar evidências envolve a estimativa da variável resposta (Ex: favorabilidade para depósitos minerais) a partir de um conjunto de variáveis preditivas.

O método foi originalmente desenvolvido para aplicações em diagnósticos médicos, nos quais a evidência consistiu de um conjunto de sintomas e a hipótese foi do tipo “Este paciente tem uma doença X”. Para cada sintoma, um par de pesos foi calculado: um para a presença do sintoma e outro para a ausência do sintoma. A magnitude dos pesos dependeu da associação medida entre o sintoma e o padrão da doença em um grande grupo de pacientes. Os pesos poderiam então ser usados para estimar a probabilidade de um novo paciente ter a doença, baseado na presença ou ausência de sintomas.

No final da década de 80, o Método de Pesos de Evidência foi adaptado para mapeamento de potencial mineral com o emprego de Sistemas de Informações Geográficas (Bonham-Carter et al., 1989). Na nova situação, a evidência consiste de um conjunto de bases de dados (mapas) sobre exploração mineral, e a hipótese é “Esta locação é favorável para a ocorrência de um depósito mineral do tipo X”. Os pesos são estimados a partir da associação medida entre ocorrências minerais conhecidas e os valores nos mapas são usados como preditores. A hipótese é então repetidamente avaliada para todas as possíveis locações no mapa usando os pesos calculados, produzindo um mapa de potencial mineral no qual a evidência de diversas camadas de mapas está combinada. O modelo assume que os mapas de entrada são condicionalmente independentes uns dos outros, com respeito aos pontos de ocorrência conhecidos. Os pesos são calculados como logaritmos de razões de probabilidade condicional, usando a formulação do Teorema de Bayes. O cálculo dos pesos envolve medidas de área dos padrões binários, da área total de estudo, do número de ocorrências minerais dentro dos padrões binários e o número total de ocorrências na área de estudo.

Os pesos produzem uma medida da associação espacial entre os pontos e o tema evidência. Um peso é calculado para cada classe do tema evidência. Um valor positivo de peso indica que há mais pontos sobre a classe do que ocorreria devido a chance; de forma contrária, um valor negativo indica que muitos poucos pontos ocorrem do que se era o esperado. Um valor de zero ou muito próximo de zero, indica que os pontos de treinamento são aleatoriamente distribuídos com respeito àquela classe. Para mapas binários com somente duas classes (a rotulação da classe por um valor é arbitrária), (W+) é usado para os pesos onde o tema evidência está presente e (W-) é usado para os pesos onde o tema evidência encontra-se ausente. A diferença entre os pesos é conhecida como contraste (C), sendo  $C = (W+) - (W-)$ . O contraste é uma medida total da associação espacial entre os pontos de treinamento e o tema evidência, combinando os efeitos dos dois pesos. Algumas vezes (W+) pode ser próximo de zero, ainda que (W-) seja fortemente negativo. Esta situação sugere que a presença do tema não é particularmente preditiva dos pontos de treinamento, mas a ausência do tema provoca forte evidência de que os pontos são pouco prováveis de ocorrer. Ao invés, pode haver um desequilíbrio entre os valores absolutos de (W+) e (W-) em outra direção; ou os dois pesos podem ter valores absolutos próximos do mesmo intervalo.

Valendo-se da base matemática que norteia a aplicação da técnica de apoio à tomada de decisão “Pesos de Evidência”, diversos autores têm apresentado seu emprego nas mais variadas aplicações e, via de regra, integrados ao uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), nas áreas associadas às ciências naturais. Dentre os quais: Moreira Silva (1999) na integração de dados geológicos e geofísicos para seleção de alvos para exploração mineral de ouro no Greenstone Belt Rio das Velhas, no quadrilátero ferrífero do Brasil; Asadi e Hale (2001) para a geração de um mapa preditivo de potencial de ocorrência de depósitos de ouro e de mineralizações de metais básicos, na região do Takab, Irã; Hansen (2001) para estimar a distribuição espacial de sítios arqueológicos em uma porção do Vale Central da Califórnia

(EUA); Boleneus et al. (2001) para a geração de mapas de favorabilidade da ocorrência de depósitos de ouro epitermais, na região nordeste do Estado de Washington (EUA); Moreira et al. (2003) para o modelamento de dados geológicos em pesquisa mineral de depósitos radioativos, no Platô de Poços de Caldas, localizado na divisa dos Estados de Minas Gerais e São Paulo; e Johnstone (2003) para o desenvolvimento de um modelo preditivo para a identificação de áreas de alta, média e baixa probabilidade para a localização de sítios arqueológicos históricos e pré-históricos, na região de Fort Stewart Military – Geórgia (EUA).

### **3.5 Seleção do subconjunto de variáveis geoambientais potencialmente preditivas ao processo de locação de estações fluviométricas**

Segundo Kemp et al. (1999), em geral, valores absolutos de pesos maiores que 2 são extremamente preditivos. Com base no limiar de corte de contraste de peso próximo de 2, foi realizada a seleção do subconjunto de variáveis geoambientais potencialmente preditivas ao processo de locação de estações fluviométricas.

## **4. Resultados e Discussão**

A **Tabela 1** apresenta a ordenação decrescente da importância das variáveis geoambientais investigadas como potencialmente preditivas ao processo de locação de estações fluviométricas, com base nos valores de contraste de pesos de evidência obtidos para as mesmas.

Com base no limiar de corte de contraste de pesos de evidência próximo de 2 (extremamente preditivo), e com base na eliminação das variáveis com redundância de informações (ottobacias e municípios), treze variáveis geoambientais foram selecionadas como potencialmente preditivas ao processo de locação de estações fluviométricas na bacia do rio São Francisco: 1) Ottobacias – perímetro; 2) densidade de drenagem; 3) municípios – área; 4) densidade demográfica; 5) modelo numérico de terreno; 6) hidrografia; 7) geologia; 8) sedes municipais; 9) densidade de fraturas por Ottobacia; 10) índice de desenvolvimento humano municipal; 11) hidrogeologia; 12) solos e 13) rodovias.

As variáveis geologia, solos, topografia, densidade de fraturas por Ottobacia e hidrogeologia estão intimamente relacionadas ao padrão e densidade de drenagem presentes na bacia, bem como ao tipo de escoamento/infiltração da água verificado na mesma e as relações de forma/tamanho de suas sub-bacias.

As rodovias são estratégicas no processo de planejamento de locação de estações, para permitirem um acesso fácil aos locais mais apropriados à locação, bem como para as visitas técnicas de inspeção e de manutenção dos equipamentos da rede hidrométrica.

Os municípios refletem os processos de ocupação do território, alterando as condições naturais do ambiente e exigindo um monitoramento hidrológico dos rios presentes nos mesmos.

A densidade demográfica existente nos municípios e o índice de desenvolvimento humano municipal dos mesmos refletem as condições sócio-econômicas presentes na região e exigem um monitoramento hidrológico em função dos impactos causados ao meio ambiente.

## **5. Conclusões e recomendações**

As treze variáveis geoambientais identificadas como potencialmente preditivas ao processo de locação de estações fluviométricas, com base em critérios geoestatísticos, eliminou a subjetividade empregada pelos planejadores de redes na seleção de variáveis geoambientais a serem utilizadas no processo de desenho de redes hidrométricas.

**Tabela 1 – Potencial de predição à locação de estações fluviométricas das variáveis geoambientais investigadas, segundo o Contraste de Pesos de Evidência.**

MODELO DE PESOS DE EVIDÊNCIA		
Nº	VARIAVEL GEOAMBIENTAL	CONTRASTE DE PESOS
1	OTTOBACIAS - PERIMETRO	5.25
2	DENSIDADE DE DRENAGEM	5.25
3	OTTOBACIAS - ÁREA	5.24
4	MUNICÍPIOS - ÁREA	4.14
5	DENSIDADE DEMOGRÁFICA	3.77
6	MUNICÍPIOS - PERÍMETRO	3.27
7	MODELO NUMÉRICO DE TERRENO	3.02
8	HIDROGRAFIA	3.02
9	GEOLOGIA	2.99
10	OTTOBACIAS - ÁREA/PERÍMETRO	2.89
11	SEDES MUNICIPAIS	2.68
12	DENSIDADE DE FRATURAS	2.44
13	IDH-M	2.03
14	HIDROGEOLOGIA	2.02
15	SOLOS	1.94
16	RODOVIAS	1.93
17	EROSÃO ATUAL	1.64
18	ASPECTO	1.69
19	ECORREGIÕES	1.54
20	TECTÔNICA	1.49
21	MUNICÍPIOS - ÁREA/PERÍMETRO	1.47
22	USINAS HIDRELÉTRICAS	1.35
23	USO DO SOLO	1.28
24	POÇOS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA	1.15
25	ÁREAS IRRIGADAS	1.13
26	RESERVAS INDÍGENAS	1.13
27	EVAPOTRANSPIRAÇÃO	1.06
28	CLIMA	1.00
29	TEMPERATURA	0.87
30	BACIA - POTÊNCIA INVENTARIADA	0.79
31	BACIA - POTÊNCIA REMANESCENTE	0.79
32	BACIA - POTÊNCIA TOTAL	0.79
33	DIREÇÃO DE FLUXO	0.77
34	FRATURAS	0.63
35	ÍNDICE TOPOGRÁFICO COMPOSTO	0.56
36	ESPELHOS D'ÁGUA	0.54
37	ACUMULAÇÃO DE FLUXO	0.33
38	DECLIVIDADE	0.17
39	UNIDADES DE CONSERVAÇÃO	0.06
40	PRECIPITACAO	0,03

Recomenda-se que a metodologia empregada no presente trabalho seja aplicada em outras grandes bacias hidrográficas para validar o potencial de predição à locação de estações fluviométricas das treze variáveis geoambientais selecionadas, em bacias com características fisiográficas, ambientais, sócio-econômicas e hidrológicas distintas daquelas encontradas na bacia do rio São Francisco.

Técnicas estatísticas de inferência espacial, como os modelos de classificação neural supervisionada e de regressão logística, deveriam ser aplicados ao conjunto das treze variáveis geoambientais selecionado para fins de investigação da função estatística que teria a

habilidade de descrever o processo de locação de estações fluviométricas numa bacia hidrográfica.

## Referências

ANA. Agência Nacional de Águas. **Relatório Estatístico da Rede Básica Hidrometeorológica Nacional**. Agência Nacional de Águas, Superintendência de Informações Hidrológicas – SIH, Brasília, ANA, Março, 2003, 20 p.

Asadi, H. H.; Hale, M. A predictive GIS model for potential mapping of gold and base metal mineralization in Takab area, Iran. **Computers & Geosciences**, v. 27, p. 901-912, 2001.

Boleneus, D. E.; Raines, G. L.; Causey, J. D.; Bookstrom, A. A.; Frost, T. P.; Hyndman, P. C. **Assessment method for epithermal gold deposits in northeast Washington State using weights-of-evidence GIS modeling**. Washington, D. C.: United States Geological Survey, 2001. p. 501, 502. (Open-File-Report 01).

Bonham-Carter, G. F.; Agterberg, F. P.; Wright, D. F. Weights of evidence modelling: A new approach to mapping mineral potential. In: Agterberg, F. P.; Bonham-Carter, G. F. (Ed.). **Statistical Applications in the Earth Sciences**. Ottawa: Geological Survey of Canada, 1989. p. 171-183. (Paper 89-9).

CODEVASF. COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DO VALE DO SÃO FRANCISCO. **Inventário de Projetos**. Brasília, CODEVASF, 1999. 224 p.

CODEVASF. COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DO VALE DO SÃO FRANCISCO. **Base de Dados Digitais Georreferenciados da Bacia do São Francisco**. Brasília, CODEVASF, Área de Planejamento, Coordenadoria de Projetos Especiais, Supervisão de Geoprocessamento. Documento publicado em CD-ROM, 2003.

Hansen, D. T. **Describing GIS applications: Spatial Statistics and Weight Evidence Extension to ArcView in the Analysis of the Distribution Archaeology Sites in Landscape**. In: GISCAFE, 2001. Acesso em: 11/04/2002. Disponível em: <http://www.giscafes.com/TechPapers/Papers/paper054/>.

Johnstone, S. **Past and Prediction: Archaeology and ArcGis in Cultural Resource Management**. In: GISCAFE, 2003. Acesso em: 19/12/2003. Disponível em: <http://www10.giscafes.com/goto.php?>.

Kemp, L. D.; Bonham-Carter, G. F.; Raines, G. L. **Arc-WofE: Arcview extension for weights-of-evidence mapping**. Geological Survey of Canada, United States of Geological Survey. User Guide, 76 pp, 1999. Acesso em: 15/02/2002. Disponível em: <http://gis.nrcan.gc.ca/software/arcview/wofe>.

Kemp, L. D.; Bonham-Carter, G. F.; Raines, G. L.; Looney, C.; Yu, H. **Arc-SDM and DataXplore User Guide. Spatial Data Modeller Extension for ArcView and Spatial Analyst**. Geological Survey of Canada, User Guide, 2002. Acesso em: 30/03/2002. Disponível em: <http://gis.nrcan.gc.ca/software/arcview/wofe>.

Moreira, F. R. S.; Almeida Filho, R. A.; Câmara, G. Modelamento de dados geológicos em pesquisa mineral segundo o teorema de Bayes. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 11., 2003, Belo Horizonte, 05 a 10 de abril, 2003. **Anais...** (CD-ROM). São José dos Campos, INPE, 2003.

Moreira Silva, A. **Integração de dados geológicos e geofísicos utilizando-se de uma nova técnica estatística para seleção de alvos para exploração mineral, aplicada ao Greenstone Belt Rio das Velhas, Quadrilátero Ferrífero**. Tese de Doutorado em Geologia. Brasília, Instituto de Geociências – IG, UnB, 1999. 195 p.

OMM. ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL. **Casebook on Hydrometeorological Practices**. OMM, N° 168.TP.82, 1965.

OMM. ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL. **Proceedings of the International Workshop on Network Design Practices**. 1992. 11-15 de noviembre de 1991, Coblenza, Alemania.

Santos, I. dos; Fill, H. D.; Sugai, M. R. V. B.; Buba, H.; Kishi, R. T.; Marone, E.; Lautert, L. F. **Hidrometria Aplicada**. Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento. Curitiba, 2001, 372 p.