

Aplicação do Sistema de Informações Geográficas na integração de dados sobre o meio físico como subsídio ao gerenciamento de recursos naturais

Akenya Freire de Alkimim¹

João Luiz Lani²

Gustavo Vieira Veloso²

¹Universidade de São Paulo – USP/ESALQ
Caixa Postal 9 - 13418-900 - Piracicaba - SP, Brasil
akenyaalkimim@usp.br

²Universidade Federal de Viçosa – UFV
DPS/Campus UFV - 36570-000 – Viçosa - MG, Brasil
{lani@ufv.br; gustavoviveloso@yahoo.com.br}

Abstract. The growing concerns about water as a renewable resource led the Espírito Santo government to adopt measures to enable the conservation of this natural resource. For this reason, the Benevente river basin was chosen as a pilot area of the “Water Producers Project”. The Project is an attempt to preserve the natural resources in strategically important and vulnerable areas that could contribute to the increase in water quantity and quality in the Basin. However, the lack of detailed information about the Basin opposes to the great importance of managing the use of natural resources, based on the knowledge of their carrying capacity and vulnerability. Substantiated by this premise, this study aimed to characterize the soils and their use, and morphometry of the Basin to provide subsidies to its better management. Soils profiles and samples were collected and conducted to physical, chemical, and mineralogical analysis. The hydrologic terrain analysis was processed in ArcGIS. The Geographic Information System was used to store, manage, process, analyze the data obtained, and to create thematic maps. The results showed that the highest part of the Basin has high drainage density with the crystalline basement rocks exposed along the riverbeds. The steep terrain maximizes erosion potential, particularly, in soils with no vegetation. On the lower part, the drainage density is lower and the rivers flow on sediment following a natural inclination of the Barreiras Group. Empirical evidences led us to believe that pasturelands and roads are one of the major contributors of soil losses in the Basin.

Palavras-chave: planejamento ambiental, solos, análise hidrológica do terreno, degradação ambiental, environmental planning, soils, hydrologic terrain analysis, environmental degradation.

1. Introdução

Os impactos negativos causados pelo homem na natureza tem efeitos adversos no meio ambiente. Suas ações provocam mudanças marcantes no equilíbrio dinâmico dos ecossistemas que compõe a biosfera, com alterações na paisagem, solo e sistema natural de drenagem. Esses desequilíbrios ambientais, não raramente, estão relacionados com a falta de conhecimento que se dispõe sobre o ambiente, favorecendo o degaste e empobrecimento dos solos através da erosão acelerada, o que ocasiona o assoreamento de represas e leitos de rios.

A erosão hídrica em áreas sob uso agrícola é um dos fatores de maior contribuição para a degradação do solo e da água. O aumento do consumo e a falta de conservação favorecem a escassez de água pela diminuição da sua qualidade e quantidade, causada por diversas modificações no regime de escoamento superficial e no ciclo hidrológico, consequências das alterações ambientais provocadas pelo homem. De acordo com Silva et al. (2002), o uso do solo através do seu manejo adequado, contudo, reduz e controla a erosão dificultando a erosão laminar e em sulcos que em sua evolução formam canais de drenagem que atingem o sistema hidrográfico e desorganizam a sua hierarquização.

O grau de conhecimento que se dispõe do meio físico tem relação direta com a eficiência nas ações de manejo ou gerenciamento ambiental. Para Pavanelli (1996), o conhecimento da estrutura e do funcionamento do ecossistema fornece indicações sobre onde, quando e como

uma determinada medida de manejo ambiental deve ser implementada. Dentro dessa perspectiva, as bacias hidrográficas constituem-se como ótimas unidades para estudo, análise de ecossistemas e planejamento integrado dos recursos naturais renováveis (Valente e Castro, 1981; Pissarra et al., 2004), visto que as características da sua rede de drenagem são excelentes indicadores da manipulação dos solos pelo ser humano, a qual tem efeito direto na qualidade e quantidade de água produzida numa bacia (Castro, 1980).

O solo é, reconhecidamente, um fator determinante nos processos de estudo e caracterização ambiental, planejamento sustentável do uso da terra e de manutenção dos recursos naturais (Martins et al., 2006). Suas características, como a textura, estrutura, densidade, profundidade, cobertura vegetal, topografia do terreno, influenciam na infiltração e no escoamento superficial da água (Costa et al., 2001). Entre as várias propriedades do solo, a drenagem é considerada de significativa importância, tendo em vista que ela afeta diretamente o crescimento das plantas, fluxo de água e transporte de soluto no solo (Liu et al., 2008).

A rede de drenagem e os aspectos ligados a conformação fisiográfica da área, obtido através de parâmetros morfométricos, apresenta estreita relação com os solos (França et al., 1990; Demattê et al., 1995; Silva et al., 2002; Pissarra et al., 2004). Portanto, o conhecimento sobre características do solo e a adequação do seu uso permitem não só aumentar o volume de água disponível nos cursos d'água, como também a regularização da vazão para atender os diversos tipos de uso, de modo a possibilitar o desenvolvimento socioeconômico da bacia.

Pensando na água como recurso natural estratégico e na necessidade de aumentar a sua oferta, o governo do estado do Espírito Santo começou a adotar medidas, no sentido de contribuir tanto para o aumento da quantidade quanto da qualidade desse bem natural, através de investimentos na conservação de fontes de água. Por esse motivo, a bacia do rio Benevente foi escolhida como a área piloto do Projeto ProdutorES de Água. O projeto tem como foco principal a identificação de áreas qualificadas como potenciais fornecedoras de sedimentos aos corpos hídricos, para que subsídios possam ser estrategicamente direcionados para a sua conservação. Com base nesse cenário, o objetivo desse estudo foi o de levantamento de informações acerca dos solos, seu uso e morfometria da Bacia através da utilização do Sistema de Informações Geográficas (SIG), de modo a fornecer subsídios às ações de remediações e ao gerenciamento sustentável da bacia do rio Benevente.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Caracterização da área de estudo

A bacia do rio Benevente, localizada no sul do estado do Espírito Santo, abrange o município de Alfredo Chaves e parte dos municípios de Anchieta, Iconha, Guarapari e Piúma. O rio Benevente tem sua principal nascente na Serra do Tamanco, entre os municípios de Alfredo Chaves e Vargem Alta no distrito de Urânia, e sua foz localiza-se na cidade de Anchieta. A área de drenagem é de, aproximadamente, 1.110 km² com disponibilidade hídrica estimada em 30 m³s⁻¹ (IEMA, 2008).

O clima predominante na área, de acordo com a classificação de Köppen, é o Tropical Úmido de Altitude, com influência marcante do relevo e da exposição das serras nas proximidades da nascente, e o Tropical Úmido Típico das faixas litorâneas. Partindo da foz em direção às cabeceiras, tem-se um decréscimo na temperatura média anual de 24° a 22° com umidade relativa média anual crescendo de 79% a 83%, e a evaporação anual decrescendo de 1.000 a 900 mm (IEMA, 2008).

O índice pluviométrico oscila entre 1.200 mm anuais até 1.700 mm na parte média da Bacia e chega a atingir mais de 2.000 mm na parte alta (IEMA, 2008; ANA, 2009). A época chuvosa é o verão, e a seca, o inverno. Mas, à medida que se avança para as cabeceiras, a

estação seca vai enfraquecendo, a ponto de, na metade superior da Bacia, quase não haver período seco propriamente dito, devido às chuvas orográficas que ocorrem na parte alta durante todo o ano.

2.2 Processamento primário dos dados para a análise hidrológica

O processamento primário para a análise hidrológica da bacia do rio Benevente foi elaborado em ambiente SIG, e teve como *input* o banco de dados brutos disponibilizado pelo IEMA-ES. O Modelo Digital de Elevação da Bacia (MDE), com resolução de 10 x 10 m, foi gerado pela interpolação das curvas de nível (20 em 20 m), originalmente na escala de 1:50.000 com o uso do interpolador *Topo to Raster* ArcGIS 9.2. Como produto do primeiro processamento de dados foram produzidos arquivos individuais na escala de 1:50.000, contendo os limites da área da Bacia, a hidrografia mapeada, conectada e orientada no sentido do escoamento superficial, e os dados de altimetria discriminados em curvas de nível e pontos cotados.

A partir da análise do MDE e da hidrografia numérica derivada, verificou-se a necessidade de aprofundamento da rede de drenagem para que os rios tendessem a seguir sua orientação correta, dada a presença de extensas áreas planas próximas à foz. No caso das áreas mais elevadas da Bacia esse encaixamento é facilitado devido ao forte controle estrutural que contribui para o ajuste do fluxo de água ao terreno.

Com o auxílio de ferramentas da extensão *ArcHydro* ArcGIS 9.2, a drenagem foi compelida a seguir sua orientação correta (*DEM Recoditioning*). O MDE anteriormente produzido foi utilizado como arquivo de entrada, permitindo que as diferenças em altitudes existentes na Bacia favorecessem um novo ajuste do padrão de drenagem (vetor) em direção ao MDE (grid). As depressões espúrias, ou seja, células de menor valor cercadas por outras com maiores valores de elevação, remanescentes ou que foram introduzidas na segunda versão do MDE, foram removidas garantindo a consistência do escoamento superficial ao longo da rede de drenagem (*Fill Sink*). Um conjunto de outras ferramentas (*Flow Direction* e *Accumulation*) foram usadas na obtenção da nova drenagem numérica. O produto desses processamentos foi o Modelo Digital de Elevação Hidrologicamente Consistente (MDEHC).

A drenagem numérica adquirida através do MDEHC serviu de base para a análise quantitativa das variáveis: coeficiente de compacidade, relacionado à forma da bacia com um círculo que se constitui como a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia (Villela e Mattos, 1975); fator de forma referente à forma da bacia com um retângulo correspondendo à razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia (da foz ao ponto mais longínquo do espigão); índice de circularidade preconizado por V.C. Miller (Rocha, 1997) que tende para a unidade à medida que a bacia se aproxima da forma circular e diminui à medida que a forma torna alongada; ordem dos cursos d'água baseada na classificação apresentada por Strahler (Christofolletti, 2006), em que os canais sem tributários são designados de primeira ordem. Os canais de segunda ordem são os que se originam da confluência de dois canais de primeira ordem, podendo ter afluentes também de primeira ordem. Os canais de terceira ordem originam-se da confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber afluentes de segunda e primeira ordens, e assim sucessivamente.

2.3 Mapeamento dos solos e classificação do seu uso, declividade e face de exposição da radiação solar da bacia do rio Benevente

O MDEHC foi utilizado como entrada para a geração do mapa de declividade e face de exposição da radiação solar da Bacia. As classes de declividade foram separadas e

reclassificadas em seis intervalos distintos: 0-3% (Plano); 3-8% (Suave Ondulado); 8-20% (Ondulado); 20-45% (Forte Ondulado); 45-75% (Montanhoso); >75% (Escarpado). O cálculo da orientação do terreno, referente à sua exposição à radiação solar, foi dividido em seis classes, sendo Norte ($0^\circ - 45^\circ$; $315^\circ - 360^\circ$), Leste ($45^\circ - 135^\circ$), Sul ($135^\circ - 225^\circ$), Oeste ($225^\circ - 315^\circ$) e as áreas planas ($-1 - 0$) com declividade ≤ 10 que não apresentam orientação geográfica preferencial.

O mapa de solos foi elaborado a partir da análise do MDEHC, ortofotos na escala de 1:15.000 (2007/2008), observações de campo e coleta de amostras de solos em pontos georreferenciados. Para caracterização dos solos foi adotada a coleta de amostras através da abertura de trincheiras, para descrição morfológica dos perfis e seus respectivos horizontes (Santos et al., 2005). Foram abertos 9 perfis referentes aos solos mais representativos da Bacia num total de 34 amostras. O material de solo coletado foi acondicionado em sacolas plásticas, posteriormente destorroado, seco ao ar e passado em peneiras de 2 mm, para a obtenção da Terra Fina Seca ao Ar.

As amostras coletadas foram submetidas às análises físicas (granulometria, densidade do solo, densidade de partículas, argila dispersa em água, microporosidade, macroporosidade e porosidade total seguidas as metodologias constantes em EMBRAPA (1997) e Ruiz (2005a e b), químicas (rotina, carbono orgânico e fósforo remanescente) segundo EMBRAPA (1997) e mineralógicas (Jackson, 1956; Chen, 1977; Brindley e Brown, 1980; Resende et al., 2005).

O mapa de uso e ocupação do solo foi elaborado pelo IEMA (2008) por meio da classificação supervisionada na escala de 1:50.000.

3. Resultados e Discussão

3.1 Caracterização Morfométrica da Bacia do Rio Benevente

O curso principal da bacia do rio Benevente apresenta ordem de drenagem igual a 7, o que evidencia elevada extensão da sua ramificação. Possui significativa densidade de drenagem ($2,91 \text{ km km}^{-2}$), com coeficiente de compacidade igual a 2,05, fator de forma de 0,42 e índice de circularidade de 0,23. O seu padrão de drenagem é predominantemente dendrítico, cujos canais estão sujeitos ao controle estrutural geológico caracterizado por falhas e fraturas que resultam em ângulos de convergência retos e traçado retilíneo. Esse controle estrutural incide, principalmente, nas áreas a noroeste, em direção a parte mais alta da Bacia o que permite a identificação de verdadeiros degraus na paisagem (Figura 1).

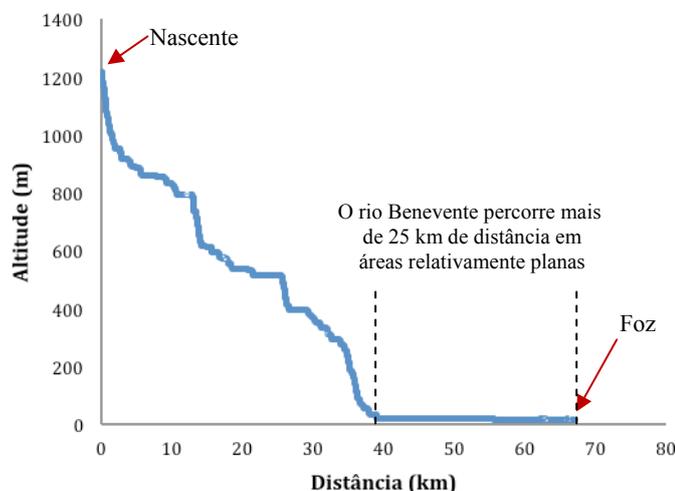


Figura 1. Perfil topográfico do rio Benevente da nascente até a foz.

As características do padrão de drenagem permitem diferenciar uma maior quantidade de cursos d'água nas partes de altitude mais elevadas da Bacia quando comparada as partes mais baixas de relevo menos acidentados que, apesar de apresentar menor rede de drenagem, possui rios e córregos mais caudalosos. Na parte alta da Bacia os vales distinguem-se pela sua forma encaixada, correspondentes ao nível de base da hidrografia local, onde o embasamento cristalino apresenta-se exposto junto ao leito dos rios. Na parte baixa, os rios correm sobre sedimentos acompanhando uma inclinação natural do Grupo Barreiras. O lençol freático é relativamente elevado devido à menor espessura dos solos, fato que propicia um aumento da perda de água por evapotranspiração na época seca.

3.2 Caracterização Geral da Bacia do Rio Benevente

A geologia da bacia do rio Benevente é bem representativa do Estado. Composta, em sua maior parte, por rochas cristalinas Pré-Cambrianas (gnaiesses) que fazem parte do Escudo Cristalino Brasileiro e se apresentam na forma de cadeias de montanhas pertencentes a Serra da Mantiqueira. O restante da área é formado por sedimentos Terciários (Grupo Barreiras) e Quaternários (Aluviões e Sedimentos Marinheiros).

A Bacia possui diferenciação altimétrica significativa, de 0 m a nível do mar até, aproximadamente, 1.600 m na região serrana (Figura 2). Assim como a altimetria, o relevo também caracteriza-se por acentuadas variações, desde planos até escarpados. Da mesma forma, os solos apresentam diversidades (Figura 2). Latossolos Vermelho-Amarelos podem ser encontrados nas pedoformas convexo-convexas, Latossolos Amarelos coesos em relevos mais suaves, Argissolos Vermelho-Amarelos nas pedoformas côncavo-côncavas (terço inferior), Cambissolos Háplicos típicos, em sua maioria, entre rochas e nos sopés dos afloramentos rochosos, Cambissolos Háplicos latossólicos nos terços médios das encostas, Neossolos Flúvicos e Gleissolos Háplicos adjacentes aos cursos d'água. Na parte litorânea, próxima à foz do rio Benevente, podem ser observados solos com tiomorfismo (Gleissolos e Organossolos).

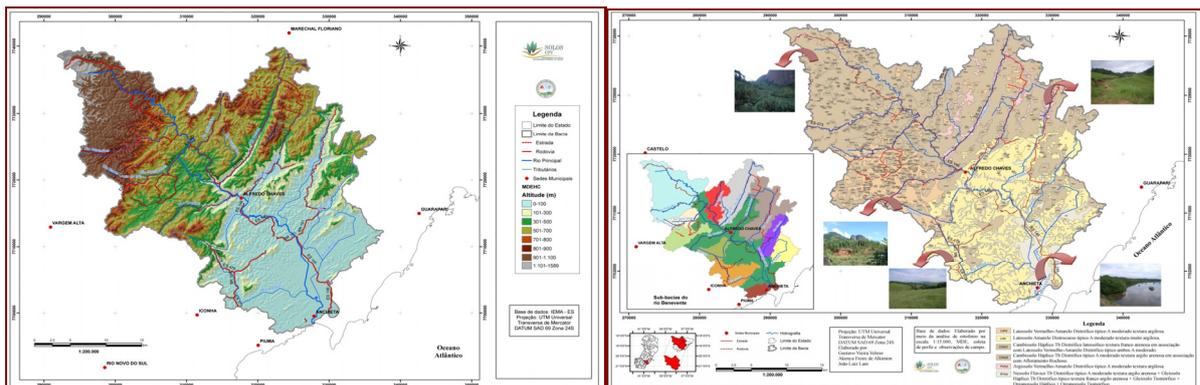


Figura 2. Modelo Digital de Elevação Hidrologicamente Consistente e mapa de solos da bacia do rio Benevente.

No domínio do Grupo Barreiras, o relevo apresenta distintos graus de dissecação com inserções de ilhas de cristalino. Em direção às cabeceiras de drenagem, próximo ao município de Alfredo Chaves, verifica-se a presença marcante do embasamento cristalino onde é possível observar os vales em formas de V (alguns agudo) nos relevos mais acidentados, e em formas de U em locais menos declivoso, onde, normalmente, a exposição do embasamento cristalino impede a drenagem e leva a formação de alvéolos.

Os terrenos que se enquadram na classe de relevo plano representam 8,65% da área total da Bacia e estão localizadas, em sua maioria, em áreas próximas ao litoral. Encontram-se também em locais menos expressivos, como nas proximidades das planícies fluviais e nos topos planos. As classes de declividade que tem maior expressividade na Bacia é o relevo forte ondulado (33,50%) caracterizado pelo predomínio das formas do tipo côncavo-côncavas e convexo-convexas com vales em formas de V e o montanhoso (27,16%). As formas escarpadas são pouco representativas (5,30%), e constituem-se em locais onde os processos erosivos tendem a atuar mais intensamente.

No que se diz respeito à orientação da Bacia relacionada à sua exposição à radiação solar, verifica-se que a maior parte de seu relevo se encontra com suas encostas voltadas no sentido sul/leste (47,38%). O que se constitui num indício de que essas áreas sejam mais conservadoras de umidade e menos propensas à erosão, pois sua capacidade de recuperação é maior devido à vegetação ser mais abundante. Esses dados são bastante expressivos no que se diz respeito ao melhor uso agrícola da área, pois determinados tipos de cultura são menos tolerantes a um período maior de radiação solar. As encostas voltadas para norte/oeste, por sua vez, são mais dissipadoras de umidade e, portanto, mais propensas a erosão. As áreas planas, isto é, sem orientação geográfica preferencial e com declividade $\leq 10\%$ representam 20,62% da área total da Bacia e concentram-se nas proximidades do litoral.

Os solos da Bacia são de baixa fertilidade natural e, em sua maioria, distróficos ou álicos. A sua composição mineralógica é constituída, principalmente, por caulinita e gibbsita, o que denota a sua baixa reserva natural. Quanto às condições de drenagem, os solos possuem, em geral, boas condições, à exceção dos Gleissolos e Organossolos que são mal drenados.

A classe dos Cambissolos Háplicos típicos é predominante na Bacia. Sua posição na paisagem (terço médio das encostas) associada as suas características físicas tornam esses solos mais susceptíveis a erosão, a depender do tipo de uso a que eles são destinados, da cobertura vegetal, dentre outros. Isso se explica pela velocidade de infiltração nos microporos que é menor o que, associado às condições de relevo mais íngreme, levaria a uma maior perda de água por escoamento superficial, facilitando a erosão laminar.

A concentração de material grosseiro proporciona maior permeabilidade hídrica aos Cambissolos Háplicos latossólicos. Entretanto, os grãos de areia oferecem também significativa susceptibilidade à erosão, considerado a grande profundidade do horizonte C que se encontra, frequentemente, exposto em razão da forte dissecação da paisagem. Devido aos seus altos teores de areia, esses tipos de solos são constantemente empregados como saibro para revestimento de estradas (Figura 3). A exposição do horizonte C desse tipo de solo na abertura das estradas, deveria, contudo, ser evitada, pois aumenta sua instabilidade, favorecendo deslizamentos, desmoronamentos e formação de voçorocas. Nessas condições, esses solos se tornariam os maiores produtores de sedimentos dentro da Bacia, contribuindo para o assoreamento de rios e córregos.



Figura 3. Cambissolo Háplico latossólico utilizado como saibro para construção de estradas.

Os Latossolos Amarelos coesos, com significativa representatividade na parte baixa da Bacia, caracterizam-se pela alta coesão entre as partículas, em razão do ajuste face a face das placas de caulinita o que torna o solo mais denso ou com maior facilidade de compactação principalmente na parte superior do horizonte B. Isso implica na formação de estruturas em blocos subangulares, com aspecto maciço e poroso que oferecem maior densidade ao solo, maior proporção de poros pequenos, menor permeabilidade e maior susceptibilidade à erosão, em especial a laminar, que chega a erodir completamente o horizonte A desse tipo de solo. Dada a localização na paisagem, esse tipo de solo é intensamente ocupado por pastagens.

A pecuária é o tipo de uso que ocupa a maior área da Bacia (43,94%) e se constitui como uma das atividades mais degradante dos solos. Essa degradação pode ser observada, principalmente, nas bordas e terço inferior das encostas dos Latossolos Amarelos coesos (Figura 4). Tais locais estão sujeitos à erosão laminar intensa em decorrência da própria gênese dos solos, que associado ao pisoteio excessivo do gado, dificultam a infiltração de água no solo.



Figura 4. Áreas sujeitas à erosão laminar intensa, especialmente nas bordas dos das encostas. Em alguns casos todo o horizonte A é erodido e a restauração natural torna-se problemática.

Pelas observações de campo pôde-se notar que as estradas são também grandes fontes de sedimentos para os corpos hídricos. Grande parte dos deslizamentos e fonte de assoreamento na Bacia são atribuídas às estradas que concentram as águas das chuvas, o que associado ao relevo mais íngreme faz com que sua energia de escoamento seja ampliada, aumentando assim sua ação erosiva ao ser lançada morro abaixo.

4. Conclusões

A parte mais alta da Bacia é mais bem servida por água, isto é, possui maior densidade de drenagem do que a parte baixa e está sujeita a um maior controle estrutural onde o rio corre encaixado. Na parte baixa o rio corre sobre sedimentos e segue a direção sudeste acompanhando uma inclinação natural do Grupo Barreiras.

O relevo forte ondulado é a classe de declividade predominante na Bacia. A maior parte do relevo tem suas encostas voltadas no sentido sul/leste que se constituem como áreas mais conservadoras de umidade e menos propensas à erosão.

Os solos estudados apresentam baixa fertilidade natural, sendo, em sua maioria, distróficos ou álicos. A composição mineralógica dos solos é constituída, principalmente por caulinita e gibbsita, o que denota sua baixa reserva mineral.

A pecuária e as estradas foram consideradas os tipos de uso e cobertura da terra que mais contribuem para a degradação dos solos.

Agradecimentos

À CAPES pela bolsa de estudo, à Universidade Federal de Viçosa – UFV pelos ensinamentos e ao Instituto Estadual do Meio Ambiente (IEMA-ES) pelo apoio.

Referências Bibliográficas

ANA. Agência Nacional de Águas. **Espírito Santo**. Disponível em: <<http://www.hidroweb.ana.gov.br/cd4/ES.doc>>. Acesso em: 20 jan. 2009.

Brindley, G.W. & Brown, G. **Crystal structures of clay minerals and their X-ray identification**. London: Mineralogical Society, 1980. 495p.

Castro, P.S.E. **Influência da cobertura florestal na qualidade da água em duas bacias hidrográficas na região de Viçosa, Minas Gerais**. Viçosa, UFV, 1980. 107p. (Dissertação Mestrado).

Chen, P.Y. **Table of key lines in x-ray powder diffraction patterns of mineral in clays and associated rocks**. Indiana: Bloomington, 1977. 65p. (Department of Natural Resources Geological Survey Occasional Paper 21).

Christofolletti, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blucher, 2006. 188p.

Costa, L.M.; Fernandes Filho, E.I.; Oslzevski, N. O solo e a água. **Ação Ambiental**, v. 20, p.17-19, 2001.

Demattê, J.A.M.; Demétrio, V.A. Fotointerpretação de Padrões de Drenagem de Bacias Hidrográficas na Caracterização de Solos Desenvolvidos de Rochas Eruptivas Básicas do Estado do Paraná. **Sci. Agric.**, v. 52, p. 569-577, 1995.

Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. 212p.

França, G.V.; Demattê, J.A.M. Parâmetros da Rede de Drenagem de Solos da Região de Iracemápolis (SP). **Anais...** ESALQ, Piracicaba, 1990. Artigos, p. 541-555.

IEMA. Instituto Estadual Do Meio Ambiente Do Estado Do Espírito Santo. **As águas do Rio Benevente**. Disponível em: <<http://www.iema.es.gov.br>>. Acesso em: 31 jul. 2008.

Jackson, M.L. **Soil chemical analysis – advanced course**. Dept. Soils. Un. Wisconsin, Madison, W.I. 1956.

Liu, J.; Pattey, E.; Nolin, M.C.; Miller, J.R.; KA, O. Mapping within-field soil drainage using remote sensing, DEM and apparent soil electrical conductivity. **Geoderma**, v. 143, p. 261–272, 2008.

Martins, A.K.E.; Schaefer, C.E.G.R.; Silva, E.; Soares, V.P.; Corrêa, G.R.; Mendonças, B.A.F. Relações solo-ambiente em áreas de ocorrência de ipucas na Planície do Médio – Estado de Tocantins. **Revista Árvore**, v. 30, p. 297-310, 2006.

Pavanelli, G.C. Estudos ambientais da planície de inundação do rio Paraná no trecho compreendido entre a foz do rio Paranapanema e o reservatório de Itaipu. In: Workshop do projeto Piracena, 1996. Nazaré Paulista SP. **Anais...** Piracicaba: CENA, 1996. Artigos, p.69-72.

Pissarra, T.C.T.; Politano, W.; Ferraud, A.S. Avaliação de Características Morfométricas na Relação Solo-Superfície da Bacia Hidrográfica do Córrego Rico, Jaboticabal (SP). **Revista Bras. de Ciência do Solo**, v. 28, p. 297-305, 2004.

Resende, M.; Curi, N.; Ker, J.C.; Rezende, S.B. **Mineralogia de solos brasileiros: interpretações e aplicações**. Lavras: UFLA, 2005. 192p.

Rocha, J.S.M. **Manual de Projetos Ambientais**. Santa Maria: UFSM, 1997. 446p.

Ruiz, H.A. Dispersão física do solo para análise granulométrica por agitação lenta. In: **Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, 30, 2005, Recife - PE. CDROM. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005a.

Ruiz, H.A. Incremento da exatidão da análise granulométrica do solo por meio da coleta da suspensão (silte + argila). **Revista Bras. de Ciência do Solo**, v. 29, p. 297-300, 2005b.

Santos, R.D.; Lemos, R.C.; Santos, H.G.; Ker, J.C.; Anjos, L.H.C. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5. ed. Viçosa: SBCS, 2005. 92 p.

Silva, F.B.; Carvalho, W.A. Discriminação de Solos por Interpretação Fotográfica da Rede de Drenagem. **Holos Env.**, v. 2, p. 65-86, 2002.

Valente, O.F.; Castro, P.S. Manejo de bacias hidrográficas. **Informe Agropecuário**, v. 7, p. 40-45, 1981.

Villela, S.M.; Mattos, A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo: McGraw – Hill do Brasil, 1975. 245p.