

Avaliação dos recursos hídricos da sub-bacia do Tuá, em Cruz das Almas, BA

Bruno Guimarães Ubiali¹
Everton Luís Poelking²
Marcelo Ribeiro Romano³

¹Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - FCA/UNESP - DRN
Rua José Barbosa de Barros, 1780
Fazenda Experimental Lageado - CEP: 18610-307 - Botucatu - SP, Brasil
bruno_ubiali@hotmail.com

²Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB/CCAAB
Rua Rui Barbosa, 710, Centro - CEP: 44380-000 - Cruz das Almas - BA, Brasil
everton@ufrb.edu.br

³Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Mandioca e Fruticultura
Rua Embrapa s/ nº - CEP: 44380-000 - Cruz das Almas - BA, Brasil
romano@cnpmf.embrapa.br

Abstract. The study aimed to evaluate the state of a watershed hydric resources conservation, with emphasis on its sources and riparian areas. The results can be used in future projects of recuperation of natural resources and to propagate and capacitate the local farmers for conservation. The study site is located in Cruz das Almas, Bahia, and is dominated by small rural properties with family farming, where the main crop is cassava. By the conception of watershed as the unit of study and planning, with the use of Remote Sensing and Geographic Information System (GIS) for the identification and analysis of environmental problems allied to field trips for georeferencing and evaluation, data were generated to characterize the watershed. Water resources are at a high degradation degree, and most of the streams are silted or even dry. The main problems encountered were absence of riparian vegetation, presence of dams in the sources to provide water for the cattle with the consequent presence of animals on the margins, and the land use surrounding the sources predominated by pastures and agriculture. It was created map with the boundaries of the watershed, the classification of sources and the riparian forests. The higher areas, that should be well preserved, are in high degree of degradation.

Palavras-chave: sensoriamento remoto, nascentes, matas ciliares, conservação, remote sensing, sources, riparian forests, conservation.

1. Introdução

O planejamento da conservação e produção de água em uma bacia hidrográfica deve ser precedido da caracterização de seu meio físico, com o intuito de levantar as áreas críticas do ponto de vista da manutenção desse recurso natural (Pinto et al., 2005). As estratégias de conservação da água implicam em visão ecossistêmica de manejo, não podendo ser realizadas separadamente da conservação dos outros recursos naturais (Lima e Zakia, 2001).

A sub-bacia hidrográfica como unidade ecossistêmica oferece condições ideais para o desenvolvimento integrado de estudos ecológicos, o planejamento de atividades florestais e o mapeamento de indicadores hidrológicos visando ao manejo sustentável e à conservação dos recursos naturais (Tonello et al., 2009; Zakia, 1998).

As formações vegetais associadas às margens de nascentes ou cursos d'água, chamadas matas ciliares (Ab'Saber, 2001), influenciam expressivamente os processos hidrológicos. Elas funcionam como filtros, retendo defensivos agrícolas, poluentes e sedimentos que seriam transportados para os rios e córregos, afetando diretamente a quantidade e a qualidade da água e, conseqüentemente, a fauna aquática e a população humana (Ferreira e Dias, 2004).

A degradação ambiental pode comprometer as reservas subterrâneas, aumentando ainda mais as dificuldades de obtenção de água causadas pela irregularidade da distribuição temporal das chuvas em épocas de baixa pluviosidade. Desse modo, torna-se necessário

conhecer em profundidade o funcionamento dos ecossistemas e os fatores que atuam sobre eles, a fim de obter referenciais que permitam a avaliação da magnitude dos impactos ambientais decorrentes da intervenção antrópica (Tonello et al., 2009) e, a partir disso, traçar estratégias para conservação e recuperação dos mesmos.

As áreas mais importantes e frágeis do ponto de vista da conservação são as áreas prioritárias, que devem ser o foco da identificação de problemas ambientais. Um exemplo desse tipo de área são as nascentes, que são afloramentos naturais perenes ou intermitentes dos lençóis freáticos, extremamente importantes para a conservação e produção de água.

O planejamento ambiental e as tomadas de decisão são facilitados e aprimorados pelo Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informação Geográfica (Oliveira Filho et al., 2003), ferramentas modernas e eficazes como aparelhos receptores de GPS, imagens de satélite, fotos aéreas e programas de geoprocessamento. São muito úteis na gestão de uma sub-bacia pelo fato dos dados gerados representarem um modelo real (Burrough, 1986).

A sub-bacia hidrográfica do Tuá localiza-se na unidade geoambiental dos Tabuleiros Costeiros, que são formas topográficas tabulares de origem sedimentar localizadas ao longo da costa brasileira, com média de 200 m de altitude (Pereira, 2012). Situa-se também no Recôncavo da Bahia, que é uma denominação histórica de uma área específica, devido ao seu formato em torno da Baía de Todos os Santos (Embrapa, 2008; Figura 1).

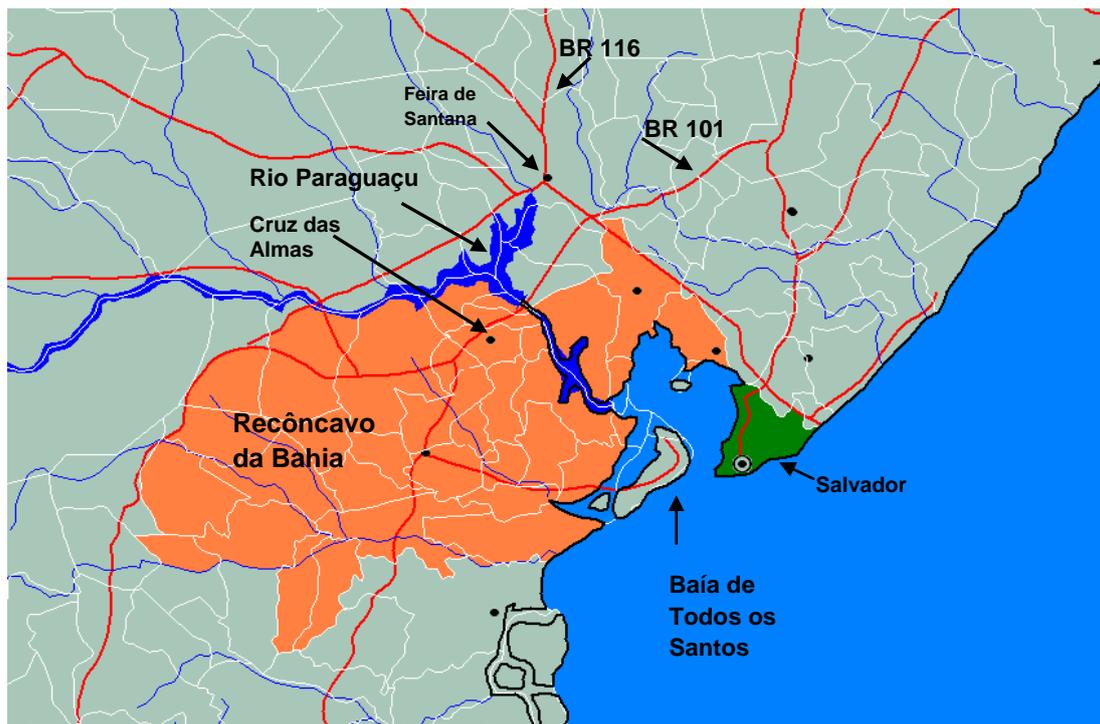


Figura 1. Localização do Município de Cruz das Almas no Recôncavo da Bahia - entorno em relação à Baía de Todos os Santos e o Rio Paraguaçu (ZANE, 2000, citado por Embrapa, 2008).

Pertence às bacias hidrográficas conjugadas do Rio Paraguaçu (IBGE, 2000), e está localizada entre as coordenadas geográficas (WGS 1984) 12°41'33" S, 39°04'40" W e 12°43'18" S, 39°04'07" W. Engloba as comunidades rurais do Tuá, Combê, Tintureiro e Cadete, todas pertencentes ao município de Cruz das Almas, e está próxima da divisa com os municípios de São Félix - BA a leste e São Felipe - BA a sul.

O clima do município, segundo a classificação de Köppen, é uma transição entre as zonas Am e Aw. A sua precipitação média anual é de 1143 mm. Os meses de maior pluviosidade vão de março a agosto, concentrando 60% do volume de água anual, o restante é distribuído nos outros seis meses na forma de chuvas rápidas e intensas. A temperatura média anual é de 24,2° C (ACN, 2003). A vegetação da região é classificada como Floresta Estacional Semidecidual, embora atualmente haja o predomínio de atividades agropecuárias e poucos fragmentos de vegetação secundária (IBGE, 2004).

Na sub-bacia hidrográfica de estudo predominam as pequenas propriedades rurais com mão de obra familiar, onde os principais cultivos são a mandioca e o inhame. A degradação dos recursos hídricos no local é evidente, por isso o estudo visou diagnosticar, com uso de sensoriamento remoto, os principais problemas ambientais relacionados à produção de água no local, dando ênfase às nascentes e matas ciliares.

2. Metodologia de trabalho

Utilizou-se imagem de satélite RapidEye, datada de novembro de 2009, com 5 m de resolução espacial; e o programa ArcGIS 10.0 para o georreferenciamento, vetorização e análises da sub-bacia. A primeira etapa foi o georreferenciamento, efetuado através da coleta de pontos controle a campo com o aparelho receptor GPS modelo Garmin eTrex Legend[®] HCx. Os pontos foram alocados na imagem e, através de cálculo por polinômio de 2ª ordem, obteve-se erro médio quadrático de 1,75 pixel, que corresponde aos padrões aceitáveis.

A delimitação da sub-bacia foi efetuada através da análise visual da imagem, observando-se que as estradas principais localizam-se próximas ao divisor de águas. Posteriormente o modelo foi comparado com o limite gerado através de imagem SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), gerando-se um modelo final através da comparação das duas.

Com base na disposição da rede de drenagem na imagem e com ajuda de agricultores locais foram efetuadas saídas a campo, no período de setembro e outubro de 2012, para avaliação e georreferenciamento das nascentes. A rede de drenagem bem como as matas ciliares da sub-bacia foram delimitadas através da coleta de pontos de GPS a campo e análise visual da imagem. Considerou-se mata ciliar as faixas de 30 m no entorno dos cursos d'água e de 50 m de raio nas nascentes.

As nascentes foram classificadas quanto ao tipo de lençol freático a que estão associadas e quanto a seu estado de conservação (Pinto et al., 2004). As pontuais são as que apresentam a ocorrência do fluxo d'água em um único ponto do terreno, e as difusas as que não possuem um ponto definido no terreno, possuindo vários olhos d'água. Como conservadas classificou-se as que apresentaram 50 m de vegetação nativa ao redor; como perturbadas aquelas que possuíam menos de 50 m de vegetação nativa ao redor, mas em bom estado de conservação; e como degradadas as que se encontravam altamente impactadas, com solo compactado, muito pouco vegetadas, com presença de gado e erosões ao redor.

Também foi aplicada guia de avaliação macroscópica das nascentes (adaptada de Gomes et al., 2005), em que analisou-se os seguintes parâmetros:

a. Uso por animais: presença / não detectado

b. Uso por humanos: presença / não detectado

c. Fluxo de água a jusante: canal seco / água parada / fluxo visível de água

d. Proteção por cerca: ausência / presença ao redor da mina / presença ao redor da Área de Preservação Permanente (APP)

Observações: referentes à mata ciliar, o uso do solo no entorno, a água, o córrego formado e os impactos no ambiente.

3. Resultados e Discussão

A sub-bacia possui área de 727,5 ha, perímetro de 12.518 m, rede de drenagem de 4ª ordem, comprimento do canal principal de 5.020 m e comprimento total dos canais de 16.987 m. A rede de drenagem está severamente assoreada, muitos córregos não possuem leito definido e foram transformados em áreas secas ou várzeas dominadas por gramíneas (Figura 2). Poucos trechos possuem matas ciliares, totalizando 11,5 ha.



Figura 2. Sr. Neco (agricultor local) em leito de córrego transformado em várzea dominada por gramínea.

A remoção das matas ciliares e matas de brejo cria uma maior vulnerabilidade dos cursos d'água à ação dos processos erosivos. A função de "filtro" deixa de ser desempenhada e a estabilidade das margens dos córregos fica comprometida. Além disso, a ocupação do solo no entorno por agricultura e pecuária pode produzir toneladas de sedimentos que se acumulam nas cotas mais baixas do terreno, os cursos d'água. Com isso, a água, ao invés de correr em um leito definido, se espalha pelas áreas circunvizinhas, o local é ocupado por uma lâmina d'água fina e contínua e fica propício ao desenvolvimento de gramíneas adaptadas à saturação hídrica, como as taboas (*Typha* sp.). Em muitos casos é necessário o restabelecimento do leito do curso d'água (Insernhagen et al., 2009).

Tabela 1. Classificação das nascentes quanto ao tipo de lençol freático associado e grau de conservação da vegetação.

Tipo	Classificação							
	Conservada		Perturbada		Degradada		Total	
	Qtde.	%	Qtde.	%	Qtde.	%	Qtde.	%
Difusa	0	0	0	0	2	4,9	2	4,9
Pontual	0	0	12	29,3	27	65,9	39	95,1
Total	0	0	12	29,3	29	70,7	41	100,0

Foram avaliadas e georreferenciadas 41 nascentes. A maior parte delas foi classificada como degradada e nenhuma foi classificada como conservada (Tabela 1). Os principais impactos encontrados nas nascentes foram a presença de represas com barragens nos minadouros para o fornecimento de água ao gado, bloqueando o fluxo hídrico natural;

presença de animais nas margens; ausência de matas ciliares; e o uso da terra no entorno das nascentes predominado por pastagens e agricultura.

Pinto et al. (2004), em trabalho realizado em Lavras - MG, avaliaram um grande número de nascentes, totalizando 177. Os resultados mostram que a maior porcentagem das nascentes foi classificada como perturbada (60,45 %), seguida pelas degradadas (24,86 %), e por último as conservadas (14,69 %). O que predomina são as que não estão totalmente adequadas ambientalmente, mas possuem vegetação ciliar com certo nível de conservação.

Em trabalho semelhante realizado em Salgado - SE, Oliveira et al., (2012) tiveram a maior parte das nascentes classificadas como degradadas (85,7 %), seguidas juntamente pelas perturbadas e conservadas (7,1 %). Nesse caso o grau de degradação foi bastante elevado, porém a quantidade de nascentes avaliadas foi menor, totalizando 14.

Nota-se que há divergências nos resultados dos estudos realizados em diferentes regiões. Na sub-bacia do Tuá o grau de degradação das nascentes é bastante elevado, predominando as áreas com pouca vegetação e alta presença de impactos, o que mostra a necessidade de intervenções para recuperação dessas áreas.

A maioria das nascentes apresentou uso por animais (Tabela 2), o que representa grandes impactos como compactação do solo, impedimento da regeneração natural de espécies arbóreas na mata ciliar (Insernhagen et al., 2009), contaminação das águas por coliformes fecais originados das excretas (Barros, 2011), desbarrancamento das margens e deformação dos leitos dos canais. Quanto ao uso direto da água por humanos, na maior parte das nascentes ele não foi detectado. Nas que apresentaram, os usos variaram, sendo eles: uso da água nas casas (detectado pela presença de bombas); lavagem de roupas (presença de roupas, escovas e sabão); consumo direto no minadouro (presença de jarras, copos e proteção sobre a água); irrigação de hortas e outros cultivos (presença de regadores nas nascentes e cultivos nas proximidades).

Tabela 2. Resultados dos parâmetros macroscópicos avaliados.

Parâmetro	Resultados (%)		
Uso por animais	Presença - 87,2	Não detectado - 12,8	
Uso por humanos	Presença - 31,9	Não detectado - 68,1	
Fluxo de água a jusante	Canal seco - 9,8	Água parada - 75,6	Fluxo visível - 14,6
Proteção por cerca	Ausência - 73,2	Sim, entorno da mina - 24,4	Sim, entorno da APP - 2,4

A principal fonte de água das comunidades locais no passado eram as nascentes. Após o processo de degradação das mesmas passou-se a usar poços para coleta e há também uma distribuição pública, porém não chega a todas propriedades rurais. Portanto, além da grande importância ambiental desses locais, para muitos moradores eles são a fonte de água de suas casas e famílias.

A avaliação do fluxo de água a jusante está diretamente relacionada à construção de represas para o gado nos minadouros, que foi um dos principais impactos encontrados. A maior parte das nascentes apresentou áreas encharcadas a jusante (Tabela 2), em que o fluxo de água não era visível. O represamento da água na nascente é um grande problema para a sub-bacia como um todo pois prejudica o fluxo hídrico desde o afloramento do lençol freático à superfície. Uma alternativa adequada seria o represamento da água mais a jusante da nascente, fora do seu curso natural e sem bloquear o fluxo totalmente, respeitando-se a APP. Assim a saída de água da nascente não é prejudicada e conserva-se a água e a vegetação a ela associada.

Quanto ao uso de cerca nas nascentes para proteção da vegetação e da água, a maioria das nascentes não o apresentou. Somente uma delas (2,4 %) apresentou a opção mais

adequada, a cerca ao redor da mata ciliar, protegendo tanto a água como a vegetação no entorno, impedindo a entrada de animais. Os poucos trechos de mata ciliar existentes encontram-se também sem proteção por cerca, permitindo a entrada de animais, o que aumenta o grau de perturbação dos fragmentos.

Nas nascentes em que foi detectado o uso por humanos, a proporção das que possuíam cerca foi de 33,3 %. Nas que não possuíam uso por humanos, essa taxa cai para 7,69 %, o que revela que os agricultores realizam essa prática principalmente quando fazem uso direto da água.

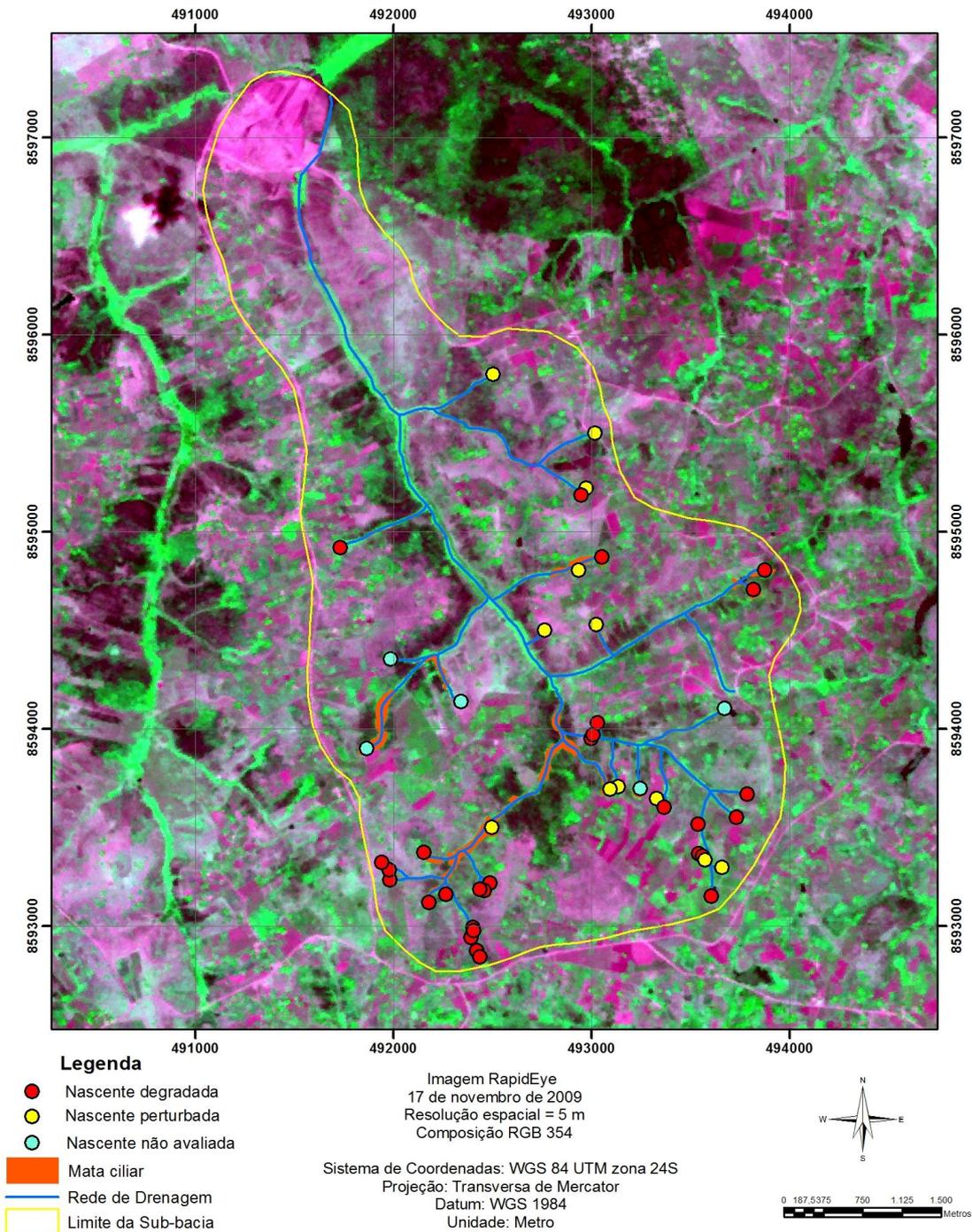


Figura 3. Nascentes segundo o grau de conservação, rede de drenagem e matas ciliares na sub-bacia do Tuá.

Observa-se que as cabeceiras dos córregos, que deveriam ser as áreas mais bem conservadas, estão com o maior grau de degradação (Figura 3). A nível de sub-bacia, um problema como erosão, assoreamento ou contaminação das águas nas áreas mais altas (montante) pode ser levado para as áreas baixas (jusante). Por isso também é de grande importância a prioridade na conservação desses locais.

Na foz do principal córrego da sub-bacia está sendo realizada obra municipal para captação e tratamento dos efluentes da cidade em uma Estação de Tratamento de Esgoto, a qual foi alocada quase inteiramente na área da sub-bacia (canto superior esquerdo da Figura 3). Na época da imagem a obra encontrava-se em fase de terraplanagem e atualmente está em fase final de execução. Localiza-se sobre o curso natural do córrego principal da sub-bacia e do córrego em que deságua, impactando não somente as áreas de APP como os leitos dos córregos e suas águas.

4. Conclusões

Os recursos hídricos encontram-se em alto grau de perturbação. A degradação das matas ciliares ao longo dos anos pode ter sido a grande causa da problemática relacionada à água. Outras medidas adotadas contribuem para o seu agravamento como o represamento da água nas nascentes e a ocupação por pastagens e agricultura nas áreas de recarga. O uso de métodos de Sensoriamento Remoto e Sistema de Informação Geográfica aliado às saídas a campo mostrou-se muito útil na identificação dos problemas ambientais da sub-bacia.

Faltam medidas e técnicas conservacionistas por parte dos agricultores, que muitas vezes não têm acesso a esse tipo de informação. O material gerado pode ser usado na divulgação e capacitação da população local, para que haja uma maior conscientização quanto à importância da conservação e recuperação dos recursos naturais.

Agradecimentos

À toda equipe da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, pelo apoio e viabilização do trabalho.

Aos agricultores e moradores da sub-bacia do Tuá, pela boa receptividade, interesse e grande ajuda no levantamento de campo.

Referências Bibliográficas

- Ab'Saber, A.N. O suporte geocológico das florestas beiradeiras (ciliares). In: Rodrigues, R. R.; Leitão Filho, H. F. (Org.). **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. 2ª ed. São Paulo: Edusp/Fapesp, 2001. p.15-25.
- ACN – **Atlas Climatológico do Nordeste do Brasil**. Maria de Jesus Nogueira Aguiar (et al.). Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical; Recife: Embrapa Solos – UEP Recife; Campina Grande: UFCG, 2003. 1 CD - ROM.
- Barros, L.S.S. Grau de contaminação das águas de poços e propriedades rurais de Cruz das Almas - BA. **Magistra**, v. 23, n. 4, p. 207-214, 2011.
- Burrough, P.A. **Principles of geographical information systems for land resource assessment**. New York: Oxford University Press, 1986. 194 p.
- Embrapa – CNPMF. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Diagnóstico rápido participativo do meio ambiente do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical / Embrapa**. Série Documentos, 2008. 28p.
- Ferreira, D.A.C; Dias, H.C.T. Situação atual da mata ciliar do Ribeirão São Bartolomeu, em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 28, n. 4, 2004.
- Gomes, P.M.; Melo, C.; Vale, V.S. Avaliação dos impactos ambientais em nascentes na cidade de Uberlândia - MG: análise macroscópica. **Sociedade & Natureza**, v. 17, n. 32, p. 103-120, 2005.
- IBGE. Mapa de vegetação do Brasil. 3ª ed., IBGE, 2004. 1 Mapa. Escala 1: 5.000.000
- IBGE. Atlas Nacional do Brasil. Rio de Janeiro. 3ª ed. IBGE, 2000. 1 Atlas. Escalas variam.
- Insernhagen, I.; Brancalion, P. H. S.; Rodrigues, R. R.; Nave, A. G.; Gandolfi, S. Diagnóstico Ambiental das áreas a serem restauradas visando a definição de metodologias de restauração florestal. In: Rodrigues, R. R., Brancalion, P. H. S., Insernhagen, I. (Org.). **Pacto pela restauração da Mata Atlântica:**

referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo: LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica, 2009, p. 87-127.

Lima, W. P.; Zakia, M. J. B. Hidrologia de matas Ciliares. In: Rodrigues, R. R.; Leitão Filho, H. F. (Org.). **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação.** 2ª ed. São Paulo: Edusp/Fapesp, 2001. p. 33-44.

Oliveira, D.G.; Ferreira, R.A.; Mello, A.A.; Oliveira, R.S.C.; Oliveira, R.S.C. Análise da vegetação em nascentes da bacia hidrográfica do Rio Piauitinga, Salgado, SE. **Revista Árvore**, v. 36, n. 1, p. 127-141, 2012.

Oliveira Filho, P.C.; Filho, A.F.; Disperati, A.A.; Watzlawick, L.F. Integração de geotecnologias como topografia, GPS e base cartográfica na empresa florestal. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 5, n. 2, p. 187-199, 2003.

Pereira, V.H.C. A unidade geoambiental Tabuleiro Costeiro e o planejamento municipal: o caso de Senador Georgino Avelino/RN. **Revista Geonorte**, edição especial, v. 3, n.4, p. 390-401, 2012.

Pinto, L.V.A.; Botelho, S.A.; Davide, A.C.; Ferreira, E. Estudo das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. **Scientia Forestalis**, n. 65, p. 197-206, 2004.

Pinto, L.V.A.; Ferreira, E.; Botelho, S.A.; Davide, A.C. Caracterização física da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG, e uso conflitante da terra em suas áreas de preservação permanente. **Cerne**, v.11, n.1, p. 49-60, 2005.

Tonello, K.C.; Dias, H.C.T.; Souza, A.L.; Ribeiro, C.A.S.; Firme, D.J.; Leite, F.P. Diagnóstico hidroambiental da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, município de Guanhães, MG, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v. 4, n. 1, p. 156-168, 2009.

Zakia, M.J.B. Identificação e caracterização da zona ripária em uma microbacia experimental: implicações no manejo de bacias hidrográficas e na recomposição de florestas. 1998. 98 p. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Universidade de São Paulo, São Carlos. 1998

ZANE - **Zoneamento agroecológico do Nordeste do Brasil: diagnóstico e prognóstico.** Fernando Barreto Rodrigues e Silva (et al.). - Recife: Embrapa Solos – Escritório Regional de Pesquisa e Desenvolvimento Nordeste – ERP/NE; Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2000. CD ROM. Embrapa Solos. Documentos, n.14.