

**PROCESSO EROSIVO E A RETIRADA DA VEGETAÇÃO NA  
BACIA HIDROGRÁFICA DO AÇUDE ORÓS – CE.**

Patrícia Vasconcelos Frota  
Universidade de Brasília  
pfrota@unb.br

Mauro Eloi Nappo  
Universidade de Brasília  
mauronappo@yahoo.com.br

**EIXO TEMÁTICO: GEOECOLOGIA DAS PAISAGENS, BACIA HIDROGRÁFICAS,  
PLANEJAMENTO AMBIENTAL E TERRITORIAL**

**RESUMO**

A erosão é um processo natural no desenvolvimento da paisagem e pode ser considerada como a principal causa do empobrecimento precoce de terras produtivas. A cobertura vegetal é a defesa natural do solo contra a erosão hídrica. O efeito da cobertura na interceptação da energia cinética da chuva é a variável chave na modelagem do processo erosivo. O aumento da intensidade do uso do solo e a diminuição da cobertura vegetal nativa no Semiárido Cearense têm levado à degradação dos recursos naturais. O estudo da erosão deve ser incorporado ao planejamento do uso do solo, incluindo os fatores relacionados à detecção das áreas mais susceptíveis, com o objetivo de organizar as práticas econômicas.

**Palavras - chave:** erosão, cobertura vegetal, paisagem.

**ABSTRACT**

Erosion is natural process of landscape evolution and can be considered that reduces soil fertility and causes a great impact on agricultural areas. The plant cover is a natural protection of soil against water erosion. The effect of plant cover in the interception of rainfall kinetic energy is the key variable in the modeling of the erosive process. The increased intensity of land use and declining native vegetation in Semiarid Ceará have led to degradation of natural. The study of erosion must be incorporated into the planning of land use, including factors related to the performance of erosion of the most likely, with the objective of organizing the economic practices.

**Key words:** erosion, plant cover, landscape.

**1. INTRODUÇÃO**

A apropriação de novas áreas pelas forças produtivas para, por exemplo, a agricultura, em bacias hidrográficas é realizada na maioria das vezes, sem práticas de manejo e conservação gerando uma situação de conflito entre a sociedade e a natureza, pautada fundamentalmente nos princípios econômicos vigentes.

Sobre o território definido como bacia hidrográfica Porto (2008) apresenta como a área na qual se desenvolvem as atividades humanas. Todas as áreas urbanas, industriais, agrícolas ou de preservação fazem parte de alguma bacia hidrográfica. Pode-se dizer que, no seu exutório, estarão representados todos os processos que fazem parte do seu sistema. Este conceito atualmente é uma das referências espaciais mais comuns nos estudos físico-territoriais ou de projetos, não só em função de suas características naturais, mas pelo fato dela estar presente em grande parte da legislação vigente no que diz respeito ao meio ambiente, fazendo parte, portanto, do planejamento territorial e ambiental no Brasil (RODRIGUES E ADAMI, 2005).

Uma bacia hidrográfica coleta a precipitação que cai sobre sua superfície e conduz parte dessa água para o rio através do escoamento superficial e do fluxo de água subterrânea. Os solos e a vegetação influenciam na velocidade com que essa água alcança o rio. A litologia determina a textura do solo que, controla a capacidade de infiltrar e armazenar água. A estrutura geológica define a morfologia da bacia e, com isso, controla os processos de erosão e lixiviação, além do potencial de produtividade da área.

De fato, o regime das águas e a produção de sedimentos ocorrem em função das ações combinadas das condições naturais e das atividades humanas. Do primeiro conjunto, as características físicas (topografia, geologia, solo e clima) colaboram para erosão potencial, enquanto as interferências socioeconômicas se dão pelo uso e ocupação da terra (CUNHA, 2001).

Erosão é o processo de desprendimento e arraste e deposição das partículas do solo causado pela água e pelo vento (SILVA & ALVAREZ, 2005; PINESE JUNIOR et al. 2008). Para Bertoni e Lombardi Neto (1999) e Grilo & Ernani (2008) a erosão compreende o processo de desagregação e remoção de partículas da superfície da terra por água, gelo ou outros agentes naturais, em condições de ambiente natural.

A erosão, um dos processos resultantes destas alterações, é considerada por muitos autores (COGO et al., 2003) como um dos maiores problemas ambientais. A erosão é considerada o principal processo de degradação do solo resultando na redução da produtividade, na transferência de poluentes para cursos d'água, e no assoreamento e na redução da vida útil de reservatórios (VAN OOST et al., 2000). Os processos erosivos ocorrem naturalmente, de forma lenta e gradual, mas são intensificados em virtude das ações antrópicas, tais como desmatamentos, atividades agropecuárias e manejo inadequado do solo (NUNES et al., 2011). Nas áreas de clima tropical, como na região Nordeste, as chuvas ocorrem com grande intensidade e são concentradas em um curto período de tempo, o que agrava ainda mais o processo erosivo devido ao forte impacto das gotas de chuva (MARTINS et al., 2010; SANTOS et al., 2010).

É importante destacar que, a presença de vegetação, permite que, grande quantidade de água é transpirada, reduzindo a umidade do solo, contribuindo para o aumento da taxa de infiltração e a redução do volume de escoamento superficial. Pode, haver aumento do teor de matéria orgânica (DEDECECK et al., 1986; SEGAFREDO et al., 1997; LEITE et al., 2003), que, incorporada ao solo, melhora a drenagem (LIRA, 1999), melhora a estrutura do solo e facilita a penetração das raízes dos vegetais (BERTOL et al., 2008, 2010).

Sobre a influência da cobertura vegetal nos processos de erosão, Brandt (1986), ressalta que o tipo de vegetação pode atuar de duas maneiras: (a) reduzindo o volume de água que chega ao solo, através da interceptação, e (b) alterando a distribuição do tamanho das gotas de chuva, afetando, com isso, a energia cinética da chuva.

Segundo Gomes (2010), a análise da cobertura vegetal e dos seus níveis de degradação, em estudo de bacia hidrográfica, auxilia no entendimento da dinâmica do uso e ocupação e serve como ferramenta para o desenvolvimento de políticas públicas de gestão da bacia.

Para Tricart (1977), as modificações na cobertura vegetal, provocam alterações no equilíbrio do ambiente, onde essas modificações aceleram os processos de erosão, aumento da temperatura local, redução da recarga d'água de rios e aquíferos, entre outros eventos, o que justifica a manutenção da cobertura vegetal para o equilíbrio ambiental. Segundo Guerra (2005) a degradação do solo afeta tanto as terras agrícolas como as áreas com vegetação natural e pode ser considerada como um dos mais importantes problemas ambientais dos nossos dias.

Os prejuízos, sob o ponto de vista da perda de solo, contribuem para a degradação ambiental à medida que podem provocar: (a) redução da qualidade da água pela presença de sedimentos e suas associações com agrotóxicos e nutrientes; (b) assoreamento de córregos e lagos; (c) enchentes; e (d) inundações causadas por alterações no regime fluvial, as quais afetam a fauna, a flora e as atividades humanas (SILVA et al., 2003; GUERRA, 2005).

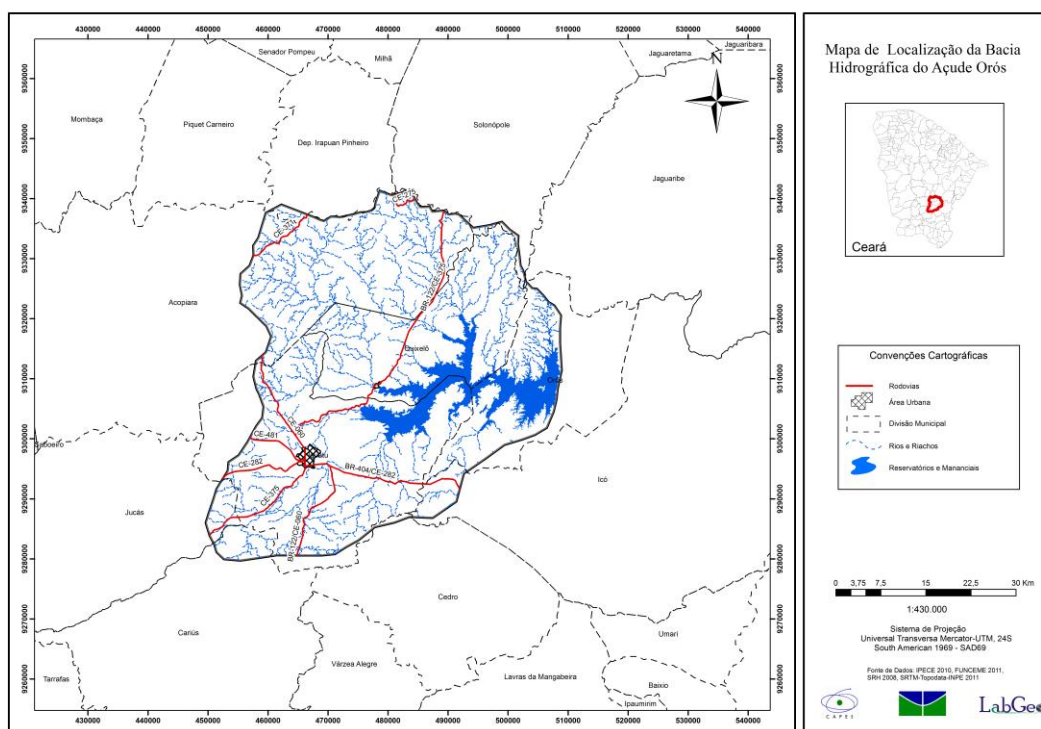
A cobertura vegetal tem papel relevante por atenuar os impactos das gotas de chuva e diminuir a velocidade do escoamento superficial. Sua eficiência em reduzir as perdas de solo por erosão pode ser atribuída principalmente à proteção da superfície do solo, impedindo o impacto direto das gotas de chuva sobre a superfície, diminuindo a desagregação do solo.

Como qualquer outro fenômeno do âmbito de estudo da Geografia, a erosão do solo, é estudada do ponto de vista das interrelações espaciais, de seus fatores condicionantes e, principalmente, dos fatores físicos do solo. O presente estudo busca trazer para o âmbito da Geografia Física, a discussão sobre a influência da cobertura vegetal nos processos erosivos. Através da apresenta uma breve discussão sobre a relação entre o processo erosivo e a retirada da vegetação em

ambientes semiáridos, com destaque para área de contribuição hidrográfica do Açude Orós - CE. O resultado servirá de base para implantação de um manejo conservacionista na área de estudo.

## 2. MATERIAL E MÉTODO

A Bacia Hidrográfica do Açude Orós (figura 01) localiza-se na porção sudoeste do Estado do Ceará, a mesma está inserida na sub-bacia do Alto Jaguaribe que possui maior região hidrográfica, sendo, também, a maior do Estado. A área da bacia foi delimitada pelos divisores a partir das curvas de nível geradas e estimadas através da utilização de SRTM, utilizando o software ArcGis 9.3.



**Figura 01. Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Açude Orós**

O mapa de localização ilustra a delimitação da Bacia Hidrográfica do Açude Orós com a área total de 2.583 km<sup>2</sup> a qual está situada geograficamente entre as coordenadas 9.280.000 m – 9.340.000 m e 440.000 m – 520.000 m considerando-se o sistema de coordenadas UTM (zona 24S, SAD-69 datum).

O Açude Orós é o maior reservatório estratégico atualmente em operação na Bacia do Jaguaribe. Barra o Rio Jaguaribe no município de Orós, possui capacidade máxima de armazenamento de 1.940 hm<sup>3</sup> para a cota do sangradouro igual a 199,50 m, um volume morto de 16,87 hm<sup>3</sup>, e a cota da tomada d água é 169,00 metros. O reservatório embora localizado no alto Jaguaribe contribui com maior parte de suas águas ao atendimento das regiões do médio Jaguaribe, baixo Jaguaribe, Salgado (canal Icó-Lima Campos) e região metropolitana de Fortaleza, nesse último caso, quando da operação do Canal do Trabalhador.

O mapa de uso e ocupação foi elaborado para ser utilizado como subsídio ao ordenamento territorial de reservatórios no Semiárido. As imagens utilizadas do satélite *LANDSAT-TM* são de agosto/2011 foram adequadas para o estudo interpretativo em questão, permitindo reconhecer áreas com cobertura vegetal e as áreas ocupadas com atividades agrícolas.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Bacia Hidrográfica do Açude Orós apresenta características que inserem a área do ponto de vista da natureza geográfica nos sertões secos do Ceará. Segundo Ab´Saber (2003) os sertões secos estão centrados no tipo de clima semi-árido regional, muito quente e sazonalmente seco, ocupado por caatingas. Com respeito aos aspectos geológicos, a área está situada no Domínio Morfoestrutural da Depressão Sertaneja, constituído, predominantemente, por rochas do embasamento cristalino, representadas pela primazia de litologias datadas do Pré-Cambriano.

Apesar de ser o Orós, o maior reservatório localizado no Alto Jaguaribe, sua contribuição como fonte hídrica nesta bacia é insignificante, por se encontrar no trecho final da mesma, constituindo-se como importante fonte hídrica para o Médio e Baixo Jaguaribe, garantindo a perenização do rio Jaguaribe até atingir o açude do Castanhão, além de contribuir também para o açude Lima Campos, na bacia do Salgado (CEARÁ, 2008). O clima regional é semi-árido, com precipitação anual média de 470 mm.

O regime pluviométrico (gráfico 01) apresenta forte variabilidade inter e intra-anual. Grande parcela da influência sobre a área de estudo que correspondente à depressão sertaneja (sertão), deve-se ao maior aquecimento do continente em relação ao oceano. A irradiação solar é alta, girando em torno de 2.640 h/ano. Por sua localização próxima à linha do Equador, a incidência de raios solares é praticamente uniforme durante o ano. A temperatura média é de cerca de 27°C, com máxima de 34°C e mínima em torno de 22°C (CEARÁ, 2009).

A cobertura pedológica é marcada por associações de Luvisolos, com a presença, também de Neossolos Litólicos, Neossolos Flúvicos, Argissolos, Vertissolos e com expressão muito reduzida os Neossolos como também afloramentos rochosos. Sendo os Luvisolos presentes nas rampas de pedimentos, os Neossolos Flúvicos nas baixadas pertos dos riachos, os Neossolos litólicos e afloramentos de rocha nos topos dos interflúvios.

A intermitência da drenagem superficial, a distribuição irregular das precipitações pluviais as elevadas médias de temperatura atmosférica e uma constante escassez de disponibilidade hídrica no solo, levam a um balanço hídrico onde predomina o “déficit” hídrico, principalmente no segundo

semestre de cada ano. Esses aspectos ambientais são de essencial importância ao efetuar-se a análise das unidades de vegetação, bem como sobre o seu atual estado de conservação (CEARÁ, 1992).

A cobertura vegetal da área, como constituída pela caatinga hiperxerófila, a qual trata-se de formações arbóreo-arbustivas que possuem, como principal característica, a caducidade foliar. São formações lenhosas, com elevado grau de xerofilismo, predominantemente arbustiva, pouco densa, com espécies de porte baixo, espinhentas e perdendo totalmente as folhas no decorrer da estação seca.

As plantas xerófilas são aquelas que, por apresentarem mecanismos que permitam um regime de economia de água rígido, toleram o estresse hídrico ou resistem à seca e, em virtude dessas características, elas devem servir de referência para um manejo de água eficaz e eficiente. Esses mecanismos foram desenvolvidos em função da associação florística com o solo e a atmosfera, que atua quase como uma simbiose (DUQUE, 2004); enfim, elas podem ser classificadas em três tipos, conforme o mecanismo de sobrevivência: efêmeras; suculentas ou carnosas e lenhosas.

A caatinga possui espécies vegetais arbustivas e arbóreas de pequeno porte, que geralmente apresentam espinhos, sendo caducifólias em sua maioria. Em seu substrato encontram-se cactáceas, bromeliáceas e também um componente herbáceo (figuras 02 a 05).



**Figuras 02 a 05. Vista parcial da cobertura vegetal no entorno do açude Orós.**

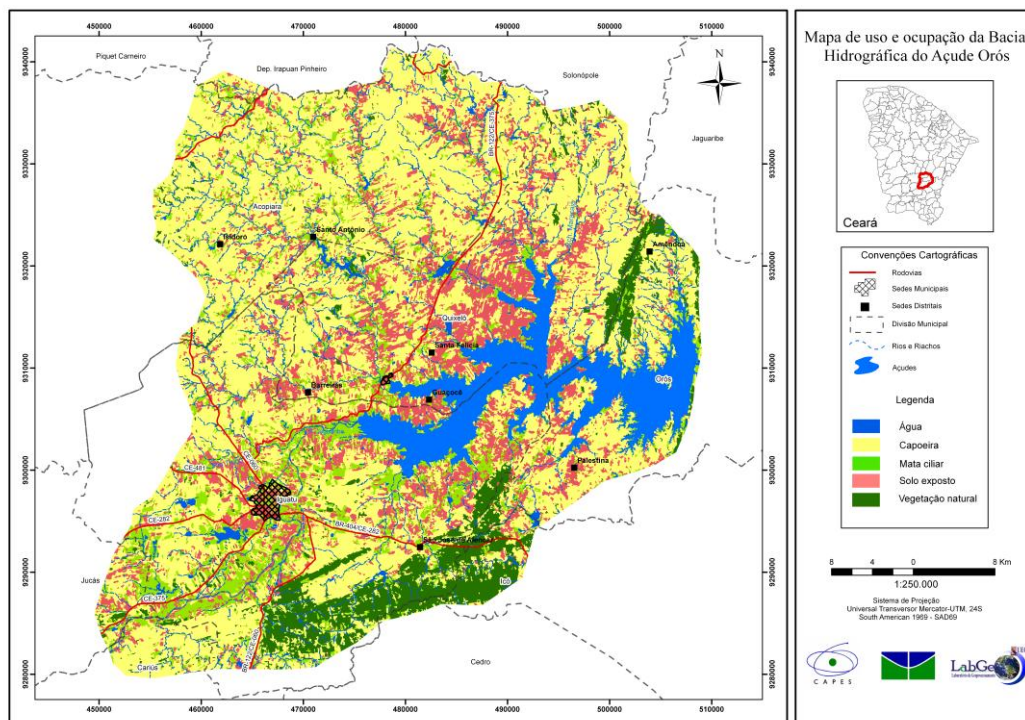
O conjunto vegetacional que recobre a superfície da região, conforme o restante do território cearense é influenciado diretamente pelas condições geoambientais, e pela ação humana através de suas diferentes atividades quanto ao uso e ocupação do solo. A cobertura vegetal da área, como constituída pela caatinga hiperxerófila, a qual trata-se de formações arbóreo-arbustivas que possuem, como principal característica, a caducidade foliar. São formações lenhosas, com elevado grau de xerofilismo, predominantemente arbustiva, pouco densa, com espécies de porte baixo, espinhentas e perdendo totalmente as folhas no decorrer da estação seca.

De acordo com CEARÁ (1992, 2008 e 2009) e seguindo as informações encontradas, constataram-se como principais unidades fitoecológicas na Bacia Hidrográfica do Açude Orós são representadas pelas unidades: Fruticeto Estacional Caducifólio Xeromórfico (Caatinga Arbustiva); Arboreto Climático Estacional Caducifólio Xerofílico (Caatinga Arbórea); Arboreto Climático Estacional Semi-caducifólio Mesomórfico (Mata Sêca); Fruticeto Estacional Caducifólio Xero-escleromórfico (Carrasco); Arboreto Edáfico Fluvial (Vegetação de Várzea).

Segundo Sá et al. (2007), as áreas em processo de degradação, com intensidade de baixa ou severa, somam mais de 20 milhões de hectares. As causas deste processo estão associadas principalmente a práticas inadequadas de exploração de seus recursos físicos e biológicos destacando-se, entre elas, os sistemas de cultivos espoliativos, o superpastejo da caatinga e o extrativismo predatório.

O uso e ocupação da terra na Bacia Hidrográfica do Açude Orós (figura 06), encontra-se relacionado às formas de exploração dos recursos naturais e das atividades praticadas com agricultura, pecuária e extrativismo. A produção de lenha, com cortes repetidos em ciclos demasiado curtos, em algumas áreas mais críticas como o entorno de grandes centros consumidores, está reduzindo a diversidade florística. Além do desmatamento para dar lugar às lavouras, observa-se também que a área, após alguns anos de plantio, é abandonada em razão da sua baixa produtividade, ficando assim o solo sem proteção.

Na área da pesquisa, as atividades extrativistas e exploradoras das reservas naturais, como a agricultura, pecuária e a mineração, refletem-se na cobertura vegetal primária fortemente descaracterizada. A caatinga arbustiva ou arbóreo-arbustiva recobria Neossolos Litólicos ou demais solos com características distróficas. Vertissolos Háplicos e principalmente Neossolos Flúvicos das planícies fluviais são revestidos parcialmente pelas matas ciliares, onde há presença da oiticica (*Licania rígida* Benth).



**Figura 06. Mapa de Uso e Ocupação da Bacia Hidrográfica do Açude Orós**

A agricultura praticada na área de estudo é uma realidade na propriedade em estudo no entorno do açude Orós. No local de pesquisa há mais de 50 anos é praticada a agricultura, perturbando o ecossistema e conseqüentemente as nascentes, comprometendo a quantidade e a qualidade da água da propriedade. O cultivo intenso provoca seleção de espécies, compactação do solo, aumento no escoamento superficial e sub-superficial, lixiviação, diminuição da infiltração de água resultando em erosão

#### 4. CONCLUSÕES

Completando os fatores de cobertura das paisagens, a vegetação foi entendida como componente fundamental para os recursos biológicos e para a biodiversidade. Destacam-se as respostas geobotânicas às condições hidroclimáticas. A análise da evolução da cobertura vegetal e uso da terra permitem avaliar as transformações ocorridas no espaço urbano ou rural, a partir de uma análise do modo como a sociedade se articulou com a natureza, mediante as determinações da sociedade e das imposições do quadro natural.

A região semiárida do nordeste do Brasil se caracteriza pela má distribuição das chuvas no tempo e no espaço, apresentando um período de estiagem e um período chuvoso, o qual é representado por chuvas de alta intensidade e de curta duração, resultando em elevado risco de perda de solo (SANTOS et al., 2006). É possível então destacar um problema severo para a captação e armazenamento de água; sendo assim, milhares de reservatórios são construídos nessas regiões, com a



finalidade principal de armazenar água para múltiplos usos, principalmente, durante os períodos de estiagem.

O quadro atual mostra a utilização não sustentável dos recursos naturais de forma geral, e mais especificamente dos recursos hídricos (como é o caso, por exemplo, da agricultura irrigada que apresenta geralmente uma eficiência baixa), com grande desperdício, contribuindo com a diminuição da disponibilidade da oferta de água.

O estudo da erosão deve ser incorporado ao planejamento do uso do solo, incluindo os fatores relacionados à atuação dos processos erosivos e à detecção das áreas mais susceptíveis (atual e potencial), com o objetivo de organizar as práticas econômicas. Para mitigar os resultados dos processos erosivos, faz-se necessário um bom conhecimento da região de interesse e se adequar a ocupação às condições de cobertura vegetal, tipo de solo, topografia, sistema natural de drenagem e condições naturais de estabilidade dos taludes naturais ou artificiais. Neste sentido, uma das maneiras mais eficientes para fornecer subsídios à seleção de áreas prioritárias, do ponto de vista de conservação e recuperação do solo, é a utilização de mapas de potencial natural de erosão que poderá mostrar a expectativa de perda de solo sob sistemas de ocupação da terra e o zoneamento básico das áreas de restrição à ocupação.

## 5. REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N.. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo, Ateliê Editorial, 2003, 159 p.
- BARBOSA, Í. S.; ANDRADE, L. A.; ALMEIDA, J. A. P. Evolução da cobertura vegetal e uso agrícola do solo no município de Lagoa Seca, PB. **R. Bras. de Eng. Agr. e Amb.** v.13, p.614–622, 2009.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1999.
- BERTOL, I.; ZOLDAN JUNIOR, W.A.; FABIAN, E.L.; ZAVASCHI, E.; PEGORARO, R. & PAZ GONZÁLEZ, A. Efeito de escarificação e da erosividade de chuvas sobre algumas variáveis de valores de erosão hídrica em sistemas de manejo de um Nitossolo Háplico. **R. Bras. Ci. Solo**, 32:747-757, 2008.
- BERTOL, I.; VÁZQUEZ, E.V.; GONZÁLEZ, A.P.; COGO, N.P.; LUCIAN, R.V.; FABIAN, E.L. Sedimentos transportados pela enxurrada em eventos de erosão hídrica em um Nitossolo Háplico. **R. Bras. Ci. Solo**, vol.34, n.1, pp. 245-252, 2010.
- BRANDT, C.J. **Transformation of the kinetic energy of rainfall with variable tree canopies**. Londres: Universidade de Londres, 1986, 446 p. Tese de Doutorado.
- CEARÁ. Secretaria dos Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Recursos Hídricos (PLANERH)**. Fortaleza: SRH, 1992.
- CEARÁ, Governo do Estado do. Assembléia Legislativa. **Cenário atual dos recursos hídricos do Ceará**. Fortaleza: INESP, 2008. 174 p. il.
- CEARÁ, Governo do Estado do. Assembléia Legislativa. **Caderno Regional da Sub-Bacia do Alto Jaguaribe**. Fortaleza: INESP, 2009. 120 p. il.

- COGO, N.P.; LEVIEN, R. & SCHWARZ, R.A. Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo. **R. Bras. Ci. Solo**. 27:743-753, 2003.
- DEDECEK, R.A.; RESK, D.V.S. & FREITAS JÚNIOR, E. Perdas de solo, água e nutrientes por erosão em Latossolo Vermelho-escuro dos cerrados em diferentes cultivos sob chuva natural. **R. Bras. Ci. Solo**, 10:265-272, 1986.
- DUQUE, G. **O Nordeste e as lavouras xerófilas**. Fortaleza. Banco do Nordeste, 2004. 329p.
- GRILO, R.C.; ERNANI, L. **Gestão de bacias hidrográficas com o uso de modelo preditivo de erosão dos solos e sistemas de informação geográfica**. UNAR, Araras, SP, v.2, n.1, p.21-33, 2008.
- GUERRA, A.J.T. Experimentos e monitoramentos em erosão dos solos. **Revista do Departamento de Geografia**, 16, p. 32–37. 32, 2005.
- MARTINS, S. G.; AVANZI, J. C.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; NORTON, L. D.; FONSECA, S. Rainfall erosivity and rainfall return period in the experimental watershed of Aracruz, in the Coastal plain of Espírito Santo, Brazil. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.34, p.999-1004, 2010.
- NUNES, A. N.; ALMEIDA, A. C.; COELHO, C. O. A. Impacts of land use and cover type on runoff and soil erosion in a marginal area of Portugal. **Applied Geography**, v.31. p. 687-699, 2011.
- PINESE JUNIOR, J. F.; CRUZ, L. M.; RODRIGUES, S. C. Monitoramento de erosão laminar em diferentes usos da terra, Uberlândia - MG. **Sociedade & Natureza**. 2008, vol.20, n.2, pp. 157-175 .
- SANTOS, G. S.; NORI, P. G. OLIVEIRA, L. F. C. Chuvas intensas relacionadas à erosão hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, p.115–123, 2010.
- SEGANFREDO, M.L.; ELTZ, F.L.F. & BRUM, A.C.R. Perdas de solo, água e nutrientes por erosão de sistemas de culturas em plantio direto. **R. Bras. Ci. Solo**, 21:287-291, 1997.
- SILVA, A.M.; SCHULZ, H.E.; CAMARGO, P.B. **Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas**. São Carlos: Rima, 2003.
- SILVA, A.M. & ALVARES, C.A. Erodibilidade dos solos paulistas: levantamento de informações e estruturação de um banco de dados. **Geociências**, v. 2, 2005.
- TRICART, J. **Ecodinâmica**. FIBGE – SUPREN, Rio de Janeiro, 1977.