



INSTALAÇÃO DE UMA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL COMO SUBSÍDIO PARA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS POR EROSÃO NO MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS – MA

Marcia Silva Furtado, Curso de Geografia, UFMA, marcinhageo@yahoo.com

José Fernando Rodrigues Bezerra, Curso de Geografia, UFMA, fernangeo@hotmail.com

Neilianne de Fátima Costa Lima, Curso de Geografia, UFMA, neilianne@hotmail.com

Prof. Jane Karina Silva Mendonça, DEGEO, UFMA, raiogeo@hotmail.com

Prof. PhD Antônio José Teixeira Guerra, DEGEO, UFRJ, antonioguerra@openlink.com.br

Prof. Dr Antônio Cordeiro Feitosa, DEGEO, UFMA, feitos@hotmail.com

Palavras-chave: Estação; Erosão; São Luís

Eixo-temático: Análise e diagnóstico de processos erosivos

1. INTRODUÇÃO

A ação antrópica na superfície terrestre tem causado numerosos problemas ambientais, onde as encostas têm sofrido várias formas de degradação, principalmente com a retirada da vegetação que as protegem contra à ação dos agentes e processos intempéricos. Dentre as formas de degradação nas encostas destacam-se processos erosivos acelerados e em grande escala, como as ravinas e voçorocas.

Segunda Guerra (2003:191) a intervenção humana sobre o relevo terrestre, quer seja em áreas urbanas ou rurais, demanda a ocupação e a transformação da superfície do terreno. Dependendo do tamanho dessa intervenção, das práticas conservacionistas utilizadas e dos riscos geomorfológicos envolvidos, os impactos ambientais associados poderão causar grandes prejuízos ao meio físico e aos seres humanos.

A Geomorfologia como ciência que estuda as formas do relevo, bem como os agentes e processos que deram origem a essas formas, tem um papel central nos estudos das encostas submetidas a processos erosivos em larga escala, principalmente através de uma série de métodos e técnicas peculiares.

Dentre essas metodologias, está a construção e monitoramento de estações experimentais, cujos os objetivos são de reconstrução, simulação de determinados aspectos dos elementos naturais para a verificação do “funcionamento” dos agentes e processos em um ambiente artificial sob condições controladas. Outra função das estações seria a verificação da eficiência, resistência e durabilidade de determinadas técnicas, como por exemplo a Bioengenharia, que será a principal técnica utilizada na recuperação de áreas

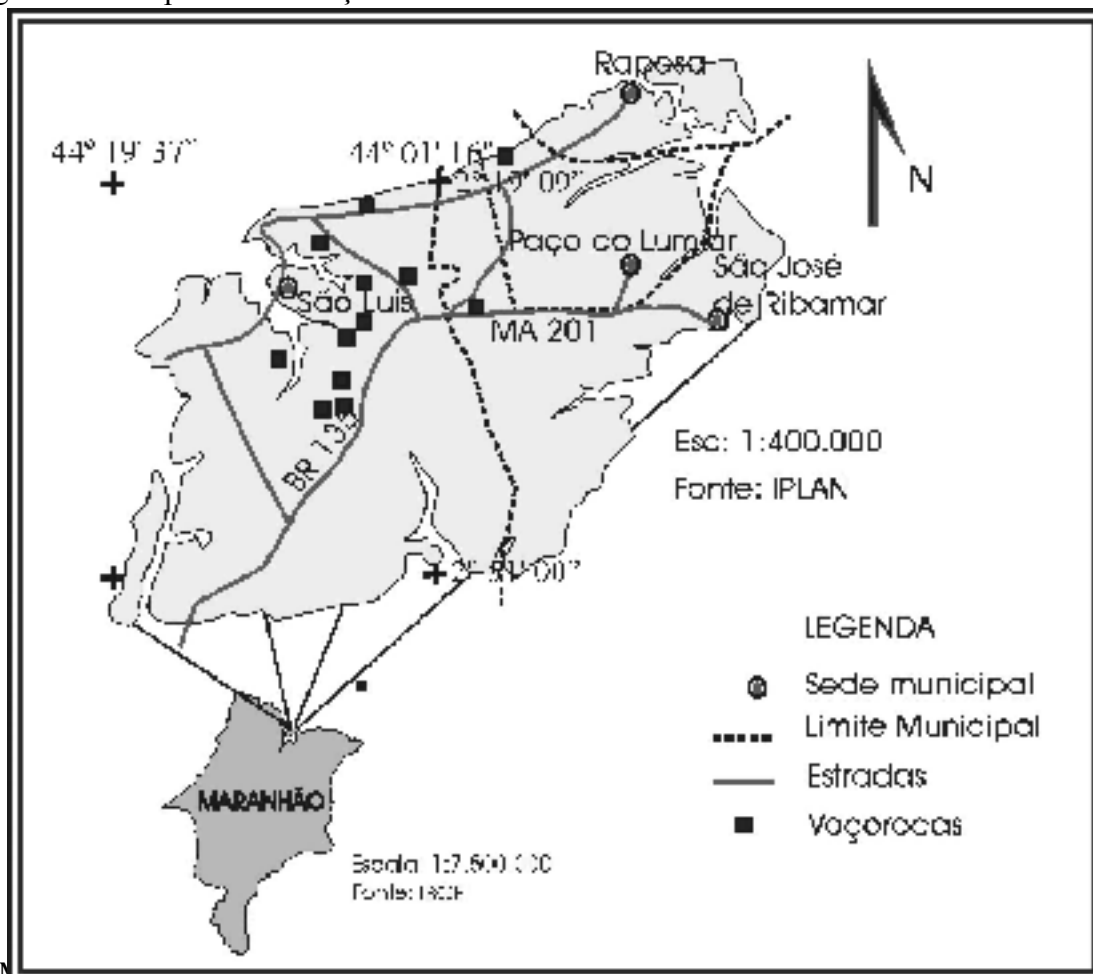


degradadas por erosão no município de São Luís, mais especificamente numa encosta no bairro Sacavém.

O município de São Luís possui uma área de 831,7 Km², localizando-se na parte centro-oeste da Ilha do Maranhão, com coordenadas 2° 19' 09" - 2° 51' 00" S e 44° 01' 16" - 44° 19' 37" W, tendo como limites: a leste - São José de Ribamar; ao norte - Oceano Atlântico; a oeste - baía de São Marcos e ao sul - Rosário, (fig. 01), com uma população em torno de 867.690 habitantes e uma crescente população urbana com 834.968 habitantes segundo dados do IBGE (2001).

Durante dois anos de pesquisas foram identificados e monitorados processos erosivos com alto grau de evolução, destacando-se as voçorocas do Sacavém, Salina, Coeduc, Araçagi, Castelão, sítio Santa Eulária, Bequimão dentre outras. Partindo do pressuposto que todo conhecimento científico tem a sua aplicabilidade, após essas etapas de caracterização e identificação dos processos erosivos, tem-se a recuperação das áreas degradadas, a partir dos resultados de uma estação experimental na voçoroca do Sacavém, com o emprego da bioengenharia.

Figura 01 – Mapa de localização da área de estudo



2. N



Para a realização do presente trabalho, foram adotados os seguintes procedimentos metodológicos: levantamento e análise do material bibliográfico e cartográfico; trabalhos de campo; análises de laboratório e de gabinete.

Para a fundamentação teórica sobre o tema abordado foram analisadas publicações em livros, anais de congresso, revistas, teses de doutorado, dissertações de mestrados, monografias de graduação, destacam-se: Guerra (1998, 1999, 2001, 2003), Oliveira (1999), Ramalho (1999), Salomão (1999), Mafra (1999), Holanda (1999), Pereira (2001) entre outros. a nível local, utilizou-se, para o levantamento das características da área estudada, os trabalhos de Freire (1990), Maranhão (1998), Feitosa (1989), Mendonça *et al* (2000, 2003).

Para a confecção das cartas temáticas serão utilizadas imagens dos satélites: SPOT, de 1991, na escala de 1:100.000 e TM-landsat-5, de 1996, Bandas 3, 4 e 5, na escala de 1:70.000; cartas da DSG, de 1976, na escala de 1:100.000, com equidistância das curvas de nível de 50 m e fotografias aéreas de 1999 e de 2001, na escala de 1:8.000. As diferentes escalas foram compatibilizadas para a escala de trabalho, com o emprego do pantógrafo, em 1:400.000, para a localização da voçoroca do Sacavém.

A partir dos trabalhos de campo está sendo implantada uma estação experimental com extensão de 60 m², para recuperação de uma encosta da voçoroca do Sacavém (Bairro do Sacavém) a partir dos estudos de Pereira (2001), Guerra e Fuller (2002), com os seguintes procedimentos:

- Seleção da área para a instalação da estação;
- Palestras, discussões, sensibilização sobre a importância das obras de contenção de erosão junto à comunidade do Sacavém e bairros circunvizinhos;
- Confecção de 80 (oitenta) telas biodegradáveis com fibra do buriti (50 X 50 cm), com utilização de agulhas (15 cm), compensado de madeira (55 X 55 cm) de acordo com a foto 01.
- Retirada dos sedimentos soltos para o acerto do terreno;
- Proteção das cabeceiras de drenagem a partir da construção das canaletas de drenagem;
- Drenagem para a captação das águas pluviais, para a proteção da estação;
- Preparo do solo com aplicação de insumos, tais como sementes, fertilizantes e adubação orgânica para o revestimento vegetal;
- Aplicação da tela vegetal confeccionada com palha de buriti.



Quanto às análises de laboratório, pretende-se determinar propriedades químicas e físicas do solo, a partir da análise de amostras de sedimentos coletados nos trabalhos de campo, de acordo com métodos propostos pela Embrapa (2001), com o intuito de correlacionar esses resultados com as demais variáveis.

Em gabinete, será realizado o cruzamento dos dados e informações, com base no monitoramento da estação experimental, com o objetivo de verificar a eficiência da bioengenharia na recuperação das áreas degradadas por erosão. Se a estação apresentar os resultados esperados, de acordo com as experiências já realizadas no país, serão elaborados projetos para a recuperação a partir dessas técnicas para todas as voçorocas monitoradas, com ampla participação dos órgãos públicos, privados e as comunidades circunvizinhas às voçorocas.

Foto 01 – Confeção das telas de palha de buriti



3. RESULTADOS E DISCUSSÕES



A erosão é considerada um processo natural de degradação dos solos, porém, a interferência antrópica pode acelerar esse processo, causando uma rápida evolução, dando origem, assim, às voçorocas que de acordo com Neboit (1983, *in* Oliveira, 1999:581), o termo voçoroca vem sendo associado à erosão acelerada dos solos, derivando da concepção de que ravinas e voçorocas resultam de intervenção causada pela atividade humana.

Dessa forma, Cunha & Guerra (2000:338) consideram a possibilidade de recuperação de áreas degradadas mediante a elaboração de diagnósticos da degradação, argumentando que, “para tal, o estudo básico, acadêmico, desse problema, requer levantamentos sistemáticos, que são feitos muitas vezes, através do monitoramento das várias formas de degradação, como por exemplo, o monitoramento de processos erosivos acelerados (voçorocas) e da erosão das margens dos rios”.

De acordo com Salomão (1999:229), a adoção de medidas efetivas de controle preventivo e corretivo da erosão depende do entendimento correto dos processos relacionados com a dinâmica de funcionamento hídrico sobre o terreno, devendo considerar também a dinâmica do uso do solo, suas propriedades físicas e químicas, bem como as condições climáticas, em áreas urbanas em especial a interferência antrópica.

As medidas de recuperação das encostas afetadas pela erosão dos solos e pelos movimentos de massa que não levem em conta os processos geomorfológicos que causaram esses impactos, nem as características hidrológicas e geológicas, podem ter insucessos, ou seja, muitas vezes as técnicas de recuperação adotadas atuam sobre a consequência, sem averiguar quais as causas que deram origem a um determinado impacto numa encosta (GUERRA,2003,211).

A Geomorfologia pode dar uma grande contribuição na recuperação de encostas, em conjunto com a Engenharia, Geologia, Pedologia e outras ciências afins. Nem sempre a melhor solução precisa ser necessariamente um grande muro de arrimo, muitas vezes, outras técnicas, ditas naturais e de custo mais baixo, podem trazer os mesmos benefícios, sem transformar tanto a paisagem anterior. Além disso, sua durabilidade pode ser igual ou até maior do que as obras tradicionais de contenção de encostas feitas pela engenharia, em que o grande volume de cimento areia, ferro, pedras etc. é utilizado (GUERRA,2003,212).

De acordo com características geológicas, geomorfológicas e climáticas da ilha do Maranhão, onde inseri-se o município de São Luís, pode-se constatar a ação dos processos e agentes erosivos de forma intensa, principalmente naquelas áreas desprovidas de vegetação, onde aparecem várias feições erosivas, como sulcos, ravinas e voçorocas.



Nesse município, encontram-se vários trechos em que se identificam fenômenos erosivos em larga escala.

Para reverter essa situação, faz-se necessário o emprego de várias técnicas de recuperação e controle de erosão, destacando-se a bioengenharia, que segundo Pereira (2001) é uma associação de alternativas, envolvendo estruturas biodegradáveis como: fibras vegetais, estacas de madeira e estruturas rígidas como pedra, concreto, ferro e outros.

A instalação da estação experimental na voçoroca do Sacavém, foi em virtude de já ser foco de estudos os quais constata um grande avanço das cabeceiras das voçorocas, pondo em risco as residências circunvizinhas. Essa estação baseia-se na aplicação da técnica da bioengenharia, com o emprego da tela vegetal confeccionada com palha de buriti, que é uma palmeira típica do Maranhão, conhecida pela resistência de suas folhas e muito utilizada no artesanato local.

Essa área apresenta afloramento da Formação Barreiras, com encostas íngremes e pouca vegetação, a mesma tem sido objeto de intensa atividade de extração mineral, inclusive pela própria população local, que residem próxima às torres de transmissão de energia da ELETRONORTE, e por terceiros que retiram o material para construção civil.

A voçoroca do Sacavém apresenta pouca evolução de suas cabeceiras (tabela 01), sua base está sendo constantemente removida devido a atividade de extração ilegal de silte e argila. Em alguns pontos a montante, evidencia-se recuos significativos como os apresentados pelas medidas da estaca 10 e 13 (fig. 02), devido o alto grau de compactação e a pouca vegetação que possui, podendo comprometer as torres de transmissão da ELETRONORTE, localizada a montante da voçoroca.

Como proposta de recuperação das voçorocas na área urbana de São Luís, está o emprego da bioengenharia, com a utilização de tela vegetal confeccionada com palha de buriti (foto 01). Essa técnica será utilizada como subsídio para a construção de uma estação experimental, que já está em fase de implantação (foto 02), numa encosta da voçoroca do Sacavém que ocupa uma área de 30 m². No total essa feição erosiva apresenta uma área degradada de 10.000 m² tendo também características físicas e sócio-ambientais propícias à ocorrência desses processos.

A bioengenharia associadas a outras medidas pode solucionar a problemática relacionada com a degradação dos solos, baseando-se em tecnologia moderna, com grande utilização de produtos de origem vegetal, abundante nos países tropicais, e ainda minimizando o uso de equipamentos pesados, mão de obra e materiais de preço elevado.



A recuperação das áreas degradadas por erosão na área de estudo, baseia-se em adoção de medidas e materiais cada vez menos impactantes, tanto em relação aos aspectos ambientais quanto aos estéticos das paisagens, como por exemplo a engenharia naturalística, que utiliza-se de materiais biodegradáveis, tais como: bambu, redes de fibras vegetais entre outros. Porém para o emprego de qualquer que seja a medida de recuperação, deve-se levar em consideração as características ambientais.

Tabela 01 – Dados do monitoramento da voçoroca do Sacavém

LOCALIZAÇÃO		MEDIDAS				
ESTACAS	Azimute	1° 26.12.00	2° 05.04.01	3° 20.07.01	4° 18.03.02	5° 16.09.02
Estaca 10	188°	13,50	13,40	13,17	13,10	13,05
	192°	13,40	13,40	12,58	11,56	11,50
	203°	11,03	11,00	9,55	9,54	9,54
Estaca 11	191°	14,85	14,14	13,58	13,56	13,40
	196°	13,93	13,65	13,33	13,16	13,16
	205°	14,35	13,45	13,29	13,25	13,00
Estaca 12	195°	17,15	16,78	16,60	16,60	16,60
	208°	19,30	18,00	17,95	17,20	17,20
	224°	19,80	19,37	19,28	19,13	18,60
Estaca 13	200°	19,35	18,80	18,70	17,90	17,90
	240°	7,63	7,22	7,10	7,03	7,00
	250°	13,40	12,80	12,50	12,45	9,50

Fonte: Mendonça, 2003

Figura 02 – Croqui da voçoroca do Sacavém

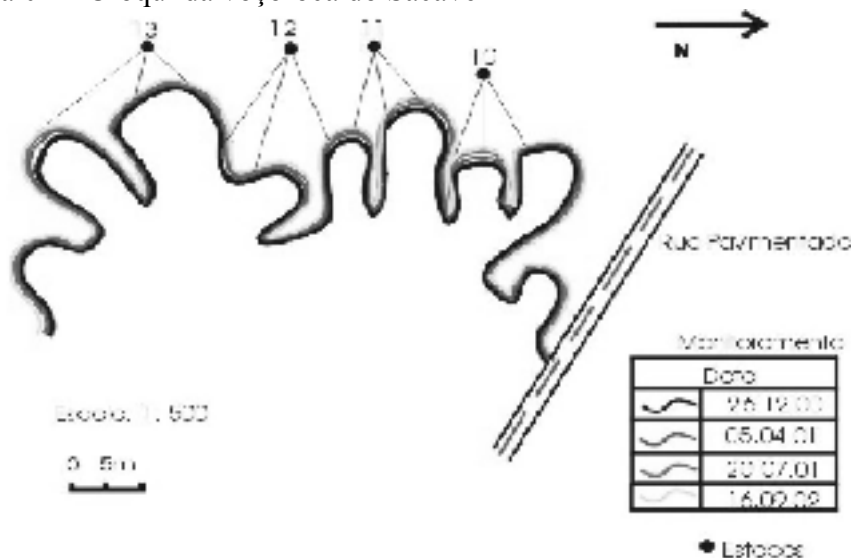


Foto 03 – Encosta selecionada para a instalação da estação experimental



4. CONCLUSÃO

A necessidade de conhecer melhor os problemas relacionados com esse tema que vem se desenvolvendo em áreas urbanas, com o intuito de propor medidas de controle e recuperação de áreas degradadas por voçorocas, através do emprego da bioengenharia, sendo uma associação de alternativas, envolvendo estruturas biodegradáveis, que vai ser aplicada no município de São Luís.

Devido ao alto estágio erosivo que se encontram as voçorocas estudadas, apresentando alto declive e vales profundos, a utilização de telas biodegradáveis pode ser a melhor solução, como mostram várias experiências apresentadas em congressos, seminários, simpósios e livros sobre o assunto. Visto que utilização da engenharia tradicional que se utiliza de materiais pesados como: concreto, ferro e máquinas de grande porte, além de causar maior impacto aos aspectos naturais e estéticos do ambiente, requer um elevado investimento de capital bem como não dá margem a participação da comunidade no processo.

Portanto, o estudo dos processos erosivos torna-se importante na elaboração de projetos de controle e recuperação, a partir da identificação dos seus mecanismos determinantes, assim como, de que maneira a ação antrópica pode interferir nesses



processos, seja de forma positiva ou negativa, pois suas conseqüências, no caso dos impactos negativos envolvem não apenas perdas materiais mas também humanas.

REFERÊNCIAS

- BRASIL, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Secretária do Estado do Meio Ambiente e Turismo do Maranhão, *Diagnóstico dos Principais Problemas Ambientais do Estado do Maranhão*. São Luís: LITHOGRAF, 1991.
- FEITOSA, A. C. *Evolução Morfogenética do Litoral Norte do Maranhão*. Rio Claro: UNESP; 1989, 196p.(Dissertação de mestrado)
- FREIRE, J. de R. *Áreas de Riscos de Erosão na Bacia do Rio Anil, São Luís – MA*. UFMA; São Luís, 1990, 62p. (Monografia de graduação)
- GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. (1998). *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. 3ª ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 472p.
- GUERRA, A. J. T. *Processos Erosivos nas Encostas*. In: *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. 3ª ed. Guerra, A. J. T. & Cunha, S. B. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 1998, p. 149-209.
- _____. *Processos Erosivos nas Encostas*. In: *Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações*. Orgs. Cunha, S. B. & Guerra, A. J. T. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1996, p. 139-155.
- _____. *Encostas e a questão ambiental*. In: *A questão ambiental: diferentes abordagens*. Orgs. Cunha, S. B. & Guerra, A. J. T. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2003, p. 191-217.
- GUERRA, A. J. T., SILVA, A. S. & BOTELHO, R. G. M. (1999). *Erosão e Conservação dos Solos: conceitos, temas e aplicações*. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 339p.
- GUERRA, A. T. & GUERRA, A. J. T. *Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico*. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 1997, 648p.
- HOLANDA, F. J. M. *Erosão dos solos: práticas conservacionistas*. Fortaleza, SEBRAE – CE; 1999, 45p.
- IBGE, (2001). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Recenseamento de 2000.
- LIMA-e-SILVA, P. P. de; GUERRA, A. J. T.; MOUSINHO, P.; BUENO, C.; ALMEIDA, F. G. de; MALHEIROS, T.; SOUZA JR, A. B. de. *Dicionário Brasileiro de Ciências Ambientais*. Rio de Janeiro. Thex, 1999, 247p.



- MAFRA, N. M. C. *Erosão e Planificação de Uso do Solo*. In: *Erosão e Conservação dos solos*. Guerra, A. J. T., Silva, A. S. & Botelho, R. G. M. (Orgs). Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 1999, p. 301-322.
- MARANHÃO. Governo do Estado, Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA. Macrozoneamento do Golfão Maranhense: *Diagnóstico Sócio-ambiental da Microrregião Urbana de São Luís e dos Municípios de Alcântara, Bacabeira e Rosário*. GERCO/CPE/SEMA. São Luís, 1998, 40p.
- MENDONÇA, Jane Karina Silva. *a interferência antrópica nos processos erosivos em áreas da bacia do rio das Bicas, São Luís – MA*. São Luís, 2002, 47p. (Monografia de Graduação).
- MENDONÇA, J. K. S., GUERRA, A. J. T. e MENDES, M. R. Diagnóstico da Erosão Urbana no Município de São Luís – MA. In: *Anais do VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão*. ABGE, Goiânia, 2001.
- MENDONÇA, J. K. S., MENDES, M. R. ALVES, I. S., GUERRA, A. J. T e FEITOSA, A. C. *Mapeamento e Monitoramento dos Processos Erosivos no Município de São Luís – MA* In: *Anais do IV Simpósio Nacional de Geomorfologia – Geomorfologia: interfaces, aplicações e perspectivas*. São Luís, UFMA. 2002, p 65.
- OLIVEIRA, M. A. T. *Processos Erosivos e Preservação de Áreas de Risco de Erosão por Voçoroca*. In: *Erosão e Conservação dos Solos: conceitos, temas e aplicações*. Guerra, A. J. T., Silva, A. S. & Botelho, R. G. M. (Orgs). Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1999, p 57-100.
- PEREIRA, A. R. *Controle e recuperação de processos erosivos com técnicas de Biotecnologia*. In: *Anais do VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão*. ABGE, Goiânia, 2001.
- RAMALHO, M. F. de J. L. *Evolução dos processos erosivos em solos arenosos entre os municípios de Natal e Parnamirim – RN*. Rio de Janeiro; UFRJ. 1999. (Tese de Doutorado)
- RODRIGUES, T. L. das N. ARAÚJO, C. C. de. CAMOZZATO, E. e RAMGRAB, G. E. (Orgs.). *Programa Levantamento Geológicos Básicos do Brasil. Folha AS. 23-Z-A – São Luís e Folha SA. 23-Z-A – Cururupu*. Brasília: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 1994.
- SALOMÃO, F. X. T. *Controle e preservação dos processos erosivos*. In: GUERRA, A. J. T, SILVA, A. B., BOTELHO, R. C. M. *Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações*. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil, 1999, p. 229-267.



SUDO, H. (2000) *Processos erosivos e variabilidade climática*. In: Variabilidade e mudanças climáticas – implicações ambientais e sócioeconômicas. Maringá. Sant' Anna Neto, João Lima e Zavatini, João Afonso (Orgs). UEM: p. 121-146.