

MONITORAMENTO DOS PROCESSOS EROSIVOS POR VOÇOROCAMENTO NA BACIA DO RIO BACANGA, SÃO LUÍS/MA

Gilberlene Serra Lisboa(a), José Fernando Rodrigues Bezerra(b), Marly Silva de Moraes(c)

^(a)Mestranda em Geografia pela Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, E-mail: gilberlene_serra@yahoo.com.br

^(b) Professor do Departamento de Geografia da Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, E-mail: fernangeo@yahoo.com.br

^(c) Mestranda em Geografia pela Universidade Estadual do Maranhão- UEMA, E-mail: marlymoraes22@hotmail.com

Eixo: SISTEMAS GEOMORFOLÓGICOS: ESTRUTURAS, DINÂMICAS E PROCESSOS

RESUMO

A pesquisa tem como objetivo apresentar os resultados sobre o monitoramento da erosão nas cabeceiras das voçorocas identificadas. Os procedimentos metodológicos constaram de: Levantamento bibliográfico; Trabalho de campo; e Monitoramento. Foram identificadas diferentes feições erosivas na bacia do Bacanga como as voçorocas da Vila Industrial II, Torres, e CEPROMAR. Neste sentido, realizou-se o monitoramento baseado na proposta de Guerra (1996) que utiliza estacas colocadas ao redor das voçorocas; trena para fazer mensurações da distâncias até a borda da feição erosiva e bússola de geólogo (tipo Brunton) para obtenção da orientação das medidas. Os resultados do monitoramento das estacas nas voçorocas indicam que as cabeceiras estão mais ativas principalmente no processo erosivo Torres, onde o voçorocamento está mais acelerado na estaca 1 ponto C evoluindo 2,59 m; na Vila Industrial II na estaca 1 no ponto A progrediu 1,60 m e na voçoroca CEPROMAR na estaca 1 no ponto A avanço de 1,45m.

Palavras Chaves: Monitoramento, Bacia hidrográfica, Voçorocas

ABSTRACT

The research aims to present the results on erosion monitoring in the headwaters of the identified gullies. The methodological procedures consisted of: Bibliographic survey; Fieldwork; And Monitoring. Different erosive features were identified in the Bacanga basin as the gullies of Vila Industrial II, Torres, and CEPROMAR. In this sense, monitoring was carried out based on the Guerra (1996) proposal that uses stakes placed around the gullies; Scale to make measurements of the distances to the edge of the erosive feature and compass of geologist (Brunton type) to obtain the orientation of the measurements. The results of the monitoring of the stakes in the gullies indicate that the gullies are more active mainly in the Torres erosion process, where the gullwing is more accelerated at the point 1 point C evolving 2.59 m; In Vila Industrial II at stake 1 at point A, progressed 1.60 m, and at the CEPROMAR stake at stake 1 at point A, advance of 1.45 m.

Keywords: Monitoring, River basin, Gullies

1. INTRODUÇÃO

O solo é um recurso de grande importância, pois este elemento natural é responsável pela sustentação alimentar da população mundial. Embora seja um recurso vital, assim como a água, o solo é explorado até



a sua exaustão em algumas regiões pelo mundo. Cientistas apontam que se persistirem as atuais taxas de erosão, em longo prazo países subdesenvolvidos que já apresentam riscos de segurança alimentar tenderão a tornar este problema ainda mais crônico.

O principal efeito da degradação no meio rural é um declínio na produtividade ou uma necessidade crescente do aporte de nutrientes para manter as mesmas produtividades, uma vez que “os subsolos geralmente contêm menos nutrientes do que as camadas superiores, sendo necessário mais fertilizante para manter a produtividade das culturas. Isso, por sua vez, aumenta os custos de produção. Além do mais, a adição somente de fertilizantes não pode compensar todos os nutrientes que se perdem quando a camada superior erode” (FAO, 1983 *apud* ARAÚJO *et al.*, 2007).

A questão da erosão dos solos é de essencial importância no planejamento ambiental, pois áreas de forte erosão podem representar entraves na ampliação e melhoramento na produtividade agrícola de uma determinada área.

As pesquisas básicas associadas à erosão dos solos são fundamentais tanto para as práticas agrícolas como para subsidiar o planejamento ambiental, onde as práticas econômicas devem ser calcadas em princípios conservacionistas. Assim sendo, essas preciosas informações podem ser usadas como suporte quantitativo à análise até então feita de forma qualitativa para a fragilidade dos ambientes naturais (ROSS, 2010).

Os processos de urbanização e industrialização têm tido um papel fundamental nos danos ambientais ocorridos nas cidades. O rápido crescimento causa uma pressão significativa sobre o meio físico urbano, tendo as conseqüências mais variadas, tais como: poluição atmosférica, do solo e das águas, deslizamentos, enchentes etc. (GUERRA e MARÇAL, 2014).

A formação dos solos é o resultado da interação de muitos processos, tanto geomorfológicos como pedológicos. Esses processos retratam uma variabilidade temporal e espacial significativa, sendo dessa forma importante abordar os solos como um sistema dinâmico (GUERRA e MENDONÇA, 2004).

O monitoramento da erosão laminar (BACCARO, 2012; MAFRA, 2012; LEPSCH, 2002; BERTONI & LOMBARDI NETO, 2010), em lençol (GUERRA, 1998; BACCARO, 2012) ou entressulcos (MONTOLAR-SPAROVEK *et al.*, 1999; CANTALICE *et al.*, 2005), bem como as erosões lineares (NASCIMENTO, 1994; DOMINGUES *et al.*, 1998; INFANTI JR. & FORNASARI FILHO, 1998; CASTRO *et al.*, 2004; MARTINS *et al.*, 2006) é uma forma de compreender a dinâmica evolutiva desses processos erosivos, visando o planejamento de prevenção e contenção desses fenômenos, minimizando os impactos sócio-ambientais decorrentes do uso do solo.

Faz-se neste artigo uma abordagem a dinâmica e evolução dos processos erosivos acelerados na bacia do rio Bacanga, considerando os processos e agentes morfodinâmicos responsáveis pelo início e desenvolvimento das feições erosivas, como o escoamento superficial concentrado.



2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização desse artigo tornou-se essencial o levantamento e análise do material bibliográfico que trata do assunto e que fundamente a pesquisa. Foram pesquisados conteúdos relacionados à processos erosivos, áreas degradadas, monitoramento e erosão superficial.

As atividades de campo foram realizadas no município de São Luís, entre os períodos de janeiro de 2015 à abril de 2016, tendo como objetivo o monitoramento das cabeceiras nas voçorocas. Nas três voçorocas identificadas (Vila Industrial II, Torres e CEPROMAR) foram feito o monitoramento do recuo das cabeceiras nas voçorocas para o entendimento da evolução dos processos erosivos, considerando o método apresentado por Guerra (1996), que utiliza: estacas colocadas ao redor da voçoroca; trena para fazer as mensurações das distâncias das estacas até a borda da feição erosiva e bússola de geólogo (Brunton) para obtenção da orientação das medidas.

As cabeceiras das voçorocas Torres, CEPROMAR e Vila Industrial II foram monitoradas durante 1 ano e 4 meses, mais especificadamente iniciando dia 06 de janeiro de 2015 até o dia 22 de abril de 2016. Na voçoroca Torres, o primeiro monitoramento foi realizado no dia 06 de janeiro, o segundo no dia 13 de junho e um terceiro monitoramento em 22 de abril de 2016. Já nas voçorocas CEPROMAR o monitoramento teve início dia 06 de abril de 2015, a segunda visita de campo no dia 27 março de 2015 e um terceiro monitoramento dia 13 de junho de 2015, e tendo um quarto monitoramento dia 22 de abril de 2016.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na área objeto de estudo, assim como em toda a Ilha do Maranhão, as estruturas geológicas superficiais são constituídas por rochas da Formação Itapecuru, originárias do Cretáceo, sobrepostas, em algumas áreas, por camadas da Formação Barreiras que datam do Terciário, e por sedimentos quaternários da Formação Açuí (BEZERRA, 2011). A área específica de estudo consiste na bacia hidrográfica do Bacanga (Figura 1), a qual está situada na porção Centro-Noroeste da ilha do Maranhão e inserida entre as coordenadas de 2° 32' 26" - 2° 38' 07" S e 44° 16' 00"-44° 19' 16" W, possuindo uma área de aproximadamente 95,24 Km². Limita-se ao Norte com a baía de São Marcos e com a bacia do Anil, ao Sul, com o tabuleiro do Tirirical; a Leste, com as bacias do Anil, Paciência e Cachorros e a Oeste, com a bacia do rio dos Cachorros (MMT,2007).

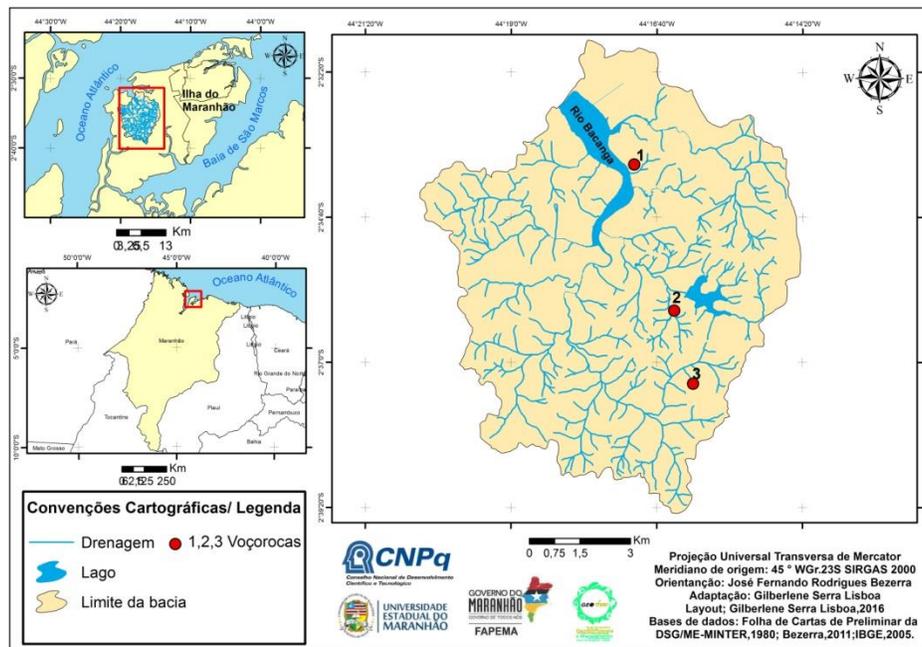


Figura 1 – Mapa de localização da bacia do Rio Bacanga

As principais feições geomorfológicas identificadas na área da bacia do rio Bacanga foram: Superfície tabular, colina dissecada, planície fluvial e planície fluviomarinha (BEZERRA, 2011)

O solo identificado na área de estudo com maior abrangência é o Neossolos Regolíticos, caracterizam-se por formarem solos poucos desenvolvidos, profundos, ácidos, permeáveis, muitos bem drenados e com fertilidade natural muito baixa (FEITOSA, 1996). Os Neossolos Regolíticos encontram-se bem distribuídos na bacia do rio Bacanga, onde evidenciam-se a presença de vários processos erosivos acelerados, como as voçorocas CEPROMAR, e Torres. Os Argissolos Vermelho Amarelo na voçoroca Vila Industrial II que são caracterizados como solos profundos a moderadamente profundos geralmente com uma boa drenagem e porosidade, apresentando atividade argilosa baixa, horizonte B textural imediatamente abaixo do horizonte A (BEZERRA, 2011).

Nas voçorocas Torres, CEPROMAR e Vila Industrial II, localizadas no município de São Luís, foram identificados subprocessos como as alcovas de regressão são feições erosivas que podem ser esculpidas tanto pelo escoamento superficial na forma de filetes subverticais, quando pelo afloramento do lençol freático ou pela combinação dos dois mecanismos (OLIVEIRA, 1999 *apud* GUERRA, *et. al.*, 2012).

A análise dos dados de monitoramento das cabeceiras da voçoroca Torres revelou uma evolução acelerada durante um ano e quatro meses de monitoramento. Os maiores recuos observados foram nas estacas 1 e 3. Durante a pesquisa todos os pontos da voçoroca Torres avançaram, sendo que na estaca 1, o ponto A



evoluiu durante o trabalho em 88 cm, o ponto B avançou 1,74 cm, o ponto C avançou 2,59 cm e o ponto D 5 cm; na estaca 2 foram relocados; e na estaca 3 o ponto A evoluiu 25 cm, o ponto B sem avanços e o ponto C 64 cm. (Quadro 1).

Quadro1: Dados do monitoramento da voçoroca Torres

VOÇOROCA		VOÇOROCA TORRES			
LOCALIZAÇÃO		MEDIDAS			
ESTACAS	AZIMUTE	1°	2°	3°	TOTAL
		06.01.15	13.06.15	22.04.16	
Estaca 1	A - 50°	5,73 m	5,00m	4,85m	88 cm
	B - 75°	4,87m	3,13m	3,13m	1,74m
	C - 274°	5,36 m	2,80m	2,77m	2,59m
	D - 30°	8,20 m	8,15m	8,15m	5 cm
Estaca 2	A -224°	-	-	6,43m	-
	B -20°	-	-	5,35m	-
Estaca 3	A - 285°	7,35 m	7,10m	7,10m	25 cm
	B - 304°	4,70 m	4,70m	4,70m	Sem avanço
	C - 365°	7 m	6,40m	6,36m	64cm

Fonte: Própria pesquisa.

Na voçoroca Torres, foram instaladas três estacas, monitorando três pontos (A, B e C) sendo a estaca 1 com quatro pontos (A, B, C e D), com início no dia 06/01/2015, e o segundo acompanhamento das taxas de avanços foi realizado em 13/06/2015. Na estaca 1, o ponto A obteve avanço de 73 cm, o ponto B avançou 1,77 m, o ponto C 2,56m e o ponto D foi de 10 cm. Na estaca 2 houve uma grande evolução dos pontos porém a estaca foi perdida com o grande índice pluviométrico que ocorreu na área em questão. Na estaca 3 todos os pontos avançaram no ponto A foi de 1,28 m, no ponto B de 2 cm e no ponto C o avanço foi de 60 cm (Quadro 1e Figura 2). Um terceiro campo realizado em 22/04/16 a maioria dos pontos mostram-se bastante erodido principalmente na estaca 1 os pontos B com 1,74 m e C com 2,59m; a estaca 2 não houve evolução, pois, os pontos foram recentes devido a estaca que foi perdida no início do monitoramento; na estaca 3 o ponto A com 25 cm e o C com 64cm.

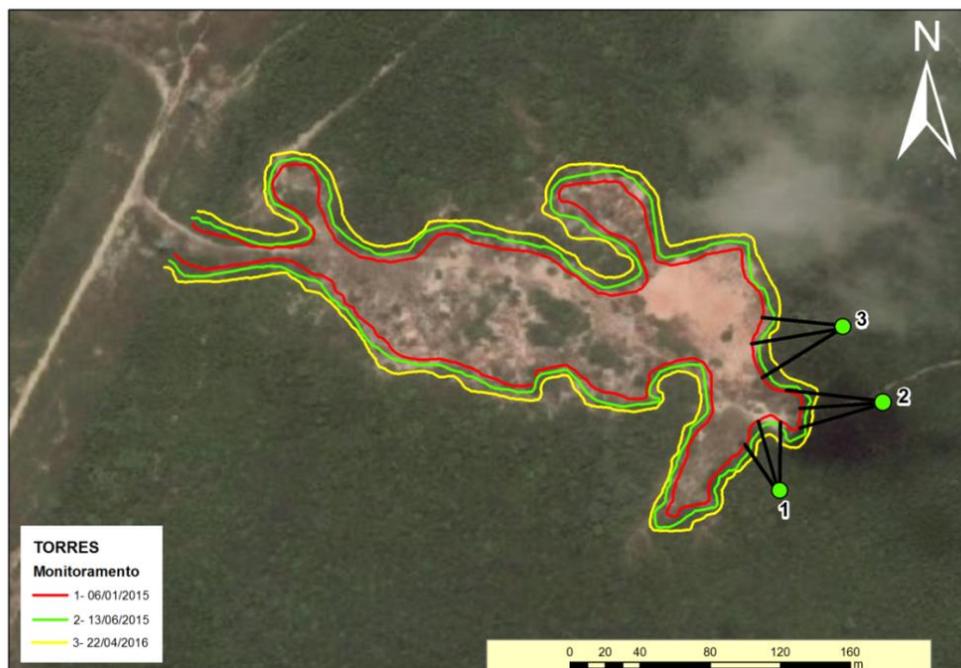


Figura 2: Croqui do monitoramento da voçoroca Torres. Fonte: Própria pesquisa.

Na voçoroca Vila Industrial II, 4 pontos não sofreram avanços durante a pesquisa, sendo que na estaca 1 ponto B obteve avanço de 1,60 cm e o ponto C 16cm; na estaca 2 o ponto A de 2 cm, o ponto B de 1cm; e na estaca 3 o ponto A houve progresso de 9cm (Quadro 2).

Quadro 2: Dados do monitoramento da voçoroca Vila Industrial II

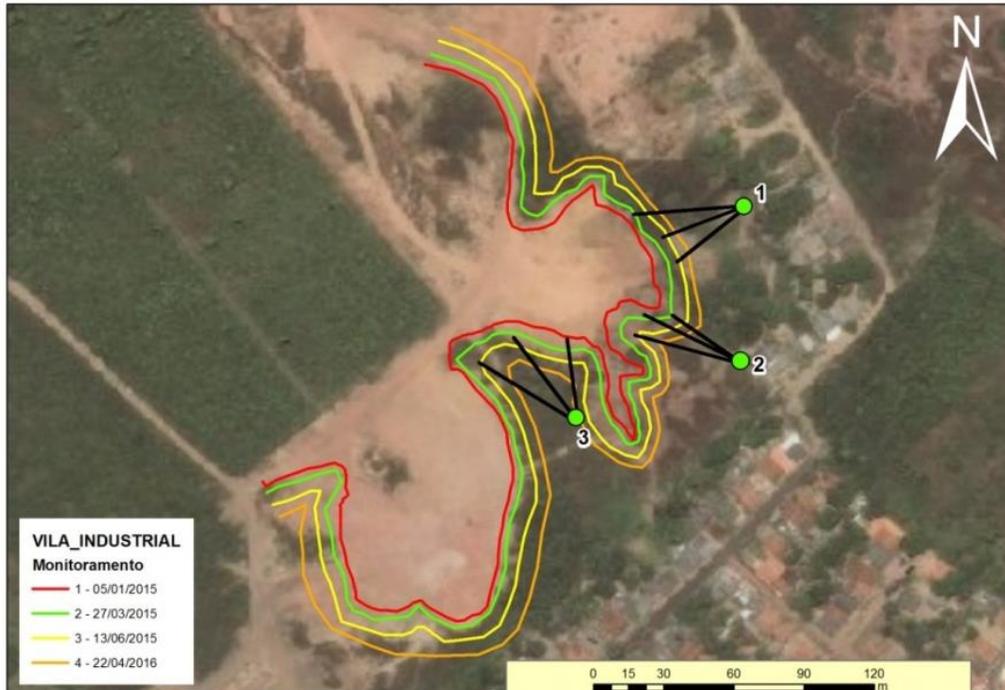
VOÇOROCA		VILA INDUSTRIAL II				
LOCALIZAÇÃO		MEDIDAS				
ESTACAS	AZIMUTE	1°	2°	3°	4°	TOTAL
		05.01.15	27.03.15	13.06.15	22.04.16	
Estaca 1	A-348°	5,20 m	5,20 m	5,20m	5,20 m	Sem avanço
	B -210°	6,80 m	6,80 m	6,80m	5,20m	1,60m
	C-270°	7,50 m	7,43 m	7,40 m	7,34m	16cm
Estaca 2	A -280°	11,50 m	11,48 m	11,48m	11,48m	2cm
	B -240°	6,93m	6,93 m	6,93m	6,92m	1cm
	C -20°	9,27m	9,27m	9,27m	9,27m	Sem avanço
Estaca 3	A -340°	10,40 m	10,30 m	9,8m	9,5m	9 cm
	B -333°	5,52 m	5,52 m	5,52 m	5,52m	Sem avanço
	C-300°	6,64m	6,64 m	6,64m	6,64m	Sem avanço



Fonte: Própria pesquisa.

Na voçoroca Vila Industrial II, foram instaladas três estacas no dia 05/01/2015, monitorando três pontos (A, B, e C) cada estaca. Na segunda visita realizada no dia 27/03/2015 pode-se observar (Quadro 2 e Figura 3) que na estaca 1, o ponto C avançou 3 cm os outros pontos continuaram estavéis. O terceiro período de monitoramento foi realizado no dia 13/06/2015 sendo a estaca 3 do ponto A houve um avanço de 1,22 m, os demais pontos não houve evolução permanecendo os mesmos valores encontrados inicialmente. O quarto monitoramento ocorrido em 22/04/16 mostra-se uma evolução em vários pontos na estaca 1 o ponto B é o de maior evolução sendo de 1,60m e o C de 16 cm; na estaca 2 o ponto A de 2 cm e o ponto B de 1 cm; já na estaca 3 o ponto A evoluiu em 9 cm, os demais pontos não houve evolução. Durante a pesquisa todos os pontos da voçoroca CEPROMAR avançaram, sendo que na estaca 1, o ponto A evoluiu durante o trabalho em 1,45 m, o ponto B avançou 1,25 m, o ponto C avançou 3cm e já na estaca 2 o ponto A avançou 10 cm, o ponto B avançou 2 cm, e o ponto C avançou 45 cm; e na estaca 3 o ponto A evoluiu 29 cm, o ponto B 9 cm e o ponto C 45 cm. (Quadro 3).

Figura 3 :Croqui do monitoramento da voçoroca Vila Industrial II



Fonte: Própria pesquisa.

Quadro 3: Dados do monitoramento da voçoroca CEPROMAR

VOÇOROCA		VOÇOROCA CEPROMAR				
LOCALIZAÇÃO		MEDIDAS				
ESTACAS	AZIMUTE	1°	2°	3°	4°	TOTAL
Estaca 1	A -31°	14,70 m	14,35 m	13,25 m	13,25 m	1,45m
	B -58°	16,65 m	16,65 m	16,20m	15,40m	1,25m
	C-95°	13,35 m	13,15 m	13,05 m	13,05m	3cm
Estaca 2	A -319°	6,30 m	6,25 m	6,20 m	6,20 m	1cm
	B -41°	8,35 m	8,35 m	8,33 m	8,24m	11cm
	C -60°	11,55 m	11,20 m	11,10 m	10,95m	60cm
Estaca 3	A -68°	8,35 m	8,30 m	8,06 m	8,05m	30cm
	B -40°	8,10 m	7,20 m	7,20 m	7,11m	99cm
	C-359°	8,85 m	8,50 m	8,50 m	8,44m	41cm

Fonte: Própria pesquisa.

Na voçoroca CEPROMAR, o monitoramento teve início com a instalação de três estacas no dia 06/01/2015 que para cada estaca foi realizada três medidas (A, B e C). No segundo dia de campo realizado em 27/03/2015, a estaca 1 obteve avanço em dois pontos, sendo que no ponto A o avanço foi de 35 cm, o ponto C de 20 cm. Na estaca 2 o ponto A obteve um avanço de 6cm, já o ponto B não houve avanço e o ponto C avançou 35 cm. Na estaca 3 obteve avanço em todos os pontos, sendo que no ponto A o avanço foi de apenas 5cm, o ponto B expressivos 90 cm e no ponto C o avanço de 35 cm. O terceiro período de monitoramento foi realizado no dia 13/06/2015 durante esse período por conta do volume das chuvas, obteve-se avanço erosivo em todos os pontos das três estacas, na estaca 1 o ponto A avançou 65 cm, no ponto B progrediu 45 cm e no ponto C o valor foi de 30 cm; na estaca 2 o ponto A avançou 10 cm, no ponto B progrediu 2 cm e no ponto C o valor foi de 45 cm; na estaca 3 o ponto A avançou 29 cm, o ponto B 9 cm e o ponto C permaneceu com os mesmos 45 cm do início do monitoramento (Quadro 3 e Figura 4). E no quarto monitoramento em 22/04/16 houve uma avanço na estaca 1 em 2 pontos sendo eles no ponto A de 1,45 m e ponto B de 1,25m.

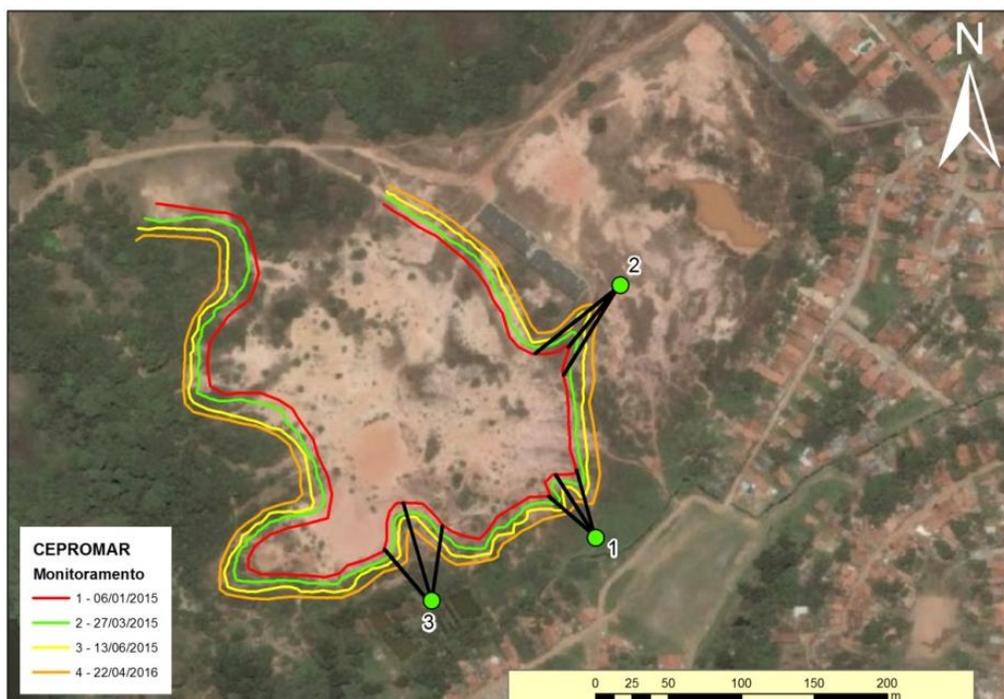


Figura: Croqui do monitoramento da voçoroca CEPROMAR

Fonte: Própria pesquisa.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram identificados três processos erosivos dentro da bacia do rio Bacanga, com as mais diferentes tipologias de solos, com características de baixa fertilidade natural e com presença de atributos físicos e morfológicos favoráveis à ampliação destas voçorocas. Os impactos provocados pelas feições erosivas estão associados ao assoreamento dos cursos d'água, a imposição de risco e prejuízo às comunidades que vivem e utilizam esses recursos. Todos esses fatores estão relacionados à ausência de um manejo conservacionista e à falta de planejamento das atividades urbanas.

A análise dos dados de monitoramento das cabeceiras das voçorocas Vila Industrial II, Torres e CEPROMAR revelou uma evolução destas, considerando o pouco tempo de monitoramento, os maiores recuos observados foram na estaca 1 da voçoroca Torres nos pontos B e C e na voçoroca Vila Industrial II também na estaca 1 o ponto B que ocorreram devido aos pequenos movimentos de massa, principalmente nas cabeceiras com alto grau de compactação.



Contudo, as causas decorrentes para o avanço de cabeceira das voçorocas estão correlacionadas aos fatores controladores de erosão: erodibilidade, erovisidade, cobertura vegetal, manejo do solo e características das encostas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a FAPEMA, CNPq e UEMA pelo apoio, aos companheiros do Grupo de Pesquisa Geomorfologia e Mapeamento (GEOMAP) da UEMA pelo apoio e auxílio durante todas as etapas da pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, G. H. S.; ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A. J. T. Gestão Ambiental de Áreas Degradadas. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

BACCARO, C. A. D. Processos erosivos no Domínio do Cerrado. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da. BOTELHO, R. G. M. (Org.). Erosão e conservação dos solos – conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. Cap. 6, p. 195-227

BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. 7. ed. Ícone: São Paulo, 2010.

BEZERRA, J. F. R. Geomorfologia e Reabilitação de Áreas Degradadas por Erosão com Técnicas de Bioengenharia de Solos na Bacia do Rio Bacanga, São Luís – MA. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Pós Graduação em Geografia, Rio de Janeiro, 2011. p, 249

CANTALICE, J. R. B.; CASSOL, E. A.; REICHERT, J. M.; BORGES, A. L. de O. Hidráulica do escoamento e transporte de sedimentos em sulcos em solo franco-argilo-arenoso. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 597-607, 2005.

CASTRO, S.S.; BARBALHO, M.G.S.; MARINHO, G.V.; CAMPOS, A.B.; SALOMÃO, F.X.T.; VECHIATTO, A. Condicionantes hidrológicos, geomorfológicos, pedológicos e de uso e manejo dos solos na circulação hídrica e processos de voçorocamento na alta bacia do rio Araguaia (GO/MT). In: COUTO, E. G.; BUENO, J. F. (Ed.). Os (Des) caminhos do uso da água na agricultura brasileira. Cuiabá: Ed. UFMT/SBCS, 2004. p.408-448.

DOMINGUES, E. N.; ROSSI, M.; MATTOS, I. F. A.; ABE, K.; KITADA, M. Tipologia e distribuição dos processos erosivos na microbacia do ribeirão Água da Cachoeira, em Paraguaçu Paulista, SP. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 22, n. 1, p. 141-149, mar. 1998.

FEITOSA, A. C. Dinâmica dos Processos geomorfológicos da área costeira a nordeste da ilha do Maranhão. Tese (Doutorado). Rio Claro: IGCE - Cp – UNESP, 1996. p. 249

GUERRA, A. J. T. e BOTELHO, R. G. M. Características e propriedades dos solos relevantes para os estudos pedológicos e análise dos processos erosivos. Anuário do Instituto de Geociências. V. 19, p 93-114, 1996.

GUERRA, A. J. T.; BOTELHO, R. G. M. Erosão dos solos. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). Geomorfologia do Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. Cap. 4, p. 177-223.

GUERRA, A. J. T. e MENDONÇA, J. K. S. Erosão dos Solos e a Questão Ambiental. In: Reflexões Sobre a Geografia Física no Brasil. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil, 2004.

GUERRA, A. J. T. e MARÇAL, M. S. Geomorfologia Ambiental. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil, 2014.



INFANTI JR, N.; FORNASARI FILHO, N. Processos de dinâmica superficial. In: OLIVEIRA, A. M. dos S.; BRITO, S. N. A de. (Ed.). Geologia de Engenharia. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998. Cap. 9, p. 131-152.

LEPSCH, I. F. Formação e conservação dos solos. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 178 p

MAFRA, N. M. C. Erosão e planificação de uso do solo. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da.; BOTELHO, R. G. M. (Org.). Erosão e Conservação dos Solos – conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. Cap. 9, p. 301-322.

MARTINS, E. O.; SOUZA, N. M. de.; SALES, M. M.; NASCIMENTO, M. A. L. S. do.; OLIVEIRA, M. de F. M. Cadastro de erosões. In: CAMAPUM de CARVALHO, J.; SALES, M. M.; SOUZA, N. M. de.; MELO, M. T. da. S. (Org.). Processos Erosivos no Centro-Oeste Brasileiro. Brasília: FINATEC, 2006. Cap. 5, p. 193-220.

MMT, Planejamento e Consultoria. Relatório de Consultoria Ambiental. Programa de recuperação e melhoria da qualidade de vida do Bacanga. São Luís, 2007. p. 83

MONTOVAR-SPAROVEK, R. B.; VIDAL-TORRADO, P.; SPAROVEK, G. Erosão em sulcos, entressulcos e voçorocas em uma microbacia de Piracicaba (SP) intensivamente cultivada. Scientia Agrícola, Piracicaba, v. 56, n. 4, p. 859-865, out/dez. 1999.

NASCIMENTO, M. A. L. S. Erosões urbanas em Goiânia. Boletim Goiano de Geografia, Goiânia, v. 14, n. 1, p. 77-102, jan./dez. 1994.

OLIVEIRA, M. A. T. de. Processos Erosivos e Preservação de Áreas de Risco de Erosão por Voçorocas. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da; BOTELHO, R. G. M.(Orgs.). Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012 . p. 57-99.

ROSS, J. L. S. Geomorfologia Aplicada aos EIAs-RIMAs. In: Geomorfologia e Meio Ambiente. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.