

**SUSCEPTIBILIDADES DECORRENTES DE PROCESSO DE VOÇOROCAMENTO
EM ÁREA AEROPORTUÁRIA NA CIDADE DE SANTO ANTÔNIO DO IÇÁ- AM**Fabiam Chota Gomes ¹Francisco Gleison de Souza Rodriguez ²Paulo Almeida da Silva ³**RESUMO**

O proposto trabalho teve o objetivo de conhecer e apresentar os aspectos e causas prováveis do fenômeno geológico conhecido como voçoroca, junto a suas dimensões, assim como também dar ênfase aos problemas acarretados; a voçoroca, dentro da geomorfologia é entendido como um desequilíbrio ambiental que consiste em formação de grandes fendas causados pela água da chuva, com escoamento superficial ou subsuperficiais em áreas escassas de vegetação, o presente em si tem o intuito de introduzir o que é voçoroca com o propósito particular de mostrar um problema que está ocorrendo em SANTO ANTONIO DO IÇÁ-AM, mais precisamente no aeroporto “HUGO RIBEIRO DA COSTA” em uma localidade afastada da cidade, onde uma enorme foça está consumindo uma área lateral, que se encontra desprotegida de vegetação. E com integração ao contexto da geomorfologia, a pesquisa traz os possíveis condicionantes erosivos que possibilitam a erosão na área delimitada, pondo por entendimento que os estudos geomorfológicos tem caráter esclarecedores havendo prática campal com objetivos definidos, sendo assim o referido artigo teve sua realização principalmente ligada a trabalhos na área afetada, com o acompanhamento do processo erosivo através de pesquisas e trabalhos com (análise de condicionadores, medição de área da bacia, profundidade, distância do local de incidência para pista de pouso), registros de fotos, e tendo embasamento teórico com leitura de artigos, livros e outros que possibilitaram o conhecimento do assunto, assim contribuir com informações que possam ajudar no entendimento do fenômeno.

Palavras-chave: *voçoroca, escoamento superficial, erosão pluvial, condicionadores erosivos.*

¹ Acadêmico do Curso de Geografia - Universidade do Estado do Amazonas – UEA
fabiam.cgomes@gmail.com

² Professor do Curso de Geografia da Universidade do Estado do Amazonas – UEA
gleisonge@yahoo.com.br

³ Professor do Curso de Geografia da Universidade do Estado do Amazonas – UEA
geopalmeida@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Com a aplicação da geomorfologia em estudos de fenômenos que causam desequilíbrios ambientais, vem-se cada vez mais tendo resultados positivos na questão de utilização, prevenção e combate a degradação do solo, (GUERRA & MARÇAL, 2012), sendo os estudos geomorfológicos uma ferramenta muito importante para obter-se entendimento sobre a evolução do relevo e da paisagem em determinadas áreas, buscando ter uma visão do modelo atual, observando a formação e deformação, verificando que tipo de vulnerabilidade cada ambiente apresenta, tentando assim inibir transtornos que podem atingir populações localizadas tanto em áreas rurais como urbanas (GUERRA, 2005).

O presente artigo tem como propósito particular, apresentar os possíveis condicionantes que desencadearam o processo de voçorocamento na área delimitada para o estudo, destacando os desequilíbrios deflagrados.

Com decorrência a partir de pesquisas campais e revisão bibliográfica reunir os resultados coerentes sobre o estudo da área em questão e com isso somar aos demais conhecimentos sobre a temática degradação de solo.

2. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo localiza-se na sede do município de Santo Antônio do Içá, o município possuindo as seguintes Coordenadas geográficas, Latitude: 3° 6' 8" Sul, Longitude: 67° 56' 26" Oeste; situa-se a margem esquerda do rio Solimões, possuindo altitude de 61m, clima equatorial, distante 880,9 quilômetros de Manaus capital do estado, sua área total abrangendo 12.366 km², com população estimada em 23.378 habitantes.

O fenômeno em plenitude de estudo instalou-se no bairro Planalto, dentro da área aeroportuária do município de Santo Antônio do Içá, aeroporto (Hugo Ribeiro da Costa), no tocante de suas dimensões contendo 1km de extensão, sendo um aeroporto de pequeno porte, fazendo limite com terras cultivadas por pequenos agricultores.

Figura 1: Demonstração da área total da sede do município, com destaque com círculo amarelo a delimitação para a pesquisa.



Fonte: Google Earth
Adaptado pelo autor, 2018.

O fenômeno erosivo voçoroca instalou-se na área lateral do aeroporto, e como é comum nesse tipo de erosão ela está em sentido montante, em direção à pista, em plenitude ativa, por condições climáticas, tipológicas do solo, antrópicas e geomorfológicas (OLIVEIRA, 2010), tendo como principal ativo da erosão o escoamento superficial de águas pluviais.

3. VOÇOROCA E SUAS CARACTERÍSTICAS

Com base em estudos geomorfológicos realizados, as voçorocas são fenômenos que consistem em incisões no solo provocadas por fatores naturais ou antrópicos, que ocorrem em diferentes formas de encostas resultantes de alguma alteração do meio físico, e na qualidade de fenômeno natural, são formas agressivas de erosão dotadas de grande poder destrutivo e de difícil controle (OLIVEIRA *apud* VIEIRA 2010 p.43).

Para Guerra (2011), As voçorocas são formas agressivas de erosão dotadas de grande poder destrutivo e difícil controle, e a eliminação desse tipo de erosão quase sempre é inviável, e a melhor maneira de se livrar de uma voçoroca ainda é a prevenção, como sabemos elas podem ser desencadeadas tanto em zonas rurais e urbana, as erosões que são desencadeadas em zonas urbanas nas grandes

idades, mesmo tendo características iguais das encostas em comum da zona rural, sofrem muitas transformações ao longo do tempo, que denotam características distintas uma da outra.

(...) dão um peso maior à ação antrópica no surgimento de voçorocas urbanas, as quais dependem menos da coexistência de fatores naturais favoráveis do que da interferência das águas superficiais. Apesar de o aparecimento de voçorocas estarem atualmente muito ligado a interferência antrópica (quer seja pela expansão horizontal do espaço rural e/ ou urbano, quer seja pelo manejo dispensado a determinadas áreas), os entendimentos a respeito dos fatores naturais envolvidos devem nesse processo ser verificados. (OLIVEIRA et al *apud* VIERA, 2010, p. 46.)

Os problemas identificados no âmbito das áreas afetadas, consiste em fenômenos que causam direta ou indiretamente complicações ambientais, econômicas e sociais, podem e devem ser investigados com uma competência digna de tamanha preocupação com a degradação do solo, assim como o estudo dos fatores que levam aos processos erosivos, com tudo também a erosão em si.

Na geomorfologia os processos e formas de relevos não são condicionados apenas por um fator, conforme Christofolletti (1980), existe um universo geomorfológico com agentes antecedentes para compreensão das formas de relevo, essa linha de pensamento se encaixando perfeitamente na lógica de processos erosivos como as voçorocas.

A ação dos agentes não é uniforme nas diversas regiões da terra, assim os processos erosivos dependem de uma série de fatores naturais tais como o clima, a geomorfologia, a natureza do terreno (substrato rochoso e materiais inconsolidados) e a cobertura vegetal. (FELIPE 2011, p.26).

Partindo do entendimento do autor sobre cobertura vegetal, uma área com vegetação escassa tem muita vulnerabilidade aos processos erosivos, assim entende-se que vegetação tem um papel fundamental na contenção de fenômenos erosivos, sobre tudo onde a vegetação encontra-se em bom estado de conservação.

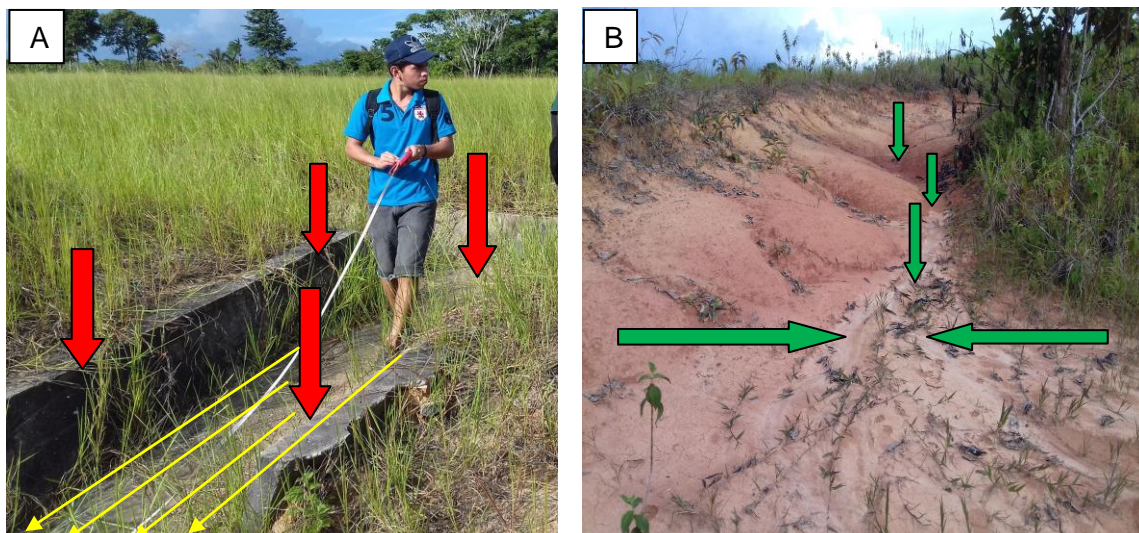
4. MATERIAL E MÉTODOS

Nessa dos fatores erosivos naturais, e dando ênfase no fenômeno ocorrente em questão, chamado pelo autor de “voçoroca Planalto” por estar localizado no bairro de mesmo nome, é perceptível que o seu principal condicionante deflagrador foi a implantação do aeroporto Hugo Ribeiro da Costa, assim dessa forma é denotado junto ao artigo em questão que além de embasamento teórico bibliográfico houve uma pesquisa empírica científica entorno da problemática, com medições da área de ocorrência do evento erosivo, com a utilização de trenas, recursos de imagem via satélite como sendo percebido na prestação da área de localização do fenômeno na figura 1.

Dando seguimento, com a construção do aeroporto, houve também o desflorestamento da área a ser utilizada, e seguidamente com sua implantação coexistiu perceptível falta de estrutura adequada para a drenagem da água da chuva, a qual é canalizada e despejada diretamente no solo desprotegido, condicionando assim processos erosivos (OLIVEIRA, 2010).

Nessa linha de entendimento é de suma importância destacar que tanto o homem quanto a natureza são deflagradores de processos erosivos sendo cada um mais determinante para cada área potencial, no caso da erosão citada no presente artigo é perceptível que a falta de estrutura é fator fundamental na deflagração da erosão.

Figura 2: Evidenciação do sistema de drenagem e local de despejo da água da chuva.



Fonte: Gomes, 2018.

Conforme mostrado na figura acima, podemos observar na imagem 4.a, a estrutura falha do sistema de drenagem, em destaque em setas vermelhas diagonais, e com setas amarelas horizontais podemos entender o fluxo da água da chuva escoando diretamente em uma área sem vegetação, assim dessa forma propiciando processos erosivos, e na imagem 4.b é perceptível deflagração de um sulco em detalhe verde, decorrentes do fluxo em lençol podendo condicionar outra voçoroca na área em plenitude de estudo.

4.1 ANTROPIA SOBRE AMBIENTES SUSCEPTÍVEIS

Dessa forma seguindo o pensamento de Christofolletti (1980), que ressalta o impacto ambiental, significando para todos os efeitos, desequilíbrio provocados pelas mudanças do meio ambiente provida da ação humana, e que a intervenção antrópica em ambientes humanizados ou não traz a visão de que essas ações constituem os principais fatores deflagradores de processos erosivos.

E no caso da problemática em questão no artigo apresentado foi a implantação do aeroporto Hugo Ribeiro da Costa o condicionante deflagrador, assim sendo entendido que o fator homem é muito mais ativo no desencadeamento de erosão do que fatores naturais (OLIVEIRA, 2010).

4.2. FATOR CONTROLADOR NATURAL

Seguindo a lógica proposta por Oliveira (2010), logo após a deflagração dos processos erosivos pela ação antrópica, os processos passam a ser controlados fatores naturais, (erosividade, erodibilidade e características das encostas), aqui sendo exemplificado os seguintes: chuva, geomorfologia e materiais inconsolidados, por tanto seguidamente sendo cada um deles definidos com suas influências sobre o meio.

A) O fator chuva tem sua influência relacionada com a capacidade erosiva através das gotas, “salpicamneto” a degradação de partículas provocada notadamente pela erosão que ocorre com o impacto das gotas de chuva na superfície do solo, (OLIVEIRA *apud* VIEIRA 2010, p.51).

B) A geomorfologia em contexto aos fenômenos erosivos, tem suas características, voltada principalmente a topografia dos lugares com susceptibilidade

em potencial para erosão como, por exemplo: declividade do terreno, comprimento da encosta entre outros, (OLIVEIRA, 2010).

C) Os materiais inconsolidados, por sua vez, é existente a questão da tipologia do solo: como a textura, estrutura do solo, composição da matéria orgânica e espessura, assim a erodibilidade se manifesta pelo efeito integrado dos processos que regulam a recepção da chuva e a resistência do solo para desagregação de partículas e o conseqüente transporte, influenciados pelas propriedades do solo, como estabilidade estrutural, e constituintes químicos dos materiais não consolidados, (PALMIERI, 2004).

Assim de forma, temos por entendimento em trabalhos realizados, por autores como Vieira (2010), Oliveira (2010), entre outros, ligados a questão degradação do solo, há existência de fatores desencadeadores e controladores, deixando claro que a, interação homem e meio são as características marcantes nos processos de transformação da paisagem, e os fatores controladores naturais são os agentes que atuam na evolução dos processos erosivos.

Conforme o homem começa a ocupar o ambiente natural, conseqüentemente começa a destruição das camadas vegetais, pondo o solo ao sofrimento pluvioerosivo, e com a retirada da vegetação as relações dos processos morfodinâmicos se alteram, deflagrando assim a aceleração ou diminuição dos processos erosivos (GUERRA 2005).

5 CONSTITUINTES E ASPECTOS EVOLUTIVOS

A geomorfologia como ciência que estuda as formas de relevo, tem um papel fundamental em conhecer os fatores e processos que condicionam a evolução e degradação do solo, seja por fatores naturais ou antrópicos, em ambientes diversos é sabido que o homem vem cada vez mais sendo responsável pela aceleração de processos geomorfológicos, (GUERRA e MARÇAL, 2012).

A concentração da água no escoamento superficial é que dá início a sulco, ravina e posteriormente voçoroca, como se pode entender o escoamento superficial é uma forma erosiva conhecida como erosão em lençol no que consiste na retirada de camadas de solo propiciando a formação de “sulcos”, que correspondem a

pequenos canais medindo algumas polegadas de profundidade, (ARAÚJO *apud* VIEIRA 2010, p.41).

E dando continuidade podemos diferenciar o sulco, de ravina por ela se apresentar como uma profundidade maior que 0,5m formado por escoamento superficial de forma longa, estrita constituída por perfil transversal “V” se caracterizando por ser um aprofundamento dos sulcos (HOLY *apud* VIEIRA 2010). p.41.

As voçorocas definidas por muitos autores como incisões que apresentam uma profundidade superior a 1 pé (30,48 cm) tendo o poder de atingir (22,86m a 30,48m, respectivamente), no qual constituem canal de drenagem com fluxo efêmero apresentando erosão intensa na cabeceira de incidência, (SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA *apud* VIEIRA 2010, p.43).

O processo erosivo linear condicionou o desencadeamento do fenômeno geológico na área lateral do aeroporto citado no presente trabalho, com o acompanhamento semestral foi possível fazer uma análise avaliando sua evolução, no qual a pesquisa pautou em procedimentos metodológicos coerentes ao processo, permitindo constatar a associação de fatores antrópicos e naturais (ROSS, 2010).

6 TIPO E FORMA DA VOÇOROCA EM ESTUDO

Foi detectado que a voçoroca em plenitude de estudo que se situa na área aeroportuária em Santo Antônio do Içá- AM, no bairro Planalto, teve sua deflagração devido a antropia, resumindo-se na falta de planejamento na ação de ocupação, e ao sistema de drenagem falho.

O fenômeno em questão encontra-se em atividade constantemente, sendo seu ciclo evolutivo proporcionado pelo processo pluvio-erosivo, conforme Guerra (2014), os solos podem ser considerados sistemas abetos, ganhando e perdendo matéria e energia.

A voçoroca Planalto, encontra-se em sentido montante a pista de pouso, classificada como uma voçoroca desconectada onde ela é ocorrente na parte superior das encostas ligada ao fluxo superficial de águas pluviais, não podendo ser considerado um canal de primeira ordem por não estar ligada a rede de drenagem, (OLIVEIRA *apud* VIEIRA 2010, p.46).

Tomando como base na classificação, a voçoroca incidente no aeroporto de Santo Antônio do Içá tem a sua forma irregular, no qual tem ligação ocorrente a mais de um fluxo superficial, sendo uma forma transitória entre outras formas existentes. (BIGARELLA; MAXUCHOWSKI *apud* VIEIRA 2010,p 48).

Durante o século XX na década de 80, pouco se sabia sobre processo de voçorocamento em áreas aeroportuárias, somente com Vertanatti e Barancoski (1987), é que se teve estudos a esse respeito, sendo descrito pelos mesmos dois processos em aeroportos na Amazônia, Manaus e Santarém. (VERTANATTI e BARANCOSKI, et al,1987 *apud* Vieira, 2010, p.59).

Dando seguimento conforme citado acima as problemáticas com voçorocas em aeroportos são fenômenos crescente devido à falta de estrutura para a drenagem da água da chuva oriunda da pista, em muitos aeroportos por falta de estruturas cabíveis, o lançamento direto da água da chuva em área escassa de vegetação, e em taludes verticais, as voçorocas são problemas reais.

Figura 2: Mapeamento de pontos suscetíveis e erosivos no perímetro aeroportuário.



Fonte: Adaptado, Fabiam Gomes, 2018.

Na imagem exposta acima, é possível observar a toda área que o aeroporto abrange, e junto a sua área é perceptível cinco pontos de erosão relevantes conforme a visão do autor, é entendido que na área marginal a pista do aeroporto seguindo a lógica da linha vermelha (medida da pista “1 km”) em destaque na imagem, quase que toda área longitudinal é desprovida de vegetação.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme monitoramento realizado, a voçoroca em questão tem causado transtornos socioambientais, e devido a sua deflagração foi entendido a necessidade de monitoramento de sua dinâmica, e para conhecer sua dimensão atual e futura, foi iniciado o acompanhamento de sua evolução, com as seguintes medidas: 60m de comprimento, profundidade: 5 metros e 30cm, com largura: de 4 metros e 40cm, (variável), sendo caracterizada como uma voçoroca irregular por não ter uma medição de sua largura uniforme, com a distância da pista para o fenômeno de: 50 m.

✓ **MONITORAMENTO SEMESTRAL DE 01/2017 A 07/2017**

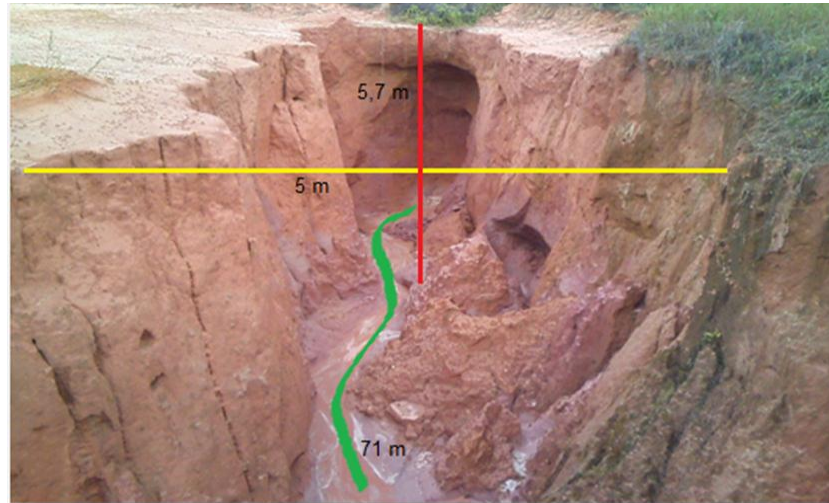
Área de bacia (leito): 71 metros de comprimento.

Profundidade: 5 metros e 70 cm.

Largura 5 metros.

Estando a pista com uma distância para o fenômeno de aproximadamente 46 metros.

Figura 7: Aspectos fisiógrafos e dimensões da voçoroca planalto.



Fonte: Gomes, 2017.

✓ MONITORAMENTO SEMESTRAL DE 07/2017 A 01/2018.

Assim sendo no período de 6 meses entre julho de 2017 a janeiro de 2018 o fenômeno, alcançou os seguintes números no tocante de sua evolução.

Área de bacia: 85 metros e 54 cm, tendo uma evolução no período de 6 meses, de 14 m. 54 cm, na área de sua bacia.

Profundidade: 6 metros, tendo o aprofundamento de seu fundo (leito), de 30 cm.

Largura: 5m, a voçoroca em plenitude de estudo no presente relatório, conforme, foi classificada como uma voçoroca irregular, onde ela é formada por mais de um fluxo superficial, assim dessa maneira, não obtendo uma medição uniforme em sua largura, tendo uma oscilação nas medidas que variam de 5 metros, 6 metros e 30 cm, 7 metros e 65 cm, a 9 metros e 90 cm.

Distância da pista para o fenômeno: 42 metros, tendo uma diminuição no período de 6 meses de 4 metros.

✓ MONITORAMENTO SEMESTRAL DE 01/2018 A 07/2018.

Área de bacia: 97 metros.

Profundidade: 7 metros e 10cm.

Largura: 7 metros e 50cm, sendo a voçoroca em plenitude de estudo no presente relatório, classificada como uma voçoroca irregular, onde ela é formada por mais de um fluxo superficial, assim dessa maneira, não obtendo uma medição

uniforme em sua largura, tendo uma oscilação nas medidas que variam de 5 metros, 6 metros e 30 cm, 7 metros e 65 cm, a 9 metros e 90 cm.

Distância da pista para o fenômeno: 38 metros, tendo uma diminuição no período de 6 meses de 4 metros.

Seguindo essa lógica de evolução do fenômeno, dentre os pontos destacados, temos um em "particular" de suma importância a ser acompanhado com mais acuidade, sendo ele a distância da pista para o fenômeno, como citado no presente relatório ele é um fenômeno em sentido montante em direção a pista de pouso, assim dessa maneira evidenciando um futuro problema, com a possível danificação da pista.

Com monitoramento, de 2017 a 2018 em períodos semestrais, foi identificado que o fenômeno evolui 4 metros em seis meses, (aproximadamente 8 metros em um ano), e dependendo das condições climáticas e dos fatores controladores naturais, (erosividade, erodibilidade e características das encostas), (OLIVEIRA, 2010), ele pode acelerar ou diminuir sua evolução.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na lógica de Ross (2005), em qualquer que seja o lugar aonde as voçorocas venham se instalar elas causarão grandes danos, não só ambientais e econômicos, mas também sociais, como no caso de se desenvolverem em centros urbanos; nessa linha de discussão existem medidas capazes de aliviar o problema, como por exemplo, o turismo que é possível realizar a visitação de voçorocas com intuito econômico, já que em alguns casos apresentam uma feição bem interessante para certo tipo de público, como os geólogos, geógrafos, geomorfólogos, observadores da natureza, e outros curiosos.

Na qualidade de fenômeno natural, a eliminação desse tipo de erosão quase sempre é inviável e a melhor maneira de se livrar de uma voçoroca ainda é a prevenção, isso pode ser feito com projetos bem elaborados, sempre com os acompanhamentos de profissionais qualificados não somente na área de construção civil, mas também um profissional que saiba que tipo de impacto ambiental cada obra pode ter sobre a área que irá ser trabalhada, assim evitar futuros danos.

REFERÊNCIAS

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

FELIPE, Rogério da Silva. **Características geológico-geotécnicas na formação Guabirotuba**, Curitiba: Mineropar, serviço geológico do Paraná 2011.

GUERRA, Antonio José Teixeira. Processo Erosivos nas Encostas, In: GUERRA e CUNHA (Org.) **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**, 6.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

GUERRA, Antônio Teixeira; MARÇAL, Mônica dos Santos. **Geomorfologia ambiental**, Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

GUERRA, Antonio José Teixeira, Encostas Urbanas, In: GUERRA (Org.), **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

GUERRA, Antonio José Teixeira. Degradação dos Solos-Conceitos e Temas, In: GUERRA e JORGE (Org.), **Degradação de Solos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014.

VIEIRA, Antônio Fábio Guimarães, Voçorocas e Outras Feições In: RABELLO, Adoréa. (Org.) **Contribuições Teórico-metodológicas da Geografia Física**. Manaus: Editora da Universidade Federal do Amazonas, 2010.

OLIVEIRA, Luís Marcelo. **Acidentes geológicos urbanos**, MINEROPOAR, Serviço geológico do Paraná Curitiba, 2010.

PALMIERI, Francesco. Pedologia e geomorfologia, In: GUERRA e CUNHA (org.) **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

ROSS, Jurandir Luciano Sanches. **Geomorfologia ambiental e planejamento** 8.ed. São Paulo: Editora Contexto, 2005.