

# Cadernos de Cultura e Ciência

*Culture and Science Periodicals*

# 02

I Simpósio de Geografia Física do Nordeste  
28 de abril - 01 de maio de 2007  
Universidade Regional do Cariri

Suplemento Especial

Simone Cardoso Ribeiro, Alexandra Bezerra de Souza,  
Theóphilo Michel A. C. Beserra

---

Universidade Regional do Cariri, Laboratório de Análise Geoambiental / Departamento  
de Geociência - Crato, CE, Brasil

## Degradação ambiental no bairro dos estados, município de Camaragibe-PE: sistema de voçorocas

OLIVEIRA, N. M. G. A.  
CARVALHO, J. A. R.  
SILVA, J. N.

---

Professora Dra. Titular da Universidade de Pernambuco/UPE  
Professor Esp. Da Universidade de Pernambuco/UPE  
Bolsista CNPq/FDPE da Universidade de Pernambuco/UPE  
noliveir@speedmais.com.br  
allysondecarvalho@hotmail.com  
jennyns@oi.com.br

## Introdução

A ocupação espacial do Nordeste do Brasil foi feita de forma desordenada, obedecendo aos objetivos econômicos de uma metrópole que ali desenvolvera uma colonização de exploração. Diminuindo a área de análise e apontando as observações para a Região Metropolitana do Recife, constata-se que tal área também teve uma má ocupação de seu espaço, o que resultou em municípios, como é o caso de Camaragibe, área objeto de estudo, que cresceu sem plano diretor que se adequasse a uma realidade constituída.

Formatada por uma morfologia complexa, delicada, o que fez surgir inúmeras áreas de risco, em virtude da quebra do equilíbrio que norteava aquele ambiente. Fatos que se somam ao clima da área, segundo KÖPPEN (1948), As', pseudotropical com chuvas de outono e inverno, resultante da Massa Polar Atlântica e da Convergência Intertropical, com um índice de precipitação de 1.800mm de chuvas anuais, temperatura média de 24° C, umidade relativa do ar em torno de 87% . O fator umidade norteia as ações erosivas.

Os movimentos de massa são amplamente estudados por inúmeras motivações, inclusive motivos de ordem econômica, pois tais fenômenos podem atingir áreas de ocupação humana. Algo que atesta tal amplitude de estudos, é o fato de serem desenvolvidos sob a ótica de inúmeros enfoques diferentes, uma vez que tal problemática é estudada por profissionais de áreas distintas do conhecimento (Mecanicistas de solo, Geólogos, Geógrafos, Engenheiros, Geomorfólogos, etc).

Isso aliado ao fato de tais movimentos se desencadearem nos mais diferentes ambientes, das mais variadas latitudes do globo; faz com que não haja um trabalho amplamente aceito e tomado como referencial para todos que, independentemente do enfoque dado, investigue os movimentos de massa. Como resultado disso, se têm bibliografias, as quais buscam conceituar o mesmo problema, só que priorizam aspectos diferentes do mesmo.

Os movimentos de massa são definidos por GUIDICINI E NIEBLE (1984), como sendo “todo movimento coletivo de solo e rocha”, já empiricamente, tais movimentos são conhecidos como escorregamentos. No que diz respeito à definição do que é uma voçoroca, GUIDICINI E NIEBLE (1984) afirmam que são “movimentos complexos de massa”. Como movimentos complexos, entende-se aquele que reúne vários processos em sua formação. O que condiciona a voçoroca a ser caracterizada como movimento complexo, é o fato da presença da água atuando em formas diferentes e integradas na sua origem e evolução.

Assim, ela vai erodir a superfície, primeiro formando incisões no solo, as quais desencadearão um sistema de ravinamento, causado pela erosão superficial e pela própria gênese do material, que não apresenta um grau de dureza considerável. Isso atrelado à atuação do lençol freático que acarretará uma erosão em subsuperfície a qual proporcionará o colapso do material sobrejacente, para então surgir a voçoroca. Esses processos potencializam-se quando a retirada da vegetação ocorre, tornando o solo desnudo e mais propenso a todos os estágios de erosão aqui mencionados.

É importante salientar, que tais movimentos são desencadeados como resposta a ações de cunho social e negativo, uma vez que uma encosta pode ser concebida como um sistema, e tal sistema é constituído por uma teia de interações cujos elementos apresentam uma dependência recíproca, isso baseado na afirmação de Miller in PENTEADO (1974), que define sistema como sendo “um conjunto de unidades com relações entre si.

A palavra 'conjunto' implica que as unidades possuem propriedades comuns. O estado de cada unidade é controlado, condicionado ou dependente do estado de outras unidades”, o que propõe, que a retirada de um certo elemento constituinte do sistema encosta, como a vegetação, desencadeia uma série de processos, que juntos culminam na desestabilização da mesma.

Ainda prosseguindo, é possível afirmar que uma encosta pode ser classificada como um Sistema Não-Isolado Aberto, segundo a classificação funcional. No que concerne à classificação estrutural, uma encosta também pode ser classificada como um Sistema de Processos e Respostas, pois segundo a Autora, tal classificação, é uma combinação de sistemas em Seqüência e Morfológicos. Os primeiros indicam os processos e os segundos, a forma, sendo estas nada mais do que uma resposta a determinados estímulos (processos).

A mesma também afirma que neste tipo de abordagem, tem maior relevância, a análise das relações entre os processos e as formas derivadas. Essas relações definem uma tendência para o equilíbrio, o que leva a admitir que qualquer modificação nos processos conduz à ruptura do equilíbrio entre as relações iniciais, e por conseguinte à modificação da forma original, sendo a recíproca também verdadeira.

O que se enquadra perfeitamente com a realidade de uma encosta, ou seja, um corte inadequado na barreira (processo), pode quebrar o equilíbrio e conseqüentemente desencadear um processo de desestabilização que resultará em uma nova forma, gerada eminentemente pela ação antrópica.

A Pesquisa em pauta tem como proposição identificar com o auxílio de imagens de fotografias aéreas e observações diretas no campo a ocorrência de voçorocamento, a densidade média da drenagem, estabelecer a resistência do solo à erosão através de análises mineralógicas do material recolhido na área de trabalho. Isso a partir de uma ação integrada que possibilite a caracterização geomorfológica ambiental do sistema de movimentos complexos de massa (voçorocas) e movimentos coletivos de solo e rocha.

## Materiais e métodos

Envolve material bibliográfico já existente no que se reporta a pesquisa em pauta. Levantamentos dos aspectos conceituais dos impactos ambientais aplicados à área em estudo, modelos propostos pela bibliografia especializada. Sendo que os métodos de avaliação descritos neste Trabalho são os Matriciais, obedecendo aos seguintes critérios: caráter, magnitude, importância e duração. Os parâmetros estudados e avaliados nesta pesquisa estão formatados por análise dos sedimentos, análises morfológicas, análises de imagens cósmicas, hidrológicas, flora, estética da paisagem, uso do solo, urbanização e indústria em concomitância com as etapas de campo (monitoramento), laboratório e fotointerpretação.

Na busca de identificação dos impactos naturais e antrópicos, justificada por ser uma área de instabilidade topográfica, da Geomorfologia local, da influência dos fatores naturais e humanos e suas conseqüências, formula-se um primeiro delineamento multidisciplinar da Pesquisa. Essa multidisciplinaridade comporta-se de maneira espontânea, pois todos os processos citados encontram-se interagindo, materializando assim, um elo do qual o homem é agente catalisador dos resultados, uma vez que este é um agente antropogênico por excelência que interage e potencializa os seus efeitos impactando o meio ambiente, mesmo que sejam impactos positivos, estes refletem como impactos negativos.

Diante do exposto, na tentativa de identificar os processos evolutivos dos deslizamentos e os sistemas de voçorocas, utilizou-se como fase experimental o tratamento em fotografias aéreas, utilizando a fotointerpretação, imagem cósmica LANDSAT, e trabalho de campo. Podendo assim, justificar seus processos evolutivos. Foram computadas amostras de sedimentos analisadas através do Departamento de Geologia da UFPE, permeando um dos fatores de diagnóstico dos deslizamentos e abertura de ravinas, conseqüentemente a formação das voçorocas. Para a grande voçoroca, iniciou-se em 26/02/2005, o processo de monitoramento, localizado nas colinas do Bairro dos Estados, Município de Camaragibe.

Com o objetivo de melhor entender a paisagem, análises de variáveis como: a descrição geral e características morfológicas, análises mineralógicas dos perfis do solo da área em estudo. Fatos basilares que repercutem nos Movimentos de Massa e no Sistema de Voçorocamento. Os resultados vieram a justificar as previsões, agora fundamentadas em resultados concretos e atuais. No que se refere à análise meteorológica do período em estudo, o sistema hidrológico também justificou a dinâmica dos processos erosivos, vindo a contribuir como agente deflagrador do processo de ravinamento, em diferentes estágios, saturação de base e evolução das vertentes no movimento de massa. Para analisar a erosividade das voçorocas, utilizou-se o sistema de monitoramento dos taludes.

Em relação aos deslizamentos de barreiras, a análise realizou-se no sentido de caracterizar o tipo de movimento de massa (forma de projeção da massa via vertente), mediante as particularidades e características inerentes a cada tipo de movimento discernido por GUIDICINI e NIEBLE (1984). Serviu também como análise, a aplicação do método de identificação e avaliação de impactos: empregada a avaliação de multicritérios adaptada dos modelos matriciais de LEOPOLD (1994) e GÓMEZ (1994), modificado por OLIVEIRA (1998) para identificar e avaliar as transformações ocorridas a partir de um conjunto de ações humanas, fatores e elementos naturais (físico, bióticos, perceptíveis e socioeconômicos) alterados por eles e dos impactos produzidos, obtendo-se uma quantificação global e ponderada dos impactos positivos e negativos. Os critérios qualitativos e quantitativos utilizados, contém caráter do impacto, certeza, tipo, tempo de desenvolvimento e magnitude, importância, duração e reversibilidades.

## Resultados e discussões

A pesquisa destacou os fatores históricos que justificaram a ocupação do espaço, seu contexto sócio-econômico, demográfico e suas condições de saneamento ambiental. Além da delimitação de seus sistemas ambientais, vindo a possibilitar condições para futura confecção de mapeamento temático sócio-ambiental e destacar os padrões de uso do solo, os impactos ambientais decorrentes, jurídicos, de controle ambiental e o estudo de conservação dos sistemas ambientais.

A análise geoambiental contribui com a delimitação de unidades de uso compatíveis com os sistemas ambientais e suas potencialidades e limitações. Por fim, realizou-se o cruzamento de dados para a maior efetivação da metodologia de LEOPOLD (1994) & GÓMEZ (1994), na tentativa de um Desenvolvimento Local e Sustentável/ DLS.

Tendo em vista o importante papel desempenhado pelo processo de voçorocamento, na alteração da configuração paisagística da área em pesquisa, sua dinâmica merece ser estudada. No caso do Bairro dos Estados, Município de Camaragibe- PE, não é diferente: o processo de voçorocamento lá existente, é uma resposta do meio a uma série de ações impactantes, de caráter negativo e de origem antrópica, que quebraram o equilíbrio que regia aquele sistema.

Tais ações surgem de um processo desordenado de ocupação do meio, fruto de um feroz processo de urbanização que, por sua vez, é pressionado por uma crescente especulação imobiliária que força a população de baixa renda a se refugiar em zonas periféricas e de risco geológico. A metodologia proposta por GUERRA (1997), leva em consideração a evolução da voçoroca em termos temporais e espaciais, graças às estacas fixadas próximo à vertente nas áreas de maior índice de erosão observadas facilmente in loco.

No caso da pesquisa em destaque, foram colocadas seis estacas ao redor da voçoroca, respeitando uma distância, entre elas, de acordo com o perímetro monitorado a 5,6 metros de distância entre a borda e estaca. Realizaram-se visitas bimestrais ao campo para coleta de dados com objetivo de conhecer a dinâmica do processo de voçorocamento.

Após a análise e o tratamento dos dados obtidos em campo, através das visitas periódicas, pode-se afirmar que os diferentes pontos monitorados da voçoroca tiveram uma evolução relativamente acentuada, ou seja, o processo erosivo atuou de forma decisiva e possibilitou a conseqüente evolução da voçoroca. Essa evolução se fez mais acentuada nos meses de maio e junho de 2005, quando seus índices pluviométricos atingiram 472 mm e 746,9 mm respectivamente (Figura 01), para o ano de 2006, os índices pluviométricos foram processados com baixa representatividade.

É relevante afirmar que as chuvas desencadeiam a ação de uma série de outros processos, que apesar de serem distintos, atuam de forma integrada, como é o caso do aumento da erosão superficial, que com o tempo, passa de laminar para sulcos. Tal processo também decorre da compactação dos solos, devido à retirada da vegetação que, por sua vez, vai acarretar uma diminuição da quantidade de matéria orgânica presente no mesmo, o que irá concretizar em uma diminuição dos seus agregados e, por conseguinte, a perda de coesão e aumento da erosão por Splash.

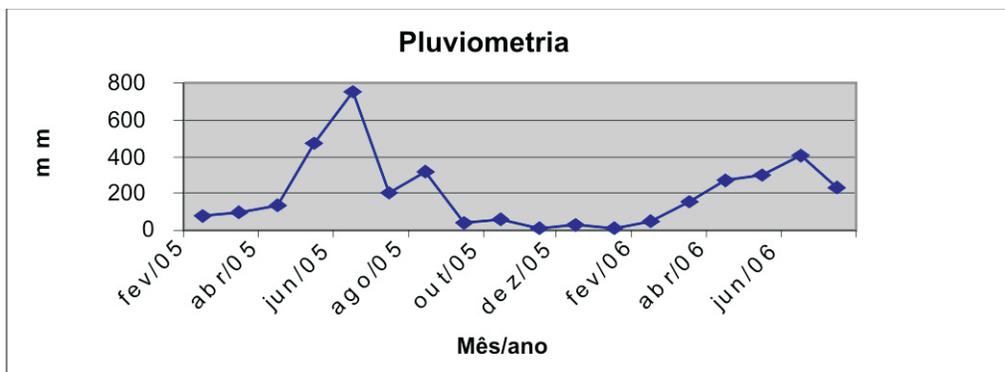


Figura 01: Índice Pluviométrico da Estação Camaragibe nos meses de fevereiro /2005 a julho/2006. Fonte: ITEP - 2005/2006.

Outro exemplo da ação integrada é o da erosão em subsuperfície Piping (Figura 02), que vai atuar erodindo as paredes laterais e fundo dos dutos, presentes no subsolo, até haver o colapso do material sobrejacente. Mensura-se dado facilmente identificado na análise da evolução do processo de voçorocamento, é a não uniformidade do processo erosivo, ou seja, existem pontos que erodem mais rapidamente. Isso se dá como um reflexo da maior turbulência e velocidade do fluxo de água em alguns pontos da voçoroca durante o evento chuvoso.

Além da própria heterogeneidade do material constituinte dos Glacis de Acumulação (Figura 03), o que vai acarretar uma maior extração de sedimentos, como é o caso da estaca de número cinco que chegou, durante dois meses de considerável pluviosidade (junho e julho), a erodir 1,57 m em 26/07/2005, para o mês de novembro/2005, esta estaca reduz o seu grau de erosão para 1cm e janeiro/2006, para 0cm. A estaca 4, com nível de erosão de 94 cm em novembro/2005, enquanto no mês de janeiro/2006, apresentou 2 cm. Constata-se no gráfico, o maior processo evolutivo para os meses de junho e julho, conforme notável elevação na Figura 04 do nível de erosão. Dado alarmante, já que se pode vislumbrar um processo erosivo acelerado.

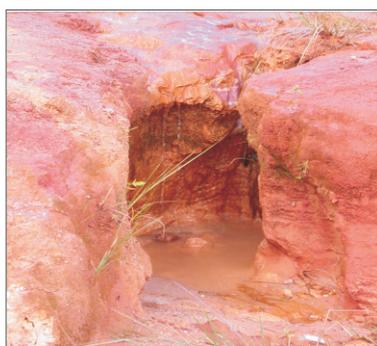


Figura 02: Área de erosão em subsuperfície, exemplo de piping



Figura 03: Visão geral dos Glacis de Acumulação na área de monitoramento.

Em continuidade análise dos resultados do monitoramento, nota-se que o intervalo de coleta de dados inicia-se mensalmente. Posteriormente, com as constantes chuvas, a área começou a apresentar sérias dificuldades quanto ao seu acesso. Em virtude da inviabilidade de se chegar ao local onde localiza-se a voçoroca de maior proporção (monitorada) no mês de junho/2005, obrigou uma adequação da metodologia à realidade do local, com o monitoramento seguindo um regime bimestral. A aferição de 26/09/2005 da voçoroca apresentou um déficit, pois duas das suas seis estacas, foram retiradas da área. Fato que gerou a não apresentação dos dados inerentes às duas estacas retiradas.

Para o mês de março/2006, a estaca 4, apresentou 5cm no seu índice de erosividade. Enquanto as estacas 5 e 6 não apresentaram índice erosivo perceptível. Em maio/2006, o maior índice erosivo foi na estaca 2 e o menor índice foi na estaca 6.

Para o mês de julho/2006, a macro erosão se fez presente na estaca 2 e os menores, para as estacas 3 e 6. Quando se lê o Gráfico de pluviometria (Figura 01), rapidamente existe uma identidade do grau de erosão das vertentes com o aumento do índice pluviométrico da área em questão. Sendo identificados os graus de erosão da vertente monitorada, de acordo com a Figura 04.

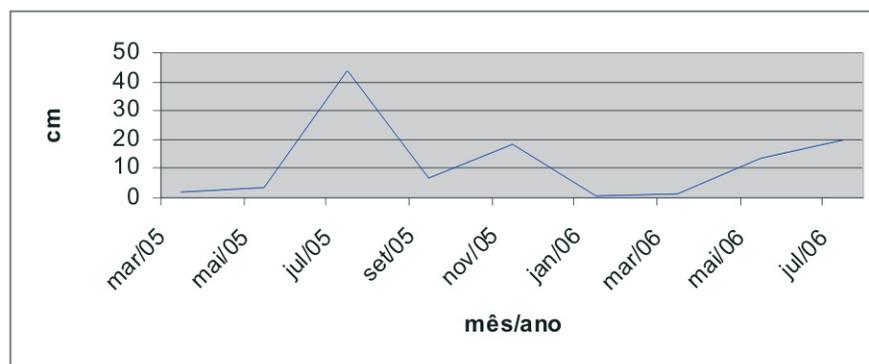


Figura 04: Evolução da Voçoroca monitorada..

A pesquisa também contabilizou análises pertinentes para caracterização da encosta hoje, seus resultados propiciaram condições suficientes para a montagem do dinâmico cenário daquele sistema não linear. Uma dessas análises foi a mineralógica de sedimentos recolhidos no topo e na base da voçoroca em estudo onde foi possível confirmar a intensa heterogeneidade de materiais envolvidos, uma característica típica do Grupo Barreiras.

Outro caráter importante é a predominância do Hidróxido de Ferro na base da voçoroca. Esse fato justifica-se frente ao intenso processo de laterização atuante na área. Processo esse, potencializador dos movimentos de massa. Outro ponto a ser mencionado é a predominância de argila, que torna-se mais um indicativo deflagrador dos movimentos ali desencadeados.

Para análise e avaliação dos impactos, utilizou-se as idéias de LEOPOLD (1994) & GOMES (1994) adaptada por OLIVEIRA (1998), onde empregou-se uma avaliação de múltiplos critérios adaptada do modelo matricial para identificar e avaliar as transformações ocorridas a partir de uma série de ações de gênese antrópica, atuando sobre os fatores e elementos naturais, os quais propiciaram a identificação e enumeração do quantitativo de impactos, positivos ou negativos, que ali emergiram.

Os critérios quantitativos e qualitativos utilizados foram: caráter do impacto, certeza, tipo, tempo em aparecer, magnitude, importância, duração e reversibilidade como se verifica na Tabela 01.

A partir do exposto na Tabela 01, foi possível a compreensão de como o ambiente está reagindo à pressão humana identificando 13 ações, 13 fatores e elementos e 29 impactos no campo de trabalho.

Tabela 01: impactos identificados através das ações, fatores e elementos

AÇÕES	FATORES E ELEMENTOS	IMPACTOS
A. Corte ou Retirada da Vegetação	I. Solo	1. Alteração da morfologia da encosta
B. Extração Mineral	II. Relevo	2. Destruição da vegetação primária
C. Atividade Pecuária Bovina	III. Hidrologia	3. Perda dos solos por escoamento superficial
D. Atividade Industrial	IV. Alteração da Estética da Paisagem	4. Modificação do regime hidrológico
E. Especulação Imobiliária	V. Paisagem	5. Surgimento e evolução acelerada das voçorocas
F. Obras de Engenharia	VI. Indústria de Construção	6. Afloramento dos lençóis freáticos
G. Instalação de Saneamento Básico Incipiente	VII. Comércio	7. Afetação a saúde pública por vetores
H. Construção Civil	VIII. Economia	8. Poluição dos lençóis freáticos
I. Cortes das Barreiras	IX. Flora e Fauna Terrestre	9. Crescimento econômico
K. Cultivo de Árvores Frutíferas	X. Uso do Solo	10. Deslizamento de barreiras
L. Retentoras de Água	XI. População	11. Urbanização desordenada
M. Implantação de Estradas	XII. Vetores de Germes Patogênicos	12. Compactação dos solos por pisoteio de animais
		13. Ausência de esgotamento sanitário
		14. Aumento das oscilações térmicas
		15. Insuficiência da coleta de lixo
		16. Diminuição dos parâmetros de resistência por Intemperismo
		17. Alteração da flora e da fauna terrestre
		18. Processo de favelização
		19. Aumento da erosão em sub-superfície
		20. Mudanças paisagísticas
		21. Mudança da forma de ocupação do solo
		22. Geração de empregos
		23. Desenvolvimento de construções
		24. Prática de atividades comerciais
		25. Técnicas inadequadas para o controle de deslizamentos
		26. Modificação dos canais de escoamento
		27. Abrigo de delinquentes
		28. Retenção de líquidos no solo
		29. Riscos geológicos previsíveis e eminentes

Definidos os impactos, a avaliação qualitativa e quantitativa possibilita atribuir a cada um deles um valor. Tais valores demonstram o caráter de influência e agressão de cada impacto ao meio-ambiente. Os impactos de maiores valores foram os seguintes: Alteração da morfologia da encosta, Perda dos solos por erosão superficial, Afloramento dos lençóis freáticos e mudanças paisagísticas com o valor 13. Outros impactos, Destruição da vegetação primária, Modificação do regime hidrológico, Alteração da flora e da fauna terrestre e Riscos geológicos previsíveis e eminentes, também obtiveram uma pontuação relevante, 10.

Os fatores e elementos físicos em conjunto (solo, relevo e hidrologia), refletem as maiores transformações com um total de 187 impactos, em análise quantitativa. Os Sócio-Econômicos (indústria da construção, comércio, economia, uso do solo e população) também obtiveram um representativo número de impactos catalogados e identificados, 181 no total.

Já os fatores e elementos Perceptuais (alteração da estética da paisagem) aparecem com 59 impactos e por fim os de cume Biótico (flora e fauna terrestre e vetores de germes patogênicos) somaram 40. Quando a análise é feita de forma individual, os fatores e elementos que mais foram afetados são: O relevo com 85 impactos e o solo com 72 impactos. Já os que menos sofreram ações impactantes foram: Vetores de germes patogênicos, apresentando 02 impactos identificados, e a hidrologia, com 20 impactos.

Na análise da matriz de avaliação de impactos, as ações que mais atuaram foram as negativas, quando deve ser visto um intervalo de classe entre 726 e 13, o valor 726 correspondendo ao fator físico Relevo, e o valor 13 aos fatores bióticos Vetores de germes patogênicos. O total dos impactos negativos foi de 3.255. Os positivos de 162, cujo maior impacto positivo foi 73 e o menor 10. O perceptual atingiu o valor -383. Dados que materializa a forte degradação ambiental do Bairro dos Estados levando a uma constante preocupação da equipe do trabalho, no que se refere ao gerenciamento com reabilitação da área de pesquisa.

## Conclusões

Concernente ao fato da área de estudo, Bairro dos Estados - Município de Camaragibe, ter sido alvo de uma série de impactos negativos de origem antropogênica, e hoje não apresentar uma vegetação primária, que atue como um fator estabilizador daquela encosta, diminuindo assim a atuação da erosão hídrica em suas várias formas de atuação.

Este talude deve ser considerado como área de risco geológico e, portanto, passível ao desenvolvimento da voçoroca em estudo e ao desencadeamento de movimentos coletivos de solo e rocha, podendo ser ratificado através das análises pluviométricas e do monitoramento da vertente, induzidos portanto, pelo fator hidráulico e tipo de sedimentos envolvidos.

Evidenciando as maiores erosividades na cabeça da voçoroca, recebendo maior ação da energia hidráulica e de transporte de sedimentos, enquanto os demais focos, o fato não acontece. Mesmo assim, o índice erosivo deve ser considerado médio, fato normal de uma área de borda não pertencente à cabeça da voçoroca.

Quando identificado e analisado os impactos ambientais no Bairro dos Estados, chega-se ao norte de múltiplos impactos com relevância ao gerir grandes problemas sócio-econômicos à população de excluídos deste Bairro. O Município de Camaragibe está composto de 5 distritos, dos quais, quatro apresentam risco eminente de deslizamentos. Os bairros dos Estados e Tabatinga estão inseridos entre os que maximizam os maiores riscos.

## Referências Bibliográficas

- GÓMEZ, O. Evaluación de Impacto Ambiental. Ed. Agrícola Española S.A., 2ª Edición. Madrid, 260p., 1994.
- GUERRA, A. Geomorfologia Exercícios, Técnicos e Aplicação. Processos Erosivos nas Encostas. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil, 1996. p. 139 – 189.
- GUIDICINI, G. – NIEBLE, CM. Estabilidade de Taludes Naturais e de Escavação. Edgand.1984 B1. cher. 2<sup>TM</sup> p. 194.
- KÖPPEN, J.W. Climatología con uno Estudio de los Climas de la Tierra. Fondo de Cultura Económica – Mexico, 1948. p. 478.
- LEOPOLD, A., Matriz de evaluación de impactos. En: Curso Master E. I. A. Instituto de Investigaciones Ecológicas. Málaga, Módulo 7: 57-58, 1994.
- OLIVEIRA NIÉDJA. Problemas Geomorfológico – Ambientales de las Restingas y Mangles Em Pernambuco y Cuba. Tese de Doutorado Ministério de Ciências y Tecnologia y Médio Ambiente. I.G.T. Academia de Ciências de Cuba. La Habana. 1998.