



## A influência dos componentes geoambientais e das intervenções antropogênicas nos movimentos de massa na sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape-Ceará

Abner Monteiro Nunes Cordeiro\*

Danielle Sequeira Garcez\*\*

Frederico de Holanda Bastos\*\*\*

**Resumo:** O presente estudo analisa a influência dos componentes geoambientais e das intervenções antropogênicas nos movimentos de massa na sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, localizada no município de Maranguape-Ceará. Estes processos morfodinâmicos subordinam-se, essencialmente, aos aspectos geológico-geomorfológicos, às condições hidroclimáticas, ao estado de conservação e fisionomia da vegetação, à geometria das encostas e à ação antrópica, podendo condicionar eventos de magnitudes variadas. Nessa perspectiva, tais fatores podem atuar de forma conjunta, sobretudo nas estações chuvosas, configurando eventos catastróficos. A compreensão desses eventos, que configuram processos morfogenéticos naturais, pode contribuir sobremaneira evitando danos socioeconômicos em áreas urbanizadas.

\* Doutorando em Geografia Universidade Estadual do Ceará (UECE). Mestre em Geografia pela UECE.

\*\* Professora no Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará(UFC). Doutora em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

\*\*\* Professor no Departamento de Geociências da UECE. Doutor em Geografia pela UFC.

## Geoenvironmental Components Influences and anthropogenic interventions to the earthflow processes at the sub-basin of Pirapora river watershed, Maranguape-Ceará

**Abstract:** This paper analyzes the influences of the geoenvironmental components and anthropogenic interventions to the earthflows at the watershed of Pirapora river, located in Maranguape town in Ceará state. These morphodynamic processes are closely related to the geological and geomorphological aspects, hydro-climatic conditions, the situation and physiognomy of vegetation, the geometry of the slopes and the human action that determine events of varying magnitudes. Thus, these factors may act together, especially during the rainy season, setting catastrophic events. Understanding these events that shape natural morphogenetic processes, may contribute significantly avoiding socioeconomic damage in urban areas.

### Palavras-chave:

Morfodinâmica, componentes naturais, ação humana.

### Key-Words:

Morphodynamic, natural components, human action.

## Introdução

A paisagem é dinâmica. Fluxos de energia e matéria, teias de relações intra e interespecíficas são algumas das facetas dos processos naturais que ocorrem em qualquer sistema ambiental, natural, alterado ou degradado. No âmbito da ciência geográfica, o estudo da paisagem expressa as relações entre o homem e o ambiente, procurando o conhecimento das condições atuais das formas de uso e ocupação e a análise dos efeitos das transformações resultantes.

Para Bastos (2012, p. 21) “os processos de evolução das paisagens variam de acordo com as características ambientais de cada domínio natural, além das diversas formas de uso e ocupação do solo”. Quando trata de paisagens, Ab’Sáber (2003) sempre destaca a importância de entendê-las como heranças de processos fisiográficos e biológicos que possuem marcas nitidamente justificadas pelas variações climáticas do Quaternário. Nessa perspectiva, pode-se conceber as paisagens naturais como resultados de um complexo jogo de relações entre os componentes geoambientais a partir de processos sistêmicos dentro de uma dinâmica específica.

Entretanto, essa complexidade vem sendo ampliada, na medida em que o homem aumenta seu nível de intervenção nas formas de relevo, intensificando os processos morfogênicos. Para Oliveira et al. (2005, p.365), “apesar do período de existência do homem sobre a Terra ser insignificante em relação à história geológica, o determinante é sua relação com os processos contemporâneos”.

Suertegaray (2002) destaca a importância dos estudos sobre fisiologia das paisagens na busca da compreensão da dinâmica da natureza, entendida como interação de processos no presente, com vistas à projeção de “cenários para o futuro”. Para a autora, é através da morfodinâmica que se pode pensar em uma geomorfologia atual, e ainda conduzir pesquisas que tratem da degradação da natureza e da busca de meios de viabilizar uma sociedade sustentável.

Segundo Souza (2000, p.66), “entendimento da morfodinâmica atual constitui um requisito indispensável para o aproveitamento adequado dos recursos naturais renováveis”. Dessa forma, a compreensão dos fatores relativos à evolução das paisagens é fundamental para se conhecer a capacidade de suporte dos ambientes e identificar possíveis áreas de risco. Dentre os processos morfodinâmicos, destacam-se aqueles associados a movimentos gravitacionais de massa em encostas.

Para Tominaga (2009, p. 27), “os movimentos de massa consistem em importante processo natural que atua na dinâmica das vertentes, sob a ação direta da gravidade, fazendo parte da evolução geomorfológica em regiões serranas”. Entretanto, o crescimento indiscriminado da malha urbana brasileira em áreas desfavoráveis, sem o adequado planejamento do uso e sem a adoção de técnicas adequadas de estabilização, está disseminando a ocorrência de acidentes associados a estes processos, que muitas vezes podem constituir riscos à vida humana.

Os movimentos de massa são definidos, segundo Guidicini & Nieble (1984), como todo movimento coletivo de solo, rocha e vegetação, sendo tais movimentos conhecidos como escorregamentos e deslizamentos, frutos do uso e manejo inadequados dos solos. “Por esse motivo, estes constituem objeto de estudo de grande interesse para pesquisadores e planejadores” (AMARAL & FERNANDES, 2010, p. 124).

Os movimentos de massa têm sido responsáveis por inúmeros problemas socioeconômicos e ambientais em vários países e ao longo do território brasileiro, principalmente nas áreas urbanas, haja vista o adensamento habitacional acentuado em áreas susceptíveis a esses processos geodinâmicos. De acordo com Amaral & Fernandes (2010, p. 124), “em 1993, segundo a Defesa Civil da ONU, os deslizamentos causaram 2.517 mortes, situando-se abaixo apenas dos prejuízos causados por terremotos e inundações”.

A intervenção humana sobre o relevo terrestre, em áreas urbanas ou rurais, tem alterado os processos responsáveis pela dinâmica da superfície da Terra. Essas atividades humanas, segundo Guerra (2011), podem provocar mudanças num longo período, à medida que o uso da terra é alterado, ou num curto período de tempo, através da remoção da cobertura vegetal, principalmente nas encostas.

Com a intervenção humana, os processos naturais podem ser potencializados, transformando-se em verdadeiros desastres ambientais, com consequências diretas para as populações de entorno.

No Brasil, dentre os fenômenos envolvidos em desastre naturais, os movimentos de massa têm sido responsáveis por maior número de vítimas fatais e importantes prejuízos materiais, com destaque para as tragédias ocorridas em 2008 e 2009 no Estado de Santa Catarina, 2010 no Município de Angra dos Reis e 2011 na região serrana do Estado do Rio de Janeiro. De acordo com Brasil (2012), no período de 1991 a 2010, os movimentos de massa causaram 505 mortes, além de deixarem mais de 90 mil pessoas desalojadas/desabrigadas.

As características geomorfológicas do território brasileiro, associadas à presença de significativos relevos serranos, implicam na ocorrência de importantes eventos relacionados com movimentos de massa e isso tem se configurado como um grave problema de ordem socioeconômica. No Brasil, esses fenômenos ocorrem normalmente associados a eventos pluviométricos intensos e prolongados, durante a estação chuvosa das regiões Sul, Sudeste e Nordeste.

Além da frequência elevada dos movimentos de massa de origem natural, também ocorrem no país um grande número de acidentes induzidos pela ação antrópica, que acelerando a dinâmica dos processos naturais, devido à quebra do equilíbrio dinâmico entre os condicionantes geoambientais, intensifica a ocorrência desses processos. Dessa forma, o homem se torna muitas vezes mais poderoso como um agente de denudação, do que todas as forças atmosféricas naturais combinadas.

Apesar do predomínio de grandes movimentos de massa nos maciços montanhosos da região Sudeste, principalmente, nas escarpas da Serra do Mar, todas as regiões brasileiras apresentam ambientes instáveis com a possibilidade de desencadeamento de eventos dessa natureza.

De acordo com a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos-FUNCEME, dentre os Estados do Nordeste brasileiro, o que detém maior percentual de áreas inseridas no ambiente semiárido é o Ceará, com quase 92% de sua extensão territorial (CEARÁ, 2005). Contrastando com essa relativa uniformidade do domínio morfoclimático das caatingas, encontram-se as serras úmidas cearenses, que assim como as demais serras nordestinas, representam verdadeiros subespaços de exceção, áreas privilegiadas por altitudes que superam 900 metros e, conseqüentemente, pelo efeito orográfico, condicionam precipitações anuais que podem atingir até 1.400mm.

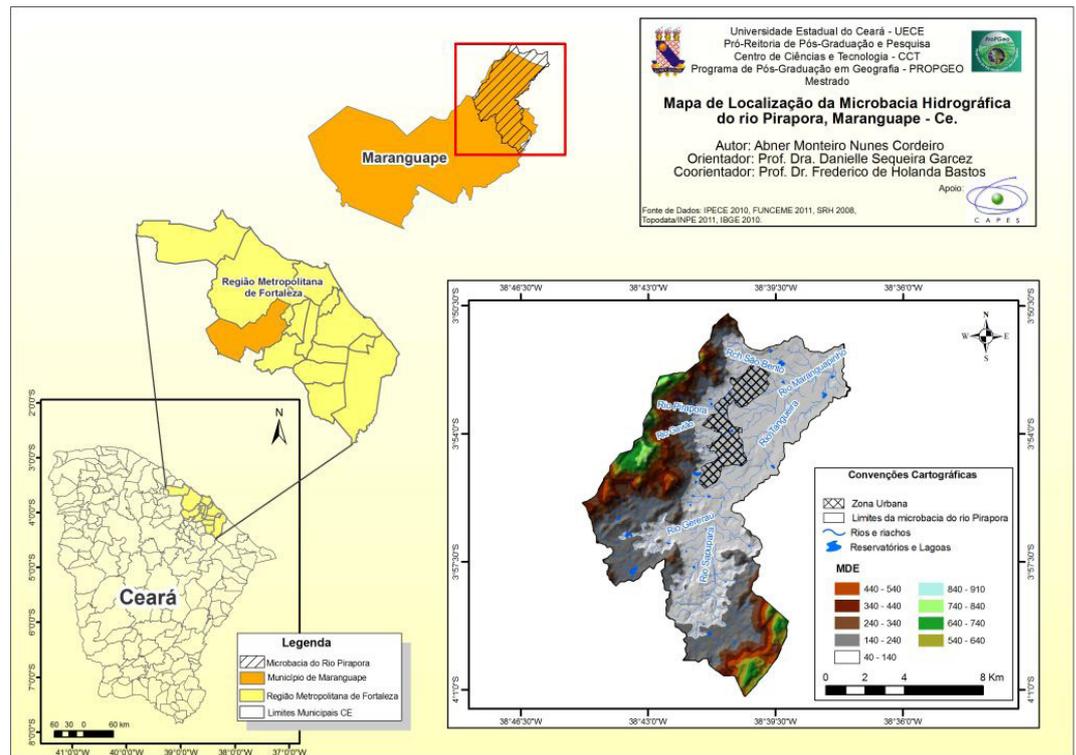
É importante destacar que apesar desses ambientes apresentarem inúmeras potencialidades ambientais, sobretudo relacionadas às boas condições hidroclimáticas, esses enclaves possuem áreas fortemente vulneráveis, principalmente, em função da topografia acidentada do relevo, sendo muito comum, conforme salienta Bastos (2012), a ocorrência de processos morfodinâmicos de considerável magnitude. Esse fato encerra maior significado quando se trata de enclaves paisagísticos, situados num contexto territorial úmido da periferia da Região Metropolitana de Fortaleza-RMF, onde se concentram elevados contingentes demográficos. Os maciços de Maranguape e Aratanha constituem importantes compartimentos de relevos serranos próximos ao litoral cearense.

Sobre a morfodinâmica do Estado do Ceará, estudos realizados por Souza (2000) têm demonstrado diferenças entre os processos engendrados pelo clima e pelo escoamento que ocorrem nas depressões sertanejas intermontanas e nos ambientes serranos, que se distribuem de modo disperso pelos sertões semiáridos. Para o autor, nas áreas sertanejas, a dinâmica natural deriva principalmente das elevadas alternâncias térmicas diárias e da irregularidade e concentração do ritmo pluviométrico, ou seja, da morfogênese física. Já nos ambientes úmidos de exceção do semiárido cearense, a morfogênese química assume funcionalidade que contrasta nitidamente com o que é verificado nas depressões sertanejas.

Conforme afirma Souza (op.cit. p.67), “os processos erosivos no Estado do Ceará, subordinam-se, essencialmente, às condições hidroclimáticas, cuja eficácia é dependente da capacidade protetora da vegetação e da declividade do relevo”.

A sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, localizada no município de Maranguape-Ceará, ocupa a porção centro-sul da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, estendendo-se por uma área de aproximadamente 120km<sup>2</sup>, conforme se visualiza no mapa de localização (Figura 1).

**Figura 1** – Mapa do zoneamento das áreas propícias ao uso e ocupação.



Fonte: elaborado pelos autores.

A referida sub-bacia drena a sede do município de Maranguape e o distrito de Sapupara, onde vive 62% (70.830 hab.) da população de Maranguape. Essa sub-bacia abrange uma parte significativa da vertente úmida da serra de Maranguape e, parte da vertente subúmida da serra da Aratanha.

Estes ambientes serranos de exceção apresentam, em alguns trechos, relevo fortemente dissecado com vertentes íngremes de declives que podem ultrapassar 40°. Nessa perspectiva, tais áreas possuem uma forte instabilidade morfodinâmica com possibilidade de ocorrência de eventos catastróficos associados à elevada capacidade energética dos seus movimentos de massa. Além disso, a área em estudo vem sofrendo grandes impactos negativos relacionados à ocupação humana, a qual tem sido responsável por significativas alterações na paisagem natural.

Tendo toda sua área inserida na Região Metropolitana de Fortaleza, porção mais urbanizada do Estado do Ceará, esta unidade hidrológica é uma das áreas que requer medidas que harmonizem as relações homem e natureza, com a necessária preservação dos ambientais naturais, como as encostas, nascentes e margens de cursos d'água.

Entretanto, inúmeros conflitos têm surgidos nas últimas três décadas do século XX e na primeira década do século XXI, tendo em vista a forte pressão que a sociedade tem exercido sobre as encostas e corpos hídricos que recortam sua área, sobretudo no que diz respeito à especulação imobiliária, às obras de infraestrutura e o cultivo da bananicultura. Ou seja, a área objeto de estudo, contrapõe, de um lado, as tentativas de exploração econômica pelas municipalidades e, de outro lado, a necessidade de preservar os sistemas naturais.

Dessa forma, tendo em vista o adensamento populacional e a forte instabilidade morfodinâmica, o presente trabalho tem o objetivo de caracterizar e analisar os componentes geoambientais, os processos morfodinâmicos e as intervenções antropogênicas atuantes na sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, identificando os principais problemas de uso e o estado atual de conservação dos recursos naturais, visando ainda, compatibilizar o desenvolvimento das atividades socioeconômicas com a conservação dos recursos naturais, de forma a fornecer subsídios para a adequada ocupação do espaço.

## Material e método

No estudo da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, optou-se pela análise geossistêmica da paisagem, visto que sua aplicação possibilita uma abordagem integrada dos diversos componentes da paisagem, dispensando tratamentos setoriais. Ou seja, adotou-se um procedimento capaz de privilegiar a relação sociedade-natureza sob uma ótica sistêmico-holística, importante para a compreensão e o entendimento do ambiente. O estudo teve como principais referenciais teóricos a análise geoambiental (SOUZA, 2000), a concepção geossistêmica (BERTRAND, 1972) e a ecodinâmica da paisagem (TRICART, 1977).

A análise geoambiental é uma concepção integrativa que deriva do estudo unificado dos componentes geoambientais, que conduz a uma percepção do meio natural em que vive o homem (SOUZA, op. cit.). Através dessa concepção, visa-se a análise dos elementos que compõem a natureza não por si mesmos, mas também por suas conexões.

A concepção de análise geoambiental parte da teoria dos geossistemas, que considera a forma como se organizam e se inter-relacionam os diversos componentes geoambientais, que são de ordem geológica, geomorfológica, hidroclimática, pedológica e fitogeográfica. Ao considerar a dinâmica de inter-relação dos elementos naturais, eliminam-se assim as perspectivas dos estudos sobrepostos, que predominavam até a primeira metade do século XX. Esta concepção, ao invés de considerar a análise setorizada dos componentes geoambientais privilegia a inter-relação dos diversos elementos em busca de uma totalidade.

A caracterização das condições geoambientais de uma determinada área é fundamental no sentido de proporcionar o reconhecimento dos processos de interação dos quadros físicos, biológicos e social. Visa-se, além disso, conhecer as potencialidades e limitações das unidades espaciais para melhor avaliar a sua capacidade de suporte ao uso e ocupação, revelando as possibilidades de uso racional dos recursos naturais da referida região.

A estratégia metodológica da pesquisa consistiu em quatro etapas. Na primeira etapa, foram feitos levantamentos bibliográficos com vários direcionamentos diferentes, abordando-se temas referentes a processos morfodinâmicos, com ênfase para movimentos de massa, suas características, classificações, causas, efeitos e agentes desencadeadores, além, da obtenção de informações referentes às especificidades socioambientais sobre o município de Maranguape, de forma geral.

A segunda etapa consistiu na obtenção de bases cartográficas, imagens de satélite e ortofotocartas, que serviram para elaboração dos mapas temáticos e construção de um banco de dados georreferenciados sobre a sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, a partir de técnicas de geoprocessamento.

Na terceira etapa, de posse da base cartográfica, foram realizados levantamentos de campo, no período de março a novembro de 2012, que tiveram objetivos de se confirmar a realidade terrestre das informações obtidas com o geoprocessamento, aprofundando a caracterização socioambiental da área e identificando e descrevendo os diversos tipos de movimentos de massa ao longo da área de pesquisa. Os registros fotográficos, também, foram georreferenciados (GPS Garmin 78s) e permitiram preservar detalhes para estudos, em épocas posteriores.

Na quarta e última etapa todos os dados obtidos até o momento, junto às instituições públicas consultadas e nas pesquisas de campo, foram organizados e interpretados de forma a integrar a ação de todos os processos atuantes em consequência das transformações ocorridas no ambiente. Nessa etapa os dados coletados foram especializados utilizando-se o *software* Arc Gis 9.3.1, elaborado pela ESRI, que permitiram a elaboração da base cartográfica da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora. Essa etapa se destaca como uma fase correlatória, tendo em vista a interpretação da relação existente entre os dados coletados.

As técnicas de geoprocessamento se apresentam como uma ferramenta indispensável na elaboração da presente pesquisa, tendo em vista a possibilidade de se analisar diversas informações cartográficas, algumas delas até de forma simultânea. Todas as bases cartográficas utilizadas foram confeccionadas e corrigidas por instituições estaduais e federais de respeitável mérito, como Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME),

Companhia de Gestão de Recursos Hídricos (COGERH), Instituto de Desenvolvimento Agrário do Ceará (IDACE), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), sendo tomados os devidos cuidados de uniformizar as referências espaciais dos dados levantados. Nessa perspectiva, toda base cartográfica utilizada e produzida no presente pesquisa foi processada em Projeção Cartográfica Universal Transversal de Mercator (UTM), utilizando-se o SAD 69. Durante a efetivação da pesquisa, foi utilizada a escala de 1:80.000.

## Características geoambientais

Para realizar um estudo geoambiental, é fundamental que se compreenda a influência de cada um dos componentes da natureza, relacionados à geologia, geomorfologia, hidroclimatologia, pedologia e fitoecologia, sob uma ótica sistêmica, associados aos fatores socioeconômicos. As características desses componentes geoecológicos influenciam na dinâmica hidrológica, nos processos morfodinâmicos, nas formações pedológicas e nas características fitogeográficas.

Formada predominantemente por litologias datadas do Pré-Cambriano e por sedimentos Cenozóicos depositados ao longo do tempo geológico recente, a área de estudo apresenta altitudes máximas na cota de 920m e relevo marcado por terrenos acidentados e superfícies sertanejas suave-onduladas a planas.

O substrato geológico da área está representado pelo Complexo Granitóide-Migmatítico (Pegr-mg), cujas melhores exposições situam-se nos setores morfologicamente mais elevados, compreendendo as serras de Maranguape e Aratanha, as quais apresentam uma constituição predominantemente granitoide. A gênese desses relevos serranos pode ser explicada através de processos de erosão diferencial, responsáveis pelo rebaixamento das áreas gnáissicas circundantes.

No tocante aos aspectos geomorfológicos, a área apresenta como unidades de relevos tais como maciços cristalinos pré-litorâneos; depressões sertanejas aplainadas e dissecadas; planícies de acumulação fluvial e, em menor importância para a área de estudo, glaciais de deposição.

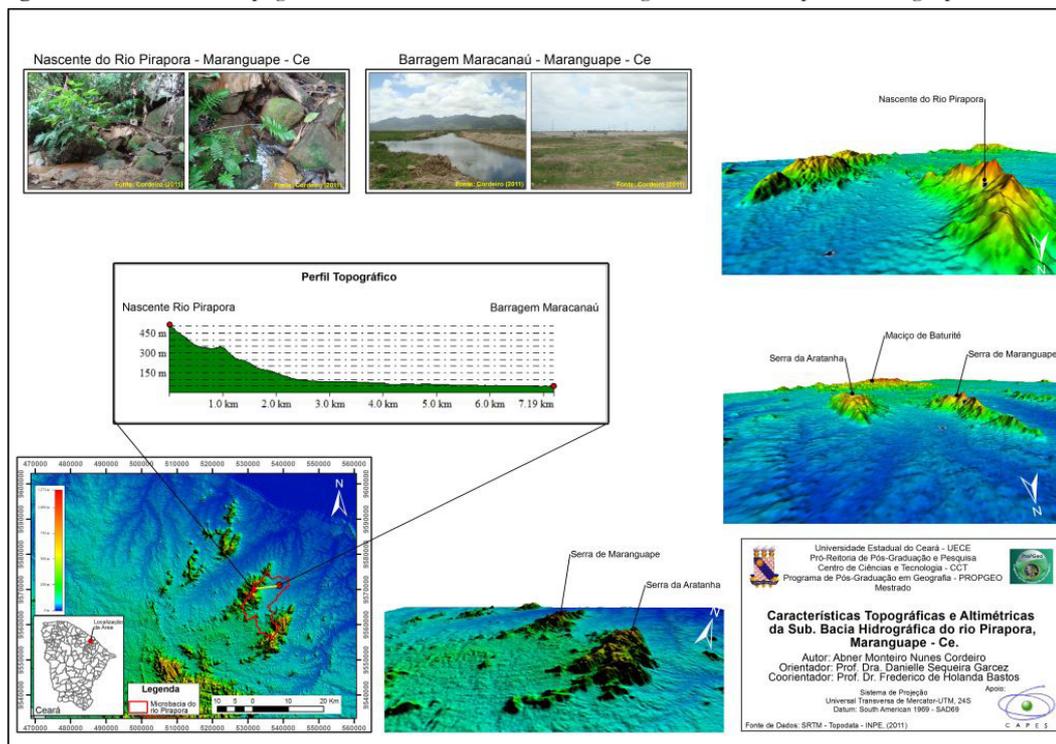
Grande parte da região drenada pela sub-bacia do rio Pirapora se caracteriza pela forte ruptura topográfica entre o alto e médio curso dos rios que a compõem (Figura 2). No alto curso, a significativa capacidade energética, em função do gradiente topográfico, justifica uma maior capacidade de transporte fluvial. Além disso, os maciços residuais, em função da altitude, proximidade e do posicionamento (NE-SW) em relação aos ventos úmidos vindos do litoral, também têm a capacidade de produzir maiores vazões em função das recorrentes chuvas orográficas e do padrão diferenciado nos totais anuais de precipitação.

O tipo climático da sub-bacia, de acordo com o sistema de classificação de Köppen (in NIMER, 1979) é o tropical chuvoso quente úmido com chuvas de verão-outono e com temperaturas máximas de 28°C e mínima de 23°C. A única estação pluviométrica da área objeto de estudo vai se enquadrar no tipo climático AW' (sistema de KÖPPEN), ou seja, no mesoclima da faixa costeira cearense, uma vez que essa estação encontra-se a 25km de distância da costa litorânea, sofrendo, portanto, influência da ação combinada da altitude e da exposição do relevo, face aos deslocamentos de massas de ar úmidas, beneficiando a área com chuvas orográficas.

Trata-se de um clima típico de áreas de altitudes elevadas, onde a incidência de chuvas orográficas determina um aumento significativo da pluviometria média anual, situando-se numa faixa da ordem de 1000mm a 1400mm, caracterizados também pela ocorrência de temperaturas mais baixas. Essas características vão influenciar diretamente na hidrologia superficial e conseqüentemente nos demais atributos naturais que formam o quadro geoambiental da área em estudo.

A área é favorecida por variações térmicas localizadas, ocasionadas pelas mudanças do relevo, resultando em climas subúmidos (regiões serranas) e secos (depressões sertanejas). As saliências locais de relevo abreviam o período seco, enquanto que as depressões o prolongam (SOUZA, 2000).

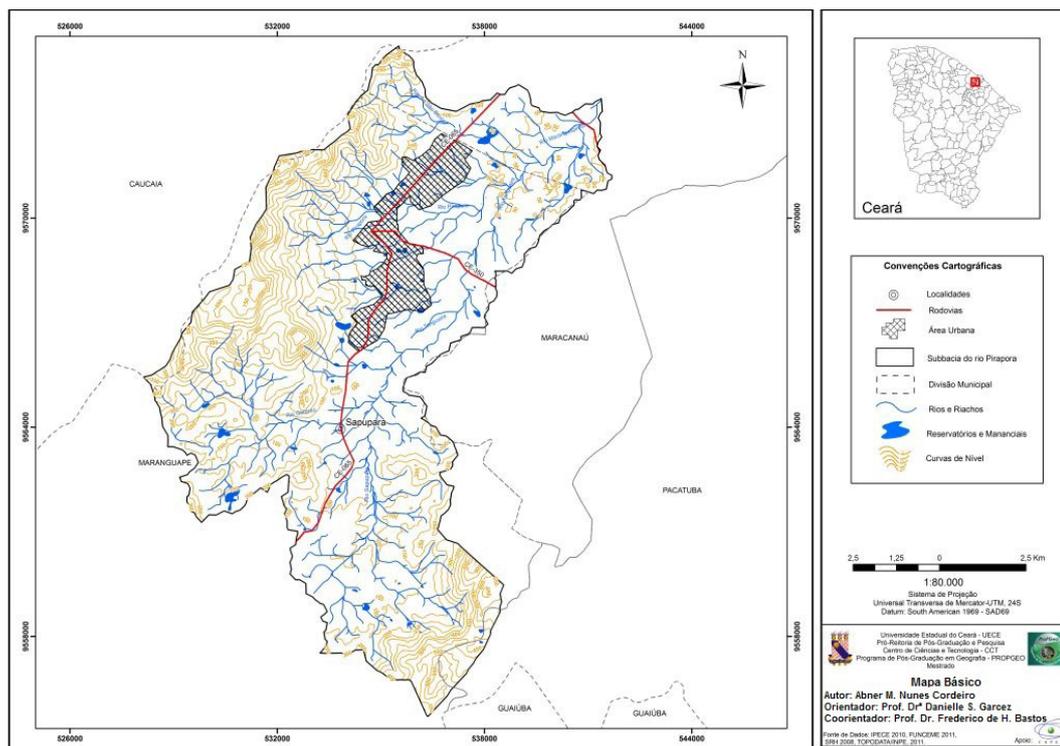
Figura 2 – Características topográficas e altimétricas da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape-Ceará.



Fonte: elaborado pelos autores.

Na Figura 3 são apresentadas algumas características básicas da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, tais como curvas de nível, rede de drenagem, sede municipal de Maranguape e a localização do distrito de Sapuara.

Figura 3 – Mapa básico da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape-Ceará.



Fonte: elaborado pelos autores.

Geografia Ensino & Pesquisa, v. 18, n.1, p. 135-154, jan./abr. 2014.

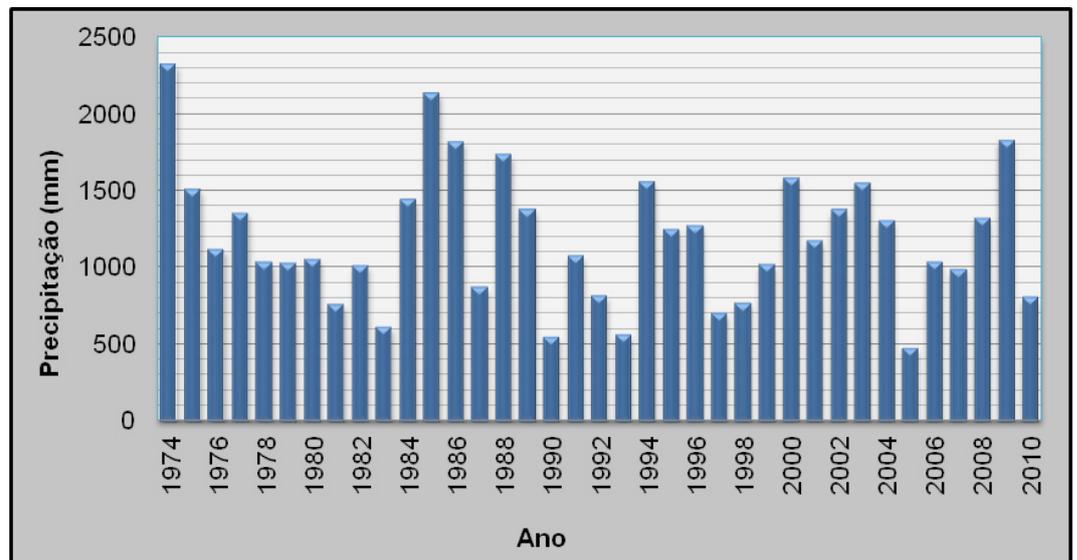
Cordeiro, A.M.N.; Garcez, D. S.; Bastos, F de H.

Analisando os totais pluviométricos anuais (Figura 4), verifica-se que as maiores secas registradas na série com valores abaixo de 800mm, ocorreram nos anos de 1981, 1983, 1990, 1993, 1997, 1998, 2005 e 2010. Dentre os anos que apresentam o total pluviométrico inferior à média (1.183,22mm) do período, o ano de 2005 desponta por apresentar o menor índice registrado (465,2mm). O ano de 2005 assume destaque por encerrar uma série de seis anos (1999-2004), onde os valores totais ultrapassaram os 1000 milímetros.

Os anos mais chuvosos foram os de foram 1974 e 1985 com 2.311,7 e 2.126 milímetros, respectivamente. A precipitação acumulada associada a declividade acentuada do relevo, verificada no período chuvoso de 1974, foi fator decisivo para o desencadeamento do primeiro evento morfodinâmico de grande magnitude, registrado no maciço de Maranguape. Nesse mesmo relevo, o último evento relacionado com movimentos de massa ocorreu em março de 2001, onde uma massa de solo e rocha deslizou da cota de 800m até a cota de 500m (CORDEIRO, 2012).

No período compreendido pelos anos de 1975, 1977, 1984, 1986, 1988, 1989, 1994, 1995, 1996, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2008 e 2009 foram registrados índices que ultrapassam a média, ocasionando uma série de problemas socioambientais nas planícies de inundação do rio Pirapora e seus tributários, notadamente no Distrito-Sede de Maranguape, onde o crescimento da malha urbana e a consequente impermeabilização dos solos, além da canalização e retificação dos cursos d'água, impede que as etapas do ciclo hidrológico ocorram de maneira natural. Dessa maneira, observa-se a diminuição da infiltração das águas pluviais e o aumento do escoamento superficial, no período da quadra chuvosa.

Figura 4 – Total pluviométrico anual da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape-Ceará, no período de 1974 a 2010.



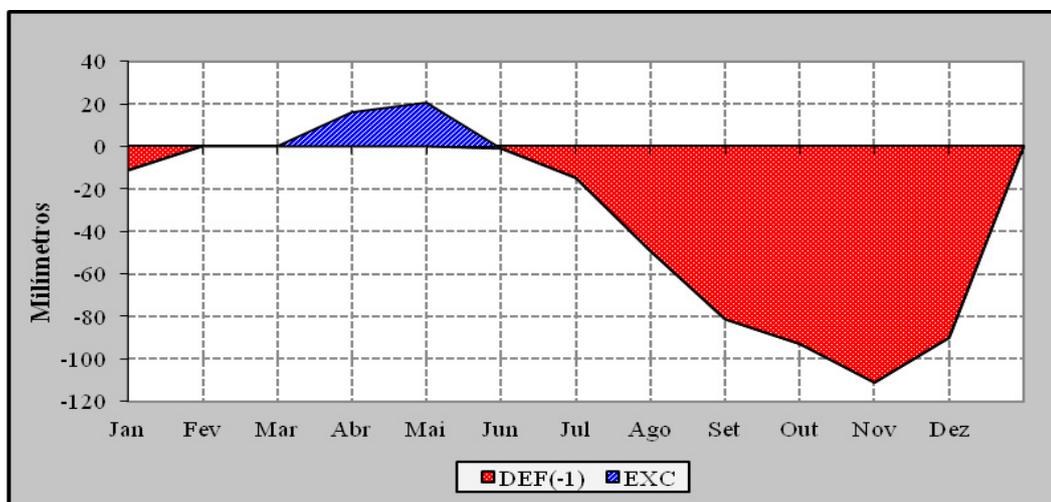
Fonte: FUNCEME (1970-2010).

De acordo com os dados do balanço hídrico da sub-bacia do rio Pirapora para o período de 1974 a 2010, os valores de precipitação (P) e evapotranspiração potencial (ETP) apresentam-se positivos por ocasião do período chuvoso de fevereiro a maio, o que implica em potencial de água no solo, repercutindo no desenvolvimento da vegetação, no armazenamento de água nos aquíferos e no escoamento superficial, havendo, portanto, reposição e disponibilidade de recursos hídricos para a área por todo esse período considerado (Figuras 5 e 6).

Sob o ponto de vista hidrológico, considera-se que o escoamento fluvial depende da influência conjugada de fatores como o clima, natureza dos terrenos, condicionantes geomorfológicos e a densidade da cobertura vegetal. De modo genérico, a impermeabilidade dos terrenos, principalmente, nas vertentes subúmida e úmida dos maciços de Aratanha e Maranguape, respectivamente, aliada ao forte gradiente dos perfis longitudinais, justifica a existência de um maior adensamento de cursos

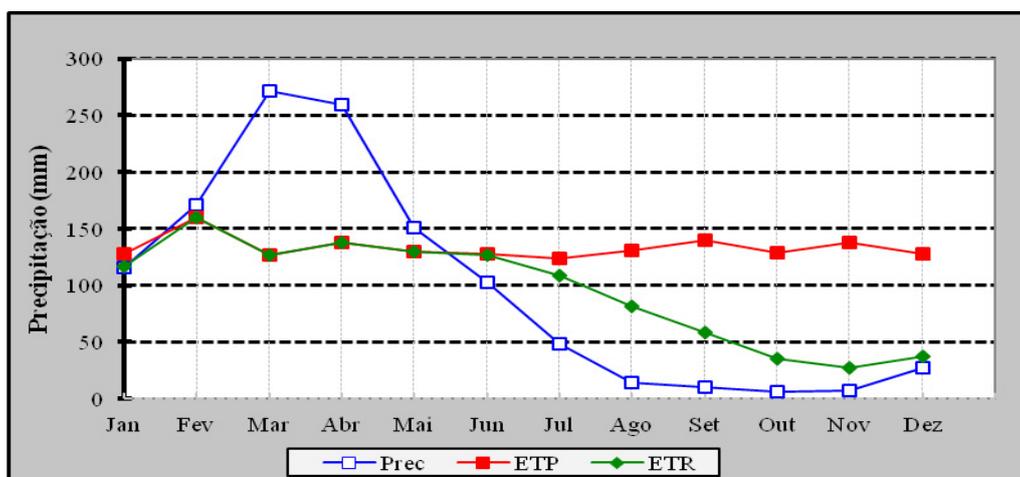
d'água, que tendem a uma acentuada ramificação, configurando padrões de drenagem dendríticos e subdendríticos, bem como o acentuado grau de dissecação do relevo.

Figura 5 – Extrato do balanço hídrico da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape-Ceará, no período de 1974 a 2010.



Legenda: (DEF) Deficiência Hídrica e (EXC) Excedente hídrico.  
Fonte: FUNCEME (1974-2010).

Figura 6 – Balanço hídrico da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape – Ceará para o período 1974-2010.



Legenda: (Prec) Precipitação; (ETP) Evapotranspiração Potencial e (ETR) Evapotranspiração Real.  
Fonte: FUNCEME (1974-2010).

Sob o ponto de vista hidrológico, considera-se que o escoamento fluvial depende da influência conjugada de fatores como o clima, natureza dos terrenos, condicionantes geomorfológicos e a densidade da cobertura vegetal. De modo genérico, a impermeabilidade dos terrenos, principalmente, nas vertentes subúmida e úmida dos maciços de Aratanha e Maranguape, respectivamente, aliada ao forte gradiente dos perfis longitudinais, justifica a existência de um maior adensamento de cursos d'água, que tendem a uma acentuada ramificação, configurando padrões de drenagem dendríticos e subdendríticos, bem como o acentuado grau de dissecação do relevo.

A região é rica em reservatórios (açudes), alimentados pelos riachos serranos, mas, apesar disso, a rede hidrográfica da sub-bacia é basicamente constituída por riachos que apresentam regimes intermitentes. Somente a drenagem do platô e do flanco oriental do maciço de Maranguape assumem um regime semiperene e perene em função de condições climáticas mais úmidas.

É na vertente oriental da serra de Maranguape que se encontram as nascentes dos três principais rios da sub-bacia em questão: Pirapora, Gavião e Tangureira. Esses rios, juntamente com outros pequenos riachos, são responsáveis pela drenagem do maciço e do distrito-sede da cidade de Maranguape. Esta rede de drenagem corta a sede do município no sentido oeste-leste e deságua no rio Maranguapinho, já no município de Maracanaú, chegando por fim, no rio Ceará, no município de Fortaleza.

Sob o ponto de vista dos solos, a sub-bacia do rio Pirapora apresenta poucas variações pedológicas. Nas associações de classes de solos existentes há sempre uma significativa predominância dos Argissolos Vermelho-Amarelos (eutróficos e distróficos), Neossolos Litólicos Eutróficos e afloramentos de rochas, nas vertentes dos maciços pré-litorâneos. Já nas depressões sertanejas ocorrem principalmente os Planossolos, associados aos Neossolos Litólicos Eutróficos e manchas delgadas de Neossolos Flúvicos Eutróficos.

A distribuição da cobertura vegetal na área é influenciada pelo conjunto dos fatores naturais anteriormente referidos. Os setores mais úmidos dos maciços residuais são recobertos pela floresta pluvionebular subperenifólia. Já no sopé, observa-se uma mata seca semicaducifólia que vai ocupando as superfícies mais baixas, evidenciando uma vegetação de transição, que entra em contraste com a paisagem sertaneja, revestida por diferentes tipos caatinga e por pequenas manchas de mata ciliar. Nesses ambientes prospera uma rica vida animal associada à cobertura vegetal e umidade local a qual compõe florestas úmidas e secas. No entanto, a diversidade de fauna e flora local, ainda não está, em sua totalidade, descrita e/ou registrada.

Dentre as profundas modificações impostas ao ambiente da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora pela atividade humana, destaca-se a remoção da cobertura vegetal, que vem ocorrendo de maneira acelerada nas últimas décadas, através da expansão desordenada das áreas urbanas e industriais, do emprego de técnicas agrícolas inadequadas e de várias outras formas de ocupação que degradam o ambiente.

Na paisagem agrária das vertentes úmidas e subúmidas das serras, além do predomínio da bananicultura, onde se empregam técnicas tradicionais de cultivo caracterizadas pelo baixo nível tecnológico e baixa produtividade, pode-se observar o plantio de culturas permanentes de fruteiras (mangueiras, jaqueiras, laranjeiras, abacateiros, etc.), além de pequenas lavouras de subsistências (milho, feijão, inhame, etc.).

Em quase todas as vertentes do maciço de Maranguape, as plantações de café, laranja e tangerina foram substituídas pela bananicultura, o que se caracteriza como um dano ambiental, uma vez que o seu cultivo exige a erradicação do extrato arbóreo original, provocando significativas alterações microclimáticas na área do maciço, além da intensificação dos processos morfodinâmicos. Com o declínio do café sombreado, no final da segunda década do século XX, os cafezais e os laranjais foram, paulatinamente, sendo substituídos por plantios de bananeiras.

Para Cordeiro (2012) a expansão desordenada, no maciço de Maranguape, da bananicultura foi acompanhada por queimadas e desmatamentos, exercendo assim forte influência no desencadeamento dos movimentos de massa de encostas. Já as áreas que, com o passar do tempo, ficaram improdutivas ao cultivo da bananeira, passaram a ser exploradas pela agricultura de subsistência, tornando ainda mais críticos os processos morfodinâmicos atuantes e a sua velocidade de atuação.

Na superfície sertaneja propriamente dita e, particularmente, nas manchas de tabuleiros pré-litorâneos, o aproveitamento do solo é dominado pelo complexo pecuária – avicultura - lavouras de subsistência. O uso da terra na depressão se complementa nas planícies fluviais, onde além do extrativismo vegetal da carnaúba, são cultivadas a cana-de-açúcar e lavouras de vazante.

A diversidade dos ambientes naturais foi fator condicionante para o desenvolvimento

não somente das atividades agropecuárias, mas também para a implantação das primeiras indústrias. Produtos como o algodão e a cana-de-açúcar contribuíram para o surgimento das primeiras unidades fabris e para a instalação de infraestruturas, a partir de dezembro de 1959, com a criação da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) e da sua política de incentivos fiscais. Porém, nas últimas décadas do século XX, significativas mudanças ocorreram na divisão territorial do trabalho, com as atividades agropecuárias perdendo importância, principalmente, no início da década de 1980, relacionada à praga do bicudo na cultura do algodão, à baixa eficiência do empresariado rural e às dificuldades do setor em agregar valor à sua produção.

No entanto, grande parte dos problemas ambientais, verificados na área da sub-bacia do rio Pirapora, possui estreita relação com o adensamento urbano, desprovido de infraestrutura de serviços básicos, trazendo inúmeros problemas relacionados ao uso e ocupação do solo, refletindo um quadro de degradação ambiental dos seus recursos naturais, comparável ao que ocorre em outros centros urbanos do país.

Assim, o processo de urbanização pode ser visto como um marco-tensor dos impactos ambientais, principalmente na vertente oriental do maciço de Maranguape. Foi a partir deste processo que foi desencadeada uma série de eventos morfodinâmicos, os quais produziram impactos negativos na ecologia da paisagem, influenciando os indicadores socioambientais da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora.

## **Intervenções antrópicas e a morfodinâmica atual**

Os processos morfodinâmicos envolvem diversos tipos de agentes tais como ações fluviais, térmicas, pluviais e gravitacionais. Uma importante área de estudo da morfodinâmica que tem ganhado grande notoriedade nacional e internacional é o estudo dos movimentos gravitacionais de massa. O intenso interesse sobre esses processos reside nos inúmeros danos sociais e econômicos provocados por eventos catastróficos, tanto no Brasil como em outros países.

Tendo em vista a necessidade de se adotar critérios atualizados para se analisar e classificar os movimentos de massa na área de estudo, adotaram-se as publicações de Dikau (2004) e Varnes (1978). Os trabalhos citados utilizam terminologias aceitas pela Sociedade Geotécnica Internacional, no grupo de trabalho responsável pelos inventários acerca de movimentos de massa no mundo (Working Party on World Landslide Inventory – WP/WLI), vinculado à Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO).

De maneira geral, Dikau (2004) divide os movimentos de massa em quedas (falls), tombamentos (topple), deslizamentos (slides) rotacionais e translacionais, espalhamentos laterais (lateral spreading), fluxos ou corridas (flow) e movimentos complexos (complex).

A região da sub-bacia do rio Pirapora, conforme se deduz a partir de considerações feitas anteriormente, apresenta diferentes mecanismos morfogenéticos nos seus mais diversos ambientes e isso se deve a significativa variação de fatores naturais tais como relevo, vegetação, clima e solos.

Na superfície sertaneja, a morfogênese é típica de clima semiárido, que tem como componentes principais a desagregação mecânica das rochas e o escoamento superficial marcado por chuvas concentradas nos meses de março-abril-maio, tornando-se escassas a partir de junho e atingindo o rigor máximo da estiagem, de setembro a dezembro. A eles vêm-se associar os processos bioquímicos, de importância secundária

na elaboração do relevo. O predomínio da desagregação mecânica na estiagem está relacionado às mudanças térmicas diurnas e noturnas, que acarretam uma desigual dilatação e contração dos minerais.

Nas partes intermediárias das encostas e nos níveis mais rebaixados dos maciços, as alternâncias umidade-secura, bem como a deficiente proteção exercida pelo revestimento, facilitam a remoção do manto alterado, pelo escoamento superficial, por ocasião das chuvas. Assim, na estiagem há predomínio dos processos mecânicos; enquanto que na época das chuvas, predominam os processos físico-químicos.

Localizada na porção oeste da sub-bacia do rio Pirapora, a vertente oriental da serra de Maranguape, além do seu topo situado acima de 900m, é submetida a um regime de precipitações elevadas e mais regularmente distribuídas durante o período chuvoso. Os processos de morfogênese química têm primazia ao lado das profundas incisões da drenagem. A dissecação nesse maciço esculpiu formas de topos convexos e aguçados (Figura 7).

Na vertente de sotavento da serra da Aratanha, porção sudeste da sub-bacia, as feições morfológicas são mais conservadas e têm alterações menos espessas. A incisão fluvial é pouco marcada, justificando pequena amplitude altimétrica entre os fundos de vales e os interflúvios. De modo geral, prevalecem condições de morfogênese mecânica.

**Figura 7**– Vista parcial da vertente centro-oriental da serra de Maranguape-Ceará.



Fonte: pesquisa de campo, março 2012.

Já as planícies fluviais da sub-bacia denunciam evidências resultantes de uma evolução recente da paisagem. Para montante, onde o entalhe é mais efetivo, evidencia-se o trabalho da ação hidráulica e da corrosão fluvial. Isso se traduz na ocorrência de material imaturo e de maior calibre. Por outro lado, à jusante, na superfície sertaneja rebaixada, constata-se uma convergência da rede de drenagem onde processa-se a deposição dos materiais mais finos, silticos-arenosos.

A degradação do ambiente da sub-bacia intensificou-se drasticamente a partir da intervenção do homem, por meio de atividades agropecuárias, extrativismo vegetal e mineral, expansão urbana, canalização e retificação dos cursos d'água e incorporação de novas áreas ao sistema produtivo. Essas ações exercem pressão direta sobre as áreas naturais, sobretudo a partir da retirada da cobertura vegetal e a consequente exposição dos solos aos fatores hidroclimáticos. Em se tratando de áreas com declives acentuados, como é o caso da vertente oriental da serra de Maranguape, sujeitas às precipitações torrenciais e constantes alterações impostas pelas intervenções antrópicas, os processos erosivos tendem a se pronunciar de maneira acelerada e, muitas vezes, catastrófica.

Tendo em vistas as características naturais das áreas serranas da sub-bacia do rio Pirapora,

pode-se afirmar que os movimentos de massa ocorrem, de forma predominante, através de duas categorias: queda de blocos e deslizamentos translacionais ou planares.

Os deslizamentos translacionais planares ocorrem quando o material se move encosta abaixo ao longo de uma superfície de ruptura relativamente plana. A superfície de ruptura pode estar associada a diferenças texturais em horizontes pedogenéticos, ou até mesmo no contato entre o regolito e a rocha matriz.

De acordo com Dikau (2004), esses movimentos são controlados pela superfície de fraqueza dentro da estrutura do material formador da inclinação e podem ocorrer associados com três tipos de material: rochas, solos e detritos como troncos de árvores. Esses movimentos tendem a ocorrer em áreas já antropizadas e logo após eventos de chuvas intensas.

Na vertente úmida da serra de Maranguape, os deslizamentos translacionais geralmente ocorrem em áreas de regolito um pouco mais profundo, podendo estar associados com argissolos recobertos por mata úmida. Nesses casos, os declives são um pouco menos íngremes que as áreas de ocorrência de quedas, podendo-se observar classes de declividade em torno de 25 - 35°.

Apesar de se tratarem de eventos morfogenéticos naturais, os deslizamentos nessa vertente do maciço de Maranguape, têm deixado sérios danos sociais através de eventos catastróficos. Esses processos tornaram-se mais comuns em função da expansão desordenada das atividades agrícolas, principalmente nas áreas de maior declividade, até culminarem com o deslizamento fatal de 1974, onde uma massa de solo e rocha escorregou, ceifando a vida de 12 pessoas e provocando perdas econômicas e naturais. O IPT (1975), em sua conclusão sobre os acontecimentos de 1974, no Estado do Ceará, considera o desmatamento e a bananicultura como catalisadores dos processos mencionados. Nessa área, o último deslizamento ocorreu em março de 2001, próximo ao sítio Romcy, na mesma vertente do relevo serrano (Figuras 8 e 9).

Os deslizamentos acelerados, característico da região, intensificaram-se a partir da sua ocupação, principalmente a partir de 1960, em função da bananicultura, ocupando áreas cada vez mais impróprias, e pelo crescimento desordenado da sede municipal, desprovida de plano diretor compatível com as características dos componentes naturais que compõem a área. A retirada da cobertura vegetal original para implantação de cultivos, notadamente de café, laranja e banana em ambas as vertentes dos maciços desencadeou uma rápida degradação dos solos, tanto em nível da diminuição da fertilidade, como da atuação dos processos de erosão hídrica.

**Figura 8** – Deslizamento de março de 2001 em áreas de cultivo de banana na vertente centro-oriental do maciço de Maranguape-Ceará.



Fonte: Cordeiro, março 2001.

**Figura 9** – Atual aspecto da área do deslizamento translacional ocorrido no maciço de Maranguape, Ceará, em março de 2001..



Fonte: pesquisa de campo, março 2012.

Nas áreas serranas, nas construções residenciais, é comum observar o sistema de construção corte/aterro, que cria condições de instabilidade na vertente e aumenta a suscetibilidade para ocorrência de deslizamentos. Dessa forma, o relevo fica exposto aos processos erosivos, tais como sulcos, ravinas e deslizamentos em vertentes de declividade mais acentuada (Figura 10 e 11).

**Figura 10** – Corte de encosta para construção de residência, com a presença de muro de arrimo, para minimizar os efeitos do escoamento pluvial, e com substrato rochoso susceptível a movimento de massa, serra de Maranguape, Maranguape-Ceará.



**Figura 11** – Construção, de segunda residência, em encosta íngreme com significativos cortes na vertente centro oriental do maciço de Maranguape-Ceará.



Fonte: pesquisa de campo, maio 2012.

Já a queda de blocos são movimentos livres de material a partir de encostas íngremes e podem ser provocadas por diversos fatores como o ângulo da declividade da encosta, o tamanho e as formas das juntas de rochas, tipos de rochas e sua deformação, além da cobertura vegetal. Esses eventos são extremamente rápidos, onde uma rocha, de tamanho variado, se desprende de uma encosta e cai no sentido da declividade (Figura 12).

**Figura 12** – Antigo desabamento pela ação da gravidade: bloco de dimensão da ordem de  $m^3$ , em encosta íngreme da serra de Maranguape-Ceará.



Fonte: pesquisa de campo, maio 2012.

Na área em questão as quedas de blocos ocorrem predominantemente em

encostas com declives superiores a 40°, sobretudo em altitudes superiores a 700 metros. Nesses setores evidencia-se uma grande incidência de relevos escarpados recobertos por neossolos litólicos associados com afloramentos rochosos. Nesses casos as rochas se desprendem após a ação do intemperismo, sobretudo quando da ocorrência de planos de descontinuidade, como diaclases.

Esses movimentos apresentam um elevado risco para ambientes montanhosos, como no caso da serra de Maranguape e Aratanha, podendo causar a interrupção de estradas ou até mesmo a destruição de áreas residenciais, localizadas na parte inferior de encostas que apresentam blocos soltos.

Alguns desabamentos também depositam material grosseiro em calhas fluviais que, a partir daí, passam a ser transportados pelos rios. Alguns desses depósitos demonstram a elevada capacidade energética da rede de drenagem tendo em vista a magnitude dos blocos transportados (Figura 13).

A variação dos tipos de movimentos de massa na vertente dissecada úmida da serra de Maranguape está diretamente relacionada com o material da encosta, que acaba tendo uma relação indireta com a declividade. O manto de intemperismo areno-argiloso tende a formar deslizamentos, enquanto que o material rochoso proporciona quedas.

Ao longo da vertente centro oriental do maciço de Maranguape observa-se, também, antigos depósitos de corrida de detritos de diferentes tamanhos que, podem variar de  $\text{cm}^3$  a  $\text{m}^3$ . Esses depósitos evidenciam elevada capacidade energética do passado e podem indicar a possibilidade desses processos serem reativados a partir de novas categorias de movimentos tais como o creep (Figura 14). Cabe aqui destacar que, na vertente oriental da serra de Maranguape, grande parte dos ecossistemas se desenvolveu sobre antigas corridas de detritos indicando uma instabilidade morfodinâmica muito elevada que, até hoje, é muito pouco estudada. Nessa perspectiva, cabe uma investigação científica posterior desse material coluvial.

**Figura 13** – Vale do rio Pirapora: local de convergência de movimento de massa e transporte fluvial, Serra de Maranguape- Ceará.



**Figura 14** – Antiga corrida de detritos identificada em cotas elevadas da vertente centro-oriental do maciço de Maranguape, Ceará.



Fonte: pesquisa de campo, novembro de 2012.

Portanto, as principais causas da intensificação dos movimentos de massa na vertente centro-oriental da serra de Maranguape foram, comprovadamente, o desmatamento, os cortes de encostas acentuadas e o cultivo desordenado das atividades agrícolas, com destaque para bananicultura, nas áreas de maior declividade (Figura 15). Cabe destacar que as encostas orientais do referido maciço já apresentam características morfoestruturais que indicam ambientes fortemente instáveis do ponto de vista morfodinâmico.

**Figura 15** – Bananeiral instalado nas encostas íngremes da serra de Maranguape, Ceará.



Fonte: pesquisa de campo, novembro de 2012.

Tendo em vista as características naturais da área da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora e, principalmente, da vertente centro-oriental do maciço de Maranguape, pode-se dizer que a presença do homem e a sua atuação é um fator de grande instabilidade, pois as suas intervenções cada vez mais agressivas, possuem fortes implicações, que influenciam na ocorrência de diversos tipos de processos morfodinâmicos.

Em todos os movimentos de massa que foram apresentados, os componentes geoambientais têm a sua contribuição, mas na análise que se fez, sentiu-se a necessidade de realçar a influência das atividades antropogênicas no desencadeamento desses

eventos, pois o uso dos recursos naturais, sem o conhecimento e observância de suas interações, vem potencializando impactos ambientais negativos nos ambientes rurais e urbanos da sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora.

A ocupação indiscriminada das encostas do maciço de Maranguape, a partir de atividades agrícolas, associada à expansão desordenada das áreas urbanas e a construção de estradas, sem a adoção de medidas de estabilização, vem disseminando a ocorrência de processos morfodinâmicos, em áreas que se encontravam anteriormente em equilíbrio dinâmico.

Desta forma, a área da sub-bacia do rio Pirapora apresenta um quadro crítico de problemas ambientais decorrentes de usos inadequados e interferências físicas não apropriadas aos requisitos de manutenção do sistema como um todo. Os principais componentes naturais da sub-bacia coexistem em permanente e dinâmica interação, respondendo às interferências naturais e àquelas de natureza antrópica, que por vezes operam no sentido de desencadear e/ou acelerar os processos naturais verificados na área de estudo.

Alguns setores da sub-bacia do rio Pirapora, principalmente, o setor centro-oriental do maciço de Maranguape, são identificados como de grande perigo de ocorrência de movimentos de massa, havendo desta forma, a necessidade de elaboração de estudos mais aprofundados sobre essa temática para que esse tema tenha uma maior ênfase dentro das estratégias de planejamento e gestão ambiental em escala municipal e regional.

Nestes setores da sub-bacia do rio Pirapora, identificados como de grande risco de deslizamentos e inundações, há a necessidade de demolição de algumas casas e consequente remoção das famílias. Esses locais devem contar com obras urbanísticas e paisagísticas, como a construção de praças e/ou reflorestamento das nascentes e margens dos cursos fluviais, dependendo do grau de risco que a área apresente. Para tanto, a utilização de medidas de contenção, associadas à instalação de galerias pluviais e rede de esgoto, bem dimensionadas para os totais pluviométricos da área e do esgoto resultante do número de habitações existentes, tende a evitar ou minimizar a ocorrência dos processos erosivos na sub-bacia.

Finalmente, espera-se que as contribuições apresentadas possam servir para que se questione a implementação de políticas públicas voltadas para a sustentabilidade e que contribuam para uma melhor compreensão acerca das características da morfodinâmica dos ambientes que compõem a sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora.

## Referências

AB'SÁBER, Aziz Nacib. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

AMARAL, Cláudio Palmeiro; FERNANDES, Nelson Ferreira. Movimentos de massa: uma abordagem geológico-geomorfológica. In: CUNHA, Sandra Baptista de; GUERRA, Antonio José Teixeira. (Orgs.). **Geomorfologia e meio ambiente**. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. p. 123-194.

BASTOS, Frederico de Holanda. Movimentos de massa no maciço de Baturité (CE) e contribuições para estratégias de planejamento ambiental. 2012. **Tese** (Doutorado em Geografia) - Curso de Pós-Graduação

em Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE.

BERTRAND, Georges. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Caderno de Ciência da Terra**, v. 13, p. 1-27. São Paulo, 1972.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Atlas brasileiro de desastres naturais 1991 a 2010**: volume Brasil. Florianópolis: CEPED/UFSC, 2012.

CEARÁ (Estado). **Proposta de dimensionamento do semiárido brasileiro**. Fortaleza: BNB/FUNCEME, 2005.

CORDEIRO, Abner Monteiro Nunes. Diagnóstico geoambiental da APA da serra de Maranguape (Maranguape-CE) como subsídio a elaboração de um plano de educação ambiental. 2012. **Monografia** (Especialização em Geografia: Educação Ambiental) – Curso de Geografia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza – CE.

DIKAU, Richard. "Mass Movement". In: GOUDIE, Andrew (Orgs.). **Encyclopedia of Geomorphology**. 2004. p. 644 – 652.

GUERRA, Antonio José Teixeira. Encostas urbanas. In: GUERRA, Antonio José Teixeira. (Org.). **Geomorfologia urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p. 13-39.

GUIDICINI, Guido; NIEBLE, Carlos. Manoel. **Estabilidade de taludes naturais e de escavação**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1984.

INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICAS-IPT. Estudo preventivo e corretivo dos movimentos coletivos de solo e rochas na serra de Maranguape. **Relatório Técnico** - Fase de Diagnóstico. São Paulo. v. 1, n.1, 1975.

NIMER, Edmon. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1979.

OLIVEIRA, Antonio Manoel dos Santos et al. Tecnógeno: registros da ação geológica do homem. In: SOUZA, Celia Regina de Gouveia (Ed.). **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2005. p. 363-378.

SOUZA, Marcos José Nogueira de. **Zoneamento ambiental e plano de gestão da APA da serra de Maranguape**. Fortaleza: SEMACE, 1999.

\_\_\_\_\_. Bases Naturais e Esboço do Zoneamento Geoambiental do Estado do Ceará. In: LIMA, Luiz Cruz (Org.). **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará**. Fortaleza: FUNECE, 2000. p. 127-140.

SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes. Tempos Longos... Tempos Curtos... Na análise da natureza. **Geografares**. Vitória, n. 3, p. 159-163, 2002.

TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE/SUPREM, 1977. 91p.

TOMINAGA, Lídia Keiko. Escorregamentos. In: TOMINAGA, Lídia Keiko; SANTORO, Jair; AMARAL,

Geografia Ensino & Pesquisa, v. 18, n.1, p. 135-154, jan./abr. 2014.

Cordeiro, A.M.N.; Garcez, D. S.; Bastos, F de H.

ISSN 2236-4994

I 153

Rosângela do. (Orgs.). **Desastres naturais**: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. p. 25-38.

VARNES, David Joseph. Slope movement types and process. In: SCHUSTER, Robert L., KRIZEK, Raymond J. (Eds.). **Landslides**: analysis and control. Transportation Research Board. National Academy of Sciences, Special Report 176. 1978. p. 12-33.

## **Correspondência**

**Abner Monteiro Nunes Cordeiro**

**E-mail:** abnermncordeiro@hotmail.com

Recebido em 2 de fevereiro de 2013.

Revisado pelo autor em 5 de fevereiro de 2014.

Aceito para publicação em 5 de março de 2014.