



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe



Análise do Processo de Voçorocamento e Proposta de Ordenamento Territorial no Litoral Sul da Paraíba (Brasil)

Bilal Sanmartin Paladini¹, Rafael Cámara Artigas², Eduardo Rodrigues Viana de Lima³

¹Geógrafo – Aluno da Pós-Graduação da Universidade de Sevilha – Espanha. E-mail: bilalpaladini@hotmail.com;

²Geógrafo – Professor da Universidade de Sevilha - Espanha. E-mail: rcamara@us.es; ³Geógrafo – Professor da Universidade Federal da Paraíba – João Pessoa/PB. E-mail: eduvianalima@gmail.com.

Artigo recebido em 17/07/2012 e aceito em 15/09/2012

RESUMO

Para se chegar a uma proposta de ordenamento territorial no sentido de minimizar os problemas decorrentes dos processos erosivos intensos existentes no litoral paraibano, foi feito um estudo sobre a gênese de duas voçorocas, buscando-se propor uma hipótese baseada nas mudanças do uso do solo, uma vez que a área sob estudo é muito sensível a esse tipo de processo erosivo devido suas características geomorfológicas, climatológicas e de uso do solo. A partir do conhecimento da gênese desses processos erosivos e através de uma cartografia de riscos naturais associados a voçorocas, foi proposto o ordenamento territorial do litoral sul da Paraíba, levando em consideração a possibilidade de criação de corredores ecológicos entre manchas de Mata Atlântica e outros tipos de vegetação nativa em áreas susceptíveis a erosão linear.

Palavras-chave: Voçoroca, piping, laterita, erosão.

Review of the Voçorocamento and Proposed Land Use on the South Coast of Paraíba (Brazil)

ABSTRACT

The main objective of this work is to make a proposal of natural resources management with the aim of generate cartography of natural hazards linked to gullies. The final aim of the research is to create cartography of natural hazards linked to gullies processes in order to create corridors between patches of Atlantic Forest. A description of two *voçorocas* was executed to formulate a hypotesis aiming to explain the genesis of the erosion based on land uses changes. Finally we explained the recover and stabilitation process on the erosion carried out by the LEPAN (Laboratory of Spacial Analisis - Federal Universtity of Paraíba). Our area is very susceptible to gully processes due his geomorphology, climatology and human occupation.

Keywords: Voçoroca, piping, laterite, erosion.

1. Introdução

O desenvolvimento de voçorocas constitui um importante risco geomorfológico na zona intertropical, que afeta o homem e suas atividades, já que provocam uma perda de solos cultiváveis, assim como uma ameaça às infraestruturas.

Ravinas e voçorocas são incisões no solo resultado da tendência dos sistemas naturais a atingir um estado de equilíbrio entre a energia disponível (das enxurradas para erodir) e a eficiência do sistema em dissipar energia (das vertentes) (Guerra et al., 1999).

No que respeita aos solos, tanto a mudança na quantidade de energia disponível

* E-mail para correspondência: bilalpaladini@hotmail.com (Paladini, B. S.).

(aumento dos fluxos superficiais concentrados de água), como a eficiência do sistema em dissipar energia (proteção do solo pela vegetação), podem levar para uma situação de desequilíbrio entre a energia disponível e a capacidade de dissipar energia.

Ravinas e voçorocas são, portanto, canais incisivos resultado das mudanças naturais produzidas pelo homem na capacidade que um sistema tem de dissipar energia.

O processo de desenvolvimento de sulcos e ravinas (estágios prévios ao desenvolvimento de voçorocas) começa após o impacto da gota de chuva sobre o solo nu. Esse impacto quebra os agregados do solo em agregados menores e os desloca. Os agregados já quebrados recheiam os poros da superfície do solo diminuindo a porosidade, dificultando a infiltração e fomentando a concentração do fluxo superficial de água (Guerra et al., 1999).

Na zona litorânea da Paraíba tem ocorrido diversos problemas relacionados aos processos erosivos lineares, uma vez que a mata Atlântica tem sido eliminada desde a colonização portuguesa, restando somente 0,6% da sua extensão original nesse trecho (SUDEMA, 2004). A mata foi removida principalmente para o cultivo de cana-de-açúcar.

Em virtude desse fato, o principal objetivo deste trabalho é fazer uma proposta de proteção e conservação dos remanescentes de mata atlântica, através da conectividade

que pode haver entre as áreas-núcleo ou fonte desse tipo de vegetação, mediante o estabelecimento de corredores ecológicos.

Para isso, é gerado como resultado um mapa de ordenamento dos recursos naturais na escala 1:25.000, com aplicações para a conservação do litoral sul da Paraíba, levando em consideração a prevenção de riscos geomorfológicos associados ao desenvolvimento de voçorocas.

A área de estudo se situa no Assentamento Rural Dona Antônia, criado no ano 1996, com o apoio da Comissão Pastoral da Terra (CPT). O assentamento tem uma área de 150 km², abriga 110 famílias e está dividido em 110 parcelas, com 5 hectares cada uma (Figura 1).

A área de estudo compreende uns 150 km² da Formação Barreiras. A história deste setor inclui episódios tectônicos, oscilações climáticas e do nível do mar acontecidas durante o Cenozóico, principalmente durante o Quaternário. Os baixos planaltos costeiros foram formados por diferentes fases de deposição ao longo do Terciário, desde o Oligoceno até o Plioceno médio, a partir da erosão do material desagregado do Maciço da Borborema, que repousa sobre o Pré-cambriano ou sobre o Cretáceo (Carvalho, 1982). Em análises sedimentológicas realizadas sobre o Grupo Barreiras, se constatou que as fontes de sedimentos são granitos, gnaisses e xistos, litologias predominantes no Planalto de Borborema (Furrier, 2007).

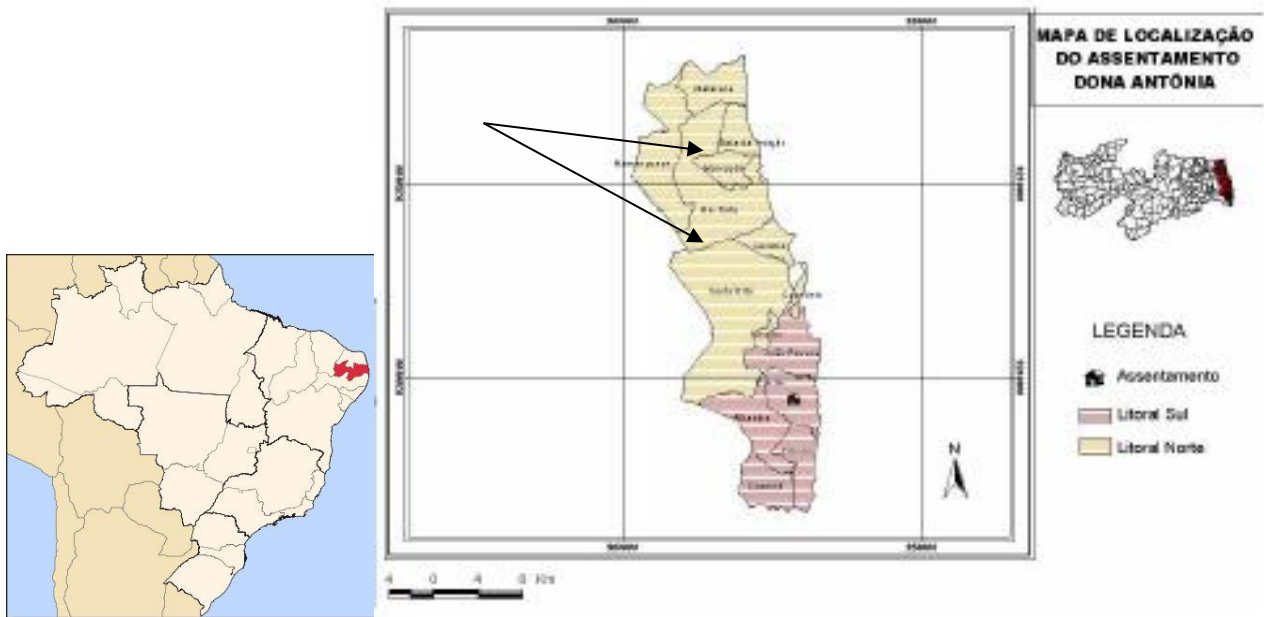


Figura 1. Localização da área de estudo.

A formação Barreiras compreende sedimentos limo-argilosos e arenosos mal selecionados, com linhas de gravas, sem estratificação. A área de estudo apresenta vertentes convexas propensas a serem seccionadas por sulcos e longas ravinas originadas pela concentração do escoamento superficial. As concreções lateríticas de média encosta atuam como camada impermeável e fazem surgir os fluxos subsuperficiais (Carvalho, 1982).

O clima é o principal agente exógeno modelador do relevo. Está constituído por um grupo de elementos que o caracterizam: temperatura, pressão, nebulosidade, precipitações, insolação e ventos. Dentre todos eles os mais importantes no processo de intemperismo são a temperatura e a precipitação. Em lugares onde a precipitação e a temperatura são elevadas, predomina o intemperismo químico no processo de

meteorização das rochas.

Pode-se constatar que a precipitação média na área é de 1700 mm, sendo junho o mês mais chuvoso, com um total de 300 mm aproximadamente. O mês mais seco é novembro, com 30 mm (SUDEMA, 2004).

As precipitações no litoral da Paraíba são motivadas por diferentes frentes, e isto se traduz numa desigual distribuição intra-anual e inter-anual das chuvas, acontecendo chuvas importantes durante o verão seco. Portanto, o desenvolvimento de ravinas e voçorocas pode ser importante durante esta estação, se o ano for chuvoso.

A atividade econômica que provocou mais desmatamento foi a cultura da cana-de-açúcar, especialmente após a criação do Programa Nacional do Alcool (PROALCOOL), em meados dos anos 70 do século passado. O aumento da área cultivada e da quantidade produzida de cana entre 1970 e

1985 foi de 388% e 370,9%, respectivamente (SUDEMA, 2004), restando somente 0,6% da extensão original de mata atlântica no estado da Paraíba no ano 2001. A aplicação principal desta cultura era a produção de biodiesel.

A expansão dos agrocombustíveis é uma atividade insustentável e consumidora de muita água (350 litros por kg de cana produzida). O crescimento econômico ilimitado é um fator de redução da biodiversidade, sendo uma atividade poluente, exportadora e concentradora de riqueza, e que provoca a exploração da classe trabalhadora (Paladini, 2008).

Na área de estudo existe uma luta pela terra e pela água entre os camponeses sem terra (muitos deles descendentes de escravos) e os latifundiários. Existe, portanto, um conflito de interesses na hora de considerar o que significa improdutivo em termos tanto qualitativos como quantitativos.

2. Material e Métodos

A hipótese de partida neste trabalho é a de que a eliminação da cobertura vegetal natural concentra o escoamento, acelerando os processos erosivos associados a voçorocas. O método desenvolvido contempla as seguintes etapas:

a) Técnicas de campo

Trabalhos de campo foram realizados para medir as morfologias de erosão, para obtenção de amostras estratigráficas e para realização de observações das voçorocas

utilizando GPS.

De outro lado, para auxiliar na identificação da dinâmica erosiva e conhecer melhor o avanço das mesmas, foi aplicada a metodologia de Guerra (1999), de colocar estacas ao redor das bordas das voçorocas.

b) Técnicas cartográficas

O mapa de uso do solo, de localização das voçorocas e de riscos naturais foram elaborados utilizando-se o software ArcGIS 9.2.

Primeiramente, foi realizada uma classificação dos usos do solo através da fotointerpretação de fotos aéreas de 1970, de 1985 e da imagem satélite de 2002, para conhecer a inter-relação entre a mudança de uso de solo e a gênese das voçorocas.

Posteriormente, foi desenvolvida uma cartografia de riscos por erosão associada a fluxos concentrados (processos de voçorocamento). Os lugares sensíveis ou vulneráveis a desenvolver voçorocas são os campos de cultivo ou outros usos do solo que deixam a superfície exposta e desprotegida ante a ação da enxurrada. Para ter esta informação foi preciso realizar uma reclassificação com a imagem satélite (do ano 2002) da área de estudo.

Segundo a metodologia de Guerra (1999), as áreas que apresentam pendentes de até $6,85^\circ$ se consideram de risco baixo ante processos de voçorocamento, entre $6,85^\circ$ e $11,3^\circ$, o risco é médio, e com mais de $11,3^\circ$ o risco é alto. O mapa de declividade foi gerado

com o módulo SLOPE do ArcGis 9.2, a partir de um Modelo Digital de Elevação.

Os lugares que apresentam risco ante esses processos são as áreas de cabeceira de drenagem sobre formações de textura arenosa e áreas com grande precipitação, que é o caso da área de estudo.

As áreas de cabeceira de drenagem em zonas desmatadas (susceptibilidade) e com maior declividade (perigo) produz a cartografia de riscos por processos de voçorocamento ou erosão linear.

c) Técnicas de laboratório

Foram feitos dois perfis granulométricos para conhecer as características texturais e a condutividade hídrica, e então poder inferir sobre os processos de evolução hexogenética e pedogenética nas voçorocas.

3. Resultados e Discussão

No assentamento Dona Antônia pode-se observar a existência de duas voçorocas. Uma localizada na zona de fluxo natural das águas, ou seja, em uma vertente coletora, e outra localizada em uma estrada de terra, originada por processos superficiais.

A primeira voçoroca originou-se quando o fluxo superficial atingiu o nível freático através dos *pipes*. Este fluxo, desenvolvido sobre uma formação arenosa e desprovida da vegetação, após a retirada da mata e o plantio de coco, fica sobre uma camada de silte e de concreções de ferro com

menor capacidade de infiltração, gerando um fluxo de água subsuperficial no contacto de ambas. Os lugares onde ocorrem os fluxos de água subsuperficiais se denominam dutos (português) ou *piping* (inglês).

O fluxo que emana deles também transporta sedimentos das camadas superiores que se agregaram à água infiltrada. À medida que aquele material é removido, o canal aumenta e produz o colapso do material situado acima, dando origem à voçoroca (Suertegaray, 2008). Esse colapso é o resultado da configuração de um fluxo de água formado sob pressão, em sentido contrário àquele procedente da infiltração que se desloca a montante.

De outra parte, a voçoroca localizada na estrada de terra foi originada por processos superficiais com ravinas, e por *pipings* que originaram sulcos, favorecendo a circulação subsuperficial. Embora esta feição erosiva se situe numa vertente distribuidora, a estrada deixa o solo desprovido de obstáculos, e as enxurradas se concentram sobre ela (Figura 2).

A análise granulométrica do perfil das duas voçorocas mostra um predomínio da fração areia em todo o perfil (86-92-77-57 e 55%), aumentando na base a fração silte-argila (aproximadamente 40%). Nos perfis sedimentológicos de ambas observa-se que a voçoroca desenvolvida sobre a estrada apresenta um perfil mais homogêneo de arenito e laterita originado pela lixiviação do ferro (Figura 3 e Foto 1).

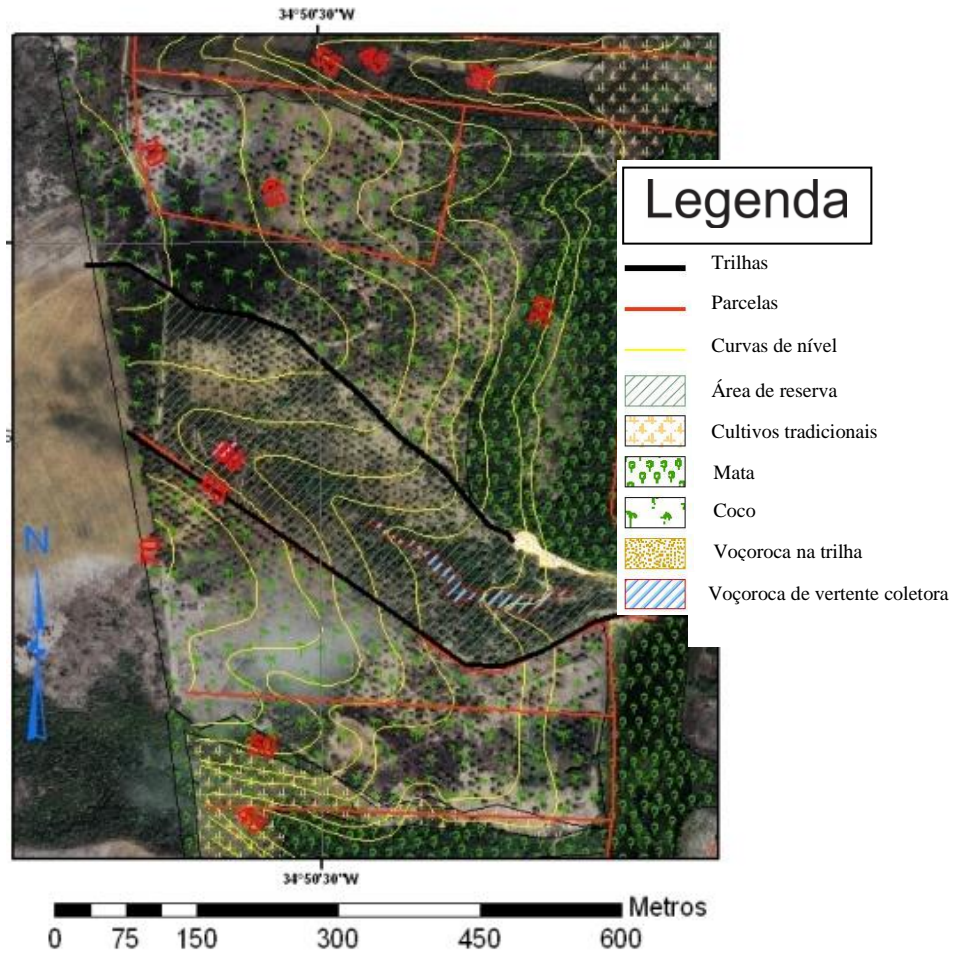


Figura 2. Localização e uso do solo nas áreas de ocorrência de duas voçorocas no litoral sul da Paraíba (Elaboração: Paladini, 2009).

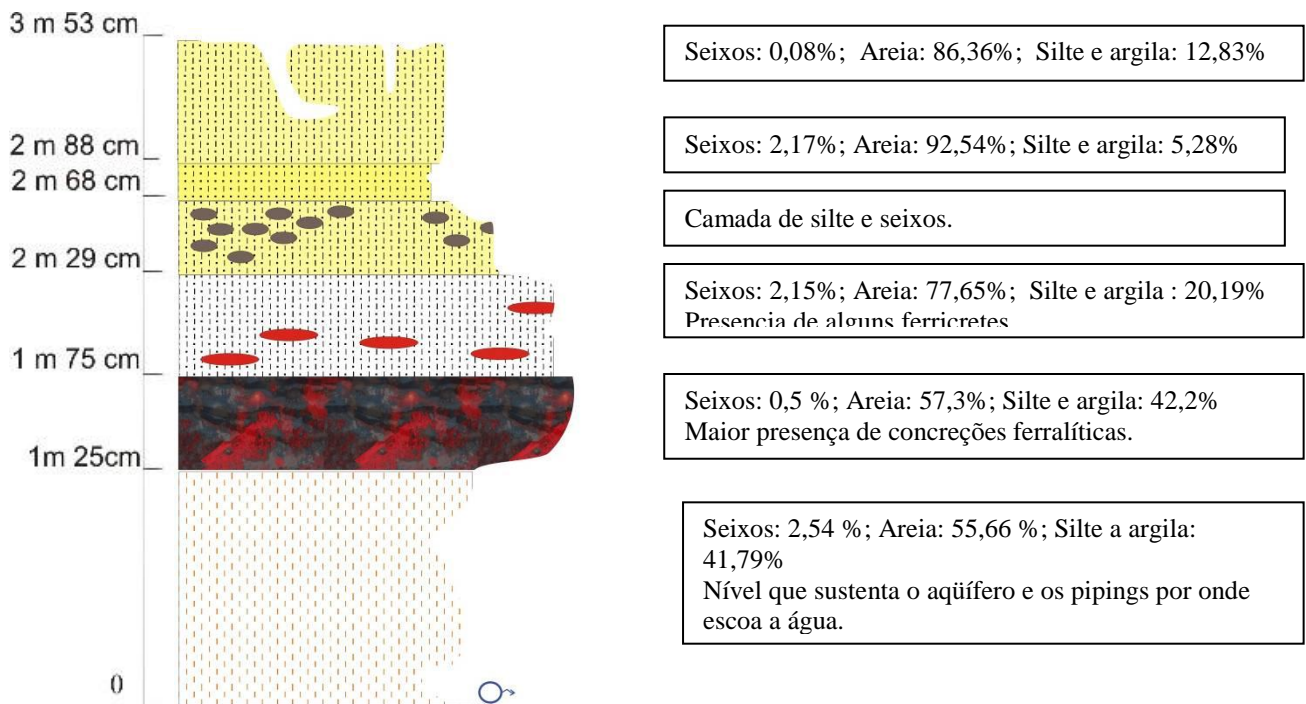


Figura 3. Estratigrafia de voçoroca da vertente coletora, com pipings (Modificado de Porto Lima, 2005).

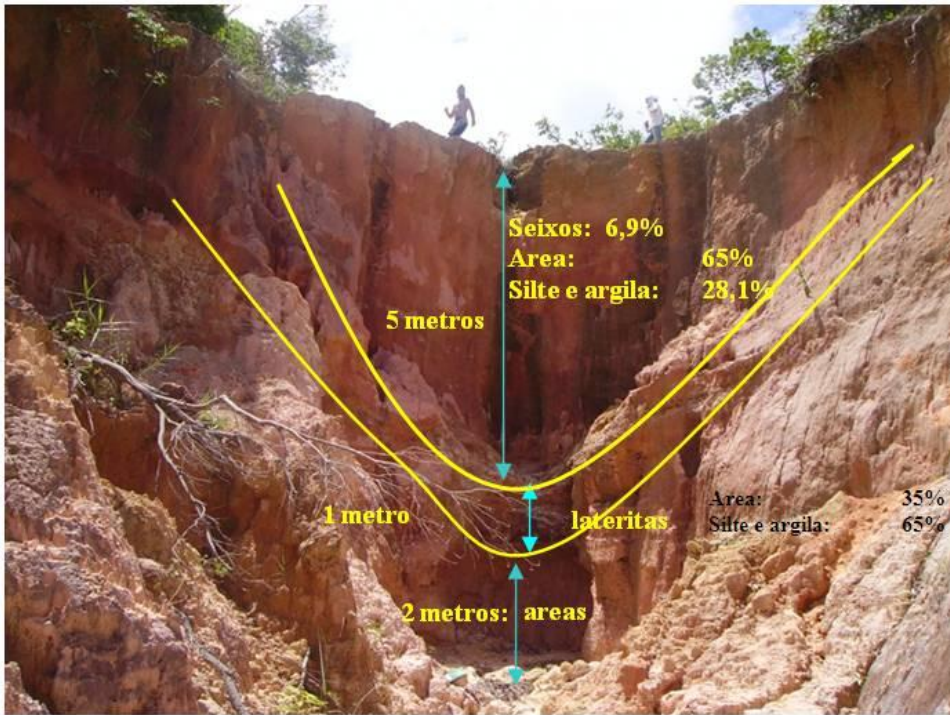


Foto 1. Perfil simplificado da voçoroca formada na estrada (Bilal Paladini, 2009).

A aplicação da metodologia de Guerra (1999) de medir o avanço de voçorocas mediante estacas forneceu os seguintes resultados:

- Voçoroca da vertente coletora: Foram colocadas sete estacas em diferentes pontos a distâncias de 10 metros, no

dia 13 de maio de 2009. Quatro meses mais tarde, coincidindo com o período mais chuvoso, as estacas continuavam a uma mesma distância e não se observaram blocos desprendidos dentro da erosão da voçoroca (Figura 4).

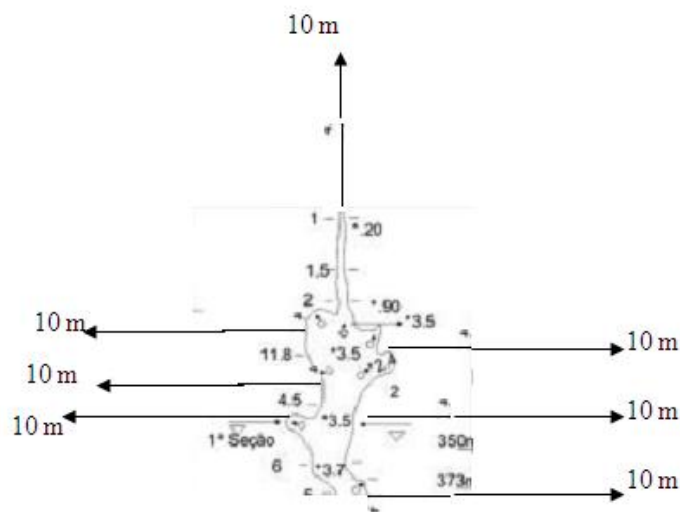


Figura 4. Estacas colocadas nas bordas da voçoroca da vertente coletora (Modificado de Porto Lima, 2005).

- Voçoroca da estrada: Apresenta avanço de alguns centímetros em alguns pontos e um avanço de ordem

métrica em um ponto onde se observa a caída de um bloco do talude vertical (Fotos 2 a 4).



Fotos 2. Estacas colocadas ao redor da voçoroca desenvolvida sobre a estrada e blocos desprendidos dentro da mesma (Bilal Paladini, 2009).

Foram identificados e espacializados três tipos de riscos: por formação de ravinas, por avanço de voçorocas e por formação de voçorocas. O primeiro tipo corresponde àquelas áreas sem vegetação, que se encontram ao lado ou nas cabeceiras das voçorocas. O segundo são as ravinas tributárias ou secundárias, que se desenvolvem nas cabeceiras das vertentes de menor ordem, com maior altitude. Por último, as áreas de risco por formação de voçorocas correspondem às ravinas onde se concentra o escoamento das vertentes principais (Figura

5).

Diante da identificação de como se dá o processo de voçorocamento nesse trecho do litoral paraibano, foi possível gerar um mapa de ordenamento do território para toda área de estudo, que apresenta as mesmas características físicas. A geração do mapa seguiu os princípios do método ecodinâmico (Díaz del Olmo, F. Cámara Artigas, R, 2004), que baseia-se na gestão sustentável dos recursos naturais e nas áreas que apresentam riscos ante a esses processos.

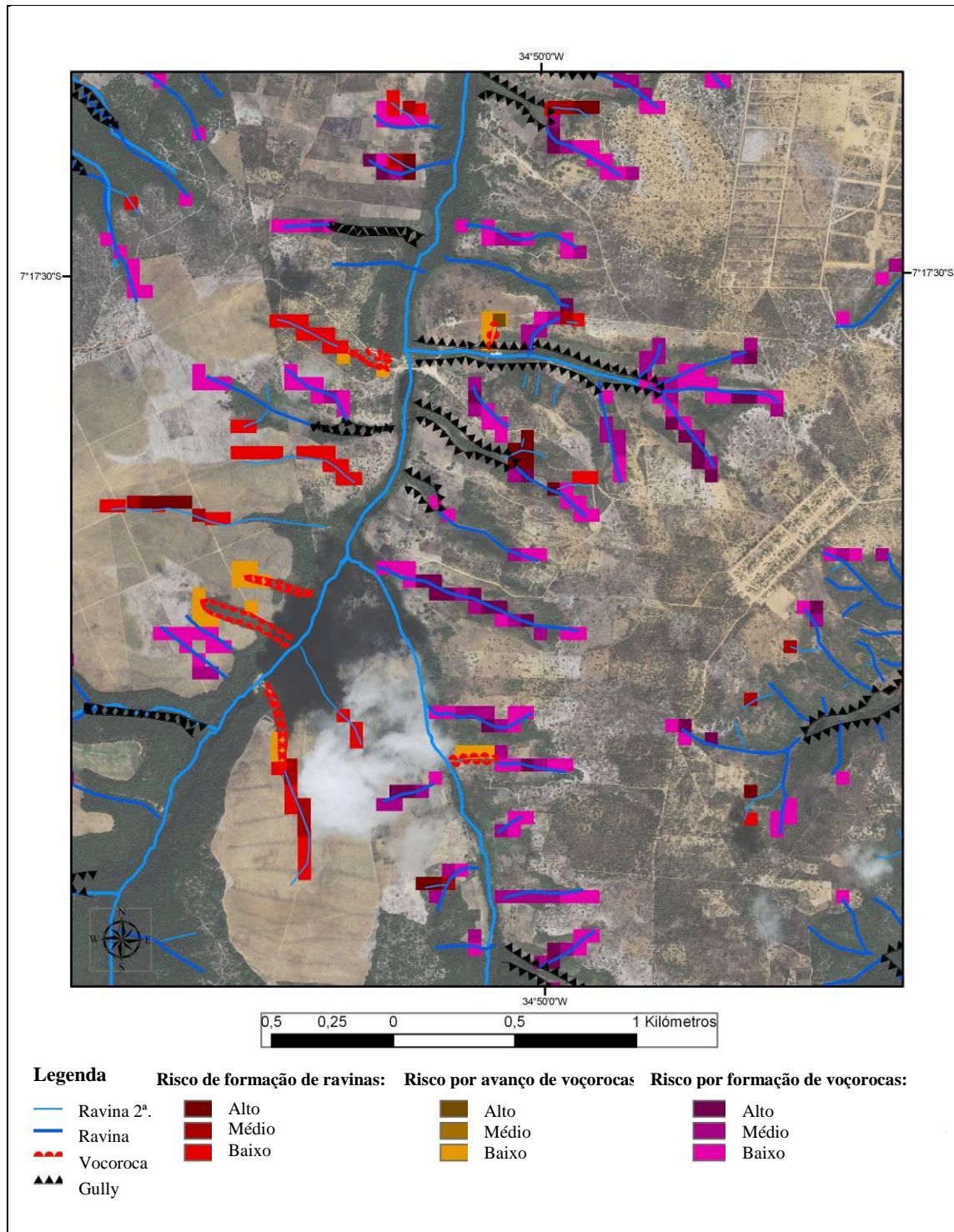


Figura 5. Riscos de erosão linear (Elaboração: Bilal Paladini, 2010).

As áreas núcleo ou de proteção integral existentes no mapa, são áreas de excepcionalidade e singularidade ambiental, de importância para a sustentabilidade ambiental do território (processos geológicos, integridade dos ecossistemas, biodiversidade e geodiversidade). No caso, corresponde com

as zonas de mata atlântica, de mangue e de cerrado. As áreas de restauração são aquelas que sofrem transformações pela atividade humana, que, se recuperadas, podem servir para conexão entre ecossistemas litorâneos importantes. As áreas de cabeceira de drenagem, que tem sido desmatadas,

apresentam alto risco ante aos processos de erosão linear. Por último, as zonas de aproveitamento sustentáveis são aquelas que apresentam uma maior intensidade produtiva

nessa área, no caso as zonas cultivadas que não apresentam risco ante aos processos de erosão linear (Figura 6).

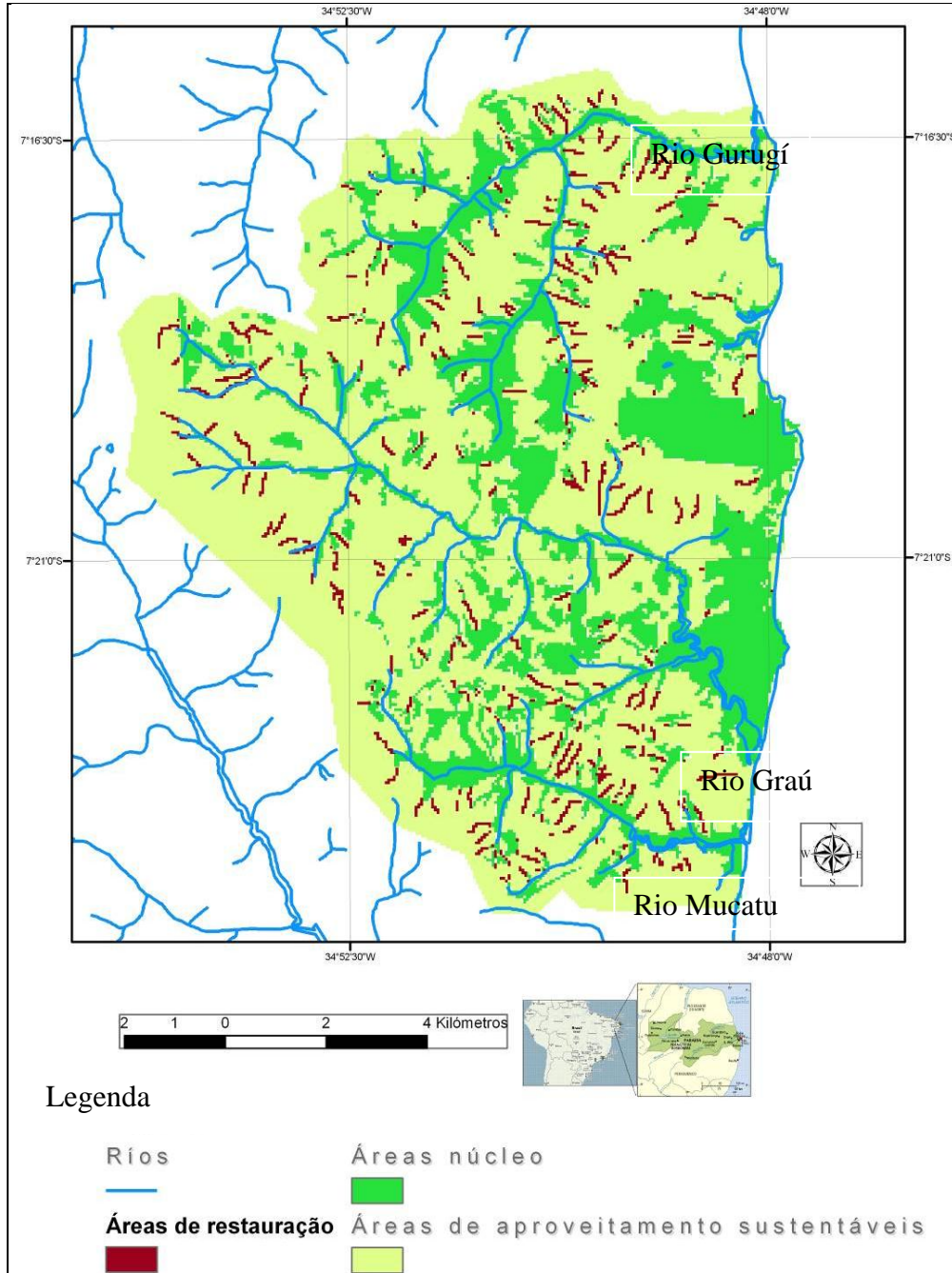


Figura 6. Mapa com proposta de ordenamento do território do litoral sul da Paraíba.

4. Conclusões

A voçoroca é uma morfologia de erosão por sufusão, articulada por pipes em substratos arenoso-siltosos com níveis de

evolução de crostas férricas por acumulação relativa e absoluta do ferro e antigos níveis de canais aluviais, vinculada a meios tropicais, afetados por chuvas intensas. A sua gênese

pode ser muito rápida (colapso instantâneo), podendo ter caráter catastrófico quando afeta lugares povoados.

O ordenamento dos lugares afetados pelo risco de voçorocas deve atender à conectividade dos sistemas naturais, à restauração das voçorocas e o fomento das atividades humanas não intensivas. As voçorocas podem servir como elementos de conectividade entre o cerrado de tabuleiro, a mata atlântica e o mangue no litoral, e constitui um aporte de água potável para as comunidades locais dos assentamentos de camponeses que se situam nas proximidades.

A recuperação ou estabilização de uma voçoroca pode se realizar mediante práticas de caráter vegetativo e mecânico. Na voçoroca estabilizada do Assentamento Dona Antônia, árvores frutíferas foram plantadas ao redor dela para manter o solo protegido. No fundo e na cabeceira da voçoroca foram plantados bambu e outras espécies, para forçar a infiltração da enxurrada. É por isso que se torna importante intervir em toda a vertente coletora, e não só a jusante, onde se desenvolve a voçoroca.

A transformação de propriedades improdutivas em assentamentos de camponeses pode gerar mudanças no uso da terra. Os camponeses praticam culturas de subsistência como mandioca, abacaxi, maracujá entre outras frutas, assim como batata e feijão, em lugar, por exemplo, de cana-de-açúcar, na luta pela soberania alimentar.

Os camponeses tiveram uma maior consciência dos problemas erosivos gerados ao cultivar em zonas de cabeceira de drenagem, e demonstraram o interesse em participar de ações de estabilização das voçorocas.

A escassez de mapas de grande escala e de imagens de alta resolução espacial da área de estudo, impediu a geração de mapas temáticos detalhados, que pudessem dar uma ideia mais aproximada do grau de proteção que diferentes usos ou tipos de vegetação podem apresentar ante os processos de erosão linear.

A diferenciação de cada processo segundo a porção da vertente, permite geri-la de forma integral, já que para evitar os efeitos da erosão linear tem-se que intervir sobre o conjunto da vertente, respeitando as áreas de cerrado e mata atlântica que ainda existem nas zonas de cabeceira de drenagem e estabelecendo áreas de restauração naquelas que estejam desmatadas.

5. Agradecimentos

Ao apoio fornecido pela Universidade Federal da Paraíba, através do Laboratório de Extensão e Pesquisa em Análise Espacial (LEPAN), para a realização desta pesquisa.

6. Referências

Cámara Artigas, R., Díaz del Olmo, F. (2004). Directrices de gestión para la conservación y desarrollo integral de un humedal centroamericano: Golfo de Montijo (litoral

del Pacífico, Panamá). ANAM-AECI. Panamá.

Carvalho, María Gelza R.F (1982). Estado da Paraíba: classificação geomorfológica. João Pessoa, Editora Universitária/UFPB.

Furrier, M. (2007). Caracterização geomorfológica e do meio físico da folha João Pessoa - 1: 100.000. Tese doutoral 2005- Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (FFLCH). Universidade de São Paulo.

Guerra, A.J.T., Silva, A.S., Botelho, R.G.M.

(1999). Erosão e conservação dos solos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.

Paladini, B. (2008). Algunos datos básicos sobre los biocombustibles. <http://www.pnuma.org/informacion/noticias/2008-01/17/#07-biocombustibles>. Última visita 01/12/2010.

SUDEMA (2004). Atualização do diagnóstico florestal do Estado da Paraíba - João Pessoa.

Suertegaray, Dirce María A. (2008). Feições ilustradas – 3.ed. – Porto Alegre: Editora da UFRGS.