

## Mapeamento Geomorfológico de detalhe: uma avaliação qualitativa em microescala da estabilidade da paisagem sobre uma microbacia semiárida do Estado de Sergipe

### Mapping detail Geomorphological: a qualitative assessment on landscape stability of microscale over a semiarid watershed of the State of Sergipe

PASKE<sup>1</sup>, H; LOBO<sup>2</sup>, L. O. T.; PEREIRA<sup>3</sup>, R. dos S.; AZAMBUJA<sup>4</sup>, R. N.  
[henriquepaske@yahoo.com.br](mailto:henriquepaske@yahoo.com.br)

**Resumo:** O presente trabalho teve como objetivo produzir um estudo de diagnóstico da fisiologia da paisagem sobre uma microbacia efêmera, localizada no município de Canindé de São Francisco, semiárido do estado de Sergipe. Através da aplicação da técnica de mapeamento em microescala foi possível representar cartograficamente inúmeros processos superficiais, que correspondem, via de regra, a erosão e sedimentação de sistemas fluviais intermitentes sobrepostos pelo uso e ocupação de terras. Os parâmetros de mapeamento da fisiologia da paisagem, levam em consideração uma valoração qualitativa do ambiente, determinando *in loco*, características e condições da litologia, solos, cobertura vegetal, clima, processos erosivos e uso do solo. Para tanto, foi delimitada uma área de 50x20 metros de largura, entre uma margem e outra do Riacho Cachoeirinho, subdividida em quadrículas de 1m<sup>2</sup>. Após a documentação das características físicas e tipo de uso de cada quadrícula, foram determinados três níveis de estabilidade do terreno através da identificação de processos de erosão linear e laminar, salinização e endorreísmo do fluxo de água no canal. Como resultado foi possível identificar a real situação ambiental do trecho mapeado, oferecendo importantes subsídios para fins de planejamento no uso e ocupação do solo e dos recursos hídricos.

**Palavras-chave:** Ambiente fluvial efêmero, mapeamento em microescala, fisiologia da paisagem.

**Abstract:** This study aimed to produce a landscape physiology diagnostic on an ephemeral watershed, located in Canindé de São Francisco, semiarid region of the state of Sergipe. Through the application of a micro scale mapping technique, it was possible to represent cartographically numerous surface processes, which correspond to the erosion and sedimentation of intermittent river systems, overlapped by the use and occupation of land. The landscape physiology mapping parameters take into account a qualitative evaluation of the environment, determining *in loco*, characteristics and conditions of lithology, vegetation, climate, erosion and the use of the soil. Therefore, an area of 50x20 meters was delimited, between two margins of Stream Cachoeirinho, subdivided into grids of 1m<sup>2</sup>. Following the documentation of physical characteristics and type of use of each square they were determined three levels of terrain stability by identifying straight and laminar erosion, salinization and endorheic water flow in the channel. As result, it was possible to identify the real environmental situation of the mapped stretch, providing important information for planning purposes in land use and occupation and water resources.

**Keywords:** fluvial environment ephemeral, micro scale mapping, landscape physiology.

<sup>1</sup> Henrique Paske

<sup>2</sup> Letice Oliveira Teixeira Lobo

<sup>3</sup> Ronald dos Santos Pereira

<sup>4</sup> Renata Nunes Azambuja

## **1. INTRODUÇÃO**

Na região do semiárido no Brasil, o sistema de abastecimento de água levanta grandes discussões, onde diversos fatores podem ser determinantes na limitação e até mesmo na escassez de água nessas regiões. Devido a este fato, as bacias hidrográficas são consideradas áreas de captação natural das águas pluviométricas e que através do escoamento superficial levam águas aos rios principais e seus afluentes, tornando-se responsáveis pelo abastecimento dos reservatórios superficiais e subterrâneos do semiárido.

A escassez agrava-se quando os processos erosivos são intensificados pela sobreposição de uso e ocupação de terras, trazendo prejuízos, em muitos casos, irreversíveis. A falta de conhecimentos técnicos por parte dos habitantes locais e o incremento de processos de salinização do solo acabam por diminuir a possibilidade de extração de água potável para abastecimento humano e animal, bem como para o uso na agricultura, já que a presença de sais no solo o torna mais susceptível ao impacto das chuvas torrenciais, que ocorrem nos sistemas semiáridos.

Os sistemas fluviais efêmeros no Nordeste do Brasil foram definidos por Mabeoone (1982,1998) como ambientes sedimentológicos orientados por um contexto fisiográfico compostos, via de regra, por plainos aluviais com seção transversal rasa e fundo chato, baixa eficiência de transporte e pequenos canais entrelaçados que ocorrem no leito do rio, acumulando barras de areia extremamente móveis. Lateralmente são limitados por pedimentos intermontanos, onde desenvolve-se um pavimento rudáceo, fruto da ação de fluxos laminares provocados pela ação de torrentes. A presença de arbustos e cobertura vegetal espaçada tende a gerar frequentemente uma elevada taxa de erosão dos pedimentos e sedimentação no fundo dos canais. Como resultado, o fluxo torrencial canalizado produz barras anastomosadas compostas por séries de areia grossa e cascalho, com presença espacialmente limitada de carga de suspensão (silte e argilas).

O atulhamento de sedimentos no fundo dos canais efêmeros tende a produzir um cenário de baixa capacidade de transporte pelos fluxos esporádicos de chuvas, promovendo segundo a concepção de BRIERLEY, G; FRYIRS, K. A.; JAIN, V (2006), a desconexão temporária entre afluentes e subafluentes caracterizada pela condição de endorreísmo destas bacias hidrográficas. Em sua grande parte, este processo corrobora para um aumento do nível de acúmulo de sais nos canais e conseqüentemente no sub aproveitamento dos recursos hídricos durante os longos períodos de estiagem, como identificado por Corrêa e Azambuja (2005).

A identificação das feições geomorfológicas, dos atributos estruturantes da paisagem e processos superficiais dentro de uma moldura em microescala, tem por objetivo apresentar uma

metodologia de estudo aplicado ao diagnóstico das condições ambientais de diversos recortes geográficos, neste caso especificamente sob a égide dos ambientes semiáridos do Nordeste do Brasil.

Localizada cerca de 230km de distância da capital Aracaju, a área de estudo situa-se no município de Canindé de São Francisco, semiárido do Estado de Sergipe. A microbacia semiárida do Riacho Cachoeirinha, representa um tributário direto da margem direita do Baixo São Francisco, com exutório sobre o lago artificial de Xingó. Possui uma área total de 40,101Km<sup>2</sup>, e altitude média de 167m, inserida entre as coordenadas geográficas 9° 32' 3'' e 9° 37' 30'' Sul e 37° 55' e 38° Oeste. (fig. 01)

Além do fato de ser considerada uma bacia de drenagem efêmera, devido a sua localização sobre o semiárido de Sergipe, esta região enfrenta inúmeros problemas relacionados diretamente ao mau uso dos recursos hídricos. Fisiograficamente a área de estudo é caracterizada como ambiente fluvial efêmero, sobre uma faixa de contato geológico cristalino/sedimentar, composta por largos interflúvios e baixa declividade dos pedimentos rochosos. A cobertura vegetal é composta por elementos arbóreo-arbustivos aberto. Os principais tipos de uso direcionam-se a agricultura de sequeiro e ao pasto livre, além de seu trecho final ser direcionado para fins turísticos, tanto recreativo quanto acadêmico.

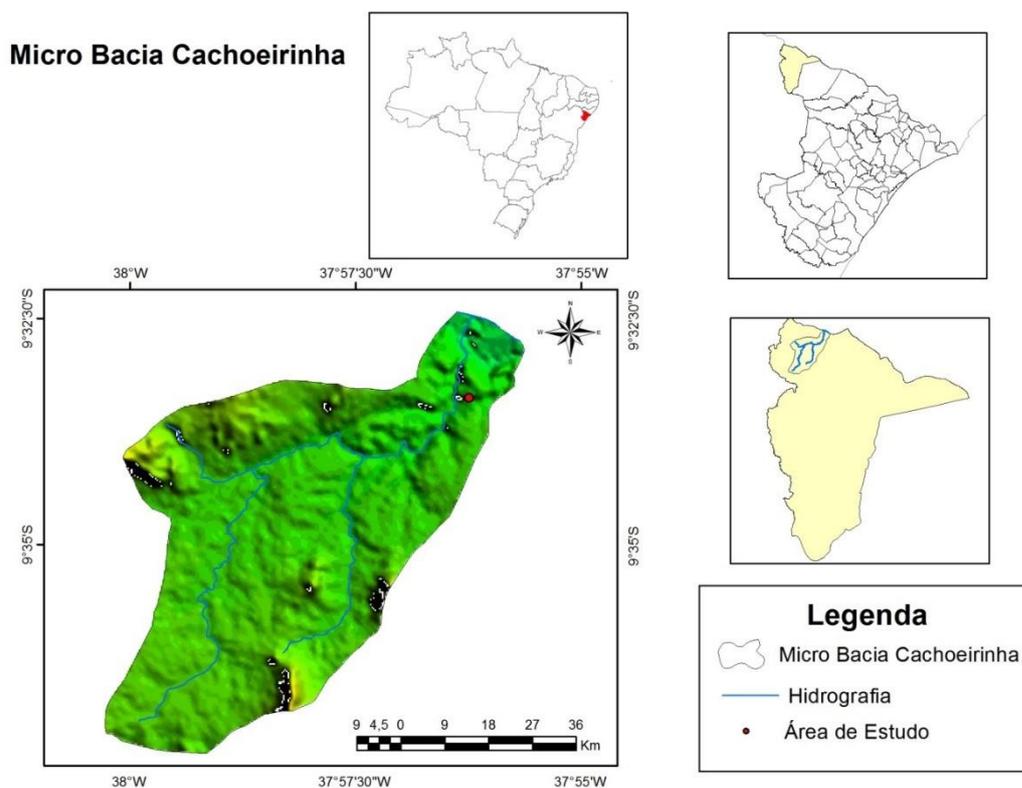


Figura 01: Localização da área de estudo. Base de dados SRTM.

## 2. METODOLOGIA

O presente estudo é resultante de um trabalho de campo, realizado no dia 10 de março de 2010, através da disciplina de Análise e Gestão de Bacias Hidrográficas do curso de Bacharelado em Geografia-UFS. Para fim avaliativo foi requisitado aos alunos matriculados, a realização de uma análise dos fatores físico e abiótico aplicando-se o método de mapeamento em microescala de análise. A princípio o trabalho apresentou uma fundamentação metodológica por meio de referências embasadas em estudos da teoria geral dos sistemas, Geossistemas e classificação Ecodinâmica de acordo com a estabilidade da paisagem. Como visto em Bertrand (1972), Tricart (1977) e Christofletti (1999).

Dessa maneira as experiências vivenciadas em campo contaram com o apoio metodológico apresentado em sala de aula, a fim de mostrar passo a passo a execução das atividades necessárias, desde o estudo teórico-conceitual em sala de aula, ao planejamento de campo referentes ao método de mapeamento de campo em microescala.

A técnica de mapeamento geomorfológico em microescala tem se apresentado como alternativa para obtenção de dados acurados sobre diversas áreas que não possuem imagens de sensoriamento remoto ou cartas topográficas em escala adequada a esse tipo de estudo, em sua grande parte com escalas de 1:100.000. Com o objetivo de avaliar as condições ambientais a partir de uma perspectiva em microescala, o trabalho de campo consistiu na aplicação dos princípios da ecodinâmica proposto por Tricart (1977). Como resultado os ambientes semiáridos, ainda tão pouco estudados, podem ser diagnosticados frente a ação dos processos geomorfológicos, de erosão em sulcos e ravinas, além da detecção de salinização dos horizontes superficiais do solo.

As correlações utilizadas para a identificação de objetos e avaliação do nível de estabilidade foram subdivididas em quatro níveis categóricos, a saber: a) estrutura superficial da paisagem, na classificação das unidades deposicionais (planícies aluviais, encostas coluviais, etc.) e denudacionais (superfícies rochosas, solos residuais, etc.); b) identificação dos padrões de uso dos solos; c) avaliação da cobertura vegetal e d) identificação dos processos superficiais predominantes (fluxo laminar, erosão linear, salinização e deposição de aluviões, colúvios e leques de detritos) Cada nível categórico foi classificado pela estabilidade da paisagem entre estagio, estável, *intergrade* e fortemente instável segundo a classificação Ecodinâmica de Tricart (1977).

O mapeamento de detalhe baseado no conceito de Demek et al. (1972) foi realizado em campo utilizando-se um GPS *map62s* de alta precisão, como margem de erro para 3m., afim de fornecer as coordenadas geográficas bem como a elevação acurada e corrigida. Devido ao curto

espaço de tempo reservado para o mapeamento, não foi possível realizar a análise sobre uma parcela de 1 ha (100 células de 1m<sup>2</sup> cada). Optando-se para a seleção de uma área de 1000m<sup>2</sup>, com medida de 20 metros de comprimento e 50 metros de largura entre uma margem e outra do riacho, subdividida em quadriculas de 1m<sup>2</sup>. Para a construção das células foi utilizada uma trena e fita plástica, alguns fragmentos rochosos ou gravetos, no intuito de demarcar as quadrículas e o perímetro a ser estudado. Em seguida cada célula foi fotografada e os dados observados, registrados em uma folha de papel milimetrado, com o auxílio de um arquivo de matriz de classificação para cada categoria de análise. Tais dados foram correlacionados às coordenadas geográficas e índice de vulnerabilidade a erosão.

Após o trabalho de levantamento de campo, os dados coletados, foram organizados e sistematizados em gabinete, através da utilização de softwares de interpolação, mapeamento e editoração gráfica, a saber: Sufer13 versão Trial e Quantum Gis 2.14. As informações relativas ao grau de vulnerabilidade erosiva em cada nível categórico foram convertidas em mapas com linhas de contorno de isovalores obtidas através da interpolação pelo uso do *software* Sufer13. Ao final os mapas de isovalores foram sobrepostos ao mapa geomorfológico de detalhe com a finalidade de testar sua consistência, no que se refere as formas de relevo e sua correlação com os processos de superfície. O mapa geomorfológico de detalhe foi elaborado com o auxílio do Quantum GIS, utilizando-se os dados de localização geográfica obtidos pelo desenho do croqui em campo, sendo posteriormente georreferenciado afim de determinar espacialmente formas e processos.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para uma boa execução do planejamento é preciso conhece as particularidades da dinâmica natural do ambiente, com esta finalidade, o mapeamento de detalhe é um instrumento de grande importância por especializar de maneira minuciosa estas interações, podendo ser usado para as ações futuras de preservação e conservação e manejo dos recursos naturais.

Os processos observados relacionam-se ao regime natural erosivo/deposicional do semiárido. De acordo com o mapeamento geomorfológico de detalhe, o Riacho Cachoeirinha situa-se sobre duas unidades geomorfológicas a saber: pedimento rochoso e planície fluvial. O pedimento rochoso apresenta uma superfície recoberta por mantos de intemperismo pouco desenvolvidos e pavimento detrítico superficial, como consequência da atuação de fluxos laminares, oriundos das precipitações pluviométricas concentradas na forma de torrentes. Este processo tende a curto prazo, promover o transporte seletivo do material fino e abandono da carga grosseira no sopé das encostas, ocorrendo também a atuação de fluxos gravitacionais, nos trechos mais íngremes da bacia. Dentro

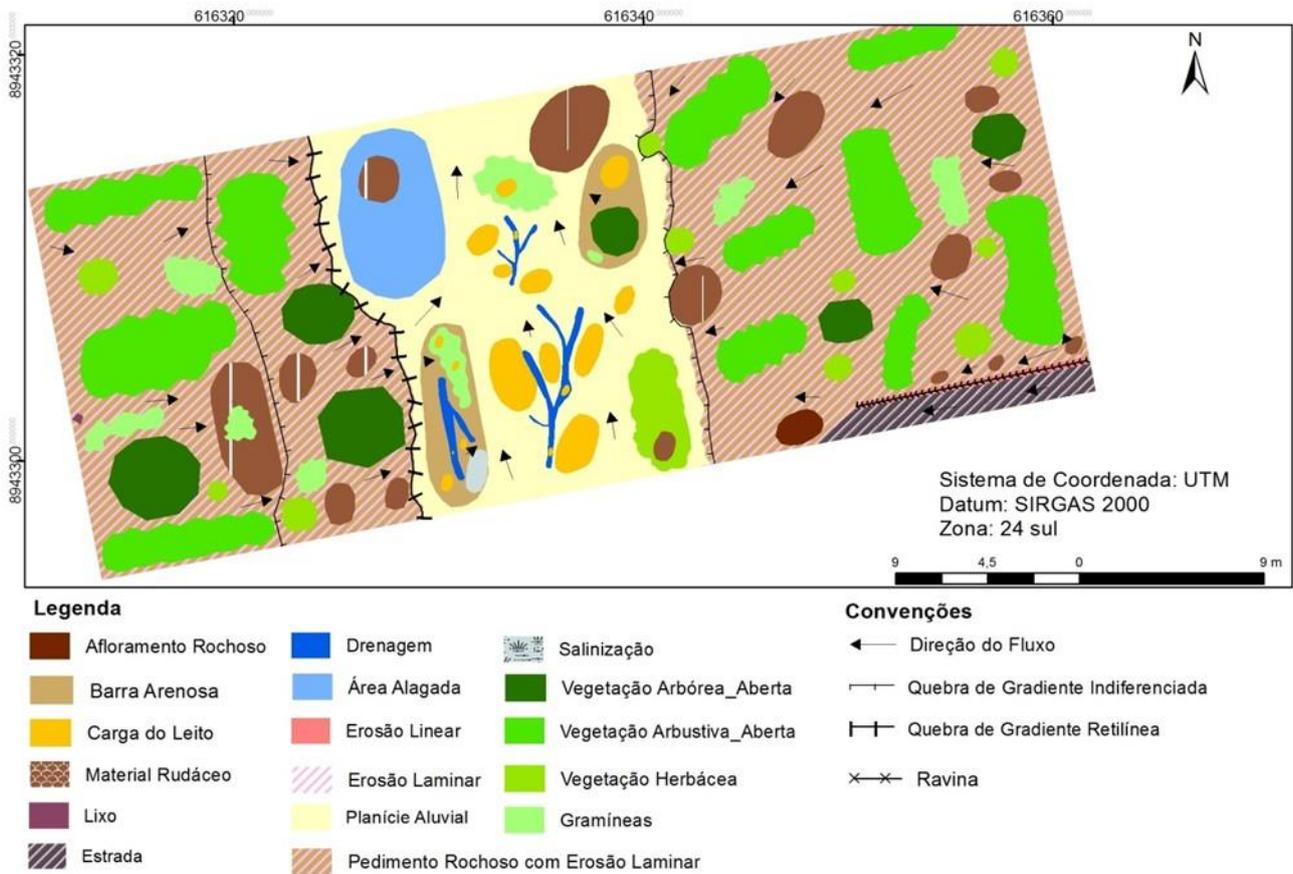
da classificação dos ambientes geomorfológicos, este se enquadra no tipo de ambiente degradacional, pela perda de material, transportado diretamente para o plano aluvial.

O plano aluvial está situado na área mais baixa da bacia, apresentando características desde processos degradacionais a deposicionais, ora pela presença de leito rudáceo (composto por fragmentos de rochas) ora formando barras arenosas ou depósitos lobados no sentido do fluxo. A presença de material grosseiros no leito do canal ocorre tanto pela ação de fluxos torrenciais de alta magnitude e baixa ocorrência, capazes de movimentar a carga de fundo, como pela presença de afloramentos rochosos naturais representados por calhaus e matacões (fig. 02). Estas mesmas estruturas são responsáveis pelo desenvolvimento de lentes de cascalho e barras arenosas, à medida que os fluxos torrenciais encontram impedimentos na sua livre circulação. Tais fenômenos permanecem de acordo com as condições ambientais do semiárido, clima com temperaturas relativamente altas e regime de chuvas marcado pela escassez, irregularidade e concentração das precipitações em um curto período.

Os solos presentes na bacia distribuem-se de acordo com a classificação Brasileira de Solos (EMBRAPA, 2006) entre Neossolos Regolítico e Luvisolos Crômicos sobre os pedimentos. Enquanto que o plano aluvial se limita aos Neossolo Flúvico, ou depósitos alóctones, como leques aluviais e barras arenosas. Devido à ausência de coleta de material para caracterização sedimentológica, não foi possível determinar a presença de sais sobre os pedimentos. Entretanto, no plano aluvial, foram encontradas manchas de salinização, indicando que a condição de endorreísmos de bacias hidrográficas efêmeras propiciam uma alta susceptibilidade na qualidade da água, bem como em uma possível desestruturação dos solos nos ambientes de encostas, visto que estas são áreas fortemente atingidas pela erosão laminar.

Processos de erosão linear limitam-se a presença de uma estrada que corta transversalmente o leito fluvial. Em decorrência da abertura desta estrada ocorre o redirecionamento de fluxo, desenvolvendo sulcos e ravinas juntamente aos processos de erosão laminar, devido a exposição do solo, estando mais suscetível aos impactos das gotas de chuva (fig. 02).

A cobertura vegetal pode ser considerada um fator importante na contenção de erosão no solo. Além de conservar as características residuais da caatinga, ela tende a estabelecer um maior equilíbrio na produção de sedimentos que são carregados diretamente para o canal. De acordo com o mapeamento foram identificados três padrões de distribuição da vegetação, tais como: arbórea/arbustiva aberta, herbáceas e gramíneas. De caráter xeromórfico, este tipo de vegetação presente possui folhas pequenas e duras e suas árvores ramificações a partir do solo. As principais espécies identificadas foram: facheiro (*Pilosocereus pachycladus*), umbuzeiro (*Spondias tuberosa*), macambira (*Bromelia laciniosa*), mandacaru (*Cereus jamacaru*) e palma (*Cactus cochenilliferus*).



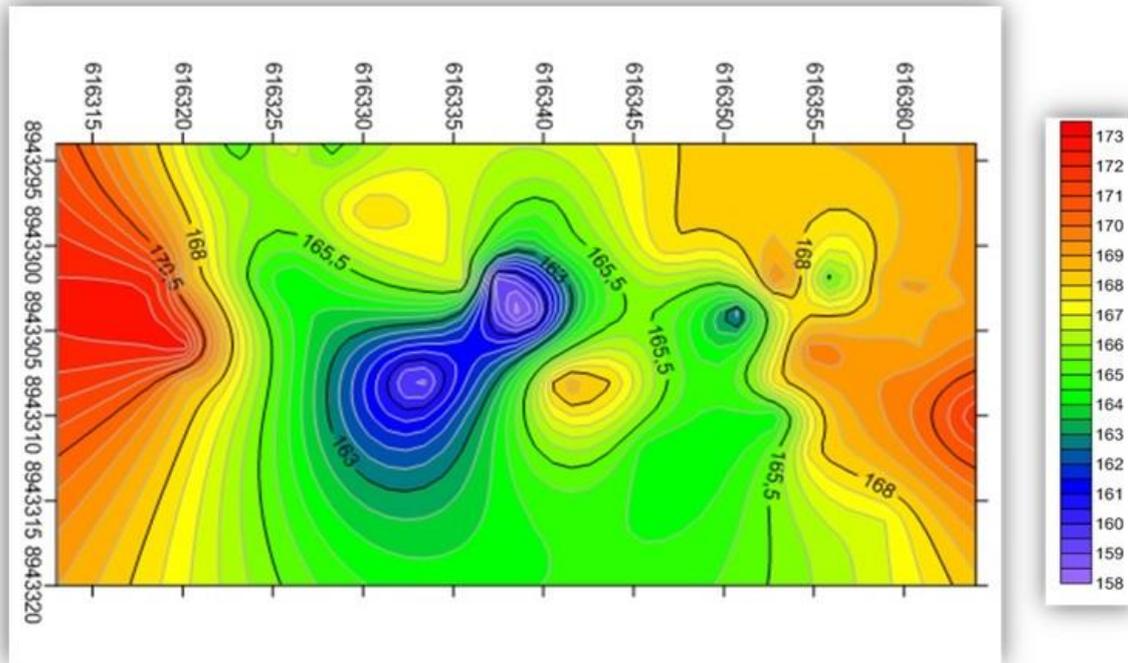
**Figura 02:** Mapa geomorfológico de detalhe em uma seção transversal do Riacho Cachoeirinha, Canindé do São Francisco, Estado de Sergipe.

Com referência ainda aos processos superficiais identificado na área, a salinização encontra-se presente no canal. De acordo com Cooke et al. (1985), a ocorrência de precipitações escassas e irregulares, associadas ao elevado gradiente diário da temperatura e as altas taxas de evapotranspiração respondem pela ascensão de consideráveis quantidades de soluções do solo, ricas em sais através do sistema capilar. Este processo pode levar à formação de crostas de sal na superfície do solo ou em suas proximidades. A aproximação do lençol freático no canal fluvial possibilita a ocorrência de crosta de sal.

O resultado obtido pela coleta de pontos altimétricos permitiu a produção do mapa hipsométrico apresentado na figura 03. Percebe-se uma situação de endorreísmo no fundo do canal devido à presença ubíqua de barras fluviais e ilhas no sentido norte em direção ao exutório da bacia.

A situação de endorreísmo é bastante comum sobre os rios efêmeros, determinando um aumento considerável de retenção de sais e instabilidade moderada na dinâmica geomorfológica do

setor de planície fluvial, devido a presença de barras arenosas móveis, frequentemente passíveis a ação da erosão fluvial e pluvial (fig.04).



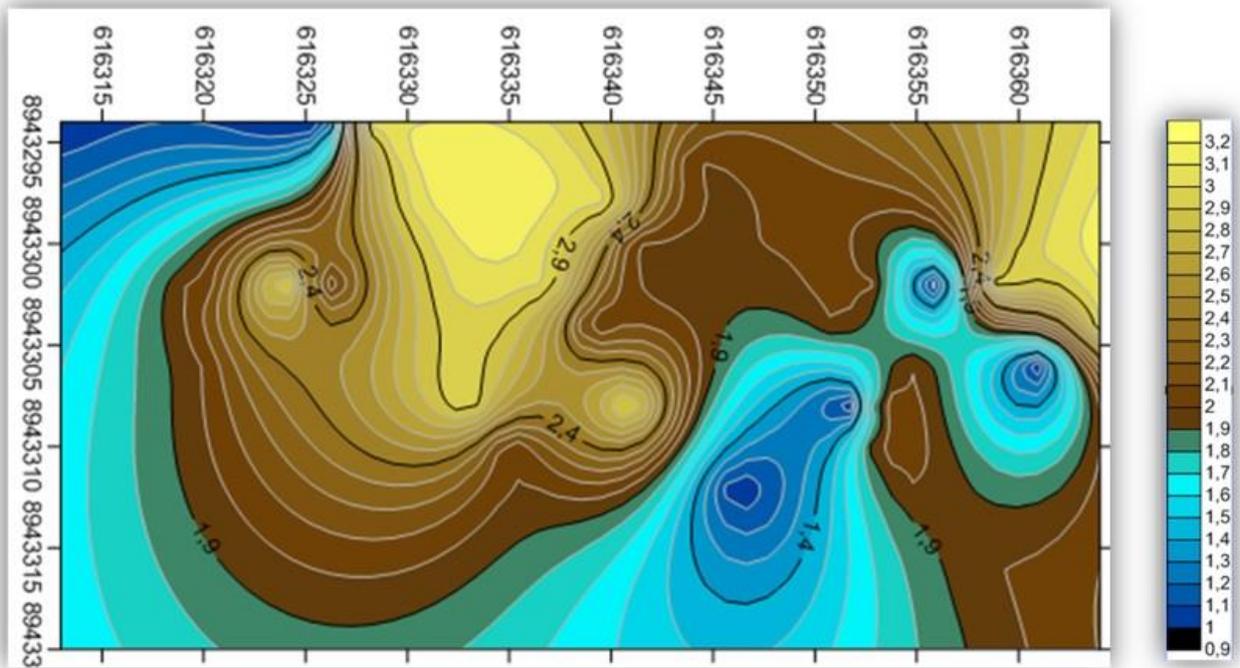
**Figura 03:** Hipsometria do trecho mapeado no Riacho Cachoeirinha, Canindé do São Francisco SE.

Ao cruzar os resultados obtidos pelo mapeamento geomorfológico de detalhe, hipsometria e grau de estabilidade do terreno, representado por curvas de isovalores (fig.04) foi possível identificar causa e efeito do grau de vulnerabilidade à erosão da Estrutura Superficial da Paisagem.

Os graus de impacto variaram de 1 a 3. Dividindo a classificação da seguinte forma: 1, estável; 2, moderadamente instável; 3, fortemente instável. Verificou-se uma tendência natural de instabilidade forte a moderada para as zonas de maior declividade no terreno, na margem esquerda do canal (fig. 05). Enquanto que na margem direita esteve relacionado a uma baixa densidade de cobertura vegetal. As áreas de pedimentos com baixa declividade condicionaram a uma maior estabilidade do terreno, sobretudo pela presença de cobertura vegetal. As faixas de instabilidade moderada, em sua grande parte estiveram condicionadas a ação de erosão laminar frequente nos baixos pedimentos e fundo do canal. Ainda que tenha sido identificado um ponto de forte instabilidade no terreno devido a presença de sulcos e ravinas na beira da estrada, isto não ficou bem representado no mapa de isovalores (figuras 04 e 05).



**Figura 04:** faixa da estrada que cruza o riacho com erosão linear (a esquerda); situação de endorreísmo na bacia com tendência a salinização. A seta indica o sentido do fluxo (a direita).



**Figura 05:** Grau de impacto dos processos de superfície predominantes

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da técnica de mapeamento em microescala e coleta de dados georreferenciados utilizada neste estudo, demonstrou níveis de correlação variáveis, ora se aproximando da realidade ora gerando erros como verificado na margem do mapa com a exposição do solo e presença de erosão linear. Entretanto, acredita-se que estudos deste tipo possam fornecer importantes diagnósticos a respeito dos processos de superfícies e instabilidade com as devidas correções. É importante salientar que o uso de equipamentos bem calibrados também pode otimizar a execução e

obtenção de dados coletados *in situ*. Dessa forma, considera-se que o mapeamento geomorfológico de detalhe foi bem sucedido, no qual foi possível verificar as características conservadas de um ambiente tipicamente semiárido, transformado episodicamente pela ação antrópica, consolidando o método como uma técnica eficaz para a avaliação da estabilidade ambiental em pequenas parcelas de controle.

## 5. REFERÊNCIAS

- BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física global: esboço metodológico. **Cadernos de Ciências da Terra**, Instituto de Geografia USP, n.13, p. 27, 1972.
- BRIERLEY, G.; FRYIRS, K. A.; JAIN, V.** Landscape connectivity: the geographic basis of geomorphic applications. *Area*, v. 38 (2), p. 165-174, **2006**.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgar Blücher, 1999.
- COOKE, U.R.; BRUNSDEN, D.; DOORNKAMP, J.C. E JONES, D.K.C. **Urban Geomorphology in Drylands**. Oxford: The United Nations University by Oxford University Press, p. 324, 1985.
- CORRÊA, A.C.B, AZAMBUJA, R.N. Avaliação qualitativa em microescala da estabilidade da paisagem em áreas sujeitas a desertificação no ambiente semiárido do nordeste do Brasil. **Anais do XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada** (Universidade de São Paulo), 2005.
- DEMEK, J.; EMBLETON, C.; GELLERT J.; VERSTAPPEN, H. eds. **Manual of detail geomorphological mapping**. Czech. Ac. Soc. Praha. P1-344,1972.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. 2ª Edição. Brasília: Embrapa Solos, 2006.
- MABESOONE, J. M. **Sedimentologia**. Recife: Editora Universitária, 1982.
- MABESSONE, J. M. Ambiente semiárido do nordeste brasileiro: caracterização ambiental. **Revista do Deptº de Geologia**. UFPE, n.9, p. 79-86, 1998.
- TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro. Ed. FIBGE, 1977.

---

Recebido em: xx/xx/xxxx

Aceito para publicação em: xx/xx/xxxx