



## EVOLUÇÃO DE PROCESSO EROSIVO NO MUNICÍPIO DE JOÃO DIAS/RN NO PRIMEIRO SEMESTRE DE 2008

---

**Agassiel de Medeiros Alves**

*Universidade Estadual do Rio Grande do Norte*

### **Resumo**

O presente trabalho resulta da análise dos dados obtidos através do monitoramento de processo erosivo, identificado como voçoroca, localizado no Município de João Dias/RN, à margem direita da RN-077, situado na Serra de João Dias, na perspectiva de reconhecer o quadro que propiciou sua gênese, evolução e dinâmica, possuindo uma extensão de aproximadamente 266 metros de comprimento e em alguns setores profundidade superior a 4 metros. As técnicas utilizadas para análise do citado processo erosivo são as sugeridas por Guerra (1996), para a dinâmica dos processos erosivos com estacas e pinos de erosão, levando-se em consideração também a análise da vertente, adotadas por Casseti (1991) e Tricart (1976), baseada na observação das formas de ocupação e utilização do solo. O monitoramento ocorrerá em 24 meses devido à necessidade de se observar a dinâmica do processo erosivo no mínimo durante 2 períodos chuvosos e 2 períodos secos, e sua intercalação. Foram realizadas medições para verificar a largura e profundidade do processo. Implantou-se 68 estacas para monitoramento ao redor da voçoroca e 12 pinos de erosão em seu talvegue, para acompanhamento da sedimentação. Até o momento foram verificadas alterações nos flancos em 28 estacas de monitoramento e deslizamentos de pequena monta. A partir dos dados obtidos até o momento, pode-se afirmar que a voçoroca encontra-se em processo de expansão e o carreamento do seu material tem proporcionado o assoreamento do açude que abastece a cidade, bem como ameaçado significativamente a principal via de acesso da cidade de João Dias, a RN-077.

**Palavras-Chave:** processo erosivo, voçoroca, monitoramento, João Dias.

### Abstract

The present work results of the analysis of the data obtained through the monitoring of erosive process, identified as gully, located in the Municipal district of João Dias/RN, to the right margin of RN-077, located in João Dias's mountain range, in the perspective of recognizing the picture that propitiated her genesis, evolution and dynamics, possessing an extension of approximately 266 meters in length and in some sections superior depth of 4 meters. The techniques used for analysis of the mentioned erosive process are them suggested by Guerra (1996) for the dynamics of the erosive processes with stakes and erosion pins, being taken into account also the analysis of the slope, adopted by Caseti (1991) and Tricart (1976), based on the observation in the occupation ways and use of the soil. The monitoring will happen in 24 months due to the need of observing the dynamics of the erosive process at least during 02 rainy periods and 02 dry periods, and her collation. Measurements were accomplished to verify the width, depth of the process. It was implanted 68 stakes around for monitoring of the gully and 12 erosion pins in his talveg, for attendance of the sedimentation. Until the moment alterations were verified in the flanks in 28 monitoring stakes and sliding of small sets up. Starting from the data obtained until the moment, it can be affirmed that the gully is in expansion process and to carry of his material has been providing the sedimentation of the dam that supplies the city, as well as threatened the main access road of João Dias's city, RN-077 significantly.

**Key words:** erosive process, gully, monitoring, João Dias city.

### INTRODUÇÃO

Os processos erosivos têm se tornado cada vez mais presentes na paisagem da região semi-árida do estado do Rio Grande do Norte. Dotada de grande variabilidade de tipos e profundidade de solos, sendo em sua maioria solos rasos e jovens, tais processos resultam das características edafoclimáticas e fitogeográficas da região, que possui grandes áreas ocupadas por caatingas arbóreo-arbustivas e arbustivas.

Processos erosivos como ravinamentos, erosão laminar e até voçorocas podem ser encontrados com certa frequência, principalmente em vertentes que sofreram ocupação desordenada ou sustentam atividades, em certos casos, inadequadas à sua natureza, como desmatamento, pecuária e agricultura.

As serras da região oeste do estado, em geral, apresentam grandes afloramentos cristalinos de origem pré-cambriana, constituídos principalmente de granitos e gnaisses, alguns recobertos de camadas de solo mais espessas que as encontradas nas áreas mais baixas, com exceção das faixas aluviais que margeiam os principais canais de drenagem. Estes solos mais profundos devem-se basicamente a dois fatores: a presença de relevos residuais que teriam mantido os solos formados

durante um período maior e as condições climatológicas que propiciam diferenciações na pluviosidade, temperatura e umidade, fatores que atuam tanto no processo de pedogenização, quanto na formação de uma vegetação diferenciada, fato este que também acaba por propiciar uma formação e preservação maior dos solos.

Em análise mais específica à serra de João Dias, no município de mesmo nome, verificou-se a presença de um grande processo erosivo, caracterizado pela erosão do lençol de escoamento superficial, localizado à margem direita da RN-077 (Figuras 01 e 02) e a poucos metros de uma área urbanizada no bairro “Alto dos Paulos”.



**Figura 1.** Trabalho de medição do monitoramento da voçoroca.

**Fonte:** Acervo do Geossol.

A feição erosiva citada caracteriza-se como uma voçoroca de aproximadamente 266 metros de comprimento, chegando a atingir profundidades superiores a 4 metros em alguns pontos e mais de 10 metros de largura. Seu material inconsolidado é carreado pelas enxurradas que a percorrem, proporcionando a exposição do manto de intemperização e da rocha-matriz.

A voçoroca encontra-se em alguns trechos com uma proximidade inferior a 03 metros da rodovia RN-077, o que significa um risco significativo ao tráfego de

peças e cargas que por ali transitam, representando também risco aos moradores que habitam as proximidades.



**Figura 2.** Colocação de estacas para o monitoramento da voçoroca.

**Fonte:** Acervo do Geossol.

É possível observar que houve um grande transporte de solo e material geológico intemperizado pela ação hídrica no local, sendo verificável um leque de sedimentos carreados na extremidade norte da voçoroca, seguindo justamente em direção ao açude João Dias, um dos principais mananciais do município. Verifica-se também, à primeira vista, que este não é um processo recente, pois apresenta uma vegetação bastante desenvolvida, chegando a ter árvores adultas em seu interior.

## MÉTODOS E TÉCNICAS EMPREGADOS

Dentre as técnicas de monitoramento empregadas, estão sendo utilizadas as sugeridas por Guerra (1996), que levam em consideração a expansão lateral do processo erosivo através do monitoramento por estacas, além de pinos de erosão em seu interior.

“As voçorocas são formas resultantes de processos erosivos acelerados que evoluem no tempo e no espaço. Dessa maneira, para se conhecer como e para onde estão evoluindo, é necessário fazer o seu monitoramento. Existem diversas formas de avaliar a sua evolução. Nesse artigo é proposta uma maneira de se monitorar as voçorocas, colocando-se estacas no solo, ao redor das voçorocas [...]” (Guerra, 2005, 9. 34)

Serão feitas ainda, no decorrer deste trabalho, análises de solo pouco deformadas a fim de, através de sua identificação e reconhecimento de suas características, melhor compreender sua interação com o processo de erosão ali instalado. Serão feitos ainda testes com infiltrômetro para avaliar a capacidade de infiltração do solo, e a partir daí entender a relação dos elementos paralelo e perpendicular no que se refere à dinâmica hídrica.

Devido à extensão do processo em monitoramento, foram utilizadas 65 estacas de madeira com 50 cm de comprimento, separadas por uma distância de 10 entre si. Em locais em que se verificou haver a necessidade de um monitoramento mais detalhado, foram colocadas estacas extras entre duas estacas ordinárias, estando assim aquelas, separando-as em dois espaços de cinco metros. Esta medida torna-se necessária pelas peculiaridades do entrecortado das bordas, onde há reentrâncias ou outras áreas em que haja maior suscetibilidade ao desabamento das bordas.

O levantamento de dados pluviométricos do município está em curso; obteve-se até o momento os dados referentes ao período de fevereiro a agosto de 2008, os quais servirão para a análise comparativa dos dados de expansão erosiva com os relativos à precipitação verificada no município, vista a relação direta entre ambos os elementos. Pretende-se trabalhar com as médias mensais, baseadas em dados diários de pluviosidade de acordo com as datas de visita de acompanhamento.

Foram obtidas imagens orbitais dos satélites da série Landsat 1 (1973) sensor TM, Landsat 5 (1984) sensor ETM e CBERS-2B (2008) sensor HRC, todas disponibilizadas pela DGI - Divisão de Geração de Imagens do INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, para verificar a evolução do processo erosivo estudado.

Com a utilização do aparelho receptor GPS Garmin E-Trex (margem de erro de 5 m), foi feito um croqui do processo erosivo, bem como das estacas colocadas em seus respectivos pontos para monitoramento.

Metodologicamente, abordaremos o problema a partir da perspectiva da evolução dinâmica da vertente, baseada na análise de Casseti (1991),

considerando o meio e apropriação do relevo. Complementando, utilizaremos a abordagem geossistêmica proposta por Tricart (1976), que delimita os ambientes em estado de biostasia, intergrade e resistasia. Esta análise hipotético-dedutiva tem como linha central de interpretação, a ação antrópica sobre a vertente da Serra de João Dias, através da qual desencadeou o desequilíbrio geomorfológico resultante da erosão.

## DISCUSSÃO DOS DADOS

Diante das informações coletadas através das estacas de monitoramento, das 68 estacas implantadas, 28 apresentaram variações no avanço da borda da voçoroca, o que implica dizer que aproximadamente 35% dos pontos observados sofreu modificações (Tabela 1).

É importante ressaltar que das duas visitas para coletas de dados aqui em análise, a primeira, realizada no dia 23/04/08, foi a que apresentou maior índice de alterações registradas, chegando inclusive o aumento da erosão a “derrubar” duas estacas que estavam situadas a 1,5 metros de distância, sendo as mesmas replantadas com a mesma distância posteriormente.

Acredita-se que este fato se deva ao período em análise (fevereiro a abril) apresentar índices pluviométricos bastante elevados na região, conforme demonstram os dados coletados pela Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte - EMPARN que apresentam os maiores índices pluviométricos registrados nos meses de março (559,9 mm), abril (225,1 mm) e maio (174,1 mm), cujo regime de “inverno”, é representado pelas chuvas de verão.

Em análise comparativa sobre os dados, demonstrada no Gráfico 1, é possível observar a relação direta que há entre a pluviosidade e a erosão linear média do processo erosivo, calculada com base no somatório das variações monitoradas divididas pelo número de pontos monitorados.

No que se refere aos dados referentes aos pinos de erosão instalados no talvegue da voçoroca, houve problemas que impossibilitaram o seu monitoramento: o descarte de grandes quantidade de lixo no local, que tornou impossível o acesso aos mesmos; e um movimento de sedimentos muito maior que o esperado e que soterrou alguns e carregou outros. Estes pinos foram feitos de metal, com 30 cm de comprimento, sendo 20 cm enterrados no talvegue e 10 ficando expostos para fora do solo. Pretende-se refazer a colocação de outros pinos em período de menor pluviosidade para o monitoramento do acréscimo/decrécimo do sedimento no local.



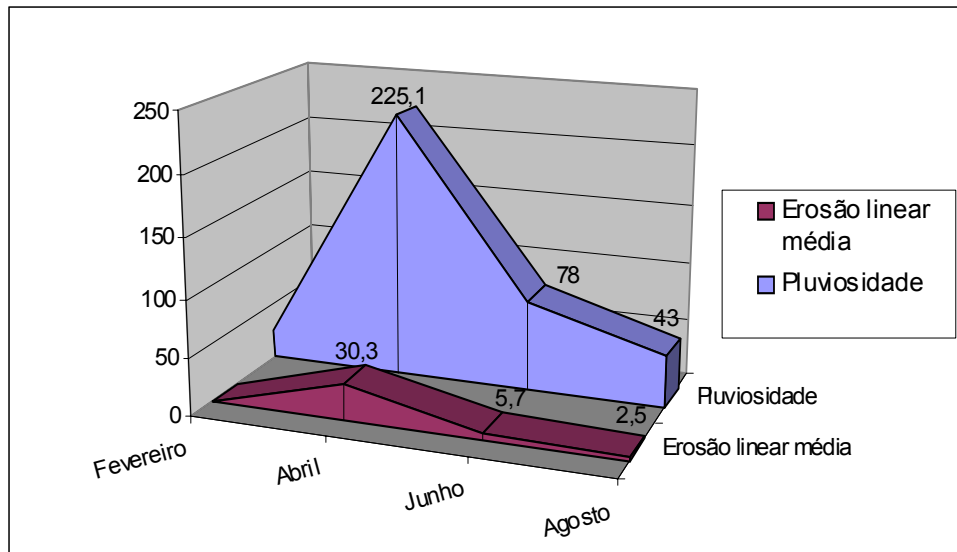
**Tabela 1.** Dados referentes ao avanço monitorado pelas estacas na voçoroca.

Estaca	Distância da Margem (cm)	Avanço (cm)	Avanço (cm)
	22/02/08	23/04/08	27/06/08
E01	150	95	0
E02	150	150	0
E03	150	15	0
E04	150	150	0
E09	150	70	0
E15	150	0	10
E16	150	55	0
E18	250	100	0
E20	150	75	0
E21	150	0	15
E25	150	15	0
E30	150	20	0
E32	150	0	30
E34	150	0	10
EE67*	150	0	15
E36	150	0	12
E39	150	30	0
E40	150	150	30
E42	150	60	0
E49	150	15	0
E53	150	12	0
E54	150	94	0
E55	150	0	10
E56	450	20	120
E58	500	0	10
E59	150	0	10
E60	150	15	0
E62	150	0	12

**Fonte:** Dados coletados em trabalho de campo. Informações apenas das estacas em que foram identificadas alterações.

**Obs.:** Foram desconsideradas as leituras que tiveram um avanço inferior a 10 cm.

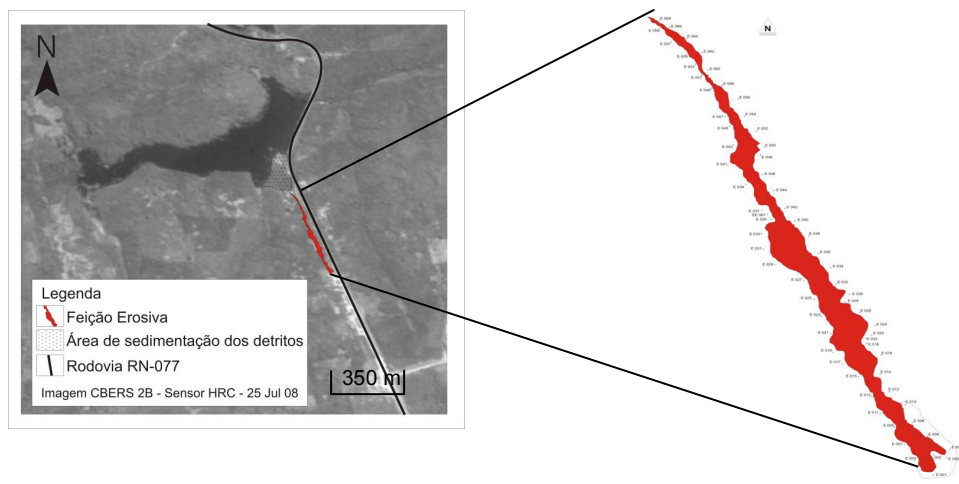
\* EE67 – Estaca extra colocada após a primeira leitura (23/04) por observação da necessidade de um monitoramento mais detalhado da área entre as estacas 35 e 37.



**Gráfico 1.** Relação entre a pluviosidade e erosão linear média do processo erosivo.

**Fonte:** Dados pluviométricos da EMPARN. Dados coletados em trabalho de campo.

No que tange à interpretação das imagens orbitais em composição, é possível verificar que na composição de imagens TM, de 1973, com resolução espacial de 30 metros, não é possível verificar sinais de processos erosivos significativos no local. Na composição de imagens ETM, de 1984, é possível verificar uma grande área do solo exposta no local. A cena monocromática HRC de julho/2008, mostra com mais detalhes o processo, podendo ser melhor observada a situação da voçoroca (Figura 03).



**Figura 3.** Localização da voçoroca baseada na imagem HCR.

**Fonte:** Imagem de satélite CBERS 2B - DGI/INPE.



Baseando-se nestes dados, é possível inferir que este pode ser considerado um ambiente em resistasia (CASSETI, 1991), pois verifica-se uma predominância do elemento paralelo (escoamento superficial) em detrimento do perpendicular (infiltração), conforme corroboram as observações feitas em campo.

A ocupação da vertente em estudo foi realizada de forma desordenada, incluindo alterações bruscas com a retirada da cobertura vegetal, como também da realização de um “corte” para construção de uma rodovia, que modificou significativamente a relação entre escoamento superficial e infiltração. Observa-se que a vertente original apresentava perfil convexo, passando após o corte para um perfil côncavo e irregular junto à crista da vertente. Este caso é consideravelmente comum, conforme afirma Casseti:

“É natural que a apropriação do relevo pelo homem, como recurso ou suporte, implique transformações substanciais, tanto na “anulação” dos processos morfodinâmicos, a exemplo da impermeabilização de superfícies, como na aceleração destes, considerando o próprio desmatamento, produzindo modificações em curto espaço de tempo.” (CASSETI, 2008)

O que diferencia este de tantos outros casos semelhantes é a conjunção de fenômenos relacionados à uma área urbana próxima à cabeceira da voçoroca, que acabou por impedir a infiltração da água da chuva, como também propiciar um aumento considerável na concentração e velocidade de deslocamento deste fluxo de água diretamente para dentro do processo erosivo; o alto grau de inclinação da vertente, que apresenta declives acentuados; os índices pluviométricos diferenciados da região de serra, embora localize-se em área de clima semi-árido; presença de solos consideravelmente profundos para a região, que foram em alguns pontos completamente levados pelo fluxo superficial, deixando expostos o regolito e a rocha-matriz.

Considerando-se ainda que o solo do local é predominantemente argiloso, possuindo uma taxa de perda de solo aproximada de 10,21 ton/ha/ano, calculada sobre uma base de 800 mm de chuva/ano, podemos afirmar que esta camada pedológica está sofrendo grandes perdas por carreamento, possuindo índices de perda inferiores apenas aos dos solos arenosos.

Dentre alguns dos principais problemas diagnosticados pela equipe de trabalho, está o do vandalismo. Algumas estacas chegaram a ser arrancadas e jogadas fora, fato este que pode haver prejudicado o acompanhamento de 03 pontos. A falta de consciência do poder público e da população que utilizam o local como

depósito de lixo, é outra barreira a ser transposta, visto que os experimentos feitos na parte interna da voçoroca acabam ficando comprometidos.

## RESULTADOS OBTIDOS

Podemos, a partir dos dados coletados até o momento, analisar que as conseqüências do processo erosivo do tipo voçoroca, localizado na Serra de João Dias, são bastante graves, no sentido de que o carreamento de material propiciado pelo processo em pauta, causa consideráveis desequilíbrios para a dinâmica natural da vertente norte da serra de João Dias; visto que o desenvolvimento do processo erosivo tem acelerado o processo de movimento de massas de solo e rocha pela vertente, causando impactos diretos à vegetação local e propiciando um quadro de impactos indiretos ao homem através da diminuição da capacidade de armazenamento do açude localizado a norte da citada voçoroca.

Através da observação das informações coletadas pôde-se constatar que a relação entre os índices pluviométricos e a erosão linear média é de 0,065 cm/mm de chuva nos meses secos, enquanto nos meses chuvosos esta relação chega a atingir 0,130 cm cm/mm de chuva, o que representa uma duplicação da velocidade de avanço que ainda não pode ser inteiramente compreendida devido aos demais experimentos que ainda serão realizados durante o período restante do monitoramento.

Segundo o Instituto de Pesquisas Tecnológicas, as voçorocas podem ser classificadas em dois grandes grupos em relação à sua gênese: a) causadas por alterações hidrológicas das bacias (associadas a desmatamentos); b) associadas a concentração de águas superficiais (CASSETI, 2008). No caso da voçoroca em estudo, podemos observar que há elementos integrados de ambos os grupos, uma vez que houve uma alteração da vertente com o "corte" para construção da rodovia, e sua conseqüente reconfiguração hidrogeológica e o lançamento de águas pluviais não infiltradas pela área urbana situada à cabeceira do processo erosivo.

Há risco também para as residências que se encontram a poucos metros da cabeceira do processo erosivo, algumas a menos de 10 metros. Outro ponto bastante preocupante se refere ao impacto que pode ser causado à RN-077, que passa próximo à voçoroca, estando em alguns pontos a menos de 03 metros de distância, visto que no período de monitoramento de apenas 04 meses foram verificados avanços de até 1,5 metros.

Considerando a classificação utilizada por Tricart, 1976, podemos afirmar que esta área, conforme demonstram os dados pluviométricos e coletados no monitoramento com estacas, apresenta características bastante significativas de um meio fortemente instável, pois apresenta uma morfogênese predominante, erosão, cobertura vegetal pouco expressiva, clima irregular (semi-árido) e acentuada degradação antrópica, sendo por isso necessário um conhecimento mais aprofundado sobre a mesma e um plano de recuperação de área degradada para o processo erosivo instalado.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. G; PORTOCARRERO, H. Abordagem geoecológica para planejamento e monitoramento de projeto de recuperação de áreas degradadas: aeroporto internacional do Rio de Janeiro - Galeão/Antonio Carlos Jobim. Disponível em: <[www.cemac-ufra.com.br/trabalhospdf/trabalhos%20voluntarios/Protoc%20161.pdf](http://www.cemac-ufra.com.br/trabalhospdf/trabalhos%20voluntarios/Protoc%20161.pdf)>. Acesso em 15 fev 2008.

ROCHA, E. A. Vaz. et al. Monitoramento de voçoroca no município de Ipameri-GO. In: II Simpósio Sobre Solos Tropicais e Processos Erosivos no Centro-Oeste. Goiânia: UFG, 2005.

CASSETI, V. Ambiente e apropriação do relevo. São Paulo: Contexto, 1991.

CASSETI, V. Fisiologia da Paisagem. In: CASSETI, V. Geomorfologia. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/cap4/index.php>> Acesso em: 15 abr 2008.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. J. Geomorfologia do Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

GUERRA, A. J. T. Técnicas e métodos utilizados no monitoramento dos processos erosivos. In: Sociedade & Natureza, v.3, n.15, p.15-19, jan./dez. 1996.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da & BOTELHO, R. G. M. O Início do Processo Erosivo. In: Erosão e Conservação dos Solos: conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p.15-55.

GUERRA, A. J. T. Experimentos e monitoramentos em erosão dos solos. In: Revista do Departamento de Geografia. São Paulo, n.16, p.32-37, 2005.

KOHLER, H.C. A escala na análise geomorfológica. Revista Brasileira de Geomorfologia. Uberlândia, v.2, n.1, p.21-33, 2001.

ROSS, J.L.S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. Revista do Departamento de Geografia. São Paulo, n.6. p , 1992.

ROSS, J.L.S. Geomorfologia: ambiente e planejamento. 5 ed. São Paulo: Contexto, 2000. 84 p. (Repensando a Geografia).

TRICART, J. A Geomorfologia nos estudos integrados de ordenação do meio natural. In: Boletim Geográfico. Rio de Janeiro, v.34, n.251, p.15-42, 1976.

Contato com os autores: [agassiel@yahoo.com.br](mailto:agassiel@yahoo.com.br)

Recebido em: 21/07/2008

Aprovado em: 21/12/2008