

DIAGNÓSTICO DE PROCESSO HIDROEROSIVO EM ÁREA  
DEGRADADA POR MEIO DE MONITORAMENTO DE ESTAÇÃO  
EXPERIMENTAL EM UBATUBA/SP

DIAGNÓSTICO DE PROCESSO HIDROEROSIVO EM ÁREA  
DEGRADADA POR MEIO DE MONITORAMENTO DE ESTAÇÃO  
EXPERIMENTAL EM UBATUBA/SP

Pereira, L.S.<sup>1</sup>; Jorge, M.C.O.<sup>2</sup>; Guerra, A.J.T.<sup>3</sup>; Lago, T.<sup>4</sup>;

<sup>1</sup>UFRJ *Email*:leospgeo@gmail.com; <sup>2</sup>UFRJ *Email*:carmenjorgerc@gmail.com  
; <sup>3</sup>UFRJ *Email*:antoniotguerra@gmail.com; <sup>4</sup>UFRJ *Email*:thiagolagoge@gmail.com;

**RESUMO:**

O diagnóstico da área se pautou no monitoramento da estação experimental por meio da instalação de parcelas de erosão, que determinam o total de escoamento e de perda de solo, e através de tensiômetros a vácuo, para entender a variabilidade de drenagem da água no solo. Salienta-se a fragilidade dos ambientes degradados frente às altas taxas de perdas de solo e água, que no período de nove meses totalizam, em média, 36 dias com ocorrências de escoamento em solos que tendem à saturação prolongada.

**PALAVRAS CHAVES:**

*Diagnóstico ambiental; potencial matricial da água; ambiente degradado*

**ABSTRACT:**

The assessment of the area was based on an experimental station monitoring by means of the installation of erosion plots, which determines the total runoff, and through the vacuum tensiometer, in order to understand the variability of water drainage in the soil. The results emphasize the fragility of the degraded environments across high rates of soil and water loss, which in the nine months account for 36 days, with occurrences of runoff in soils that tend to prolonged saturation.

**KEYWORDS:**

*Environmental assessment; matrix potential of soil water; degraded environment*

**INTRODUÇÃO:**

As diversas paisagens são constantemente alteradas ao longo do tempo e espaço por diversos fatores (RODRIGUEZ et al., 2010) que podem ser de ordem tanto natural quanto por intervenções humanas. Portanto, os estudos de

# DIAGNÓSTICO DE PROCESSO HIDROEROSIVO EM ÁREA DEGRADADA POR MEIO DE MONITORAMENTO DE ESTAÇÃO EXPERIMENTAL EM UBATUBA/SP

cunho ambiental são dotados de diversas variáveis que interagem, sendo uma abordagem complexa (TEIXEIRA & ROMÃO, 2009). Segundo Guerra (2009), os processos erosivos são uma problemática em escala mundial e são mais intensos em países em desenvolvimento com regime de chuvas tropicais. Observa-se, também, que baixas declividades como 3°, ou 5°, são suficientes para ocorrência de erosão na superfície do solo (JORGE & GUERRA, 2013), logo, utilizam o solo a nível de extrapolar a sua capacidade de resiliência. Nessa perspectiva, para entender tais processos é necessário diagnosticar sua ocorrência e criar medidas mitigadoras adequadas de conservação para distintos ambientes (TEIXEIRA & ROMÃO, 2009). O presente estudo se desenvolveu na bacia hidrográfica do rio Maranduba, no Litoral Norte do estado de São Paulo, no município de Ubatuba. A área está inserida em bioma de mata Atlântica e, segundo Souza & Suguio (2003), apresenta paisagens em diferentes temporalidades, com áreas urbanas e rurais. Souza (1998) salienta que, associando com características climáticas a forte declividade do relevo, a pequena extensão da planície costeira, as formas das bacias dos principais rios e a dinâmica oceânica, Ubatuba se torna uma região muito frágil, que se agrava pela ocupação desordenada e a construção de inúmeras rodovias, com a presença de áreas irregularmente ocupadas e obras mal dimensionadas, ou realizadas sobre áreas suscetíveis a episódios extremos. Portanto, a presente pesquisa visa monitorar uma estação experimental de erosão de solo, a partir de instalação de parcelas de erosão e tensiômetros, a fim de se entender as principais variáveis relacionadas à dinâmica de solos degradados na sub-bacia do rio Maranduba em Ubatuba.

## **MATERIAL**

## **E**

## **MÉTODOS:**

Foi construída uma estação experimental inserida na bacia hidrográfica do rio Maranduba, na estrada do Araribá, Ubatuba, em encosta que sofreu com ações antrópicas em área de material de empréstimo de sedimento (corte de encosta), caracterizando ambiente de trilha, apresentando solo degradado e com pouca vegetação. Suas coordenadas são -45°15'9,23'' de Longitude e -23°32'46,87'' de Latitude a 25,75 metros de altitude. A região é dominada pelas massas tropicais, apresentando atuação constante de frentes frias, sendo estes responsáveis, aliado às características morfológicas e altimétricas da Serra do Mar, pela maior parte dos eventos pluviais extremos (SANT'ANNA NETO, 1990; TAVARES et al., 2002). Foram instaladas três parcelas de erosão sem cobertura vegetal, dos quais as calhas são do modelo Gerlach (GUERRA, 2002), em encosta com 4° de declividade em Latossolo. As parcelas de erosão têm 10 m x 1 m e estão conectadas a caixas que armazenam o escoamento com capacidade de 100 Litros. Foi instalado na estação experimental um pluviômetro automático, que afere a cada 60 minutos o total de chuva, com mínimo de leitura de 0,33 mm. Também foi analisado

## DIAGNÓSTICO DE PROCESSO HIDROEROSIVO EM ÁREA DEGRADADA POR MEIO DE MONITORAMENTO DE ESTAÇÃO EXPERIMENTAL EM UBATUBA/SP

um histórico de dados diários de chuva de cinco anos (2009 até 2013) por meio de um pluviômetro de leitura diária, instalado a 1 km de distância da estação. Nas parcelas foi instalado bateria de três tensiômetros a vácuo em distintas profundidades (15, 30 e 90 cm) a fim de entender o processo de drenagem da água no solo por meio dos potenciais matriciais com monitoramento diário (9:00 h). Estes operam na faixa de 0 até -100 kPa. Foi analisado temporalmente os totais de perda de solo e água a partir do fluxo de escoamento superficial e relacionados ao total mensal de chuva entre o período de julho de 2013 e junho de 2014. Nesse mesmo período, foram monitorados os potenciais matriciais da água no solo e isolado um mês de maior umidade (dezembro) para analisar as taxas de drenagem da água por profundidade.

### **RESULTADOS E DISCUSSÃO:**

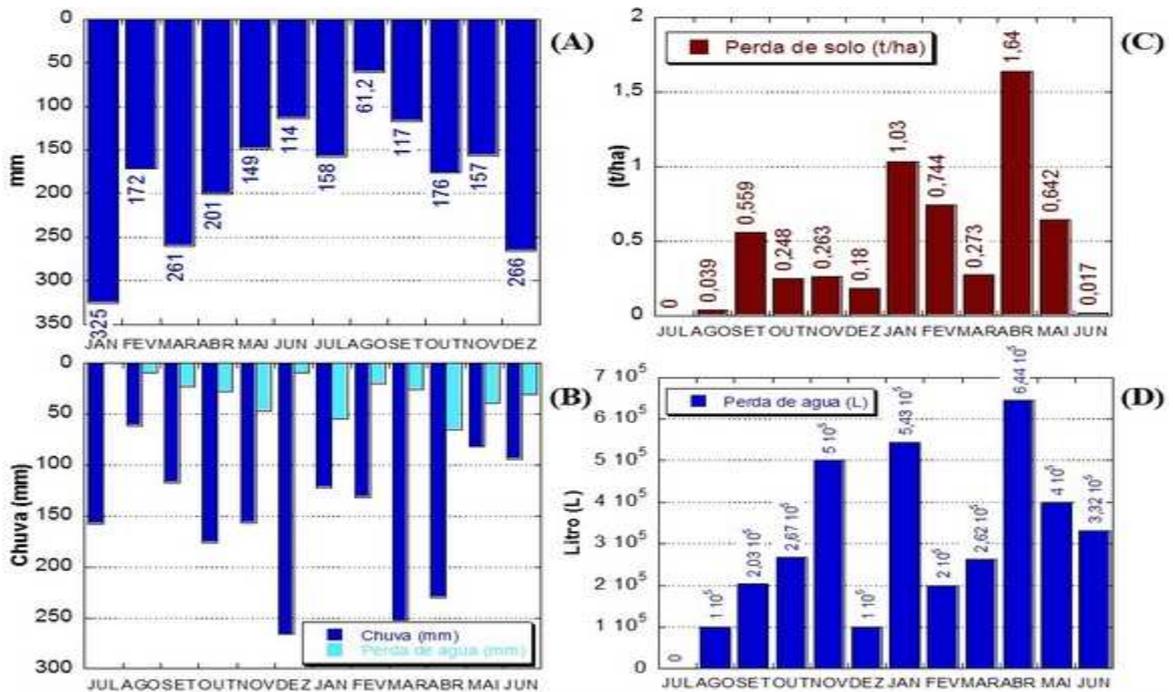
Considerando os totais mensais de chuva, a partir da leitura diária de pluviômetro instalado há cinco anos; dezembro e janeiro apresentaram maiores amplitudes nas médias mensais de 2009 a 2013 (266,1 e 325,3 mm, respectivamente). Estes meses representam 27,4% do total de chuva anual, caracterizando períodos mais úmidos. Segundo Brigatti & Sant'anna Neto (2011), o verão (dezembro a março) representa período da estação do ano que ocorrem eventos pluviais extremos e, conseqüentemente, os maiores episódios de adversidades e desastres naturais. Em contrapartida, os meses mais secos são junho e agosto (113,7 e 61,2 mm, respectivamente), que representam pouco mais de 8,1% do total mensal das chuvas anuais (Figura 1 A). Desde o início do monitoramento pluvial, o ano de 2009 e 2010 foram os mais úmidos (2336,5 e 2420,8 mm, respectivamente). Segundo Sant'Anna Neto (1990), Ubatuba pertence à subzona Litoral Norte, zona costeira com média pluviométrica anual entre 2000 e 2500 mm, comprimida pelas vertentes da Serra do Mar e esporões que avançam e adentram ao mar. A partir do monitoramento das parcelas, são observadas ocorrências de escoamento superficial nas parcelas em todos os meses (agosto de 2013 a junho de 2014). Em janeiro de 2014, que representa o mês mais chuvoso na média de 5 anos com 325mm de chuva (Figura 1 A), os índices de escoamento alcançaram 45% (122,5 mm de chuva para 55 mm de escoamento). O mês de maio de 2014 também apresentou elevados índices de escoamento superficial, aproximadamente 40% (101 mm de chuva para 40 mm de escoamento) (Figura 1 B). Salienta-se o baixo declive da área, de apenas 4°, e os resultados apontam os elevados índices de escoamento, indicando a fragilidade do ambiente sem cobertura vegetal, onde solos expostos podem estar associados à baixa resistência aos agentes modeladores do relevo, ou seja, podem

## DIAGNÓSTICO DE PROCESSO HIDROEROSIVO EM ÁREA DEGRADADA POR MEIO DE MONITORAMENTO DE ESTAÇÃO EXPERIMENTAL EM UBATUBA/SP

representar solos mais susceptíveis ao escoamento superficial. Associado ao escoamento superficial foram analisadas as taxas de perda de solo e água (Figura 1 C e D), que janeiro e abril de 2014 apresentaram as maiores perdas (1,03 e 1,64 t/ha de perda de solo, respectivamente; 543.000 e 600.000 Litros/ha de perda de água). Essas perdas podem alterar toda a dinâmica do solo, além de causar maior perturbação nos sistemas fluviais, como o assoreamento dos rios. Logo, os solos expostos da região de Ubatuba/SP podem apresentar baixa complexidade em suas propriedades físicas e químicas, dificultando o crescimento de vegetação nessas áreas. Isso se deve às alterações de ordem ambiental ocasionadas por intervenções humanas, que, segundo Vezzani e Mielniczuk (2011), comprometem a funcionalidade dos fluxos de energias e matérias na matriz do solo. Os dados de potenciais matriciais da água no solo ajudaram a entender a variabilidade da umidade do solo temporalmente, tanto quanto entender as taxas de drenagem da água em solos degradados. Dezembro de 2013, que apresentou a maior altura de chuva durante o período de monitoramento (Figura 2 A e B), por exemplo, registrou valores da média mensal entre as três parcelas de potenciais matriciais da água no solo por profundidade (15, 30 e 90 cm) muito próximos à saturação (aproximadamente -13, -12 e -16 kPa, respectivamente). Ao analisarmos a taxa de drenagem da água por profundidade no mesmo mês, logo após a saturação do solo entre o dia 12 e 29 de dezembro (Figura 2 C, D e E), observa-se que 15 cm apresentou maior amplitude de variação dos potenciais, com maior inclinação da reta, registrando no último dia -46 kPa. Em contrapartida, em 30 e 90 cm houve menor inclinação da reta e menor variação dos potenciais matriciais, registrando no último dia -36 e -23 kPa, respectivamente. Esses resultados salientam baixa drenagem dos solos, com pouca movimentação da água, logo, são áreas com rápida saturação de solos que dificulta a entrada da água no sistema, o que pode acelerar as taxas de escoamento superficial.

Relação da chuva com perdas de solo e água

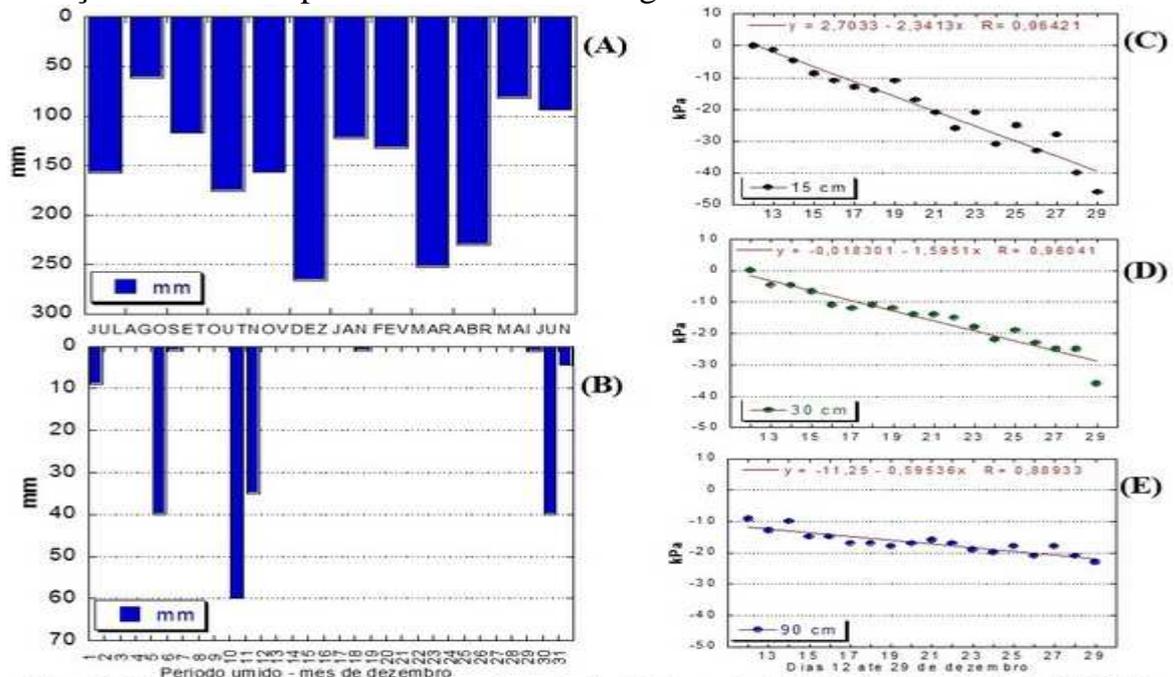
# DIAGNÓSTICO DE PROCESSO HIDROEROSIVO EM ÁREA DEGRADADA POR MEIO DE MONITORAMENTO DE ESTAÇÃO EXPERIMENTAL EM UBATUBA/SP



**Figura 1.** Média mensal de cinco anos de chuva (A); Relação do total mensal de chuva e de perda de água entre o período do monitoramento da estação experimental (julho de 2013 e junho de 2014) (B); Totais mensais de perda de solo e água (C e D, respectivamente).

Histórico temporal de 5 anos de chuva(A); relação chuva com escoamento(B); total de perda de solo e água(C e D).

## Relação chuva com potencial matricial da água no solo



**Figura 2.** Total mensal de chuva do período de monitoramento da estação experimental (julho de 2013 até junho de 2014) (A); período extremo úmido - mês de dezembro (B); dados diários dos potenciais matriciais da água no solo entre 12 e 29 de dezembro nas profundidades de 15, 30 e 90 cm (C, D e E).

Total mensal de chuva (A); período extremo úmido - mês de dezembro (B); potenciais matriciais de dezembro

# DIAGNÓSTICO DE PROCESSO HIDROEROSIVO EM ÁREA DEGRADADA POR MEIO DE MONITORAMENTO DE ESTAÇÃO EXPERIMENTAL EM UBATUBA/SP

de

2013

(C;D

e

E).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS:**

Salienta-se que a estação experimental, situada no setor sul de Ubatuba e o mesmo com mais de 740 km<sup>2</sup>, possui 4° de declividade. Contudo, o município também apresenta relevos íngremes, o que pode significar perdas de solo e água superiores ao da pesquisa. Nessa perspectiva, áreas degradadas estão perdendo sedimentos através do escoamento superficial e aumentando a quantidade desses materiais em sistemas fluviais, rompendo o equilíbrio desses sistemas. Ressalta-se que as taxas de escoamento diárias extrapolam a capacidade de armazenamento das caixas coletoras em específicos eventos pluviométricos, logo, os resultados de perda de solo e água podem ser mais elevados em alguns meses. Os solos degradados da pesquisa permanecem saturados por longo período de tempo após cada evento chuvoso, além de desenvolver condições hidrológicas que favorecem os fluxos laterais. Contudo, o monitoramento deve ser contínuo para o melhor entendimento temporal e espacial da variação do potencial matricial.

## **AGRADECIMENTOS:**

Agradecimento à Capes e ao CNPq pela concessão da bolsa de mestrado e doutorado no programa de pós-graduação em geografia da UFRJ e ao CNPq pelo apoio financeiro no projeto intitulado “Diagnóstico de danos ambientais em unidades de conservação: Parque Estadual da Serra do Mar (núcleo Picinguaba) e Parque Nacional da Serra da Bocaina (Área de Proteção Ambiental do Cairuçu) e Reserva Ecológica da Juatinga”.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA:**

BRIGATI, N. & SANT’ANNA NETO, J. L. Dinâmica Climática E Variações Do Nível Do Mar Na Geração De Enchentes, Inundações E Ressacas No Litoral Norte Paulista. Revista Formação, n.15 volumes 2 – p. 25-36, 2011.  
GUERRA, A. J. T. Experimentos e Monitoramentos em Erosão dos Solos. Revista do Departamento de Geografia, 16, 32-37. Rio de Janeiro/ RJ, 2005.  
GUERRA, A. J. T., Processos Erosivos nas Encostas. In: GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. da. (Orgs.). Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil, p. 149 - 207. 7° edição, 2009.  
GUERRA, A.J.T. Processos Erosivos nas Encostas. In: Geomorfologia - Exercícios, Técnicas e Aplicações. Orgs. S.B. Cunha e A.J.T. Guerra. Ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 2.ed. p. 139-155. 2002.

DIAGNÓSTICO DE PROCESSO HIDROEROSIVO EM ÁREA  
DEGRADADA POR MEIO DE MONITORAMENTO DE ESTAÇÃO  
EXPERIMENTAL EM UBATUBA/SP

- JORGE, M. C. O. & GUERRA, A. J. T. Erosão dos Solos e Movimentos de Massa- Recuperação de áreas degradadas com Técnicas de Bioengenharia e Prevenção de Acidentes. In: Processos Erosivos e Recuperação de Áreas Degradadas. Editora: Oficina de Textos. São Paulo, 2013.
- RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. Geocologia das Paisagens, uma visão geossistêmica da análise ambiental. Editora: UFC – 3ª edição, 2010.
- SANT'ANNA NETO, J. L. Ritmo climático e a gênese das chuvas na zona costeira paulista. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1990.
- SOUZA, C. R. G. e SUGUIO, K. The coastal erosion risk zoning and the São Paulo state for coastal management. In: Journal of Coastal Research, special issue nº 35, pg. 530-547. Proceeding of the Brazilian sandy beaches: Morphodynamics, ecology, uses, hazards and management, 2003.
- SOUZA, C. R. G. Flooding in the São Sebastião region, northern coast of São Paulo state, Brazil. In: Anais da Academia Brasileira de Ciências. nº 70 (2). Pgs. 353-366, 1998.
- TAVARES, R.; SANT'ANNA NETO, J. L. e SANTORO, J. Chuvas e escorregamentos no Litoral Norte Paulista entre 1988 e 2001. In: Anais do Encontro de Geógrafos Brasileiros. João Pessoa: AGB-DER, 2002.
- TEIXEIRA, L.L.F. M. & ROMÃO, P. de A. Análise integrada do meio físico como subsídio ao diagnóstico de processos erosivos na bacia do ribeirão extrema em Anápolis (go). B. Goiano. Geogr. Volume. 6, número 2, 127-142. 2009.
- VEZZANI, F. M. & MIELNICZUK, J. O Solo como Sistema. 1ª edição. Ed.: Curitiba, 2011. 51-68.