

Erosão por Voçoroca como Indicador da Qualidade Física do Solo.

Milena Felix Moura ⁽¹⁾; **Rosângela Garrido Machado Botelho** ⁽²⁾.

⁽¹⁾ Pós-Graduada em Análise Ambiental e Gestão do Território; Escola Nacional de Ciências Estatísticas; Rio de Janeiro, RJ; milenafelix.m@gmail.com; ⁽²⁾ Professor Colaborador; Escola Nacional de Ciências Estatísticas; Rio de Janeiro, RJ; rosangela.botelho@ibge.gov.br.

RESUMO: O solo possui características que interagem entre si, proporcionando maior ou menor susceptibilidade aos processos erosivos. Dentre elas, destacam-se as propriedades físicas e morfológicas, como a textura, a estrutura, a porosidade e a profundidade. A diferente combinação desses atributos propicia a formação de tipos distintos de feições erosivas, como as voçorocas. Desta forma, objetiva-se levantar parâmetros das voçorocas que indiquem a qualidade física do solo. Tais parâmetros parecem estar bastante associados ao tipo de solo encontrado. Para tanto, um estudo de caso foi desenvolvido em uma área de 12,85 km² no município de Vassouras – RJ, onde 76 voçorocas (densidade de seis voçorocas por km²) foram contabilizadas e categorizadas e o solo analisado e classificado. Foi encontrado um padrão do formato de voçoroca em V com paredes íngremes, em perfil, e de topo largo e base estreita, em planta, em sua maioria com 70 a 90 metros de comprimento, associado a um solo comparativamente mais argiloso e com relação textural elevada. Feições lineares e de fundo chato parecem estar mais associadas a áreas de solos arenosos. A continuidade da pesquisa em áreas distintas e com sinais de degradação permitirá a construção no futuro de um referencial ou índice de qualidade física do solo a partir da análise dos diferentes estágios e formas erosivas. O intuito é desenvolver uma nova metodologia, prática e de baixo custo de determinação, para avaliar a qualidade física do solo, com destaque para áreas degradadas que necessitam de medidas de recuperação.

Termos de indexação: qualidade do solo, Argissolo.

INTRODUÇÃO

A qualidade do solo refere-se a sua capacidade de desempenhar adequadamente suas funções na natureza. O desempenho de tais funções depende das condições físicas, químicas e biológicas do solo, sendo possível tratar a qualidade do solo destes diferentes pontos de vista (Gasparetto et al., 2009).

A degradação deste recurso natural é um dos problemas mais críticos que a população está enfrentando na atualidade. A degradação das propriedades físicas, especialmente, atua na

redução da porosidade, no aumento da densidade do solo e na resistência à penetração. Alguns solos naturalmente mais erodíveis podem apresentar altos índices de degradação em função de intervenções antrópicas inadequadas. Dentre os processos de degradação o de maior ocorrência é a erosão hídrica (Oliveira et al., 2006), na qual destacam-se as voçorocas.

O presente trabalho objetiva realizar um estudo da erosão por voçoroca como indicador da qualidade física do solo através da análise de diferentes parâmetros morfométricos relacionados às feições erosivas na forma de voçorocas e sua área de ocorrência, com destaque para o tipo de solo em uma área no município de Vassouras.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudos localiza-se no município de Vassouras, na região do Médio Vale do Paraíba do Sul. Totaliza 12,85 km² e engloba trechos das rodovias RJ-127 e BR-393. O clima é o mesotérmico úmido, com estação seca no inverno, segundo a classificação de Köppen, com total pluviométrico médio anual de 1.250mm. A geologia encontra-se representada por rochas gnáissicas (Botelho, 1990) e a geomorfologia é caracterizada por três compartimentos: embasamento do pré-cambriano, colinas suaves e assoalho dos vales (Guerra & Botelho, 1998).

Os principais solos ocorrentes na região do Médio Vale do Paraíba do Sul, segundo Embrapa (2003), são o Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico e Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico e Eutrófico. Contudo, trabalho de levantamento mais detalhado verificou a existência de outras classes como: Cambissolo Háplico e Neossolo Litólico (Botelho, 1990).

Inicialmente, um mapeamento (utilizando o ArcGis 10.0) foi realizado na área de estudos, para identificar as voçorocas. Através da ortofoto do IBGE (2009) – escala 1:25.000 - com auxílio da imagem do Google Earth (2010) e do trabalho de campo (2012), as voçorocas foram mapeadas, contabilizadas e numeradas. As voçorocas foram classificadas de acordo com critérios expressos a seguir:

- Quantidade/densidade;

- Distribuição/concentração;
- Comprimento do eixo longitudinal;
- Forma em planta e perfil;
- Posição na encosta;
- Declividade da vertente.

Vale ressaltar que esses parâmetros foram observados e quantificados a partir das imagens orbitais, com exceção da declividade de vertentes, extraída do mapa elaborado a partir da folha topográfica Vassouras, escala 1:50.000 do IBGE.

Durante o levantamento de campo, foram realizadas verificações quanto à ocorrência das feições erosivas do tipo voçoroca, observação de sua ocorrência na encosta e registro fotográfico. Também foi aberto perfil de solo e coletadas amostras em unidade representativa e dominante na área de maior ocorrência das voçorocas. Dados de perfis de solo previamente coletados também foram utilizados (Botelho, 1990).

Nas amostras de solo coletadas procederam-se às análises morfológicas, segundo Lemos & Santos (1986), e análise granulométrica por pipetagem no Laboratório de Geomorfologia da UFRJ.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O mapeamento registrou um total de 76 voçorocas. A densidade de voçorocas é de seis voçorocas por km². Analisando a **figura 1**, percebe-se a maior concentração de voçorocas na porção oeste da área de estudo, notadamente a sudoeste.

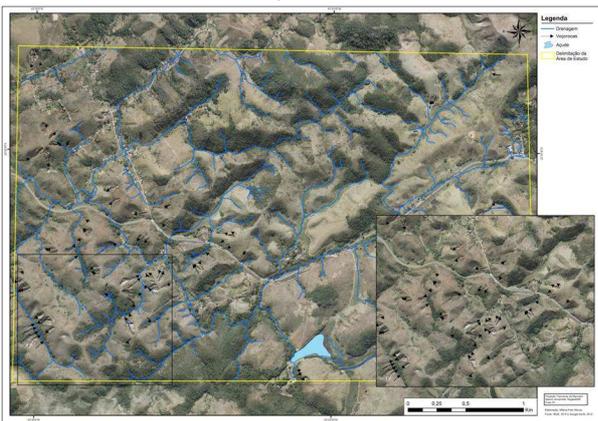


Figura 1 – Distribuição das voçorocas na área de estudos (Vassouras, RJ). Fonte: Botelho (1990) e Moura (2013).

O comprimento (eixo longitudinal) das feições erosivas na forma de voçorocas variou entre 18 e 218m, sendo o valor médio de 92,49 m. A **figura 2** ilustra as variações de comprimento encontradas. A

maioria das voçorocas apresenta comprimento menor que 100m, especificamente 51 feições.

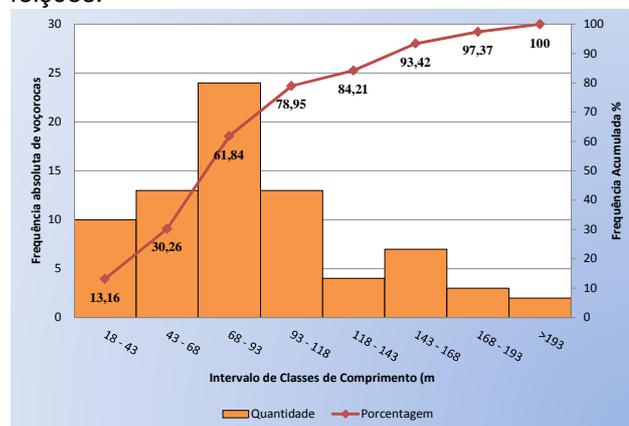


Figura 2 – Histograma da distribuição das voçorocas nos intervalos de classes de comprimento através das frequências absoluta e acumulada (%) na área de estudos (Vassouras, RJ). Fonte: Moura (2013)

Durante o mapeamento, notou-se que o formato das voçorocas era similar, ou seja, havia um padrão geométrico que se repetia ao longo da área de estudos, o que foi confirmado com a ida a campo. A forma, em planta, segue a forma da cabeceira anfiatétrica e, em perfil, em V, com paredes laterais íngremes (**Figura 3**).



Figura 3 – Padrão geométrico das voçorocas na área de estudo (Vassouras – RJ): topo largo e base estreita (planta) e V (em perfil). Fotos: Moura, 2012.

A maioria das voçorocas (72%) ocorre em encostas de até 40% de declividade, com destaque para a classe entre 20 e 40% e de 8 a 20%, correspondendo, respectivamente, aos relevos forte ondulado e ondulado. Observa-se que algumas

voçorocas estão em duas ou mais classes de declive ao mesmo tempo, apresentando rupturas de declive importantes em seu interior. As classes de declive entre 3 a 8% e 40 a 70% apresentaram baixa frequência de voçorocas e nenhuma voçoroca foi encontrada na classe > 70% (**Tabela 1**).

Tabela 1 – Frequências absoluta e relativa de voçorocas em relação às classes de declividade das vertentes na área de estudos.

| Classes de Declive (%) | Freq. Absoluta | Freq. Relativa (%) |
|-------------------------|----------------|--------------------|
| 3 a 8 | 8 | 10,53 |
| 8 a 20 | 10 | 13,16 |
| 8 a 20 e 20 a 40 | 5 | 6,58 |
| 20 a 40 | 32 | 42,11 |
| 20 a 40 e 40 a 70 | 3 | 3,95 |
| 40 a 70 | 8 | 10,53 |
| em mais de três classes | 10 | 13,16 |

O solo predominante na área é o Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico com profundidades entre 101 e 195m e o resultado das análises morfológicas encontra-se na **tabela 2** e a **figura 4** apresenta a variação em profundidade das principais frações granulométricas dos perfis de solo analisados, sendo possível observar o aumento significativo no teor de argila do horizonte superficial para o horizonte de subsuperfície.

No cálculo da relação textural B/A, estes perfis apresentam valores acima de 1,5. Destaca-se que todos os perfis encontram-se localizados no mesmo intervalo de declive, 20 a 40%.

CONCLUSÕES

As voçorocas na área de estudo encontram-se concentradas nos relevos forte ondulado e ondulado, em solos com maiores teores de argila em subsuperfície, assim como altos valores de gradientes texturais. Tal fato pode favorecer a formação de fluxos subsuperficiais, através dos quais as voçorocas podem evoluir.

O padrão geométrico encontrado em planta parece estar associado ao local de ocorrência nas encostas (anfiteatros) e o comprimento ao relevo colinoso com encostas pouco extensas. Mas a forma em V, em perfil, das voçorocas parece estar relacionada a descontinuidade textural dos Argissolos presentes na área.

A literatura nacional consultada indica que voçorocas maiores, tanto em comprimento quanto em profundidade, possuem uma forma linear, em planta, e em U, em perfil, e ocorrem majoritariamente em solos arenosos em relevos planos ou suave ondulados.

A continuidade do trabalho, com o estabelecimento de novos parâmetros das voçorocas e análise de áreas com características erosivas distintas permitirão avaliar com maior profundidade as relações entre a degradação física do solo e as propriedades dos mesmos sem a necessidade exaustiva de idas a campo. O intuito é reconhecer o potencial do uso das feições erosivas por voçorocas como um importante indicador da qualidade física do solo. O mapeamento destas feições por imagens orbitais em escala adequada pode otimizar custos no desenvolvimento de índices de qualidade física do solo.

REFERÊNCIAS

BOTELHO, R. G. M. Influência do Uso do Solo Pretérito e Atual no Estado de Degradação das Terras: Um Caso Típico no Município de Vassouras (RJ). 1990. Monografia do Curso de Graduação em Geografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ, Rio de Janeiro, 1990.

EMBRAPA. Mapa de Reconhecimento de Baixa Intensidade dos Solos do Estado do Rio de Janeiro. 2003.

GASPARETTO, E. C. et al. Grau de Floclulação da Argila de um Latossolo Vermelho Utilizado com Lavoura e Mata Nativa. Synergismus scyentifica, n. 4, v. 01, 2009.

GUERRA, A. J. T. & BOTELHO, R.G.M. Erosão dos Solos. In: CUNHA, S. B. & GUERRA, A. J. T. (Org.). Geomorfologia do Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

LEMOS, R. C. de & SANTOS, R. D. dos. Manual de descrição e coleta no campo. 3. ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; Rio de Janeiro: EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1996. 83 p.

OLIVEIRA, A. H. et al. Voçorocas no Município de Nazareno, MG: Qualidade do Solo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 16, Aracaju, 2006. CD-ROM

MOURA, M. F. Análise da Evolução dos Processos Erosivos na Forma de Voçorocas ao longo da BR-393 no Município de Vassouras, Médio Vale do Paraíba do Sul. 2013. Monografia (Curso de Especialização) em Análise Ambiental e Gestão do Território da Escola Nacional de Ciências Estatísticas – ENCE, Rio de Janeiro, 2013.

Tabela 2 – Atributos morfológicos dos perfis trabalhados.

| | Horizonte | Prof.(cm) | Cor (Seca) | Cor (úmida) | Consistência | Estrutura | Porosidade | Raízes |
|----------|-----------|-----------|---|--|-------------------------------------|--------------------------------|------------------------|-----------------------|
| | | | | | Seca, Úmida, Molhada | G. Tam. Forma | Quant. Tam. | Quant. Diâm. |
| Perfil 1 | A | 0 a 20 | 10YR 5/3 Bruno | 10YR 5/6 Bruno Escuro | Mac., Mt Fri., Lig. Plt. Lig. Peg. | Frc., Pqn., B.Suba. | P. Com., Mt Pqn. | Abd., Até 1mm |
| | BA | 20 a 50 | 7,5YR 5/6 Bruno Forte | 7,5YR 4/4 Bruno a Bruno Escuro | Mac., Mt Fri., Lig. Plt. Lig. Peg. | Frc., Md., B.Suba. | P. Com., Mt Pqn. | Poucas, Até 1mm |
| | Bi1 | 50 a 90 | 7,5YR 5/6 Bruno Forte | 5YR 4/6 Vermelho Amarelado | Mac., Fri., Lig. Plt. Lig. Peg. | Moder., Md., B.Suba. | P. Com., Mt Pqn. | Poucas, Menor que 1mm |
| | Bi2 | 90 a 145 | 7,5YR 6/8 Avermelhado | 5YR 5/8 Vermelho Amarelado | Lig. Dr., Fri., Lig. Plt. Lig. Peg. | Moder., Md., B.Suba. | P. Com., Mt Pqn. | Poucas, Menor que 1mm |
| | Bi3 | 145 a 195 | 7,5YR 6/8 Avermelhado | 5YR 5/8 Vermelho Amarelado | Lig. Dr., Fri., Lig. Plt. Lig. Peg. | Moder., Pqn a Md., B.Suba. | P. Com., Mt Pqn. | Poucas, Menor que 1mm |
| | BC | 195+ | 7,5YR 6/8 Avermelhado | 7,5YR 5/8 Bruno Forte | Mac., Fri., Lig. Plt. Lig. Peg. | Frc., Pqn., B.Suba. | P. Com., Mt Pqn. | Raras, Menor que 1mm |
| Perfil 2 | A | 0 a 12 | 7,5YR 5/4 Bruno | 7,5YR 3/4 Bruno Escuro | Mac., Mt Fri., Lig. Plt. Lig. Peg. | Frc., Md., Gran. | Mt. P., Mt Pqn. a Pqn. | Abd., Até 2 mm |
| | Bt2 | 110 a 175 | 7,5YR 6/8 Avermelhado | 7,5YR 5/8 Bruno Forte | Mac., Mt Fri., Lig. Plt. Lig. Peg. | Frc., Md., B.Suba. | P. Com., Mt Pqn. | Poucas, Até 1mm |
| Perfil 3 | AB | 0 a 26 | 10YR 5/6 Bruno Amarelado | 10YR 4/4 Bruno Amarelado Escuro | Dr., Fri., Lig. Plt. Lig. Peg. | Frc., Pqn. a Grande., B. Suba. | P. Com., Mt Pqn. | Poucas, Até 1mm |
| | B | 26 a 46 | 7,5YR 5/6 Bruno Forte | 7,5YR 4/6 Bruno Forte | Mt. Dr., Fir., Lig. Plt. Lig. Peg. | Frc., Pqn. a Grande., B. Suba. | P. Com., Mt Pqn. | Raras, Até 1mm |
| | BC | 46 a 101+ | 10YR 6/4 Bruno Amarelado Claro | 10YR 3/4 Bruno Amarelado Escuro | Dr., Fri., Lig. Plt. Lig. Peg. | Frc., Pqn. a Md., B. Suba. | P. Com., Mt Pqn. | Raras, Até 1mm |

Prof.: Profundidade; Mac.: Macia; Mt.: Muito; Fri.: Friável; Lig.: Ligeiramente; Plt.: Plástica; Peg.: Pegajosa; Dr.: Dura; Frc.: Fraca; Pqn.: Pequena; B. Suba.: Blocos Subangulares; Gran.: Granular; Md.: Média; Moder.: Moderada; P.: Poros; Com.: Comuns; Abd.: Abundantes. Fonte: Modificado de Botelho (1990) e Moura (2013).

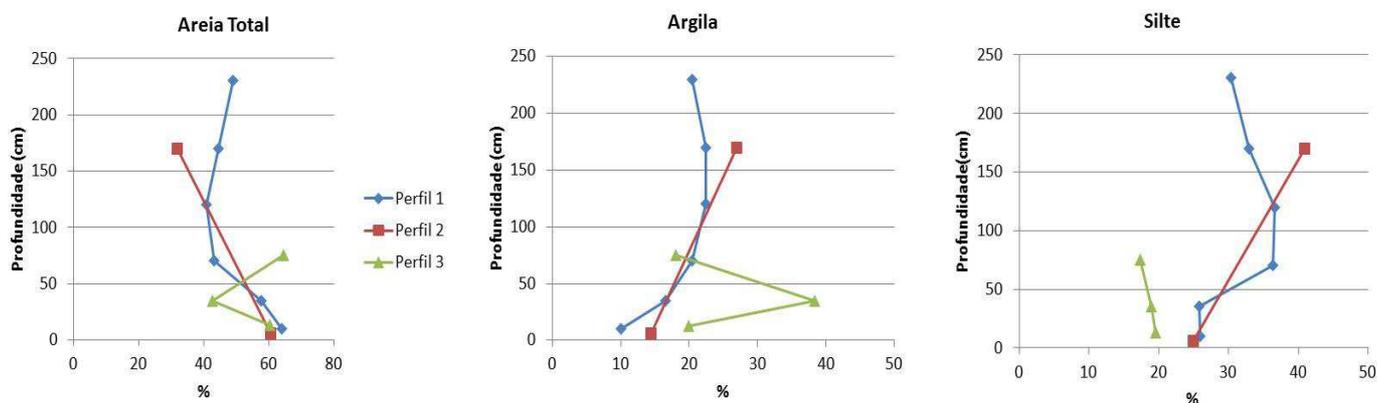


Figura 4 – Teores de areia total, argila e silte dos perfis de solo analisados na área de estudos (Vassouras, RJ).