

## PENETRÔMETRO DE PERCUSSÃO NA ANÁLISE DA FRAGILIDADE RELEVO X SOLO

Jurandyr Luciano Sanches Ross

Depto. de Geografia- FFLCH  
Universidade de São Paulo  
Av. Linneu Prestes, 338 Cid. Universitária  
05508-900 São Paulo - SP  
Fax (011) 818-3159 (011) 818-3137

**Abstract.** The subject of this work is telling about the begging of the Geomorfology Laboratory Rearches of the USP Geography Department. It is to evaluate the differents of the resistance of the stake penetration for the differents kinds of the relief and solil. The percussion penetrometer was create for us. We have a model SPT- Standart Penetration Test. It is used in perfuration and of the soil by civil engineering.  
Keywords: Relief; Fragility; Penetration Test.

### **Do Empírico-Intuitivo ao Empírico-Experimental.**

No processo do conhecimento humano sobre os comportamentos da natureza, o volume de dados progressivamente gerados e incorporados ao conhecimento da comunidade culturalmente mais bem informada, sobretudo a científica, é muito grande, extremamente diversificado e principalmente especializado. A verticalização na geração dos conhecimentos técnico-científicos, ao mesmo tempo que se transformam em importantíssimos instrumentos de interesse público, apresentam-se cada vez mais herméticos a medida que se apresentam em conhecimentos ultra-especializados e de domínio restrito. Assim, há um paradoxo, pois ao mesmo tempo que se precisa cada vez mais conhecimentos técnico-científicos para um melhor aprimoramento das relações da sociedade com a natureza, há um distanciamento acentuado entre a realidade social da grande maioria da humanidade e aquilo que seria nessa

relação, o ótimo desejável pela comunidade técnico-científica. Assim, tais conhecimentos, não atingem suficientemente a sociedade, que talvez até por insuficiência dos instrumentos institucionais, estes acabam por surtir pouco efeito na desejável utilidade social.

De qualquer modo, quer seja por imposição de políticas de planejamento do uso das terras e portanto dos recursos naturais ou ainda por esclarecimentos genéricos passados pelos sistemas de divulgação coletivos, ainda resta alguma utilidade de aplicação desses conhecimentos. O que se deseja entretanto, é uma maximização de seu uso através de consistentes políticas públicas de gestão de uso das terras e dos recursos naturais, dentro de uma perspectiva de bens de interesse coletivo, ainda que estejam em limites territoriais de propriedades privadas.

Nas geociências, que envolve os ramos de ensino, pesquisa e aplicação, pode-se arrolar algumas disciplinas/ciências tradicionalmente consolidadas como a geologia,

geomorfologia, pedologia, hidrologia e climatologia e as ligadas a biociências.

Nas escolas de Geologia, além da preocupação com as pesquisas voltadas para o conhecimento dos recursos minerais, desenvolveu-se periféricamente a geologia de engenharia, justamente para avançar na direção de melhor fundamentar os estudos de mecânica de solos, pois as características físicas dos solos têm extrema relação de dependência com as características das rochas que lhe dão origem, sem desconsiderar evidentemente as influências climáticas.

As cartas geotécnicas procuraram espacializar e ampliar o espectro de pesquisa e aplicação, frente as análises geotécnicas pontuais que são desenvolvidas pela engenharia especificamente para cada obra civil.

A pedologia desenvolveu como seu principal objeto de estudo os tipos e características físicas e químicas dos solos, muito associado a influência climática e menos preocupado com as bases geológicas. O centro das atenções das pesquisas pedológicas, foi o de estabelecer uma tipologia de solos em função sobretudo de seu aproveitamento agrícola.

Paralelamente, outras aplicações foram sendo desenvolvidas pela pedologia ainda de interesse imediato com a questão da fertilidade dos solos para a agricultura. Neste viés destaca-se sobretudo as pesquisas voltadas para os problemas de erosão de solos, pondo-se em resalto o desenvolvimento de técnicas de controle de perdas de solo através de experimentos como a instalação de parcelas monitoradas para medir infiltração d'água e erosão de solo.

A geomorfologia, que tem como objeto de estudo as formas de relevo e sua gênese, sempre desenvolveu-se à retaguarda da geologia e da pedologia, face sua aplicabilidade ou utilidade não ser reconhecida popularmente. É de senso

comum, que as formas de relevo, apresentam aclives, declives, são muito inclinados, pouco inclinados, são muito altos, ou são baixos ou são morros ou são planos. É também de percepção fácil, saber se um determinado terreno, face ao seu relevo, é mais ou menos favorável as práticas agrícolas, se é fácil ou difícil construir uma estrada, um aeroporto, um campo de futebol ou uma habitação. O que não é senso comum entretanto, é conhecer os mecanismos morfogenéticos e morfodinâmicos responsáveis pela dinâmica das formas do relevo. E está justamente aí a importância do papel aplicado da geomorfologia. Não basta reconhecer se o relevo tem esta ou aquela forma, se são colinas, morros, escarpas, planícies, montanhas, cordilheiras, serras, terraços, de diferentes dimensões e idades, mas é preciso entender como estas formas desenvolveram-se, como chegaram a tais formatos, quais são os agentes intervenientes no processo gerador das mesmas, e como isto se articula com as bases lito-estruturais, com as coberturas pedológicas, com as características climáticas locais e regionais, com a cobertura vegetal e sobretudo com as mais diversas inserções humanas. Deste modo, a geomorfologia por estar na interface da litosfera com a atmosfera, só pode ser entendida dentro desta concepção, e sua aplicabilidade passa não só pelo simples reconhecimento de tipos de formas de relevo, mais favoráveis ou desfavoráveis as diferentes inserções humanas, mas principalmente pela resposta possível que a morfodinâmica dará a intervenções/modificações efetuadas sem as devidas precauções.

#### **Ensaio Experimentos: Tentativas de Definir Parâmetros da Fragilidade.**

As pesquisas científicas, "correm atrás" para encontrar respostas às suas perguntas e também, produzir um volume grande de experimentos e análises empíricas para chegar-se aos

denominadores comuns ou seja encontrar os parâmetros que definem as regras gerais de um determinado evento ou processo. No campo das geociências, sobretudo no que interessa especificamente à geomorfologia e aos solos, há inúmeros procedimentos técnico-operacionais, que ao serem adotados como linhas de trabalho, procuram encontrar respostas a eventos naturais ou induzidos pelos homens, que se apresentam como "perigos" ou problemas de curto, médio ou longo prazos. Assim, são objetos de estudos mais frequentes os problemas relativos aos processos erosivos pluviais, aos movimentos de massa, também conhecidos como escorregamentos ou deslizamentos de terra, problemas com inundações e assoreamentos.

Entenda-se como fragilidade potencial do relevo, a potencialidade que um determinado tipo de forma de relevo, sustentada por uma específica litologia, associando-se a um determinado tipo de cobertura pedológica, em ambientes tropicais úmidos, têm de sofrer processos erosivos lineares ou laminares por influência do escoamento superficial das águas pluviais ou ainda por pressão hidrostática exercida pela concentração de água em horizontes subsuperficiais do manto de alteração, que desencadeiam movimentos de massa ou escorregamentos de terra.

Nos ambientes naturais pouco ou nada alterados pelas intervenções humanas, a tendência é ter-se na relação relevo, litologia, solos, cobertura vegetal e dinâmica climática o equilíbrio dinâmico, ou seja uma estabilidade não estática. Nos processos de evolução dos ambientes naturais, face as mais diversas associações entre os diferentes componentes da natureza, desenvolvem-se infinitas fisionomias de "paisagens naturais", cada uma delas com características específicas de formas de relevo, tipos de solos, litologia, vegetação,

clima, águas, fauna e para complicar ainda mais diferentes sociedades humanas. Medir as intensidades dos fluxos de energia e matéria entre essas componentes, para entender sua funcionalidade e avaliar sua potencialidade como recurso natural e sua fragilidade face as múltiplas intervenções humanas é algo que ainda não se conseguiu em sua totalidade.

Seguindo a linha da cartografia geomorfológica de abordagem dinâmica, proposta por Tricart (1977), e adaptada por Ross (1990) para as chamadas Cartas Morfodinâmicas ou Ecodinâmicas ou ainda para as Cartas de Fragilidade Potencial e Emergente do Relevo, propostas por Ross (1994), através dos ensaios cartográficos desenvolvidos no Laboratório de Geomorfologia do Departamento de Geografia da FFLCH-USP com alunos estagiários e de pós-graduação, chegou-se à necessidade de avançar na direção de aferir, através de ensaios experimentais de campo, os resultados empírico-analíticos encontrados com os mapeamentos sistemáticos. Assim, decidiu-se aplicar alguns testes de laboratório como análise granulométrica, limite de liquidez, plasticidade e ensaios experimentais de campo como taxa de infiltração e teste de resistência de penetração de estacas. Esses experimentos estão sendo aplicados inicialmente em áreas em processo de urbanização na Região Metropolitana de São Paulo, em relevos muito dissecados sustentados por rochas cristalinas da faixa do cinturão orogênico do atlântico.

Os ensaios experimentais de campo, são desenvolvidos preferencialmente nos seguintes aspectos: medir diretamente no local a umidade do solo, a taxa de infiltração e o grau de resistência à penetração de estaca. Para as medições no campo da umidade do solo será empregado um aparelho em modelo digital que fornecerá diretamente os resultados da

umidade constante no solo do local submetido à medição. Para medir a taxa de infiltração recorreu-se à metodologia desenvolvida pelo IPH/UFRS-Instituto de Pesquisa Hidraulica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, que consiste na utilização de um equipamento simples desenvolvido pelos pesquisadores dessa instituição. Esse equipamento compõe-se por um trado e um conjunto composto por haste de ferro, trena e boia que são instalados na borda da boca da perfuração onde é adicionada quantidades conhecidas de água, cronometrando-se os níveis de rebaixamento por um determinado tempo e volume de água adicionada.

Para medir o grau de resistência de penetração de estaca, desenvolveu-se no Laboratório de Geomorfologia do departamento de Geografia da FFLCH-USP, um equipamento, a que pode-se designar de Penetrometro de Percussão, que tem como finalidade implantar estaca de aço no solo por impactos de percussão. Este equipamento, projetado no laboratório de geomorfologia em 1995 por este pesquisador, recebeu a colaboração e acompanhamento de sua confecção do pesquisador Silvio Carlos Rodrigues. O equipamento, consiste de um tripé com comprimento de 3 metros, com uma das pernas de altura regulável, possui no vertice uma roldana por onde apoia-se a corda que o sustenta e permite a elevação do peso (martelo) que é lançado sobre a estaca. O martelo, que se constitui de um cilindro de ferro preenchido de concreto tem 16 Kg de peso e, a estaca de aço maciço tem comprimento de 1,40 metros e diâmetro de 3 cm.

O teste de resistência de penetração a percussão, consiste em aplicar impactos do peso levantado pela corda com apoio na roldana, sobre a cabeça da estaca de aço. Estabeleceu-se, a partir dos ensaios experimentais os seguintes procedimentos:

1-Seleção dos locais dos testes de resistência de penetração a partir de mapeamento geomorfológico prévio;

2-Escolha do ponto de instalação do equipamento e regulagem de uma das pernas em função da declividade da vertente naquele ponto;

3-Fixação da estaca até atingir 20 cm de profundidade e posicionada precisamente no prumo do peso (martelo).

4-Aplica-se a partir daí até 20 impactos sobre a estaca e a cada 5 impactos mede-se a profundidade de penetração da mesma.

5-A altura da queda livre do martelo deve ser constante, e nos ensaios experimentais utilizou-se a distância de 1,20 metros entre a base do cilindro (martelo-peso 16Kg) e a cabeça da estaca.

6-Após a aplicação do teste de penetração, retira-se a estaca do solo através de perfuração lateral com trado.

Este equipamento por nós desenvolvido, baseou-se no modelo de Sondagens a Percussão, do sistema SPT-Standard Penetration Test utilizado nas sondagens para obras de engenharia civil, que apresenta outras dimensões e a estaca de penetração constitui-se por um tubo de aço que também recolhe amostras dos solos perfurados. Conforme Teixeira (1993), in Mesa Redonda -Solos do Interior de São Paulo, tal equipamento está com as especificações técnicas regulamentadas no Brasil pela ABNT, através da NBR-6484/1980. O equipamento normatizado pela International Reference Test Procedure for the Standard Penetration Test da I.S.S.M.F.E. (1989), apresenta especificações técnicas semelhantes, porém diferentes. Como tínhamos que dispor de um equipamento razoavelmente fácil de ser transportado, e como ainda não dispunhamos dos dados técnicos específicos dos equipamentos similar dos utilizados, praticamente inventamos suas

dimensões e especificações em função dos  
BIBLIOGRAFIA

nossos interesses.

BERTONI, J.& LOMBARDI NETO, F. *Conservação do Solo-Livro Cores* - Piracicaba, 1985

BIGARELLA, J.J.& MAZUCHOWSKI, J.Z. *Visão Integrada da Problemática da Erosão* Livro Guia do 3o Simpósio Nacional de Controle de Erosão. Maringá, 1985.

CANDURO, F. A. & DORFMAM, R. *Manual de Ensaio de Laboratório e de Campo para Irrigação e Drenagem* IPH-instituto de pesquisas hidráulicas/UFRGS. Porto Alegre, 1986.

CASSETTI, W. - *Ambiente e Apropriação do Relevo* - Editora Contexto. São Paulo, 1991.

CETESB - CIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - *Análise Morfodinâmica da Serra do Mar na Região de Cubatão- SP-* In: Relatório Técnico. São Paulo, 1991.

IAC- INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS- *Perdas por Erosão no Estado de São Paulo.* -Boletim Técnico Bragantia n.47. Campinas, 1961.

ROSS, J.L. S. - *Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados-* in: Revista do Depto. de Geografia n.8-FFLCH-USP. São Paulo, 1994

ROSS, J.L. S.- *Análises e Sínteses na Abordagem Geográfica para o Planejamento Ambiental,* in Revista do Depto. de Geografia n. 9- FFLCH-USP. São Paulo, 1995

ROSS, J. L. S.- *Geomorfologia, Ambiente e Planejamento.* Edit. Contexto. São Paulo, 1991.

TEIXEIRA, G.H.-*Um perfeiçoamento das sondagens de Simple Reconhecimento à Percussão,* in: Mesa Redonda - Solos do Interior de São Paulo. São Carlos, 1993.