

CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA ATRAVÉS DA RELAÇÃO ENTRE A RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO E O TEOR DE UMIDADE DO SOLO DO JARDIM BOTÂNICO DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

Patrick Aloe Teixeira ¹; Isabela Martins Itabaiana ²; José Miguel Peters Garcia ³

Resumo – O manejo e conservação adequados de um Jardim Botânico são necessários a partir do conhecimento de seu meio físico. Uma das principais formas de estudo do meio físico é a caracterização geotécnica dos solos, que se dá pelo levantamento das propriedades físicas e mecânicas dos mesmos nas áreas de interesse, avaliando as suas vulnerabilidades, potencialidades e sua interação com as formas de uso e ocupação. O trabalho tem como objetivo, analisar a resistência do solo, através de profundidade superficial, por meio do ensaio de campo utilizando penetrômetro de impacto, e por meio do método NBR, os dados obtidos foram correlacionados ao teor de umidade do solo. Desta forma, esta pesquisa levanta os parâmetros geotécnicos dos solos da área do Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro subsidiados por interpretação de parâmetros de geomorfologia e topografia.

Abstract – The proper management and conservation of a Botanical Garden are necessary from the knowledge of their physical environment. One of the main ways of studying the physical environment is the geotechnical characterization of soils, which is determined by the physical and mechanical properties in the areas of interest, evaluating their vulnerabilities, potentialities and their interaction with the forms of use and occupation. The objective of this work was to analyze the soil resistance through the field test using an impact penetrometer, and through the NBR method, the data obtained were correlated to soil moisture content. Therefore, this research raises the geotechnical parameters that evaluate the soil resistance of the Botanical Garden area of the Federal Rural University of Rio de Janeiro subsidized by the interpretation of geomorphological and topographic parameters.

Palavras-Chave – Resistência à Penetração, Caracterização Geotécnica, Jardim Botânico.

¹ Geól., Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro: Seropédica - RJ, (11) 95371-4806, patrick.aloe.teixeira@gmail.com

² Geól., Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro: Seropédica - RJ, (11) 95288 - 3021, isaitabaiana@gmail.com

³ Prof. MSc Departamento de Geociências da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica – RJ, (21) 99151 - 4766, gpgarcial@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

É notório, hoje em dia, que o fenômeno da erosão ocorre mais evidentemente devido aos processos erosivos causados pelos intemperismos físico e químico que são intensificados pela interferência antrópica, gerando assim, a aceleração do seu processo. Os solos em geoparques e jardins botânicos são expostos à processos como falta de vegetação, compactação por pisoteio, infiltração e escoamento da água da chuva, os quais se dão como principal fator de erodibilidade, causando caminhos de água no qual se configuram, formando feições erosivas superficiais como sulcos e ravinas.

Para que a degradação ambiental desses ambientes seja minimizada ou inexistente, seu planejamento e implantação são embasados em características do próprio meio físico, determinadas, analisadas e classificadas através do estudo dos solos por ensaios geotécnicos com a aplicação de técnicas de mecânica dos solos em campo e laboratório, o que é significativo em termos de estudos de potencial de estabilidade do meio físico. Desta forma, este trabalho analisará a propensão de erosão superficial do solo do Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro por meio da análise de resistência ao impacto.

2. ÁREA ESTUDADA

2.1. Localização

A área estudada reúne informações coletadas na área do Jardim Botânico localizado dentro do campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro na cidade de Seropédica, RJ, onde a área estudada se estende por 16 hectares. O acesso ao local citado é feito por meio da rodovia BR 465, antiga Rio-São Paulo (Figura 1).

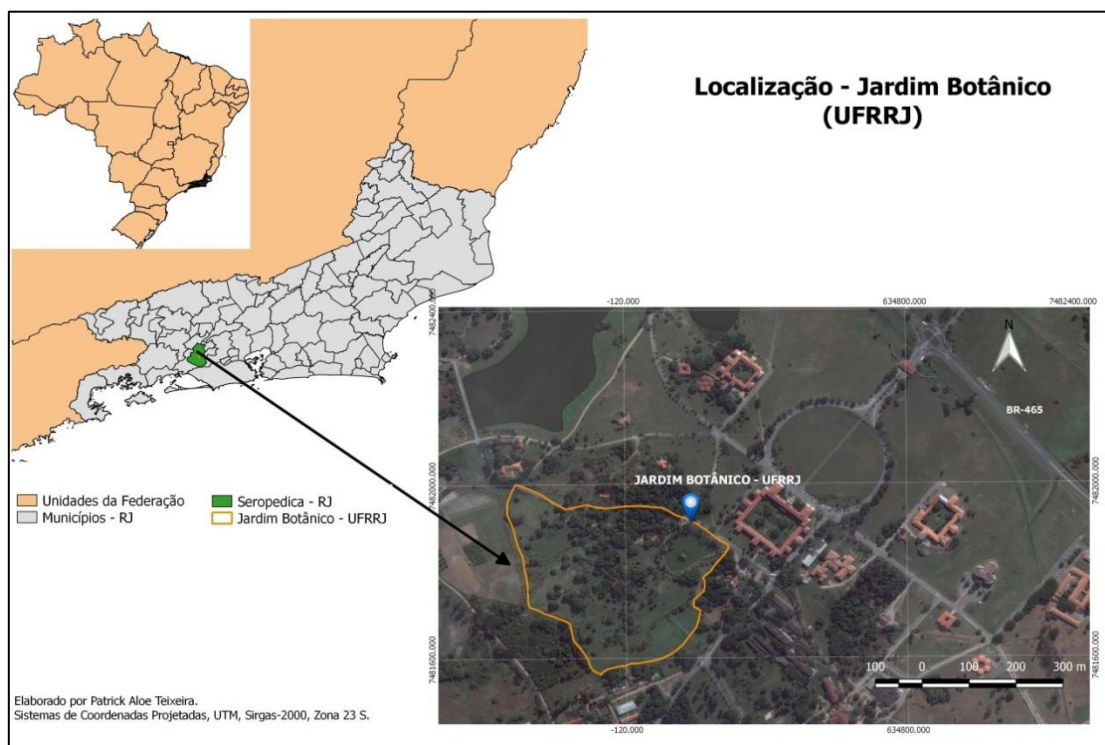


Figura 1. Limites da área de estudo compreendida no campus da UFRRJ em Seropédica, RJ. Figura do autor.

Toda a área é coberta por vegetação de gramíneas onde, de maneira localizada foram plantadas espécies arbóreas de maior porte, assim, apenas na área administrativa podem ser observadas algumas construções como casa, garagem para tratores e estufa.

2.1.1. Caracterização da área

A área do JB/UFRRJ possui relevo arrasado, relativamente plano, com amplitude topográfica de 13 metros, cotas variando entre 25 e 38 metros a.n.m., com seu ponto mais elevado apresentando cota de pouco mais de 38 metros. As partes mais baixas são representadas por duas áreas alagáveis situadas nos setores oeste e sul da área, com cotas em torno de 25 metros acima do nível do mar. No setor norte da área do Jardim Botânico existe um lago artificial escavado com forma aproximada de uma elipse, cujo eixo maior, com orientação Norte-Sul, mede cerca de 100 metros e o menor, Leste-Oeste, aproximadamente 70 metros. No centro do lago há uma ilha com o mesmo formato do lago, com eixo maior de 20 metros de extensão também orientado Norte-Sul e eixo menor Leste-Oeste com 10 metros. O ponto mais alto da ilha se situa a cerca de 2 metros acima do nível da água.

O espaço do Jardim Botânico não apresenta canais naturais de drenagem, mas existem dois canais artificiais para drenagem das águas pluviais. O primeiro deles cruzando toda a extensão da unidade na direção Noroeste-Sudeste, com caimento para Sudeste e outro na parte leste, orientado Norte-Sul, com caimento para Sul (Figura 2).

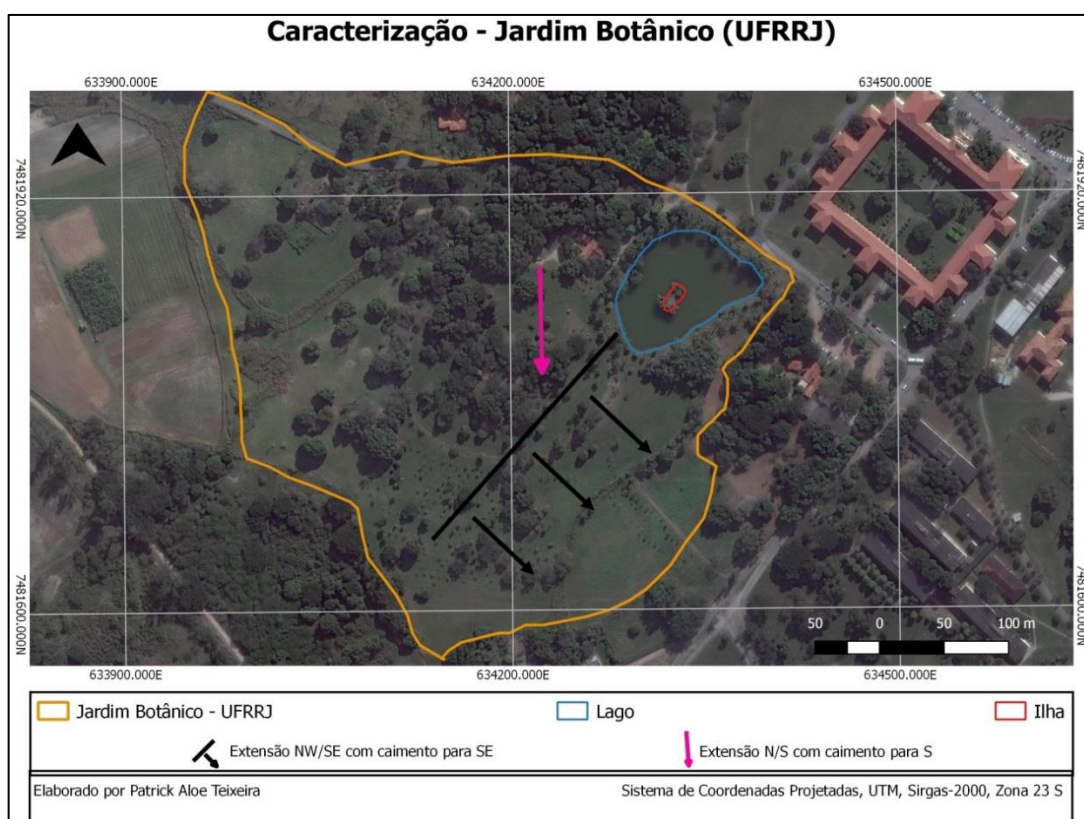


Figura 2. Caracterização do ambiente e configuração do escoamento superficial artificial. Figura do Autor.

2.1.2. Caracterização Geomorfológica

Do ponto de vista geomorfológico da área, o mapa geomorfológico apresentado no Atlas Digital da UFRRJ apresenta duas unidades geomorfológicas distintas, a saber: Colinas Aplainadas, que

ocupam a quase totalidade da área do Jardim Botânico e Rampas de Colúvio, que ocorrem próximas às áreas alagáveis, nos setores sul e oeste (Figura 3).

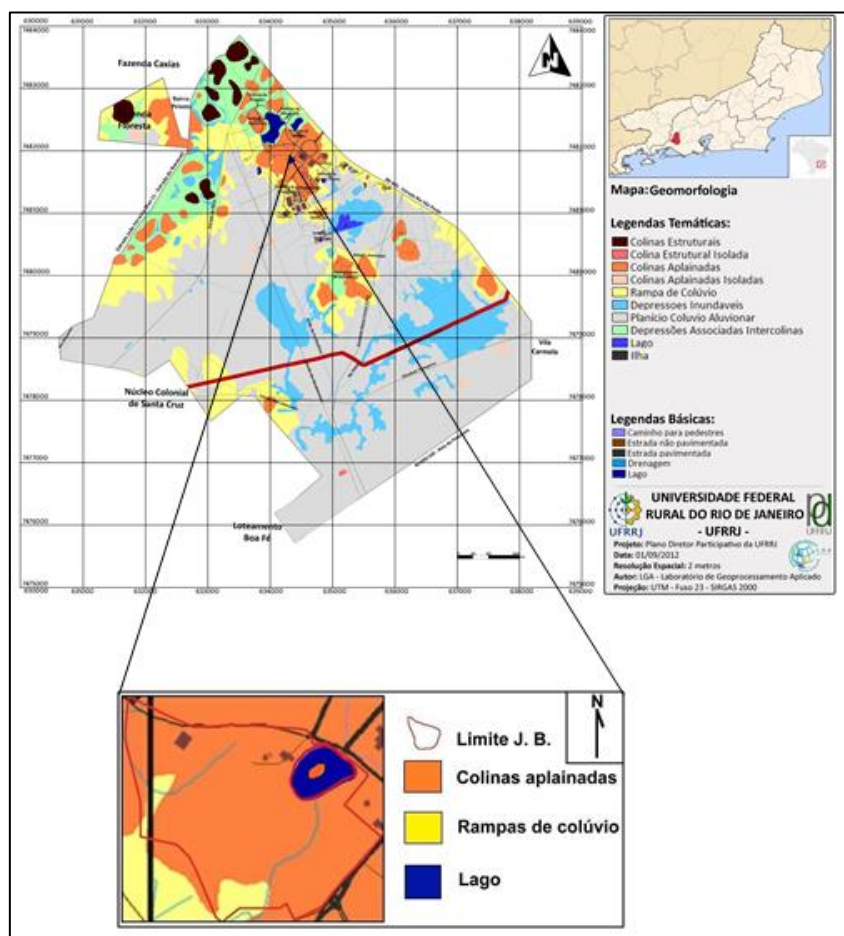


Figura 3. Mapa geomorfológico do Jardim Botânico da UFRRJ (LGA – UFRRJ, 2012).

2.1.3. Caracterização Geológico/Geotécnica

Quanto à geologia da área, sabe-se que não existem afloramentos rochosos. Portanto, o Mapa Geológico do Estado do Rio de Janeiro (DRM, 2001) apresenta a área sendo constituída por ortognaisses bandados da Unidade Rio Negro, nas áreas mais elevadas (Figura 4). Os terrenos de menor elevação são preenchidos por depósitos coluvionares. Os solos, do ponto de vista geotécnico, ocorrem como solos residuais de gnaisses, situados nas partes mais elevadas e solos transportados coluvionares, nas áreas dominadas por rampas de colúvio.

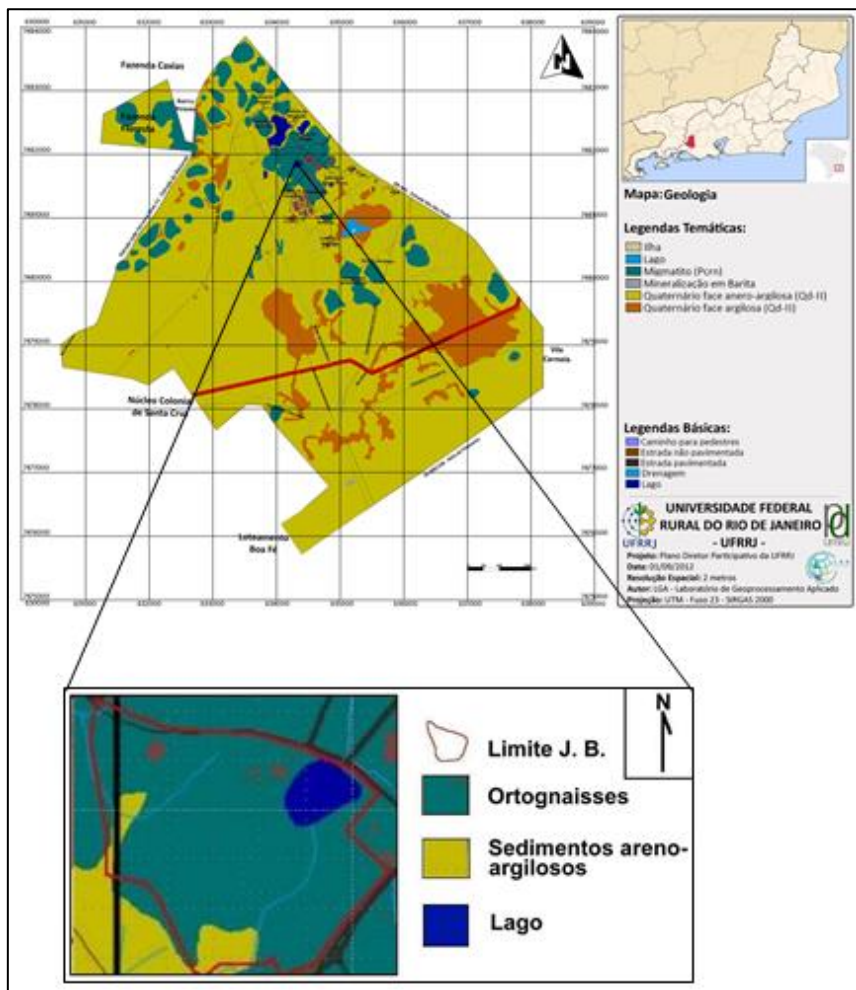


Figura 4. Mapa geológico do Jardim Botânico da UFRRJ (LGA – UFRRJ, 2012).

3. TRABALHOS DE CAMPO E LABORATÓRIO

Os trabalhos de campo foram necessários para o reconhecimento da área e planejamento para a escolha de 12 pontos de estudo onde foram efetuados ensaios de campo e coleta de amostras de acordo com as características geomorfológicas e topográficas do local (Figura 5).

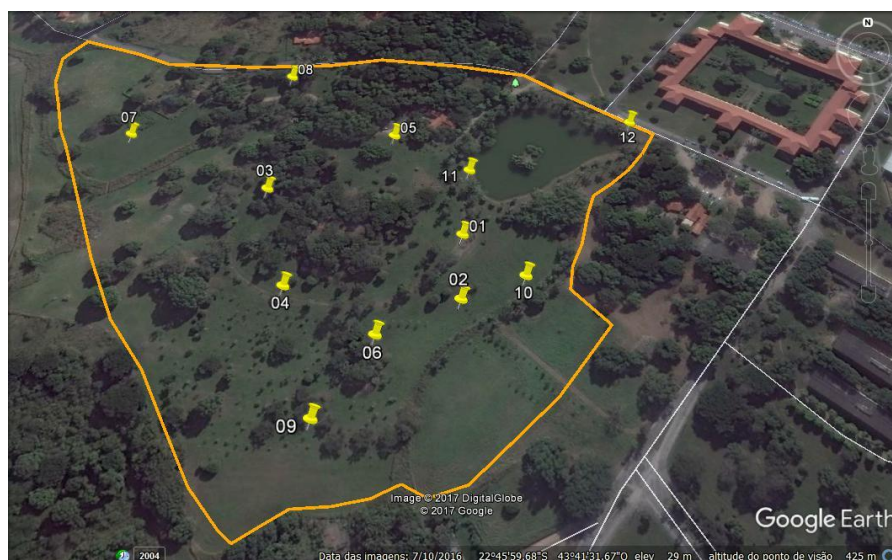


Figura 5. Delimitação da área e pontos de estudo. (Google Earth, 2017).

3.1. Utilização do Penetrômetro de Impacto

O equipamento utilizado para este ensaio de campo é o penetrômetro de impacto (modelo IAA\Planalsucar-Stolf) (STOLF *et al.*, 1983), que tem a finalidade de medir a resistência do solo à penetração.

O equipamento tem as seguintes características (Figura 6): Peso de 4 kg que provoca o impacto, curso de queda livre correspondente a 40 cm, Cone com Ângulo sólido de 30°, diâmetro de 9,5 mm da haste que penetra no solo e comprimento de 70 cm da haste.



Figura 6. Penetrômetro de impacto (Modelo IAA\Planalsucar – Stolf) sendo operado em campo. Retirado de GUIMARÃES, 2008.

O penetrômetro de impacto é introduzido perpendicularmente à superfície do solo com a haste do aparelho penetrando no solo através do impacto do peso (4 kg) que cai de uma altura constante de 40 cm, em queda livre, registrando-se o número de impactos necessários para que o aparelho penetre, primeiramente, 10 cm (Número de Golpes). Continua-se a cravação da haste, sempre contando o número de golpes (NG) a cada 10 cm, até atingir a profundidade de 40 cm. Durante o procedimento do ensaio, além de anotar o NG, foi necessária a descrição do perfil do solo e do tipo de cobertura.

O cálculo de resistência (Equação 1) é, segundo VARGAS (1989) obtido pelo seguinte método:

$$R = \frac{mgH}{A\Delta z} \times \frac{m}{m+m'} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

R= Resistência à Penetração (Pa);

m= Massa do Martelo (kg);

g= Constante da Aceleração da Gravidade (9,81m/s²);

A= Altura da Queda do Martelo (cm);

Δz = Profundidade de Penetração para um Golpe do Martelo (m);

m'= Massa das Hastes Mais Anéis (kg).

3.2. Determinação da Massa Específica Aparente *in situ* com Emprego de Cilindro de Cravação

Este método possui as seguintes características (Figura 7): Cilindro de cravação calibrado, colarinho destacável, haste guia, soquete de cravação e balança com precisão de 1 grama.



Figura 7. (A) Haste guia, cilindro de cravação, soquete de cravação e colarinho destacável (da esquerda para direita); caderneta de campo como escala; (B) Balança com precisão de 1 grama.

O procedimento deste ensaio foi realizado com o assentamento do cilindro de cravação na superfície do terreno, previamente limpa. A cravação do cilindro foi efetuada por meio de golpes em queda livre e contínua do soquete até a cravação completa, com o topo do cilindro a 1 cm abaixo da superfície. Em seguida, o solo do entorno do cilindro foi escavado e retirado. Logo após, o conjunto cilindro/amostra indeformada é pesado (Figura 8). Ao final do ensaio, esse conjunto é levado imediatamente à estufa por 24 horas para secagem e aferição de perda de umidade (NBR 6457).



Figura 8. Procedimento do ensaio: (A) Assentamento do cilindro de cravação na superfície do terreno; (B) Cravação do cilindro no solo; (C) Pesagem da amostra indeformada. Figura do Autor.

Assim, a massa específica aparente natural do solo *in situ* é obtida pelo seguinte cálculo (Equação 2):

$$\gamma_h = \frac{(M_t - M_c)}{V_c} \quad \text{(Equação 2)}$$

Onde:

γ_h = Massa Específica Aparente Natural do solo em g/cm^3

M_t = Massa do cilindro com a amostra úmida em g

M_c = Massa do cilindro em g

V_c = Volume interno do cilindro em cm^3

Portanto, a massa específica aparente seca do solo *in situ* é obtida pela seguinte fórmula (Equação 3):

$$Y_s = Y_h \times \left(\frac{100}{100} + H \right) \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:

Y_s= Massa específica aparente seca do solo *in situ* em g\cm³

Y_h= Massa específica aparente natural do solo *in situ* em g\cm³

H= Teor de umidade do solo *in situ* em %

A determinação da umidade do solo para cada amostra coletada se deu pelo seguinte procedimento (Equação 4):

$$H = \frac{M_{bu} - M_{bs}}{M_{bs} - M} \times 100 \quad (\text{Equação 4})$$

Onde:

H= Teor de umidade em %

M_{bu}= Massa bruta correspondente à massa do amostrador mais amostra do material úmido, em g

M_{bs}= Massa bruta correspondente à massa do amostrador mais amostra do material seco, em g

M= Massa do Amostrador, em g.

4. COMPORTAMENTO GEOTÉCNICO DOS SOLOS ESTUDADOS

A resistência do solo ao impacto, quando analisada em detrimento dos 40 centímetros de profundidade amostrados (Ítem 3.1), se mostra variável quando correlacionada aos valores de umidade, permitindo-nos discutir este resultado por meio de duas análises distintas, que separam as amostras 1, 2, 7 e 8 das demais. (Tabela 1; Figura 9).

Tabela 1: Relação da resistência a compactação do solo com a taxa de umidade.

Amostras	Resistência (Pa)	Umidade (%)
1	27178,66	11,43
2	20906,67	16,37
3	4455,52	9,78
4	4768,19	11,18
5	8493,33	15,40
6	11816,81	12,80
7	18119,11	12,34
8	15099,26	13,56
9	7549,63	6,79
10	7549,623	9,71
11	7765,33	18,52
12	9371,95	7,22

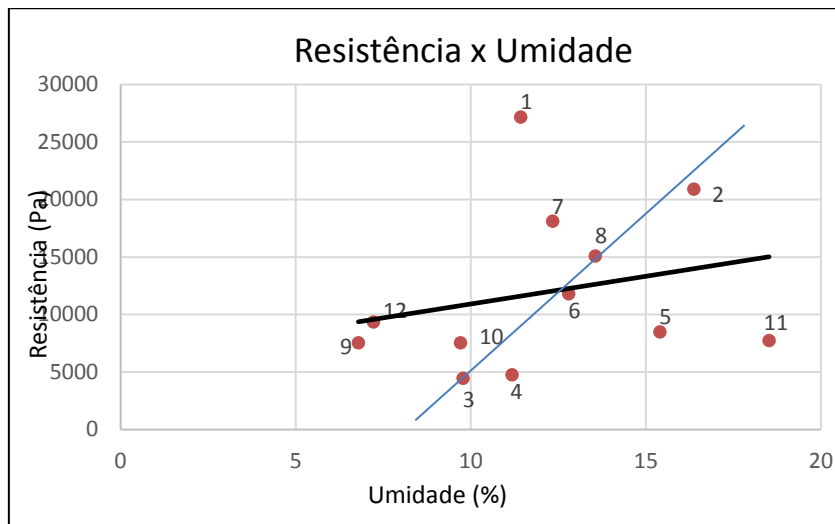


Figura 9. Gráfico que representa a relação entre a resistência do solo à compactação com a taxa de umidade.

No que diz respeito ao gráfico, a linha traçada em preto, através do método de regressão linear, exibe variação curta na resistência enquanto a umidade varia substancialmente. A reta traçada em azul mostra a relação intrínseca entre a resistência à penetração e a umidade, pois enquanto a resistência aumenta, a umidade aumenta concomitantemente.

Ressalta-se que a resistência do solo nos pontos (1, 2, 7 e 8) acresceu, uma vez que a umidade se manteve elevada, sugerindo o aumento do conteúdo de argila nestes pontos. Desta forma, a geomorfologia da área pode sustentar o aumento do conteúdo pelítico, uma vez os pontos, 7 e 9 foram amostrados na rampa de colúvio, dominado por sedimentos argilo-arenosos, mesmo e os demais pontos, pode-se dizer, estão numa área de transição entre rampa de colúvio, e sedimentos derivados de ortognaisses, ambos indicando presença e aumento da taxa de granulometrias na fração argila.

É importante destacar que a análise de resistência ao impacto nesta área desenvolveu-se por meio de profundidade superficial, onde obteve-se uma relação de solo residual de ortognaisse e colúvio com presença de matéria orgânica.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A área estudada pode ser dividida a partir de duas concepções, a primeira determina resultados que mostram a relação forte que o solo tem entre os parâmetros de resistência do solo (Pa) e umidade (%), a segunda limita o solo à uma sequência de valores de resistência pouco variáveis através de resultados de umidade oscilantes, que mostra a complexidade dada a uma área com características mecânicas de solo heterogêneas.

Os resultados sugerem a necessidade de pesquisas mais detalhadas com a finalidade de, junto a este método proposto, atribuir resultados qualitativos definitivos a fim de caracterizar o solo da área com maior precisão, no que tange a caracterização geotécnica dos solos, principalmente com relação ao detalhamento da granulometria dos mesmos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Departamento de Geociências e ao Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro pelo suporte oferecido.

REFERÊNCIAS

ABNT (1987) – Associação brasileira de normas Técnicas. NBR 9813: Solo. Determinação de massa aparente *in situ* com emprego de cilindro de cravação. Rio de Janeiro. 5p.

GUIMARÃES, C. N. (2008) – Mapeamento Geotécnico da Bacia Córrego da Barra, Aplicação do Penetrômetro de Impacto em Estudos de Processos Erosivos São Pedro – SP – Escala 1:10.000. Tese de Mestrado. EESC/USP. 104 p

LGA/UFRJ (2012) – Atlas digital. Departamento de geociências/UFRRJ.

STOLF, R.; FERNANDES, J. & FURLANI NETO, V. L. (1983) – Penetrômetro de impacto IAA\PLANALSUCAR-STOLF; Recomendações para seu uso. Revista STAB, v.1, n.3, p: 18-23.

VARGAS, M. (1989) - Introdução à mecânica dos solos. São Paulo, McGraw-Hill. 509p.