

Correlação entre resistência SPT com ensaios de compressão simples/provas de carga para alguns solos típicos da região de Manaus

* Paulo Cezar de Amorim

Este é um trabalho que trata do estudo da correlação entre a resistência "In Situ" de ensaios SPT, com ensaios de compressão simples e provas de carga direta sobre o terreno de fundação, realizados para dois solos típicos de ocorrência na região de Manaus. O trabalho visa a uma determinação expedita da taxa de resistência do terreno para fins de projeto e execução de fundações.

1. INTRODUÇÃO

Manaus é uma cidade praticamente desprovida de informações geotécnicas com referência à taxa de resistência do terreno em termos pormenorizados.

Exatamente por este motivo, desenvolvemos o presente trabalho que tem como principal objetivo, a determinação da taxa de resistência do terreno, para fins de projeto e execução de fundações, obtida de uma maneira expedita, através de correlações entre a resistência SPT com ensaios de compressão simples e provas de carga direta sobre o terreno de fundação.

O estudo se baseou em dois solos típicos de ocorrência em Manaus por nós observados, quando na execução dos

projetos da fábrica de eletro domésticos da PHILIPS DA AMAZÔNIA S/A e, da de cimento da Cia. Agro Industrial de Monte Alegre – CAIMA, onde o autor foi consultor na área de geotecnia.

Interessante se faz citar que os solos estudados dos referidos projetos apresentaram parâmetros de caracterização diferentes, sendo um de predominância arenosa (mais de 50% retido na peneira 200) e o outro de predominância argilosa (mais de 50% passando na peneira 200) respectivamente.

Os aspectos que nos despertaram para esta pequena pesquisa na geotécnica regional, foram os de resistência "in situ" devido a diferenciação de caracterização dos solos e o critério utilizado para fixação da taxa do terreno para solos típicos de Manaus, sendo um, a prova de carga direta

• Eng.º Civil, M. Sc, consultor em geotecnia.

sobre o terreno de fundação devidamente o mais correto, porém oneroso, principalmente quando demanda em grande quantidade e o outro (razão básica de nosso trabalho), é que a estimativa da taxa do terreno é feita usualmente através de correlações empíricas entre a resistência SPT e compressão simples ou provas de carga, com solos de outras regiões, onde nem sempre corresponde à realidade do local em que desenvolvemos os trabalhos de sondagem, onde os valores comparativos são apresentados no item do desenvolvimento desta pesquisa.

Trabalhos de cunho geotécnico desenvolvidos também sobre a região de Manaus, podemos citar o de Mori, Freitas Jr. e Imizumi (1974), que estudaram aspectos geológico-geotécnicos de solos argilosos típicos com resultados de investigações de campo e laboratório, apresentando também alguns resultados comparativos entre a resistência SPT e compressão simples, o de Gonzalez, Dias e Roisenberg (1981) que apresenta estudos de caracterização de propriedades geotécnicas de solos argilosos e os de Amorim (1981) e (1982), que apresentam aspectos geológico-geotécnicos para a construção de uma barragem e estudos de características geotécnicas de solos de fundação respectivamente.

2. GEOLOGIA REGIONAL

Os terrenos são de origem terciária formados por uma sequência praticamente constante, de material argilo-arenoso e areno argiloso pouco silteoso nas cotas mais elevadas, locais onde desenvolvemos o presente trabalho.

3. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DOS SOLOS

Colocamos neste item, a evidência dos estudos de caracterização e de sondagens a percussão dos solos, assim como os resultados destas sondagens SPT, comparadas com os resultados de ensaios de compressão simples/provas de carga realizadas "in situ".

3.1. Caracterização dos solos

Na área de implantação das obras referidas a análise dos ensaios de caracterização em amostras colhidas no local das fundações, indicou os seguintes resultados:

Local PHILIPS

Arenas argilo silteosas de cores amarelada e avermelhada, com valores de limite de liquidez (LL) na faixa de 20 a 32%, índice de plasticidade (IP) entre 3,1 a 15,4% e percentagem de material passando na peneira 200 ($\phi = 0,074\text{mm}$) entre 18 a 39,3%.

Local CAIMA

Argilas areno silteosas amarelada e esbranquiçada, variando o LL entre 65 a 110% e o IP na faixa de 28 a 72%. A porcentagem do material que passa na peneira 200 está compreendida entre 70 a 87%.

Nas figuras 1 e 2 estão apresentadas as faixas em que se situam os tipos de solos apresentados, relativos ao gráfico de plasticidade e distribuição granulométrica respectivamente.

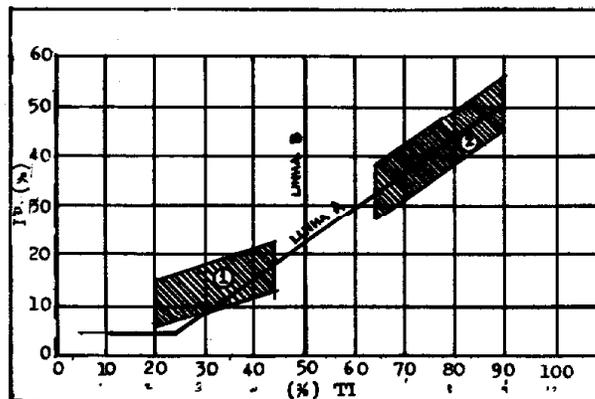
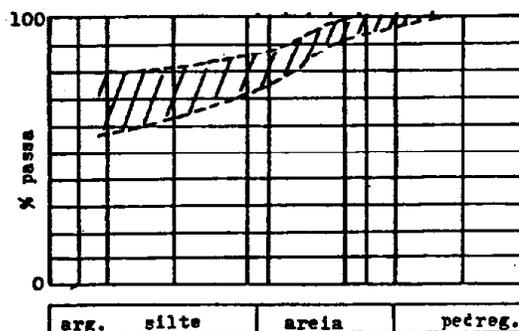
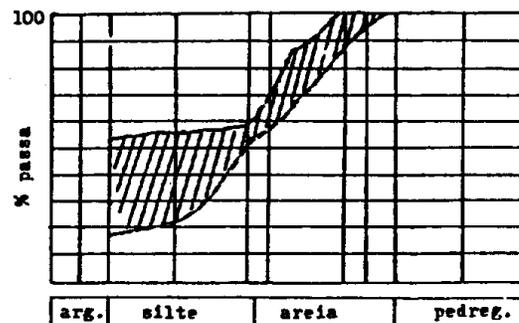


Figura 1

Gráfico de Plasticidade (1) Local PHILIPS
(2) Local CAIMA



a) areia argilosa (PHILIPS)



b) argila arenosa (CAIMA)

Figura 2

Granulometria das amostras ensaiadas

3.2. Resistência "in situ" (SPT), prova de carga e compressão simples

Foram realizados estudos comparativos entre os parâmetros de resistência determinados pelos ensaios de compressão simples, provas de carga direta sobre o terreno de fundação, com os determinados pelos ensaios de sondagens SPT. As amostras indeformadas para os ensaios de laboratório foram extraídas do fundo das cavas de fundação, próximas aos ensaios SPT.

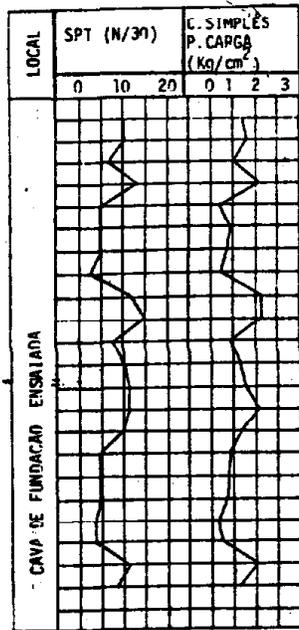


Figura 3
Comparação entre penetração SPT e compressão simples/prova de carga. Local PHILIPS

As figuras 3 e 4 representam em função dos locais testados os resultados dos ensaios SPT, juntamente com os resultados dos ensaios de compressão simples/provas de carga, para os solos de maior incidência arenosa e argilosa respectivamente.

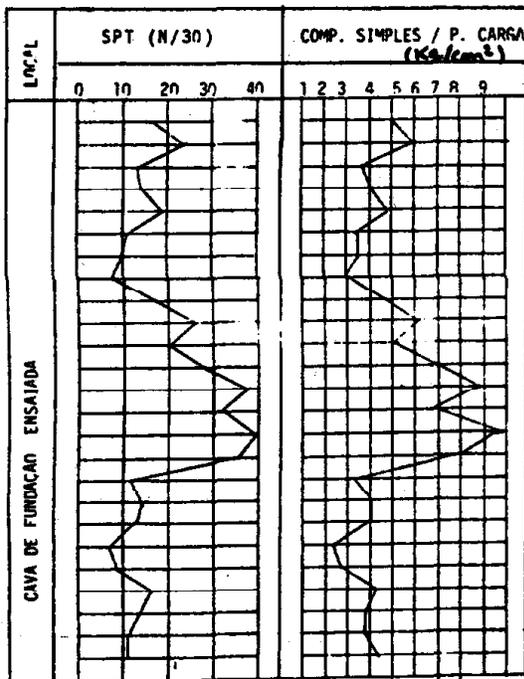
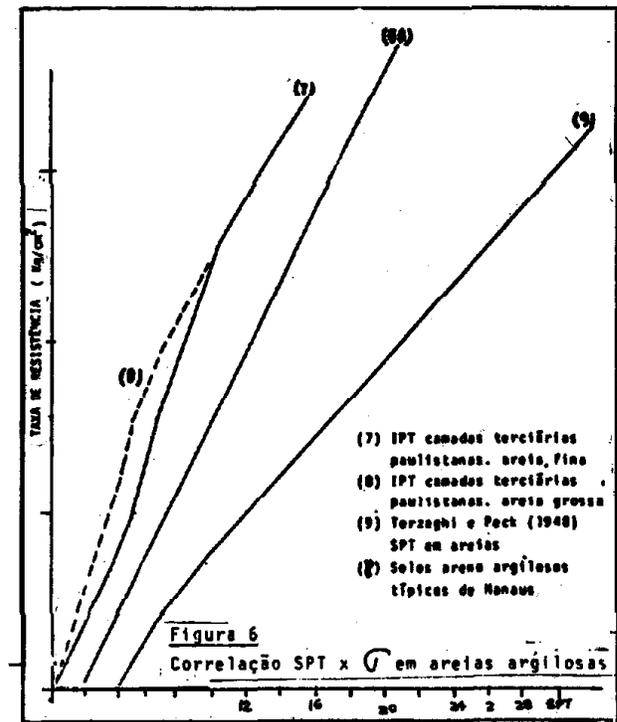
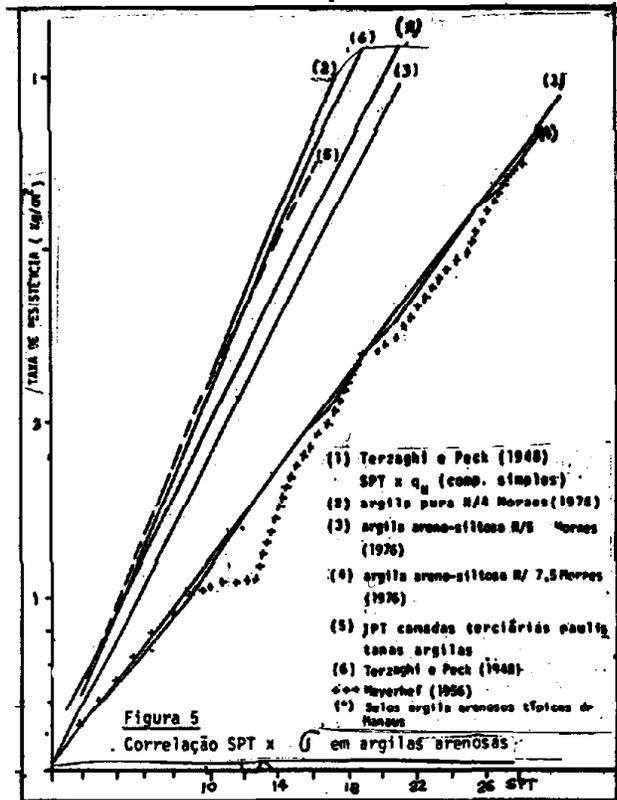


Figura 4
Comparação entre penetração SPT e compressão simples/prova de carga. Local CAIMA

As figuras 5 e 6 mostram uma plotagem da resistência SPT versus pressão (taxa de resistência), apresentada por alguns autores como Meyerhof (1956), Terzaghi e Peck (1948) e alguns estudos realizados pelo IPT de São Paulo, feitos para camadas terciárias paulistanas, apresentados por Lima (1979) e Vargas (1980). Nestas mesmas figuras faz-se uma comparação com os resultados obtidos neste trabalho.



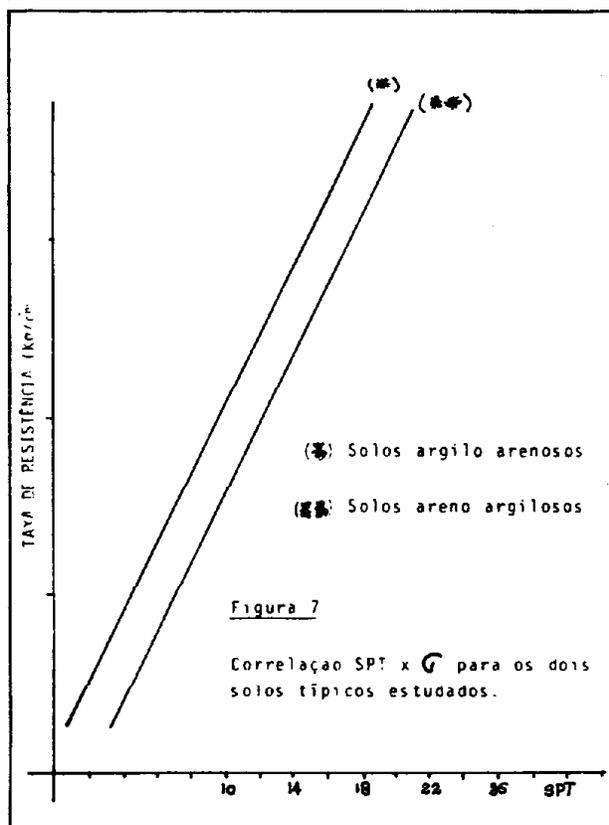
Também Costa Nunes (1956) apresenta valores extremos de pressões admissíveis como taxa de resistência, fixados por diferentes códigos de fundações segundo Casagrande. Moraes (1976) apresenta valores de uma constante n utilizada para determinação da taxa de resistência ($\sigma = (SPT)/n$) do terreno com valores iguais a 4, 5 e 7,5 para argila pura, argila siltosa e argila areno-siltosa respectivamente.

4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi feito um ajustamento estatístico com o método dos mínimos quadrados, para os dados coletados desta pesquisa. Nesta coleta de dados envolveu os parâmetros de resistência SPT, taxa correspondente em Kg/cm² obtida em laboratório e campo. O parâmetro ($\sigma = (SPT)/n$) já mencionado anteriormente, em função dos dados coletados, em média ficou situado nos valores de 4,6 e 6,6 para os solos argila areno-siltosa e areia argilo-siltosa respectivamente.

A análise estatística para o estudo em questão definiu as seguintes expressões para determinação da taxa do terreno:
 Areia argilo-siltosa $\sigma = 0,2 (SPT) - 0,32$
 Argila areno-siltosa $\sigma = 0,204 (SPT) + 0,12$
 Equações estas, de comparação aceitável com a fixação do parâmetro n em 4,6 e 6,6 para os mencionados solos típicos de Manaus.

A figura 7 mostra uma comparação das retas resultados desta análise estatística, indicando a variação na resistência do terreno em função do tipo de material.



Camargo (1978) apresenta também um estudo similar intitulado "Correlações entre alguns parâmetros para solos

da cidade de São Paulo", onde faz uma análise estatística de regressão, definindo também fórmulas para determinação de σ em função do SPT.

5. CONCLUSÃO

O processo descrito para determinação da taxa de resistência do terreno para uso em estudos de fundações, permite uma estimativa razoavelmente precisa da carga de resistência do mesmo, em função das fórmulas determinadas pela análise estatística.

Com relação ao parâmetro n determinado pela média, este mostra-se de certa forma conservador, pois quando submetidos a análises, normalmente indicam valores da taxa de resistência do terreno, inferiores aos obtidos com os padrões tradicionais. Contando ainda com a vantagem de aplicação extremamente simples e rápida.

Entretanto recomendamos cautela nos casos de solos diferentes dos analisados por nós neste trabalho, com atenção especial no caso de solos extremamente siltosos, onde este nosso estudo não faz referência.

6. BIBLIOGRAFIA

- AMORIM, P. C. de (1981). "A Barragem do Instituto Adventista do Amazonas". Simpósio Brasileiro de Solos Tropicais em Engenharia, Setembro/81, Rio de Janeiro.
- ; "Características Geotécnicas dos solos de Fundação da fábrica de cimento de Manaus". VII Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações, Recife/Olinda, Setembro/82.
- CAMARGO, T. et al (1978). "Correlações entre alguns parâmetros para os solos da cidade de São Paulo". VI Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações, Setembro, Rio de Janeiro.
- COSTA NUNES, A. J. (1956). "Curso de Mecânica dos Solos e Fundações". Editora Globo.
- GONZALEZ, M. D. de, DIAS, R. D. & ROISEMBERG, A. (1981). "Propriedades geotécnicas de um solo argiloso típico de Manaus (AM)". III Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, Maio/81, Itapema-SC.
- LIMA, M.ª JOSÉ C. PORTO A. de (1979). "Prospecção Geotécnica do Subsolo". Livros Técnicos e Científicos Editora S/A.
- MEYERHOF, G.G. (1956). "Penetration Tests and Bearing Capacity of cohesionless Soils". Journl. Soil Mech. Funds. Div. ASCE - SM - 1, vol. 82.
- MORAES, MARCELO DA CUNHA (1976). "Estruturas de Fundações". Editora Mc. Graw-Hill do Brasil Ltda
- MORI, R. T., FREITAS JR., M. DE S. & IMAIZUMI, H. (1974). "Estudos de Resistência e Deformabilidade de Solos Típicos da Região de Manaus - AM". V Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos. Outubro/74. São Paulo - SP.
- TERZAGHI, K. & PECK, R. B. (1948) "Soil Mechanics in Engineering Practice". Ed. John Wiley & Sons, New York.
- VARGAS, M. (1980). "Fundações de Edifícios". Grêmio Politécnico. EPUSP.