

MAPEAMENTO GEOTÉCNICO DA ZONA CENTRO-SUL DE MANAUS/AM COM BASE EM SONDAJENS DE SIMPLES RECONHECIMENTO (SPT): CAPACIDADE DE SUPORTE DO SOLO

Jéssica de Souza Costa¹; René Levy Aguiar ²

Resumo – Diante do crescente desenvolvimento das cidades brasileiras que estimulam a projeção e execução das obras de engenharia civil para o atendimento das necessidades da população, torna-se cada vez mais necessário o conhecimento, mesmo que de forma expedita, das características geotécnicas do solo que atuarão em conjunto com o elemento estrutural para sustentação do objeto a ser construído. Assim, o presente trabalho visa apresentar o mapeamento geotécnico da Zona Centro-Sul da cidade de Manaus, tendo como base a utilização das informações contidas nos ensaios de sondagens SPT, como subsídio à geração de informações que retratem a capacidade de suporte do subsolo da área de estudo. Dessa forma, para a concepção da pesquisa será realizada a coleta de relatórios e respectivos boletins de sondagens, seguida pelo desenvolvimento de um banco de dados, a ser posteriormente utilizado na produção de mapas, com o software ArcGIS. Por fim, espera-se obter documentos cartográficos que informem a capacidade de suporte do subsolo, em profundidades de interesses às diferentes intervenções civis, bem como promover a comparação dos resultados alcançados com outros atributos extraídos do banco de dados (referentes ao maciço geotécnico), afim de contribuir com os projetistas e responsáveis técnicos pela elaboração de projetos de fundação.

Palavras-chave - Mapeamento geotécnico; Capacidade de suporte; Manaus; Sondagens de simples reconhecimento.

Abstract – In view of the increasing development of Brazilian cities that stimulate the projection and execution of civil engineering works to meet the needs of the population, it becomes increasingly necessary to know, even if expeditiously, the geotechnical characteristics of the soil that will act in together with the structural element to support the object to be constructed. Thus, the present work aims to present the geotechnical mapping of the Center-South Zone of the city of Manaus, based on the use of the information contained in the SPT surveys, as a subsidy to the generation of information that portrays the subsurface support capacity of the area of study. Thus, for the design of the research will be carried out the collection of reports and respective bulletins of surveys, followed by the development of a database, later to be used in the production of maps, with ArcGIS software. Finally, it is expected to obtain cartographic documents that inform the capacity of support of the subsoil, in depths of interests to the different civil interventions, as well as to promote the comparison of the results achieved with other attributes extracted from the database (referring to the geotechnical massif), in order to contribute with the designers and technical leaders for the elaboration of projects of foundation.

Keywords: Geotechnical mapping; Supportability; Manaus; Surveys of simple recognition.

¹ Graduanda, Universidade do Estado do Amazonas, (92) 99370-8507, jdsc.eng@uea.edu.br

² Geol. e Prof. Dr. Universidade do estado do Amazonas, (92) 99482-0015, rlaguiar@uea.edu.br

1. INTRODUÇÃO

1.1 Panorama Atual

A projeção e execução dos elementos de fundação exige do profissional conhecimento que engloba aspectos tanto de cálculo estrutural quanto de geotécnia (CINTRA e AOKI, 2013). Nesse sentido, há a necessidade da obtenção de informações suficientes que possam subsidiar o desenvolvimento de um bom projeto de fundações e evitar, conseqüentemente, o seu mau desempenho e perda de funcionalidade, proveniente de possíveis problemas patológicos futuros.

Segundo diversos estudos estatísticos, a grande problemática que envolve a origem das patologias em fundações está relacionada ao desconhecimento das características do solo. Pesquisa realizada na França por Logeais (apud MILITITSKY, 2015) apontou que em 2 mil casos estudados, relacionados ao mau desempenho de fundações de obras pequenas e médias, aproximadamente 80% das ocorrências foram decorrentes da falta de conhecimento do solo.

Já no Brasil, no Estado do Rio Grande do Sul, Silva (apud MILITITSKY, 2015) desenvolveu uma pesquisa, alusiva a origem das patologias nas etapas de construção de um empreendimento, através de uma amostragem de 318 eventos detectou porcentagem de 34,5% de problemas originados da não adequada caracterização geotécnica dos maciços (Figura 1.1).

Figura 1.1 - Origem das patologias em fundações correntes no Estado do Rio Grande Sul



Fonte: Milititsky (2015)

A partir do observado, infere-se que o desconhecimento do tipo, capacidade de suporte e outras características do solo são os principais fatores que ocasionam as patologias em fundações. Tal ocorrência deve-se ao fato do solo ser um material natural que apresenta comportamento variável, tanto na sua composição como respondendo à ação de cargas. Essa variabilidade é observada diante da realização da estratificação das camadas do maciço geotécnico, o que evidencia uma heterogeneidade tridimensional que provoca a necessidade de realizar investigação geotécnica em cada projeto, com a finalidade de verificar as condições que a natureza propicia (CINTRA e AOKI, 2013).

Para a execução da investigação geotécnica, há uma variedade de ensaios que possibilitam determinar as características do solo, tais como Standard Penetration Test (SPT), inclusive complementado com medidas de torque (SPT-T), o ensaio de penetração do cone (CPT), complementado com medida das pressões neutras, ou piezocone (CPT-U), dentre outros (SAES et al., 1998).

No Brasil e no mundo a investigação geotécnica é comumente realizada pelo ensaio de SPT (CINTRA e AOKI, 2013). Para Marcelli (2007) o emprego tradicional desse ensaio ocorre devido ao seu baixo custo, advindo da utilização de equipamento e aparelhagem simplificados, permitindo a indicação de várias características geotécnicas (classificação do tipo de solo existente e a estipulação da sua resistência) que darão subsídio à escolha da fundação mais adequada e ao seu posterior dimensionamento.

É válido ressaltar, diante do crescente desenvolvimento das cidades brasileiras que estimulam a projeção e execução das obras de engenharia civil para o atendimento das necessidades da população, torna-se cada vez mais necessário o conhecimento, mesmo que de forma expedito, das características geotécnicas do solo que atuará em conjunto com o elemento estrutural para sustentação do objeto a ser construído, afim de se prever o comportamento do solo em face as solicitações que este estará sujeito.

Nesse sentido, tendo em vista a necessidade fundamental em ter-se conhecimento do maciço geotécnico, diante de todas as problemáticas que a sua ausência pode acarretar, tais como danos estéticos, estruturais e financeiros, a realização de um mapeamento geotécnico surge como ferramenta para o planejamento do uso do solo, além da execução de projetos, construções e manutenções de forma mais segura (ZUQUETTE apud DIAS et al., 1998).

Diante da situação exposta, nesta pesquisa visa realizar o mapeamento geotécnico da Zona Centro-Sul da Cidade de Manaus/AM, utilizando-se o software ArcGIS e tendo como base a utilização de ensaios de sondagens SPT, visando a representação da capacidade de suporte do subsolo. Assim, pretende-se contribuir no auxílio à pesquisa para os engenheiros geotécnicos na elaboração de projetos de fundações mais condizentes com as condições da região onde serão executados.

1.2 Mapeamento Geotécnico

A crescente participação de estudos geológicos e geotécnicos para definição das características do terreno, visando a utilização e ocupação do espaço, deve-se ao desenvolvimento dos conceitos atuais de planejamento e proteção do ambiente. Nesse sentido, o mapeamento geotécnico surge como alternativa para transmissão dos conhecimentos geotécnicos a serem aplicados no planejamento, construção, prospecção, ensaios e exploração de materiais geológicos, com vistas à segurança e maior benefício a sociedade.

Conforme Zuquette apud Bento (1998) o mapeamento geotécnico pode ser considerado como o conjunto de documentos gráficos que propiciam aos usuários o conhecimento prévio de dados geológicos-geotécnicos essenciais na implementação das diversas atividades antrópicas.

Em face a elaboração do mapeamento geotécnico, a literatura apresenta diversas metodologias, desenvolvidas ao longo dos anos e apresentando em seus escopos características peculiares tanto nos procedimentos adotados como na apresentação dos resultados, dentre tais metodologias destaca-se a desenvolvida pelo Departamento de Geotécnia da Universidade de São Paulo, proposta por Zuquette em 1987, por meio da análise das metodologias geotécnicas elaboradas em vários países, considerando as condições socioeconômicas do Brasil.

1.3 Capacidade de Suporte do solo

A capacidade de carga de um elemento de fundação se diz aquela que aplicada ao mesmo ocasiona o colapso ou o escoamento do solo que lhe dá suporte. Dessa forma, pode ser fixada através da utilização e interpretação dos dados de ensaio de campo, podendo ser adotado métodos analíticos, empíricos, semi-empíricos e resultados de prova de carga.

Uma ferramenta de grande utilidade para a estimativa da capacidade de carga do solo é o uso dos perfis geotécnicos fornecidos pelo ensaio de SPT. Para Alonso (1991) os perfis serão os indicadores da composição do solo em diferentes camadas, bem como proporciona o conhecimento da resistência e a posição do nível d'água do maciço geotécnico.

1.4 Características Geológicas da Cidade de Manaus

Conforme o Serviço Geológico do Brasil - CPRM (2012), a capital amazonense apresenta uma fisiografia levemente ondulada, com intervalos de altitudes entre 25 a 100 metros e colinas com desníveis da ordem de 30 a 50 metros. Subsidiando o entendimento das características

geológicas da região, Tomaz (2016) aclara que a cidade de Manaus é formada por sedimentos e rochas sedimentares da Formação Áter do Chão o que se caracteriza pela presença de arenitos argilosos, argilitos arcósios, quartzo-arenitos e brechas intraformacionais, possuindo uma típica coloração avermelhada.

Bento (1998) identificou em sua pesquisa que a zona urbana da cidade de Manaus tem um aumento gradativo da fração areia ao longo da profundidade, dessa forma foi observado que a 2 metros de profundidade a fração areia corresponde a aproximadamente 30% da área, situação inversa a 10 metros de profundidade onde se constatou fração areia distribuída aproximadamente em 70% da área.

Por fim, o estudo desenvolvido por Bento (1998) também apresentou análise relativa à aplicabilidade das fundações rasas e profundas na cidade de Manaus, levando em consideração as características do solo, enquadrando a aptidão nas seguintes classes: favorável, moderada, severa e restritiva, ilustrado na Figura 1.2.

Figura 1.2 - Porcentagem da exequibilidade da fundação a) rasa e b) profunda em relação a área da zona urbana da cidade de Manaus/AM



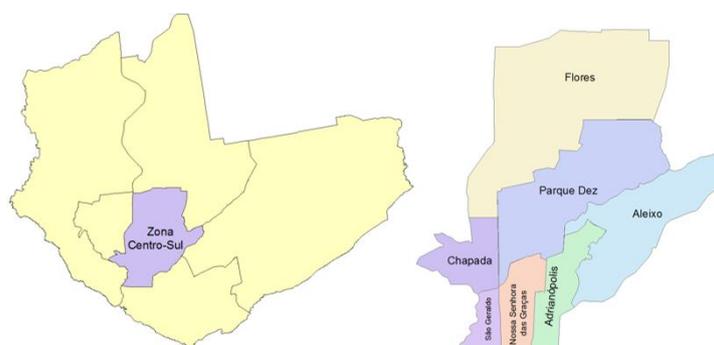
Fonte: Adaptado de Bento (1998)

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E AMOSTRAGEM

2.1 Descrição da Área

A realização do mapeamento geotécnico abrange por sete bairros da Zona Centro-Sul da cidade de Manaus (Figura 2.1), perfazendo uma área de 3.556,97 ha, como observado na Tabela 2.1, e cujas delimitações foram definidas pela Lei Municipal nº 1.401, de 14 de janeiro de 2010.

Figura 2.1 - Zona Centro-Sul da cidade de Manaus



Fonte: Furtado (2018)

Tabela 2.1 - Divisão Geográfica da Zona Centro-Sul da cidade de Manaus/AM

Bairro	Sup.Bruta (ha)
São Geraldo	104,50
Chapada	241,27
Adrianópolis	248,45
N. Sra. das Graças	211,72
Aleixo	618,34
Parque. 10 de Novembro	821,12
Flores	1311,57
Total	3556,97

Fonte: Manaus (2010)

A região Centro-Sul abriga uma população em torno de 138.572 habitantes (IBGE, 2010) e é conhecida por possuir uma das maiores rendas per capita da cidade de Manaus. Ademais, apresenta-se bastante urbanizada e os melhores indicadores sociais da cidade, por tais motivos é considerada a região mais nobre da capital amazonense.

Além de possuir em seu território a maior quantidade de edificações verticais de gabarito elevado, também apresenta áreas expressivas de propriedade pública, dentre as quais cita-se: Parque Municipal do Mindú, Parque dos Bilhares, Parque Linear do Passeio do Bindá. Abriga também diversos tipos de atividades de serviços e comerciais, incluindo empresas, universidades e shoppings centers.

2.2 Amostragem

O desenvolvimento desta pesquisa dispõe de 102 relatórios de sondagens de simples reconhecimento, tipo SPT, com seus respectivos perfis, executadas na Zona Centro-Sul da cidade de Manaus/AM, entre o período de 2001 a 2017, cedidas pelo Prof. Dr. Nilton de Souza Campelo, (docente da UFAM) e pela empresa Concesonda.

As informações a serem implementadas no banco de dados são compostas das sondagens que apresentarem em seu escopo a confiabilidade necessária para concepção dos mapas, tais como: nível do lençol freático, georeferenciamento do furo, bem como data da realização do ensaio e caracterização do solo.

3. RESULTADOS ESPERADOS

Através da concepção e desenvolvimento desse trabalho, espera-se obter os seguintes resultados:

- Implantação de um banco de dados com as informações extraídas dos boletins de sondagem;
- Elaboração de mapas que informem a capacidade de suporte do solo da Zona Centro-Sul da cidade de Manaus/AM, em diferentes profundidades;
- Análise comparativa dos resultados obtidos da capacidade de suporte do solo com outras informações extraídas do banco de dados, referentes ao maciço geotécnico.

REFERÊNCIAS

ALONSO, U. R. **Previsão e controle das fundações**: uma introdução ao controle em fundações: Edgard Blucher, 1991.

CINTRA; AOKI. **Fundações: Ensaio estáticos e dinâmicos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

SAES, J. L. E. A. **Fundações: teoria e prática**. São Paulo: Pini, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Ferramenta Cidades@ - dados estatísticos dos municípios brasileiros**. Manaus. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br>>. Acesso em: 14 maiol 2018.

MANAUS. **Lei Municipal nº 1.401 de 14 de janeiro de 2010. Dispõe sobre a criação e a divisão dos bairros**. Manaus: Prefeitura Municipal de Manaus.

BENTO, A. H. **Mapeamento geotécnico da área urbana de Manaus**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 1998.

MARCELLI, M. **Sinistros na Construção Civil: causas e soluções para danos e prejuízos em obras**. São Paulo: Pini, 2007.

MILITSKY, J. **Patologia da fundações**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

TOMAZ, A. S. R. **Padrão de Fraturamento na margem do rio Negro na Orla das cidades de Manaus e Iranduba-AM**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Manaus, 2016.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). **Projeto Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas: relatório diagnóstico Aquífero Alter do Chão no Estado do Amazonas. Bacia Sedimentar do Amazonas**. Belo Horizonte: CPRM – Serviço Geológico do Brasil. 2012.