

METODOLOGIA PROPOSTA PARA MAPEAMENTO GEOTÉCNICO DA ZONA DE EXPANSÃO URBANA DE MANAUS-AM

Andretta, E.R.¹; Ladeira, L.F.B.²; Mesquita, R.B.³; Mendes, T.A.A.⁴; Souza, A.G.H.⁵; Marmos, J.L.⁶

Resumo – A CPRM em cooperação com a Prefeitura de Manaus realizou a cartografia geotécnica da Zona de Expansão Urbana (ZEU) da cidade, com estudo, classificação e delimitação das Unidades Geotécnicas (UGs) na escala 1:50.000. A cartografia geotécnica tem o intuito de auxiliar e orientar os gestores públicos a delimitar os locais mais apropriados para expansão e ocupação, e os locais mais propícios à formação de áreas de fragilidade e das limitações quanto a ocupações antrópicas. Para tanto a ZEU foi dividida em 28 quadriculas de aproximadamente 12km² para visita in loco. Em campo foi observada a morfologia local do terreno e feita a descrição tátil-visual do solo. Por vezes, em caso de dúvida ou para caracterização da unidade, foram coletadas amostras para envio ao laboratório, realizando análise granulométrica e determinação do Índice de Plasticidade (IP). A granulometria foi realizada por peneiramento e a laser. Para calcular o índice de plasticidade foram utilizados os resultados dos testes de limite de plasticidade e de liquidez. A delimitação dos abordes das UGs levou em consideração: os pontos descritos em campo, com a classificação da morfologia e descrição tátil-visual do solo; os resultados das análises de granulometria, com os cálculos de coeficiente de curvatura e uniformidade e a determinação do índice de plasticidade realizada em laboratório da CPRM; análise das imagens de satélite fornecidas pelo programa Google Earth e do mapa de declividade da região gerada partir das imagens SRTM, totalizando 9 UGs distintas.

Abstract – The CPRM, in cooperation with the city hall of Manaus, carried out the geotechnical mapping of the Urban Expansion Zone (ZEU) of the city, with review, classification and delimitation of the Geotechnical Units (UGs) in the 1:50,000 scale. Geotechnical mapping is intended to help and guide public managers to delineate the most appropriate sites for expansion and occupation, and the most favorable sites for the formation of hazards and limitations for anthropic occupations. For this, the ZEU was divided into 28 blocks of approximately 12km² for on-site visitation. In the places was observed the local morphology of the terrain and made the tactile-visual description of the ground. Sometimes, in case of doubts or to characterize the unit, samples were collected to be sent to the laboratory, carrying out granulometric analysis and Plasticity Index (IP) determination. The granulometry was performed by sieving and laser. Were used the results of plasticity limit and liquidity limit tests, to calculate the plasticity index. The delimitation of the approaches of the UGs took into consideration: the points described in the place, with the classification of the morphology and tactile-visual description of the soil; the results of the particle size analysis, with the calculations of the coefficient of curvature and degree of uniformity, and the determination of the plasticity index performed in the CPRM laboratory; analysis of the satellite images provided by the Google Earth program and the slope map of the region generated from the SRTM images, totaling 9 different UGs.

Palavras-Chave – MAPPING GEOTECHNICAL, MANAUS, GRANULOMETRY.

1. INTRODUÇÃO

A ocupação desordenada das cidades brasileiras, juntamente com a ação antrópica têm ocasionado diversos problemas ao meio ambiente. A cidade de Manaus, lócus desta pesquisa, tem sofrido um processo de intensa expansão de sua área urbana, nos últimos 50 anos.

De acordo com Santos Júnior (2000), esta expansão acelerada, vem ocasionando a ocupação urbana de áreas inadequadas a esse fim, tais como: planícies de inundação, leitos de igarapés e encostas declivosas, estes locais, quando ocupados sem planejamento, apresentam-se como potenciais áreas de risco.

O mapeamento geotécnico executado pela CPRM em conjunto com a prefeitura de Manaus tem o intuito de ordenar essa ocupação evitando a proliferação das áreas de risco, classificando as unidades geotécnicas na tentativa de organizar a ocupação urbana, indicando a população qual tipo de substrato e mais friável, que pode sofrer mais com as erosões.

2. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Plano diretor urbano e ambiental de Manaus, publicado no diário oficial do município em novembro de 2002 e atualizado em abril de 2008, define entre outros assuntos a localização e extensão da zona de expansão urbana (Figura 1).

Essa área fica na para norte do município, já que a sul temos o Rio Negro, restrita a oeste pelo rio Tarumã-açu e a Leste pelo rio Puraquequara a zona de expansão urbana, retirando a reserva florestal Adolpho Ducke, perfaz uma área de 150,8 quilômetros quadrados (Figura 1).

2.1. Pontos

Ao total foram visitados 363 pontos e feita a descrição tátil-visual, o relevo e outras informações pertinentes aos locais (Figura 1). Em 63 destes pontos foram coletadas amostras para execução de análise de granulometria e de limites de consistência no laboratório da CPRM superintendência de Manaus.

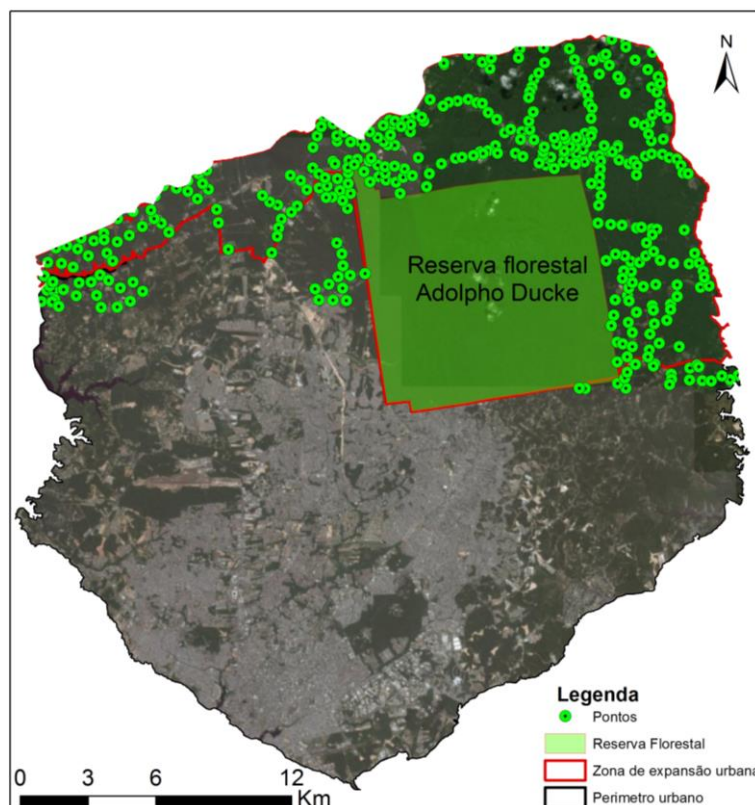


Figura 1. Imagens de satélite com delimitação do perímetro urbano, ZEU, reserva florestal e pontos visitados.

3. METODOLOGIA

3.1. Ensaio “in loco”

A identificação tátil-visual é feita esfregando-se o material para sentir a aspereza, na tentativa de identificar a porção areia, moldando-se em cilindros de pequeno diâmetro, se conseguir sem quebra sabemos que a porção argila é grande. Também se descreve a cor, se o material é residual ou transportado, se possui alguma outra característica com grânulos e concreções lateríticas.

A visualização da geomorfologia do local separando em plano, fraco ondulado e encosta íngreme, observações da vegetação do local. Descrição de feições de instabilidade do terreno como sulcos erosivos, ravinas, rachaduras no terreno e árvores inclinadas. Com essas observações já é possível identificando o grau de aptidão do local em baixo, médio ou alto.

Para identificação e em caso de dúvidas na classificação amostras do material deve ser levado ao laboratório para análises.

3.2. Ensaio Físicos

As propriedades físicas apresentam-se vinculadas à erodibilidade dos solos. Dentre elas, as que mais se correlacionam à capacidade de resistência à erosão de um solo são a plasticidade e a granulometria (AVILA, 2009).

3.2.1. Granulometria

Para Montenegro (1976 apud AVILA, 2009), a variação do tamanho das partículas configura a característica física mais estável do solo e, ainda, as porções menores e mais finas que determinam o seu comportamento físico, influenciando a maioria dos fenômenos pedológicos.

O ensaio granulométrico pode ser dividido em duas partes: análise por peneiramento e análise a laser, também conhecido como ensaio de granulometria conjunta. Seguindo as normas da ABNT NBR 7181 e 5734. A porção da amostra que passou pela peneira 0,63 milímetros foi levada para a análise no granulômetro a laser, e analisada em conformidade com a norma ISO 13320-1.

Para essa análise foi escolhido o método de Fraunhofer, cujos resultados são mais confiáveis em amostras às quais faltam composição determinada e/ou grande variação no tamanho das partículas (ISO 13320-1 Standard, 1999).

A classificação do material de acordo com as porcentagens acumuladas em cada faixa granulométrica: argila, silte, areia e grânulos, usando os diagramas de Folk (1954). A construção de curva de distribuição e acumulação granulométrica, em diagrama semi-logarítmico.

Através desses resultados faz-se possível calcular parâmetros como grau de uniformidade, diâmetro efetivo, coeficiente de curvatura, moda e mediana, cujos resultados assumem fundamental importância na caracterização geotécnica do solo.

3.2.2. Limites de consistência

No início do século XX, o químico sueco Albert Atterberg realizou pesquisas sobre as propriedades dos solos finos. Segundo este autor, os solos finos apresentam variações de estado de consistência em função do teor de umidade. Os ensaios de limites de consistência ou Atterberg incluem os ensaios de limite de liquidez e limite de plasticidade, e seguem as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 6459/84 e 7180/84, respectivamente.

No ensaio de limite de liquidez mede-se, indiretamente, a resistência ao cisalhamento do solo para um dado teor de umidade, através do número de golpes necessários ao deslizamento dos taludes da amostra.

Uma explicação para o limite de plasticidade não é tão simples quanto a do limite de liquidez, podendo-se citar, dentre outras, a que sugere que o limite de plasticidade corresponda a um teor de umidade do solo, o qual, para valores menores do que ele, as propriedades físicas da água não mais se igualem às da água livre ou de que o limite de plasticidade configure o teor de umidade mínimo, a coesão sendo pequena para permitir deformação; não obstante,

suficientemente alta para garantir a manutenção da forma adquirida. Independentemente das explicações sugeridas, o limite de plasticidade é o extremo inferior do intervalo de variação do teor de umidade, no qual o solo apresenta comportamento plástico.

3.2.3. Índice de plasticidade

Este parâmetro indica a plasticidade dos solos e fisicamente representa a quantidade de água necessária para que um solo passe do estado plástico para o líquido. Muito útil para a classificação de solos finos. Sabe-se que argila é mais compressível quanto maior for o IP.

É obtida através da expressão:

$$IP = LL - LP$$

Facio (1991), estudando o comportamento da erodibilidade dos solos em relação à sua plasticidade, concluiu que solos com índice de plasticidade (IP) maior que 15 apresentam boa resistência à erosão, enquanto solos com IP entre 6 e 15 têm média resistência; já com IP abaixo de 6, a resistência à erosão é baixa.

4. GEOLOGIA REGIONAL

Geologicamente a zona urbana de Manaus está implantada sobre a Formação Alter do Chão que foi primeiramente definida por Kistler (1954, apud DAEMON, 1975) como sendo composta de arenitos avermelhados, argilitos conglomerados e brechas intraformacionais, tradicionalmente atribuídos a sistemas fluvial e lacustre/deltaico. O intemperismo sobre essas rochas geraram um manto de alteração e lateritização das mesmas, resultando em horizontes de solo argilo-siltoso, mosqueado e saprolítico com perfis bem desenvolvidos, além de uma camada de crosta laterítica de espessura e concreções variáveis.

Esta formação caracteriza-se, então, por rochas friáveis, pouco coesas, intercaladas por rochas mais endurecidas e restritas aos níveis de ocorrência do “Arenito Manaus” e de crostas lateríticas e/ou “linhas-de-pedra” que são responsáveis pela preservação tabular do relevo (SILVA, 1995).

As unidades pedológicas da área consistem de: latossolos amarelados, argilosos a argilo-arenosos; argissolos arenosos a areno-argilosos amarelados e as areias brancas (espodossolos) (RADAMBRASIL, 1978).

5. DIVISÃO DAS UNIDADES GOETECNICAS

As UGs são divididas quanto a sua geomorfologia: encosta íngreme, encosta suave e plano; e a sua textura predominante do solo: coesivo ou granular; levando também em consideração o índice de plasticidade, adicionando a essas uma UG de material inconsolidado e que ocorre nas porções de mais baixa altitude.

A delimitação das áreas das UGs levou em considerando: os pontos descritos em campo, com a classificação da morfologia e descrição tátil-visual do solo; os resultados das análises de granulometria, com os cálculos de coeficiente de curvatura e grau de uniformidade e a determinação do índice de plasticidade; análise das imagens de satélite fornecidas pelo programa Google Earth e do mapa de declividade da região gerada partir das imagens SRTM, totalizando ao final 9 UGs.

6. CONCLUSÕES

Até o presente momento não recebemos os resultados das análises do laboratório, assim como está em andamento a classificação e distribuição das declividades, esses fatores são imprescindíveis para a melhor disposição e separação das UGs.

A classificação “in loco” com o grau de aptidão do ponto pode ser visto na figura 2, mas ainda sem as delimitações das UGs que deverão ser apresentadas no 16º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, como produto final. Pela classificação em campo é possível observar que a maioria dos pontos com aptidão alta se encontram nos interflúvios tabulares, enquanto a maioria dos pontos com aptidão média a baixa estão nas encostas dissecadas e nos talwegues e planícies aluvionares (Figura 2).

Posteriormente o produto final, contendo as UGs cartografadas, descritas e um relatório final, indicando as melhores áreas para uso e ocupação, será entregue a prefeitura de Manaus.

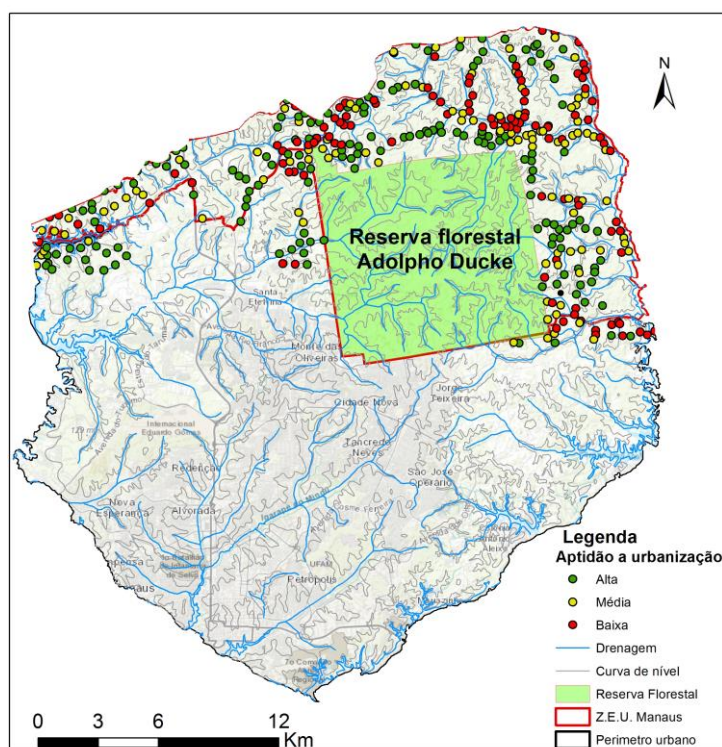


Figura 1. Mapa topográfico com principais drenagens e classificação da aptidão dos pontos.

REFERÊNCIAS

- AVILA, L.O. (2009) *“Erosão na microbacia do arroio Sarandi: Voçoroca do buraco fundo, Santa Maria/RS”*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, 114p.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. (1972) *“Peneiras de malhas quadradas para análise granulométrica de solos: NBR 5734”*. Rio de Janeiro, 14p.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. (1984) *“Determinação do Limite de Liquidez: Método e ensaio: NBR 6459”*. Rio de Janeiro, 6p.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. (1984) *“Determinação do Limite de Plasticidade: Método e ensaio: NBR 7180”*. Rio de Janeiro, 3p.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. (1984) *“Análise granulométrica: Método de ensaio: NBR 7181”*. Rio de Janeiro, 12p.
- FÁCIO, J.A. (1991) *“Proposição de uma metodologia de estudo da erodibilidade dos solos do Distrito Federal”*. Dissertação Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geotecnia da Universidade de Brasília, 107p.
- ISO 13320-1 Standard. (1999) *“Particle size analysis Laser diffraction methods -- Partie 1: General principles”*, 51p.
- RADAMBRASIL. (1978) *“Projeto RADAMBRASIL, Folha AS-20, Manaus”* DNPM/MME. Rio de Janeiro. 567p.
- SANTOS JÚNIOR, E. V. da C. (2000) *“Identificação e Análise Geoambiental de Processos Erosivos em uma Porção da Área Urbana de Manaus –Am (Bairros Cidade Nova E Mauzinho)”*. Dissertação Mestrado. Programa de Pós-Graduação da Universidade do Amazonas, 172p.
- SILVA, C.L. COSTA, S.S. & CARVALHO, J.S. (1995) *“Um estudo preliminar neotectônico na cidade de Manaus – AM”* V Simpósio de Estudos Neotectônicos, Belém – PA, pp 438 – 439.