

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (SGB-CPRM)

PROGRAMA GESTÃO DE RISCOS E DESESTRES

MAPEAMENTOS GEOLÓGICOS-GEOTÉCNICOS VOLTADOS PARA A PREVENÇÃO DE DESASTRES

CARTA GEOTÉCNICA DE APTIDÃO À URBANIZAÇÃO

Arapiraca, AL

REALIZAÇÃO

DEPARTAMENTO DE GESTÃO TERRITORIAL

DIVISÃO DE GEOLOGIA APLICADA

2025

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Ministro de Estado

Alexandre Silveira de Oliveira

Secretário Executivo

Arthur Cerqueira Valério

Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Vítor Eduardo de Almeida Saback

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor-Presidente

Inácio Cavalcante Melo Neto

Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

Alice Silva de Castilho

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

Francisco Valdir Silveira

Diretor de Infraestrutura Geocientífica

Sabrina Soares de Araújo Gois

Diretor de Administração e Finanças

Cassiano de Souza Alves

DEPARTAMENTO DE GESTÃO TERRITORIAL

Diogo Rodrigues A. da Silva

Divisão de Geologia Aplicada

Tiago Antonelli

Divisão de Gestão Territorial

Maria Adelaide Mansini Maia

EQUIPE TÉCNICA

Coordenação

Douglas da Silva Cabral

Modelagem

Douglas da Silva Cabral

Patricia Mara Lage Simões

Execução

Ivan Bispo de Oliveira Filho

Gilmar Pauli Dias

Patricia Mara Lage Simões

Juliana Gonçalves Rodrigues

Direitos desta edição: Serviço Geológico do Brasil – CPRM

Permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (SGB-CPRM)
DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL
I PROGRAMA GESTÃO DE RISCOS E DESASTRES I

MAPEAMENTOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS
VOLTADOS PARA A PREVENÇÃO DE DESASTRES

CARTA GEOTÉCNICA DE APTIDÃO

À URBANIZAÇÃO

ARAPIRACA, AL

AUTORES

Ivan Bispo de Oliveira Filho
Patricia Mara Lage Simões
Gilmar Pauli Dias
Juliana Gonçalves Rodrigues



ALAGOAS

2025

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| APRESENTAÇÃO | 5 |
| RESUMO..... | 6 |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 7 |
| 1.1. Objetivos..... | 8 |
| 1.2. Justificativa | 8 |
| 1.3. Aplicabilidades e limitações de uso..... | 9 |
| 2. METODOLOGIA | 10 |
| 3. ESTRUTURAÇÃO E DISPONIBILIZAÇÃO DOS DADOS FINAIS | 14 |
| 4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS..... | 16 |
| 4.1. Contexto geológico e geomorfológico..... | 17 |
| 5. RESULTADOS | 20 |
| 5.1. Análises laboratoriais..... | 20 |
| 5.2. Descrição das unidades geotécnicas (UG)..... | 24 |
| 5.2.1. UG_AI-ar.ag - Depósitos aluvionares arenosos e areno-argilosos .. | 26 |
| 5.2.2. UG_Co-SR/SB-i - Colúvio/Residual com substrato de rochas pouco consolidadas indiviso | 27 |
| 5.2.3. UG_Co-SR/SB-i - Colúvio/Residual com substrato de gnaisses e migmatitos | 28 |
| 5.2.4. UG_Co-SR/Gr - Colúvio/Residual com substrato de granitos e granitoides | 30 |
| 5.2.5. UG_Co-SR/MR-xi - Colúvio/Residual com substrato de xistos | 32 |
| 5.2.6. UG_Co-T/MR-qz - Colúvio com tálus subordinado e substrato de quartzitos | 33 |
| 5.2.7. UG_Co-SR/Ba-In - Colúvio/Residual com substrato de rochas básicas intrusivas | 35 |
| 5.3. Classes de aptidão à urbanização frente a movimentos de massa, enchentes e inundações | 36 |
| 6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES..... | 38 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 38 |

APRESENTAÇÃO

As ações promovidas pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM), no âmbito do Departamento de Gestão Territorial (DEGET), envolvem a coordenação, supervisão e execução de estudos do meio físico voltados à conservação ambiental, ordenamento territorial e prevenção de desastres.

Neste contexto, a Divisão de Geologia Aplicada (DIGEAP) tem papel fundamental na condução de estudos, projetos e programas, cujo foco principal é produzir instrumentos técnicos capazes de subsidiar os gestores públicos na formulação, aprimoramento e execução de políticas direcionadas à mitigação dos danos causados por eventos adversos de natureza geológica, como deslizamentos, quedas de blocos de rocha, erosões, inundações, dentre outros.

As atividades desenvolvidas pelo DEGET e pela DIGEAP incluem, ainda, ações de fomento à disseminação do conhecimento geocientífico, por meio da promoção de cursos de capacitação voltados aos agentes públicos e à sociedade em geral.

Assim, com esse espírito de inovação e com a responsabilidade de fomentar a ocupação segura e sustentável do território, o SGB-CPRM espera que as informações contidas no presente relatório possam ser empregadas em prol do bem-estar da sociedade brasileira.

Inácio Cavalcante Melo Neto
Diretor-Presidente

Alice Silva de Castilho
Diretora de Hidrologia e Gestão
Territorial

RESUMO

Este relatório apresenta de forma objetiva e sintética os aspectos que permeiam a Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização do município de Arapiraca, em Alagoas, produzida pelo do Serviço Geológico do Brasil – (SGB-CPRM) e conduzida pelo Departamento de Gestão Territorial (DEGET), da Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial (DHT), no ano de 2024.

São apresentadas brevemente a metodologia e os dados utilizados, assim com os resultados da integração entre as informações coletadas em escritório e em campo, além de informações obtidas através de análises laboratoriais.

É importante destacar que as informações contidas neste relatório complementam às apresentadas nas Cartas e no SIG produzidos e que, somados, constituem o produto final entregue à gestão municipal.

Palavras-chave: carta geotécnica; prevenção de desastres; ordenamento territorial.

1. INTRODUÇÃO

As Cartas Geotécnicas de Aptidão à Urbanização constituem documentos cartográficos que traduzem a capacidade dos terrenos para suportar os diferentes usos e práticas da engenharia e do urbanismo, com o mínimo de impacto possível e com o maior nível de segurança à população.

Tem como objetivo principal caracterizar os terrenos do ponto de vista geológico-geotécnico e definir as aptidões à ocupação quanto à probabilidade de ocorrência dos desastres naturais, em regiões metropolitanas não ocupadas e zonas não ocupadas que caracterizam áreas de expansão a médio e longo prazos.

O documento é previsto no Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais e atende as diretrizes da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (Lei 12.608/2012; BRASIL, 2012). Inicialmente desenvolvido em parceria com o Ministério da Integração e Desenvolvimento Regional, passando a partir de 2017 a ser executado pelo Serviço Geológico do Brasil - SGB/CPRM.

As Cartas Geotécnicas de Aptidão à Urbanização, associadas a outros produtos desenvolvidos pelo Serviço Geológico do Brasil, como a Setorização das Áreas de Risco e as Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações, constituem uma gama de informações essenciais para o planejamento e gestão urbanos.

Neste contexto, este relatório apresenta informações que complementam a leitura da Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização do município de Arapiraca, em Alagoas, realizada pelo Serviço Geológico do Brasil – SGB-CPRM no ano de 2024.

Os levantamentos de campo foram realizados pelos profissionais listados no quadro 1.

Quadro 1 - Profissionais que participaram dos levantamentos de campo.

| Nome completo | Cargo ou função | Instituição |
|------------------------------|-----------------------------|--|
| Ivan Bispo de Oliveira Filho | Pesquisador em Geociências | Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM) – Escritório do Rio de Janeiro (ERJ) |
| Patricia Mara Lage Simões | Analista em Geociências | Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM) – Superintendência Regional de Belo Horizonte (SUREG-BH) |
| Gilmar Pauli Dias | Pesquisador em Geociências | Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM) – Superintendência Regional de Recife (SUREG-RE) |
| Juliana Gonçalves Rodrigues | Pesquisadora em Geociências | Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM) – Residência de Fortaleza (REFO) |

1.1. Objetivos

Este relatório tem o propósito de dar ao usuário, informações mais claras dos insumos utilizados e do processo de produção que envolve os resultados cartográficos finais da Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização do município de Arapiraca, no estado de Alagoas. Dessa forma, nos tópicos seguintes, serão detalhadas informações referentes à área de estudo, dados utilizados, características das unidades mapeadas, ensaios de laboratório, leitura, usos e limitações da carta, além de outras informações pertinentes ao entendimento completo e correto dos produtos.

1.2. Justificativa

O presente trabalho atende à solicitação feita pela Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente, da Prefeitura Municipal de Arapiraca – AL, por meio do ofício nº 41/2023/SMDUMA, processo SEI-SGB 48096.000304/2023-86.

1.3. Aplicabilidades e limitações de uso

A Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização pode ter diversas finalidades, podendo ser aplicada para:

1. Subsidiar o poder público na prevenção de desastres relacionados a movimentos de massa e inundações;
2. Regular de forma técnica o parcelamento do solo urbano sob uma abordagem preventiva e de planejamento;
3. Contribuir para projetos de urbanização, indicando onde não se deve permitir a aprovação de novos lotes urbanos voltados para ocupação permanente, áreas em que a aprovação dos lotes está condicionada a estudos de obras de intervenção que garantam a segurança da ocupação e áreas onde não há restrições à aprovação de novos lotes;
4. Avaliar e dar subsídio técnico à municipalidade quanto a aptidão de uma determinada área para a implantação de construções e condomínios residenciais, visando exclusivamente àquelas instalações com fundações rasas e para fins residenciais.

Entretanto, ela apresenta limitações de uso, não podendo ser utilizada para subsidiar de forma direta:

5. Análises de estabilidade de talude e encostas;
6. Projetos de engenharia destinados à correta seleção, dimensionamento e implantação de obras estruturais;
7. Avaliar a pertinência e eficácia de obras de engenharia de qualquer natureza;
8. Inferir aptidão para a implantação de obras de infra-estrutura de grandes dimensões e que necessitem de fundações profundas e/ou

métodos construtivos mais elaborados, como edifícios, rodovias, obras metroviárias, instalações industriais, dentre outras;

9. Aplicações incompatíveis com a escala cartográfica de elaboração (1:10.000).

2. METODOLOGIA

A metodologia utilizada no trabalho consisti no levantamento de informações do meio físico, com a descrição de características do terreno (geologia, solos/materiais inconsolidados e geomorfologia) e a execução de ensaios (*in situ* e em laboratório). Tais informações são analisadas e trabalhadas em escritório para composição do documento cartográfico.

Os trabalhos para produção das Cartas Geotécnicas de Aptidão à Urbanização perfazem de três etapas básicas. Estas etapas consistem de atividades de escritório, campo e laboratório, realizadas conforme cronograma apresentado na Tabela 1 e figura 1.

Tabela 1. Equipe e período de realização das atividades de campo e laboratório

| Atividades | Mês/Ano | Equipe |
|-----------------------|---------|---|
| Campo – Etapa 1 | 02/2024 | Ivan Bispo de Oliveira Filho Gilmar Pauli Dias Patricia Mara Lage Simões Juliana Gonçalves Rodrigues |
| Campo – Etapa 2 | 04/2024 | Ivan Bispo de Oliveira Filho Gilmar Pauli Dias Juliana Gonçalves Rodrigues |
| Laboratório - Etapa 1 | 06/2024 | Patricia Mara Lage Simões Juliana Gonçalves Rodrigues |
| Laboratório - Etapa 2 | 07/2024 | Gilmar Pauli Dias Patricia Mara Lage Simões |

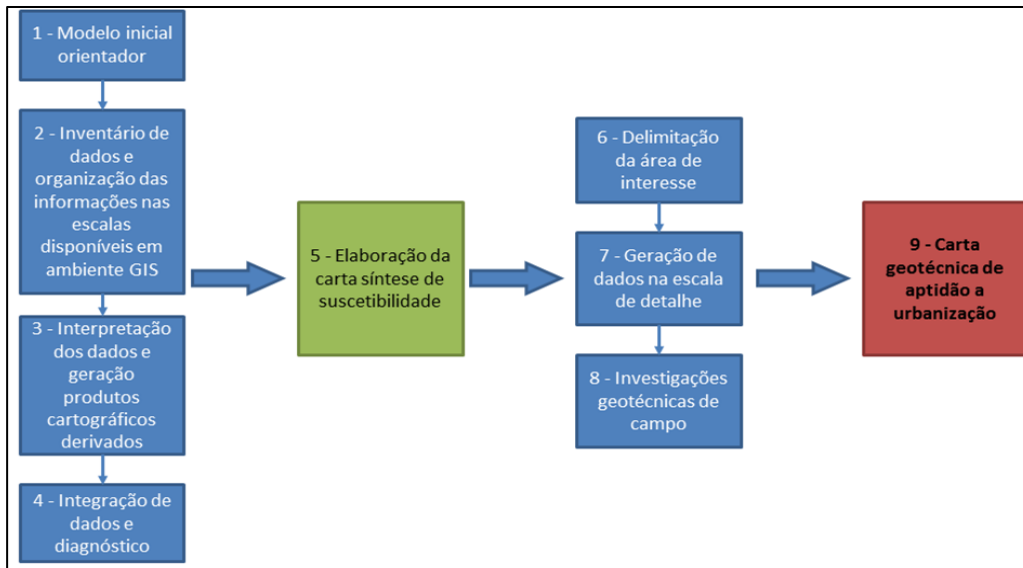


Figura 1. Fluxo de processos executados durante o trabalho. Antonelli *et al.*, (2021).

A metodologia utilizada durante os trabalhos é apresentada no Guia de Procedimentos Técnicos do Departamento de Gestão Territorial – Cartas Geotécnicas de Aptidão a Urbanização (Antonelli *et al.*, 2021), e melhor detalhada na figura 2.

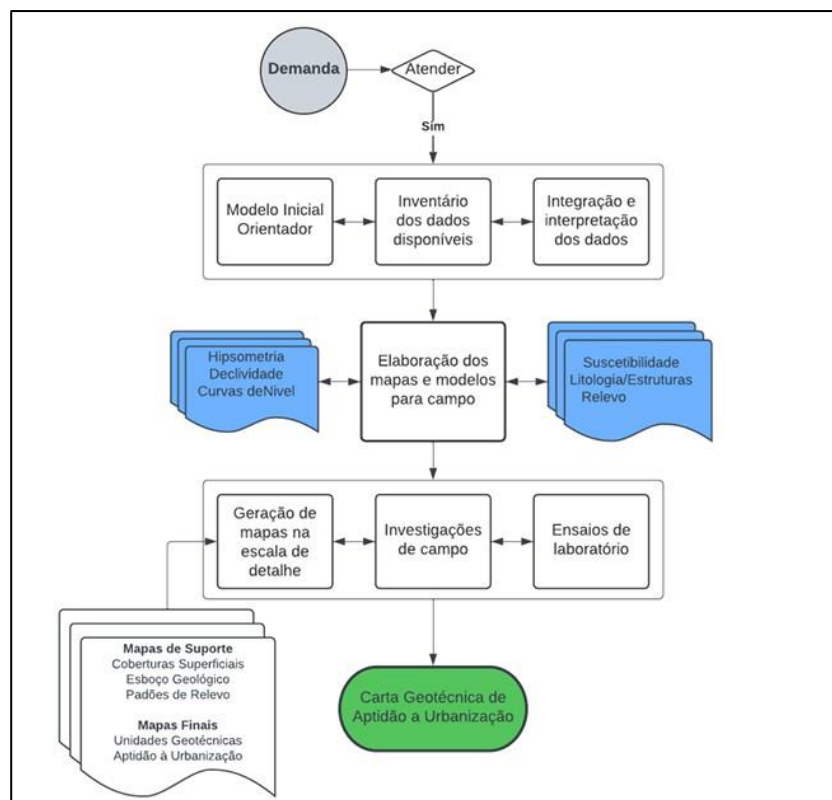


Figura 2. Fluxograma da metodologia aplicada. Fonte: Antonelli *et al.*, (2021).

Conforme preconiza a metodologia, para a elaboração dos produtos finais foram utilizados dados do meio físico pré-existent, readequados a escala de trabalho quando necessário, e acrescidos de dados obtidos/ validados durante as atividades de campo. Sendo eles:

- Dados coletados em campo: tipos de rochas, coberturas superficiais, relevo, tipo de solo e feições relacionadas a processos de movimento de massa, inundações, enxurradas e erosões;
- Mapas geológicos (Mapa geológico – Arapiraca: folha SC.24-X-D-V (Amorim *et al.*, 1995);
- Mapa de coberturas superficiais elaborados com dados de campo;
- Mapa de solos na escala 1:100.000 (Araujo Filho *et al.*, 2020);
- Modelagens de movimentos de massa e inundações provenientes da carta de suscetibilidade do município e refinadas em atividade de campo (Simões *et al.*, 2024);
- Mapa de padrões de relevo (Simões *et al.*, 2024);
- Mapa de declividade (inclinação) (Simões *et al.*, 2024);
- Mapa hipsométrico (altitude) (Simões *et al.*, 2024);
- Dados de sondagem SPT fornecidos pela prefeitura municipal;
- Levantamento de feições relacionadas a processos de movimentos de massa, inundações, enxurradas e erosões realizado em campo;
- As imagens óticas obtidas a partir da plataforma Google Earth, utilizando serviços de *Web Map Services* (WMS);
- Dados das poligonais dos processos minerários disponibilizados no Sistema de Informações Geográficas da Mineração – SIGMINE (ANM, 2024).

Ademais, para locais relevantes e de difícil acesso, utilizou-se Drone Phantom 4 RTK para obtenção de imagens e geração de Modelos Digitais de Elevação (MDE) com resolução espacial de 30 cm.

Vale ressaltar que os dados topográficos utilizados para gerar as modelagens, mapas de declividade, hipsométrico e relevo, são provenientes do projeto Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundação, elaborada pelo Serviço Geológico do Brasil, no ano de 2024.

As amostras de solos coletadas no projeto foram analisadas no laboratório de análises minerais – Lamin, na Superintendência Regional do Serviço Geológico em Manaus - AM, enquanto as demais análises foram analisadas no laboratório de mecânica de solos - Lameso, localizado no município do Rio de Janeiro, RJ.

A análise realizada no Lamin se refere a avaliação granulométrica do material fino, através de análises granulométricas por espalhamento a laser para partículas entre 0,02 a 1000 μm . O equipamento utilizado é o Granulômetro a laser Mastersizer 2000 - com dispersor Hydro 2000MU e os dados foram processados com o *software* Mastersizer 2000, conforme Instrução Técnica SGB - IT-03-09-01 (2021).

As amostras encaminhadas ao Lameso foram ensaiadas conforme indicado na

, onde são mostrados os tipos de ensaio aos quais as amostras foram submetidas e as respectivas normas de procedimentos técnicos seguidos.

Tabela 2. Ensaio executados em laboratório

| Ensaio | Norma |
|--|--|
| Umidade higroscópica | Norma 6457 (ABNT, 2016) |
| Densidade e massa específica dos grãos | DNER-ME 093/94 (DNER-ME, 1994) |
| Análise granulométrica por espalhamento a laser | SGB: IT-03-09-01 (2021) |
| Análise granulométrica (peneiramento grosso) | Norma 7181 (ABNT, 2016) |
| Limites de Atterberg (limite de liquidez - LL e limite de plasticidade - LP) | LL: Norma 6459 (ABNT, 2016) LP: Norma 7180 (ABNT, 2016) |

Através dos ensaios (

3), os tipos de solos das áreas de estudo são classificados seguindo o Sistema Unificado de Classificação de Solos (SUCS), auxiliando na determinação da aptidão à urbanização.

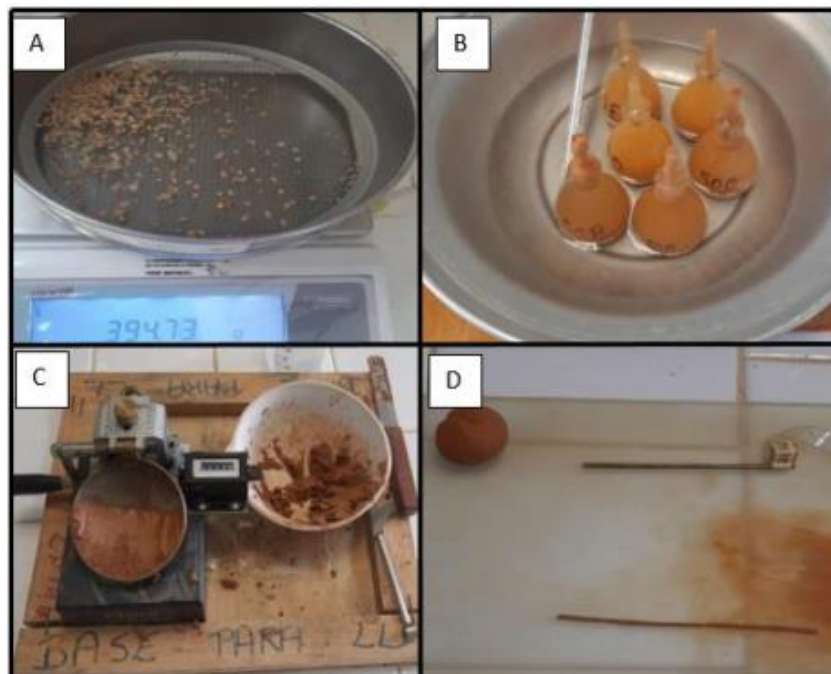


Figura 3. Ensaio realizados: (A) Granulometria, (B) Densidade, (C) Limite de Líquidos e (D) Limite de Plasticidade. Fonte: Autores.

3. ESTRUTURAÇÃO E DISPONIBILIZAÇÃO DOS DADOS FINAIS

O produto final da Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização do município de Arapiraca conta com um documento cartográfico no formato pdf e uma base de dados em formato SIG. Para uma melhor compreensão, a tabela 3 apresenta de forma simplificada a disposição dos produtos finais gerados neste trabalho. É importante ressaltar que o SIG está projetado em UTM Zona 24L – Datum SIRGAS2000.

Quanto à disponibilização dos dados, estes poderão ser acessados através do Repositório Institucional de Geociências (RIGeo), no link <https://rigeo.sgb.gov.br/>.

Tabela 3. Produtos finais da Carta Geotécnica de Aptidão a Urbanização

| Produto | Descrição |
|---|--|
| PASTA SIG_ARAPIRACA | |
| Subpasta base_cartográfica | |
| Area_Edificada_A | Áreas urbanizadas |
| Areas_Expansao_A | Limites da área de estudo - vetores de crescimento das áreas urbanas |
| Subpasta base_tematica | |
| Aptidão_Urbana_A | Polígonos de aptidão para urbanização, separados em classes de alta, média e baixa |
| Campo_de_Blocos | Feições de campos de blocos |
| Feições_Erosivas_P | Feições de erosões lineares e/ou laminares |
| Litologia_A | Mapa litológico da área utilizado nos estudos |
| Padroes_de_Relevo_A | Mapa de padrão de relevo da área produzido para o projeto |
| Restricoes_Ocupacao_A | Áreas com algum tipo de restrição legal ou ambiental que não permita ocupação |
| Solos_A | Mapa de solos da área utilizado nos estudos |
| Titulos_Minerarios_A | Áreas com algum tipo de requerimento necessários para a exploração mineral |
| Unidades_Geotecnicas_A | Polígonos das unidades geotécnicas mapeadas |
| Subpasta Carta_geotécnica | |
| Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização | Documento cartográfico da área mapeada em pdf |
| Subpasta investigações_e_coletas | |
| Amostragem_P | Localização dos pontos de coletas de amostras |
| Sond_Trado | Localização dos pontos de realização de tradagem |
| Legenda_mapa | |
| Ugs_Arapiraca_Mapa | Legenda com descrições das unidades geotécnicas para a carta geotécnica |
| Aptidão_Arapiraca | Legenda com descrição das aptidões para a carta geotécnica |
| Restrições_Arapiraca | Legenda com as restrições para a carta geotécnica |
| Subpasta Pontos de campo | |
| Pontos_de_campo_P | Localização e descrição dos pontos de campo |

| | |
|--|--|
| Subpasta Relatório | |
| Relatório | Relatório complementar a leitura da Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização em pdf |
| Subpasta Resultados ensaios laboratório | |
| Resultados dos ensaios laboratoriais | Fichas amostras |

4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS

O município de Arapiraca, possui uma área total de 345,65 (IBGE 2022). Destes, aproximadamente 63,13 km² correspondem às áreas já consolidadas, ou seja, áreas urbanizadas ou em processos de urbanização.

A área do projeto foi baseada nas áreas de expansão previstas no plano diretor municipal fornecidas pela Prefeitura Municipal de Arapiraca, AL. Contudo, de acordo com as características geológicas e geomorfológicas observadas no município, outras áreas foram acrescentadas pelo Serviço Geológico do Brasil – SGB-CPRM à área inicial, em comum acordo com a prefeitura. Assim, a área total estudada no projeto foi de aproximadamente 180 km², correspondendo a 52% do território municipal (Figura).

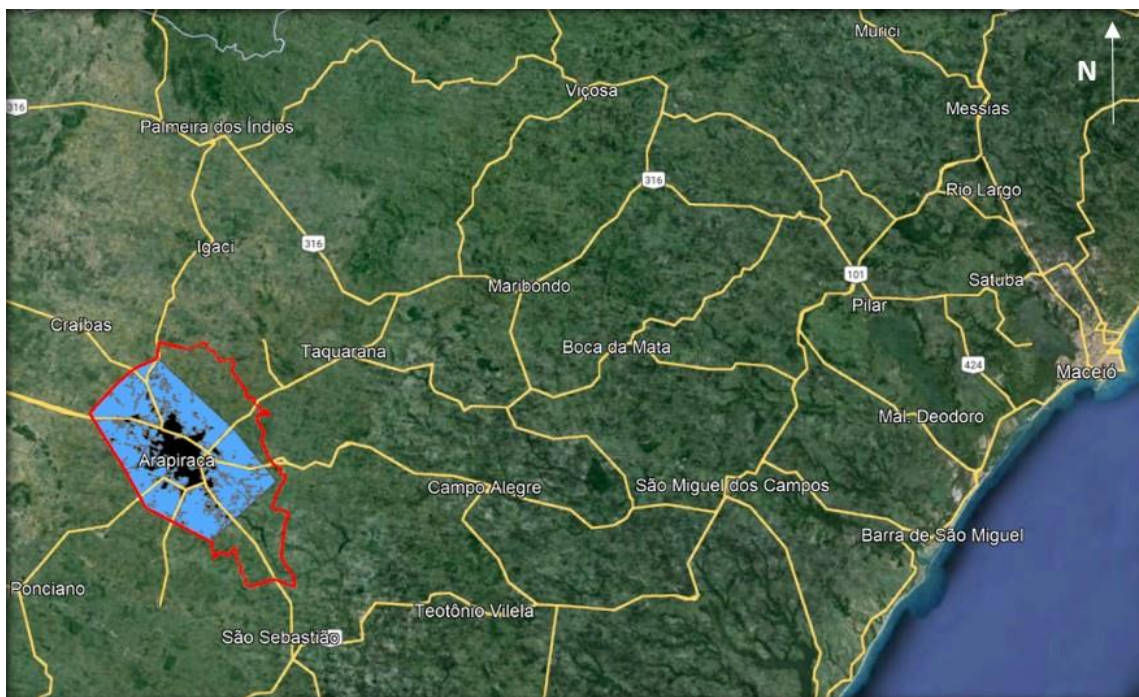


Figura 4. Mapa de localização e de acessos à área de estudos. Em vermelho é apresentado o limite municipal de Arapiraca; em azul, a área mapeada neste trabalho; em preto, áreas já urbanizadas. Fonte: Google Earth.

4.1. Contexto geológico e geomorfológico

A área de estudo, no município de Arapiraca, encontra-se geologicamente inserida na Província Borborema, abrangendo rochas do embasamento gnáissico-migmatítico, datadas do Arqueano ao Paleoproterozóico e a seqüência metamórfica oriunda de eventos tectônicos ocorridos durante o Meso e NeoProterozóico. A Província está aqui representada pelos litótipos arqueanos das seqüências de gnaisses bandados formados por micaxistos, paragnaisse, mármore, calcissilicáticas, quartzitos e anfibolitos (Agn); por migmatitos paragnaises e granada-biotita-gnaisse (Pc); Além de quartzitos puros, sillimaníticos e micáceos, da Formação Santa Cruz (Psc); e, de formas subordinada, granodioritos e gabros (Py2 e Pg) (Figura 5).

O Grupo Barreiras (TQb), principal litotipo da área e responsável por abrigar em sua superfície quase que a totalidade da área urbanizada, ocorre em toda a faixa da região central da área de estudos, na direção SE e NW, expondo arenitos e conglomerados, além de intercalações de siltitos e argilitos com baixo grau de litificação (Amorim *et al.*, 1995).

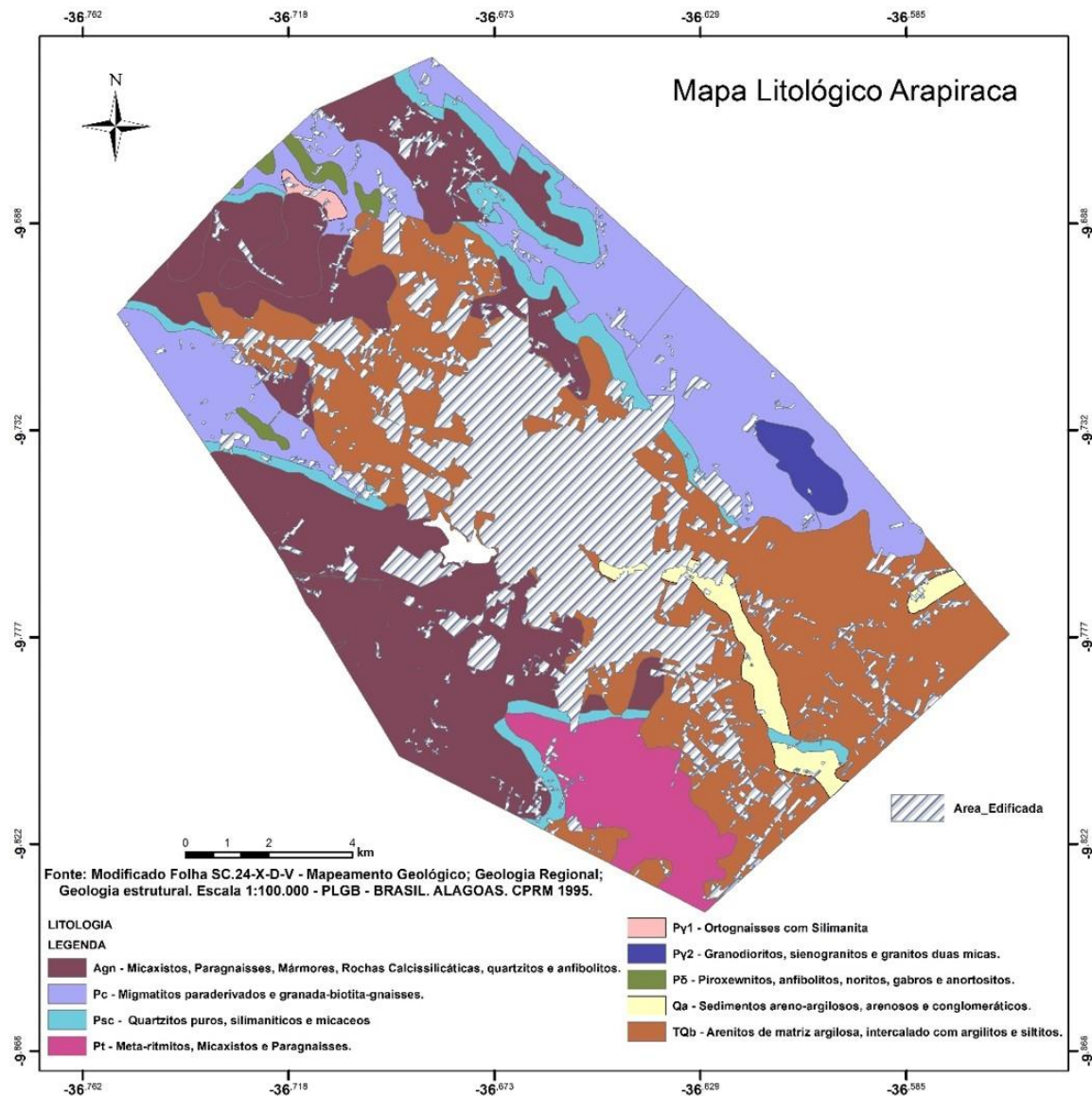


Figura 5. Mapa Litológico simplificado. Fonte: Modificado de Amorim *et al.*, (1995).

O relevo do município de Arapiraca está situado no limite entre os tabuleiros costeiros e a Depressão do Baixo Rio São Francisco (Ferreira *et al.*, 2016) que ocupam grande parte do estado de Alagoas.

Nesse contexto regional, dois padrões de relevo se destacam em Arapiraca, os tabuleiros dissecados e as colinas (Figura 6). Os tabuleiros dissecados situados na porção central e sudeste do município, são caracterizados por apresentar uma ampla superfície elevada e aplainada com bordas, por vezes, ligeiramente declivosas, e amplitudes que podem atingir 20 metros. Tais características morfológicas, somadas a composição sedimentar e baixo grau de litificação da unidade, favorecem um maior aprofundamento das incisões das drenagens

nesses tabuleiros, como pode ser observado em trechos da drenagem do rio Piauí, onde há o desenvolvimento vales abertos ao sul da área estudada.

As colinas localizam-se nas bordas nordeste e sudoeste do município, e são tipos de relevo alongados e suavemente ondulado com baixa declividade. Ocorrem, ainda, alguns morros baixos associados à litologias mais resistentes ao intemperismo. Esses últimos são o tipo de relevo de maior elevação altimétrica no município, se destacando na paisagem.

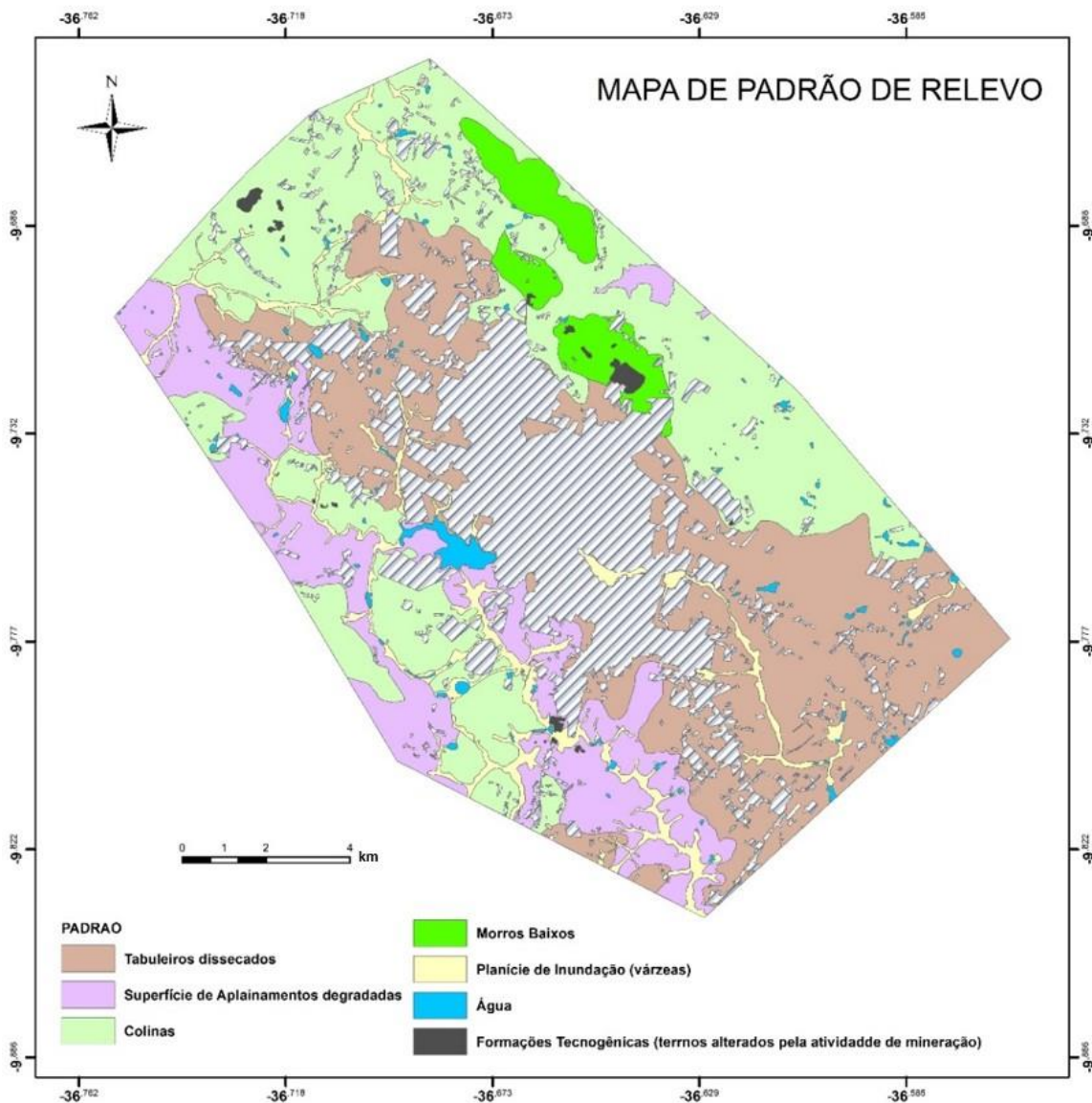


Figura 6. Mapa de Padrão de Relevo da área de estudos. Fonte: Modificado de Simões *et al.*, (2024).

5. RESULTADOS

A interpretação de todos os dados obtidos através do levantamento preliminar, modelagens, atividades de campo e ensaios laboratoriais, resultaram em dois planos de informação principais: as unidades geotécnicas e as áreas aptas à urbanização. A primeira foi obtida a partir da combinação do substrato litológico com as coberturas inconsolidadas. A segunda é a integração entre as áreas classificadas quanto a suscetibilidade a movimentos de massa e inundações e as unidades geotécnicas, resultando em áreas de baixa, média e alta aptidão a urbanização.

5.1. Análises laboratoriais

Durante as atividades de campo foram coletadas 18 amostras na área de estudos. Destas, em razão da distribuição espacial dos pontos de coletas na área de estudos, 6 amostras foram desprezadas por estarem muito próximas umas das outras, restando 12 amostras que foram analisadas (Figura 8) nos Laboratórios de Análise Mineral (Lamin) e de Mecânica dos Solos (Lameso), ambos do Serviço Geológico do Brasil. As amostras de solo foram coletadas em profundidades entre 0,3 até 1,5 metro.

É importante ressaltar que os objetivos das análises de laboratório nas amostras coletadas não são de caracterizar de forma ampla o material que compõe as unidades, mas sim obter informações sobre características físicas que possam auxiliar na delimitação das áreas e suas respectivas aptidões à urbanização. Tais características estão relacionadas, principalmente, com a presença de argilas expansivas no solo que, mesmo em terrenos de baixas declividades, podem reduzir a aptidão à urbanização de uma determinada área.

A carta geotécnica produzida nesse projeto possui em sua legenda uma coluna com sugestões de ensaios geotécnicos complementares específicos para cada unidade geotécnica mapeada.

As amostras analisadas no laboratório estão distribuídas de acordo com o apresentado na figura 7.

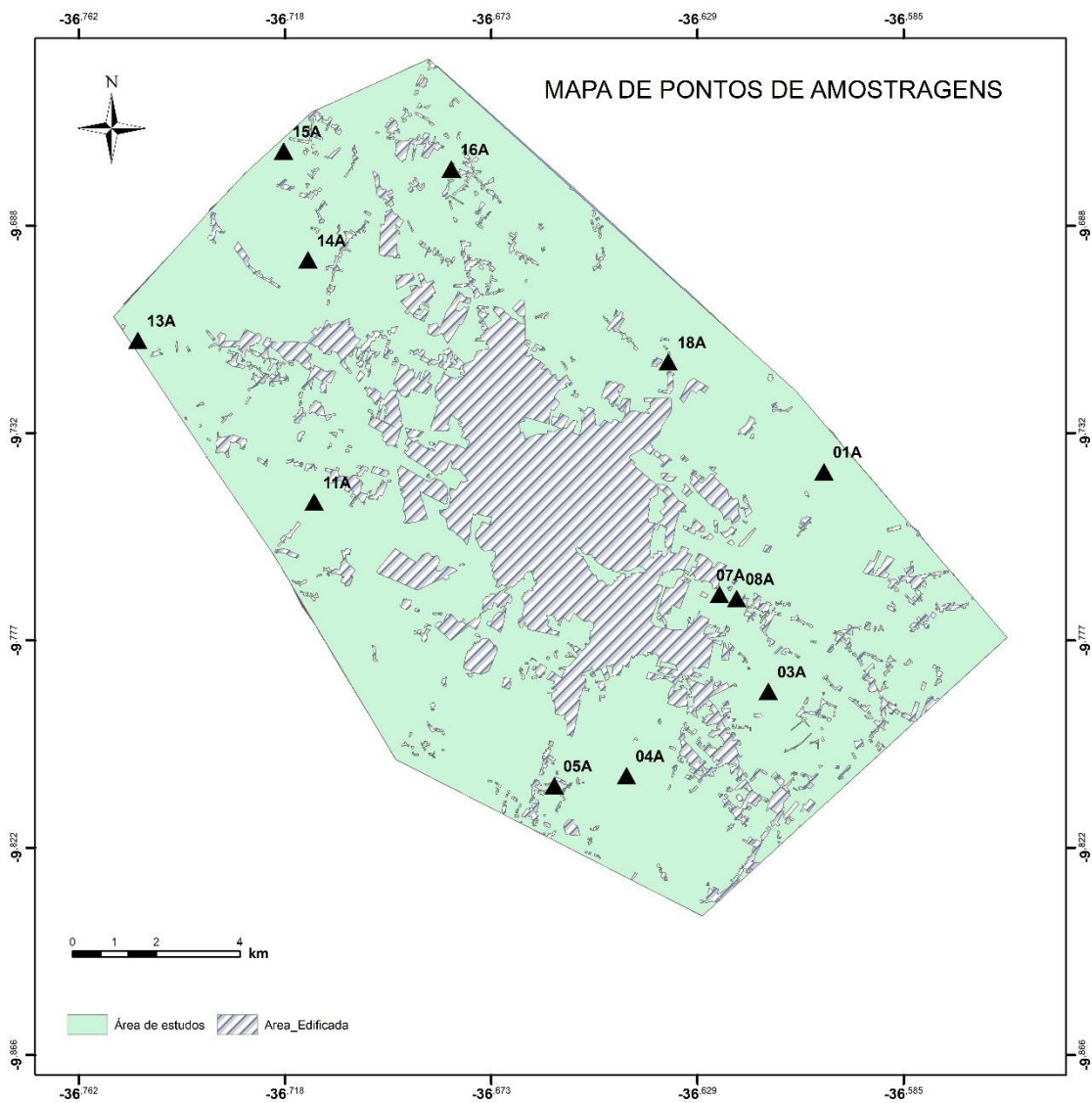


Figura 7. Mapa de distribuição dos pontos de Amostragens sobre as unidades geotécnicas.

Fonte: Autores.

A tabela 4 apresenta os principais resultados obtidos a partir dos ensaios laboratoriais realizados nas amostras coletadas na área de estudos.

| AMOSTRAS | Profundidade de coleta (metros) | Umidade Hidroscópica (%) | Densidade Real dos Grãos | Índice de plasticidade (%) | Tipo de solo | Classificação SUCS |
|----------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------|--|
| 1A | 0,3 | 0,4 | 2,493 | 0 | Grosso | SM (Areia Siltosa) |
| 3A | 1 | 0,8 | 2,480 | 8 | Fino | CL/ML (Argila de baixa plasticidade/ Silte de baixa plasticidade) |
| 4A | 1 | 0,3 | 2,648 | - | Grosso | SM (Areia siltosa) |
| 5A | 1 | 1,3 | 2,075 | 15 | Grosso | SC (Areia argilosa) |
| 7A | 1 | 3,9 | 2,400 | 26 | Fino | OL/OH (Silte orgânico) |
| 8A | 1 | 2,3 | 2,537 | 6 | Grosso | SM (Areia Siltosa) |
| 11A | 1,5 | 3,6 | 2,794 | 9 | Fino | ML (Silte de baixa plasticidade) |
| 13A | 1,5 | 2,0 | 2,570 | 10 | Grosso | SC (Areia Argilosa) |
| 14A | 1 | 0,8 | 2,524 | 2 | Grosso | SM (Areia Siltosa) |
| 15A | 0,8 | 4,4 | 2,534 | 13 | Grosso | SM (Areia Siltosa) |
| 16A | 0,5 | 2,0 | 2,563 | 17 | Fino | CL (Argila de baixa plasticidade) |
| 18A | 0,6 | 3,9 | 2,529 | 16 | Fino | CL (Argila de baixa plasticidade) |

Obs: Todas as fichas com os resultados completos são disponibilizadas como anexos deste relatório

Tabela 4. Resultados das Amostras Coletadas

Das 12 amostras de solos analisadas, 7 são classificadas como solos grossos arenosos e 5 são classificadas como solos finos. A umidade higroscópica dos solos varia muito, de 0,3% até 4,4%. A densidade real dos grãos varia entre 2,075 até 2,794. Já os índices de plasticidade (IP) são, em geral, baixos, uma vez que seis amostras apresentaram resultados abaixo de 10, são elas: 1A; 3A; 8A; 11A e 14A, sendo classificadas como de baixa plasticidade. Apenas a amostra 7A apresenta um índice de plasticidade de 26, sendo considerado plasticidade alta, as demais são de média plasticidade (DAS, 2011).

A figura 8 apresenta a análise granulométrica das amostras de solo, de maneira geral, o silte é a partícula que se destaca em maior quantidade em todas as amostras, apresentando no mínimo 20%, com exceção das amostras 1A e 4A.

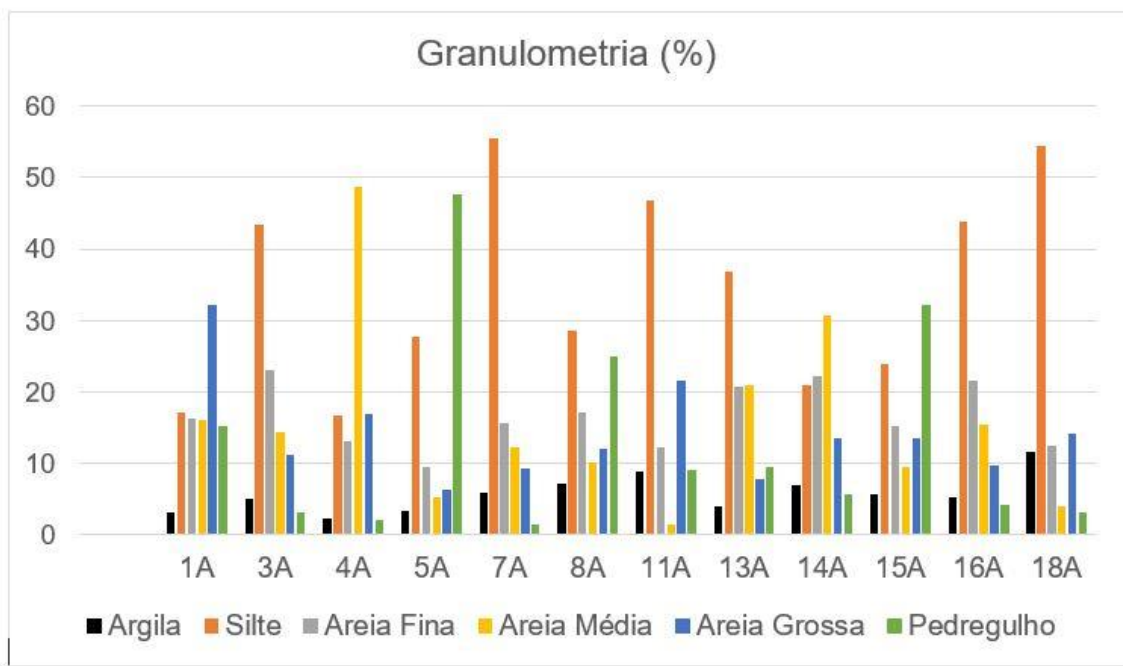


Figura 8. Gráfico de Granulometria (%). Fonte: autores

Nos solos finos (3A, 7A, 11A, 16A e 18 A) a proporção de silte é acima de 40%. Observa-se que mesmo nessas amostras de solo fino, a argila não apresenta uma alta quantidade, mantendo-se abaixo de 12%.

Nos solos grossos existe uma grande variedade da proporção granulométrica, sendo que as amostras 1A, 4A e 14A, apresentam uma grande quantidade de areias média ou grossa.

A figura 9 mostra a classificação dos solos analisados no gráfico de plasticidade. Esse gráfico apresenta tanto os solos finos, quanto os grossos. Pode-se observar que apenas a amostra 7A fica no limite entre os solos argilosos e orgânicos, as demais amostras estão na categoria de argilosos ou siltosos. Com relação apenas aos solos finos, todos estão situados na categoria de solos de baixa plasticidade, o que se confirma na tabela 4 nos baixos índices de plasticidade (IP).

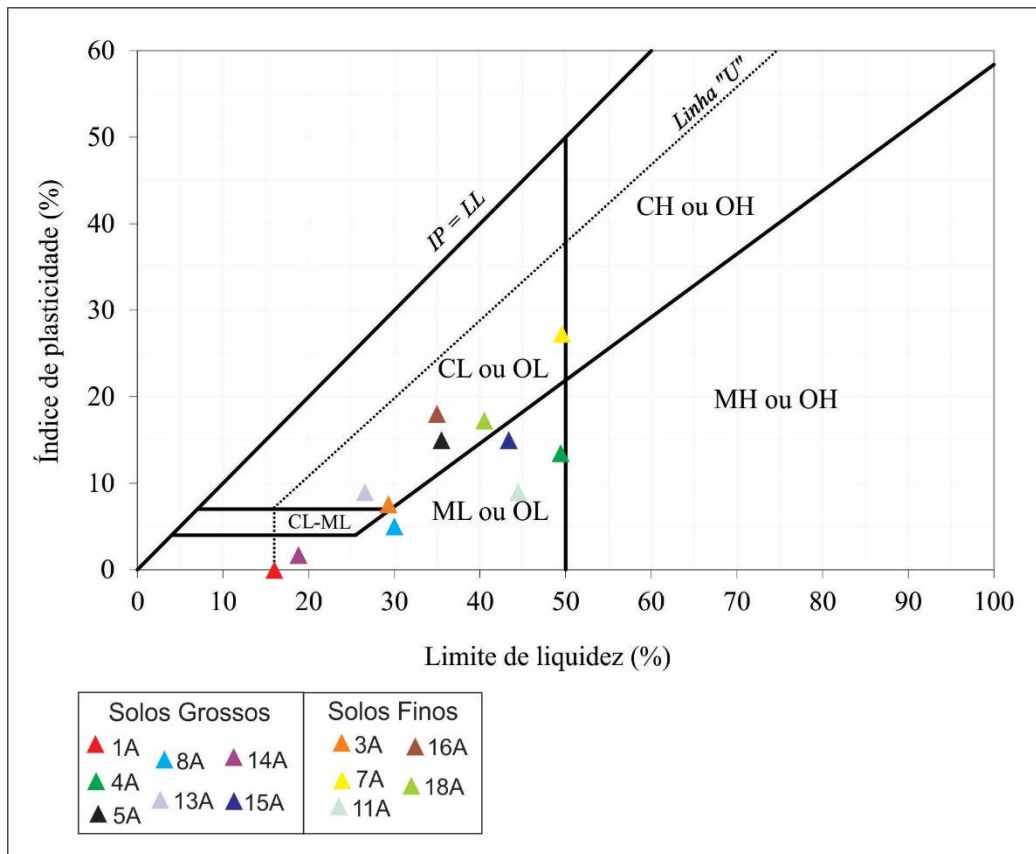


Figura 9. Gráfico de plasticidade, classificação SUCS. Fonte: autores

5.2. Descrição das unidades geotécnicas (UG)

Os terrenos encontrados na área estudada apresentam diferentes comportamentos e propriedades geotécnicas que refletem as interações entre os condicionantes do meio-físico, tais como as litologias e sua evolução tectônica; as coberturas inconsolidadas compreendendo todo o pacote intemperizado que capeia o substrato rochoso; a compartimentação geomorfológica regional que pode condicionar, potencializar e acelerar os problemas geotécnicos relacionados com a dinâmica das vertentes, principalmente os relacionados a eventos de movimentos de massa nas áreas de relevo mais acidentado.

As unidades geológico-geotécnicas definidas e caracterizadas neste mapeamento refletem a tendência do comportamento dos terrenos frente às solicitações decorrentes dos processos de urbanização futuros, sob o ponto de vista da geologia de engenharia.

Foram definidas 07 unidades geológico-geotécnicas (Figura 10) cuja denominação e siglas adotadas foram estabelecidas com a finalidade de possibilitar, da forma mais direta possível, a identificação de algumas características geotécnicas específicas e definidoras da unidade.

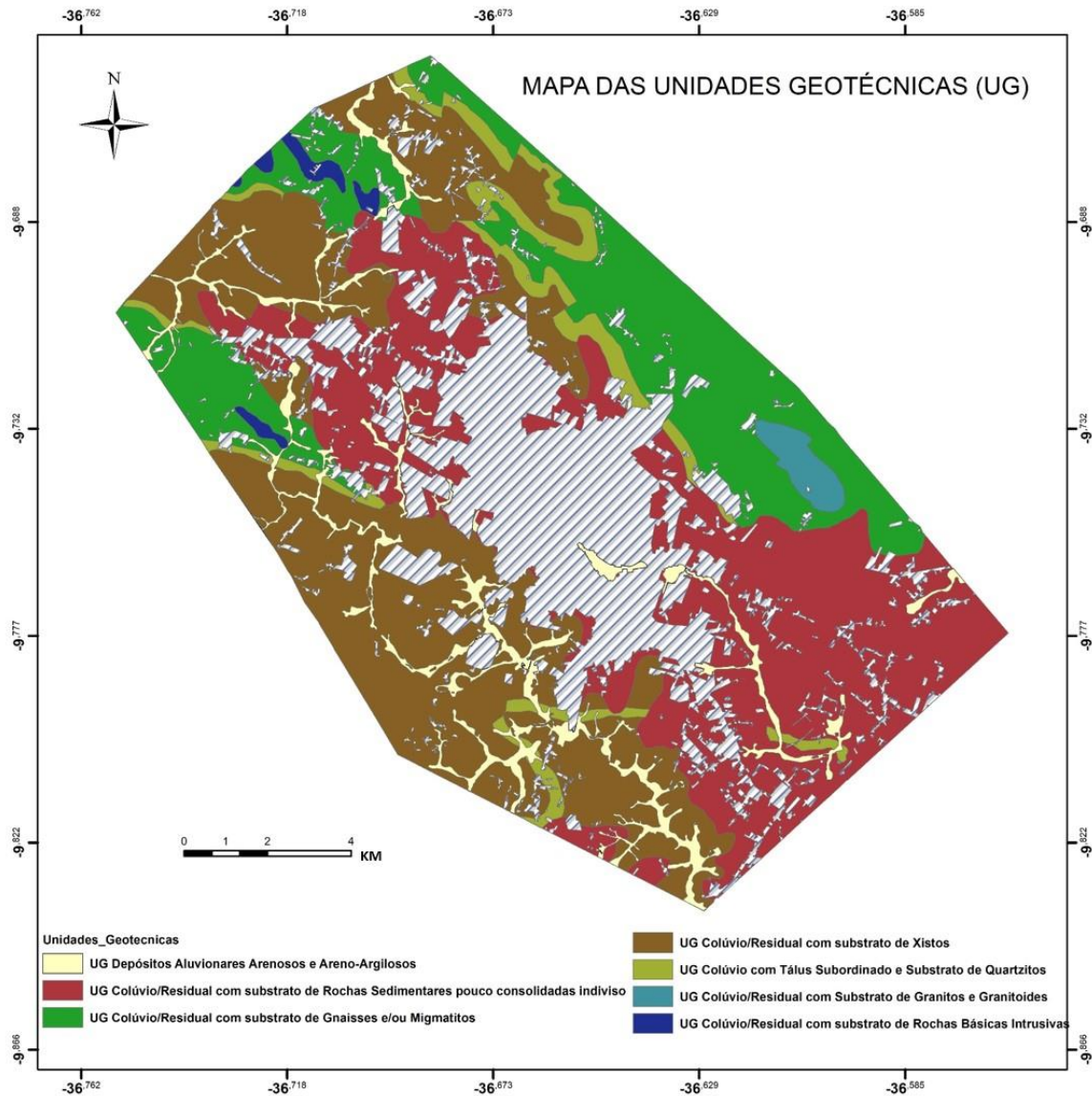


Figura 10. Mapa com a distribuição das unidades geotécnicas observadas na área de estudos.
Fonte: Autores.

5.2.1. UG_Al-ar.ag - Depósitos aluvionares arenosos e areno-argilosos

Esta unidade ocorre nas planícies de inundação do Rio Piauí e do Rio Perucaba, dois dos principais rios que cortam a cidade (Figuras 11 e 12). Compreende relevo plano, localmente suave ondulado, cuja amplitude altimétrica é inferior a 5 metros e a declividade é entre 1 e 5 graus. Nesta unidade predominam os neossolos flúvicos e os planossolos.



Figura 11. Planície de inundação do Rio Piauí. Fonte: Autores



Figura 12. Planície de inundação do Rio Perucaba. Fonte: Autores

A unidade Al-ar.ag é constituída por materiais provenientes da deposição fluvial ao longo da rede de drenagem formando as planícies de inundação e os terraços baixos, e são constituídos por sedimentos de textura arenosa de cor marrom, siltosa de cor acinzentada, e argilosa cinza a cinza escuro (Figuras 13 e 14). Estes sedimentos apresentam-se dispostos sob a forma de camadas e/ou lentes nas margens dos rios, podendo atingir alguns metros de profundidade.



Figura 13. Sedimentos obtidos com trado no Rio Perucaba. Fonte: Autores



Figura 14. Sedimentos obtidos com trado no Rio Piauí. Fonte: Autores

A capacidade de suporte é variável, desde baixa nas camadas mais argilosas até média a alta nas camadas areno-siltosas. A escavabilidade é boa nos locais com maior espessura de material arenoso e/ou argiloso.

A possibilidade de desenvolvimento de processos erosivos é variável, sendo alta nas margens dos cursos d'água onde pode haver solapamento. Tal processo pode ocorrer, tanto na bacia do Rio Piauí, quanto na bacia do Rio Perucaba, onde o rebaixamento do nível de base local expõe paredes que podem atingir até 3 metros de altura.

Os locais que contêm níveis arenosos permeáveis e de boa condutividade hidráulica podem facilitar o processo de contaminação do lençol freático quando este é encontrado a pouca profundidade em relação à superfície dos terrenos. Em algumas sondagens a trado foram encontrados níveis d'água entre 0,5 e 0,7 metros de profundidade, entretanto, os níveis de água podem estar ainda mais próximos à superfície no período de abril a junho, meses onde os índices pluviométricos são mais elevados.

Por possuir suscetibilidade a inundação variando de baixa a alta, as áreas de ocorrência desta unidade foram classificadas como sendo de baixa aptidão à ocupação.

5.2.2. UG_Co-SR/SB-i - Colúvio/Residual com substrato de rochas pouco consolidadas indiviso

A unidade Co-SR/SB-i ocorre na região central do município de Arapiraca, e por apresentar características geotécnicas favoráveis à ocupação, concentra quase que totalmente a área urbanizada do município, contudo, ainda existem áreas a sul/sudeste, e até mesmo dentro do núcleo urbano, disponíveis à ocupação.

A unidade ocorre como uma combinação de materiais constituídos por litotipos pouco a moderadamente consolidados da Formação Barreiras. De acordo com dados de sondagens SPT fornecidos pela Prefeitura Municipal de Arapiraca, as espessuras da Formação Barreiras na região não ultrapassam 15 metros.

O substrato rochoso sedimentar é constituído, predominantemente, por camadas areno-argilosas, pouco a moderadamente coesas e intercaladas com lentes arenosas e friáveis (Figura 15). Apresenta relevo plano a suave ondulado, em forma de tabuleiros, com amplitude variando entre 5 e 20 metros (Figura 16). Os solos nela encontrados consistem em latossolos vermelho-amarelo.



Figura 15. Perfil de solo da Formação Barreiras. Fonte: Autores



Figura 16. Relevo predominante da Formação Barreiras. Fonte: Autores

A escavabilidade dos terrenos nesta unidade é, em geral, fácil, e a capacidade de suporte nos horizontes varia de média a alta.

A suscetibilidade a movimentos de massa é baixa, passando à moderada quando seus terrenos forem submetidos a cortes que não considerem os seus fatores de estabilidade.

Por possuir solos arenosos a remoção da cobertura vegetal pode facilitar a instalação processos erosivos lineares e laminares mesmo em áreas de baixas declividades.

5.2.3. UG_Co-SR/SB-i – Colúvio/Residual com substrato de gnaisses e migmatitos

A unidade UG_Co/MR-g.m ocorre como uma combinação de materiais inconsolidados recobrimdo o substrato rochoso constituído por gnaisses e migmatitos do embasamento cristalino.

Em superfície a unidade pode ocorrer sob a forma de depósitos coluvionares próximos à fonte com pouca distância de transporte, ou como solo residual maduro, mais argiloso e de maior coesão, ambos, portanto, menos sujeitos à erosão.

Devido a heterogeneidade do substrato rochoso na unidade, os solos coletados para análises laboratoriais apresentaram diferentes classificações, tais como: argila e silte de baixa plasticidade e areia siltosa. Do ponto de vista pedológico os solos dessa região são classificados por Araújo Filho (2020) latossolos e argissolos.

Subjacente a este horizonte superficial ocorrem horizontes de solo residual estruturado, constituído por camadas silto-arenosas, pouco friáveis e geralmente erodíveis, que mostram estruturas reliquias das rochas de origem. A feição menos evoluída destes solos residuais é constituída por horizontes de saprólito que estão sobrejacentes ao maciço rochoso.

Em alguns taludes de corte foram observados perfis de coberturas com até 5 metros de espessura. Constituído por uma camada de solo coluvionar pouco lateritizado de 1 a 2 metros (Figura 17), seguida por camada de solo residual maduro, amarelado, e por camadas de solo residual jovem, avermelhado (Figura 18), com foliação metamórfica reliquiar e veios graníticos, configurando um horizonte muito heterogêneo.



Figura 17. Solo coluvionar. Fonte: Autores.



Figura 18. Solo residual jovem avermelhado. Fonte: Autores.

A escavabilidade dos terrenos desta unidade nos horizontes de colúvio em áreas onde o solo apresenta avançado estágio de lateritização é moderada, pois nele predominam materiais de 2ª categoria de escavação, que podem ser lamináveis e escarificáveis. No solo residual a escavabilidade é, em geral, fácil (1ª categoria). Já nos horizontes inferiores, a presença de rocha alterada intercalada com o saprólito pode dificultar as escavações que deverão ser efetuadas por meio de desmonte com explosivos, caracterizando-se como materiais de 3ª categoria.

A capacidade de suporte dos horizontes de colúvio é, em geral, média. Nos horizontes de solo residual maduro, solo residual estruturado, e saprólito é variável, entre média e alta.

A suscetibilidade à erosão nos horizontes de colúvio é moderada. Nos horizontes de solo residual maduro varia de baixa a moderada, conforme a porcentagem da fração argila. Nos horizontes de solo residual estruturado e saprólito esta suscetibilidade varia de moderada a alta em função da predominância das frações silte e areia e de estruturas reliquias. Estes horizontes, quando afloram em cortes e escavações, podem apresentar ocorrência de feições de erosão linear, como sulcos e ravinas.

A suscetibilidade a movimentos de massa desta unidade é baixa a moderada, passando à alta quando as características morfológicas das elevações (amplitudes e/ou declividades) forem desfavoráveis, ou quando seus terrenos forem submetidos a cortes que não considerem os seus fatores de estabilidade.

5.2.4. UG_Co-SR/Gr - Colúvio/Residual com substrato de granitos e granitoides

Unidade encontrada à leste da área urbana, tratando-se de uma ocorrência bastante restrita dentro da área mapeada. Apresenta-se como uma combinação de materiais inconsolidados, capeando o substrato rochoso cristalino constituído por granitos e granitoides, aflorando em alguns pontos sobre a forma de lajedos.

Os pontos observados na área de ocorrência desta unidade mostram blocos de granitos dispersos sobre a superfície (Figura 19), indicando que os solos na área,

classificados como areia siltosa após os ensaios laboratoriais, são rasos (Figura 20) e heterogêneo, podendo apresentar dificuldades em relação a implementação de equipamentos urbanos e construção de rodovias.

A presença de blocos rochosos em processo de alteração e de saprólitos (que são escarificáveis – 2ª categoria) podem dificultar as escavações que deverão ser efetuadas, em alguns casos, por meio de desmonte com explosivos, caracterizando-se como materiais de 3ª categoria.



Figura 19. Blocos de granitos dispersos sobre a superfície. Fonte: Autores



Figura 20. Ponto em área de contato litológico entre substrato rochoso granítico e gnaissico mostra os solos rasos na área. Fonte: Autores

O relevo suave ondulado (Figura 21) observado na área de ocorrência dessa unidade sugere que a suscetibilidade a movimentos de massa varia de moderada a baixa.



Figura 21. Relevo suave ondulado. Fonte: Autores

5.2.5. UG_Co-SR/MR-xi - Colúvio/Residual com substrato de xistos

Esta unidade ocorre como uma combinação de materiais inconsolidados capeando o substrato rochoso constituído por xistos e paragneisses do embasamento cristalino.

Em superfície a unidade pode ocorrer sob a forma de depósitos coluvionares próximos à fonte com pouca distância de transporte (Figura 22), ou como solo residual maduro, mais argiloso e de maior coesão, ambos, portanto, menos sujeitos à erosão. Na área de ocorrência dessa unidade predominam solos dos tipos latossolos e argissolos (Araújo Filho *et al.*, 2020). Subjacente a este horizonte superficial ocorrem horizontes de solo residual estruturado, constituído por camadas silto-arenosas, pouco friáveis e geralmente erodíveis, que mostram estruturas reliquiares das rochas de origem. A feição menos evoluída destes solos residuais é constituída por horizontes de saprólito que estão sobrejacentes ao maciço rochoso.

Em alguns taludes de corte foram observados perfis de coberturas pouco profundos, com até 5 metros de espessura. Constituído por uma camada de solo coluvionar inferiores a 1 metros (Figura 22), seguida por camada de solo residual maduro, amarelado, com estrutura xistosa reliquiar (Figura 23), configurando um horizonte heterogêneo.



Figura 22. Material coluvionar. Fonte: Autores



Figura 23. Perfil de solo unidade UG_Co-SR/MR-xi. Fonte: Autores

A escavabilidade dos terrenos desta unidade nos horizontes de colúvio é, em geral, fácil (1ª categoria), passando a moderada no solo residual, pois nele predominam materiais de 2ª categoria de escavação, que podem ser lamináveis e escarificáveis. Nos horizontes inferiores a presença de rocha alterada intercalada com o saprólito pode dificultar as escavações que deverão ser efetuadas por meio de desmonte com explosivos, caracterizando-se como materiais de 3ª categoria.

A capacidade de suporte dos horizontes de colúvio é, em geral, média. Nos horizontes de solo residual maduro, solo residual estruturado e saprólito é variável, entre média e alta.

A suscetibilidade à erosão nos horizontes de colúvio é alta a moderada, devido à alta quantidade de areia com baixa coesão. Nos horizontes de solo residual maduro varia de baixa a moderada, conforme a porcentagem da fração argila. Nos horizontes de solo residual estruturado e saprólito esta suscetibilidade varia de moderada a alta em função da predominância das frações silte e areia e de estruturas reliquiares. Estes horizontes, quando afloram em cortes e escavações, apresentam ocorrência de feições de erosão linear, como sulcos e ravinas.

A suscetibilidade a movimentos de massa desta unidade é baixa a moderada, passando à alta quando as características morfológicas das elevações (amplitudes e/ou declividades) forem desfavoráveis, ou quando seus terrenos forem submetidos a cortes que não considerem os seus fatores de estabilidade.

5.2.6. UG_Co-T/MR-qz - Colúvio com tálus subordinado e substrato de quartzitos

Esta unidade ocorre como uma combinação de materiais inconsolidados, pedregosos, predominantemente constituído por material silicoso, sobre rochas quartzíticas com alta inclinação de mergulho (Figura 24).

Na região, esta unidade está associada aos morros (Figura 25) que circundam a cidade, com amplitudes que podem atingir mais de 100 metros e declividades superiores a 20 graus.

Os solos desta unidade são, em geral, rasos e apresentam estruturas formadas basicamente por grãos de quartzo e pedregulhos, sendo, portanto, altamente suscetíveis a erosão. Além disso, apresentam drenagem excessiva, baixa retenção de água e lixiviação de nutrientes, tornando os solos desta unidade quimicamente pobre para a agricultura.



Figura 24. Afloramento rochas quartzíticas com alta inclinação de mergulho. Fonte: Autores



Figura 25. Morro constituído de rochas quartzíticas no entorno da área urbana do município. Fonte: Autores

As dificuldades de escavação dos materiais desta unidade são decorrentes da heterogeneidade dos mesmos, que podem conter materiais de fácil a difícil escavabilidade (1^a, 2^a e 3^a categorias), praticamente em uma mesma área do terreno. Os blocos enterrados podem comprometer a execução das obras para implantação de fundações, muitas vezes mascarando a real capacidade de suporte dos terrenos.

O potencial para a ocorrência de movimentos de massa é alto, extremamente favorável ao desenvolvimento de escorregamentos e rastejos quando as inclinação e cortes das encostas forem concordantes com a direção de mergulho das camadas quartzíticas.

Nos depósitos de encostas, quase sempre porosos e permeáveis, a saturação elevada por intensas chuvas pode acelerar o processo de movimentação natural, provocando escorregamentos rápidos envolvendo um grande volume de material. A unidade apresenta ainda áreas com suscetibilidade à erosão moderada a alta, com a instalação de sulcos, ravinas e voçorocas nos locais onde a coesão dos solos é baixa.

5.2.7. UG_Co-SR/Ba-In - Colúvio/Residual com substrato de rochas básicas intrusivas

Esta unidade ocorre como uma combinação de materiais inconsolidados capeando o substrato rochoso constituído por rochas básicas. Sua área de ocorrência é muito pequena dentro da área mapeada e está restrita a porção extremo norte da área.

Os solos desta unidade são, predominantemente, argilosos de cor avermelhada. Naturalmente, são solos que apresentam características favoráveis à agricultura (Figura 26). Devido à sua constituição mais argilosas, nesses terrenos o escoamento superficial das águas das chuvas predomina em relação a capacidade de infiltração.

A escavabilidade dos terrenos desta unidade nos horizontes de colúvio é, em geral, fácil (1ª categoria), passando a moderada no solo residual maduro, pois nele predominam materiais de 2ª categoria de escavação, que podem ser lamináveis e escarificáveis. Nos horizontes inferiores, no entanto, a presença de blocos rochosos em processo de alteração (Figura 26) e de saprólitos podem dificultar as escavações, caracterizando-se como materiais de 3ª categoria.



Figura 26. Solos avermelhados favoráveis à agricultura.



Figura 27. Afloramento em corte em área de ocorrência de rochas básicas. Fonte: Autores

A capacidade de suporte dos horizontes de colúvio é, em geral, satisfatória. Nos horizontes de solo residual e saprólito é variável, entre média e alta. A suscetibilidade à erosão nos horizontes de solo residual varia de baixa a alta, conforme a porcentagem da fração argila.

A suscetibilidade a movimentos de massa desta unidade, face à estrutura isotrópica dos seus horizontes, varia de moderada a baixa, pois apesar de possuir solos com alto teor de argila, o relevo não apresenta grandes amplitudes.

5.3. Classes de aptidão à urbanização frente a movimentos de massa, enchentes e inundações

Segundo Moraes *et al.* (2024) e Antonelli *et al.* (2021), a avaliação da aptidão à urbanização desenvolvida pelo Serviço Geológico do Brasil leva em consideração os aspectos naturais do terreno frente a desastres, que podem indicar, como por exemplo áreas suscetíveis a deslizamentos e inundações; assim como as características das unidades geotécnicas que podem indicar solos propensos a processos naturais específicos, tais como colapso (solos colapsáveis) ou grandes recalques (argilas moles).

Sob o ponto de vista da caracterização do terreno frente aos desastres naturais, foram utilizadas as informações da modelagem de suscetibilidade a movimentos gravitacionais, que visa avaliar a propensão do terreno à ocorrência de

deslizamentos, além das informações de compartimentação de relevo, ambos os produtos publicados por Simões *et al.* (2024).




Cabe ressaltar que em algumas regiões identificadas como críticas em relação à sua suscetibilidade a movimentos de massa, localizadas em porções mais íngremes dos morros baixos, foram adotados os critérios preconizados pela metodologia de avaliação de Perigo Geológico desenvolvida por Pimentel *et al.* (2018), com o objetivo de identificar o alcance potencial do atingimento do material mobilizado durante um episódio de movimentação gravitacional no terreno.

No caso das áreas identificadas no trabalho de Simões *et al.* (2024), como planícies de inundação (várzeas), optou-se por considerá-las integralmente como áreas de baixa aptidão à urbanização pelo fato de estarem expostas a processos hidrodinâmicos que podem ser intensos em períodos chuvosos, além das questões ambientais envolvidas pela ocupação destas áreas.

Sob o ponto de vista geotécnico, não foram identificadas unidades que justifiquem atenção no que diz respeito a ocupação urbana.

As classes de aptidão são apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5. Classes de aptidão à urbanização e suas características.

| Símbolo no mapa | Classe | Características |
|---|--------|---|
|  | Alta | Áreas sem restrição à urbanização do ponto de vista geológico-geotécnico ou já consolidadas. |
|  | Média | Áreas com restrições geotécnicas, mas que podem ser ocupadas segundo determinados critérios técnicos e diretrizes (áreas consolidáveis com intervenções estruturantes). |
|  | Baixa | Áreas com severas restrições para a ocupação e/ou áreas caracterizadas como não consolidáveis do ponto de vista geológico-geotécnico, às quais se deve dar outro tipo de uso devido ao alto custo para urbanização. |

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Em linhas gerais, as áreas no entorno da mancha urbana de Arapiraca – AL, que foram objetos deste estudo, possuem características geológico-geotécnicas que favorecem a expansão urbana, principalmente, sobre os tabuleiros da Formação Barreiras, que possuem boa capacidade de suporte, escavabilidade e, praticamente, nula a possibilidade de ocorrências de movimentos de massa. Entretanto, algumas áreas pontuais, como as áreas próximas às encostas dos morros a leste da área urbana, devem ser evitadas em função da alta suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6457: Amostras de solo — Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Rio de Janeiro. 2016.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6459: Solo - Determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro. 2016.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7180: Determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro. 2016.

ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7181: Solo - Análise granulométrica. Rio de Janeiro. 2016.

AMORIM, J. L. de (org.). Arapiraca: folha SC.24-X-D-V: Estado de Alagoas. Brasília: CPRM, 1995. Escala 1:100.000. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/8738>. Acessado em: 21 ago. 2024. Agência Nacional de Mineração - <https://geo.anm.gov.br/portal/apps/webappviewer/index.html?id=6a8f5ccc4b6a4c2bba79759aa952d908>. Acessado em 15 mar. 2024.

ANTONELLI, T; MENEZES, I. P. de.; BISPO FILHO, I.; SILVA; D. R. de A.; CONCEIÇÃO, R. A. C. da.; JESUS, D. de.; FERREIRA, C. E. O.; Guia de procedimentos técnicos do Departamento de Gestão Territorial: volume 2, versão 1: cartas geotécnicas de aptidão para urbanização. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM. Brasília, p. 23. 2021. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/22307>. Acesso em: 26 ago. 2024.

ARAUJO FILHO, J. C. de; SANTOS, J. C. P. dos; PARAHYBA, R. da B. V.; OLIVEIRA NETO, M. B. de; BARROS, A. H. C.; MARQUES, F. A.; AMARAL, A. J. do.; **Zoneamento agroecológico do estado de Alagoas: levantamento**

de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do estado de Alagoas. Escala 1:100.000. Embrapa 2020.

BRASIL. Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC [...]. Brasília, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm. Acesso em: 26 ago. 2024.

DNER-ME. 093: Solos - determinação da densidade real. [S.l.]. 1994.

FERREIRA, R. V.; SHINZATO, E.; DANTAS, M. E.; TEIXEIRA, W. G. Origem das paisagens do Estado de Alagoas. *In*: VILLANUEVA, T. C.B.; MARTINS, V. de S.; Geodiversidade do Estado de Alagoas. Cap.3. Recife: CPRM/SGB. 2016.p. 35 – 50.

IBGE 2022 - <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/al/arapiraca.html>

MORAES, C. C. M. de; MENEZES, I. P. de; ARAÚJO, R. S.; RIBEIRO, R. S.; Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização: Vargem Alta, ES. [Brasília]: SGB, 2024. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/24643>. Acesso em: 26 jul. 2024.

PIMENTEL, J.; SANTOS, T. D. dos.; PEIXOTO, D. D.; SILVA, D. R.; LANA, J. C.; MENEZES, I. P. de.; SILVA, L. F. M.; LOPES, N. D.; PFALTZGRAFF, P. A. S.; RIBEIRO, R. S.; ARAUJO, R. S. Manual de Mapeamento de Perigo e Risco a Movimentos Gravitacionais de Massa. [Brasília]: CPRM, 2018. 200p. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/20452>. Acesso em: 04 jan. 2022. Acesso em: 26 jul. 2024.

SIMÕES, P. M. L.; OLIVEIRA FILHO, I. B. de; DIAS, G. P.; RODRIGUES, J. G.; Carta de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundação: Município de Arapiraca – AL. [Brasília]: SGB, 2024. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/24901>. Acesso em: 26 jul. 2024.

ANEXOS

- Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização – (escala 1:10.000).
- Fichas com resultados dos ensaios laboratoriais das amostras de solos coletadas.

O SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (SGB-CPRM) E OS OBJETIVOS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL — ODS

Em setembro de 2015 líderes mundiais reuniram-se na sede da ONU, em Nova York, e formularam um conjunto de objetivos e metas universais com intuito de garantir o desenvolvimento sustentável nas dimensões econômica, social e ambiental. Esta ação resultou na *Agenda 2030*, a qual contém um conjunto de 17 *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS*.

A Agenda 2030 é um plano de ação para as pessoas, para o planeta e para a prosperidade. Busca fortalecer a paz universal, e considera que a erradicação da pobreza em todas as suas formas e dimensões é o maior desafio global, e um requisito indispensável para o desenvolvimento sustentável.

Os 17 ODS incluem uma ambiciosa lista 169 metas para todos os países e todas as partes interessadas, atuando em parceria colaborativa, a serem cumpridas até 2030.



O Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM) atua em diversas áreas intrínsecas às geociências, que podem ser agrupadas em três grandes linhas de atuação: Geologia e Recursos Minerais; Geologia Aplicada e Ordenamento Territorial; Hidrologia e Hidrogeologia.

Todas as áreas de atuação do SGB, sejam nas áreas das Geociências ou nos serviços compartilhados, ou ainda em seus programas internos, devem ter conexão com os ODS, evidenciando o comprometimento de nossa instituição com a sustentabilidade, com a humanidade e com o futuro do planeta.

A tabela a seguir relaciona as áreas de atuação do SGB com os ODS.



Maiores informações: <http://www.cprm.gov.br/publique/Sobre-a-CPRM/Responsabilidade-Social/Objetivos-de-Desenvolvimento-Sustentavel-ODS->



MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

