

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

Vargem Alta, ES

REALIZAÇÃO

DEPARTAMENTO DE GESTÃO TERRITORIAL

DIVISÃO DE GEOLOGIA APLICADA

2024

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Ministro de Estado

Alexandre Silveira de Oliveira

Secretário Executivo

Hailton Madureira de Almeida

Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Lília Mascarenhas Sant'agostinho

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

Paulo Afonso Romano

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

Execução

Carla Cristina M. de Moraes

Ítalo Prata de Menezes

Rafael Silva Araújo

Rafael Silva Ribeiro

Fotos da capa: Acervo do Serviço Geológico do Brasil - CPRM.

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

VARGEM ALTA, ES

AUTORES

CARLA CRISTINA M. DE MORAES
ÍTALO PRATA DE MENEZES
RAFAEL SILVA ARAÚJO
RAFAEL SILVA RIBEIRO



ES

2024

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	5
2. RESUMO	6
3. INTRODUÇÃO.....	6
4. OBJETIVOS	7
5. APLICABILIDADE E LIMITAÇÕES DE USO	7
6. MATERIAIS E MÉTODOS	8
6.1. MATERIAIS UTILIZADOS.....	11
7. DISPONIBILIZAÇÃO E ESTRUTURAÇÃO BÁSICA DOS DADOS FINAIS.....	12
7.1. PRODUTOS DISPONIBILIZADOS.....	12
7.2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	13
7.3. ENSAIOS DE LABORATÓRIO	18
7.3.1. SOLOS FINOS.....	21
7.3.2. SOLOS GROSSOS.....	25
8. RESULTADOS.....	29
8.1. CLASSES DE APTIDÃO À URBANIZAÇÃO FRENTE A MOVIMENTOS DE MASSA, ENCHENTES E INUNDAÇÕES.....	29
8.2. DESCRIÇÃO DAS UNIDADES GEOTÉCNICAS	30
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39
ANEXOS	40

1. 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

2. RESUMO

Este relatório apresenta de forma objetiva e sintética os aspectos que permeiam a Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização do município de Vargem Alta/ES, 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 2023.

São apresentadas brevemente a metodologia e os dados utilizados, assim como 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 SIG produzidos e que, somados, constituem o produto final entregue à gestão municipal.

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

3. 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 das Cidades (atual Ministério do Desenvolvimento

Regional), passando a partir de 2017 a serem desenvolvidas 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 Vargem Alta/ES, realizada no ano de 2023, pelo Serviço Geológico do Brasil – SGB/CPRM.

4. 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. 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.

5. APLICABILIDADE 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 subsidio 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:

1. Análises de estabilidade de talude e encostas;
2. Projetos de engenharia destinados à correta seleção, dimensionamento e implantação de obras estruturais;
3. Avaliar a pertinência e eficácia de obras de engenharia de qualquer natureza;
4. 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;
5. Aplicações incompatíveis com a escala cartográfica de elaboração (1:10.000).

6. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho consiste no levantamento de informações do meio, 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 Erro! Fonte de referência não encontrada. e **Figura 1**.

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

Atividades	Mês	Equipe
Campo – Etapa 1	Março/2023	Carla, Ítalo, Rafael Araújo, Rafael Ribeiro
Laboratório - Etapa 1	Maio/2023	Carla, Rafael Ribeiro
Laboratório - Etapa 2	Agosto/2023	Carla, Rafael Ribeiro

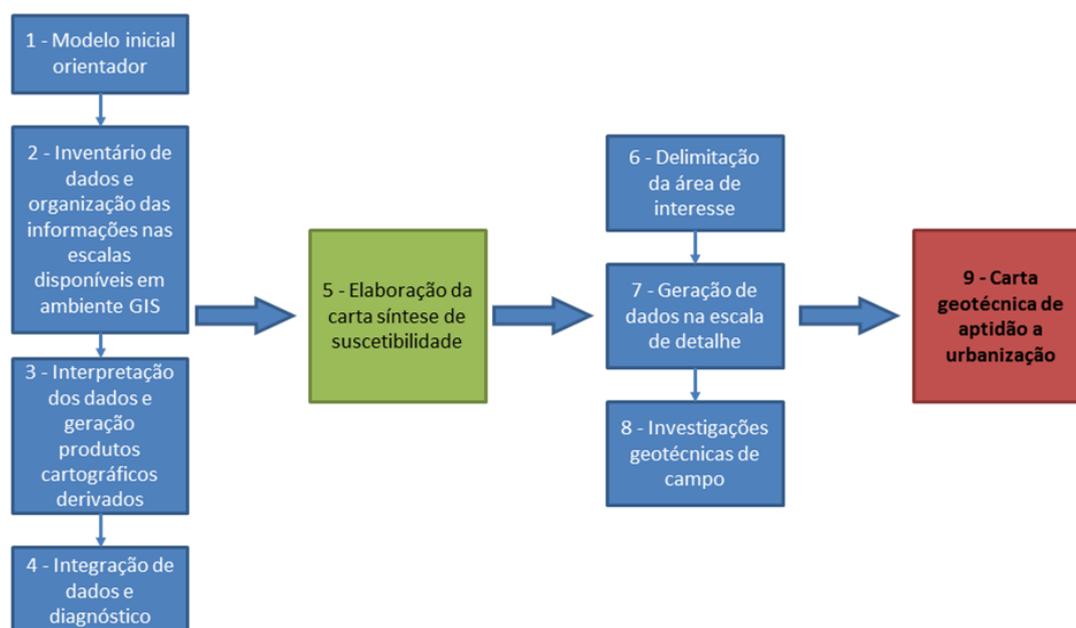


Figura 1 - Fluxo de processos executados durante o trabalho.

A metodologia utilizada durante os trabalhos (Erro! Fonte de referência não encontrada.2) é apresentada no Guia de Procedimentos Técnicos do Departamento de Gestão Territorial – Cartas Geotécnicas de Aptidão a

Urbanização (ANTONELLI, MENEZES, *et al.*, 2021), disponível no link: [Guia de Procedimentos Técnicos](#).

Na Figura 2 a metodologia é melhor detalhada, descrevendo cada etapa que consiste a produção da carta geotécnica.

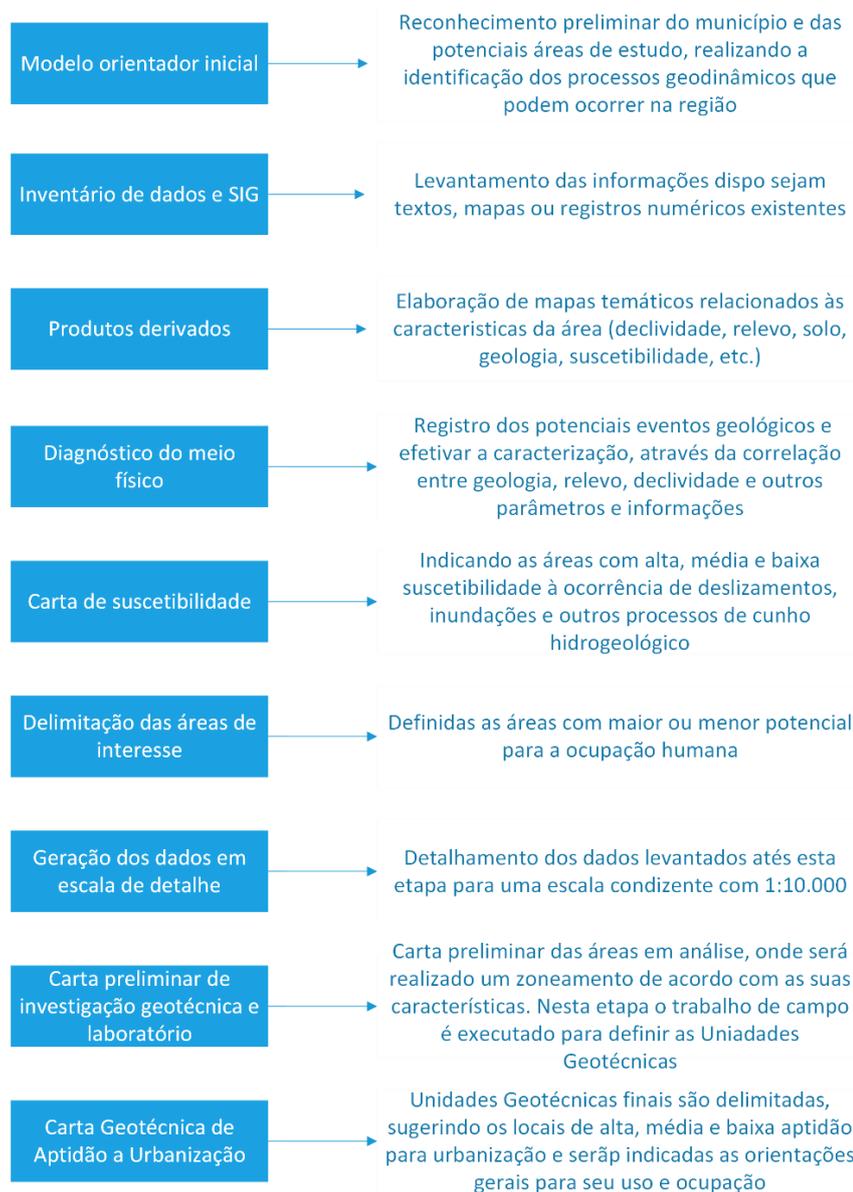


Figura 2 – Descrição da metodologia aplicada.

6.1. MATERIAIS UTILIZADOS

Conforme apresentado na metodologia, foram levantados os dados do meio físico já existentes para as áreas de trabalho. Para a elaboração dos produtos finais, foram utilizados como fonte principal, os dados abaixo, readequados a escala de trabalho quando necessário.

- 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;
- Mapa Geológico do Estado do Espírito Santo – CPRM-Serviço Geológico do Brasil, 2018, na escala 1: 400.000;
- Mapa de solos na escala 1:250.000 por Cunha et al. 2016
- Modelagens de movimentos de massa e inundações provenientes da carta de suscetibilidade do município e refinadas em atividade de campo;
- Mapa de padrões de relevo;
- Mapa de declividade (inclinação);
- Mapa hipsométrico (altitude);
- Trabalhos realizados por Féboli *et al.* (1983)

Devido à ausência de dados topográficos compatíveis com a escala de trabalho, foi utilizado o Modelo Digital de Elevação (MDE) Copérnicus¹ com resolução espacial de 30 m. As imagens ópticas foram obtidas a partir da plataforma Google Earth, utilizando serviços de *Web Map Services* (WMS). Em atividade de campo também foram geradas imagens através de aeronave remotamente pilotada (RPA/Drone) que foram processadas para auxiliar na interpretação dos dados.

¹ **Mais informações:** <https://spacedata.copernicus.eu/web/cscda/dataset-details?articleId=394198>

7. DISPONIBILIZAÇÃO E ESTRUTURAÇÃO BÁSICA DOS DADOS FINAIS

7.1. PRODUTOS DISPONIBILIZADOS

O produto final da **Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização do município de Vargem Alta** é composto pelo conteúdo apresentado na Erro! Fonte de referência não encontrada.. O Conteúdo da pasta SIG (Erro! Fonte de referência não encontrada.3) é projetado no Sistema de Coordenadas SIRGAS 2000 UTM Zona 24S. Todos esses dados poderão ser acessados através do **Repositório Institucional de Geociências (RIGeo)**, no link rigeo.cprm.gov.br.

Tabela 2. Produtos finais da Carta Geotécnica de Aptidão a Urbanização

Produto	Descrição
Pasta Cartas em PDF	
Carta Índice	Carta Geotécnica de aptidão à Urbanização – Folha Geral (Escala 1:40.000)
Carta 1	Carta Geotécnica de aptidão à Urbanização – Folha 1 (Escala 1:10.000)
Carta 2	Carta Geotécnica de aptidão à Urbanização – Folha 2 (Escala 1:10.000)
Carta 3	Carta Geotécnica de aptidão à Urbanização – Folha 3 (Escala 1:10.000)
Carta 4	Carta Geotécnica de aptidão à Urbanização – Folha 4 (Escala 1:10.000)
Carta 5	Carta Geotécnica de aptidão à Urbanização – Folha 5 (Escala 1:10.000)
Pasta SIG	
Subpasta Base_Tematica	
Areas_Expansao_A	Limites da área de estudo - vetores de crescimento das áreas urbanas
Aptidão_Urbana_A	Polígonos de aptidão para urbanização, separados em classes de alta, média e baixa

Titulos_Minerarios_A	Áreas com algum tipo de requerimento necessários para a exploração mineral
Restricoes_Ocupacao_A	Áreas com algum tipo de restrição legal ou ambiental que não permita ocupação
Unidades_Geotecnicas_A	Polígonos das unidades geotécnicas mapeadas
Sub pasta Investigações e Coletas	
Amostragem_P	Informações dos materiais coletados em campo
Sond_Trado_P	Informações dos pontos nos quais foram realizadas sondagens à trado
Subpasta Pontos de Campo	
Pontos_de_Campo_P	Informações de todos os pontos de campo realizados

Nome

-  Base_cartografica
-  Base_Tematica
-  Figuras
-  Geofisica
-  Imagens
-  Investigacoes_e_Coletas
-  Legenda
-  Logomarcas
-  Metadados
-  Pontos_de_Campo

Figura 3 - Estruturação do SIG

7.2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Vargem Alta/ES possui uma população de 19.563 habitantes e uma área de 417.760 km² conforme dados de 2022 do IBGE. A sede da cidade está a 127 quilômetros da capital do estado, sendo que o município se limita a

norte com Domingos Martins, a oeste com Castelo e Cachoeiro de Itapemirim, a leste com Alfredo Chaves e Rio Novo do Sul e ao sul com Itapemirim.

As áreas de estudo (**Figura 4**) baseiam-se nas áreas de expansão (vetores de crescimento) que foram fornecidas pela Prefeitura Municipal de Vargem Alta, e posteriormente editadas para se adequar a escala do trabalho. As áreas dividem-se em:

- **Área 1 - Alto Castelinho (VA_01_10000)**, localizada a norte;
- **Área 2 - Capivara (VA_02_10000)**, localizada na porção noroeste;
- **Área 3 - São José de Fruteiras (VA_03_10000)**, localizada na porção central;
- **Área 4- Centro/Córrego Alto (VA_04_10000)**, localizada na porção centro-sul e;
- **Área 5- Boa Esperança (VA_05_10000)**, localizada no sul.

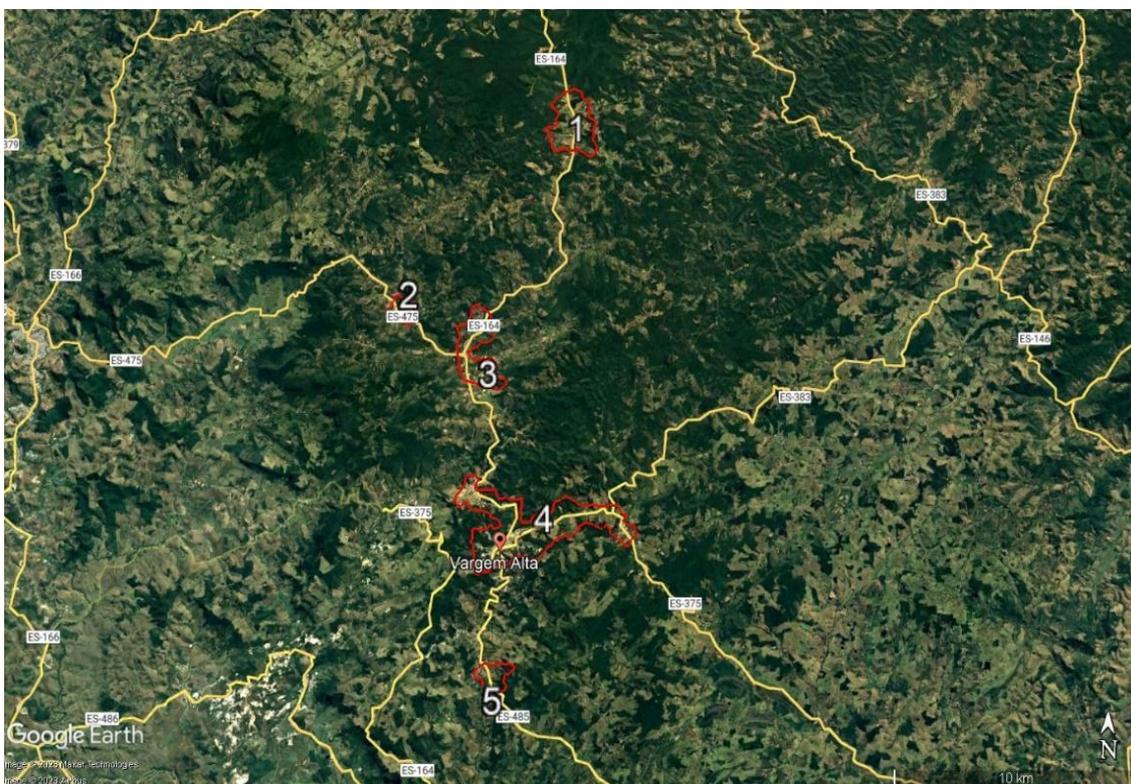


Figura 4. Mapa de localização e acesso das áreas de estudo.

A área total analisada é de aproximadamente 413,75 km², o que corresponde a 5,2% do território municipal.

Abaixo são apresentadas, para cada área, as características essenciais do terreno que foram alvo direto das análises realizadas em todas as etapas do projeto.

Área 1 – Alto Castelinho

Alto Castelinho é um distrito de Vargem Alta, distante 23 km do centro da cidade. Esta área caracteriza-se principalmente por estar inserida na planície de inundação (várzea) do Rio Fruteiras, que corre de norte para sul. Este curso d'água atravessa toda a porção central da área, que também corta a região urbanizada de Alto Castelinho, sendo o principal corpo hídrico gerador de inundações e enxurradas durante períodos de chuvas intensas. Nos arredores há morros altos, que são as formas de relevo predominantes nesta área, com amplitudes variáveis entre 80 e 250 m, e vertentes com inclinações variando entre 10° a 35°. Também ocorrem rampas de alúvio-colúvio, com inclinações entre 5° e 10°, e rampas de colúvio/depósito de tálus, que possuem amplitudes variáveis e com declividade entre 10° e 25°.

Do ponto de vista geológico, nesta área ocorrem as litologias pertencentes ao Complexo Nova Venécia, que constitui-se predominantemente de granada-biotita-gnaisses, podendo também ocorrer: sillimanita-gnaiss; cordierita, biotita gnaiss bandado com intercalações de calcissilicáticas; diatexito; migmatito; gnaisses quartzosos e quartzitos. Também ocorrem as rochas do Grupo Itálva (Unidade Macuco), que são uma sequência vulcano-sedimentar constituída de anfibólio-biotita gnaisses a biotita gnaiss leucocrático com intercalações de anfibólitos e rochas calcissilicáticas (Vieira, 2018). Os solos são podzólicos vermelho-amarelo a norte, latossolo vermelho-amarelo a sudoeste e cambissolo distrófico a sudeste (Cunha, 2016).

Área 2 – Capivara

O núcleo urbano de Capivara encontra-se instalado predominantemente nas planícies de inundação, nas várzeas da drenagem principal. Nos arredores há morros altos, que são as formas de relevo predominantes na área 2, com amplitudes entre 80 e 250 m e vertentes com inclinações de 10° a 35°. Também há rampas de alúvio-colúvio, com amplitudes variáveis e inclinações entre 5° e 10°, e rampas de colúvio/depósito de tálus, com inclinações entre 10° e 25°.

A litologia existente nesta área é o Tonalito Alto Guandu, descrito como metadiorito ou metatonalito com tênue foliação, sua granulometria variando de média a grosseira e textura granoblástica. Mineralogicamente, consiste essencialmente em plagioclásio e hornblenda verde, com acessórios de biotita, titanita, quartzo, apatita e opacos (Vieira, 2018; Féboli *et al.*, 1983). Os solos que compõem esta área são descritos como cambissolos distróficos (Cunha, 2016).

Área 3 – São José de Fruteiras

São José de Fruteiras é o distrito mais populoso de Vargem Alta. A expansão urbana se deu principalmente nos arredores da Rodovia ES-164, que corta o município até o centro de Vargem Alta.

Há predomínio de morros altos em regiões menos habitadas, com amplitudes variáveis entre 80 e 250 m, e vertentes com inclinações de 10° a 35°. A área urbana está inserida parcialmente na planície de inundação (várzea) e nos terraços aluviais, existindo uma ocupação mais recente nas áreas de morros altos. Também há rampas de colúvio/depósito de tálus e uma rampa de alúvio-colúvio.

Ocorrem nesta área três litotipos, o Tonalito Alto Guandu, descrito como um metadiorito ou metatonalito com tênue foliação, granulometria variando de média a grosseira e textura granoblástica, com plagioclásio e hornblenda verde, com acessórios de biotita, titanita, quartzo, apatita e opacos. Os granitos do Ribeirão Muqui do Norte (Maciço Afonso Cláudio) e por fim o Complexo Nova Venécia, que constitui-se de granada-biotita-gnaiss, sillimanita-granada-cordierita-biotita

gnaisse bandado com intercalações calcissilicáticas, diatexito, migmatito, gnaisses quartzosos e quartzitos (Vieira, 2018; Féboli *et al.*, 1983). O solo encontrado na área 3 é o cambissolo distrófico (Cunha, 2016).

Área 4 – Centro/Córrego Alto

É a área mais populosa, onde se encontra a sede municipal, edifícios administrativos, comerciais e residenciais. Os locais que são mais densamente ocupadas se encontram na planície de inundação (várzeas) do Rio Novo, sendo o principal corpo hídrico gerador de inundações e enxurradas durante períodos de chuvas intensas. O Rio Novo corta toda a área de leste-oeste, havendo ocupação humana também em seus terraços, onde as amplitudes e declividades do terreno são suaves. O relevo predominante em toda área 4 são os morros altos, com amplitudes variáveis entre 80 e 250 m e vertentes com inclinações de 10° a 35°, ocorrendo em algumas vertentes rampas de alúvio-colúvio. A leste da área há presença ocasional de morros baixos e colinas.

Ocorrem nesta área as seguintes litologias. A norte rochas do Grupo Itálva (Serra da Prata): hornblenda-biotita gnaisse, com intercalações de gnaisses cinzentos e leucognaisses com granulação fina; também da Unidade Macuco: anfibólio-biotita-gnaisse a biotita gnaisse leucocrático com intercalações de anfibólito e rochas calcissilicáticas. Ao centro o Tonalito Palmital, com composição essencialmente tonalítica, com variações para quartzo-diorítica e granodiorítica, raramente granítica ou quartzomonzodiorítica. Ao Sul ocorre o Gnaisse Nova Venécia: granada-biotita-gnaisse, Sillimanita-granada-cordierita-biotita gnaisse bandado com intercalações calcissilicáticas, diatexito, migmatito, gnaisses quartzosos e quartzitos (Vieira, 2018). Os solos são predominantemente Latossolos vermelho-amarelos, também há cambissolo distrófico a leste e oeste (Cunha, 2016).

Área 5 – Boa Esperança

Esta área caracteriza-se por uma planície de inundação (várzea) de orientação norte-sul. Nos arredores há morros altos, que são as formas de relevo

predominantes na área 5, com amplitudes variáveis entre 80 e 250 m, e vertentes com inclinações de 10° a 35°.

Ocorrem na área rochas do Complexo Nova Venécia: granada-biotita-gnaiss, Silimanita-granada-cordierita-biotita gnaiss bandado com intercalações calcissilicáticas, diatexito, migmatito, gnaisses quartzosos e quartzitos. Também rochas do Grupo Itálva (Serra da Prata): hornblenda-biotita gnaiss, com intercalações de gnaisses cinzentos e leucognaisses com granulação fina (Vieira, 2018). Os solos são predominantemente cambissolos distróficos e ao sul solo litólico álico (Cunha, 2016).

7.3. ENSAIOS DE LABORATÓRIO

No Laboratório de Mecânica dos Solos (LAMESO) do Serviço Geológico do Brasil foram realizados ensaios de caracterização de 18 amostras deformadas de solos do município de Vargem Alta. As amostras foram coletadas em taludes de corte e planícies de inundação de cursos d'água da área de estudo (Figuras 5 e 6). Estas amostras foram analisadas em paralelo pelo Laboratório de Análise Mineral (Lamin). As análises realizadas no Lamin foram executadas no município de Manaus, AM, enquanto as demais análises foram feitas na unidade do LAMESO, localizado no município do Rio de Janeiro, RJ (Figura 7).



Figura 5 – Talude de corte.



Figura 6 – Planície de inundação do Rio Novo.

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).



Figura 7. Alguns ensaios: (A) Limite de Liquidez, (B) Amostras de Limites de Liquidez e plasticidade indo para estufa, (C) Limite de Plasticidade e (D) Ensaio de Densidade Real dos grãos

Tabela 3. Ensaios 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)

Para uma boa caracterização geotécnica das unidades, em alguns pontos foram coletadas amostras de diferentes horizontes pedogenéticos, o que refletiu na distribuição dos grupos de solos.

A nomenclatura das amostras seguiu o padrão CGT-ES-VARGEMA-04B, onde:

- CGT refere-se à sigla do projeto de pesquisa;
- ES refere-se à sigla da unidade da federação;
- VARGEMA é o nome do município limitado a sete caracteres;
- 04 é o ponto de campo onde a amostra foi coletada; e
- B refere-se ao número de amostras retiradas do ponto, que no caso são duas.

Os nomes das amostras e suas abreviações estão no quadro 1.

As frações granulométricas foram definidas com base nos limiares definidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT e as amostras foram classificadas de acordo com o Sistema Unificado de Classificação de Solos – SUCS.

Quadro 1 – Amostras deformadas de solos de Vargem Alta.

Grupo	Amostra	
	Denominação	Abreviação
Solos finos	CGT-ES-VARGEMA-03A	03A
	CGT-ES-VARGEMA-10A	10A
	CGT-ES-VARGEMA-11A	11A
	CGT-ES-VARGEMA-14A	14A
	CGT-ES-VARGEMA-20A	20A
	CGT-ES-VARGEMA-22A	22A
	CGT-ES-VARGEMA-23A	23A
	CGT-ES-VARGEMA-27A	27A
	CGT-ES-VARGEMA-28A	28A
Solo grossos	CGT-ES-VARGEMA-04A	04A
	CGT-ES-VARGEMA-04B	04B
	CGT-ES-VARGEMA-05A	05A
	CGT-ES-VARGEMA-07A	07A
	CGT-ES-VARGEMA-14B	14B
	CGT-ES-VARGEMA-15A	15A
	CGT-ES-VARGEMA-18A	18A
	CGT-ES-VARGEMA-19A	19A
	CGT-ES-VARGEMA-24A	24A

7.3.1. Solos finos

A umidade higroscópica dos solos finos (w) variou de 1,3 a 7,9%, enquanto a densidade real dos grãos (G_s) ficou no intervalo entre 1,913 e 2,585 (Quadro 2).

Quadro 2 – Umidade higroscópica (w) e densidade real dos grãos (G_s) de amostras de solos finos de Vargem Alta.

Amostra	w (%)	G_s
CGT-ES-VARGEMA-03A	1,3	2,511
CGT-ES-VARGEMA-10A	4,1	2,577
CGT-ES-VARGEMA-11A	2,4	2,500
CGT-ES-VARGEMA-14A	5,6	1,913
CGT-ES-VARGEMA-20A	2,0	2,585
CGT-ES-VARGEMA-22A	2,8	2,499
CGT-ES-VARGEMA-23A	7,9	2,372
CGT-ES-VARGEMA-27A	4,8	2,351
CGT-ES-VARGEMA-28A	1,4	2,554

Das 18 amostras de solo, metade é constituída por solos finos e suas curvas granulométricas são mostradas na figura 3. A maioria das amostras possui alta proporção de silte, chegando a 51% na amostra 11A (Quadro 3). Tal fato se reflete na classificação do SUCS, onde 5 amostras são siltes de baixa ou alta compressibilidade, uma é intermediária entre siltes e argilas (CL-ML) e apenas uma é argila de baixa compressibilidade (Figura 4 e quadro 4). Devido a sua cor característica (Figura 5), a amostra 28A foi classificada como um silte orgânico de baixa compressibilidade (OL).

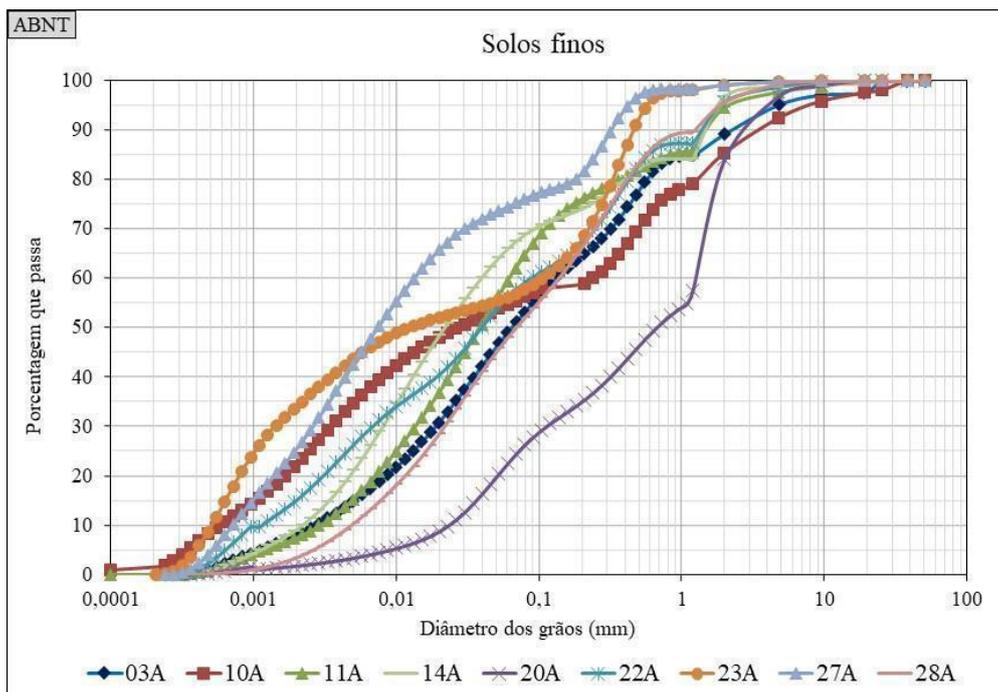


Figura 8 – Curvas granulométricas de amostras de solos finos.

Quadro 3 – Porcentagens de frações granulométricas de amostras de solos finos de Vargem Alta.

Amostra	Frações granulométricas (%)					
	Argila	Silte	Areia			Pedregulho
			Fina	Média	Grossa	
03A	8	41	16	16	9	11
10A	16	35	7	14	13	15
11A	8	51	17	7	11	6
14A	9	57	8	9	13	3
20A	2	21	13	13	36	16
22A	15	41	11	18	11	4
23A	34	22	12	27	4	1
27A	26	49	10	14	1	1
28A	4	44	19	19	10	4

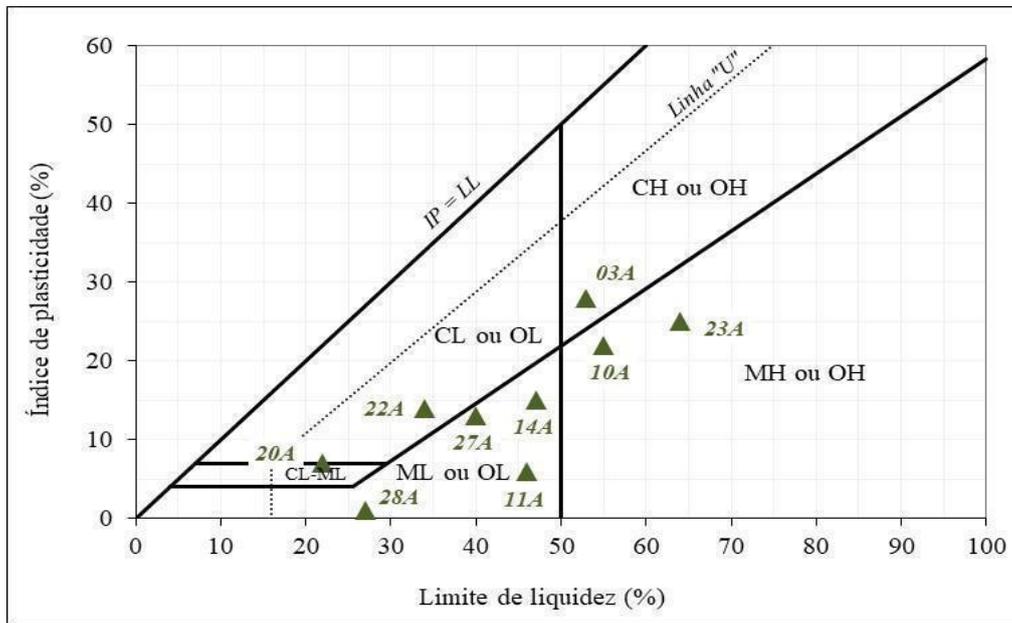


Figura 9 – Carta de plasticidade com os resultados das amostras de solos finos.

Quadro 4 – Classificação SUCS de amostras de solos finos de Vargem Alta.

Amostra	SUCS
03A	ML
10A	MH
11A	ML
14A	ML
20A	CL-ML
22A	CL
23A	MH
27A	ML
28A	OL



Figura 10- Amostra 28A: silte orgânico de baixa compressibilidade (OL)

7.3.2. Solos grossos

A umidade higroscópica dos solos grossos (w) variou de 0,5 a 2,9%, enquanto a densidade real dos grãos (G_s) ficou no intervalo entre 2,176 e 2,630 (Quadro 5).

As nove amostras de solos granulares coletadas na área de estudo são areias e há, consideráveis percentuais de pedregulho nas amostras 04A e 04B (Figura 5 e quadro 6). Estes solos possuem no mínimo 12% de grãos acima de 0,075 mm, razão pela qual, segundo a classificação SUCS, foi necessária a determinação do tamanho predominante da fração fina (Figura 6).

Quadro 5 – Umidade higroscópica (w) e densidade real dos grãos (G_s) de amostras de solos grossos de Vargem Alta.

Amostra	w (%)	G_s
CGT-ES-VARGEMA-04A	0,5	2,613
CGT-ES-VARGEMA-04B	1,0	2,630
CGT-ES-VARGEMA-05A	2,5	2,376
CGT-ES-VARGEMA-07A	2,9	2,342
CGT-ES-VARGEMA-14B	1,1	2,630
CGT-ES-VARGEMA-15A	2,0	2,442
CGT-ES-VARGEMA-18A	1,3	2,384
CGT-ES-VARGEMA-19A	1,3	2,570
CGT-ES-VARGEMA-24A	1,5	2,176

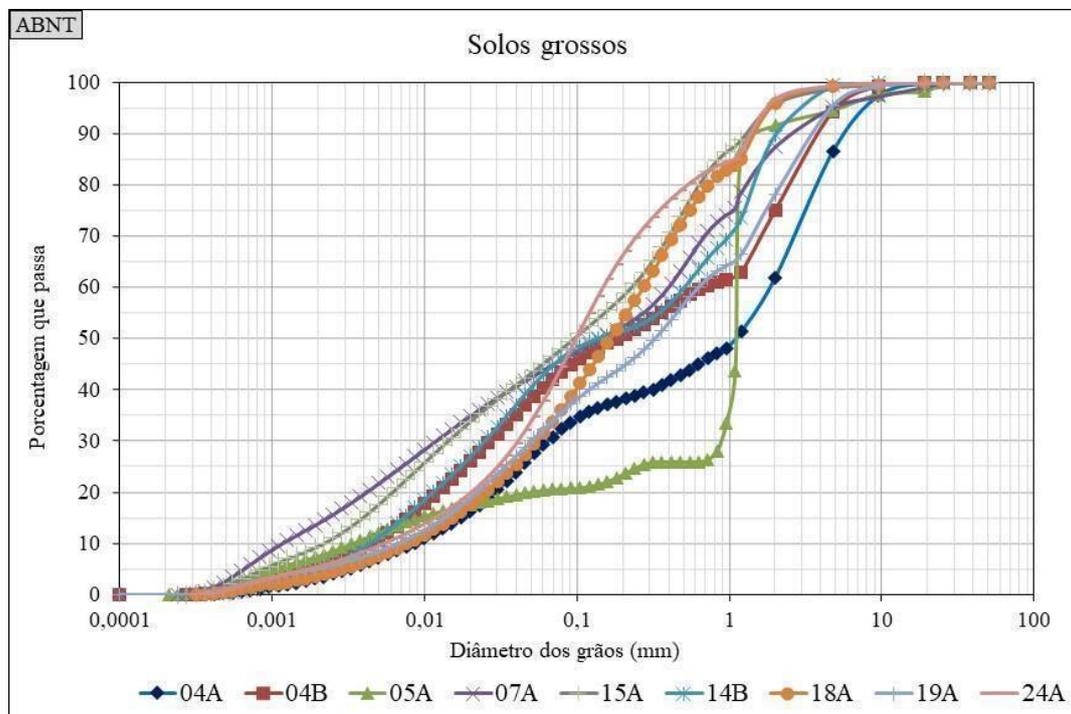


Figura 11 – Curvas granulométricas de amostras de solos grossos.

Quadro 6 – Porcentagens de frações granulométricas de amostras de solos grossos de Vargem Alta.

Amostra	Frações granulométricas (%)					
	Argila	Silte	Areia			Pedregulho
			Fina	Média	Grossa	
04A	3	26	9	6	17	38
04B	5	35	10	8	16	25
05A	8	13	3	2	66	8
07A	14	30	9	15	20	13
14B	5	38	9	11	27	10
15A	10	36	14	20	17	4
18A	4	28	23	22	20	4
19A	5	27	13	14	19	22
24A	6	32	29	14	16	3

Grupo	Critérios de classificação e símbolos no SUCS						
Solos grossos (granulares)	#200 < 50%	#4 < 50%	G	#200 < 5%	CNU > 4 e 1 < CC < 3	GW	
				#200 > 12%	CNU < 4 e/ou [CC < 1 ou CC > 3]	GP	
		#4 > 50%	S	#200 > 12%	Carta de plasticidade	Finos = CL ou CH	GC
					Finos = ML ou MH	GM	
	#200 > 50%	#4 < 50%	G	5% < #200 < 12%	GW-GM, GW-GC, GP-GM ou GP-GC		
				#200 < 5%	CNU > 6 e 1 < CC < 3	SW	
				#200 > 12%	CNU < 6 e/ou [CC < 1 ou CC > 3]	SP	
				5% < #200 < 12%	Carta de plasticidade	Finos = CL ou CH	SC
Solos finos	#200 > 50%	M C O	Carta de plasticidade	Finos = ML ou MH	SM		
				Finos = ML ou MH	SM		
				Finos = ML ou MH	SM		
				Finos = ML ou MH	SM		
				Finos = ML ou MH	SM		
				Finos = ML ou MH	SM		
Turfas	Pt						

Figura 6 – Classificação SUCS com destaque para a categoria dos solos grossos em que se enquadram as amostras da área de estudo.

Grande parte das amostras de solos granulares são SM e somente a amostra 18A foi classificada como SC (Figura 7 e quadro 7). As amostras 04A e 15A possuem os mesmos valores de Limite de Liquidez e Índice de Plasticidade.

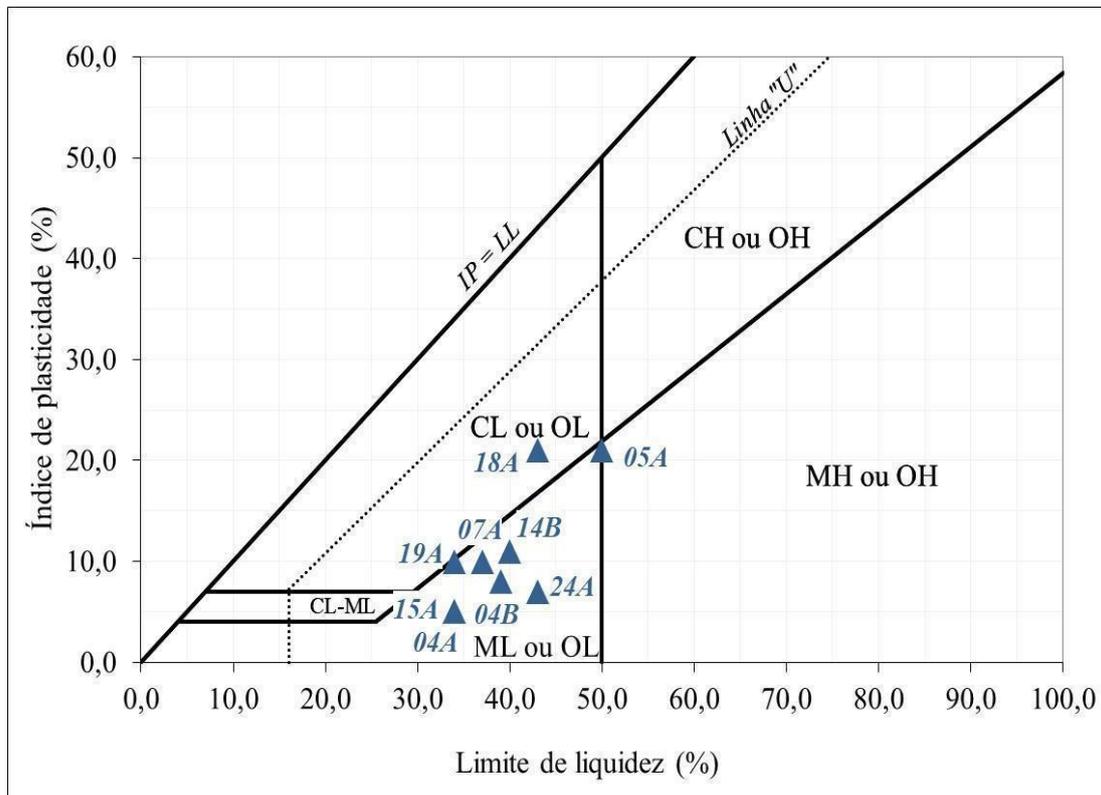


Figura 7 – Carta de plasticidade com os resultados da porção fina dos solos granulares.

Quadro 7 – Classificação SUCS de amostras de solos grossos de Vargem Alta.

Amostra	SUCS
04A	SM
04B	SM
05A	SM
07A	SM
14B	SM

15A	SM
18A	SC
19A	SM
24A	SM

8. 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 é a 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 à urbanização.

A seguir são descritas as principais características das áreas aptas e das unidades geotécnicas, identificadas no município.

8.1. CLASSES DE APTIDÃO À URBANIZAÇÃO FRENTE A MOVIMENTOS DE MASSA, ENCHENTES E INUNDAÇÕES

As classes de aptidão são apresentadas na Erro! Fonte de referência não encontrada..

A avaliação da aptidão à urbanização desenvolvida pelo Serviço Geológico do Brasil avalia as condições do terreno visando o planejamento urbano, com uma abordagem focada principalmente nas condições do terreno frente a desastres naturais. A aptidão também leva em consideração as unidades geotécnicas, que possam caracterizar o terreno como propenso, eventualmente, a processos naturais específicos, tais como colapso (solos colapsíveis) ou grandes recalques (argilas moles).

Tabela 4. Classes de Aptidão e suas características

Símbolo no mapa	Classe	Características
	Alta	Áreas sem restrição à urbanização ou já consolidadas do ponto de vista geológico-geotécnico.
	Média	Áreas apresentando restrições geológico-geotécnicas que exigem o correto atendimento a critérios técnicos e diretrizes para sua urbanização. Devido sua heterogeneidade geotécnica, podem exigir custos variáveis para sua consolidação, por meio de intervenções estruturantes.
	Baixa	Áreas com severas restrições à ocupação e/ou áreas caracterizadas como não consolidáveis do ponto de vista geológico-geotécnico. Recomenda-se outra destinação, devido à complexidade e aos altos custos necessários para sua urbanização.

Para a avaliação dos locais alvo deste trabalho, foram aplicadas diversas metodologias realizadas pelo Serviço Geológico do Brasil. Destacam-se principalmente avaliação da Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e a avaliação do Perigo Geológico. A suscetibilidade apresenta a propensão do terreno à ocorrência de deslizamentos, enquanto a avaliação do perigo geológico tem como objetivo identificar também as áreas de alcance potencial do atingimento do material mobilizado durante um movimento gravitacional de massa.

8.2. DESCRIÇÃO DAS UNIDADES GEOTÉCNICAS

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 08 unidades geológico-geotécnicas 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.

Unidade Geotécnica 1 – Depósitos Aluvionares Arenosos e Areno-Argilosos - UG_AI-ar.ag

Constituída por materiais predominantemente arenosos depositados após uma sequência de processos no qual este material foi erodido, retrabalhado e transportado pela água nos leitos e margens de rios, córregos, ribeirões e outros cursos d'água. Constituem as planícies de inundação e principalmente os terraços fluviais. Estes sedimentos apresentam-se dispostos sob a forma de camadas e/ou lentes que afloram nas margens dos rios.

Esta unidade compreende relevo plano a pouco ondulado. As amplitudes variam entre 1 e 5 metros e as inclinações entre 1° e 5° graus.

A capacidade de suporte é variável, desde baixa nas camadas mais argilosas até média a alta nas camadas arenosas e areno-siltosas. A escavabilidade é boa (1ª categoria) nos locais com maior espessura de material arenoso e/ou argiloso. Entretanto poderão existir dificuldades de escavação pela baixa coesão do material e do nível d'água próximo à superfície. Os níveis argilosos são compressíveis, e neles podem ocorrer recalques em fundações, aterros, infraestruturas subterrâneas e pavimentos viários.

A possibilidade de desenvolvimento de processos erosivos varia de moderada a alta, pelo solapamento ao longo das margens dos rios e terraços arenosos.

Na área de estudo, é encontrada em espessuras variadas, desde centimétricas a métricas, sendo que as maiores espessuras ficam nas margens do Rio Novo

e em São José das Fruteiras. Por se localizar próximo a drenagens e apresentar alta suscetibilidade à inundação, para a ocupação são necessários trabalhos de detalhe tanto em relação à capacidade de suporte quanto para o entendimento do comportamento hidrológico.

Nos níveis arenosos que são permeáveis, pode ocorrer a contaminação do lençol freático quando este é encontrado a pouca profundidade em relação à superfície dos terrenos.

Unidade Geotécnica 2 – Depósitos Aluvionares Argilosos e Argilosos orgânicos - UG_AI-ag.o

Constituída por materiais predominantemente argilosos, areno-argilosos e eventualmente contendo matéria orgânica. Foram depositados após uma sequência de processos no qual este material foi erodido, retrabalhado e transportado pela água nos leitos e margens de rios, córregos, ribeirões e outros cursos d'água. Constituem as planícies de inundação, os sedimentos apresentam-se dispostos sob a forma de camadas e/ou lentes que afloram nas margens dos rios.

Esta unidade compreende relevo plano a pouco ondulado. As amplitudes variam entre 1 e 5 metros e as inclinações entre 0° e 5° graus. A depender da evolução local e proximidade do lençol freático, apresentam moderada a baixa capacidade de suporte (solos moles), isso é ainda mais evidente nas argilas orgânicas. Quando saturados, possuem baixa resistência ao SPT, podem ser compressíveis e geram recalques quando submetidos a carga, afetando estruturas e fundações. Os solos desta unidade são frequentemente inundados e mal drenados, com lençol freático aflorante. A escavabilidade é boa (1ª categoria), entretanto poderão existir dificuldades de escavação pela baixa coesão do material e do nível d'água próximo à superfície. São materiais compressíveis, podendo ocorrer recalques em fundações, aterros, infraestruturas subterrâneas e pavimentos viários.

Na área de estudo, é encontrada em espessuras variadas ao longo da maioria dos cursos d'água, desde centimétricas a métricas. Por se localizar próximo a

drenagens e apresentar alta suscetibilidade à inundação, para a ocupação são necessários trabalhos de detalhe tanto em relação à capacidade de suporte quanto para o entendimento do comportamento hidrológico.

Unidade Geotécnica 3 – Alúvio-Colúvio - UG_AI-Co

Esta unidade consiste de sedimentos de natureza argilo-arenosa, provenientes das encostas, e que são decorrentes da desagregação dos solos residuais transportados pelas águas das chuvas e por gravidade, podem se encontrar retrabalhados em ambientes fluviais e interdigitados a sedimentos aluviais argilosos e/ou arenosos depositados ao longo das calhas dos cursos d'água.

Forma rampas suaves, estreitas e alongadas nos sopés das vertentes menos abruptas com extensões variáveis, podendo capear indistintamente unidades litológicas de origem e idades diversas. As inclinações são suaves a moderadas (5° a 10°).

A probabilidade de instalação de processos erosivos é moderada sendo possível observar a instalação de erosão laminar, sulcos e ravinas. A probabilidade de ocorrência de movimentos de massa em geral é baixa a moderada nas áreas de relevo mais acentuado. São geralmente áreas sujeitas ao atingimento por materiais provenientes de processos de movimento de massa deflagrados nas vertentes mais íngremes à montante. A suscetibilidade a inundação é em geral baixa.

A composição do material associada ao nível d'água próximo à superfície, em virtude da proximidade com rios, faz com que haja risco de recalque em fundações. Do ponto de vista geotécnico esta unidade possui fácil escavabilidade (1ª categoria) e moderada capacidade de suporte. Camadas de cascalho podem, localmente, dificultar a escavabilidade (2ª e/ou 3ª categoria).

Podem ser encontradas exposições em todas as áreas de estudo, principalmente no entorno da sede municipal.

Unidade Geotécnica 4 – Colúvio/Residual com Substrato de Granitos e/ou Granitóides- Tonalitos e Granitos - UG_Co-Sr/

Esta unidade foi associada ao Tonalito Alto Guandu, Tonalito Palmital e Granito Ribeirão Muqui do Norte. Ocorrem como combinações de materiais inconsolidados capeando o substrato rochoso cristalino constituído por tonalitos, granitos e granitóides, afloram em cortes e escavações quando em material residual.

Sob a forma de depósitos coluvionares, em geral são encontrados próximos à fonte, com pouca distância de transporte, ou como um solo residual maduro, silte-argiloso e de maior coesão, portanto, menos sujeito à erosão. Subjacente a este horizonte superficial ocorrem horizontes de solo residual estruturado, constituído por camadas silto-arenosas, friáveis e geralmente erodíveis, algumas vezes envolvendo blocos rochosos constituídos por núcleos mais resistentes do maciço rochoso. A feição menos evoluída destes solos residuais é constituída por horizontes de saprólito e blocos, que estão sobrejacentes ao maciço rochoso.

Os cortes observados mostram por vezes, pequena camada de solo coluvionar em superfície, seguida por camada de solo residual maduro com espessura em torno de 1,5 m, e por camada de solo residual com espessuras maiores que 2m.

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, lamináveis e escarificáveis.

Nos horizontes inferiores, no entanto, a presença de blocos rochosos em processo de alteração, envoltos pelos solos residuais e saprolitos (que são escarificáveis – 2a categoria) podem 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, baixa. 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, sendo baixa para os solos residuais maduros e coluvionares e alta para os

saprolitos. Esta unidade está associada a áreas íngremes de suscetibilidade média a alta a movimentos de massa.

Podem ser encontradas nas áreas 2 e 3 principalmente, e também na área 4, a Nordeste da sede municipal.

Unidade Geotécnica 5 – Colúvio/Residual com Substrato de Gnaisses e/ou Migmatitos- UG_Co-Sr/MR-g.m

Esta unidade foi associada aos gnaisses do Grupo Italva, Unidade Macuco e Unidade Serra da Prata; gnaisses do Complexo Nova Venécia. Ocorre como uma combinação de materiais inconsolidados capeando o substrato rochoso constituído por gnaisses e migmatitos do embasamento cristalino. O bandamento/foliação tem direção geral de 140/40. Esta unidade ocorre associada a relevos de morros altos principalmente, com vertentes íngremes.

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, silte-argiloso e de maior coesão portanto menos sujeitos à erosão. Subjacente a este horizonte superficial ocorrem horizontes de solo residual estruturado, constituído por camadas silto-arenosas, 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. O saprólito é friável e bastante instável, apresenta significativa heterogeneidade vertical e lateral, em virtude das características da rocha original, com alternância entre bandas composicionais mais e menos quartzosas e anfibolíticas.

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, lamináveis e escarificáveis. Nos horizontes inferiores a presença de rocha muito 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, baixa. 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, sendo baixa para os solos residuais maduros e coluvionares e alta para os saprolitos. Esta unidade está associada a áreas íngremes de suscetibilidade média a alta a movimentos de massa.

Podem ser encontradas nas áreas 1, 4 e 5 principalmente, e parte da área 3.

Unidade Geotécnica 6 – Colúvio/Residual com substrato de Quartzitos - UG_Co-Sr/MR-qz

Essa unidade é associada aos quartzitos do Grupo Italva, Unidade Macuco encontrados na região do Morro Branco, a norte da na área 4 (Centro/Córrego Alto). É formada pelo conjunto entre o material inconsolidado na superfície, formado por solo residual arenoso ou depósitos gravitacionais coluvionares e o substrato rochoso constituído por quartzito.

O solo residual quando ocorre, apresenta pouca espessura, com até 1,00 m de profundidade. Sua composição é principalmente de fragmentos rochosos de tamanhos variados, em meio a uma matriz arenosa. O colúvio quando ocorre, apresenta espessura variando conforme a posição no depósito. A coesão entre os grãos em ambos é baixa. Devido à baixa coesão, esses solos residuais são altamente suscetíveis a processos erosivos. A escavabilidade dos terrenos nesta unidade é, em geral, fácil (1ª categoria) na cobertura e moderada (2ª categoria) no substrato rochoso. A capacidade de suporte desta unidade, tanto no solo residual quanto no colúvio, é média. No substrato rochoso, varia de média a alta.

Nos perfis em cortes analisados em campo, foi constatado um grau de fraturamento variando de moderado a baixo. A suscetibilidade a movimento de massa é controlada, principalmente, pelas discontinuidades que seccionam os maciços rochosos, sendo alta quando as características geomorfológicas das encostas forem desfavoráveis ou quando são realizados cortes inadequados, que não considerem fatores de instabilidade.

É encontrada a Noroeste da área 1.

Unidade Geotécnica 7 – Colúvios com Tálus Subordinados e Substrato de Granitos e Granitóides - UG_Co-T/Gr

Unidade representada por depósitos que se formam nas vertentes, em quebras de relevo e nos sopés das escarpas sobre rochas e saprólitos de granitos.

Nesses depósitos ocorrem materiais incoerentes e heterogêneos, muito mal selecionados, com granulometria variando desde blocos e matacões de grandes dimensões até as frações mais finas, de areia silte e argila. As espessuras e extensões dos pacotes de tálus são extremamente variáveis. A distribuição espacial de tais depósitos resulta da energia do processo de mobilização desde as áreas mais elevadas até as áreas de amortecimento e deposição dos materiais. Nestas camadas predominam solos grossos, predominantemente arenosos.

As dificuldades de escavação dos materiais desta unidade são decorrentes da heterogeneidade dos mesmos, que podem conter materiais de fácil a difícil escavabilidade (1ª, 2ª e 3ª categorias), praticamente em uma mesma área do terreno. Os blocos e matacões 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 moderado a alto, extremamente favorável ao desenvolvimento de escorregamentos e rastejos em função da muito baixa estabilidade dos terrenos nas encostas, com o equilíbrio precário facilmente rompido por qualquer intervenção.

Os depósitos de tálus são 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.

São encontrados nas áreas 2 e 3 principalmente, mas também nas áreas 1 e 4.

Unidade Geotécnica 8 – Colúvios com Tálus Subordinados e Substrato de Gnaisses e Migmatitos - UG_Co-T/MR-g.m

Unidade representada por depósitos que se formam nas vertentes, em quebras de relevo e nos sopés das escarpas sobre rochas e saprólitos de gnaisses.

Nesses depósitos ocorrem materiais incoerentes e heterogêneos, muito mal selecionados, com granulometria variando desde blocos e matacões de grandes dimensões até as frações mais finas, de areia silte e argila. As espessuras e extensões dos pacotes de tálus são extremamente variáveis. A distribuição espacial de tais depósitos resulta da energia do processo de mobilização desde as áreas mais elevadas até as áreas de amortecimento e deposição dos materiais. Nestas camadas predominam solos grossos, predominantemente arenosos.

As dificuldades de escavação dos materiais desta unidade são decorrentes da heterogeneidade dos mesmos, que podem conter materiais de fácil a difícil escavabilidade (1ª, 2ª e 3ª categorias), praticamente em uma mesma área do terreno. Os blocos e matacões 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 em função da muito baixa estabilidade dos terrenos nas encostas, com o equilíbrio precário facilmente rompido por qualquer intervenção.

Os depósitos de tálus são 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.

São encontrados principalmente na área 4.

9. 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.**

ANTONELLI, T. et al. 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.**

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.**

CUNHA, A. de M. ; FEITOZA, H. N.; FEITOZA, L. R.; OLIVEIRA, F. S. de.; LANI, J. L.; CARDOSO, J. K. F.; TRINDADE, F. S. Atualização da legenda do mapa de reconhecimento de solos do Estado do Espírito Santo e implementação de interface no GEOBASES para uso dos dados em SIG. **Geografares, [S.L.], n. 23, p. 32 a 66, dez. 2016**

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

FÉBOLI, W.L.; RIBEIRO, J.H.; RAPOSO, R.O. & SOUZA, E.C. 1983. Estratigrafia. In: Féboli, W.L. (org). Programas Levantamentos Geológicos Básicos – Vargem Alta – Folha SF 24-V-A-III. **Brasília, DNPM-CPRM, p. 27-101.**

Vieira, V. S. (org). Mapa Geológico do Estado do Espírito Santo, Escala 1:400.000. **SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM. Brasília, 2018.**

ANEXOS

- CARTA GEOTÉCNICA DE APTIDÃO À URBANIZAÇÃO – FOLHA GERAL (ESCALA 1:40.000).
- CARTA GEOTÉCNICA DE APTIDÃO À URBANIZAÇÃO – FOLHA 1 (ESCALA 1:10.000).
- CARTA GEOTÉCNICA DE APTIDÃO À URBANIZAÇÃO – FOLHA 2 (ESCALA 1:10.000).
- CARTA GEOTÉCNICA DE APTIDÃO À URBANIZAÇÃO – FOLHA 3 (ESCALA 1:10.000).
- CARTA GEOTÉCNICA DE APTIDÃO À URBANIZAÇÃO – FOLHA 4 (ESCALA 1:10.000).
- CARTA GEOTÉCNICA DE APTIDÃO À URBANIZAÇÃO – FOLHA 5 (ESCALA 1:10.000).

O SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - 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.

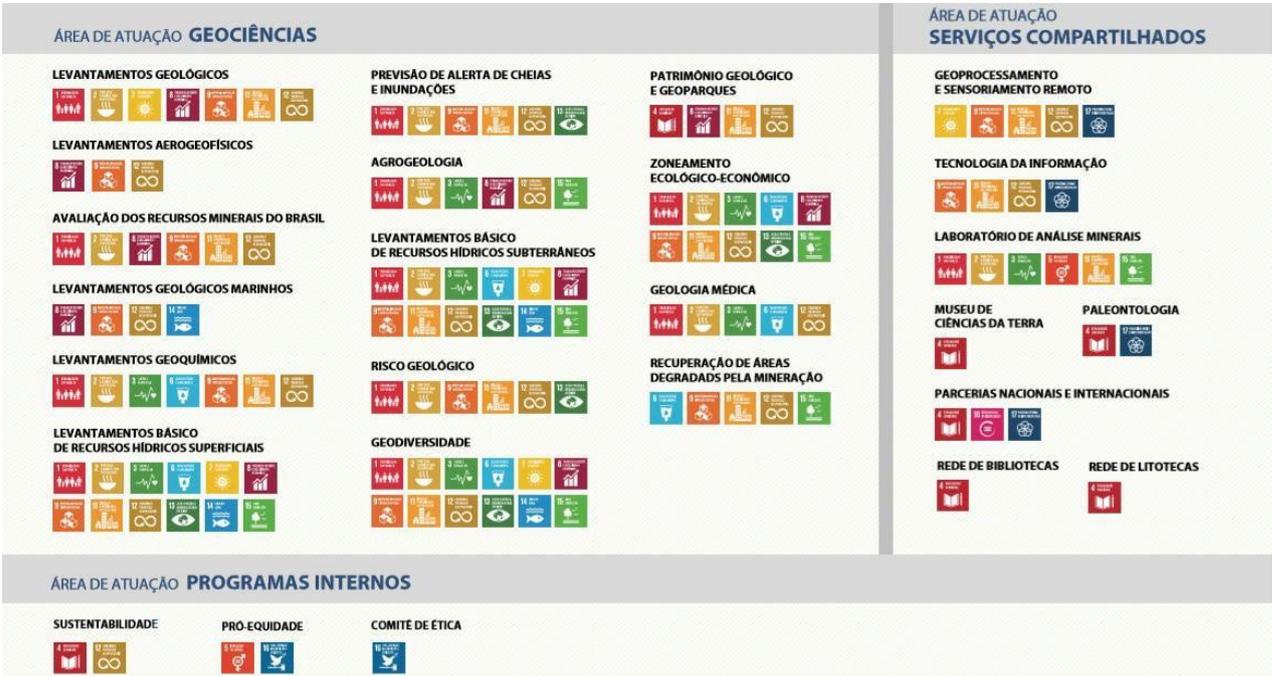


O Serviço Geológico do Brasil – CPRM atua em diversas áreas intrínsecas às Geociências, que podem ser agrupadas em três grandes linhas de atuação:

Geologia e Recursos Minerais; Geologia Aplicada e Ordenamento Territorial; Hidrologia e Hidrogeologia.

Todas as áreas de atuação do SGB-CPRM, 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-CPRM 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

