

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

São Vicente, SP

REALIZAÇÃO

DEPARTAMENTO DE GESTÃO TERRITORIAL

DIVISÃO DE GEOLOGIA APLICADA

2023

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

Líliá 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

Marcelo de Queiroz Jorge

Victor Augusto Hilquias Silva Alves

Execução

Luiz Fernando dos Santos

Marcelo de Queiroz Jorge

Pedro Augusto dos Santos Pfaltzgraff

Victor Augusto Hilquias Silva Alves

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

SÃO VICENTE, SP

AUTORES

Luiz Fernando dos Santos
Marcelo de Queiroz Jorge
Pedro Augusto dos Santos Pfaltzgraff
Victor Augusto Hilquias Silva Alves



SP

2023

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	
2. RESUMO	1
3. INTRODUÇÃO.....	2
4. OBJETIVOS	3
5. APLICABILIDADE E LIMITAÇÕES DE USO	3
6. MATERIAIS E MÉTODOS	4
7. DISPONIBILIZAÇÃO E ESTRUTURAÇÃO BÁSICA DOS DADOS.....	6
8. RESULTADOS.....	16
9. CONCLUSÕES	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44
ANEXOS	50

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 Cavalcanti de 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 São Vicente, 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 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 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 de Integração e 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 São Vicente, 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, interpretação de perfis de sondagens geotécnicas (sondagens mecânicas), 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 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:

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 infraestrutura 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 **Tabela 1 e Figura 1**.

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

Atividades	Mês	Equipe
Campo – Etapa 1	março/2023	Luiz Fernando dos Santos Marcelo de Queiroz Jorge Pedro Augusto dos Santos Pfaltzgraff
Campo – Etapa 2	junho/2023	Victor Augusto Hilquias Silva Alves
Campo – Etapa 3	outubro/2023	Luiz Fernando dos Santos Victor Augusto Hilquias Silva Alves
Laboratório - Etapa 1	abril/2023	Marcelo de Queiroz Jorge Victor Augusto Hilquias Silva Alves
Laboratório - Etapa 2	julho/2023	

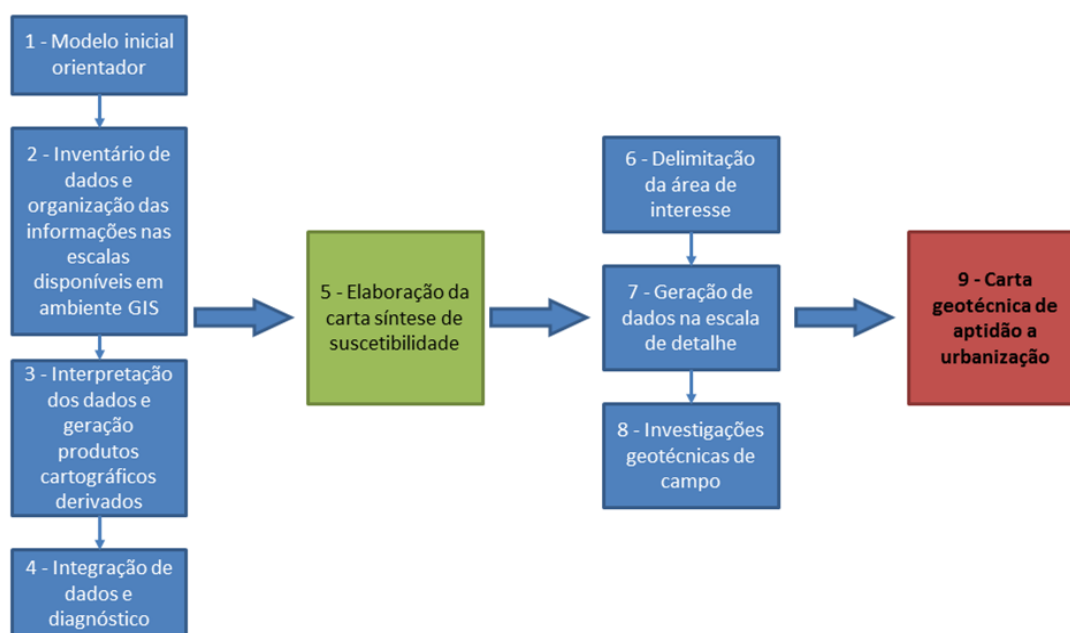


Figura 1 - Fluxo de processos executados durante o trabalho.

A metodologia utilizada durante os trabalhos é apresentada no Guia de Procedimentos Técnicos do Departamento de Gestão Territorial – Cartas Geotécnicas de Aptidão a Urbanização (CPRM,2021), disponível no link: [Guia de Procedimentos Técnicos](#).

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

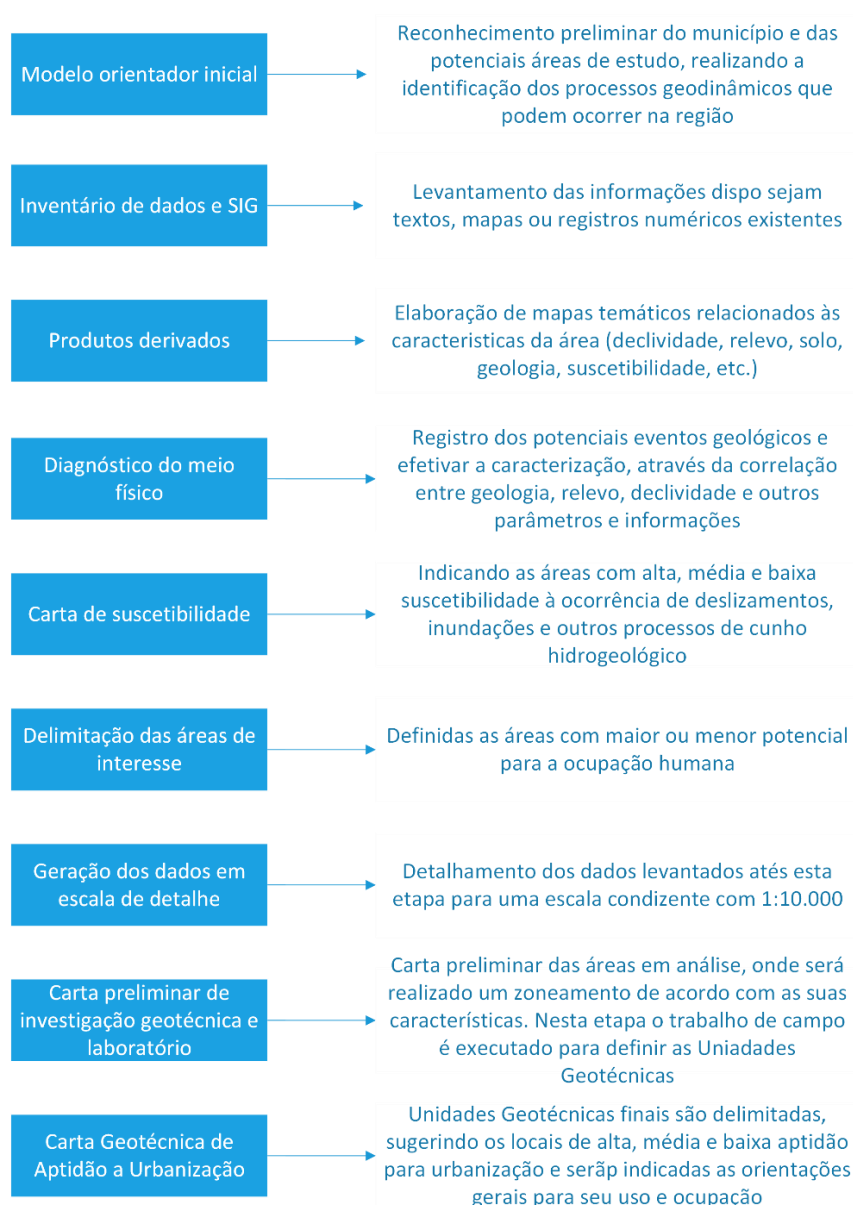


Figura 2 – Descrição da metodologia aplicada.

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 São Vicente** é composto pelo conteúdo apresentado na **Tabela 1**. O conteúdo da pasta SIG (Erro! Fonte de referência não encontrada.3) é projetado no Sistema de Coordenadas SIRGAS 2000 UTM Zona 23S. Todos esses dados

poderão ser acessados através do **Repositório Institucional de Geociências (RIGeo)**, no link rigeo.sgb.gov.br.

Tabela 1. Produtos finais da Carta Geotécnica de Aptidão a Urbanização

Produto	Descrição
Pasta Cartas em PDF	
Folha Geral	Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização – Folha Geral (Escala 1:25.000)
Folha 1	Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização – Folha 1 (Escala 1:10.000)
Folha 2	Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização – Folha 2 (Escala 1:10.000)
Folha 3	Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização – Folha 3 (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

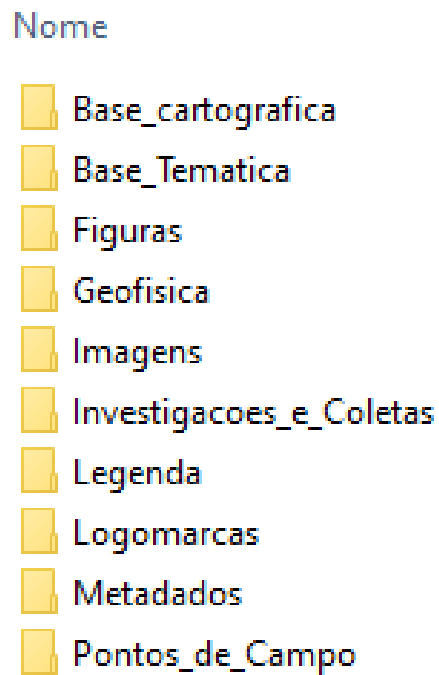


Figura 3 - Estruturação do SIG

7.2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área do projeto (**Figura 4**) foi baseada nas áreas de expansão (vetores de crescimento) fornecidas pela Prefeitura Municipal de São Vicente. Com a finalidade de refinar os limites das áreas, alguns trechos foram editados para se adequar a escala de trabalho. Considerando a otimização das etapas de campo alguns vetores de crescimento não foram analisados.



Figura 4. Mapa de localização das áreas estudadas

Para melhor entendimento, as 13 áreas de expansão urbana estudadas receberam as denominações, em ordem crescente, de **Área 1 (CG_01_10000)** até **Área 13 (CG_13_10000)**, distribuídas pelas regiões central e leste do município. A área total analisada é de aproximadamente 14,9114 km², o que corresponde a 10,06 % 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 (CG_01_10000) – Lixão de Sambaiatuba.

Localizada no limite nordeste do município, situa-se entre os bairros da Vila Jôquei Clube e Castelo. Caracteriza-se como uma área plana, as margens de um rio onde ainda existe a presença de vegetação de mangue já bastante devastada, com parte levemente mais elevada (terraço marinho), seu entorno encontra-se totalmente urbanizado. A geologia é representada por um pacote de areias finas argilo siltosas, tendo sondagens à percussão, realizadas em área

próxima para construção do trecho da rodovia dos Imigrantes, mostrado um pacote de areia fina, argilosa, intercalada com lentes de argila marinha em profundidades a partir dos 9,00 metros. Dessa forma, admite-se um subsolo similar para o local, nas partes mais próximas ao rio a vegetação de mangue é indicativo da presença de camada de argila orgânica recobrendo essa parte da área inclusive, sendo área sujeita a inundações. O uso, desde longa data, como lixão, torna o local impróprio para a ocupação urbana não só pelas condições insalubres do local, mas também, pelos depósitos dos mais variados tipos de resíduos cuja espessura e comportamento geotécnico desses materiais, torna qualquer solução técnica para ocupação da área demorada e economicamente muito elevada.

Área 2 (CG_02_10000) – Votoruá

Localizada no morro do Itararé, limitada com o bairro Itararé, Vila Votoruá e Jardim Independência e, faz divisa com o município de Santos.

Esta área ocupa aproximadamente a metade do morro do Itararé, sendo bastante íngreme com inclinação das encostas de até 45° e cotas que ultrapassam os 100 metros. O substrato rochoso é composto por granitos e granitóides, as encostas deste morro estão cobertas por fina camada de solos residuais e colúvios enquanto alguns pontos do seu sopé (área plana), ocorrem depósitos de sedimentos aluvionares, coluvionares e flúvio-marinhos. Também ocorrem afloramentos de rochas provenientes da lavra de antiga pedreira e onde parte da área de lavra virou um depósito de resíduos de construção civil. Trata-se de uma área sujeita a deslizamentos de solo e quedas de blocos além, de trechos expostos ao perigo de corridas de massa. Todo o entorno dessa área tem o relevo plano e, similar a Área 1, encontra-se totalmente urbanizado. A parte sudeste dessa área apresenta restrições a ocupação, situação detalhada em capítulo específico.

Área 3 (CG_03_10000) – Ilha Porchat

Essa área engloba toda a ilha Porchat e encontra-se muito urbanizada. As encostas da ilha apresentam alta inclinação (podendo ultrapassar 45°) e

amplitudes que chegam a 100 metros. Toda a ilha tem o substrato de gnaisses e migmatitos, cortados em alguns locais por diques de composição básica e, encostas recobertas por uma camada de solo residual de pequena espessura. Foram registrados pequenos deslizamentos de solos e quedas de blocos em pontos isolados da ilha.

Área 4 (CG_04_10000) Japuí- Parque estadual Xixová-Japuí

Trata-se de área de proteção ambiental, de relevo montanhoso e escarpado, a área ocupa o morro do Japuí, que apresenta amplitude maior que 100 metros e encostas cuja inclinação pode ser maior que 45°, o substrato da área é formado por gnaisses e migmatitos, recoberto por colúvio, tálus e solos residuais e, nas áreas mais baixas e planas ocorrem depósitos de sedimentos aluviais e flúvio-marinhos. Por se tratar de área de restrição a ocupação, será mais detalhada em capítulo específico.

Área 5 (CG_05_10000) – Morro dos Barbosas

Essa área ocupa o morro dos Barbosas, com declividade das encostas superior a 45°, com o topo sendo mais plano e amplitude em torno de 100 metros, com substrato composto por granitos e outras rochas granitóides, as encostas são cobertas por neossolos e colúvios de pequena espessura enquanto, nas partes mais planas e próximas ao topo, ocorrem argissolos de maior espessura. Essa parte mais plana do morro está muito ocupada e urbanizada.

Área 6 (CG_06_10000) – Vila Ponte Nova

Essa área estende-se desde a Vila Ponte Nova e segue acompanhando a Avenida Angelina Pretti da Silva, em direção ao Mar Pequeno. O relevo da área é plano a suave ondulado, ocupando um antigo terraço marinho composto por areias finas quartzosas, ocorrendo também trechos de brejos e trechos de mangues com areias e argilas orgânicas. Diferente das áreas anteriormente descritas não existem aqui ocupações urbanas.

Área 7 (CG_07_10000) – Jardim Irmã Dolores

Situada na Avenida Angelina Pretti da Silva, no lado oposto a Área 6, esta área inicia-se no bairro Jardim Irmã Dolores e segue em direção ao Mar Pequeno.

Seu relevo e substrato geológico são similares ao da Área 6, também não tem ocupação urbana, apenas alguns poucos estabelecimentos comerciais junto a pista de rolamento da avenida que corta a área.

Área 8 (CG_08_10000) – Jardim Rio Branco

Essa área está situada entre os bairros de Jardim Rio Branco e o Parque das Palmeiras. Trata-se de uma área plana, formada por terraços marinhos, compostos de areia fina e quartzosa. Não apresenta ocupação urbana embora, todo o seu entorno esteja tomado por edificações.

Área 9 (CG_09_10000) – Rodovia BR-101

A área estudada está delimitada entre a rodovia BR-101 e o rio Boturoca, sendo dividida, aproximadamente em duas, pela estrada Piratininga. O relevo varia de plano a suave ondulado, com um trecho formado por terraços marinhos (compostos de areia fina quartzosa), trecho de manguezais, mais próximo ao rio Boturoca, com areias finas e argilas com matéria orgânica. O trecho dessa área próximo a BR – 101 é limitado pela estrada Piratininga, encontra-se densamente ocupado e urbanizado (parte sul da área) enquanto, a área situada entre a estrada Pitatininga e o rio Boturuoca encontra-se ocupada pela mineração de areia (legalizada), tornando esse trecho da área com restrições a ocupação (fato a ser abordado em outro ponto específico deste relatório).

Área 10 (CG_10_10000) – Penitenciária Feminina

Trata-se de uma das maiores áreas estudadas neste trabalho, se estendendo ao longo da BR -101, desde o bairro Parque das Palmeiras até quase o posto de pedágio desta rodovia, passando pelo Jardim Rio Branco e pela Penitenciária Dr. Geraldo de Andrade. A área apresenta um relevo plano a suave ondulado, composto por terraços marinhos formados por areias finas e áreas de mangues com substrato de areias finas e argilas com matéria orgânica. Existem vários trechos com restrições à ocupação nesta área que serão tratados em parte específica deste trabalho.

Área 11 (CG_11_10000) - CPFL Piratininga

Se estendendo desde o cemitério Campo da Paz Celestial, no bairro Jardim Rio Branco, até a avenida José Otávio de Andrade, passando pela subestação de energia da CPFL Piratininga, ficando bem ao lado da Área 10. O relevo é plano a suave ondulado, sendo a área formada por terraços marinhos, compostos de areia fina e também locais com a ocorrência de mangues onde o solo apresenta camadas superficiais de areias e argilas com matéria orgânica. Existem na área vários pontos com restrições a ocupação que serão tratados em parte específica deste trabalho. Não há ocupação urbana nessa área.

Área 12 (CG_12_10000) - Prof. José de Almeida Pinheiro Junior

Trata-se de uma estreita faixa de terra que acompanha a avenida Prof. José de Almeida Pinheiro Junior desde a BR – 101 até as proximidades do rio Mariana. Aqui o relevo é plano a suavemente ondulado, ocupando uma área de terraço marinho, formado por areias finas e quartzosas e trechos de vegetação de mangue assentada sobre areias finas e argilas com muita matéria orgânica. Não há ocupação urbana nessa área.

Área 12 (CG_12_10000) – Acaraú

Essa área encontra-se no local denominado Acarau e seu relevo se caracteriza por duas formas distintas, uma mais plana e outra forte ondulada, com declividade maior que 45° e amplitude maior que 100 metros. Na parte mais plana são encontradas planícies de inundação (com sedimentos aluvionares), mangue planícies flúvio-marinhas com alguns brejos formada por areias finas e argilas com matéria orgânica e, rampas de colúvio. Na parte de relevo forte ondulado são encontrados depósitos de tálus e colúvio, assentados sobre um substrato de gnaisses e migmatitos. Essa área apresenta grande pressão para ocupação urbana com vários trechos de restrição à ocupação e também, sendo cortada, em sua parte baixa, por uma ferrovia e uma estrada.

7.3. MATERIAIS UTILIZADOS

Conforme é 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 necessários.

- 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 de São Paulo na escala 1:750.000 (Perrota,2006)
- Mapa de Coberturas Superficiais elaborados com dados de campo;
- Mapa de solos na escala 1:500.000 produzidos por Rossi (2017)
- 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);
- Dados de sondagem SPT fornecidos pela prefeitura municipal;
- Trabalhos realizados por Massad,1999.

Vale ressaltar que os dados topográficos utilizados para gerar as modelagens, mapas de declividade, hipsométrico e relevo, são provenientes do MDT, fornecido pela prefeitura municipal de São Vicente, produzidos no ano de 2021 a partir de MDS gerado por perfilhamento a laser.

As imagens óticas foram obtidas a partir da plataforma Google Earth, utilizando serviços de *Web Map Services* (WMS). Em atividade de campo foram geradas imagens através de aeronave remotamente pilotada (RPA/Drone) que foram processadas para auxiliar na interpretação dos dados.

7.4. ENSAIOS DE LABORATÓRIO

Durante as atividades de campo foram coletadas 17 amostras de campo. Estas amostras foram analisadas em paralelo pelo Laboratório de Análise Mineral (Lamin) e no Laboratório de Mecânica dos Solos (Lameso), ambos do Serviço Geológico do Brasil. 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. 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 micra. 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 (Figura 5) foram ensaiadas conforme indicado na Tabela 3, onde são mostrados os tipos de ensaio aos quais as amostras foram submetidas e as respectivas normas de procedimentos técnicos seguidos. Os resultados das análises de cada amostra constam do anexo I.

Através dos ensaios, os tipos de solo das áreas de estudo, foram classificados, seguindo o Sistema Unificado de Classificação de Solos (SUCS), o que auxilia na determinação da aptidão à urbanização.



Figura 5. (A) Coleta de amostras; (B) Separação das amostras; (C) Secagem das amostras

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)

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 a 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 **Tabela 4**.

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.

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 16 unidades geológico-geotécnicas-UG, 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.

Segue abaixo, a descrição de cada uma das unidades identificadas nas áreas estudadas, no SIG que acompanha este relatório existe a pasta Fotos, onde se encontram as imagens fotográficas de cada uma das 16 UGs aqui descritas.

Unidade Geotécnica Depósitos Aluvionares Arenosos e Areno-Argilosos (UG_AI-ar.ag)

São depósitos de planícies de inundação heterogêneos que ocorrem ao longo dos cursos d'água, constituídos por areias finas moderadamente selecionadas a sedimentos pobremente selecionados e, nos canais de drenagem, por areias grossas e cascalhos pobremente selecionados. Na planície costeira colocam-se sobre, ou, interdigitam-se lateralmente com os sedimentos coluvionares nas proximidades dos morros (unidade colúvio-aluvionar) e com os sedimentos flúvio-lagunares. A depender da evolução local e proximidade do lençol freático, apresentam moderada a baixa capacidade de suporte (solos moles). 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 ou subaflorante (< 1,0 metro), também ocorrem processos erosivos nos canais fluviais.



Figura 6: Unidade Geotécnica Depósitos Aluvionares Arenosos e Areno-Argilosos.

Unidade Geotécnica Depósitos aluvionares e/ou coluvionares (UG_AL-Co)

É formada por associação de depósitos interdigitados de origem aluvial e coluvionar, não individualizados, de baixada, constituídos por areias médias moderadamente selecionadas a pelitos muito pobremente selecionados, de idade holocênica a atual, recobrando as porções mais distais e planas da planície costeira, junto às encostas íngremes da Serra do Mar e dos morros contidos na parte insular de São Vicente.

Ocorrem inúmeros e pequenos canais de drenagem. O lençol freático pode ser sazonalmente aflorante em alguns locais, constituindo terrenos mal a moderadamente drenados. Possui declividade suave e convergente em direção à linha de costa e em interface com superfícies planas situadas em antigos fundos de lagunas. A probabilidade de ocorrência de movimentos de massa é baixa, localmente moderada nas áreas de relevo mais acentuado. São terrenos

suscetíveis a erosões e inundações, configurando áreas alagadiças nas proximidades das planícies paleolagunares.



Figura 7: Unidade Geotécnica Depósitos aluvionares e/ou coluvionares

Essa unidade ocorre em Rampas de Alúvio-Colúvio e Baixadas Alúvio-Coluviais. Os solos desta unidade são materiais superficiais transportados e, em geral, apresentam baixa capacidade de carga e resistência que variam sazonalmente devido à saturação em água.

As Baixadas Alúvio-Coluviais e Rampas de Alúvio-Colúvio estão sujeitas aos processos de inundação e alagamento principalmente pelos solos mal a moderadamente drenados em áreas planas. Podem ocorrer recalques nas camadas de argilas compressíveis e, em menor frequência, erosão nas vertentes causadas principalmente pela retirada de vegetação superficial que expõe o solo que está frequentemente sujeito à erosão laminar causada pelas águas pluviais nas áreas mais íngremes.

Com o objetivo de melhor ocupação e aproveitamento da área, recomenda-se estudos e investigações para detalhamento das características do terreno. Realizar investigações preliminares baseadas em ensaios de SPT (ABNT NBR 6484/2001). Complementá-los de acordo com as condições geotécnicas e

estruturais do projeto feito por engenheiro civil que irá dimensionar o projeto conforme as características e os problemas locais. E, por fim, realizar estudos para caracterização dos eventos hidrológicos e implantar sistema de monitoramento dos eventos citados.

Unidade Geotécnica - Colúvio com Tálus Subordinado e substrato de Gnaisses e/ou Migmatitos (UG_Co-T/MR-g.m)



Figura 8: Unidade Geotécnica - Colúvio com Tálus Subordinado e substrato de Gnaisses e/ou Migmatitos.

Depósitos desenvolvidos por movimentos gravitacionais de massa provenientes de encostas íngremes constituídos de materiais heterogêneos (fragmentos e blocos de migmatitos e/ou gnaisses de tamanhos variados, com diferentes graus de alteração e imersos em matriz de solo coluvionar, sendo a quantidade de blocos menor que a matriz), São mais porosos que os solos residuais situados abaixo em perfil vertical, condicionando descontinuidades geotécnicas

importantes. A heterogeneidade tanto de composição, quanto de alteração pelos processos intempéricos resultam em um comportamento instável (principalmente na presença de cortes e aterros) e com capacidade de carga variável, em geral baixa, e mascarada pelos blocos presentes.

Unidade Geotécnica - Colúvio com Tálus Subordinado e substrato de Granitos e Granitóides (UG_Co-T-SR/Gr)



Figura 9: Unidade Geotécnica - Colúvio com Tálus Subordinado e substrato de Granitos e Granitoides

Depósitos desenvolvidos por movimentos gravitacionais de massa provenientes de encostas íngremes constituídos de materiais heterogêneos (fragmentos e blocos de Granitos ou Granitoides de tamanhos variados, com diferentes graus de alteração e imersos em matriz de solo coluvionar, sendo a quantidade de blocos menor que a matriz), São mais porosos que os solos residuais situados abaixo em perfil vertical, condicionando discontinuidades geotécnicas importantes. A heterogeneidade tanto de composição, quanto de alteração pelos

processos intempéricos resultam em um comportamento instável (principalmente na presença de cortes e aterros) e com capacidade de carga variável, em geral baixa, e mascarada pelos blocos presentes.

Unidade Geotécnica - Tálus com Colúvios Subordinados e substrato de Gnaisses e/ou Migmatitos (UG_T-Co/MR-g.m)

Depósitos desenvolvidos por movimentos gravitacionais de massa provenientes de encostas íngremes constituídos de materiais heterogêneos (fragmentos e blocos de migmatitos e/ou gnaisses de tamanhos variados, com diferentes graus de alteração e imersos em matriz de solo coluvionar, sendo a quantidade de blocos maior que a matriz), ou ainda, apenas de blocos de rocha, sites nos sopés de encostas. São mais porosos que os solos residuais situados abaixo em perfil vertical, condicionando descontinuidades geotécnicas importantes. A heterogeneidade tanto de composição, quanto de alteração pelos processos intempéricos resultam em um comportamento instável (principalmente na presença de cortes e aterros) e com capacidade de carga variável, em geral baixa, e mascarada pelos blocos presentes. Sua localização em encostas íngremes e de solo pouco espesso condiciona movimentos sazonais por rastejo e a deflagração de deslizamentos em períodos de precipitação intensa.

Unidade Geotécnica Colúvio com substrato de Granitos e Granitoides (UG_Co/Gr)

Depósitos de encosta relacionados aos morros insulares (Itararé, Voturuá e Barbosas). São materiais imaturos e heterogêneos provenientes de Granitos e granitóides da Suíte Santos – Guarujá. Existe a possibilidade de formação de solos rasos (cambissolos), aumentando assim, a complexidade e a heterogeneidade da encosta. As altas declividade desses depósitos somados com as inúmeras descontinuidades geotécnicas proporcionam um ambiente com uma estabilidade limiar, podendo perdê-la com qualquer fator que possa a desagregar essa frágil estabilidade (como intervenções inadequadas na encosta ou chuvas intensas).



Figura 10: Unidade Geotécnica Colúvio com substrato de Granitos e Granitoides

Unidade Geotécnica - Colúvio com substrato de Gnaisses e/ou Migmatitos (UG_Co/MR-g.m)

Depósitos de encosta relacionados os morros insulares (Xixová–Japuí, e Ilha Porchat) e a Serra do mar. São materiais imaturos e heterogêneos provenientes de Gnaisses e migmatitos. Existe a possibilidade de formação de solos rasos (cambissolos), aumentando assim, a complexidade e a heterogeneidade da encosta. As altas declividade somados com a heterogeneidade desses materiais e o grau de saturação, proporcionam um frágil equilíbrio dessas encostas que pode ser ainda, mais afetado com intervenções inadequadas na encosta ou por chuvas intensas.



Figura 11: Unidade Geotécnica - Colúvio com substrato de Gnaisses e/ou Migmatitos

**Unidade Geotécnica Depósitos Flúvio-Marinhos Argilosos Orgânicos
(UG_M/FM.ag.os)**



Figura 12: Unidade Geotécnica Depósitos Flúvio-Marinhos Argilosos Orgânicos

Os sedimentos de margem de laguna constituem-se de areias finas acinzentadas enquanto que os de fundo lagunar são argilosos variam de cinza a preto com muita matéria orgânica, chegando a formar depósitos turfosos, de consistência mole, irrecuperáveis nas tradagens. Estas áreas baixas são entrecortadas por canais fluviais atuais e estão associadas a depósitos aluvionares atuais e a áreas alagadiças (Souza, 2007), denominados Depósitos Flúvio-Lagunares.

Esta unidade tem baixa capacidade de suporte (solos moles), podendo sofrer recalques quando submetidos a cargas, atingindo estruturas e fundações. Apresenta solos pouco profundos, com lençol freático aflorante a sub-aflorante, formando os solos orgânicos ou hidromórficos típicos de regiões alagadiças, muito mal drenados, de alta suscetibilidade às inundações e alagamentos.

A deposição interdigitada de camadas de areia e argila orgânica de origens e tempos distintos formam um pacote com camadas de diferentes adensamentos e propriedades geomecânicas (Vaz, 1996).

As argilas são em geral sobre-adensadas com SPT entre 0 e 2 golpes, muitas vezes homogêneas e uniformes, com a entremeação de camadas de areia contínua e espessuras constantes. Estas argilas são mais arenosas quando

imediatamente abaixo de camadas de areias superficiais, quando existentes (Massad, 1999).

As argilas orgânicas estão sujeitas ao efeito de adensamento primário e secundário por carga em superfície e que se refletem em recalques diferenciais, que puderam ser observados em construções e estruturas instaladas em áreas com a presença destes materiais.

Unidade Geotécnica Cordões e Terraços Arenosos Marinhos_ (UG_M-ar)



Figura13: Unidade Geotécnica Cordões e Terraços Arenosos Marinhos

O Terraço Marinho é o padrão de relevo que dá nome a essa unidade geotécnica. São formas de relevo predominantemente planas, horizontalizadas, sustentadas por areias finas quartzosas litorâneas, localizadas em áreas que compreendem cotas altimétricas entre 5 e 13m (Formação Cananéia, da geologia), ocorrendo como terraços marinhos de ampla extensão lateral e, localmente, com feições preservadas de cordões litorâneos.

A granulometria predominante de areia quartzosa (areia fina) aliada a pequenas porcentagens de argilas advindas da evolução do perfil define a permeabilidade de moderada a alta correspondente a solos bem drenados, de boa condutividade hidráulica, com lençol freático profundo, tornando baixas as possibilidades de inundações prolongadas e de alagamentos provocados por chuvas.

Os solos são bem desenvolvidos, profundos, homogêneos em cor, granulometria e textura, com comportamento geotécnico isotrópico e composição de argilo-minerais e minerais inertes, como o quartzo.

Têm alta capacidade de carga, escavabilidade variável (favorável nos horizontes de areias quartzosas e desfavorável nos horizontes mais endurecidos), baixa suscetibilidade à erosão, que aumenta conforme a declividade e possibilidades remotas de inundações (Vaz, 1996; Gré, 2013).

São terrenos adequados à ocupação urbana (alta aptidão) desde que consideradas as restrições à ocupação de ordem legal e demais que porventura possam existir. A distribuição da classe de aptidão dentro desta unidade geotécnica respeitou outros fatores, quando geograficamente ocorrentes, como a proximidade de sopés de morros com vertentes suscetíveis a movimentos de massa, proximidade dos cursos d'água e de unidades geotécnicas suscetíveis a inundações, ou a outros problemas geotécnicos potenciais.

Unidade Geotécnica - Depósitos Flúvio-Marinhas Argilosos Orgânicos Salinicos (UG_FM-ag.os)

Áreas aplainadas, próximas aos cursos d'água atuais com sedimentos argilo-siltosos e argilosos orgânicos relacionados a ambientes flúvio-marinho, pobremente selecionados, tendo muitos sais em sua composição. Os sedimentos de margem constituem-se de areias finas acinzentadas, enquanto que os de fundo são argilosos, de coloração cinza a preta com muita matéria orgânica, formando depósitos turfosos, de consistência mole, irrecuperáveis nas tradagens. Os solos orgânicos têm baixa capacidade de suporte (solos moles), sujeitos a recalques, freático aflorante a subaflorante e de características típicas de regiões alagadiças, mal drenados. As argilas, em geral, são sobre-adensadas

com SPT entre 0 e 2 golpes, homogêneas e uniformes, com a entremeação de camadas de areia contínua e espessuras constantes, sujeitas ainda ao efeito de adensamento primário e secundário. Esse material pode estar, em alguns casos, associado a vegetação do tipo Mangue.



Figura 14: Unidade Geotécnica - Depósitos Flúvio-Marinhos Argilosos Orgânicos Salínicos

Unidade Geotécnica - Aterro (UG-At)

Material proveniente do descarte de restos de construção, resíduos orgânicos diversos, material lançado para obras de engenharia e demais resíduos sólidos. São subdivididos neste trabalho em:

1-Aterro sanitário (Sambaiatuba)

2 – Aterro (Horto) constituído por material de descarte, sendo ele lixo, dejetos e detritos de obras civis de maneira indiscriminada.

3 – Aterro da linha do trem (Acará)

4 – Aterro de material lançado, funcionando como barramento hidráulico para diminuir as inundações no bairro.

Unidade Geotécnica Residual com substrato de Gnaisses e/ou Migmatitos

(UG_Sr/MR-g.m) / Residual com substrato de Granitos e Granitoides (UG_Sr/Gr)

Solos profundos situado em áreas mais planas de altitude, topo dos morros Xixová–Japuí, e Ilha Porchat (gnaisses/migmatítos) e, morros dos Barbosas, Itararé e Voturuá (granitos e granitoides, Figura XXX). São materiais que em sua superfície são mais arenosos e tem uma mudança brusca para um material mais argiloso de coloração amarela. Mais em profundidade existe uma outra inversão de granulometria para um material mais silto-arenoso de coloração variegada. Apesar de toda essa descontinuidade hidráulica, é um solo moderadamente a bem drenado, com bom suporte de carga. Esse material quando exposto, devido a cortes irregulares, podem apresentar uma alta suscetibilidade a erosão.

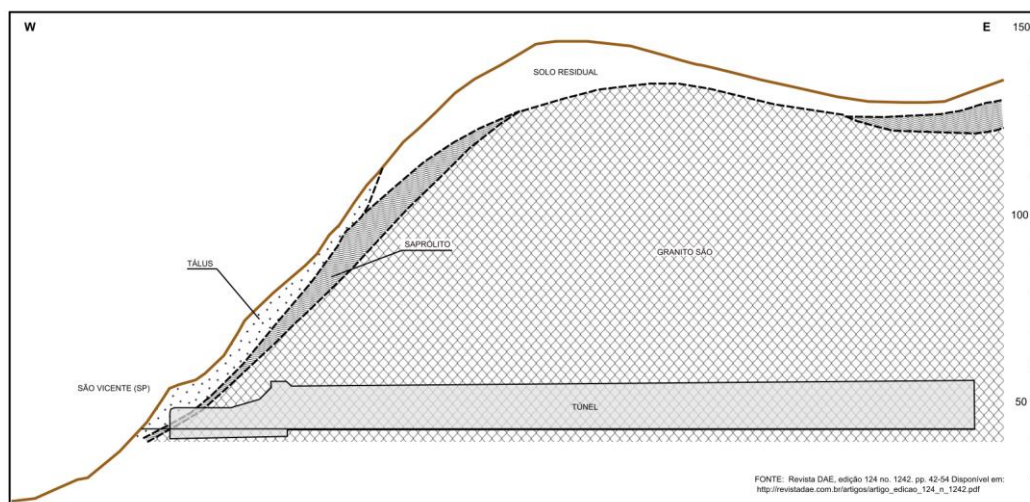


Figura 15. Perfil de alteração do maciço rochoso do morro do Voturuá

Unidade Geotécnica - Rochosa Granitos e Granitoides (UG_RO-Gr) / Rochosa Gnaisses e Migmatitos (UG_RO/MR-g.m)

Afloramentos de rocha exposta de granitoides localizadas em antigas pedreiras ou devido as grandes declividades das encostas nos morros dos Barbosas, Itararé e Voturuá e, afloramentos de gnaisses e migmatítos nos costões nos morros Xixová–Japuí, e Ilha Porchat. A junção das famílias de fraturas tectônicas de direção NW-SE e NE-SW, com juntas de alivio sub-horizontais, nos granitos e granitoides, mais as foliações metamórficas dos gnaisses e migmatítos,

acabam formando blocos e lascas que tendem a se desprender dessas paredes rochosas causando quedas e ou deslocamentos de blocos ou lascas de rocha.

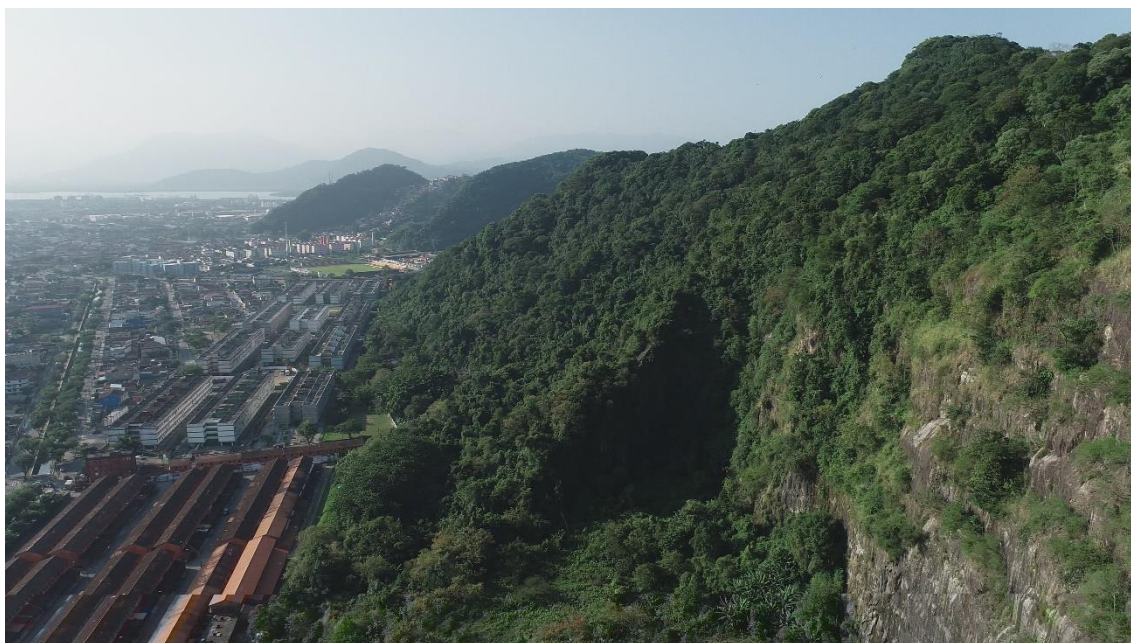


Figura 16: Unidade Geotécnica - Rochosa Granitos e Granitoides/ Rochosa Gnaisses e Migmatitos

8.3. DISCUSSÕES

Classes de aptidão de uso

Após a finalização da definição das unidades geotécnicas, avaliou-se a aptidão das áreas de expansão quanto à urbanização considerando a suscetibilidade a movimentos de massa, o perigo a movimentos de massa (quedas de blocos, deslizamentos planares e fluxos de massa) e características dos solos quanto à capacidade de carga. O resultado gerou os mapas de Aptidão à Urbanização com classes alta, média e baixa apresentados para cada uma das 13 áreas estudadas.

Áreas com restrições de uso e ocupação

O município apresenta um grande número de áreas com algum tipo de restrição ao uso e ocupação. Assim, as áreas de restrição são aquelas cuja origem não é apenas de ordem geológica-geotécnica e abrangem limites previstos em

legislações específicas, tais como as áreas de preservação permanente (APP), áreas de tombamento de bens imóveis e suas envoltórias de proteção, unidades de conservação ambiental, zonas restritivas previstas em plano diretor de desenvolvimento e expansão urbana, entre outras.

Abaixo são relacionadas cada uma dessas áreas bem como as restrições de uso existentes para cada uma delas.

Áreas de restrição à ocupação

As áreas de restrição são aquelas cuja origem não é apenas de ordem geológica-geotécnica e abrangem limites previstos em legislações específicas, tais como as áreas de preservação permanente (APP), áreas de tombamento de bens imóveis e suas envoltórias de proteção, unidades de conservação ambiental, zonas restritivas previstas em plano diretor de desenvolvimento e expansão urbana, entre outras.

As **áreas de preservação permanente** (APPs) são áreas restritas à ocupação por se inserirem no contexto de áreas protegidas com função de preservação dos recursos naturais e hídricos e sua delimitação segue legislação específica (BRASIL, 2023b; BRASIL, 2012).

Foram obtidos dados vetoriais de delimitação das áreas de APP disponíveis no Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR) para o município de São Vicente na data de 16 de outubro de 2023 (BRASIL, 2023c).

As áreas de APPs obtidas não encerram a delimitação das APPs, onde esta for cabível, de forma que é recomendada a delimitação das demais, pelos órgãos competentes, considerando a legislação e incluindo os diferentes tipos previstos tais como, manguezais, restingas, etc.

Duas **unidades de conservação** (UC) de proteção integral ocorrem no território municipal, sendo, portanto, áreas restritas: o Parque Estadual Xixová-Japuí (SÃO PAULO, 1993), que abriga porção de Mata Atlântica conservada e destacada da Serra do Mar, coincidente parcialmente com a área de expansão urbana quatro (04) (Figura 07) e o Parque Estadual da Serra do Mar (SÃO

PAULO, 1977) nas proximidades da área de expansão urbana treze (13) deste trabalho (Figuras 17 e 19). Estas mesmas áreas correspondem também às Zonas Especialmente Protegidas (Z1TAEP) do Zoneamento Ecológico-Econômico Costeiro da Baixada Santista (SÃO PAULO, 2013).

Neste contexto, devem ser consideradas as **Zonas de Amortecimento** do PE Serra do Mar e do PE Xixová-Japuú (Figuras 08 e 09), definidas e delimitadas em seus respectivos planos de manejo (SÃO PAULO, 2006; SÃO PAULO, 2011) e por legislação específica, onde incidem normas e restrições específicas com o propósito de minimizar os impactos na área protegida (BRASIL, 2000, art. 2º, inciso XVIII; BRASIL, 2002, art. 20º, inciso VIII).



Figura 17 – (a) Limite do PE Serra do Mar e a (b) sede do PE Xixová-Japuú (Fonte: SÃO VICENTE (SP), 2023) identificados em campo

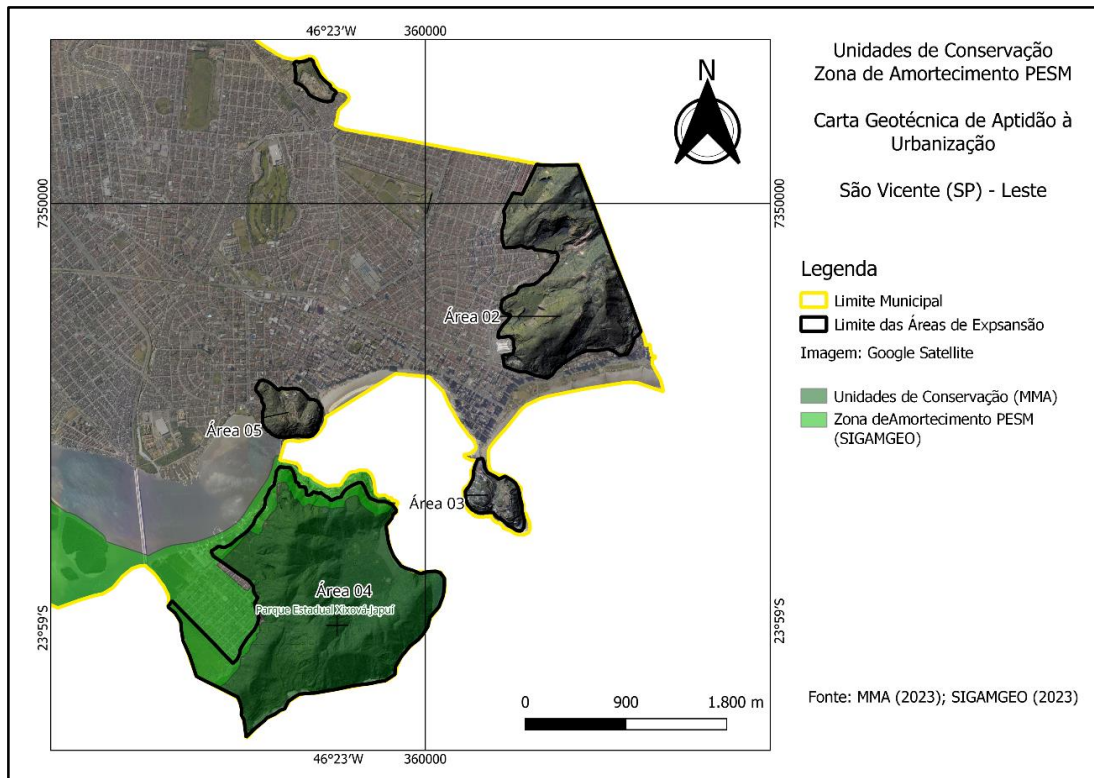


Figura 18 – Área da Zona de Amortecimento do PE Serra do Mar em função das Unidades de Conservação e das áreas de expansão urbana

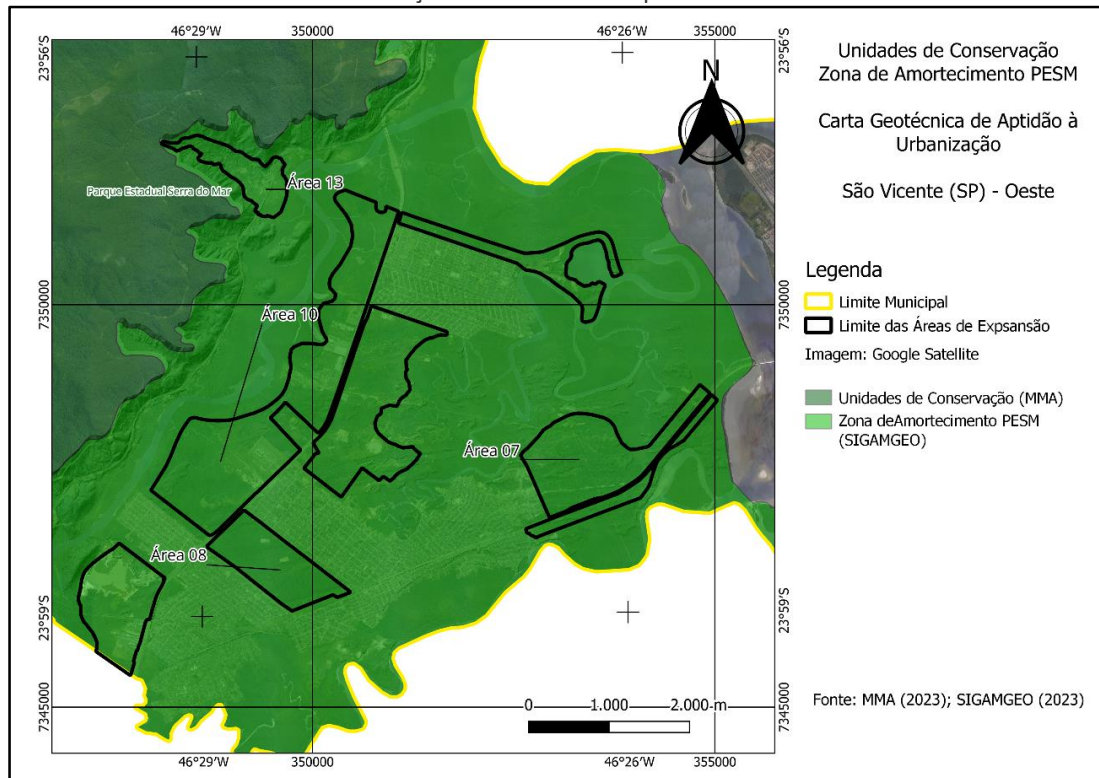


Figura 19 – Área da Zona de Amortecimento do PE Serra do Mar em função das Unidades de Conservação e das áreas de expansão urbana

Os **bens tombados** são áreas restritas configuradas por atos administrativos que visam a preservação do patrimônio histórico, cultural, paisagístico, arqueológico, entre outros e que podem ser promovidos nos níveis municipal (neste caso, pelo Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Artístico, Arquitetônico, Cultural e Turístico de São Vicente – CONDEPHASV), estadual (Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico do Estado – CONDEPHAAT) e federal (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN).

Os dados vetoriais foram obtidos a partir do catálogo da Infraestrutura de Dados Espaciais do Estado de São Paulo (IDE-SP) e do Sistema de Geoprocessamento da Prefeitura de São Vicente (GEOSV-PMSV) (SÃO PAULO, 2023a; SÃO VICENTE (SP), 2023).

Os bens tombados até 08 de outubro de 2003 e reconhecidos em nível estadual apresentam uma **área envoltória** de 300 metros de raio sujeita a restrições de ocupação e intervenção (SÃO PAULO, 1979). Este é o caso, por exemplo, do tombamento da Serra do Mar cuja área envoltória engloba partes da área de expansão urbana treze (13) (Figura 21); outras áreas de envoltória de seus respectivos bens podem estar em interseção com as demais áreas de expansão.

Assim, neste contexto, é importante ressaltar a existência de bens tombados no entorno próximo das áreas de expansão urbana (Figuras 20 e 21) tais como os remanescentes da Vila Colonial e Porto das Naus, a Ponte Pênsil, a Biquinha de Anchieta, o Marco Padrão, o Museu Casa Afro e a própria Serra do Mar, por exemplo.

Dentro da atual legislação municipal, em especial para a Lei Orgânica, o Plano Diretor e do Zoneamento Municipal, cabe ressaltar alguns pontos importantes de atenção, para a municipalidade, quanto aos diferentes tipos de restrições ao uso e ocupação do solo por motivos ambientais e de preservação, como:

1. A área do Parque Ecológico Tércio Garcia (Voturuá), antigo Horto Municipal, para fins de **preservação** de espécimes de flora e fauna (SÃO VICENTE (SP), 2022, art. 275º);

2. A **preservação** dos remanescentes de Mata Atlântica, considerando as áreas dos costões e dos morros do Itararé, Voturuá, Japuí e Barbosas (SÃO VICENTE (SP), 2022, art. 294º);
3. A área correspondente às Zonas Especiais de Proteção (ZEP), destinadas a parques estaduais considerados UCs e outras unidades de **proteção integral** existentes, ou que venham a ser criadas (SÃO VICENTE (SP), 2020);
4. A área correspondente às declividades acima de vinte (20) graus das Zonas Especiais de Proteção Ambiental (ZEPAM), em especial àquelas acima dos quarenta (40) graus de declividade, caracterizadas por paredões rochosos ou solo pouco espesso, suscetíveis a movimentos de massa e consideradas como **não passíveis de ocupação** (SÃO VICENTE (SP), 2018; SÃO VICENTE (SP), 2020).

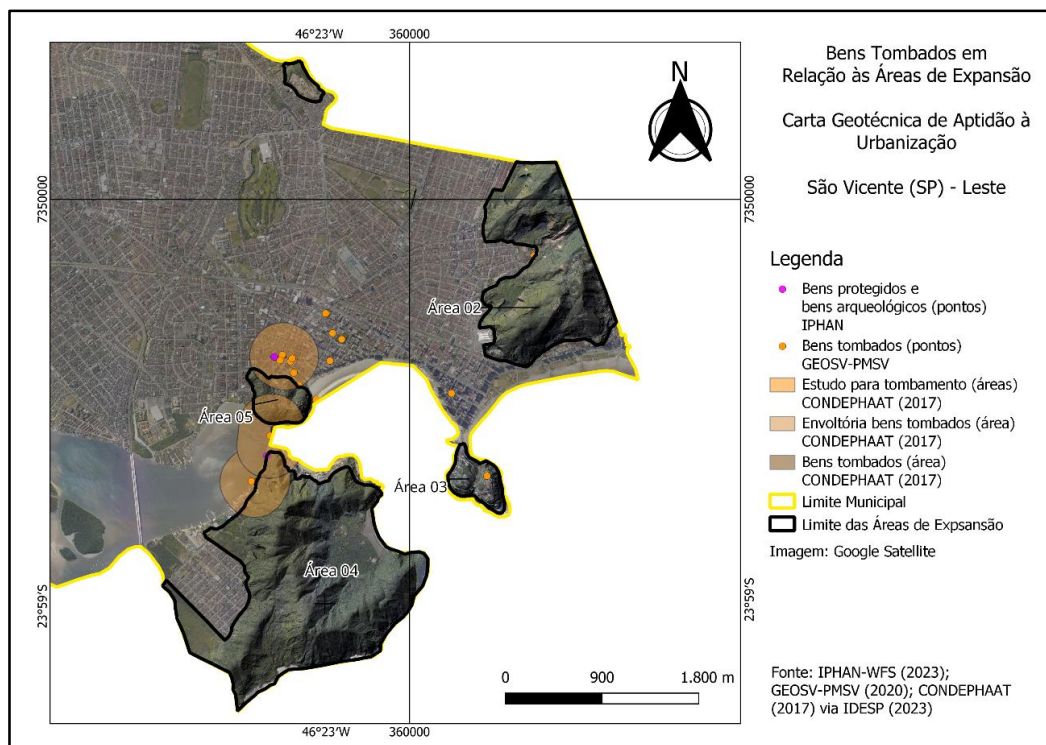


Figura 26 – Áreas tombadas, suas envoltórias nas esferas municipal, estadual e federal em relação às áreas de expansão de São Vicente

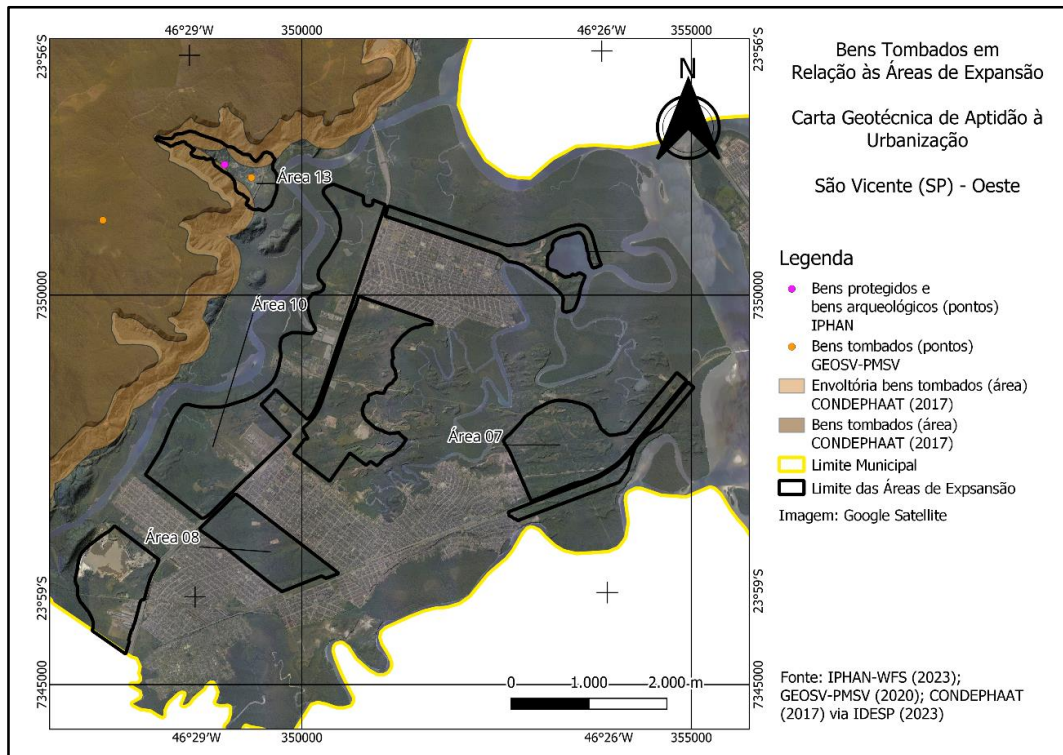


Figura 27 – Áreas tombadas, suas envoltórias nas esferas municipal, estadual e federal em relação às áreas de expansão de São Vicente

Áreas restritivas à ocupação ainda podem ocorrer por **infraestrutura** implantada e suas faixas de domínio de rodovias, ferrovias, linhas de transmissão de energia, gasodutos, abastecimento e tratamento de água, áreas de segurança, entre outras, conforme exemplificado na figura 28.

É necessário ressaltar que muitas das faixas de domínio não estão disponíveis em arquivos vetoriais ou em escalas adequadas, devendo ser verificadas pela municipalidade, caso a caso, com os órgãos competentes e seguir a legislação específica.

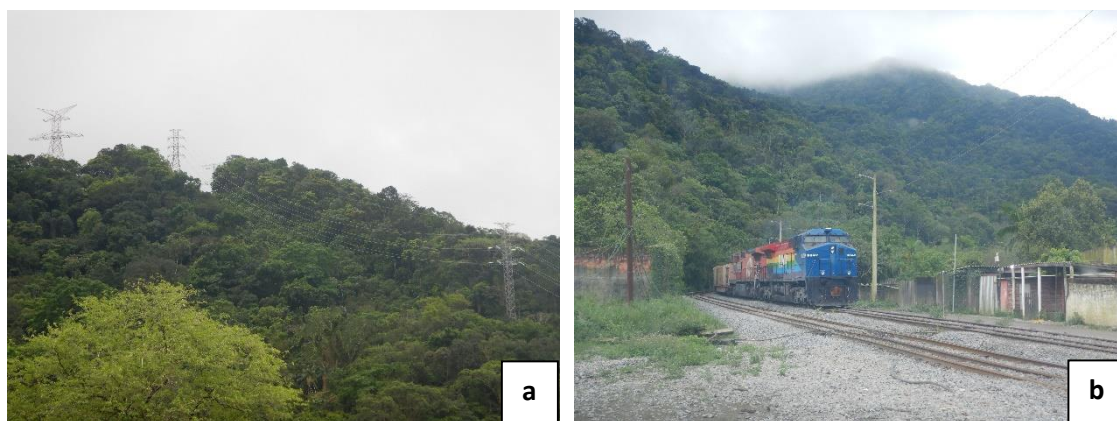


Figura 28 – (a) Linhas de transmissão de alta tensão; (b) linha férrea

Dutos de alta pressão, enterrados e posicionados dentro de faixa de domínio ocorrem na área de expansão treze (13), conforme ilustrado na figura 13. Os dados vetoriais de localização desta faixa de dutos foram obtidos diretamente junto à Transpetro S.A. (TRANSPETRO S/A, 2023). Seu posicionamento e a área da faixa de domínio devem ser verificados junto aos órgãos responsáveis além da legislação pertinente, conforme comunicado transcrito abaixo:

“Reforçamos que de acordo com a portaria 125/02 da ANP - Agência Nacional do Petróleo a Transpetro na qualidade de empresa autorizada deve fiscalizar e autorizar a execução de obras em áreas próximas ou sobre a faixa de dutos, a fim de garantir a integridade permanente dos dutos, acesso para futuras manutenções e preservação da área de domínio. Não estão autorizadas quaisquer intervenções na faixa de dutos, sem que haja um termo devidamente assinado pelas partes e com acompanhamento do técnico designado pela Transpetro, agendado, informado e autorizado previamente.”



Figura 29 – (a) Sinalizações em superfície da ocorrência de (b) dutos de enterrados para o transporte de gás e infraestrutura correlata

Depósitos de Resíduos Sólidos

Os **depósitos de resíduos sólidos** urbanos (RSU), resultantes de diversas atividades, dispostos sem controle tecnológico são denominados de **lixão**. O atual Parque Ambiental Sambaiatuba, compreendendo a totalidade da área de expansão urbana um (01) passou por diversas fases de disposição de resíduos urbanos, sem controle tecnológico, e de recuperação ambiental (SIQUEIRA, 2007; SÃO PAULO, 2015).

Atualmente, os depósitos de resíduos urbanos ainda são encontrados no local, conforme ilustrados na Figura 30. Estes depósitos apresentam alto risco de contaminação de solos, águas superficiais e subterrâneas e do ar, em configuração de elevação positiva em arranjo poroso preenchido, ou não, por líquidos e gases, alternados, eventualmente, por camadas de solo.

Os resíduos são deformáveis, muito heterogêneos, de comportamento geotécnico dinâmico ao longo do tempo provocado pela decomposição da matéria orgânica presente. Existe complexa interação entre líquidos percolados, biogás, solos e resíduos sólidos. São áreas de alta suscetibilidade a movimentos de massa, especialmente em aterros não controlados e não monitorados.

São esperados os seguintes problemas e processos geotécnicos preferenciais: a) ruptura de taludes, b) recalques diretos e diferenciais, c) poluição do solo, do ar e das águas superficiais e subterrâneas.



Figura 30 – (a) Depósitos de resíduos urbanos no (b) Parque Ambiental Sambaíatuba

Por estas características e comportamento geotécnico esperado, estes depósitos configuram-se como baixa aptidão à urbanização e também são inseridos no contexto das áreas restritas à ocupação.

Assim, sua ocupação depende da remediação do passivo ambiental para níveis seguros à saúde humana e das atividades pretendidas, da liberação por parte dos órgãos competentes, inclusive ambientais, da análise da legislação específica e de estudos que contemplem o comportamento reológico dos rejeitos e da estabilidade dos terrenos ao longo tempo em razão da degradação do material presente. Outras medidas podem se fazer necessárias, conforme apontamento dos órgãos competentes.

Áreas contaminadas

As **áreas contaminadas** (AC) são locais onde há poluição ou contaminação comprovada em edificação, instalação, terreno, aterro ou outros locais em concentração que causem ou possam causar danos à saúde humana e ao meio ambiente. O gerenciamento destas áreas é promovido pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), que divulga as áreas e respectivas fases de investigação, remediação ou reabilitação.

Dentre as ACs inseridas nas áreas de expansão de São Vicente (SP) e suas proximidades, as que chamam a atenção pelo histórico são aquelas relacionadas aos depósitos de lixo químico da empresa Rhodia do Brasil LTDA.

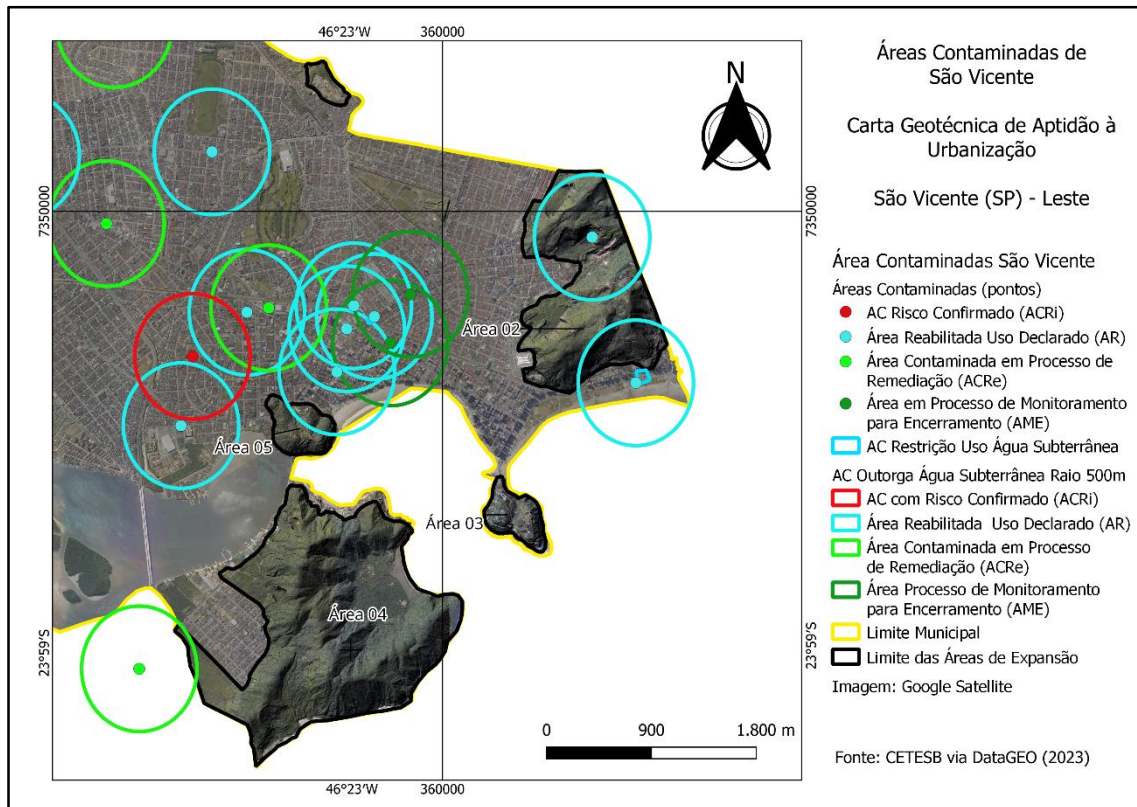


Figura 31 – Áreas contaminadas, com sua classificação situacional em outubro de 2023, que têm relação com as áreas de expansão urbana de São Vicente por proximidade

Os dados vetoriais foram obtidos através do Sistema Ambiental Paulista DataGEO (SÃO PAULO, 2023b) na data de 05 de outubro de 2023 cuja fonte responsável é a CETESB: têm a localização das ACs por pontos e, quando disponíveis, das áreas respectivas de restrição de uso a água subterrânea, incluindo o raio de 500 metros a partir da AC, onde é necessário parecer da CETESB para a outorga de poços.

A distribuição geográfica das áreas contaminadas relacionadas às áreas de expansão urbana é apresentada nas figuras 31 e 32 e também em cartograma específico devido a sua relevância.

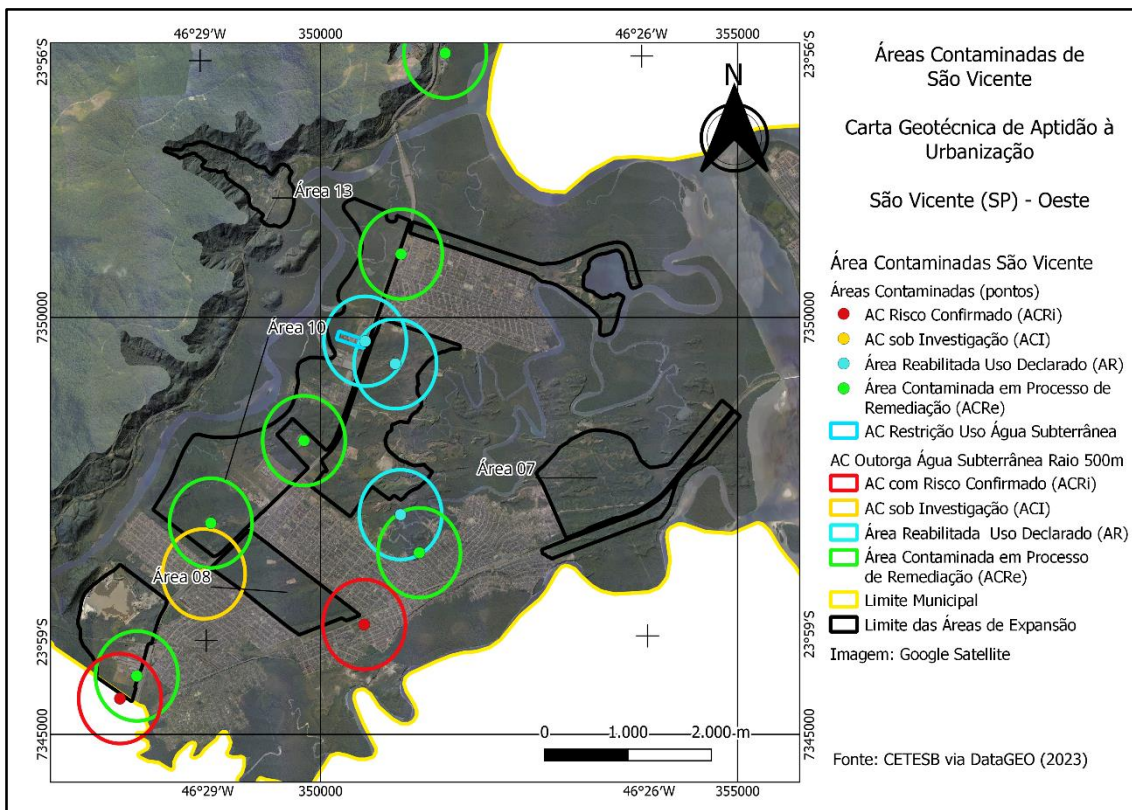


Figura 32 – Áreas contaminadas, com sua classificação situacional em outubro de 2023, que têm relação com as áreas de expansão urbana de São Vicente por proximidade

Por fim, a pesquisa das áreas de restrição à ocupação deve ser contínua e sempre atualizada conforme legislação e informações disponibilizadas pelos órgãos competentes.

Títulos Minerários

Os processos minerários ativos, em forma vetorial, foram obtidos do Sistema Geográfico de Informações da Mineração – SIGMINE (BRASIL, 2023a) de responsabilidade da Agência Nacional de Mineração (ANM) em 17 de outubro de 2023, restringido para as poligonais dos títulos minerários que estejam em fase de lavra mineral (Figura 33).

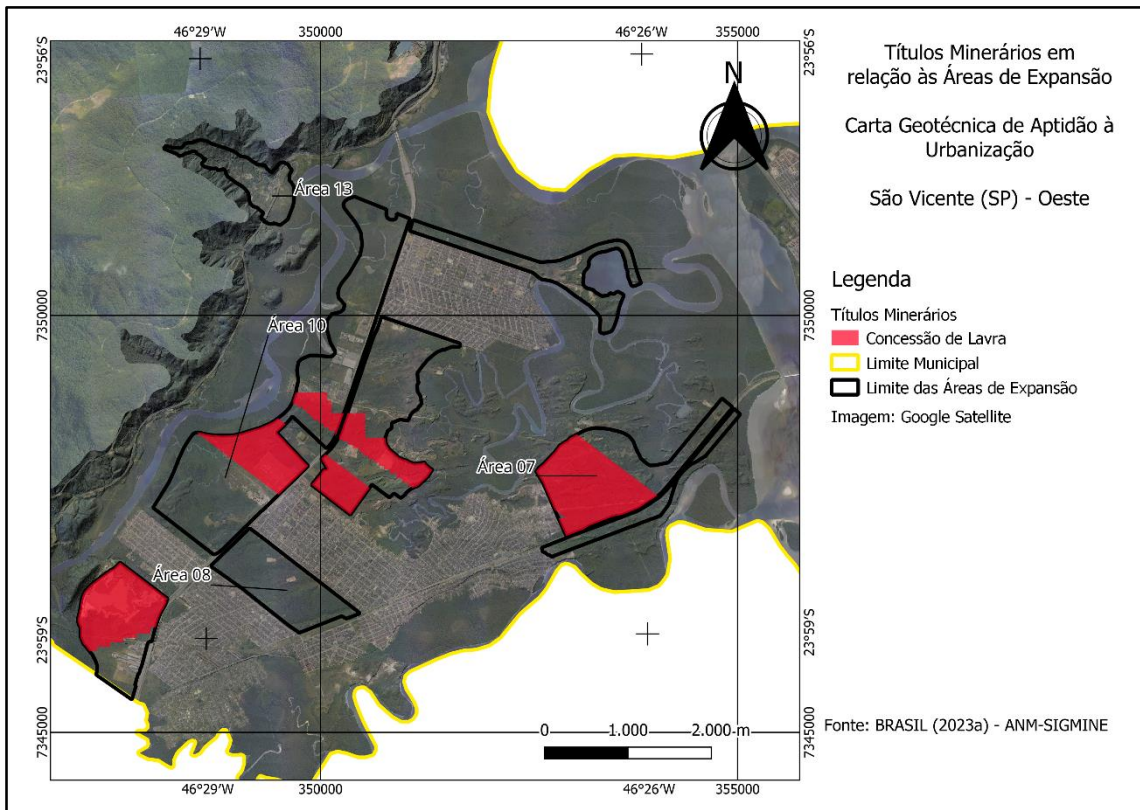


Figura 33 – Distribuição dos títulos minerários em fase de lavra nas áreas de expansão

9. CONCLUSÕES

Foram estudadas 13 áreas tendo em vista a expansão urbana do município. Essas áreas perfazem o total de 14,9 km² e, desse total 6,4 km² foram definidos como de baixa aptidão a urbanização, 3,2 km² de média aptidão e 5,3 km² de alta aptidão a urbanização. É preciso dizer que, a utilização de uma área para uso urbano deve ser melhor estudada e, a depender do empreendimento proposto, diversos ensaios geotécnicos e sondagens do subsolo precisam, necessariamente, ser realizados.

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.**

ANM, AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE). <http://geo.anm.gov.br/>. Acesso em: 10/2022.

BRASIL. Decreto no. 90.347 de 23 de outubro de 1984. Áreas de proteção ambiental. Diário Oficial da União - Seção 1 -24/10/1984, Página 15539.

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.**

BRASIL. Agência Nacional da Mineração. Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE). 2023a. Disponível em:

<https://geo.anm.gov.br/portal/apps/webappviewer/index.html>. Acesso em: 25 out. 2023.

BRASIL. Decreto Federal n. 4.340, de 22 de agosto de 2002. Regulamenta artigos da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, e dá outras providências. Disponível em:

<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2002/decreto-4340-22-agosto-2002-451270-normaatualizada-pe.html>. Acesso em: 24 out. 2023.

BRASIL. Lei n. 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília, DF. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm. Acesso em: 23 out. 2023.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de março de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; diversas alterações e dá outras providências. Brasília, DF. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 24 out. 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). 2023b. Disponível em: <https://www.embrapa.br/codigo-florestal/>. Acesso em: 25 out. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. SFB, Serviço Florestal Brasileiro. Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR). 2023c. Disponível em: <https://www.car.gov.br/publico/imoveis/index>. Acesso em: 24 out. 2023.

CEM, CENTRO DE ESTUDOS DE MATRÓPOLE DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP). Base cartográfica digital georreferenciadas das Unidades de Conservação do Brasil. 2022. <https://centrodametropole.fflch.usp.br/>. Acesso: 10/2022.

COELHO, M.R. et al. Relação solo-relevo-substrato geológico nas restingas da planície costeira do Estado de São Paulo. R.Bras. Ci. Solo, 34:833-846. 2010.

<https://www.scielo.br/j/rbcs/a/xRYBDvMnbkFHHSgw3qnPHHK/lang=pt&format=pdf>. Acesso: 10/2022.

DAEE, DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA DO ESTADO DE SÃO PAULO. Estudo de águas subterrâneas: Região administrativa2: Santos. 3v. graf., mapas. 1979.

DANTAS, M.E. (Org.). Biblioteca de padrões de relevo: carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação: CPRM, **Rio de Janeiro, 2016.**

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

GRÉ, J.C.R. Estudo geotécnico para a avaliação da aptidão física de terrenos de planície costeira à urbanização: trecho Itapiruba - Laguna, SC. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina. **Florianópolis, 2013.**

MASSAD, F. Baixada Santista: implicações da história geológica no projeto de fundações. *Solos e Rochas*,22(1):3-49. **São Paulo, 1999.**

PERROTTA, M.M. et al. Geologia e recursos minerais do estado de São Paulo: Sistema de Informações Geográficas - SIG. Rio de Janeiro: CPRM, 2006. Programa Geologia do Brasil. Recuperado em 2022-11-03, de <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/2966>

ROSSI, M. Mapa pedológico do Estado de São Paulo: revisado e ampliado. Secretaria de Meio Ambiente, Instituto Florestal, São Paulo. 2017. <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutoflorestal/2017/09/mapa-pedologico--do-estado-de-sao-paulo-revisado-e-ampliado/>. Acesso em 10/2022.

SÃO PAULO. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – Cetesb. CETESB interdita sistemas de transbordo de lixo de São Vicente e Mongaguá. 2015. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/blog/2015/01/13/cetesb-interdita->

[sistemas-de-transbordo-de-lixo-de-sao-vicente-e-mongagua/](#). Acesso em: 24/10/2023.

SÃO PAULO. Decreto Estadual nº 37.536, de 27 de setembro de 1993. Cria o Parque Estadual Xixová-Japuí e dá outras providências. São Paulo, SP: Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/norma/15008>. Acesso em: 24 out. 2023.

SÃO PAULO. Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S/A – Emplasa. Infraestrutura de Dados Espaciais do Estado de São Paulo (IDE-SP). Disponível em: <http://www.idesp.sp.gov.br/>. Acesso em: 02 out. 2023a.

SÃO PAULO. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Plano de Manejo do PE Serra do Mar. 1977. São Paulo, SP: Secretaria do Meio Ambiente. Disponível em: <https://www.infraestrutura.meioambiente.sp.gov.br/fundacaoflorestal/planos-de-manejo/planos-de-manejo-planos-concluidos/ plano-de-manejo-pe-serra-do-mar/>. Acesso em: 24 out. 2023.

SÃO PAULO. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Plano de Manejo do PE Xixová-Japuí. 1993. São Paulo, SP: Secretaria do Meio Ambiente. Disponível em: <https://www.infraestrutura.meioambiente.sp.gov.br/fundacaoflorestal/planos-de-manejo/planos-de-manejo-planos-concluidos/ plano-de-manejo-pe-xixova-japui/>. Acesso em: 24 out. 2023.

SÃO PAULO. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. Sistema Ambiental Paulista DataGEO – Infraestrutura de Dados Espaciais Ambientais (IDEA-SP). Disponível em: <https://datageo.ambiente.sp.gov.br/>. Acesso em: 02 out. 2023b.

SÃO PAULO, SECRETARIA DE CULTURA DO ESTADO DE SÃO PAULO; Condephaat, Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico do Estado de São Paulo. Bens tombados: Serra do Mar e Paranapiacaba. <http://condephaat.sp.gov.br/benstombados/serra-do-mar-e-de-paranapiacaba-3/>. Acesso em 10/2022.

SÃO PAULO. Decreto no. 13.426 de 16 de março de 1979. Criação da Secretaria de Cultura do Estado de São Paulo. Diário Oficial do Estado de São Paulo, Exec. Suplemento, p.38, **São Paulo, 1979.**

SÃO PAULO. Decreto no. 58.996 de 25 de março de 2013. Institui o Zoneamento Ecológico-econômico da Baixada Santista. Diário oficial do Estado de São Paulo, v.123, no.56, de 26 de março de 2013, p.1. 2013.

SÃO PAULO, SECRETARIA DE CULTURA DO ESTADO DE SÃO PAULO. Resolução 40 de 06 de junho de 1985. Dispõe sobre o tombamento da Serra do Mar e Paranapiacaba. Diário Oficial do Estado de São Paulo, Sec. I, São Paulo, 95 (110) de 15 de junho de 1985.

SÃO VICENTE (SP). GEOSV-PMSV, Sistema de Geoprocessamento de Dados da Prefeitura de São Vicente. São Vicente, SP. Disponível em: <https://geosv.saovicente.sp.gov.br/>. Acesso em: 24 out. 2023.

SÃO VICENTE (SP). Lei Complementar nº 917, de 14 de dezembro de 2018. Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento e Expansão Urbana do Município de São Vicente, e dá outras providências. São Vicente, SP: Câmara Municipal de São Vicente. Disponível em: <http://leismunicipa.is/09tw3>. Acesso em: 24 out. 2023.

SÃO VICENTE (SP). Lei Complementar nº 987, de 16 de março de 2020. Disciplina o ordenamento do Uso e Ocupação do Solo do Município de São Vicente, e dá outras providências. São Vicente, SP: Câmara Municipal de São Vicente. Disponível em: <http://leismunicipa.is/0kb1u>. Acesso em: 24 out. 2023.

SÃO VICENTE (SP). Lei Orgânica do Município de São Vicente, 10 de fevereiro de 2022. São Vicente, SP: Prefeitura de São Vicente, 2022. Disponível em: <https://www.saovicente.sp.gov.br/publico/include/download.php?file=4469>. Acesso em: 17 out. 2023.

SIQUEIRA, M.E.S. 2007. Turismo e favelas: necessidades e possibilidades. O caso da urbanização da Favela do Dique Sambaiatuba, em São Vicente (Baixada Santista – São Paulo). Tese de Doutorado. USP, São Paulo, 250p.

SOUZA, C.R. de G. Ambientes Sedimentares de Planície Costeira e Baixa-Média Encosta em Bertioga (SP). XI Congresso da ABEQUA – Associação Bras. de Estudos do Quaternário. **Belém (PA), 2007.**

SUGUIO, K., MARTIN, L. Formações quaternárias marinhas do litoral Paulista e Sul Fluminense. *Intern. Symp. on Coastal Evol. in the Quaternary*, São Paulo, Spec. Publ. (1): 55, 8 mapas. 1978.

TRANSPETRO S/A. Gerência Geral SP Litoral. Localização geográfica da faixa de dutos Merluza-Cubatão na área do município de São Vicente (SP). 2 arquivos (PDF e DWG). Obtenção dos dados por meio do canal Fala.BR da Controladoria Geral da União (CGU). 2023.

VARGAS, M., A Baixada Santista: suas bases físicas. *Revista USP*, n.41, p.18-27. **São Paulo, 1999.**

VAZ, L.F. Classificação genética dos solos e dos horizontes de alteração de rocha em regiões tropicais. *Solos e Rochas*, 19, (2): 117-136. **São Paulo, 1996.**

ANEXOS

- CARTA GEOTÉCNICA DE APTIDÃO À URBANIZAÇÃO – FOLHA GERAL (ESCALA 1:25.000).
- 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).

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

