

# 18º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental

## CARTA GEOTÉCNICA DE APTIDÃO A URBANIZAÇÃO DE ILHABELA

Pedro Machado SIMÕES<sup>1</sup>; Diego Hiroshi TANIKAWA<sup>2</sup>; Carina de Carvalho FARIAS<sup>3</sup>; Fernando Machado ALVES<sup>4</sup>; Jaderson Felipe de Araújo GOMES<sup>5</sup>

**Resumo** – A Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização é um documento técnico essencial para o planejamento urbano sustentável, elaborada a partir do levantamento detalhado das condições geológico-geotécnicas do território. Seu objetivo principal é classificar e orientar o uso adequado do solo, identificando áreas com diferentes graus de aptidão e restrições para ocupação e expansão urbana, considerando aspectos como estabilidade dos terrenos, riscos geodinâmicos (movimentos de massa, inundações e enxurradas) e proteção das áreas de preservação e de proteção ambiental. A metodologia utilizada combinou a caracterização física da área, técnicas de sensoriamento remoto, modelagem digital do terreno, mapeamento ambiental, e compartimentação do relevo, possibilitando a elaboração de mapas temáticos em escalas de 1:10.000 e 1:25.000. Foram definidas 13 classes de aptidão, sendo: 4 tipologias de áreas Aptas, 2 de áreas Aptas com Restrições, 6 de áreas Aptas com Restrições Severas, e 1 de área Inapta. O perímetro urbano do município abrange 55,496 km<sup>2</sup>, dos quais: 68,74% são aptas com algum grau de restrição; 26,17% inaptas e; apenas 4,29% são plenamente aptas à ocupação; os 0,79% restantes, são cobertos por corpos d'água. As informações obtidas nesse trabalho são fundamentais como base para recomendações técnicas e estratégias de mitigação de riscos, contribuindo para a regularização fundiária e a ordenamento do crescimento urbano do município de Ilhabela, e possibilitará aos gestores públicos e privados que a tomada de decisões seja feita com informações técnicas claras e objetivas, minimizando riscos à vida humana e garantindo maior sustentabilidade ambiental e econômica para as cidades.

**Abstract** – *The Geotechnical Suitability Map for Urbanization is an essential technical document for sustainable urban planning, developed from a detailed survey of the geological and geotechnical conditions of the land. Its main objective is to classify and guide the appropriate use of land by identifying areas with different degrees of suitability and restrictions for urban occupation and expansion, considering factors such as terrain stability, geodynamic hazards (landslides, floods and flash floods), and the protection of preservation and environmental protection areas. The methodology combined the physical characterization of the area, remote sensing techniques, digital terrain modeling, environmental mapping, and landform compartmentalization, enabling the development of thematic maps at scales of 1:10,000 and 1:25,000. A total of 13 suitability classes were defined, categorized as follows: 4 types of Suitable Areas, 2 types of Suitable Areas with Restrictions, 6 types of Suitable Areas with Severe Restrictions, and 1 Unsuitable Area category. The urban perimeter of the municipality covers 55.496 km<sup>2</sup>, of which 68.74% are suitable with some degree of restriction; 26.17% are unsuitable; only 4.29% are fully suitable for occupation; and the remaining 0.79% is covered by water bodies. The information obtained in this study is fundamental as a basis for technical recommendations and risk mitigation strategies, contributing to land regularization and the orderly urban growth of Ilhabela. Additionally, it will enable public and private decision-makers to make informed choices based on clear and objective technical information, minimizing risks to human life and ensuring greater environmental and economic sustainability for cities.*

**Palavras-Chave:** Carta Geotécnica, Aptidão à Urbanização; Planejamento Urbano.

<sup>1</sup> Geólogo. REGEA Geologia, Engenharia e Estudos Ambientais. [pedro.simoes@regea.com.br](mailto:pedro.simoes@regea.com.br). 11-3735-5172.

<sup>2</sup> Geógrafo. REGEA Geologia, Engenharia e Estudos Ambientais. [tanikawa@alumni.usp.br](mailto:tanikawa@alumni.usp.br). 11-3735-5172.

<sup>3</sup> Geógrafa. REGEA Geologia, Engenharia e Estudos Ambientais. [carina.carvalhof7@gmail.com](mailto:carina.carvalhof7@gmail.com). 11-3735-5172.

<sup>4</sup> Geólogo. REGEA Geologia, Engenharia e Estudos Ambientais. [fernando@regea.com.br](mailto:fernando@regea.com.br). 11-3735-5172.

<sup>5</sup> Diretor de regularização fundiária. Prefeitura Municipal da Estância Balneária de Ilhabela. [jaderson.felipe@ilhabela.sp.gov.br](mailto:jaderson.felipe@ilhabela.sp.gov.br). 12-3896 9200.

## 1. INTRODUÇÃO

A Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização é um instrumento técnico essencial para o planejamento urbano sustentável, elaborado a partir da análise detalhada das condições geológicas e geotécnicas do território. Seu objetivo é classificar o espaço segundo diferentes graus de aptidão ao uso urbano, orientando a ocupação e expansão de forma segura e adequada, considerando aspectos como estabilidade dos terrenos, ocorrência de processos geodinâmicos (movimentos de massa, inundações e enxurradas) e a necessidade de preservação de áreas ambientalmente sensíveis.

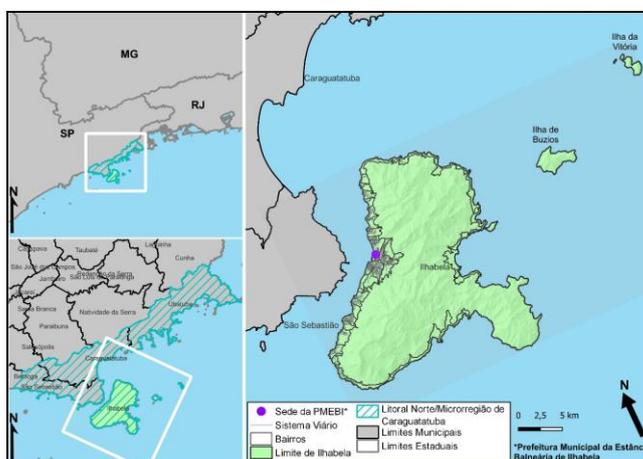
Diversos países, como Espanha, Estados Unidos e Japão, adotam sistematicamente cartas geotécnicas com finalidades semelhantes, contribuindo para a redução de riscos e a mitigação de desastres naturais. No Brasil, esse tipo de mapeamento é previsto pela Lei nº 12.608 (Brasil, 2012), que determina sua elaboração em municípios suscetíveis a desastres naturais, como ferramenta de suporte ao ordenamento territorial e à segurança dos parcelamentos urbanos. Segundo Santos (2014), trata-se de um instrumento preventivo, anterior aos Planos Diretores, que delimita setores com restrições à ocupação e orienta o uso do solo conforme critérios técnicos estabelecidos.

Reconhecendo sua importância, este trabalho apresenta os resultados da elaboração da Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização de Ilhabela (SP), desenvolvida com base na integração de pesquisa bibliográfica de trabalhos pretéritos, com destaque para as dissertações de Augusto Filho (1994) e de Diniz (2015), bem como os dados físicos e ambientais do território. Foram utilizadas técnicas de mapeamento de campo, sensoriamento remoto, modelagem digital do terreno, identificação de Áreas de Preservação Permanente (APPs), delimitação de Unidades de Conservação e compartimentação do relevo, compondo um instrumento de suma importância para o planejamento urbano do município.

## 2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

### 2.1. Localização da área de estudo

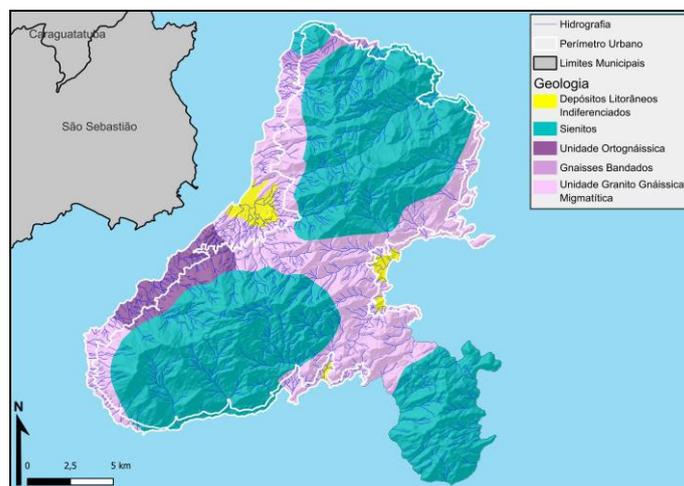
A área de estudo para a cartografia geotécnica abrange todo o território do município de Ilhabela, localizado no litoral norte do estado de São Paulo, inserido na região da Serra do Mar. É caracterizado por um relevo bastante dissecado, com altitudes que ultrapassam os 1.300 metros, e pela presença de uma densa cobertura vegetal da Mata Atlântica. Ilhabela faz parte da microrregião de Caraguatatuba e é delimitada a oeste pelo canal de São Sebastião, que a separa do continente, e a leste pelo oceano Atlântico. A área possui um clima tropical úmido, com alta pluviosidade anual, fator determinante para a dinâmica geotécnica local, especialmente no que se refere à instabilidade de encostas e aos processos erosivos (**Figura 01**).



**Figura 01.** Localização da área de estudo (elaborado pelos autores, 2025).

## 2.2. Caracterização geológica

As coberturas superficiais de Ilhabela são compostas, em grande parte, por depósitos flúvio-marinhos, representados por sedimentos não consolidados como areias, siltes e cascalhos, acumulados ao longo da linha costeira. Esses depósitos litorâneos, que continuam sendo modificados pelas marés e correntes atuantes, são responsáveis pela formação das praias e sistemas dunares do município. Estão presentes em diversas áreas do território, com destaque para a porção centro-oeste, onde se concentra a ocupação urbana, além das regiões de Castelhanos, Praia Vermelha e Bonete. No que tange às rochas ígneas, destaca-se o Complexo Plutônico Alcalino de São Sebastião, constituído predominantemente por sienitos, que cobrem mais de 63% das rochas aflorantes, além de nefelina-sienitos, álcali-sienitos e pulaskitos, todos com ocorrência pontual na Ilha da Vitória e caracterizados por sua resistência à erosão e relevância mineralógica. O embasamento cristalino de Ilhabela é representado por unidades da Província Costeira, compostas principalmente por ortognaisses, gnaisses bandados, migmatitos e charnoquitos. Essas rochas metamórficas de alto grau refletem processos tectônicos intensos, recristalização profunda e, em alguns casos, fusão parcial, como observado nos migmatitos da Unidade Granito-Gnáissica Migmatítica — responsável por mais de 27% das rochas aflorantes da ilha. Os gnaisses bandados e os ortognaisses ocorrem em faixas específicas da Ilha de São Sebastião, enquanto os charnoquitos afloram nas porções noroeste e sudoeste da Ilha de Búzios, sendo indicadores de episódios geológicos complexos e de metamorfismo regional. A **Figura 02** apresenta a distribuição das unidades geológicas no território de Ilhabela.



**Figura 02.** Unidades Geológicas de Ilhabela (adaptado de São Paulo, 2015).

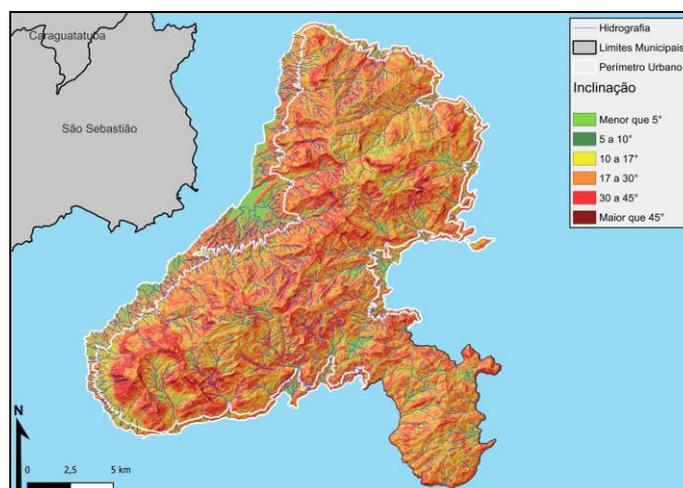
## 2.3. Inclinação do relevo

Os mapas de inclinação são instrumentos essenciais na elaboração da compartimentação da cartografia geotécnica, bem como no planejamento territorial, auxiliando na definição de áreas para novos loteamentos, manutenção de ocupações existentes e instalação de infraestrutura (como esgoto, abastecimento de água, energia elétrica e vias). Neste trabalho foram estabelecidas seis classes de inclinação, sendo: inclinações superiores a 45°, definidas como APPs pela Lei nº 12.651 (Brasil, 2012); inclinações entre 30° e 45° e inclinações entre 17° e 30°, com elevadas suscetibilidades à deflagração de movimentos de massa, cuja ocupação demanda estudos técnicos adequados, conforme recomendado pela Lei nº 6.766 (Brasil, 1979), que restringe a ocupação de terrenos com declividade acima de 30% (cerca de 17°); inclinações entre 10° e 17°, em que movimentos de massa passam a ser majoritariamente deflagrados em decorrência da ocupação irregular destes terrenos; e, por fim, terrenos com inclinações entre 5° e 10° ou de inclinações inferiores a 5°, associados às planícies, terraços ou terrenos aplainados que, embora sejam menos suscetíveis a movimentos de massa, passam a ser mais suscetíveis a processos de inundações e alagamentos.

Cabe destacar que as inclinações superiores à 17° superam 73% da extensão do território municipal, seguidos por terrenos de inclinação entre 10° e 17° (cerca de 16%), restando menos de

10% do relevo com inclinações inferiores a 10°, demonstrando a alta complexidade do planejamento da ocupação no município, dada a restrição de terrenos adequados ao loteamento e parcelamento do solo. Terrenos com inclinação superior a 45°, cuja restrição é dada pelo Código Florestal, representam apenas 1,42% de Ilhabela.

Na **Figura 03**, é apresentada a espacialização das classes de inclinação no município.



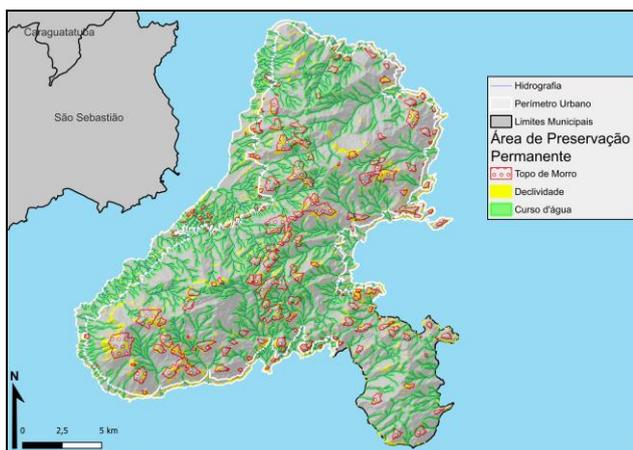
**Figura 03.** Classes de Inclinação em Ilhabela (elaborado pelos autores, 2025).

#### 2.4. Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação

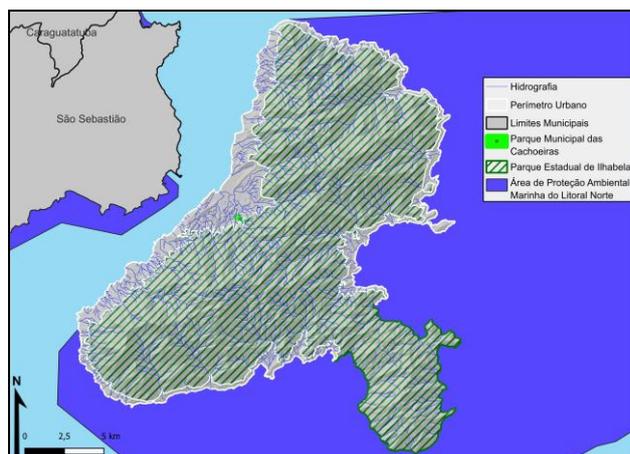
As Áreas de Proteção Permanente (APPs) foram delimitadas de acordo com as disposições da Lei nº 12.651 (Brasil, 2012), que estabelece, em seu Art. 4º quais são as situações em que essas áreas devem ser estabelecidas, mesmo em áreas desprovidas de vegetação nativa, e quais são os critérios para sua delimitação. Para cursos d'água naturais perenes e intermitentes, o inciso I do caput do Art. 4º determina a preservação de uma faixa marginal mínima ao longo das margens, que varia conforme a largura do curso d'água — sendo de 30 metros para cursos com até 10 metros de largura, por exemplo, que acabam sendo os cursos hídricos mais comuns no território do município. Quanto às encostas ou partes destas, onde ocorre inclinação superior a 45° (declividade de 100%), o inciso V do mesmo artigo estabelece sua proteção integral como APP, devido ao risco geotécnico e à instabilidade natural. Já os topos de morros, montanhas e serras, são definidos no inciso IX do Art. 4º, também são considerados APPs, sendo sua delimitação feita com base em critérios técnicos de relevo, buscando a conservação do solo e a proteção contra processos erosivos. Desta forma, estas três classes de Áreas de Proteção Permanente foram delimitadas em todo o território do município, com destaque para a área urbana da Ilha de São Sebastião, que constitui a área urbana passível de ocupação do município.

Em relação ao perímetro urbano (55,496 km<sup>2</sup>), as Áreas de Preservação Permanente equivalem à 26,06% (14,461 km<sup>2</sup>) de toda sua extensão, sendo 12,891 km<sup>2</sup> correspondente às APPs de cursos hídricos e correlatos, e 1,012 km<sup>2</sup> e 0,558 km<sup>2</sup>, às APPs de topo de morro e declividade, respectivamente. A **Figura 04** apresenta a distribuição das APPs no município.

O município de Ilhabela possui três Unidades de Conservação em seu território: o Parque Estadual de Ilhabela foi definido pelo Decreto Estadual nº 9.414 (São Paulo, 1977), e possui extensão de 291,65 km<sup>2</sup>, constituindo aproximadamente 84% do território do município; o Parque Municipal das Cachoeiras foi definido pelo Decreto Municipal nº 882 (Ilhabela, 2004), e foi retificado pelo Decreto Municipal nº 8.722 (Ilhabela, 2021), estendendo-se por 0,44 km<sup>2</sup>; e a Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Norte, criada pelo Decreto Estadual nº 53.525 (São Paulo, 2008), que abrange 3.159,98 km<sup>2</sup> das área oceânica no entorno do município. A **Figura 05** apresenta a distribuição das APPs no município.



**Figura 04.** Áreas de Preservação Permanente em Ilhabela (adaptado de São Paulo, 2015).



**Figura 05.** Unidades de Conservação em Ilhabela (adaptado de São Paulo, 2015).

### 3. Suscetibilidade a Processos Geodinâmicos

A suscetibilidade de uma área pode ser definida como a propensão ao desenvolvimento de um fenômeno ou processo, natural ou induzido, sobre esta área, sendo expressa segundo classes de probabilidade de ocorrência (IPT/CPRM, 2014).

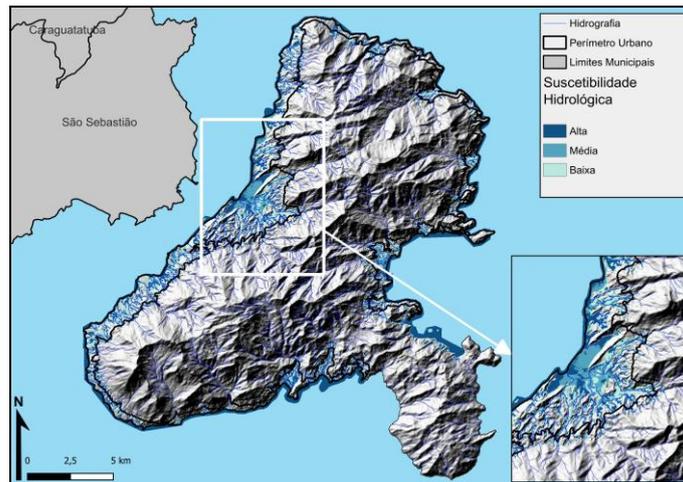
#### 3.1. Suscetibilidade a processos hidrológicos pela metodologia HAND

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) disponibiliza gratuitamente uma ferramenta para a geração do modelo HAND (*Height Above Nearest Drainage*), que tem se consolidado como um recurso relevante para a análise topográfica e a identificação preliminar de áreas potencialmente suscetíveis a inundações. O modelo automatizado disponibilizado pelo INPE baseia-se exclusivamente nos dados de elevação da bacia hidrográfica, gerando a rede de drenagem de forma automática a partir de parâmetros de acumulação de fluxo, em conformidade com os algoritmos propostos por O'Callaghan e Mark (1984) e Montgomery e Foufoula-Georgiou (1993).

No entanto, essa abordagem automatizada apresenta limitações, uma vez que a rede de drenagem é derivada unicamente do modelo digital de elevação, sem a incorporação de dados hidrográficos verificados em campo ou extraídos de bases cartográficas consolidadas, e seu resultado pode tanto omitir canais reais como incluir drenagens inexistentes. Diante disso, optou-se, neste trabalho, pela construção manual do modelo HAND, com base na metodologia original desenvolvida por Rennó et al. (2008) e Nobre et al. (2011), adaptando-se os procedimentos de geração da matriz raster de drenagem para refletir com maior fidelidade a hidrografia da área de estudo.

É importante destacar que o HAND não representa diretamente as áreas sujeitas a inundações, mas constitui um indicador robusto da suscetibilidade hidrológica local. A classificação de suscetibilidade foi complementada por meio da análise de dados históricos de eventos extremos, mapeamentos pretéritos, manchas de inundação indicadas pela Defesa Civil e outros órgãos, e registros de elevação do nível d'água. A **Figura 06** ilustra a espacialização das classes de Suscetibilidade Hidrológica identificadas no município de Ilhabela, resultante da integração dessas informações com o modelo topográfico.

Assim como os movimentos de massa, os processos hidrológicos desempenham um papel determinante na avaliação da aptidão à urbanização. A análise espacial realizada demonstrou que aproximadamente 44,4% do perímetro urbano de Ilhabela se encontra em áreas que não são suscetíveis a processos hidrológicos. No entanto, 18,59% estão inseridos na classe de Alta Suscetibilidade, e as demais áreas distribuem-se entre as classes Média (15,44%) e Baixa (21,56%), ressaltando a necessidade de considerar esses condicionantes nos processos de ordenamento e expansão urbana.



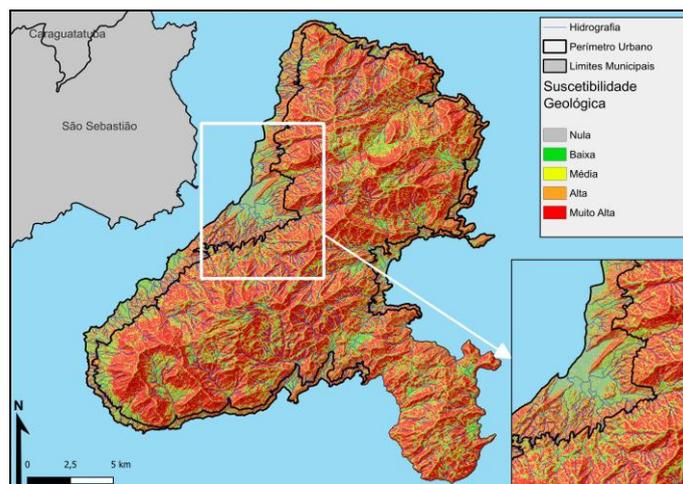
**Figura 06.** Suscetibilidade Hidrológica no município de Ilhabela (elaborado pelos autores, 2025)

### 3.2. Suscetibilidade a processos geológicos

As cartas de suscetibilidade aos processos geológicos foram elaboradas a partir da combinação e interpretação de diferentes variáveis relativas às características morfológicas, morfométricas e geológicas. Tais combinações entre variáveis foram avaliadas sob formato matricial, com o intuito de classificar as diferentes suscetibilidades à ocorrência dos processos geodinâmicos.

Para a classificação da suscetibilidade aos processos geológicos de movimentos de massa, por exemplo, foram utilizadas, além da geologia, os aspectos geotécnicos e as características de inclinação do terreno, combinadas às suas curvaturas vertical e horizontal. Na **Figura 07** pode ser observada a distribuição das classes de Suscetibilidade Geológica a Movimentos de Massa.

A partir de análises espaciais, notou-se que cerca de 57,5% do perímetro urbano encontra-se no contexto de muito alta e alta suscetibilidade a processos geológicos de movimento de massa, enquanto 31,03% restantes pertencentes às classes Média e Baixa. Os demais 11,47% correspondem aos terrenos em que não há suscetibilidade aos movimentos de massa.



**Figura 07.** Suscetibilidade Geológica no município de Ilhabela (elaborado pelos autores, 2025).

## 4. CARTA GEOTÉCNICA DE APTIDÃO A URBANIZAÇÃO

As Cartas Geotécnicas de Aptidão à Urbanização têm como objetivo compartimentar e classificar o terreno de acordo com suas características favoráveis ou desfavoráveis aos tipos de ocupação pretendidos, bem como estabelecer as diretrizes para os diferentes usos do solo na

área de estudo. Para isso, previamente foi elaborada uma compartimentação geológico-geotécnica, baseada nos trabalhos de Augusto Filho (1994) e de Diniz (2015), sendo combinadas às análises das cartas de delimitação das Unidades Básicas de Compartimentação Fisiográfica, elaboradas de acordo com a proposta de Vedovello et al (2020). Em seguida, foram definidas as classes de aptidão, tendo como referência a Carta Geotécnica do Município de São Paulo (São Paulo, 2024) e a Carta Geotécnica dos Morros de Santos e São Vicente (Prandini et al, 1980).

A compartimentação geológico-geotécnica permitiu a definição de três compartimentos principais:

- Os Depósitos Litorâneos consistem em sedimentos não consolidados, predominando na porção centro-oeste de Ilhabela e em áreas como Castelhanos e Bonete. São mais suscetíveis a inundações e recalques diferenciais devido à baixa capacidade de suporte do substrato;
- Os Depósitos Coluvionares são formados por materiais transportados pela gravidade, apresentam baixa coesão e grande permeabilidade, tornando-os instáveis para cortes e fundações, além de estarem sujeitos a deslizamentos e recalques diferenciais; e
- Por sua vez, as Encostas de Substrato Rochoso incluem as rochas ígneas e metamórficas, caracterizadas por alta declividade e solos desenvolvidos em pacotes majoritariamente delgados. A presença de falhas e fraturas pode comprometer a estabilidade, favorecendo tanto escorregamentos quanto movimentos de blocos rochosos.

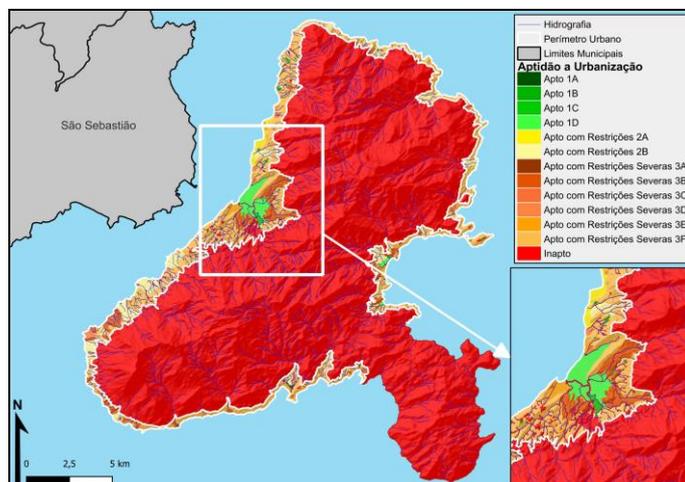
Após a conclusão da compartimentação geológico-geotécnica, procedeu-se com a análise dos dados para elaboração da Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização em ambiente SIG, considerando ainda as cartas de suscetibilidade elaboradas. Com base nesta análise, foram estabelecidas as quatro principais unidades de aptidão em relação à urbanização:

- **Aptos à urbanização** – correspondem a áreas com baixa a média suscetibilidade a movimentos de massa e processos hidrológicos, situadas em regiões com inclinação inferior a 5°. As recomendações gerais propostas para tais unidades compreendem a realização de estudos hidrológicos e hidráulicos específicos para prevenir riscos de inundações, e estudos geotécnicos detalhados são recomendados para investigação de ocorrência de solos moles.
- **Apta à urbanização com restrições** – podem ser ocupadas mediante a adoção de medidas de mitigação para reduzir riscos associados a movimentos de massa e processos hidrológicos. Dentre as seguintes recomendações gerais para tais unidades, destacam-se a implementação de medidas para controle de erosão e disciplinamento de drenagem; a realização de estudos hidrológicos e hidráulicos específicos para prevenir riscos de inundações; estudos geotécnicos detalhados para investigação de ocorrência de solos moles; edificações e loteamentos devem respeitar as curvas de nível, evitando cortes de grande amplitude em sentido perpendicular às encostas; etc.
- **Apto à urbanização com restrições severas** – compreendem terrenos com alta a muito alta suscetibilidade a movimentos de massa, frequentemente localizados em áreas de inclinação entre 17° e 30°, com terrenos de até 45°; e processos hidrológicos em locais com histórico de ocorrência de inundações e enxurradas. Para estes terrenos, deve-se evitar a ocupação e a permissão para realização de novos loteamentos, cabendo a realização de estudos, projetos e obras para os terrenos em que a ocupação já ocorre, a fim de mitigar as elevadas suscetibilidades e riscos de ocorrência de processos geodinâmicos. Para estas unidades, são recomendadas: implementação de medidas para controle de erosão e disciplinamento de drenagem; a realização de estudos hidrológicos e hidráulicos específicos para prevenir riscos de inundações e enxurradas; estudos geotécnicos detalhados para estabilização de taludes naturais, de corte e de aterro; as edificações já instaladas devem respeitar as curvas de nível, evitando cortes de grande amplitude em sentido perpendicular às encostas; etc.
- **Inaptos à urbanização** – correspondem a áreas protegidas por legislação ambiental, onde a ocupação é proibida, como Unidades de Conservação e Áreas de Preservação Permanente. Ou seja, são inaptas em virtude de restrições legais já vigentes.

Para todas as áreas já ocupadas, recomendou-se o cumprimento das disposições das Leis nº 6766 e 12.651 (Brasil, 1979 e 2012), bem como a análise de viabilidade de utilização de

Soluções Baseadas na Natureza (SBN), como jardins de chuva, biovaletas e lagoas de biorretenção, para minimizar os impactos dos processos de movimentos de massa, de inundações e de enxurradas.

As unidades de aptidão à urbanização obtidas foram, então, associadas às 13 classes de compartimentos, definidos com base em suas características geológico-geotécnicas e de suscetibilidade. A **Figura 08** ilustra a distribuição das classes de aptidão a urbanização no território do município de Ilhabela, e a **Tabela 01** apresenta uma síntese das unidades de aptidão à urbanização obtidas a partir das compartimentações elaboradas.



**Figura 08.** Carta Geotécnica de Aptidão a Urbanização (elaborado pelos autores, 2025).

**Tabela 01.** Tabela-síntese das unidades de aptidão à urbanização e respectivos compartimentos geológico-geotécnicos e de suscetibilidade, e extensão sobre o perímetro urbano (REGEA, 2025).

Aptidão à Urbanização	Classe	Unidade Geológica	Suscetibilidade a processos		Abrangência (perímetro urbano)	
			Geológicos	Hidrológicos	(km <sup>2</sup> )	%
Apto	1A	Depósitos Litorâneos Indiferenciados	Nula	Média	0,033	0,06
	1B	Rochas Ígneas e Metamórficas	Baixa e Média	Não associado	0,238	0,43
		Rochas Ígneas e Metamórficas	Baixa e Média	Baixa		
	1C	Depósitos Litorâneos Indiferenciados	Baixa e Média	Baixa	0,141	0,25
1D	Depósitos Litorâneos Indiferenciados	Baixa e Média	Baixa e Média	Média	1,971	3,55
Apto com Restrições	2A	Rochas Ígneas e Metamórficas	Baixa e Média	Média	0,877	1,58
	2B	Depósitos Coluvionares	Baixa e Média	Não associado	5,179	9,33
		Depósitos Coluvionares	Baixa e Média	Baixa		
Apto com Restrições Severas	3A	Rochas Ígneas e Metamórficas	Alta e Muito Alta	Baixa	0,098	0,18
		Rochas Ígneas e Metamórficas	Alta e Muito Alta	Média		
	3B	Depósitos Coluvionares	Alta e Muito Alta	Não associado	5,835	10,51
		Depósitos Coluvionares	Alta e Muito Alta	Baixa		
	3C	Depósitos Coluvionares	Alta e Muito Alta	Média	0,644	1,16
		Depósitos Coluvionares	Alta e Muito Alta	Alta		
3D	Depósitos Coluvionares	Baixa e Média	Alta	1,197	2,16	
	Rochas Ígneas e Metamórficas	Baixa e Média	Alta			
3E	Depósitos Litorâneos Indiferenciados	Baixa e Média	Alta	0,839	1,51	
	Depósitos Litorâneos Indiferenciados	Nula	Alta			
3F	Rochas Ígneas e Metamórficas	Alta e Muito Alta	Não associado	23,479	42,31	
	Rochas Ígneas e Metamórficas	Alta e Muito Alta	Alta			
Inapto	4A	Áreas de Preservação Permanente (cursos hídricos e correlatos, topo de morro e declividade)	Alta e Muito Alta	Não associado	14,526	26,17
		Parque Estadual de Ilhabela e Parque Municipal das Cachoeiras	Alta e Muito Alta	Não associado		
<b>Massa d'água</b>					0,440	0,79
<b>TOTAL</b>					55,496	100,00

Ao observarmos a distribuição das classes de aptidão da carta geotécnica sobre o perímetro urbano de Ilhabela, observa-se que aproximadamente 84% do perímetro urbano está inserido em áreas de aptidão com restrições severas (57,83%) ou de inaptidão (26,17%), enquanto as áreas aptas representam apenas 4,29% e as aptas com restrições correspondem a 10,91% do perímetro urbano total.

## 5. CONCLUSÕES

A Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização de Ilhabela passou, doravante, a constituir uma base técnica robusta para o planejamento territorial do município, permitindo identificar, com clareza, as limitações e potencialidades do uso e ocupação do solo. A integração de dados geológicos, geomorfológicos, geotécnicos, ambientais e legais possibilitou a definição das 13 classes de aptidão, categorizadas em quatro grandes grupos, com distintos graus de restrição à urbanização. Essa abordagem multidisciplinar se mostra essencial para orientar políticas públicas voltadas ao ordenamento territorial seguro e sustentável.

Os resultados demonstram que apenas 4,29% do perímetro urbano é plenamente apto à ocupação, enquanto a maior parte da área (68,74%) apresenta algum grau de restrição, sendo 57,83% com restrições severas. As áreas consideradas inaptas, protegidas por legislação ambiental, representam 26,17% do território urbano. Esses dados evidenciam a escassez de terrenos adequados à urbanização convencional e reforçam a necessidade de adoção de estratégias diferenciadas, baseadas em critérios técnicos rigorosos, para garantir a segurança da população e a preservação dos recursos naturais.

A aplicação das metodologias de análise de suscetibilidade a processos geodinâmicos, como movimentos de massa e processos hidrológicos, revelou que parte expressiva do território urbano se encontra em áreas de alta ou muito alta suscetibilidade, exigindo ações de mitigação específicas. Essa suscetibilidade, associada à ocupação sem o planejamento preventivo adequado, demonstram a urgência da adoção de ações de gestão do risco, idealmente com promoção de adoção de soluções baseadas na natureza.

Portanto, a Carta Geotécnica elaborada não apenas oferece suporte técnico para a tomada de decisões, como também cumpre papel estratégico no apoio à regularização fundiária, ao licenciamento urbano e à formulação de diretrizes para o crescimento ordenado de Ilhabela. Sua utilização por gestores públicos, técnicos e planejadores contribui para o fortalecimento das políticas de prevenção de desastres, promoção da resiliência urbana e garantia da sustentabilidade ambiental no território municipal.

## AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à Prefeitura Municipal da Estância Balneária de Ilhabela pela disponibilização dos resultados do projeto, e à REGEA Geologia, Engenharia e Estudos Ambientais pela disponibilização dos meios necessários para a elaboração deste artigo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUGUSTO FILHO, O. Cartas de risco de escorregamentos: uma proposta metodológica e sua aplicação no município de Ilhabela, SP. 1994. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

BRASIL. Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 19 dez. 1979.

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; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis nºs 12.340, de 1º de dezembro de

2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 10 abr. 2012.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 25 maio 2012.

DINIZ, T. D. Mapeamento geológico-geotécnico do núcleo urbano central do município de Ilhabela-SP. 2015. 122 f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Biociências de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2015.

ILHABELA (Município). Decreto nº 882, de 30 de dezembro de 2004. Cria o Parque Municipal das Cachoeiras, define os limites e dá outras providências. *Diário Oficial do Município de Ilhabela*, Ilhabela, SP, 30 dez. 2004.

ILHABELA (Município). Decreto nº 8.722, de 21 de junho de 2021. *Diário Oficial do Município de Ilhabela*, Ilhabela, SP, 21 jun. 2021.

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo; CPRM – Serviço Geológico do Brasil. *Cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações: 1:25.000: nota técnica explicativa*. Coord: Omar Yazbek Bittar. São Paulo; Brasília: IPT; CPRM, 2014.

MONTGOMERY, D. R.; FOUFOULA-GEORGIU, E. Channel network source representation using digital elevation models. *Water Resources Research*, v. 29, n. 12, p. 3925–3934, 1993. DOI: <https://doi.org/10.1029/93wr02463>. Acesso em: 26 de março de 2025.

NOBRE, A. D. et al. Height Above the Nearest Drainage – a hydrologically relevant new terrain model. *Journal of Hydrology*, v. 404, n. 1–2, p. 13–29, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2011.03.051>. Acesso em: 26 de março de 2025.

O'CALLAGHAN, J. F.; MARK, D. M. The extraction of drainage networks from digital elevation data. *Computer Vision, Graphics, and Image Processing*, v. 28, n. 3, p. 323–344, 1984. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0734-189x\(84\)80011-0](https://doi.org/10.1016/s0734-189x(84)80011-0). Acesso em: 26 de março de 2025.

PRANDINI, F. L. et al. Carta geotécnica dos morros de Santos e São Vicente: condicionantes do meio físico para o planejamento da ocupação urbana. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1980. 31 p. 1 mapa. (Publicação IPT, 1.153).

RENNÓ, C. D. et al. HAND, a new terrain descriptor using SRTM-DEM; mapping terra-firme rainforest environments in Amazonia. *Remote Sensing of Environment*, v. 112, p. 3469–3481, 2008.

SANTOS, A. R. dos. *Manual básico para a elaboração e para o uso da Carta Geotécnica*. São Paulo: Editora Rudder, 2014.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 9.414, de 20 de janeiro de 1977. Cria o Parque Estadual de Ilhabela e dá providências correlatas. *Diário Oficial do Estado de São Paulo*, São Paulo, SP, 20 jan. 1977.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 53.525, de 8 de outubro de 2008. Cria a Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Norte e a Área de Relevante Interesse Ecológico de São Sebastião, e dá providências correlatas. *Diário Oficial do Estado de São Paulo*, São Paulo, SP, 9 out. 2008.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. *Plano de Manejo do Parque Estadual de Ilhabela*. Ilhabela: SMA, 2015. 835 p.

SÃO PAULO (Município). Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente. *Carta Geotécnica do Município de São Paulo*. São Paulo, 2024.

VEDOVELLO, R.; FERREIRA, C.; SALIM, A.; MATSUZAKI, J.; MATSUZAKI, K.; ROSSINI-PENTEADO, D.; OHATA, A. Unidades Básicas de Compartimentação (UBC) do Estado de São Paulo e seu uso para avaliações geoambientais e planejamento territorial. *Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental*, v. 10, n. 1, p. 74–87, 2020.