

**UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE DE
ECOSSISTEMAS COSTEIROS E MARINHOS**

MAYRA MACCHI GOMES DE MORAES

**FRAGMENTAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA (1970 E 2014) NA ZONA
DE MORROS DE SANTOS (SÃO PAULO, BRASIL) UTILIZANDO O
SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)**

SANTOS/SP

2019

MAYRA MACCHI GOMES DE MORAES

FRAGMENTAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA (1970 E 2014) NA ZONA DE MORROS DE SANTOS (SÃO PAULO, BRASIL) UTILIZANDO O SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)

Dissertação apresentada a Universidade Santa Cecília como parte dos requisitos para obtenção de título de mestre no Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas Costeiros e Marinhos, sob a orientação da Profa. Dra. Luciane Alves Maranhão e coorientação da Profa. Dra. Juliana Plácido Guimarães.

SANTOS/SP

2019

Autorizo a reprodução parcial ou total deste trabalho, por qualquer que seja o processo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos.

Moraes, Mayra Macchi Gomes de.

Fragmentação da Mata Atlântica (1970 e 2014) na zona de morros de Santos (são paulo, brasil) utilizando o sistema de informação geográfica (sig). -- 2019
66 p.

Orientador: Profa. Dr^a. Luciane Alves Maranhão.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Santa Cecília, Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas Costeiros e Marinhos, Santos, SP, 2019.

1. Degradação. 2. Morros de Santos. 3. Geoprocessamento.
4. Impactos. 5. Mata Atlântica

I. Maranhão, Luciane Alves, orient. II. Guimarães, Juliana Plácido, coorient. III. Fragmentação da Mata Atlântica na zona de morros de Santos-SP

Elaborada pelo SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas – Unisanta

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha mãe por todo incentivo, ao meu pai, meu namorado, e a todos que me apoiaram de diversas maneiras durante esta importante etapa de minha vida.

E aos meus companheiros de Defesa Civil que tanto me ensinaram sobre os morros de Santos, Castro e Baú (In memoriam)

AGRADECIMENTOS

Em Agradeço primeiramente a Deus e aos meus pais, Arlene e Valdemir, pela oportunidade da vida. Também ao meu namorado Rafael pelo apoio e paciência comigo sempre. À minha família pelo apoio principalmente à Mercedes pela ajuda em tudo. Agradeço imensamente às minhas orientadoras, Profa. Dra. Luciane e Juliana, por todo o apoio que me deram na elaboração deste trabalho, ainda mais na etapa final.

Ao Prof. Fábio, ao Professor Renan, ao meu amigo Francisco pela ajuda com o SIG, vocês foram fundamentais.

Agradeço também aos colegas de curso, com quem convivi durante esses meses, divertindo meus sábados de manhã.

Agradeço à Unisanta pelo conhecimento adquirido nesse período, em especial à coordenadora Profa. Dra. Ursulla pela dedicação.

A professora Dr^a Samara Goya por fazer parte desse trabalho, auxiliando na revisão graças aos seus enormes conhecimentos sobre a área.

Não esquecendo dos colegas da Defesa Civil de Santos que me forneceram seus conhecimentos e auxílio com dados e referências.

Agradecer à CAPES pela bolsa oferecida que permitiu com que esse trabalho fosse realizado.

Obrigada!

RESUMO

Este trabalho propõe analisar o grau de degradação da Mata Atlântica na zona de morros da porção insular do município de Santos (São Paulo, Brasil), especialmente nos morros da Caneleira, Monte Serrat e Marapé e a influência dessa perda nas ocorrências de Movimentos gravitacionais de massa. As etapas de trabalho consistiram em uma revisão bibliográfica, no geoprocessamento de cartas topográficas antigas e fotos aéreas atuais, comparando as áreas verdes de dois períodos (1970-2014) e identificando locais onde ocorreu um ganho ou uma perda de área de mata. Comparou-se também esses locais com as ocorrências da defesa civil, para movimentos de massa na última década, entre os anos de 2008 a 2018, com a finalidade de correlacionar os atendimentos recentes com a perda de vegetação. Por fim foi possível identificar os locais-chave para a conservação nas três áreas estudadas e assim como a identificação das ameaças a conservação. A principal ameaça de degradação dos três morros foi a ocupação urbana sem controle, que além de desmatar as áreas também induz um aumento considerável no número de ocorrências de processos erosivos. O que indica que a perda de vegetação natural em áreas urbanas resulta tanto de causas naturais, deslizamentos de terra, por exemplo, como de causas antrópicas, trata-se, portanto, de um processo social ambiental urbano. As áreas mais preservadas em todos os morros correspondem a propriedades privadas ou municipais e que tem como características principais o difícil acesso e a alta declividade o que impedem a sua ocupação, além da vigilância dos proprietários.

Palavras-Chave: Degradação. Morros de Santos. Mata Atlântica. Conservação. Geoprocessamento.

ABSTRACT

This study proposes to analyze the degree of degradation of the Atlantic Forest in the hill area of the insular portion of the municipality of Santos (São Paulo, Brazil), especially in the hills of Caneleira, Monte Serrat and Marapé, and the influence of this loss in the landslide occurrences. The work steps consisted in a bibliographic review, in the geoprocessing of historical and current aerial photos, comparing the green areas of two periods (1970-2014) and identifying sites where there was gain or loss of forest area. These sites were also compared with the occurrences of civil defense, for landslides in the last decade, between the years of 2008 and 2018, in order to correlate the recent services with the loss of vegetation.

Finally, it was possible to identify the key sites for preservation in the three areas studied, as well as the identification of threats to preservation. For this purpose, a preliminary evaluation of the current state of the forest zone of these sites, as well as the identification of the main threats of degradation were carried out. The main threat of degradation of the three hills was an urban change, which in addition to deforestation as the areas that suffered many occurrences of erosion processes. What indicates that the loss of natural vegetation in urban areas results both from natural causes and from land, for example, as anthropogenic causes, it is therefore an urban environmental social process. The most preserved areas normally correspond to one of the private or municipal properties that have as main characteristics the difficult access and the high slope that prevent their occupation, besides the surveillance of the owners.

Keywords: Degradation. Santos Hills. Atlantic Forest. Preservation. Geoprocessing.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Localização dos nove municípios constituintes da Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS).13**
- Figura 2 - Localização do município em relação ao Brasil e ao Estado de São Paulo.....19**
- Figura 3 - Localização do litoral de São Paulo na porção sul do Complexo Costeiro e seu contexto regional. Retângulo preto indicando a região da Baixada Santista nesse mapa.21**
- Figura 4 - Localização das áreas de estudo em relação a cidade de Santos.....23**
- Figura 5 - Área de domínio da Mata Atlântica em 2012. Destaque para os fragmentos: 1) Monte Serrat e 2) Marapé.....24**
- Figura 6 - Geologia do município de Santos, com a localização dos litotipos encontrados.....28**
- Figura 7 - Granitóides embrechíticos, afloramento no Morro do Tetéu.29**
- Figura 8 - Amostra do Granito Santos com os porfirocristais de K-Feldspato e grande quantidade de biotita na amostra.30**
- Figura 9 - Afloramento embaixo de uma casa, no Monte Serrat.32**
- Figura 10 - Migmatito e o granitóide embrechítico no Morro do São Bento/Pacheco na UME Magali Alonso.33**
- Figura 11 - Foto oblíqua da vertente Norte do Monte Serrat, com as subdivisões das comunidades. Legenda: azul - o Caminho da Pedreira; amarelo - o Caminho Monsenhor Moreira; laranja - a Vila Lelé; marrom - a cicatriz do grande deslizamento de 1928.....34**
- Figura 12 - Foto oblíqua da vertente leste do Monte Serrat, com seus principais acessos e suas comunidades. Legenda: azul - o Caminho da Pedreira; vermelho - a escadaria Tiro Naval; amarelo - a porção final do Caminho Monsenhor Moreira, principal acesso local até o Santuário.35**
- Figura 13 - Foto oblíqua adaptada ilustrando a divisão entre o Morro Santa Maria e o Morro da Caneleira, a localização das casas removidas em relação aos principais acessos ao bairro.....36**
- Figura 14 - Foto oblíqua adaptada ilustrando a localização das casas removidas em relação aos principais acessos ao bairro e a rede de drenagem natural existente no bairro.37**
- Figura 15 - A avenida Antônio Manoel de Carvalho é representada pelo traço preto no meio da foto. O traço amarelo representa a Rua 09, o vermelho a rua 02, cinza a 05 e em rosa a Rua 01. Nesse ângulo observamos muitas**

bananeiras e algumas touceiras de bambu. A esquerda temos um fragmento de mata preservada.....38

Figura 16 - No voo para a direita temos as Ruas 06 (em roxo), Rua 03 em verde e o final da Rua 09 em amarelo. Notar a área de mata preservada no topo da foto.....38

Figura 17 - Área próxima à policlínica do Marapé e Rua Nove de Julho. Legenda: área traçada em branco, que também denomina a escadaria traçada em preto. A partir dela temos acesso às Ruas 7 em laranja e 8 em vinho. O traço em roxo representa o final da Rua 06, que aparece na Figura 22. Observar no alto da imagem a mata preservada e a direita as bananeiras.39

Figura 18 - Uso e ocupação do solo do Monte Serrat no ano de 1970, subdividindo o local em área urbana, área verde e áreas erosivas.....40

Figura 19 - Áreas verdes no ano de 2014 sobrepostas a foto área com a ocupação do Monte Serrat.41

Figura 20 - Áreas verdes no Monte Serrat nos anos de 1970 e 2014 sobrepostas a foto aérea do local.....42

Figura 21 - Imagem comparativa ilustrando os locais de perda de mata e locais onde ocorreram deslizamentos de terra ou quedas de blocos rochosos (pontos vermelhos).43

Figura 22 - Uso e ocupação do solo do Morro da Caneleira/ Cachoeira no ano de 1970, com destaque para a mancha urbana, processos erosivos e área verde desta época, sobrepostos a foto aérea.....44

Figura 23 - Áreas verdes no ano de 2014 sobrepostas a foto área com a ocupação do Morro da Caneleira/ Cachoeira.....45

Figura 24 - Áreas verdes no Morro da Caneleira/ Cachoeira nos anos de 1970 e 2014.46

Figura 25 - Mapa comparativo da perda de área verde e a ocorrências de movimentos de massa nos morros da Caneleira e Cachoeira em Santos-SP...47

Figura 26 - Uso e ocupação do solo do Morro do Marapé no ano de 1970, subdividindo o local em área urbana, área verde e áreas erosivas.....48

Figura 27 - Áreas verdes no ano de 2014 sobrepostas a foto área com a ocupação do Morro do Marapé.49

Figura 28 - Áreas verdes dos anos de 1970 (verde escuro) e de 2014 (verde claro) no Morro do Marapé sobrepostas em foto aérea.....50

Figura 29 - Imagem comparativa ilustrando os locais de perda de mata e locais onde ocorreram deslizamentos de terra ou quedas de blocos rochosos (pontos vermelhos).52

LISTA DE TABELAS

Tabela 4 - Comparação das áreas verdes no Monte Serrat nos anos de 1970 e 2014 e a diferença entre os dois valores.....	43
Tabela 5- Comparação das áreas verdes no Morro da Caneleira/Cachoeira nos anos de 1970 e 2014 e a diferença entre os dois valores.	47
Tabela 6 - Comparação das áreas verdes no Morro do Marapé nos anos de 1970 e 2014 e a diferença entre os dois valores.....	51

LISTA DE SIGLAS

CECOV	–	Centro Especializado em Conformidade Veicular
CEPAGRI	–	Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura
CPRM	–	Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais
DO	–	Diário Oficial
IBGE	–	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGC	–	Instituto Geográfico e Cartográfico - USP
INPE	–	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPT	–	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
LUOS	–	Lei de Uso e Ocupação do Solo
NW	–	Noroeste
PIB	–	Produto Interno Bruto
PMRR	–	Plano Municipal de Redução de Riscos
RMBS	–	Região Metropolitana da Baixada Santista
QGIS	–	<i>Quantum Geographic Information System®</i>
SIG	–	Sistema de Informações Geográficas
SOS MA	–	Organização Não Governamental SOS Mata Atlântica
UME	–	Unidade Municipal de Ensino
UNICAMP	–	Universidade Estadual de Campinas.
USP	–	Universidade de São Paulo
ZPP	–	Zona de Preservação Paisagística

LISTA DE SÍMBOLOS

cm	–	Centímetro
°C	-	Graus Celsius
km	-	Quilômetro
km ²	-	Quilômetro quadrado
m	-	Metro
m ²	–	Metro quadrado

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	16
2.1	Objetivo Geral	16
2.2	Objetivos Específicos	16
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	17
3.1	Metodologia.....	17
3.2	Área de estudo.....	18
3.2.1	<i>Monte Serrat.....</i>	<i>25</i>
3.2.2	<i>Morro da Caneleira/Cachoeira.....</i>	<i>26</i>
3.2.3	<i>Morro do Marapé.....</i>	<i>27</i>
4	RESULTADOS	28
4.1	Granitoides embrechíticos ou Granitos com Megacristais orientados ...	28
4.2	Granito Santos	30
4.3	Milonito recristalizado.....	30
4.4	Migmatitos.....	31
4.5	Análise das fotos aéreas da ocupação das áreas de estudo	33
4.5.1	<i>Monte Serrat.....</i>	<i>33</i>
4.5.2	<i>Caneleira e Cachoeira</i>	<i>35</i>
4.5.3	<i>Morro do Marapé.....</i>	<i>37</i>
4.6	Geoprocessamento.	39
4.6.1	<i>Monte Serrat.....</i>	<i>40</i>
4.6.2	<i>Morro da Caneleira/Cachoeira.....</i>	<i>43</i>
4.6.3	<i>Morro do Marapé.....</i>	<i>48</i>
5	DISCUSSÃO	53
6	CONCLUSÕES	56
7	TRABALHO SUBMETIDO	57
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
9	ANEXOS.....	74

1 INTRODUÇÃO

Santos faz parte da Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS), composta por nove municípios sendo eles: Bertioga, Cubatão, Guarujá, Itanhaém, Mongaguá, Peruíbe, Praia Grande, Santos e São Vicente (Figura 1). A Região de Santos foi instituída em 1996 e movimenta aproximadamente 2,8% do Produto Interno Bruto (PIB) e concentra 4% da população total do Estado de São Paulo (IBGE, 2016). A economia regional é diversa e destaca-se o setor portuário (Santos e Guarujá), o parque industrial de Cubatão e o turismo associado ao comércio e serviços.

O porto de Santos, o maior da América Latina, não só movimenta a economia da RMBS como a do país todo. As cargas movimentadas nele tanto escoam nossos produtos como abastecem o comércio nacional e importantes atividades como as industriais e agrícolas (EMPLASA, 2017). Nos últimos anos, a expansão portuária na região de Santos - Guarujá e do polo industrial de Cubatão acarretou um aumento populacional tanto na área urbana quanto nas áreas de morros de toda RMBS.

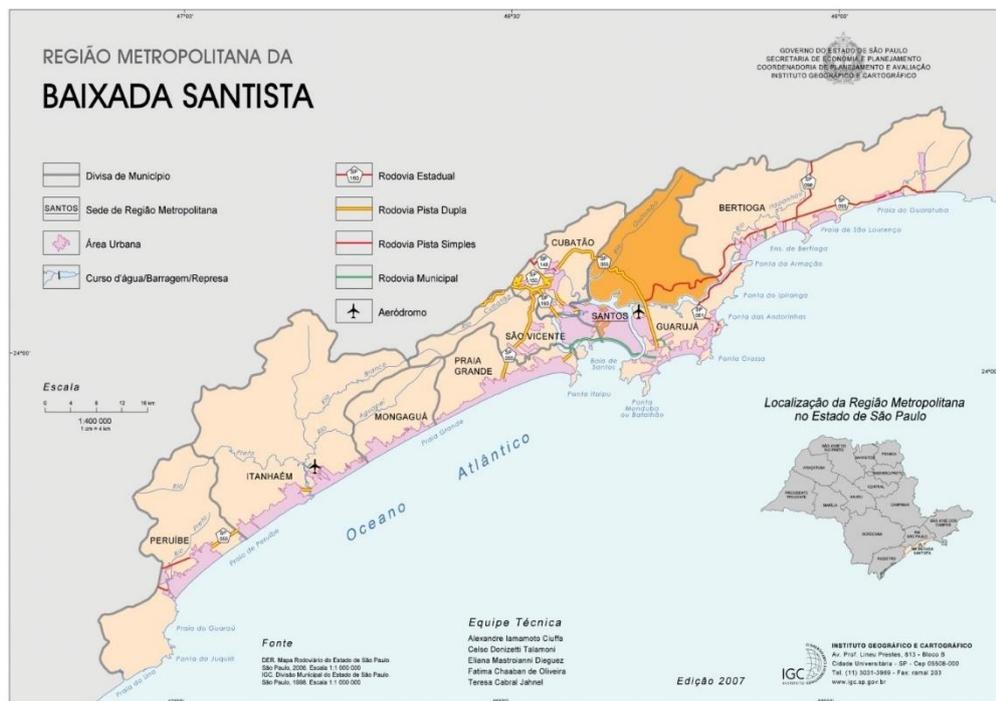


Figura 1 - Localização dos nove municípios constituintes da Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS).
Fonte: IGC, 2007.

Os morros de Santos são considerados, por diversas características, como áreas que podem apresentar muitas instabilidades sendo a mais importante a existência de movimentos de massa. Os movimentos de massa mais comuns em Santos são os deslizamentos de terra e queda de blocos e estão associados aos processos morfológicos da encosta e principalmente ao tipo de material disponibilizado pelas ações intempéricas (MASSAD, 2010). Fatores como o tipo de rocha e suas estruturas são fundamentais para esse estudo da estabilidade de uma área.

Santos possui um histórico de movimentos de massa antigo e recorrente, sendo os mais significativos, até o ano de 1990, resumidos na Tabela 1.

Tabela 1 - Histórico dos deslizamentos em matéria do Diário Oficial Santista (D.O.Urgente, publicado em 11 de janeiro de 1990).

Movimentos de massa significativos		
Data	Conseqüências sócio-econômicas	Processos
1928	80 mortos 8 casas soterradas destruição de parte da Santa Casa de Santos	escorregamentos mobilizando cerca de 130.000 m ² na encosta do Monte Serrat
1950	3 mortes e vários feridos	escorregamentos na encosta do Monte Serrat
1956	21 mortes e dezenas de feridos 50 casas destruídas	vários escorregamentos nos morros de Santa Terezinha e Monte Serrat
1956	43 mortes 100 casas parcial ou totalmente destruídas	escorregamentos em Santos e São Vicente
1978	100 pessoas atingidas, 4 mortas	escorregamentos no Monte Serrat e Vila Progresso
1979	11 mortes e vários feridos	escorregamento no Morro Jabaquara e Nova Cintra
1988	1 morte 166 desabrigados 21 residências interditadas	escorregamentos em 34 pontos das cidades de Santos e São Vicente
1989	2 mortes em São Vicente 7 desabrigados em Santos	Morro do Itararé (lado de S. Vicente)

Fonte: Novo Milênio, 2018.

Segundo IPT (2012), só a zona de morros possui mais de 11.500 moradias cadastradas em áreas consideradas de risco. Atualmente, a Defesa Civil do município aponta a existência de 3200 moradias classificadas como de risco alto a muito alto.

Atualmente, existem poucos fragmentos de mata no município e em grande parte na zona de morros da RBMS. O bioma Mata Atlântica dominava a zona de

morros do município e foi fragmentado por diversos fatores, como plantações agrícolas, fins habitacionais, retirada de material para zonas de aterro e processos erosivos naturais ou induzidos, e que ocorreram em períodos variados da história do município.

A vegetação secundária também denominada de capoeira, também existente na região, está em intenso processo de degradação decorrente da ação antrópica e da poluição atmosférica, provenientes de constante atividade industrial próximo a Serra do Mar (RODRIGUES, 1992) e nas áreas de morros ocupada a fins habitacionais (IPT, 2012). A vegetação possui um papel fundamental para a estabilidade das encostas, devido a sua função ecossistêmica de proteção e de uso da água livre no solo (IPT, 1979). Um solo exposto é mais susceptível aos processos erosivos superficiais (GIRÃO, 2007).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Baseado nos históricos de degradação da vegetação e escorregamentos nos morros do município de Santos, a presente Dissertação teve como objetivo analisar o grau de degradação da Mata Atlântica nos morros da Caneleira/Cachoeira, Marapé e Monte Serrat e sua influência em Movimentos gravitacionais de massa.

2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos foram: (1) a avaliação do estado da Mata Atlântica na zona de morros (Caneleira, Monte Serrat e Marapé) do município de Santos; (2) a identificação das principais ameaças de degradação da vegetação nesses locais; (3) a identificação e mapeamento de locais-chave para a preservação da vegetação das áreas estudadas.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Metodologia

As etapas iniciais foram: levantamento bibliográfico tanto de material bibliográfico, como cartográfico e aerofotogramétrico (busca de imagens aéreas e mapas dos anos de 1970 e 2014), para que fosse realizada uma comparação de épocas distintas em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG) a fim de quantificar a perda de vegetação nos morros estudados. A bibliografia utilizada abordava aspectos como: geomorfologia, hidrografia, clima, dados pluviométricos, geologia regional e local de uma caracterização geral dos fatores de influência ao meio natural, a partir de mapas como Cartas de Suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa (IPT/CPRM, 2014), a própria Carta Geotécnica do município de Santos (IPT,1979), Mapas geológicos com escala 1: 100.000 (SADOWSKI, 1974).

Nos aspectos geológicos, compararam-se as análises do texto da carta geotécnica (IPT, 1979) com as amostras coletadas em visitas técnicas durante os anos de 2014 a 2016. Essas amostras de rochas foram analisadas em lupa eletrônica, para sua caracterização mineralógica e estrutural, e reconhecimentos de suas características para compreender a relação entre esses fatores e os tipos de escorregamentos de terra associados. Esses fatores são fundamentais para análise dos deslizamentos de terra além de: alteração pelo intemperismo, declividade, clima, e tipo de vegetação natural (GUIDICINI e NIEBLE,1976).

Por fim, para auxiliar no mapeamento local, foram utilizadas as fotografias oblíquas obtidas pela equipe do IPT no ano de 2012, para execução da atualização do Plano Municipal de Redução de Riscos – PMRR, IPT (2012) cuja fotointerpretação foi fornecida gentilmente pela Defesa Civil Municipal que como órgão responsável pela análise do meio físico do município, é o detentor das imagens aéreas locais.

Para avaliação da degradação da Mata Atlântica na área de estudo, foram utilizadas imagens aéreas obtidas por meio de consulta à base de dados, históricos e atuais, disponibilizados pelo município de Santos. A Defesa Civil disponibilizou imagens obtidas pelo Instituto Geográfico e Cartográfico (IGC) no ano de 1970,

assim como as fotos aéreas referentes ao Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR) do ano de 2012. A imagem aérea de 2014 foi retirada da base de dados da IPT/CPRM, 2014 – Carta de Susceptibilidade do município de Santos.

Todas as imagens disponibilizadas foram comparadas no Sistema de Informações Geográficas (SIG) por intermédio do software livre Quantum GIS 2.18 para a obtenção das áreas de mata antigas e atuais. As cartas topográficas antigas foram georreferenciadas (utilizando-se o elipsoide de referência SAD69) e sobre elas desenharam-se polígonos representando as áreas urbanas, locais com processos erosivos ou degradados e as áreas verdes gerando o mapa do uso do solo. Isso foi realizado com a foto aérea de 2014, que já estava georreferenciada em SIRGAS 2000.

Esses dados foram sobrepostos para a obtenção do valor final entre as áreas verdes de 1970 e de 2014. Como as imagens estavam georreferenciadas com uso das ferramentas SIG foi possível o cálculo dessas áreas em m², e utilizando-se o Excel foi realizada a soma dos diversos polígonos, que resulta no cálculo total da área verde dos anos estudados e subtraindo-se do valor final do valor inicial para quantificar as perdas de área vegetal existentes nos bairros escolhidos, e também locais que preservaram sua vegetação como fragmentos de mata.

Para evidenciar a relação entre movimentos de massa e perda de vegetação foram sobrepostos aos mapas de comparação de área verde os pontos correspondentes aos locais onde a defesa civil municipal atendeu ocorrências diversas na última década (2008 a 2018), produzindo imagens que serão apresentadas no capítulo apropriado.

3.2 Área de estudo

Como resultado do levantamento bibliográfico foi possível caracterizar o município de Santos e a região da Baixada Santista em diversos aspectos.

A cidade de Santos está localizada no litoral sul do Estado de São Paulo (Brasil) (Figura 2), distante 75 km da capital do Estado. É limitada ao sul pelo Oceano Atlântico e pelo município de Guarujá, ao leste pelo município de Bertioga e a oeste com os municípios de Cubatão e São Vicente. O limite norte do município

possui divisa com três municípios: Santo André (58 km), Mogi das Cruzes (102 km) e Salesópolis (145 km).

Essa localização privilegiada influenciou no desenvolvimento econômico do município, que apontou uma posição fundamental na circulação e conexão entre os demais municípios da RMBS. O município de Santos é subdividido em duas partes: parte continental e parte insular, onde se concentra a maior parte de sua população.



Figura 2 - Localização do município em relação ao Brasil e ao Estado de São Paulo.
Fonte: Adaptado de CPRM, 2014.

No aspecto geomorfológico, a RMBS é denominada como Província Costeira, que segundo Almeida (1974) é subdividida em duas zonas: Serrania Costeira e Baixada Litorânea. A Serrania Costeira, no Estado de São Paulo apresenta altitudes entre 800 e 1200 metros e é representada pela Serra do Mar, composta de diversas escarpas festonadas com cerca de 1.000 km de extensão. Estas escarpas se localizam na borda do Planalto Atlântico em um trecho voltado para a Bacia de Santos. Já a Baixada Litorânea ou Planície Litorânea, abrange terrenos com elevação até 70 metros acima do nível médio do mar, à beira-mar e onde se localizam a maior parte dos municípios da Baixada Santista. Outros estudos como o realizado por Ross (1996) descreve essa zona como áreas planas resultantes da acumulação marinha, onde existem praias, canais de maré ou restingas. Na Ilha de São Vicente, que compreende a porção insular dos municípios de Santos e São Vicente, observa-se além da área plana, o maciço de São Vicente (homônimo a ilha) que pode ser classificado como morro isolado, um subdomínio das Baixadas

Litorâneas. Esta elevação no terreno possui área aproximada de 8,30 km² de área, e altitudes máximas de 220m, no sentido Norte/Sul, sendo observado desde o centro histórico do município até a praia (OLIVEIRA, 2011).

Geologicamente, a região está inserida no Complexo Costeiro, que pode ser subdividido em dois blocos distintos: Bloco Norte e Bloco Sul (Figura 3). De acordo com Sadowski (1974), o Bloco Norte, caracterizado pelo Grupo Açungui é representado por migmatitos estromatíticos e secundariamente, migmatitos oftalmíticos. Ocorrem ainda ectinitos, micaxistos, clorita xistos e filitos. Em alguns pontos ocorrem calcário, dolomita e metamarga. Os ectinitos ocorrem restritos a faixas estreitas e longas, geralmente em vales de rios, correspondendo a três faixas distintas, em núcleos de sinclinais, na área de estudo. Em algumas porções ocorrem intrusões ígneas básicas e ácidas.

Já no Bloco Sul, Complexo Piaçaguera (HASUI e SADOWSKI, 1976), predominam os migmatitos oftalmíticos e de paleossoma de composição gnáissica e, secundariamente, ocorrem migmatitos estromatíticos cortados por corpos graníticos pós-tectônicos (representados pela coloração vermelha na Figura 3). Podem ocorrer cataclasitos. Estas rochas possuem transição gradual sendo de difícil diferenciação. Ocorrem ainda, em ambos os blocos, sedimentos continentais recentes nas margens dos rios e sedimentos marinhos Pleistocênicos e Holocênicos (SADOWSKI, 1974). Nesse bloco estão localizados os morros abordados nesse trabalho.

As rochas existentes nos morros da região foram formadas durante o Ciclo Brasileiro, onde houve uma intensa deformação regional responsável por migmatização, recristalização de milonitos, redobramento e aparecimento de corpos de rochas granitoides porfiróides. A posterior deformação de rochas granitoides porfiróides ocorreu juntamente com a recristalização de rochas cataclásticas e miloníticas antigas, processo que deu origem, dentre outros tipos litológicos, a blastomilonitos. Em termos estruturais, a região é marcada por alinhamentos e falhas na direção NE-SW, com zonas de alívio de menor expressão para NW-SE (ALMEIDA et. al., 2017).

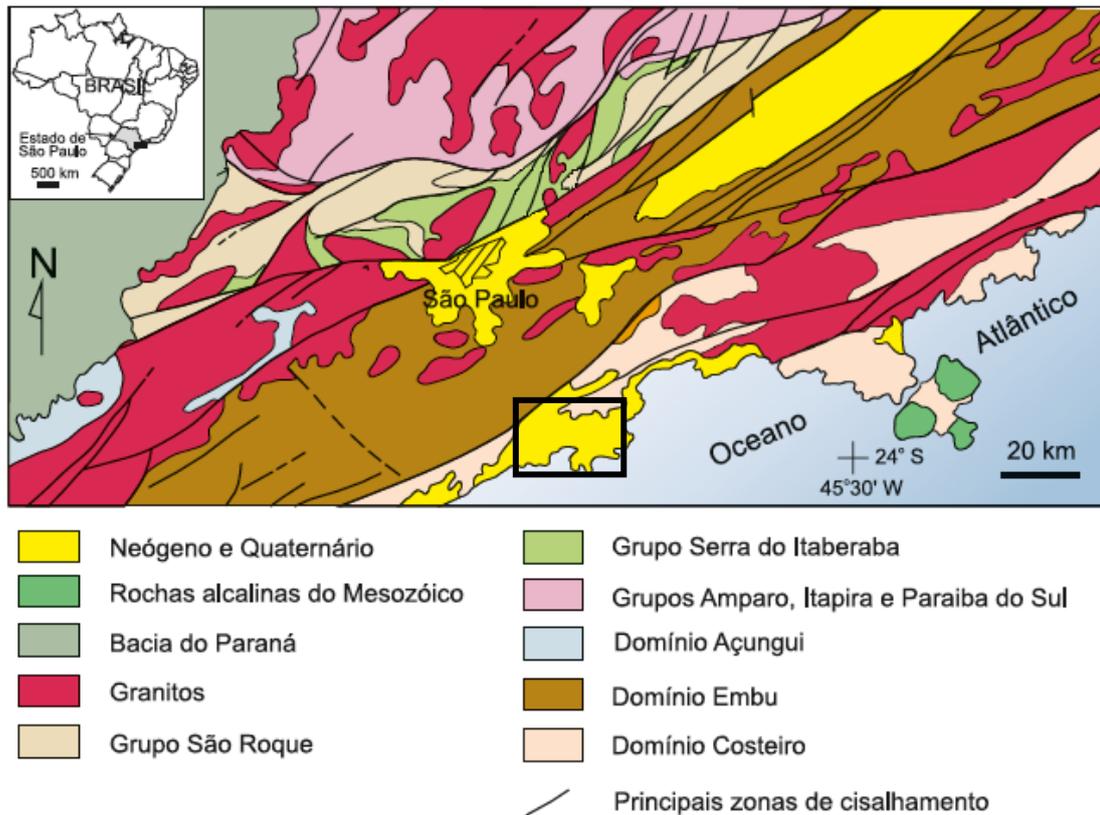


Figura 3 - Localização do litoral de São Paulo na porção sul do Complexo Costeiro e seu contexto regional. Retângulo preto indicando a região da Baixada Santista nesse mapa.

Fonte: Almeida et. al., 1988.

O clima da Baixada Santista é classificado como quente super úmido, sem época seca (CEPAGRI-UNICAMP, 2017). As temperaturas médias na Baixada Santista são de 24,6°C. As maiores médias registradas foram de 34,4°C e menores de 13,3°C. Nessa região, o clima é muito influenciado pelo relevo, possibilitando a existência de diversos microclimas em uma área razoavelmente pequena. Essa influência do relevo no clima deve-se pelo fato da Serra do Mar funcionar como uma barreira dos ventos que sopram do mar para o continente, e por esse motivo, à umidade proveniente do Oceano Atlântico é bloqueada pela Serra provocando um aumento no índice pluviométrico local, responsável pela existência de uma Floresta Pluvial Tropical (ou Ombrófila Densa). Outra razão para a ocorrência destes microclimas é a interferência humana, alterando as características do relevo, vegetação e até na poluição do ar (VALERIANO e PONZONI, 1989). Essas características reunidas são responsáveis pelas variações bruscas do clima, aliadas à grande pluviosidade e intensa nebulosidade.

Em índices de pluviosidade, a região do litoral paulista é considerada a área mais chuvosa do Brasil, pois possui forte influência dos fatores geomorfológicos existentes. Os meses mais chuvosos são: dezembro, janeiro e fevereiro, e os menos chuvosos são junho, agosto e outubro. Entretanto, durante o inverno é comum à ocorrência de frentes frias vindas do oceano que provocam aumento na pluviosidade mesmo nos meses mais secos (VARGAS, 1981).

A vegetação predominante na Baixada Santista é a vegetação primária, ou nativa da Mata Atlântica. Trata-se de uma floresta densa, latifoliada, também conhecida como mata ombrófila úmida. Na região da Serra do Mar foi implementado o Parque Estadual da Serra do Mar, o qual representa a maior porção contínua preservada de Mata Atlântica no Brasil. (RODRIGUES, 1992).

O critério para a escolha das áreas de estudo foram diversos, porém os principais são: o fato de serem bairros com moradias antigas (década de 20/30 do século XX) coexistindo com moradias recentes (década de 80 do mesmo século); onde se observam áreas urbanizadas e áreas de matas preservadas coexistindo; estão classificadas na Lei de Uso e Ocupação do Solo Municipal (LUOS, Lei Complementar nº 730/2011, e sua alteração: Lei Complementar nº 813/2013) como Zonas de Preservação Paisagística (ZPP); são particularmente interessantes no ponto de vista de preservação por critérios ambientais, físicos ou históricos. As áreas de estudo escolhidas foram os morros Monte Serrat, Caneleira e Marapé (Figura 4).

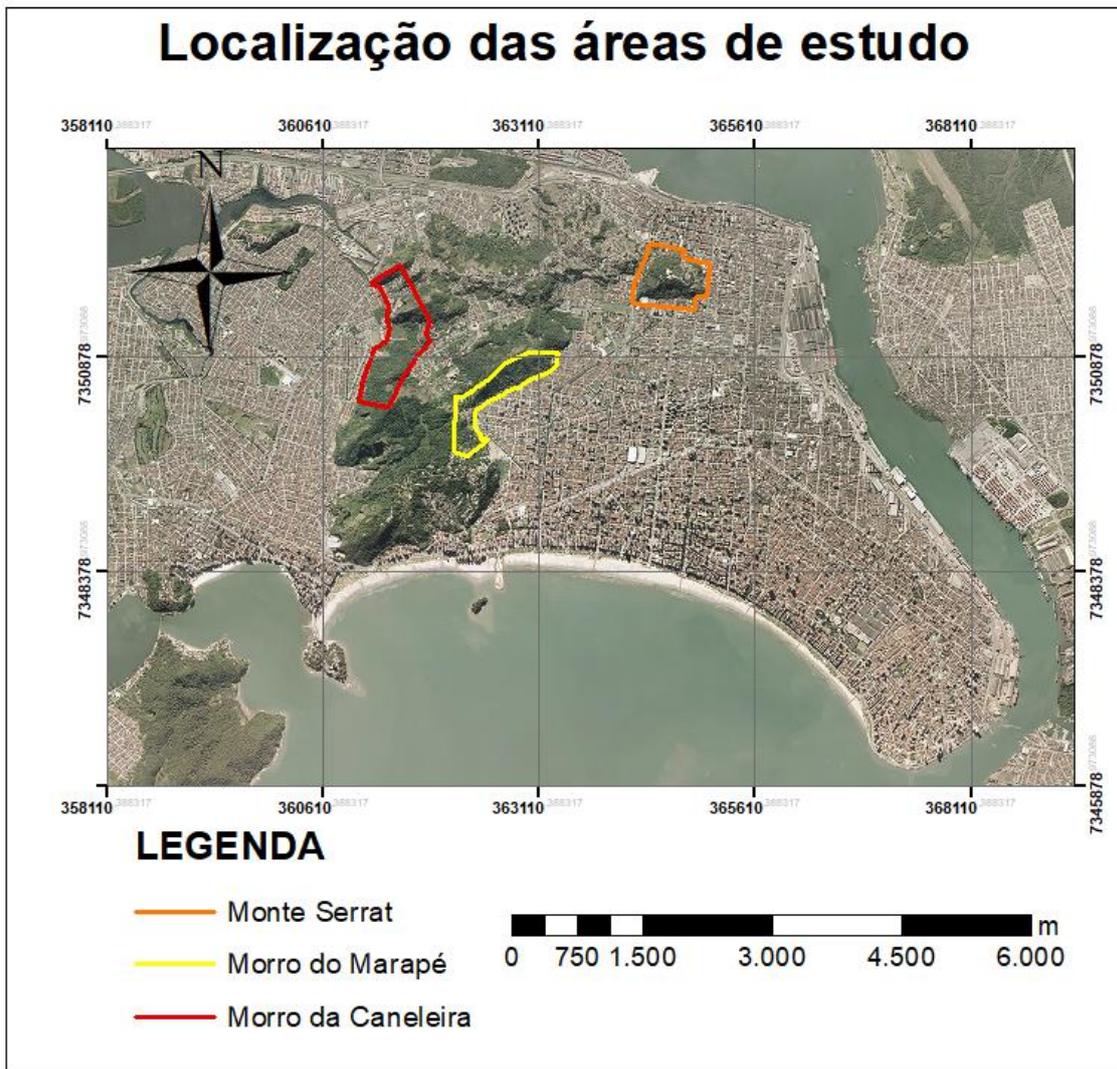


Figura 4 - Localização das áreas de estudo em relação a cidade de Santos.
Legenda: 1. Monte Serrat (em laranja); 2. Morro da Caneleira/Cachoeira (em vermelho); 3. Morro do Marapé (em amarelo).
 Foto: CPRM, 2014.

Vale salientar que grande parte da Zona de Morros é classificada com ZPP, devido sua fragilidade ambiental. Outro fator decisivo na escolha foi a de que nesses locais existem pedreiras desativadas e que estavam em atividade desde início do século XX. Consideraram-se dados do Atlas dos municípios da Mata Atlântica (INPE e SOSMA, 2013) o município de Santos preserva 63% de sua área original de mata atlântica ou ata natural. Observando-se o mapa desse Atlas (Figura 5), esse valor corresponde a área continental, estando a porção insular com apenas cinco fragmentos na zona de morros correspondente a sua área de mata. Os fragmentos 1 (Monte Serrat) e 2 (Morro do Marapé) estão inseridos na área de estudo.

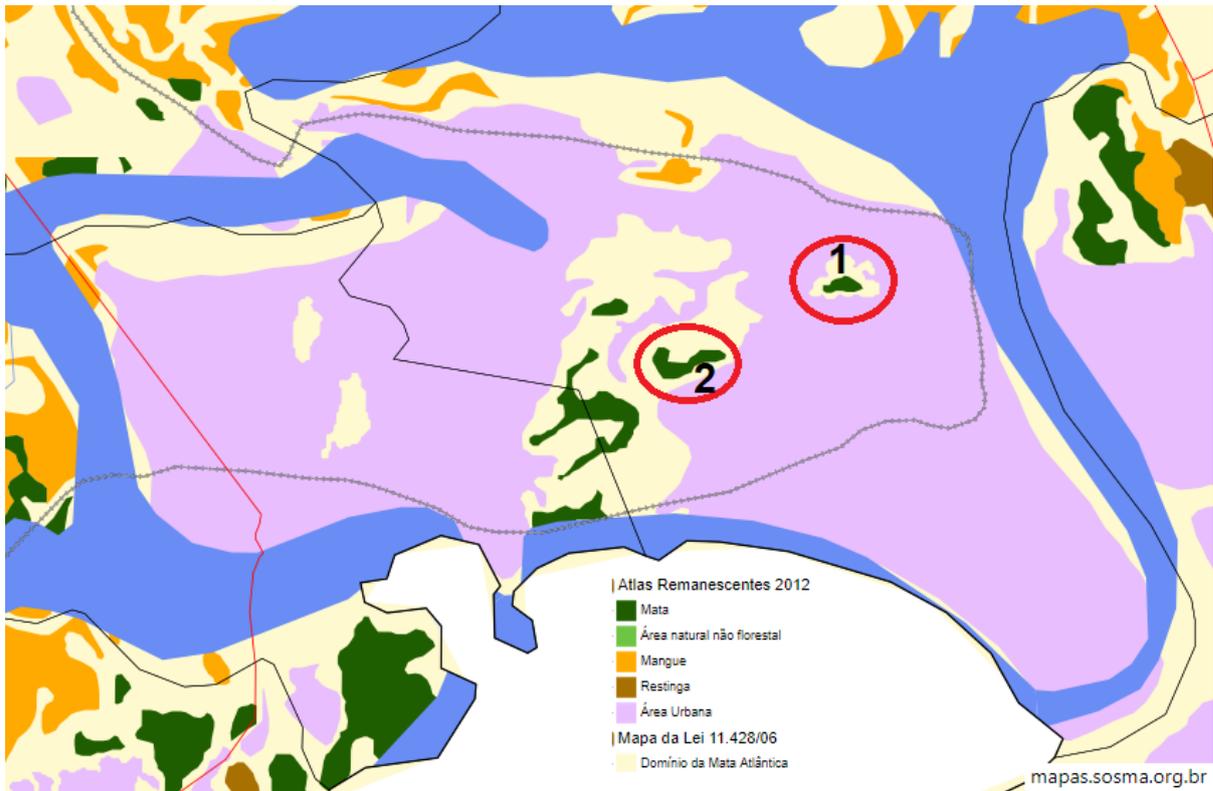


Figura 5 - Área de domínio da Mata Atlântica em 2012. Destaque para os fragmentos: 1) Monte Serrat e 2) Marapé.

Fonte: SOS Mata Atlântica, 2017.

O fragmento 1 corresponde ao terreno próprio municipal, de alta declividade e difícil acesso, mas que está sendo ameaçado por novas construções que avançam a partir do acesso da escadaria Tiro Naval. O fragmento 2 corresponde a encosta superior do Morro do Marapé também preservada por ter alta declividade e difícil acesso.

São as vegetações encontradas em locais de terrenos íngremes e de difícil acesso (Monte Serrat, Marapé e alto do Morro Cachoeira) e que em 1979 essa vegetação correspondia a 30% das áreas dos morros de Santos. A composição das espécies dessa mata é de predominância “arbórea com epífitas, lianas e arbustivas disseminadas no conjunto vegetal que compõe a mata tropical latifoliada úmida”, da Mata Atlântica (IPT, 1979).

As porções que não são dominadas pela vegetação natural ou estão urbanizadas ou possuem uma vegetação diferente desta, ou Vegetação arbustiva rasteira e gramíneas, plantas invasoras que ocupam plantações ou descampados ou são arbustos rasteiros, vegetação de pequeno porto e algumas gramíneas

introduzidas. No ano de 1979 correspondiam a 40% da área de morros, considerando também as áreas de empréstimos (de terra ou rocha).

Nas áreas mais ocupadas é comum encontrar zonas dos morros cultivos agrícolas. No passado essas áreas se destinavam a cana-de-açúcar, para abastecimento do engenho na Caneleira. Na década de 1970, essa cultura se restringia a locais muito específicos. Nessa mesma época o predomínio era do cultivo de bananas, aproximadamente 20% da área total, esse predomínio permanece até os anos atuais.

Posteriormente ao estudo do IPT (1979), foram introduzidas nos morros espécies de bambus, dos quais acreditavam que auxiliariam na estabilização das encostas. De fato, isso ocorreu, entretanto nos dias de hoje, 30 anos após o plantio dos bambus, eles necessitam de poda para evitar o efeito alavanca (quando a árvore tomba devido ao peso ou pela ação dos ventos e traz junto consigo parte da encosta). Como a poda não é realizada pode-se dizer que então o bambu se tornou um risco para a desestabilização das encostas, além de constantemente danificar redes elétricas e casas.

3.2.1 Monte Serrat

O Monte Serrat possui quatro locais de antigas extrações de materiais rochosos, no domínio do Granitóide embrechítico, rocha de maior resistência. Essa rocha possui alto grau de faturamento, que foi intensificado pelo uso de dinamites nas pedreiras, ali localizadas permitindo a formação de blocos de rocha nas encostas no entorno das pedreiras, muitos ainda soltos em meio a vegetação. Além desse litotipo rochoso também são encontrados os migmatitos, associados a zonas falhamentos locais (IPT,1979). Esse fator, aliado a alta pluviosidade local permite a formação de camadas espessas de solo e a alta inclinação da encosta causa a ocorrência de deslizamentos de terra, principalmente em locais com interferência antrópica.

A vegetação local é abrangente e homogênea em toda a encosta, principalmente na porção sul do morro onde se encontra o Próprio Municipal, uma gleba de posse da prefeitura municipal de Santos, que corresponde aos fundos de prédios públicos e que por ser bastante íngreme dificulta seu acesso. Também é

comum encontrar culturas, principalmente em locais urbanizados. Ao longo da escadaria de acesso principal nota-se um intenso plantio de bambus.

A drenagem nessa área é, em grande parte, direcionada às escadarias de acesso. Na última década, o Poder Público realizou duas importantes obras de macrodrenagem nesse local, duas escadas hidráulicas que captam, direcionam as águas pluviais do topo ao sopé da encosta, retendo detritos e sedimentos ao longo do trajeto. Entretanto áreas onde o escoamento superficial não é disciplinado também são comuns.

3.2.2 Morro da Caneleira/Cachoeira

A ocupação das áreas do maciço de São Vicente iniciou-se nesse local com a construção do engenho de São Jorge dos Erasmos entre 1533 a 1535, um dos mais antigos engenhos de cana da capitânia de São Paulo, o Engenho de São Jorge dos Erasmos (ANDREATTA, 1999).

Neste morro também se explorou, com uso de dinamites o setor dominado pelo Granitóide embrechítico que já era fraturado e que aumentou seu grau de faturamento devido as explosões realizadas pela Pedreira São Jorge. Também há blocos rochosos, de diversas dimensões, imersos em meio a vegetação. Também há afloramentos de migmatito com paleossoma dominante que não estão associados diretamente a nenhum falhamento específico. Em seu domínio há a predominância de ocorrências relacionadas a deslizamentos de terra.

A vegetação no topo da área do morro da Caneleira e em grande parte do morro da Cachoeira é composta por mata natural, principalmente a área do Engenho dos Erasmos. No morro da Caneleira, em grande parte observam-se culturas, de bananas principalmente, uma vez que esse bairro é intensamente habitado.

Em ambos os morros se predominam a drenagem natural, onde, no morro da Caneleira os cursos d'água estão intensamente alterados, devido a ocupação, principalmente um córrego que nasce no Morro Santa Maria (topo do Morro da Caneleira) e desagua no canal da Av. Eleonor Roosevelt (já no bairro da Caneleira) e que será ilustrado no capítulo da discussão. Até casas foram construídas nas

margens desse curso d'água que atravessa o bairro paralelamente à Rua das Pedras.

No morro da Cachoeira, há um córrego que nasce no Morro da Nova Cintra e desagua no mesmo canal do anterior, e que possui uma pequena queda d'água que denomina o bairro. Esse curso d'água está levemente alterado pelas ocupações a montante, mas em menor grau do que a drenagem da Rua das Pedras.

3.2.3 Morro do Marapé

O histórico de ocupação foi muito semelhante aos morros anteriores. Assim como o Morro da Caneleira/Cachoeira é uma rota muito utilizada para interligar as zonas intermediárias e Zona noroeste de Santos. Seu principal acesso é pela Avenida Antônio Manoel de Carvalho que liga o Bairro do Marapé ao Morro da Nova Cintra.

A geologia local é muito semelhante com a do Monte Serrat, ou seja, há afloramentos tanto do granitoide como dos migmatitos, com o diferencial apenas em sua geologia estrutural, bem mais intensa. Além das supracitadas fraturas, também se evidencia uma considerável zona de cisalhamento (ZC), ou seja, de intensa alteração na estrutura dessas rochas, e concomitante as áreas onde há um grande histórico de ocorrências de quedas de blocos rochosos e deslizamentos de terra. Essa ZC encontra-se do lado direito de quem acessa o Morro da Nova Cintra pela Av. Antônio Manoel de Carvalho.

No alto da encosta tem-se área preservada, assim como indicado na figura 5, pelo número 2. Próximo ao Cemitério Memorial também se tem áreas preservadas, dentro da propriedade particular. Nas demais há uma mistura de zonas predominantes de culturas, próximos a áreas habitadas e descampados em faixas de declividade elevada.

O sistema de drenagens também é semelhante ao Monte Serrat, incluindo porções sem disciplinamento das águas pluviais.

4 RESULTADOS

A rocha predominante deste maciço rochoso é o granitóide embrechítico, em contato com migmatitos e com o granito Santos (Figura 6). Também são observados diques preenchidos com rochas intrusivas básicas, localmente metamorfizadas (metabasitos), além de solos e sedimentos recentes (SADOWSKI, 1984). Alguns aspectos relevantes para os movimentos de massa foram considerados nesse capítulo, como a composição mineralógica da rocha e suas estruturas. .

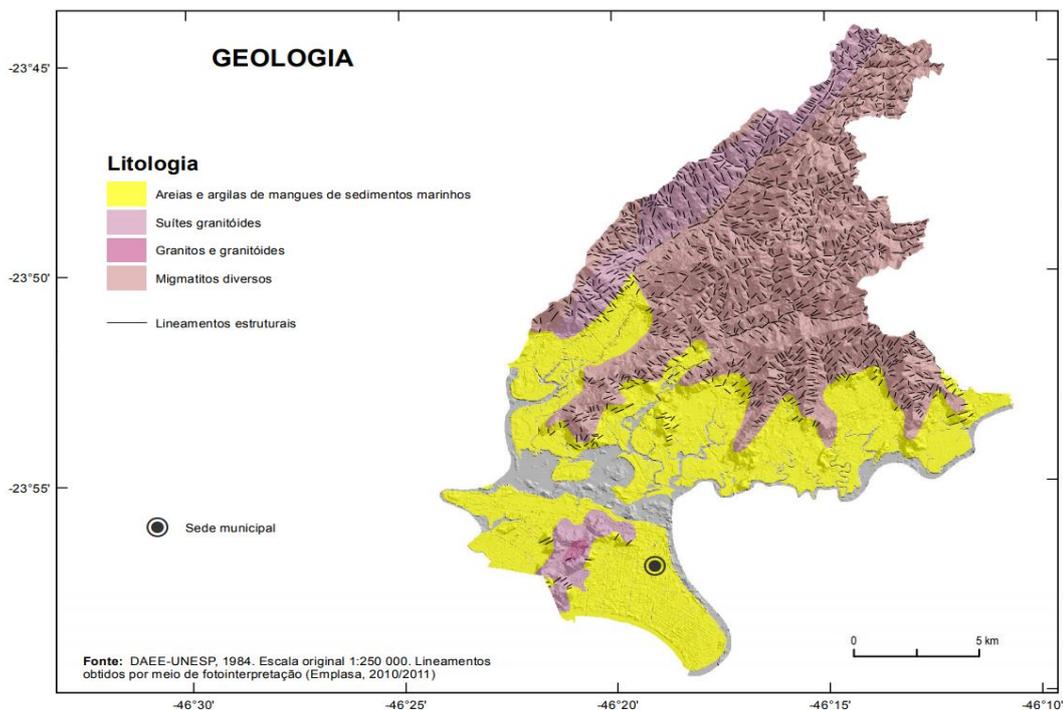


Figura 6 - Geologia do município de Santos, com a localização dos litotipos encontrados.
Fonte: CPRM, 2014.

Cada um dos litotipos será descrito em detalhes a seguir em sequência estratigráfica a seguir.

4.1 Granitoides embrechíticos ou Granitos com Megacristais orientados

É o litotipo mais comum nos Morros de Santos. Estas rochas foram classificadas como embrechíticas (IPT, 1979 apud SADOWSKI, 1974) e correspondem a uma rocha de coloração rósea a cinza (Figura 13), de granulação

média variando de levemente a intensamente deformada, com composição semelhante ao Granito Santos (Figura 7). Foram classificadas por Sadowski (1974) como embrechíticas por se tratar de rochas homogêneas, com megacristais orientados, podendo estar relacionados a rochas xistosas ou gnáissicas.

Os solos decorrentes deste tipo de rocha são pouco espessos, com alguns matacões dispersos ou com o surgimento de grandes lajes. Com isso essa rocha possui uma grande predisposição à queda de blocos, sendo este tipo de evento, localmente maior do que os deslizamentos de solo. A geologia estrutural é representada por esforços rúpteis em geral com direção NE-SW embora existam fraturas de alívio para a direção NW e algumas N-S.

Está associado em alguns pontos a outras rochas como os migmatitos (Figura 15), e esses contatos são observados no Alto do Chapadão (Figura 7), Jabaquara, Santa Maria, entre outros morros. Já os afloramentos ocorrem nos seguintes locais: Morro do Saboó, Morro do Marapé, da Penha, Monte Serrat, Morro do Jabaquara, Caneleira (Tetú) que pode ser observado na Figura 13, onde essa rocha aflora no quintal de algumas residências.



Figura 7 - Granitóides embrechíticos, afloramento no Morro do Tetú.

Fonte: Acervo pessoal, 2015.

4.2 Granito Santos

O granito Santos foi encontrado ao longo das encostas do morro do José Menino, Morro Santa Therezinha, na porção sudeste do Morro do Marapé. Trata-se de uma rocha intrusiva, de coloração rósea a bege, de textura porfirítica, com fenocristais de feldspato potássico variando de 0,5 a 5 cm em uma matriz média a grossa composta por quartzo, plagioclásio, biotita e muscovita (Figura 8). Por possuir duas micas este granito também é denominado Granito Santos duas micas.

Por se tratar de uma rocha ígnea maciça, normalmente há ausência de estruturas tectônicas nessa rocha. Entretanto granitos normalmente possuem juntas atectônicas formadas devido ao seu resfriamento. Essas juntas permitem a formação de blocos rochosos de tamanhos diversos por associações dessas estruturas juntas nos três eixos direcionais podem individualizar blocos.

O granito Santos é um litotipo muito localizado nos morros de Santos, com afloramentos, somente no Morro Santa Therezinha e José Menino, porções do maciço mais próximas da praia. Por ser uma rocha mais resistente ao intemperismo, em geral a incidência de blocos rochosos na zona do granito Santos é maior que a de deslizamento de solo.



Figura 8 - Amostra do Granito Santos com os porfirocristais de K-Feldspato e grande quantidade de biotita na amostra.

Fonte: Acervo pessoal, 2015.

4.3 Milonito recristalizado

Milonitos são rochas associadas a zonas de falha ou cisalhamento, responsável pelas foliações nas rochas. A composição mineralógica contém:

Microclina (pertita), quartzo (ribbons), oligoclásio e biotita. Os minerais acessórios encontrados foram: muscovita, zircão, apatita e opacos. (IPT, 1979). Esse litotipo pode ser observado em exposições localizadas nos seguintes morros: Pacheco, Boa Vista, Penha, Chapadão do Cruzeiro, Av. Martins Fontes.

4.4 Migmatitos

Os migmatitos são rochas metamórficas de alto grau, onde a temperatura de metamorfismo é tão elevada que a rocha inicia um processo de fusão parcial, gerando um bandamento que subdivide a rocha em duas bandas: Neossoma e paleossoma, porção que sofreu fusão parcial e a que não sofreu, respectivamente. Constituem os grupos de rochas mais complexos que existem nos morros de Santos. São divididos, em dois subgrupos: os migmatitos de paleossoma dominante e os migmatitos estromatíticos.

O primeiro com formam faixas alongadas, de coloração acinzentada médio a escuro, homogênea, de granulometria fina e com foliação muito semelhante ao bandamento gnáissico. São rochas onde a fragilidade está no contato entre as bandas, por esse motivo não há tendência de formação de blocos rochosos e sim de solos, portanto ocorrem deslizamentos de terra em seu domínio.

Afloramentos deste litotipo são encontrados nos Morros da Nova Cintra (Av. Antônio Manoel de Carvalho, próximo à lagoa da Saudade, Jabaquara (final da Av. Guilherme Russo), e alguns pontos do Saboó).

O outro grupo, os migmatitos estromatíticos, possuem esse nome devia a textura macroscópica assemelhar-se a um estromatólito. Suas estruturas são semelhantes ao outro migmatito e tende a formação de solos espessos com predominância de deslizamentos de terra. Ocorrem na porção NE do maciço, em corpos sub lenticulares e alongados, e de acordo com estrutura planares. As dimensões destes corpos são muito variadas. Ocorrem de forma bandada, de coloração cinza médio, granulação média a fina e bandamento gnáissico bem demarcado. A mineralogia essencial do neossoma é constituída por: microclina micropertítica, quartzo e oligoclásio. Já o paleossoma possui como mineral principal o plagioclásio, como acessórios têm-se: biotita, muscovita, zircão, apatita e opacos.

O neossoma apresenta orientação e é comum observá-lo dobrado (Figura 9), em alguns locais encontram-se faixas intercaladas dos granitóides embrechíticos com o paleossoma, denominado de hornblenda-biotita gnaiss (Figura 9).

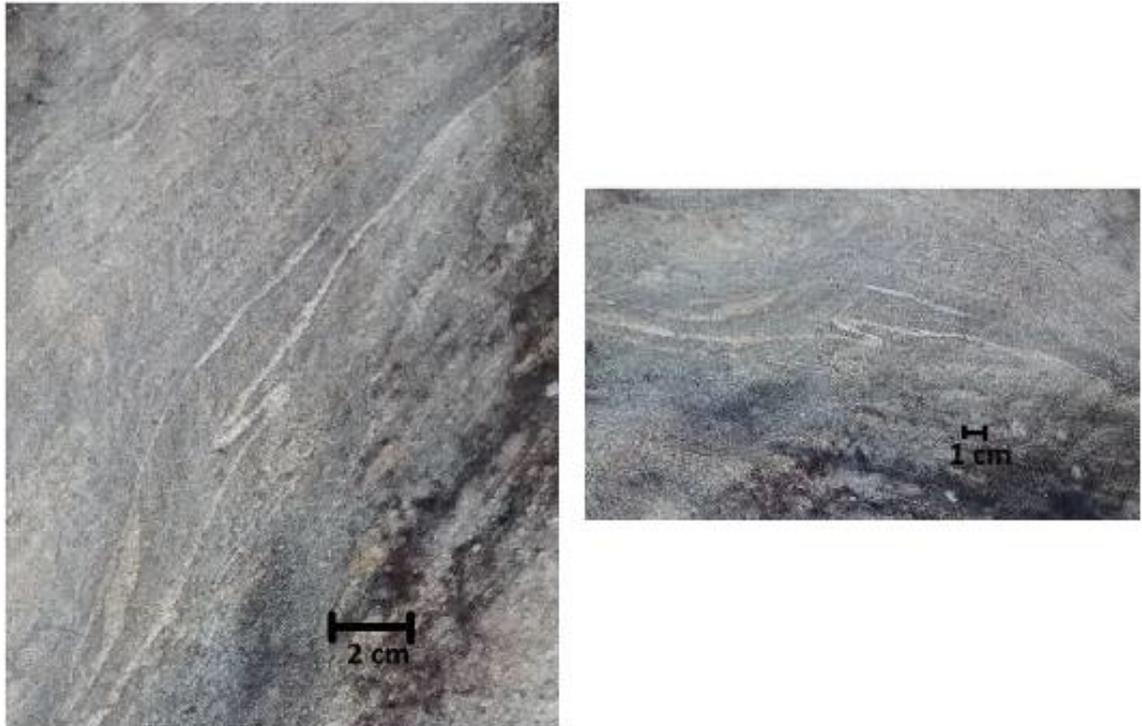


Figura 9 - Afloramento embaixo de uma casa, no Monte Serrat.

Fonte: Acervo pessoal, 2015.

Esse paleossoma chega a aflorar em alguns pontos, como ao lado do CECONV do Morro do Santa Maria e nos fundos da garagem municipal, no sopé do Monte Serrat, no bairro da Vila Nova. O solo deste litotipo tem como espessura algumas dezenas de metros, e não é comum a presença de matações em meio ao perfil de alteração, portanto em sua área de abrangência são comuns deslizamentos de terra. Essa rocha aflora em locais como: Av. Getúlio Vargas (entrada do município de Santos) e na vertente noroeste do Monte Serrat, como na Figura 10.



Figura 10 - Migmatito e o granitóide embrechítico no Morro do São Bento/Pacheco na UME Magali Alonso.

Fonte: Acervo pessoal, 2015.

4.5 Análise das fotos aéreas da ocupação das áreas de estudo

O trabalho realizado pelo IPT no ano de 2012 incluía também fotos oblíquas resultantes de um levantamento a partir do voo de helicóptero. A partir dessas fotos foram desenhados os acessos às comunidades dos morros e principais acessos, assim como cicatrizes de escorregamentos notáveis e algumas remoções de moradias importantes. Também foram identificados os locais com áreas de ocupações nos morros estudados, seus principais acessos e as características das moradias lá localizadas, os resultados estão a seguir separados por cada Morro analisado. Também foi identificado, algumas áreas de vegetação preservada e de culturas nas mesmas fotos.

4.5.1 Monte Serrat

O acesso a este morro só é possível por escadarias ou pelo bondinho funicular ali instalado. Sua principal escadaria é denominada Caminho Monsenhor

Moreira (traçado amarelo na Figura 11) e que serviu de base para a instalação da comunidade mais tradicional do Monte Serrat. Outro acesso importante é a escadaria da Rua Tiro Naval (traçado vermelho na Figura 12).

Os chalés no ano de 1980 as moradias concentravam-se no Caminho Monsenhor Moreira e em menor número pela Rua Tiro Naval. No final dessa década, a necessidade de mais locais para novas moradias e a expansão habitacional a partir desses dois acessos foi criada a comunidade do Caminho da Pedreira (elipse azul nas Figuras 11 e 12), Mais recentemente um trecho íngreme, a partir do nicho IV do Caminho Monsenhor Moreira, foi ocupado e denominado de Vila Lelé (elipse laranja na Figura 11). Também se destacou com um tracejado marrom na Figura 11 a cicatriz do grande escorregamento de 1928.

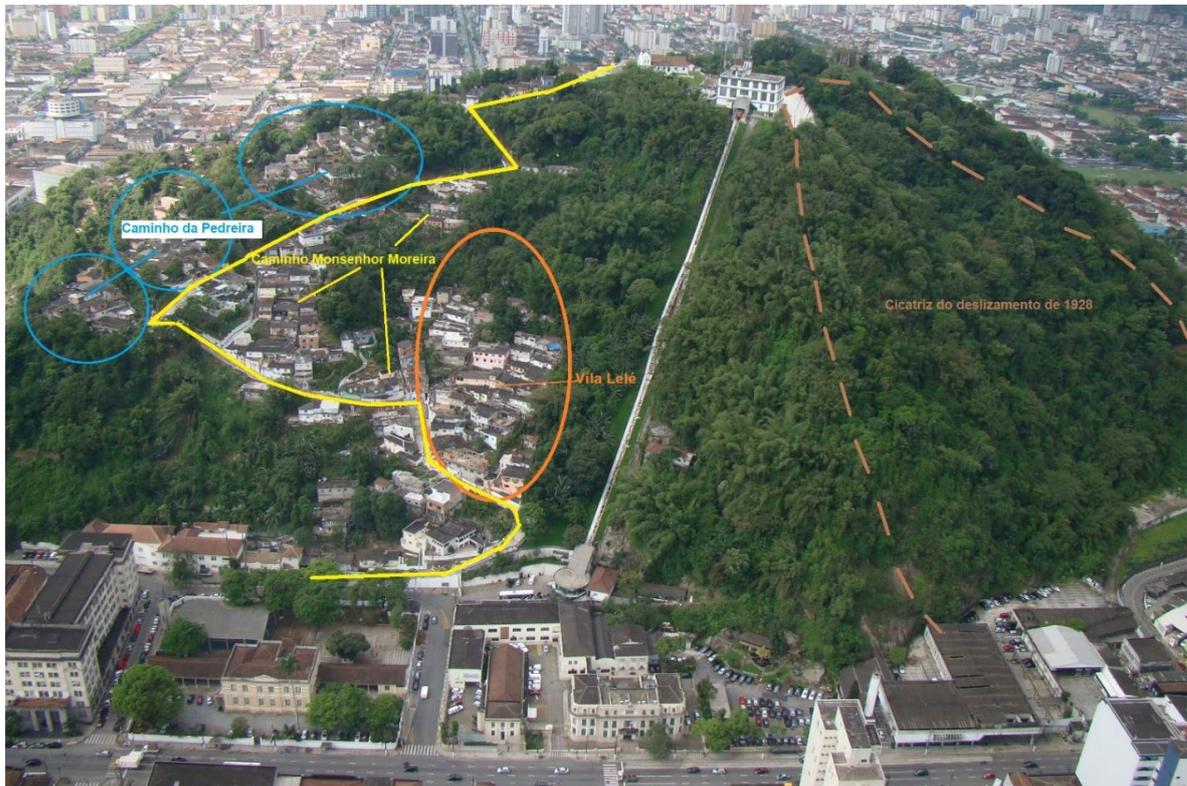


Figura 11 - Foto oblíqua da vertente Norte do Monte Serrat, com as subdivisões das comunidades. Legenda: azul - o Caminho da Pedreira; amarelo - o Caminho Monsenhor Moreira; laranja - a Vila Lelé; marrom - a cicatriz do grande deslizamento de 1928.

Fonte: Adaptado de IPT, 2012.



Figura 12 - Foto oblíqua da vertente leste do Monte Serrat, com seus principais acessos e suas comunidades. Legenda: azul - o Caminho da Pedreira; vermelho - a escadaria Tiro Naval; amarelo - a porção final do Caminho Monsenhor Moreira, principal acesso local até o Santuário.

Fonte: Adaptado de IPT, 2012.

4.5.2 Caneleira e Cachoeira

Estes morros são divididos pela descida do Morro da Caneleira, (Alameda Prefeito José Gomes, traçado vermelho na Figura 13), via que interliga o Morro da Nova Cintra e a Zona Noroeste da ilha de Santos. Essa rua se interliga à Avenida Nossa Senhora de Fátima, a principal avenida da zona Noroeste, através do Caminho São Jorge (traçado em rosa pink nas Figuras 13 e 14).

O morro da Cachoeira possui algumas habitações nas duas vias, elipse verde no canto superior da Figura 14.

Já o Morro da Caneleira possui 3 acessos principais além do Caminho São Jorge, são eles: Rua das Pedras (traçado roxo nas Figuras 13 e 14), Caminho Particular São Jorge (traçado amarelo nas Figuras 13 e 14 também) e o Caminho da Esperança (traçado em cinza na Figura 14). Também é possível observar um canal

de drenagem delimitado em azul na Figura 13. A comunidade no em torno da Rua das Pedras e do Caminho da Esperança é denominada de Morro do Tetéu e a comunidade ao longo do Caminho Particular São Jorge é a população tradicional do morro da Caneleira.

No início do século XX funcionava nesses morros a Pedreira São Jorge (Figuras 13 e 14), atualmente desativada, e onde hoje funciona uma oficina de máquinas. O local foi utilizado para extração de rocha com uso de dinamite e assim como no caso do Monte Serrat a área próxima e entorno, não deve ser utilizada para fins habitacionais, (IPT, 1979). O resultado foi uma ação do Ministério Público (MP) e posterior assinatura de um Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) por membros da PMS para que essa área não fosse reocupada (A TRIBUNA, 2010). Também se destacou a localização do Estádio Espanha, na Figura 13, o campo de jogos do Jabaquara Futebol Clube.



Figura 13 - Foto oblíqua adaptada ilustrando a divisão entre o Morro Santa Maria e o Morro da Caneleira, a localização das casas removidas em relação aos principais acessos ao bairro.

Fonte: Adaptado de IPT, 2012.

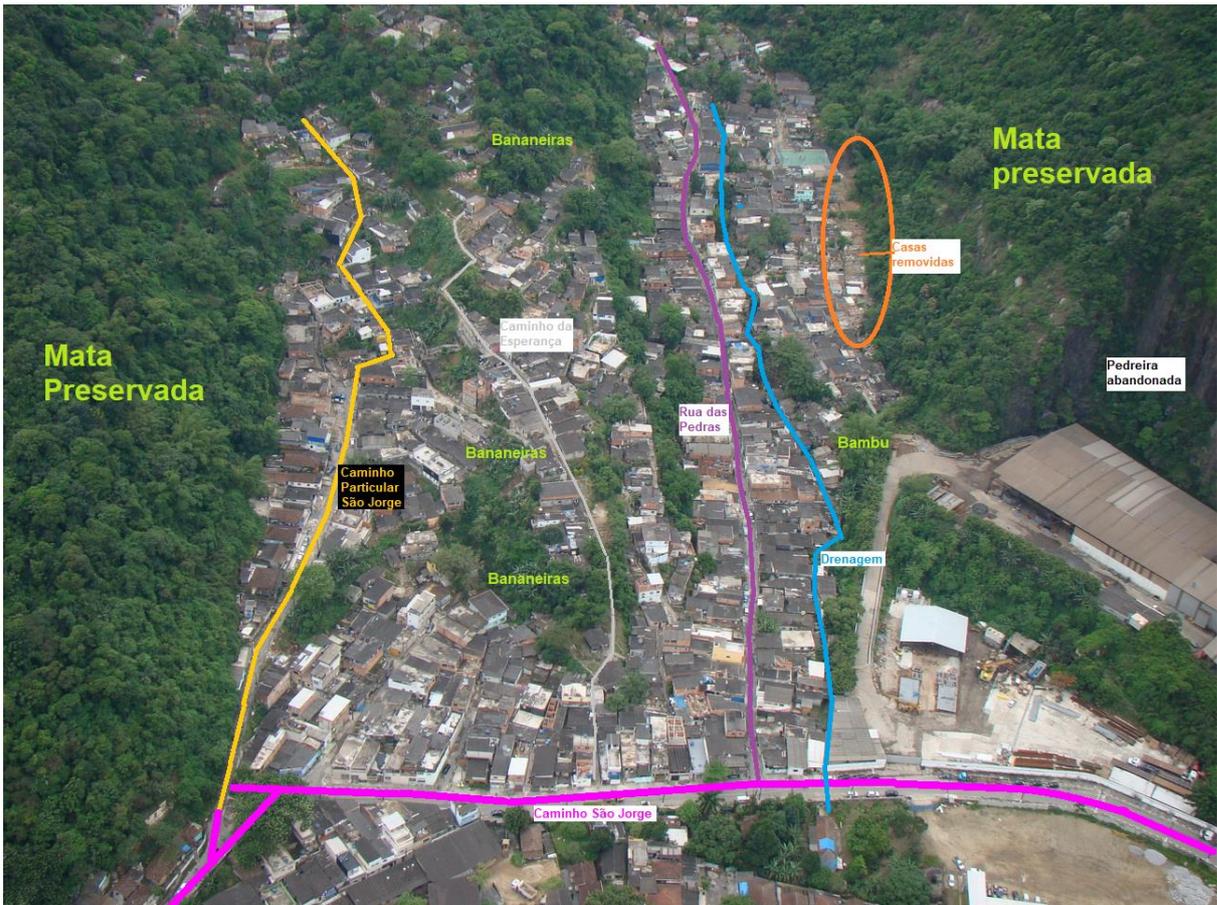


Figura 14 - Foto oblíqua adaptada ilustrando a localização das casas removidas em relação aos principais acessos ao bairro e a rede de drenagem natural existente no bairro.

Fonte: Adaptado de IPT, 2012.

4.5.3 Morro do Marapé

A ocupação do Morro do Marapé se iniciou nas zonas mais baixas e próximas da Avenida Antônio Manoel de Carvalho (traçada em preto na Figura 15). A partir desse acesso surgiram as Ruas 01 (em rosa), 02 (em vermelho) e 09 (em amarelo). Dessas somente a Rua 02 permite acesso por carro, as demais são escadarias. A Rua 05 interliga a Rua 02 com a Rua Romeu Acceturi (Anexo 2), já na parte plana do bairro do Marapé.

O final da Rua 09 encontra-se com o final da Rua 06 (traçado roxo) uma escadaria com início na Rua Napoleão Laureano e servindo como único acesso a Rua 03 (em verde), ambas desenhadas na figura 16.



Figura 15 - A avenida Antônio Manoel de Carvalho é representada pelo traço preto no meio da foto. O traço amarelo representa a Rua 09, o vermelho a rua 02, cinza a 05 e em rosa a Rua 01. Nesse ângulo observamos muitas bananeiras e algumas touceiras de bambu. A esquerda temos um fragmento de mata preservada.

Fonte: Adaptado de IPT, 2012.



Figura 16 - No voo para a direita temos as Ruas 06 (em roxo), Rua 03 em verde e o final da Rua 09 em amarelo. Notar a área de mata preservada no topo da foto.

Fonte: Adaptado de IPT, 2012.

As Ruas restantes são as 7 e 8 (Figura 17), acessadas a partir da Rua Nove de Julho, são moradias bem recentes e em constante ampliação. Ainda na Figura 17 observam-se locais com áreas preservadas, touceiras de bambu e bananeira.



Figura 17 - Área próxima à policlínica do Marapé e Rua Nove de Julho. Legenda: área traçada em branco, que também denomina a escadaria traçada em preto. A partir dela temos acesso às Ruas 7 em laranja e 8 em vinho. O traço em roxo representa o final da Rua 06, que aparece na Figura 22. Observar no alto da imagem a mata preservada e a direita as bananeiras.

Fonte: Adaptado de IPT, 2012.

4.6 Geoprocessamento.

Nas imagens geoprocessadas, observou-se a grande perda de área de mata das 03 localidades estudadas. Foi possível ver também alguns pontos onde a vegetação está preservada e locais onde houve recuperação da vegetação. Dos três morros o que mais perdeu área vegetada foi o Morro da Caneleira/Cachoeira com uma diferença de 112.295,883 m² apesar de uma regeneração considerável na área do futuro parque Municipal do Engenho de São Jorge dos Erasmos.

4.6.1 Monte Serrat

O mapa de uso e ocupação do solo nos anos de 1970 (Figura 18) aponta os locais ocupados por moradias até a década de 70 no Monte Serrat, nas vertentes norte, leste e oeste. Nele também se pode observar a localização das antigas pedreiras.

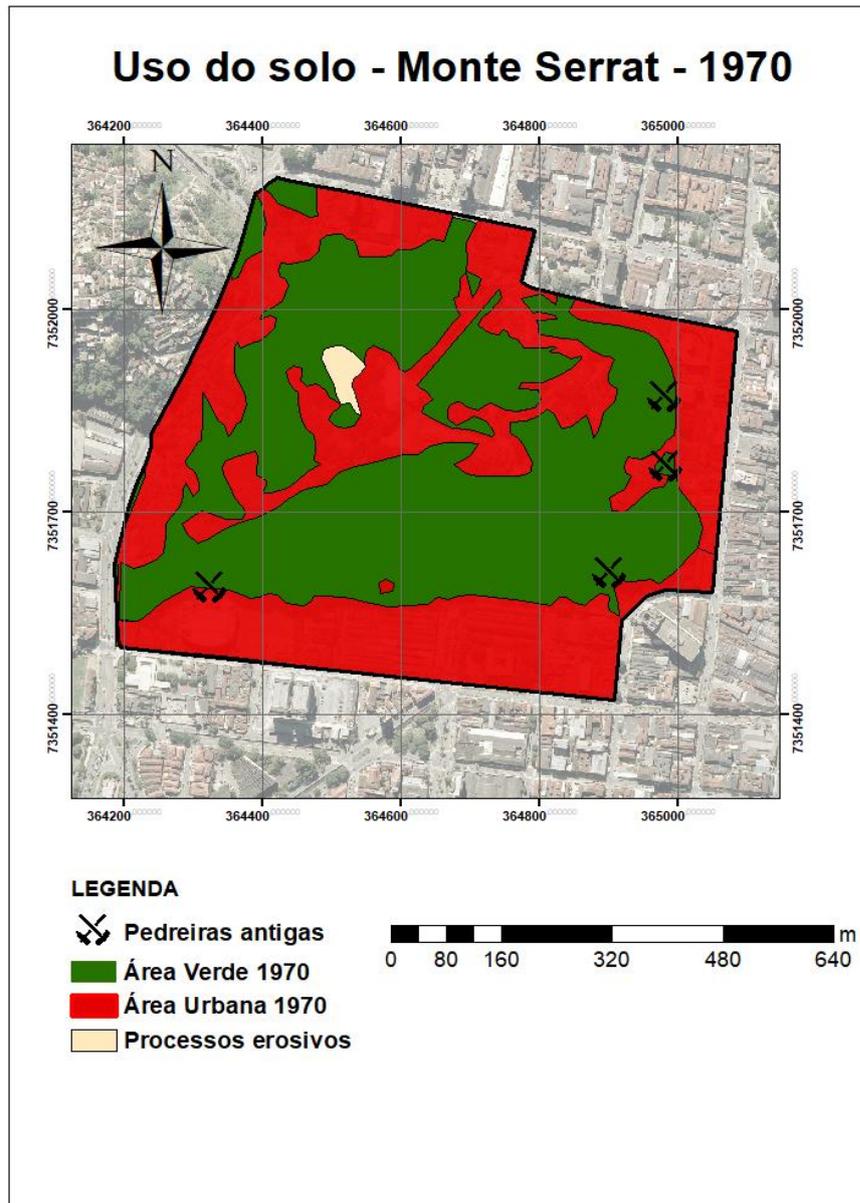


Figura 18 - Uso e ocupação do solo do Monte Serrat no ano de 1970, subdividindo o local em área urbana, área verde e áreas erosivas.

Fonte: CPRM, 2014.

Já quando se observa o mapa de áreas verdes no ano de 2014 (Figura 19) é possível observar uma expansão nas áreas ocupadas anteriormente e a grande

mancha urbana, da vertente leste, atingindo a área de moradias mais antigas vertentes noroeste, substituindo a área de mata nesses locais. Observar que a ocupação urbana atingiu o talude superior das antigas pedreiras.

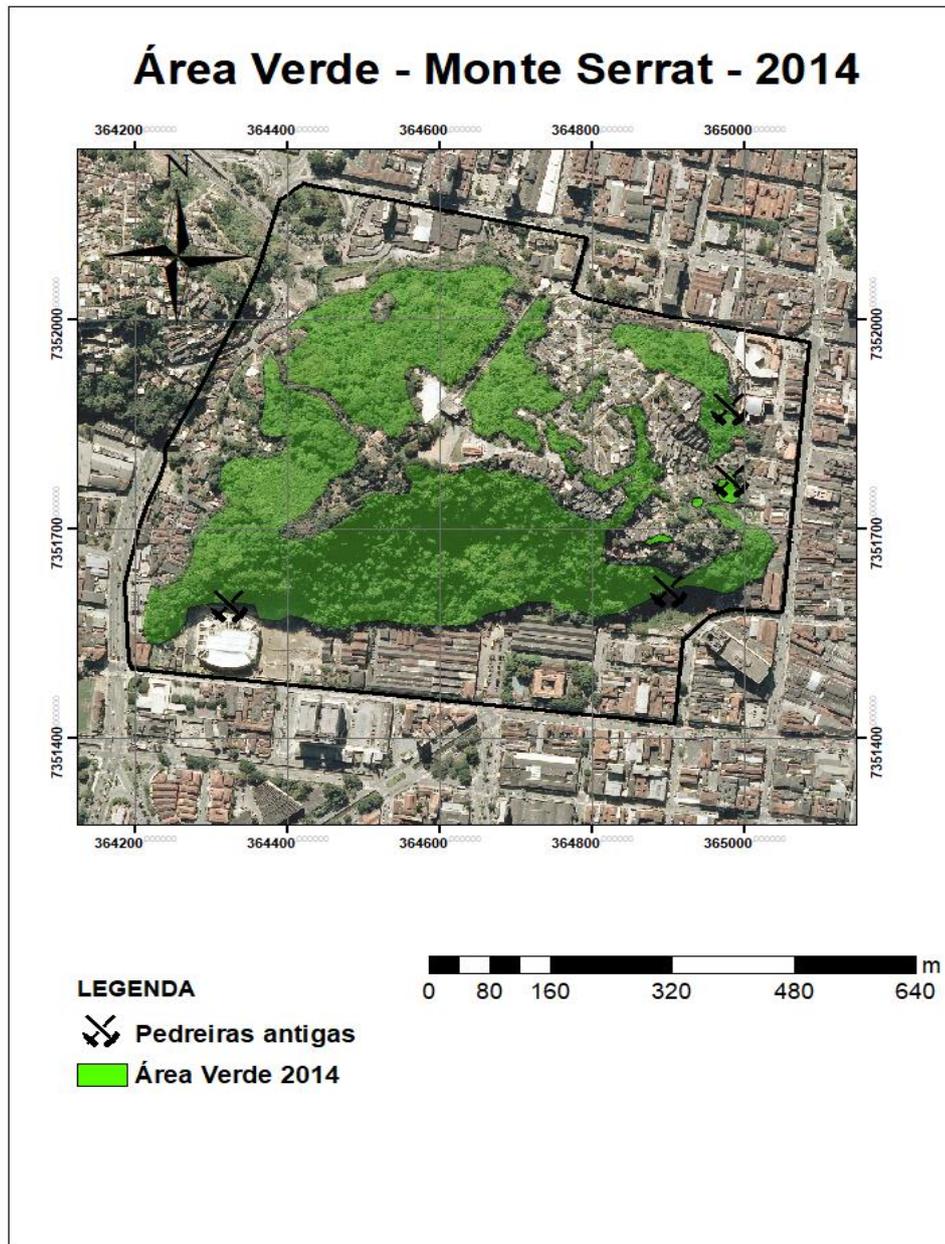


Figura 19 - Áreas verdes no ano de 2014 sobrepostas a foto área com a ocupação do Monte Serrat.

Fonte: CPRM, 2014.

No mapa comparativo entre as áreas verdes de 1970 e 2014 (Figura 20) além da considerável perda e área de mata na vertente nordeste/leste, é possível observar que algumas áreas da vertente oeste e noroeste se recuperaram.

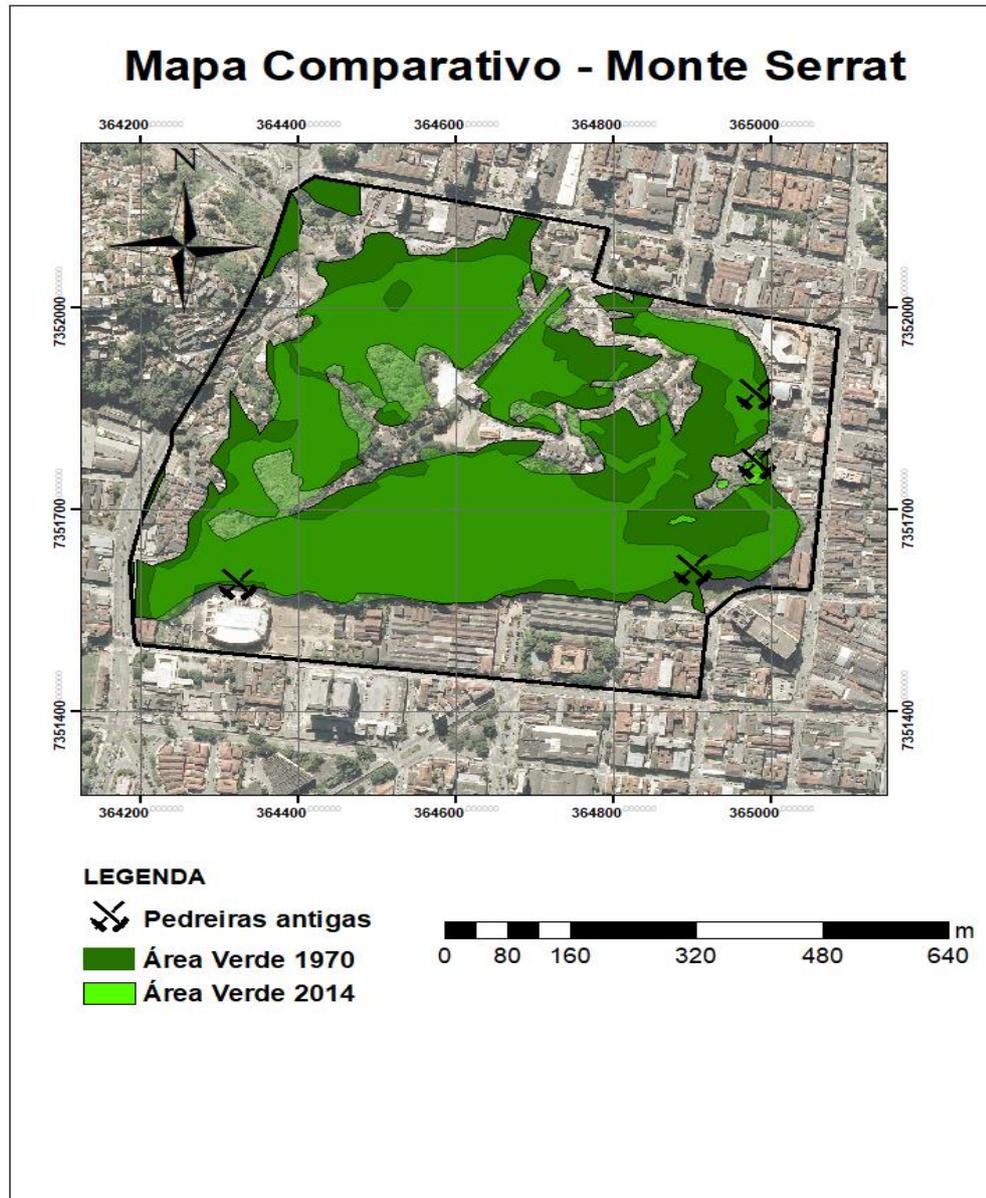


Figura 20 - Áreas verdes no Monte Serrat nos anos de 1970 e 2014 sobrepostas a foto aérea do local.

Fonte: CPRM, 2014.

Além dos mapas foi possível quantificar as áreas verdes dos anos de 1970 e de 2014 para mensurar a área de mata perdida neste intervalo de tempo. O Resultado encontra-se na Tabela 2 a seguir. Em 1970 a soma das áreas verdes era de 260.345,027 m² já em 2014 obtém-se o valor de 203.807,440 m².

Tabela 1 - Comparação das áreas verdes no Monte Serrat nos anos de 1970 e 2014 e a diferença entre os dois valores.

Monte Serrat-1970	Monte Serrat-2014
260.345,027	203.807,440
Diferença (m²)	56.537,587

Posteriormente foram sobrepostos os shapes de área verde com dados da defesa civil de geolocalização das ocorrências na última década, representados pelos pontos vermelhos na figura 21.



Figura 21 - Imagem comparativa ilustrando os locais de perda de mata e locais onde ocorreram deslizamentos de terra ou quedas de blocos rochosos (pontos vermelhos).

Fonte: CPRM, 2014.

4.6.2 Morro da Caneleira/Cachoeira

O mapa de uso e ocupação do solo nos anos de 1970 (Figura 22) ilustra o local exato dos sítios localizados no bairro (mancha vermelha). As áreas em amarelo correspondem a áreas sem vegetação e sem moradias, possivelmente utilizadas como pastagem. Também é possível observar a localização da antiga pedreira São Jorge. Os acessos foram considerados áreas urbanizadas.

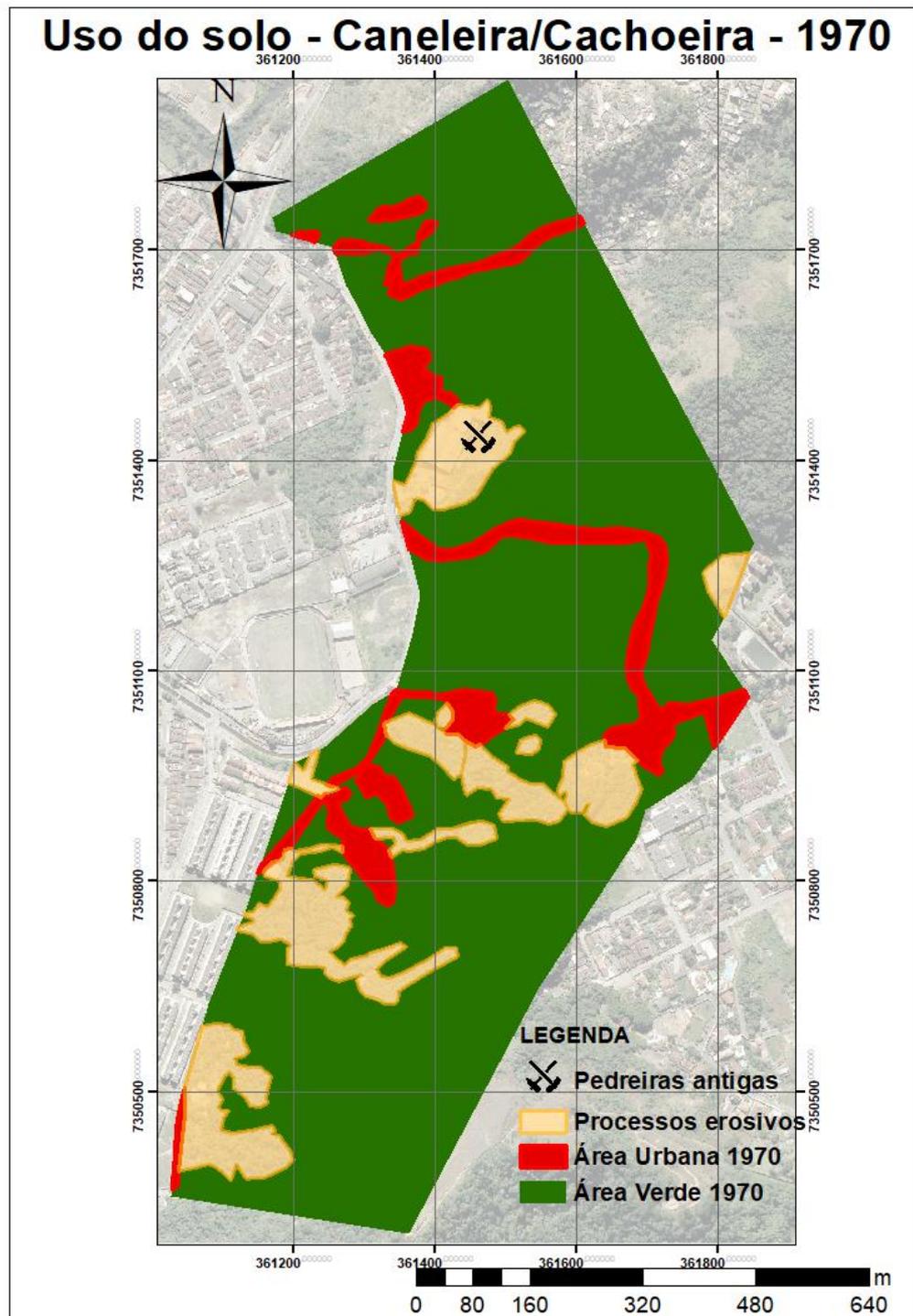


Figura 22 - Uso e ocupação do solo do Morro da Caneleira/ Cachoeira no ano de 1970, com destaque para a mancha urbana, processos erosivos e área verde desta época, sobrepostos a foto aérea.

Foto: CPRM, 2014.

No mapa de área verde em 2014 do Morro da Caneleira/ Cachoeira (Figura 23) é possível verificar o aumento considerável da mancha urbana na zona acima da antiga pedreira

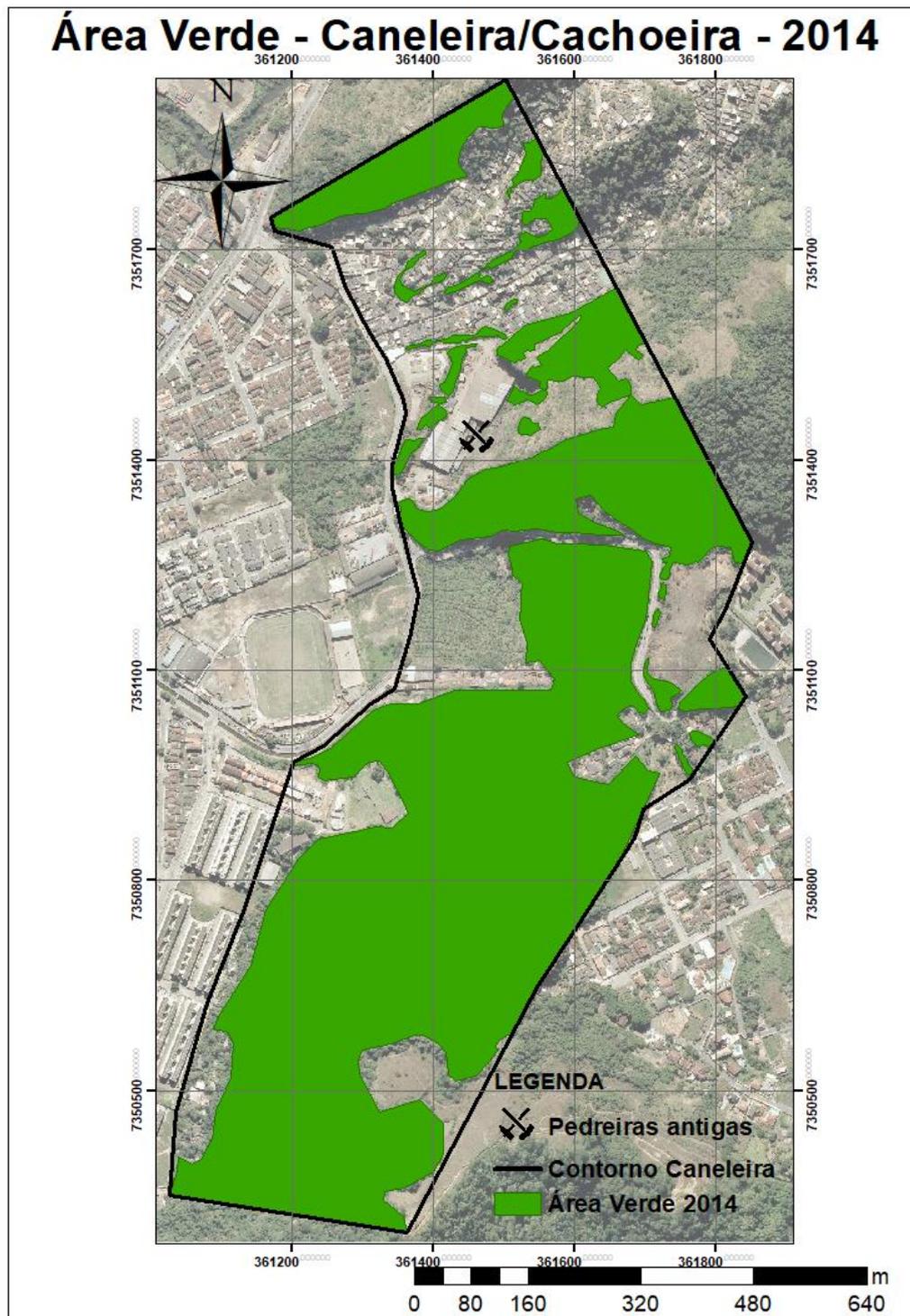


Figura 23 - Áreas verdes no ano de 2014 sobrepostas a foto área com a ocupação do Morro da Caneleira/ Cachoeira.
 Fonte: CPRM, 2014.

No mapa comparativo entre as áreas verdes de 1970 e 2014 (Figura 24) observa-se o maior índice de perda de vegetação na zona acima da antiga pedreira, entretanto é possível observar que algumas áreas da vertente sul/sudoeste se recuperaram.

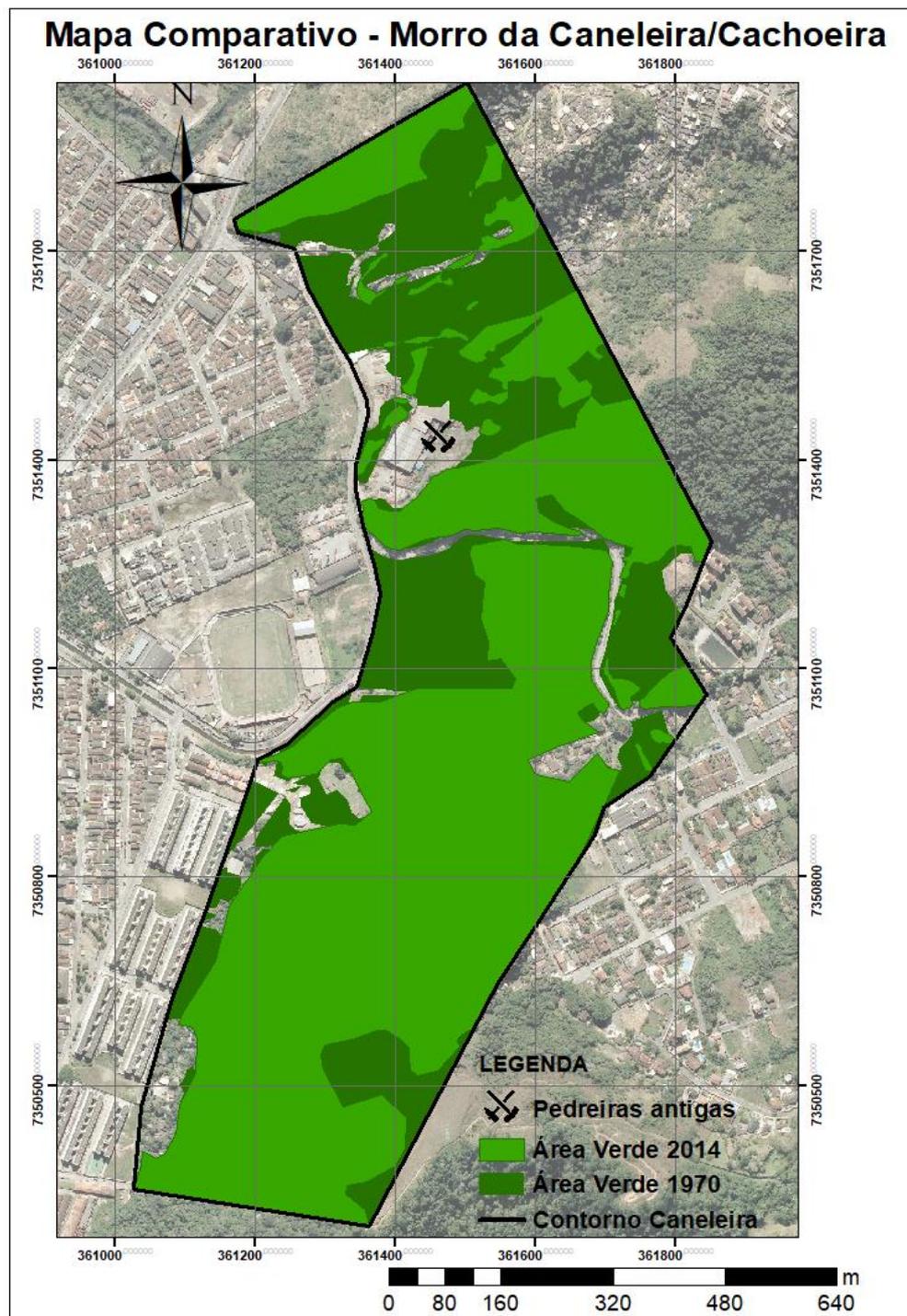


Figura 24 - Áreas verdes no Morro da Caneleira/ Cachoeira nos anos de 1970 e 2014.
 Fonte: CPRM, 2014.

As áreas verdes dos anos de 1970 e de 2014 foram mensuradas e o resultado encontra-se na Tabela 3 a seguir. Em 1970 a soma das áreas verdes era de 538.000,040 m² já em 2014 se obteve o valor de 425.704,157 m².

Tabela 2 - Comparação das áreas verdes no Morro da Caneleira/Cachoeira nos anos de 1970 e 2014 e a diferença entre os dois valores.

Caneleira 1970	Caneleira 2014
538.000,040	425.704,157
Diferença (m²)	112.295,883

A figura 25 é produto da comparação entre a perda de mata e as ocorrências registradas pela defesa civil, entre os anos de 2008 a 2018 nos morros da Caneleira e Cachoeira.



Figura 25 - Mapa comparativo da perda de área verde e a ocorrências de movimentos de massa nos morros da Caneleira e Cachoeira em Santos-SP.

Fonte: CPRM, 2014.

4.6.3 Morro do Marapé

O mapa de uso e ocupação do solo nos anos de 1970 (Figura 26) demonstra que as moradias mais antigas (mancha vermelha) se concentravam no sopé do morro ou próximas aos acessos principais. Nele também se pode observar a localização das antigas pedreiras.

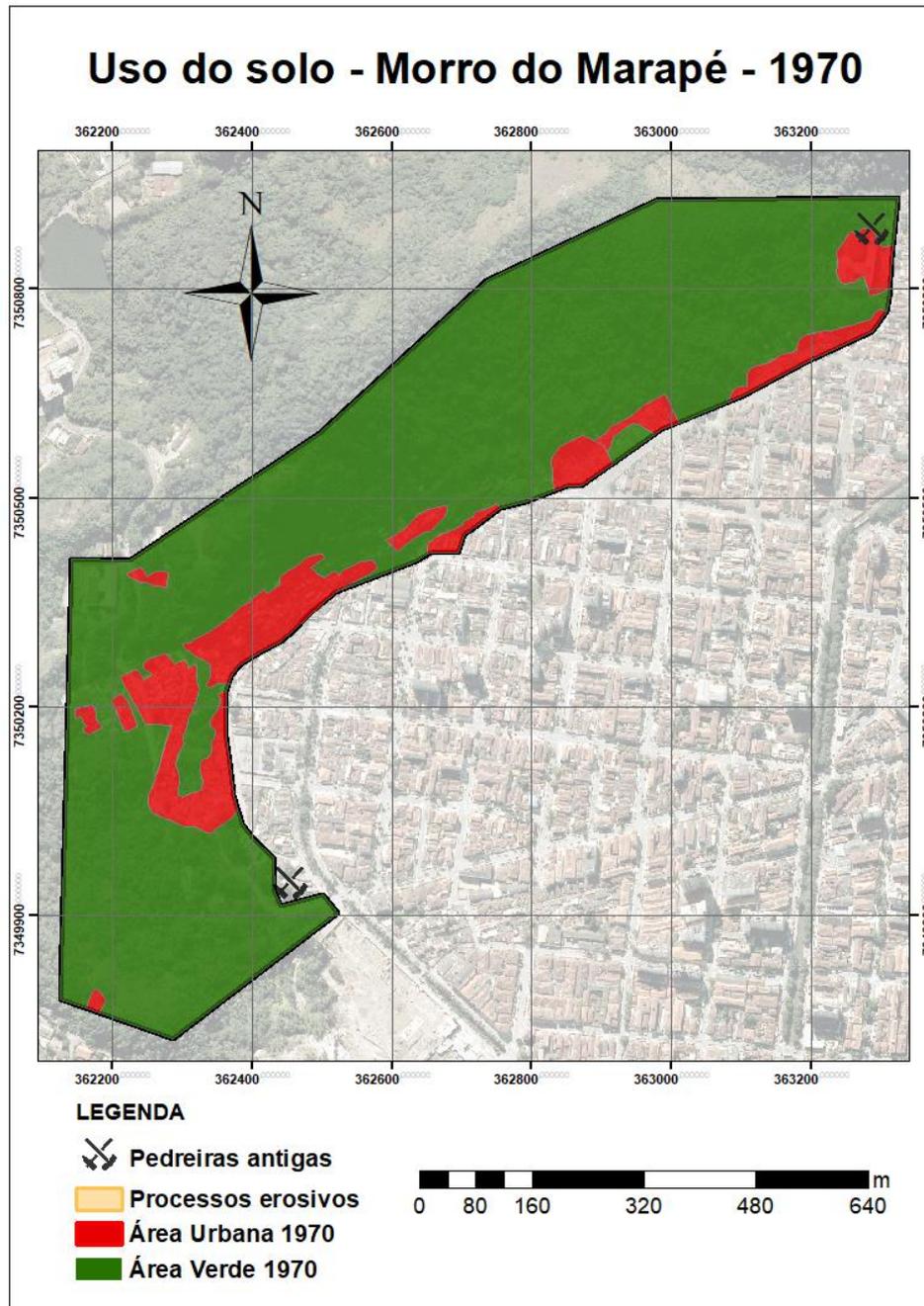


Figura 26 - Uso e ocupação do solo do Morro do Marapé no ano de 1970, subdividindo o local em área urbana, área verde e áreas erosivas.

Fonte: CPRM, 2014.

Já quando se observa o mapa de áreas verdes no ano de 2014 (Figura 27) é possível observar uma leve expansão nas áreas ocupadas anteriormente. Lembrando que essa ocupação substituiu os locais onde existiam mata no ano de 1970.

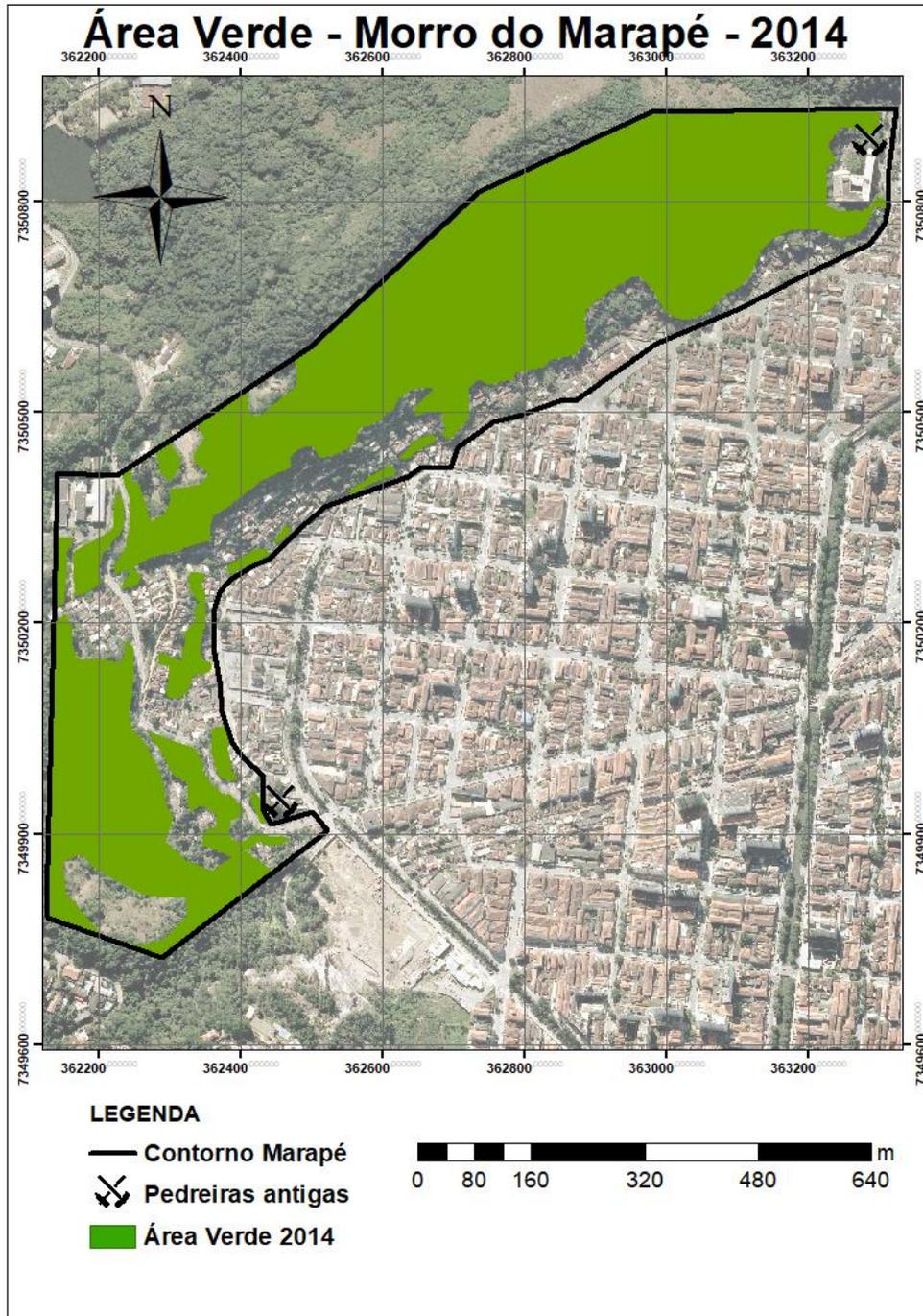


Figura 27 - Áreas verdes no ano de 2014 sobrepostas a foto área com a ocupação do Morro do Marapé.

Fonte: CPRM, 2014.

No mapa comparativo entre as áreas verdes de 1970 e 2014 (Figura 28) além da perda de área de mata próximo aos locais onde existiam moradias no antigo mapa. Também se nota que é quase nulo o aumento de área de mata, uma vez que o Marapé era um morro com muita área de mata preservada.

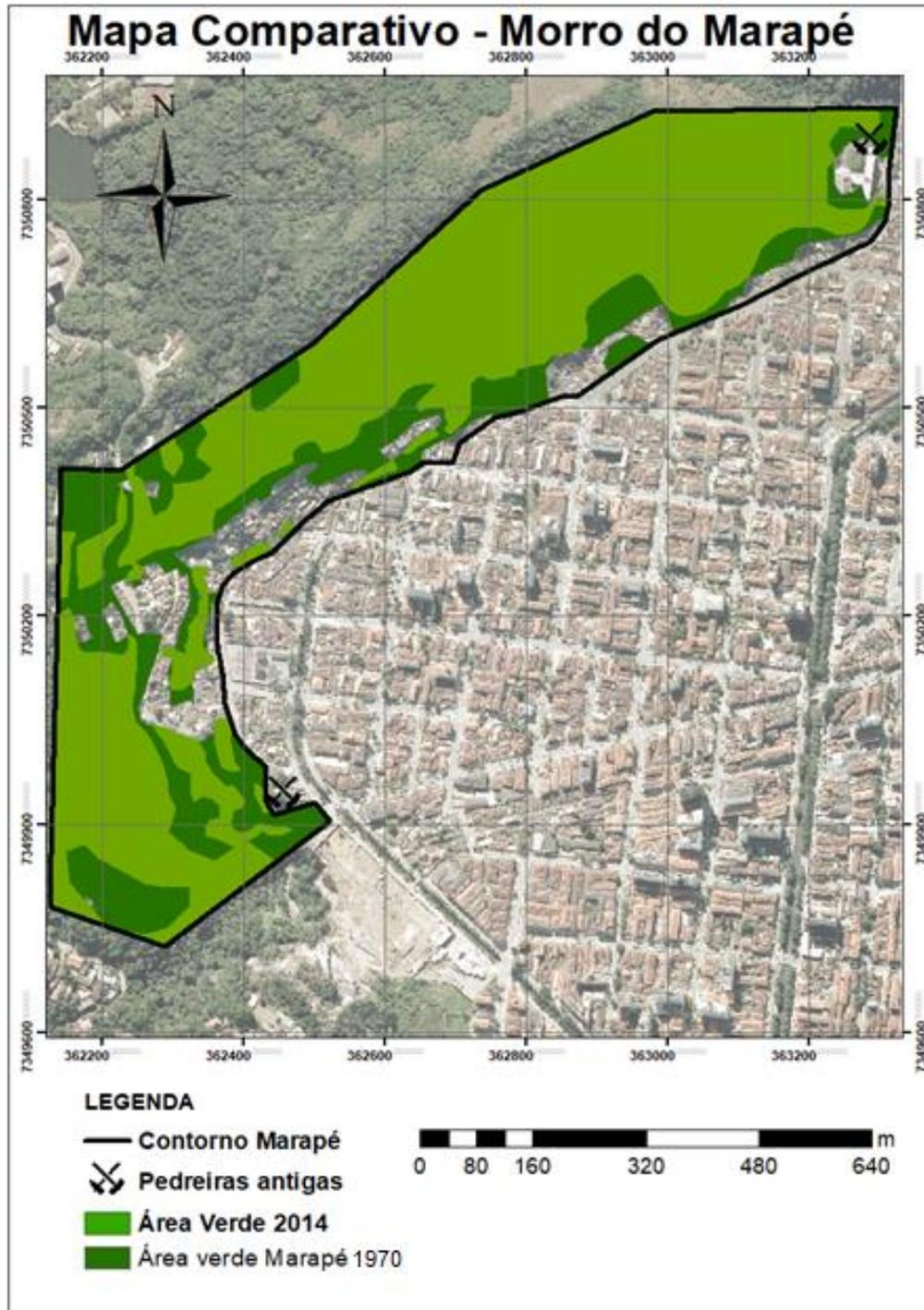


Figura 28 - Áreas verdes dos anos de 1970 (verde escuro) e de 2014 (verde claro) no Morro do Marapé sobrepostas em foto aérea.

Fonte: CPRM, 2014

As áreas verdes dos anos de 1970 e de 2014 foram mensuradas e o resultado encontra-se na Tabela 4 a seguir. Em 1970 a soma das áreas verdes era de 391.453,820 m² já em 2014 obtém-se o valor de 295.188,198 m².

Tabela 3 - Comparação das áreas verdes no Morro do Marapé nos anos de 1970 e 2014 e a diferença entre os dois valores.

Marapé_1970	Marapé_2014
391.453,820	295.188,198
Diferença (m²)	96.265,622

Por último foi realizada uma sobreposição dos dados de comparação entre áreas de mata e as ocorrências de deslizamentos de terra e/ou quedas de blocos rochosos (entre 2008 e 2018) no morro do Marapé, o resultado é representado pela figura 29.



Figura 29 - Imagem comparativa ilustrando os locais de perda de mata e locais onde ocorreram deslizamentos de terra ou quedas de blocos rochosos (pontos vermelhos).
Fonte: CPRM, 2014.

5 DISCUSSÃO

A ocupação dos morros de Santos é antiga e com usos diversos sendo que para fins habitacionais ocorreu de modo mais intenso no final do século XX. Para a construção de moradias se faz necessário a remoção da vegetação ali existente e interferências no terreno.

Movimentos de massa são assuntos cotidianos na vida dos habitantes das áreas de morros. Por sua geologia complexa, composta por diversos tipos de rochas com comportamentos distintos e os altos índices pluviométricos da região, a cidade possui um grande histórico de perdas humanas e estruturais por desbarrancamentos ou queda de blocos rochosos, o que se intensificou com o aumento do desmatamento e ocupação dessas áreas, como mostram os mapas comparando os dados de ocorrências da Defesa Civil, entre os anos de 2008 a 2018, com as áreas verdes de 1980 e 2014.

Movimentos de massa ocorrem quando a força da gravidade supera numericamente a coesão e atrito das partículas de solo e/ ou rocha. São processos naturais que podem ser agravados por intervenções nas encostas. Algumas rochas como os migmatitos principalmente, se predispõem a formar camadas de solo, enquanto os granitos e granitoides tendem a formação de blocos rochosos, considerando a sua composição mineralógica e as estruturas existentes em cada tipo de rocha.

Conhecer a geologia do local é fundamental para saber qual tipo de movimento de massa pode ocorrer em determinado local. Se há alguma alteração no talude, a encosta pode se desestabilizar ou algum bloco pode se soltar da encosta e ocasionar uma perda econômica ou de uma vida.

A urbanização tem como consequência a concentração ou vazamento de águas pluviais, de abastecimento ou servidas (água utilizadas nos serviços domésticos) ou de esgoto no talude (NOGUEIRA, 2002; TABALIPA e FIORI, 2008).

Outro ponto importante, para acelerar processos erosivos são a execução inadequada de aterro ou quaisquer outras ações que altere a morfologia natural da encosta. Taludes com altas declividades ou com altura excessivas de cortes para fins construtivos e o descarte inadequado de lixo são os principais fatores de desestabilização de encostas.

Como visto a maioria deles estão associados à urbanização desordenada das encostas (GIRÃO *et al.*, 2007; NUNES, 2015; NOGUEIRA, 2002).

A vegetação possui um papel fundamental para a estabilidade de taludes e sua retirada favorece a ação de processos erosivos, os principais efeitos da vegetação nas áreas de encosta são: a quebra das gotículas de água pelas folhas e a retirada da água disponível nos solos pelas raízes o que favorece o equilíbrio entre as forças de coesão e atrito do maciço em relação ao peso da encosta (TABALIPA e FIORI, 2008).

Com a utilização das fotos aéreas associadas ao Sistema de Informações Geográficas (SIG) foi possível diminuir a incerteza das análises de áreas vegetadas nesses locais e ainda permitiu a comparação de diferentes períodos. De acordo com (FARIA, 2011) a utilização dessa ferramenta fornece uma análise qualitativa assim como quantitativa da paisagem, uma vez que foi possível observar os locais onde diminuiu a área de mata assim como calcular essa perda.

Nesse trabalho constatou-se que as áreas com vegetação nos 3 morros estudados, sofreu uma enorme redução, principalmente na Caneleira/ Cachoeira que perdeu uma zona de mais de 120 m² de área verde e onde será criado o primeiro parque municipal. Essa redução se deu principalmente pelas moradias irregulares que ali se instalaram, principalmente depois da década de 1980.

Sobre o fato de moradias irregulares, deve-se considerar que a legislação Municipal, representada pelo seu Plano Diretor compreende a susceptibilidade das zonas de morro a desastres naturais e a importância da preservação da vegetação original tanto que a maior parte das áreas é classificada por eles como Zonas de Preservação Paisagística (ZPP).

Nessas zonas não é permitida a ocupação para fins habitacionais somente “para parques ecológicos e/ou arqueológicos [...] e desde que não potencialize impactos quanto: I - instabilidade de encostas; II - erosão; III - assoreamento de drenagem e IV- degradação ou supressão de vegetação do Bioma Mata Atlântica” (MUNICÍPIO DE SANTOS, LEI COMPLEMENTAR 730/2011).

A Legislação indica a preservação dessas áreas remanescentes de vegetação (classificadas como ZPP), pois são áreas importantes para a preservação e minimização dos impactos e preservação do Bioma Mata Atlântica.

As últimas imagens do geoprocessamento de cada morro ilustram a relação direta entre a perda de vegetação e as ocorrências da defesa civil. As imagens

mostram que os movimentos de massa ocorrem sim onde teve perda de vegetação e onde existe ocupação humana.

6 CONCLUSÕES

Foi possível observar a relação entre deslizamentos de terra, ocupações irregulares e perda de vegetação. A principal ameaça de degradação dos três morros foi a ocupação urbana sem controle, que além de desmatar as áreas também induz um aumento considerável no número de ocorrências de processos erosivos. O que indica que a perda de vegetação natural em áreas urbanas resulta tanto de causas naturais, deslizamentos de terra, por exemplo, como de causas antrópicas, trata-se, portanto, de um processo social ambiental urbano. Áreas onde a Defesa Civil atendeu nesses 3 (três) morros estão localizadas, em sua maioria, em áreas de ocupações irregulares e conseqüente perda de vegetação.

Os deslizamentos de terra são produtos de tendências naturais aliados a alterações morfológicas no terreno, provocadas principalmente pela ocupação desordenada.

O clima, o relevo, o intemperismo e principalmente os aspectos geológicos do maciço, composição mineral e estruturas dessas rochas, são fatores deflagrantes de deslizamentos de terra e quedas de blocos.

Dos três morros o que mais teve perda de vegetação, entre os anos de 1970 e 2014 foi a Caneleira/ Cachoeira e a principal causa foi a ocupação irregular dessas áreas, devastando a zona de mata. O Monte Serrat apesar de também sofrer com invasões teve perda de quase metade da área da Caneleira.

As áreas mais preservadas em todos os morros correspondem a propriedades privadas ou municipais e que tem como características principais o difícil acesso e a alta declividade o que impedem a sua ocupação, além da vigilância dos proprietários.

Os passos futuros da Prefeitura Municipal, em relação ao Morro da Cachoeira, onde será criado o primeiro Parque Municipal na área do Engenho de São Jorge dos Erasmos é de fundamental importância para a preservação da área de mata neste morro. A tendência é que com a criação do Parque Municipal, essa área que se recuperou seja preservada e aumentada, pois será uma região de investimento do Poder Público para tal.

7 TRABALHO SUBMETIDO

Revista Geociências - eISSN: 1980-900X

A fragmentação da Mata Atlântica nos Morros da Caneleira e Cachoeira, no período de 1970 a 2014, e sua relação com movimentos de massa em Santos-SP.

Autores: Mayra Macchi Gomes de Moraes; Luciane Alves Maranhão; Juliana Plácido Guimarães

Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas Costeiros e Marinheiros – PPG-ECOMAR - Universidade Santa Cecília - UNISANTA. Rua Oswaldo Cruz, 277 – Boqueirão. CEP 11045-907. Santos, SP. mmmgmaes89@gmail.com

RESUMO

A ocupação de zonas de morros em áreas de predomínio da Mata Atlântica é um grande problema socioambiental para as cidades nos dias de hoje. O município de Santos historicamente sofre com movimentos de massa de diversas escalas e com a ocupação irregular de zonas mais susceptíveis a esses fenômenos, antes ocupadas por vegetação, e que agora são afetadas por processos erosivos. Este trabalho busca correlacionar os dados de perda de vegetação com ocorrências de deslizamentos de terra e/ou queda de blocos rochosos, utilizando-se o Sistema de Informações Georreferenciadas (SIG) para sobrepor os dados em questão. A vegetação é um fator fundamental para a estabilidade de taludes e quando suprimida expõe o solo à processos erosivos. A ocupação humana além de retirar essa vegetação também altera a dinâmica da área favorecendo os movimentos de massa. Devido a essa fragilidade, as zonas de morro são locais prioritários para a preservação.

ABSTRACT

The occupation of hills in areas with a predominance of the Atlantic Forest is a major social-environmental problem for the cities nowadays. The municipality of Santos historically suffers mass movements of various scales and with the irregular occupation of zones more susceptible to these phenomena, previously occupied by vegetation, and which are now affected by erosive processes. This STUDY seeks to correlate the loss of vegetation data with occurrences of landslides and/or falling of rock blocks, using the Georeferenced Information System (GIS) to overlay the data in question. The vegetation is a fundamental factor for the stability of slopes and, when suppressed, exposes the soil to the erosive processes. Human occupation, in addition to removing this vegetation, also alter the dynamics of the area favoring mass movements. Due to this fragility, the hill areas are priority sites for preservation.

INTRODUÇÃO

A zona de morros de Santos é ocupada desde seu período colonial para diversos usos. Sua primeira utilização foi para o plantio a cana-de-açúcar que abastecia o Engenho de São Jorge dos Erasmos, localizado no sopé do morro da Cachoeira, em meados de 1535. Posteriormente foram construídos capelas e mosteiros em outros morros, isso em meados do século XVII. As primeiras moradias nessa zona datam do início do século 20 quando imigrantes portugueses vieram para a construção do Cais do Porto. Nessa época ele também passou a ser explorado para retirada de materiais (areia e brita) para a ampliação do Cais do Porto (AMBRÓSIO, 2012).

Desde o seu crescente aumento econômico, em meados do século XIX, a cidade de Santos (São Paulo, Brasil) possui limitações em seu espaço físico. Por influência do porto, a cidade sempre recebeu imigrantes em busca de oportunidades de trabalho. Por volta da década de 1940-1950, essa classe trabalhadora foi expulsa dos bairros do centro e meia orla, pela classe média que nessa época passou a ocupar a região central da ilha. Para não viver longe do local de trabalho, os operários passaram a ocupar áreas livres nos morros para uso habitacional (DE MELLO, 2008). Esse processo está intensificando no atual momento, devido a recessão econômica, o que provoca uma pressão maior para a ocupação de áreas intocadas do bioma Mata Atlântica nessa porção da ilha.

Na região da Serra do Mar, onde está inserida a cidade de Santos, a floresta Ombrófila densa era a vegetação predominante e ocupava mais de 95% de sua área, sendo o restante composto por manguezais e banhados. Atualmente a Mata Atlântica ocupa somente 7% desta área ocupada no passado, e o que restou está intensamente fragmentado (VARJABEDIAN, 2010) e disposto em uma matriz composta por centros urbanos, áreas de cultivo agrícola ou de pecuária ou exploração mineral, denominados de vetores de pressão (CÂMARA, 2005) (MORELLATO et. al. 2000). Este tipo de vegetação ocorre desde o Nordeste até o extremo sul do país e é característica das áreas de encostas das Serras do Mar e Geral, além de ilhas litorâneas na região entre os Estados do Rio de Janeiro ao Paraná (CAMARA, 2005).

As zonas de morro são locais susceptíveis a movimentos de massa e, portanto, áreas prioritárias para a preservação. Na cidade de Santos, essas áreas são classificadas no Plano Diretor como Zonas de Preservação Paisagística (ZPP) e compreendem também zonas de interesse ambiental e/ou histórico de Áreas de Preservação Permanente (APP's), sendo assim protegidas pela legislação das três esferas de governo.

Santos possui um histórico de movimentos de massa significativo. O primeiro grande deslizamento que se tem notícia ocorreu em 1928, no Monte Serrat e teve como consequências 80 vítimas fatais, a destruição de oito casas e de parte das instalações da Santa Casa. Outros graves deslizamentos ocorreram nas décadas seguintes, até que em 1979 o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) iniciou um estudo pioneiro no país que resultou na primeira Carta Geotécnica Brasileira, o relatório nº 11.599, com o título de: "*Levantamento das condicionantes do meio físico e estabelecimento de critérios normativos para a ocupação urbana dos morros de Santos e São Vicente*".

Esse documento foi elaborado com a função de padronizar a ocupação nessas áreas que possuem um histórico trágico de deslizamentos de terra e foi motivado pelos deslizamentos do ano de 1978, com 100 vítimas e quatro óbitos.

Entretanto as ocupações mais recentes, do final do século XX não seguiram o planejamento da Carta Geotécnica e ocuparam áreas de mata, suprimindo a vegetação e alterando a dinâmica da encosta e a morfologia do talude. Essa problemática é observada em várias cidades brasileiras que possuem zonas de morros em seus territórios. A ocupação irregular dessas zonas, de modo não planejado é um problema de ordem socioambiental.

A vegetação é fundamental para a estabilidade de taludes por diversos fatores os principais são: intercepta e reduz as gotículas de chuva, impede o escoamento superficial e retira água do solo, o que impede sua saturação. O Morro da Cachoeira é uma área preservada tanto que nele será instalado o primeiro Parque Municipal. Já o morro da Caneleira é um dos principais locais com aumento de ocupação irregular nas últimas décadas. Sendo assim, o presente estudo visou verificar a correlação no número de deslizamentos de terra e a fragmentação das zonas de mata, nos Morros da Cachoeira e Caneleira no município de Santos, litoral do Estado de São Paulo.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenho das áreas verdes foram utilizados polígonos a partir do software Quantum GIS (QGIS) no ano de 1970 e de 2014. Como base para os polígonos de área verde de 1970 foi utilizada a Carta Topográfica de São Vicente elaborada pelo Instituto Geográfico Cartográfico (IGC) e para o ano de 2014 utilizou-se a foto aérea base da Carta de Susceptibilidade do município de Santos (IPT/CPRM, 2014).

Tanto o desenho como a comparação dos polígonos foram realizadas no Sistema de Informações Geográficas (SIG) por intermédio do software livre Quantum GIS 2.18 para a obtenção das áreas de mata antigas e atuais.

A Defesa Civil, como órgão municipal responsável pelo atendimento e registro das ocorrências de movimentos de massa na cidade de Santos disponibilizou a localização das ocorrências nos morros de Santos nos últimos 10 anos (2008 a 2018). Esses dados foram sobrepostos aos dados da análise de áreas verdes nos anos de 1970 e 2014.

ASPECTOS FÍSICOS DA BAIXADA SANTISTA

O clima da Baixada Santista, de acordo (CEPAGRI-UNICAMP, 2017) é classificado como quente super úmido, sem época seca. As temperaturas médias na Baixada Santista são de 24,6°C, máximas de 34,4°C e mínimas de 13,3°C. Nessa região, o clima é muito influenciado pelo relevo pela influência da Serra do Mar que funcionar como uma barreira dos ventos do mar para o continente bloqueando a umidade proveniente do Oceano Atlântico aumentando o índice pluviométrico local. Por essa causa temos ali uma Floresta Pluvial Tropical (ou Ombrófila Densa). Em índices de pluviosidade, a região do litoral paulista é considerada a área mais chuvosa do Brasil. Os meses mais chuvosos são dezembro, janeiro e fevereiro, e os menos chuvosos são junho, agosto e outubro (VARGAS, 1981).

A vegetação predominante na Baixada Santista é primária, ou nativa da Mata Atlântica, uma floresta densa, latifoliada. Na região da Serra do Mar foi

implementado o Parque Estadual da Serra do Mar, o qual representa a maior porção contínua preservada de Mata Atlântica no Brasil (RODRIGUES, 1992).

No aspecto físico, a Baixada Santista é denominada como Província Costeira, que segundo ALMEIDA (1974) é subdividida em duas zonas: Serrania Costeira e Baixada Litorânea. Na Ilha de São Vicente, que compreende a porção insular dos municípios de Santos e São Vicente, observa-se além da área plana o maciço de São Vicente que abriga os morros isolados. Com área aproximada de 8,30 Km² de área, e altitudes máximas de 220m, no sentido Norte/Sul, sendo observado desde o centro histórico do município até a praia (OLIVEIRA, 2011).

Os aspectos geológicos regionais são representados pelo Complexo Costeiro, subdividido em dois blocos distintos: Bloco Norte e Bloco Sul. De acordo com SADOWSKI (1984), o Bloco Norte, caracterizado pelo Grupo Açungui representado por migmatitos estromatíticos e rochas associadas. Já no Bloco Sul, Complexo Piaçaguera (HASUI e SADOWSKI, 1976), predominam os migmatitos oftalmíticos e migmatitos estromatíticos cortados por corpos graníticos pós-tectônicos. Ocorrem sedimentos continentais recentes nas margens dos rios (SADOWSKI, 1974).

ASPECTOS FÍSICOS DE SANTOS

A geologia da Ilha de São Vicente (onde se localizam os municípios de Santos e de São Vicente) é representada pelas rochas do Bloco Sul do Complexo Costeiro. Os municípios de Santos e São Vicente são caracterizados por morros isolados embasados pelas rochas do Complexo Costeiro (HASUI E SADOWSKI, 1976).

A principal rocha deste maciço rochoso é o Granito Santos, em contato com migmatitos e granitoides deformados, também são observados diques preenchidos com rochas intrusivas básicas, localmente metamorfizadas (metabasitos), além de solos e sedimentos recentes (SADOWSKI, 1984).

A geologia do Morro da Caneleira e Cachoeira (Figura 01) é composta em grande parte pelo granitóide embrechítico (Figura 02) em contato com o migmatito de paleossoma dominante. Também se observa lineamentos, correspondentes a juntas, falhas e foliações rochosas e foliações de inclinações verticais.

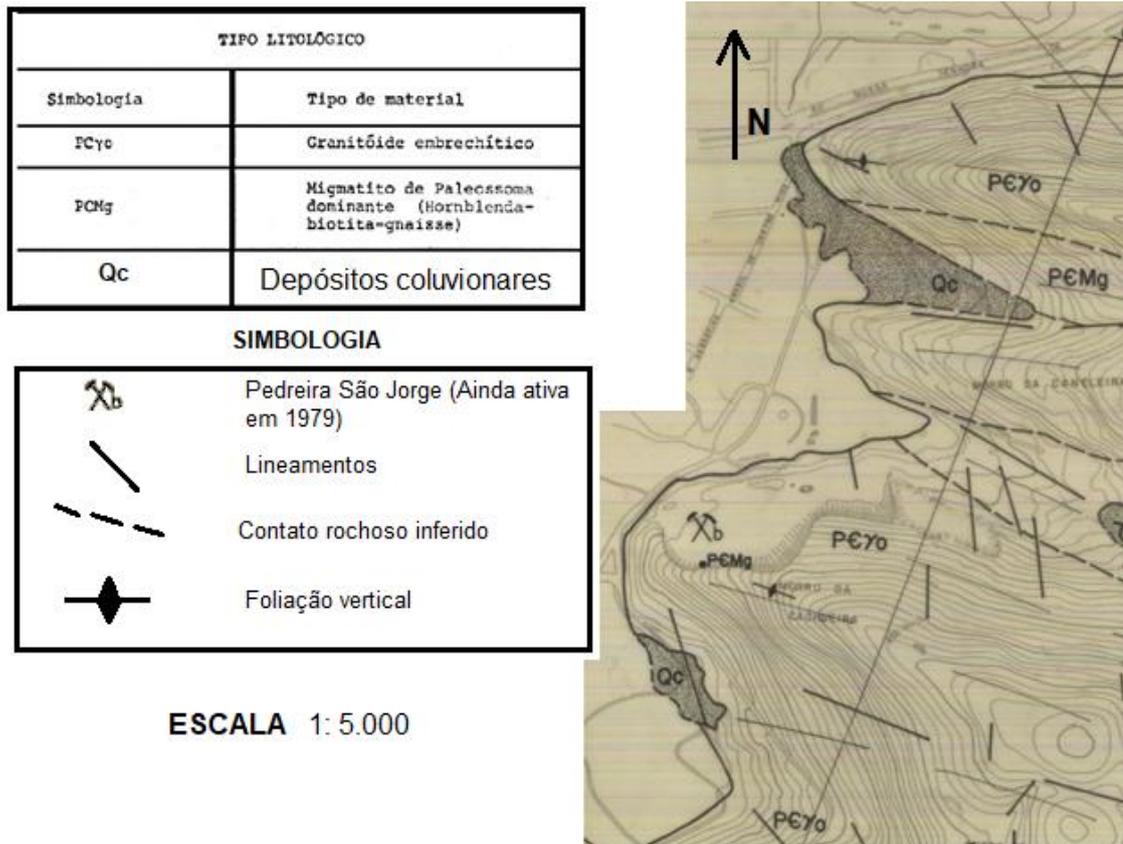


Figura 01: Recorte do Mapa Geológico da Ilha de São Vicente, ilustrando as rochas presentes na área de estudo.

Fonte: IPT, 1979. Figura adaptada.

O granitóide, litotipo comum nos Morros de Santos, foram classificados como embrechítico (IPT, 1979 apud SADOWSKI, 1974) e correspondem a uma rocha de coloração rósea a cinza, de granulação média variando de levemente a intensamente deformada, com composição semelhante ao Granito Santos, composta por feldspato potássico, quartzo, plagioclásio, biotita e muscovita. Essa rocha foi classificada por SADOWSKI (1974) como embrechíticos por se tratar de rochas homogêneas, com megacristais orientados, podendo estar relacionados a rochas xistosas ou gnáissicas.

Os solos decorrentes deste tipo de rocha são pouco espessos, com alguns matacões dispersos ou com o surgimento de grandes lajes, pouco menores do que as lajes formadas pelo Granito Santos. Portanto em seu domínio há uma maior predisposição a queda de blocos rochosos.

Os migmatitos são rochas metamórficas de alto grau, onde a temperatura de metamorfismo é tão elevada que a rocha inicia um processo de fusão parcial, gerando um bandamento que subdivide a rocha em duas bandas: o neossoma e

paleossoma, porção que sofreu fusão parcial e a que não sofreu, respectivamente. Constituem os grupos de rochas mais complexos que existem nos morros de Santos. São divididos, em dois subgrupos: os migmatitos de paleossoma dominante e os migmatitos estromatíticos, sendo o primeiro tipo encontrado nos morros estudados.

O migmatito de paleossoma dominante forma faixas alongadas, de coloração acinzentada médio a escuro, homogênea, de granulometria fina e com foliação muito semelhante ao bandamento gnáissico. A mineralogia desse paleossoma tem como mineral principal o plagioclásio, como acessórios tem-se: biotita, muscovita, zircão, apatita e opacos. Em alguns locais encontram-se faixas intercaladas do granitóide embrechiticos com o paleossoma, denominado de hornblenda-biotita gnaiss

O solo deste litotipo tem como espessura algumas dezenas de metros, e não é comum a presença de matacões em meio ao perfil de alteração, portanto em sua área de abrangência são comuns deslizamentos de terra.



**Figura 02 Granitóide embrechiticos, afloramento no Morro do Tetéu.
Fonte: Acervo pessoal, 2015.**

ÁREA DE ESTUDO

A ocupação das áreas do maciço de São Vicente iniciou-se nesse local com o engenho de São Jorge dos Erasmos (ANDREATTA, 1999). Suas ruínas farão parte do Parque Natural Municipal Engenho de São Jorge dos Erasmos, uma área de

proteção integral para a preservação da biodiversidade (Decreto Municipal nº 788/2017).

Segundo ANDREATTA (1999) a área do Engenho encontrava-se: “malconservada em seu todo, perturbado por processos naturais e antrópicos.” O mesmo relatou que o local “estava parcialmente recoberto pela floresta ombrófila densa, em estágio inicial de regeneração” no final da década de 1990.

No morro da Caneleira, no início do século XX era de chalés de madeira e chácaras. No final do mesmo século, com a expansão do porto e a migração de populações de outros locais do Brasil em busca de oportunidades de emprego na região esse morro foi novamente urbanizado, de modo desordenado.

As ocupações mais recentes se concentram principalmente na comunidade autodenominada “Morro do Tetéu”, com casas padrão mista a alvenaria e irregulares, sem planejamento e infraestrutura e que apesar nas ações de controle da Prefeitura Municipal continua em expansão. As casas foram construídas até mesmo nas margens de um curso d’água que atravessa o bairro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultado do estudo elaborou-se um mapa (Figura 03) compilando os dados das áreas de mata em 1970, as de 2014 e os dados de ocorrências entre os anos de 2008 e 2018. Foram um total de 9 ocorrências de deslizamentos de terra e quedas de blocos rochosos. Os números 1 a 7 correspondem a ocorrências no Morro da Caneleira, os demais no Morro da Cachoeira, mais precisamente na avenida denominada Alameda Prefeito José Gomes, uma via de mão dupla que permite interliga o Bairro da Caneleira com o Morro da Nova Cintra, o alto desse morro.



Figura 03: Mapa comparativo da perda de área verde e a ocorrências de movimentos de massa nos morros da Caneleira e Cachoeira em Santos-SP.

Fonte: (CPRM, 2014).

A ocupação dos morros de Santos é antiga e com usos diversos sendo que para fins habitacionais ocorreu de modo mais intenso no início do século XX com a chegada dos ilhéus portugueses que se passaram a morar nessas áreas. No final desse mesmo século, com a expansão da cidade e a escassez de outros locais próximos ao centro e livres para a construção de moradias, os morros passaram a ser morada de uma população de baixa renda e sem conhecimento de métodos construtivos, como eram os portugueses de outrora.

Para a construção de moradias se faz necessário a remoção da vegetação ali existente e interferências no terreno. Movimentos de massa são assuntos cotidianos na vida dos habitantes das áreas de morros. Por sua geologia complexa, composta por diversos tipos de rochas com comportamentos distintos e os altos índices pluviométricos da região, a cidade possui um grande histórico de perdas humanas e estruturais por desbarrancamentos ou queda de blocos rochosos, o que se intensificou com o aumento do desmatamento e ocupação dessas áreas.

Movimentos de massa ocorrem quando a força da gravidade supera numericamente a coesão e atrito das partículas de solo e/ ou rocha. São processos naturais que podem ser agravados por intervenções nas encostas. Algumas rochas, como os migmatitos principalmente, se predispõem a formar camadas profundas de solo, enquanto os granitos e granitoides tendem a formação de blocos rochosos. Conhecer a geologia do local é fundamental para saber qual tipo de movimento de massa pode ocorrer em determinado local. Se temos alguma alteração no talude, a encosta pode se desestabilizar ou algum bloco pode se soltar da encosta e ocasionar uma perda econômica ou de uma vida.

A urbanização tem como consequência a concentração ou vazamento de águas pluviais, de abastecimento ou servidas (água utilizadas nos serviços domésticos) ou de esgoto no talude (NOGUEIRA, 2002; TABALIPA e FIORI, 2008). Outro ponto importante para acelerar processos erosivos são a execução inadequada de aterro ou quaisquer outras ações que altere a morfologia natural da encosta. Taludes com altas declividades ou com altura excessivas de cortes para fins construtivos e o descarte inadequado de lixo são os principais fatores de desestabilização de encostas. Como visto a maioria deles estão associados a urbanização desordenada das encostas. (GIRÃO et. al., 2007; NUNES, 2015; NOGUEIRA,2002).

A vegetação possui um papel fundamental para a estabilidade de taludes e sua retirada favorece a ação de processos erosivos, os principais efeitos da vegetação nas áreas de encosta são: a quebra das gotículas de água pelas folhas e a retirada da água disponível nos solos pelas raízes o que favorece o equilíbrio entre as forças de coesão e atrito do maciço em relação ao peso da encosta (TABALIPA e FIORI, 2008).

A fragmentação da Mata Atlântica nos morros de Santos tem como causas principais a ocupação urbana desordenada, que retira essa vegetação para a

construção de suas moradias. Movimentos de massa também provocam perda de vegetação. Ao analisar os dados de fragmentação na encosta, comumente associada a ocupações urbanas irregulares, observou-se que os locais onde tiveram ocorrência de deslizamentos de terra e/ou queda de blocos rochosos no morro da caneleira são exatamente os locais onde houve grande perda de vegetação. Também se observa aqui no morro da Cachoeira na porção preservada do engenho de São Jorge dos Erasmos não há registro de ocorrências de deslizamentos de terra. Observa-se ocorrências somente na Alameda Prefeito José Gomes as quais pode-se associar ao intenso tráfego de veículos pesados na via.

CONCLUSÃO

Ao se comparar os dados de locais com perda de vegetação e locais onde essa vegetação foi preservada e correlacionando essas áreas com as ocorrências de movimentos de massa nos últimos 10 anos nota-se que os pontos onde ocorreu uma fragmentação maior na área de mata são onde se concentram as ocorrências. Portanto conclui-se que a perda de vegetação está diretamente relacionada à ocorrência de deslizamento de terra e queda de blocos rochosos e mais ainda a ocupação humana nessas áreas. Conclui-se então de uma questão socioambiental das mais profundas, pois essa população de baixa renda de certo modo não possui conhecimento do alcance dos danos ambientais que provoca e acaba sendo vítima de sua própria intervenção na dinâmica dos taludes.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Defesa Civil de Santos pela disponibilização dos dados de ocorrência para a realização deste estudo. As minhas orientadoras pelo apoio e a CAPES pelo fomento científico.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F.F.F. **Fundamentos geológicos do relevo paulista**. In: **Geologia do Estado de São Paulo**, São Paulo: IG/USP, 1974. p.56-62.

AMBROSIO, R. P. Acesso à terra e informalidade-Vila Progresso e o aluguel de chão. **Tese de Doutorado**. Universidade de São Paulo, 2012.

ANDREATTA, M. D. Engenho São Jorge dos Erasmos: prospecção arqueológica, histórica e industrial. **Revista USP**, n. 41, p. 28-47, 1999.

CÂMARA, I. G, **State of the Hotspots** - Mata Atlântica: Biodiversidade. Ameaças e Perspectivas - Breve história da Conservação da Mata Atlântica. Parte II, Cap. VI. P. 31. Belo Horizonte, 2005.

CEPAGRI, **UNICAMP**. Clima dos municípios paulistas. Campinas, 2017.

DE MELLO, Gisele Homem. Expansão e estrutura urbana de Santos (SP): aspectos da periferização, da deterioração, da intervenção urbana, da verticalização e da sociabilidade. **Tese de Doutorado**. Universidade de São Paulo. 2008.

GIRÃO, O.; DE BARROS CORRÊA, A. C.; GUERRA, A. J. T. Encostas Urbanas como unidades de gestão e planejamento, a partir do estudo de áreas a sudoeste da cidade do Recife-PE. **Revista de Geografia** (Recife)-ISSN: 0104-5490, v. 24, n. 3, p. 239-267, 2007.

HASUI, Y. e SADOWSKI, G. R. – Evolução Geológica do Pré-Cambriano na Região Sudeste do Estado de São Paulo in **Revista Brasileira de Geologia**, vol.6, 1976.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. Levantamento das condicionantes do meio físico e estabelecimento de critérios normativos para a ocupação urbana dos morros de Santos e São Vicente. São Paulo: IPT, volume de textos, **Relatório** n.11599, 1979.

MORELLATO LPC, Haddad C.F.B. **Introduction**: The Brazilian Atlantic Forest. Biotropica, 2000.

NOGUEIRA, F. R. Gerenciamento de riscos ambientais associados a escorregamentos: contribuição as políticas públicas municipais para áreas de ocupação subnormal. **Tese de Doutorado**. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 257 p., 2002.

NUNES, L. H. Urbanização e desastres naturais. **Oficina de Textos**, 2015.

OLIVEIRA, M.S; Análise da Aplicação de Geoprocessamento no Gerenciamento de Áreas de Risco de Movimentos de Massa: Estudo de Caso de Santos/SP, Viçosa, **Trabalho de Conclusão de Curso** – Universidade Federal de Viçosa, MG, 2011.

RODRIGUES, R. Características geológicas e geotécnicas intervenientes na estabilidade de massas coluviais da Serra do Cubatão – SP. 1992. 116f. **Mestrado**. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

SADOWSKI, G. R. Tectônica da Serra de Cubatão, S.P. 1974. 160f. **Tese de Doutorado em Geociências**. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

TABALIPA, N. L.; FIORI, A. P.; Influência da vegetação na estabilidade de taludes na bacia do Rio Ligeiro (PR). **Geociências** (São Paulo), v. 27, n. 3, p. 387-399, 2008. (USP, 2018).

VARGAS, M. As lições dos escorregamentos da Serra do Mar. In: ENCONTRO Técnico de Estabilização de Taludes. **Atas**. São Paulo: ABMS, 1981. 197p

VARJABEDIAN R, Lei da Mata Atlântica: Retrocesso ambiental. **Estudos Avançados** [online]. 24: 147-160, 2010.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F.F.F. **Fundamentos geológicos do relevo paulista**. In: **Geologia do Estado de São Paulo**, São Paulo: IG/USP, 1974. p.56-62.

AMBROSIO, R. P. **Ocupação em assentamento informal, legislação urbanística e poder público: caracterização e determinantes para o quadro de irregularidade fundiária do assentamento “Vila Progresso”, em santos/SP**. Leopoldianum, v. 41, n°.1, pág. 121-146, 2016.

AMBROSIO, R. P. **Acesso à terra e informalidade-Vila Progresso e o aluguel de chão**. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

ANDREATTA, M. D. **Engenho São Jorge dos Erasmos: prospecção arqueológica, histórica e industrial**. Revista USP, n. 41, p. 28-47, 1999.

ARAÚJO FILHO, J.R. **A expansão urbana de Santos. Baixada Santista: aspectos geográficos**. São Paulo: EDUSP, v. 3, p. 21-48, 1965.

ATRIBUNA. **Sob risco de tragédia, famílias são retiradas do Morro do Tetéu**. Pág. A8, 11 de janeiro de 2011.

BITAR, O. Y. **Cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações-1: 25.000**: nota técnica explicativa. IPT; CPRM, 2014.

BRASIL. **Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006**. Diário Oficial da União. Brasília/DF, 2006.

CEPAGRI, UNICAMP. **Clima dos municípios paulistas**. Campinas, acesso em: maio de 2017.

CERRI, L.E.S.; AMARAL, C.P. **Riscos geológicos**. In: OLIVEIRA, A.M.S.; BRITO, S.N.A. (Eds.). **Geologia de Engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE), 1998. cap. 18, pág.301-310.

CERRI, L.E.S. **Riscos geológicos associados a escorregamentos: uma proposta para a prevenção de acidentes**. 1993. 197f. Tese (Doutorado), Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro,1993.

DA REGIÃO METROPOLITANA, EMPLASA. **Por Dentro da Baixada Santista**. Secretaria da Fazenda do Estado de São Paulo. São Paulo, 2017.

DE ALMEIDA, F. F. M.; CARNEIRO, C. D. R. **Origem e evolução da Serra do Mar**. Revista Brasileira de Geociências, v. 28, n°.2, pág. 135-150, 2017.

FARIA, M. M.; OLIVEIRA, G. C.; FERNANDES FILHO, E. I. **Aplicação de técnicas de geoprocessamento para separação de feições geomorfológicas: estudo de caso da bacia do Ribeirão São Bartolomeu, Viçosa/MG.** Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Curitiba-PR, Brasil, 2011.

FONSECA F.; PICANÇO J. L. **Caracterização regional do zoneamento de áreas de alto risco a escorregamento na Baixada Santista, SP.** Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, 2016.

GIRÃO, O.; DE BARROS CORRÊA, A. C.; GUERRA, A. J. T. **Encostas Urbanas como unidades de gestão e planejamento, a partir do estudo de áreas a sudoeste da cidade do Recife-PE.** Revista de Geografia (Recife)-ISSN: 0104-5490, v. 24, n. 3, pág. 239-267, 2007.

GUIDICINI, G.; IWASA, O.Y. **Ensaio de correlação entre pluviosidade e escorregamentos em meio tropical úmido.** Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, 1976.

GUIDICINI G., NIEBLE C.M. **Estabilidade de taludes naturais e de escavação.** Editora Edgard Blücher Ltda, São Paulo, 170 p. 1976.

HASUI, Y. e SADOWSKI, G. R. **Evolução Geológica do Pré-Cambriano na Região Sudeste do Estado de São Paulo.** Revista Brasileira de Geologia, vol.6, 1976

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Área Territorial Oficial-Consulta por Município - Resultados por Santos - SP.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/areaterritorial/area.php?nome=Santoseco digo=esubmit.x=0esubmit.y=0>> Acesso em: 03 out. 2018.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **CENSO 2010 - População do Estado de São Paulo.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/tabelas_pdf/total_populacao_saopaulo.pdf> Acesso em: 03 mar. 2018.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. **Atualização do Plano Municipal de Redução de Riscos para o município de Santos, SP.** São Paulo: IPT, v. I, II e III, Relatório n.127648-205, 2012.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. **Levantamento das condicionantes do meio físico e estabelecimento de critérios normativos para a ocupação urbana dos morros de Santos e São Vicente.** São Paulo: IPT, volume de textos, Relatório n.11599, 1979.

MASSAD, F., Obras de terra - **Curso Básico de Geotecnia.** Oficina dos textos. São Paulo. 2010.

MENDONÇA, R.R.; PAULICS, J.P.J. **Monitoramento do desenvolvimento das espécies vegetais da Mata Atlântica introduzidas em três bosques experimentais no Vale do Moji, Caminho do Mar e Vale dos Pilões.** São Paulo: Relatório CETESB, 1996. 99p.

MORGAN, J. L.; GERGEL, Sarah E.; COOPS, Nicholas C. **Aerial photography: a rapidly evolving tool for ecological management.** BioScience, v. 60, n°. 1, pág. 47-59, 2010.

NOGUEIRA, F. R. **Gerenciamento de riscos ambientais associados a escorregamentos: contribuição as políticas públicas municipais para áreas de ocupação subnormal.** Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002.

NOVO MILÊNIO IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **CENSO 2010- População do Estado de São Paulo.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/tabelas_pdf/total_populacao_saopaulo.pdf> Acesso em: 03 mar. 2018.

NUNES, L. H. **Urbanização e desastres naturais.** Oficina de Textos, 2015.

OLIVEIRA, M.S. **Análise da Aplicação de Geoprocessamento no Gerenciamento de Áreas de Risco de Movimentos de Massa: Estudo de Caso de Santos/SP, Viçosa, Trabalho de Conclusão de Curso.** Univ. Federal de Viçosa, MG, 2011.

PINOTTI, A. M.; CARNEIRO, C. D. R. **Geologia Estrutural na previsão e contenção de queda de blocos em encostas: aplicação no Granito Santos, SP.** Terræ Didática, v. 9, n. 2, p. 132-168, 2013.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTOS. **Dados do Município de Santos.** Disponível em: <www.santos.sp.gov.br>. Acesso em: maio de 2017.

RODRIGUES, R. **Características geológicas e geotécnicas intervenientes na estabilidade de massas coluviais da Serra do Cubatão – SP.** Dissertação. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.1992. 116f.

SADOWSKI, G. R. **Tectônica da Serra de Cubatão, SP.** Tese de Doutorado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1974. 160f.

SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL PESQUISAS ESPACIAIS. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica período 2013–2014.** São Paulo, 2015.

TABALIPA, N. L.; FIORI, A. P. **Influência da vegetação na estabilidade de taludes na bacia do Rio Ligeiro (PR).** Geociências (São Paulo), v. 27, n°.3, pág. 387-399, 2008.

TOLEDO, B. L. O município de Santos: iconografia e história. Revista USP, n°. 41, pág. 48-61, 1999.TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. do (Orgs.) **Desastres naturais: conhecer para prevenir,** São Paulo, Instituto Geológico, 2009.

VALERIANO, D. M.; PONZONI, F. J. **A fotointerpretação como instrumento para avaliação de impacto ambiental: a Mata Atlântica em Cubatão.** São José dos Campos: INPE, 1989.

VARGAS, M. **As lições dos escorregamentos da Serra do Mar.** In: **ENCONTRO Técnico de Estabilização de Taludes.** Atas. São Paulo: ABMS, 1981.

