



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI  
CAMPUS TANCREDO DE ALMEIDA NEVES**

**VITÓRIA SILVÉRIO FRANCO**

**MOVIMENTAÇÃO DE MASSA E O MONITORAMENTO TEMPORAL  
DA EXPANSÃO URBANA E SUAS IMPLICAÇÕES AO RISCO  
GEOMORFOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE CARAGUATATUBA (SP)**

**SÃO JOÃO DEL-REI**

**Novembro/2019**

**VITÓRIA SILVÉRIO FRANCO**

**MOVIMENTAÇÃO DE MASSA E O MONITORAMENTO TEMPORAL  
DA EXPANSÃO URBANA E SUAS IMPLICAÇÕES NA  
PRESERVAÇÃO DO RISCO GEOMORFOLÓGICO DO MUNICÍPIO  
DE CARAGUATATUBA (SP)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenadoria do Curso de Geografia da Universidade Federal de São João del-Rei, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Professor Orientador: Msc. Ítalo Sousa de Sena.

**SÃO JOÃO DEL-REI**

Novembro/2019

**VITÓRIA SILVÉRIO FRANCO**

**MOVIMENTAÇÃO DE MASSA E O MONITORAMENTO TEMPORAL  
DA EXPANSÃO URBANA E SUAS IMPLICAÇÕES AO RISCO  
GEOMORFOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE CARAGUATATUBA (SP)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenadoria do Curso de Geografia da Universidade Federal de São João del-Rei, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Aprovado em \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ 2019.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Orientador Msc. Ítalo Sousa de Sena

---

Prof. Dr. Múcio do Amaral Figueiredo

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi a elucidação do tema movimento de massa e para embasar os conceitos teóricos, foi feito um estudo de caso da cidade de Caraguatatuba, a partir do desastre de 1967, buscando relacionar as consequências da expansão urbana com a movimentação de massa, dentro de um período temporal de trinta e quatro anos, onde é possível observar as mudanças ao longo do tempo e como isto influenciará em um possível fenômeno. A metodologia utilizada para a análise constitui-se em pesquisas bibliográficas e artigos sobre a região de Caraguatatuba, produção de material cartográfico pelo programa ArcGIS, onde foi elaborado o processamento de imagens do Landsat-5 e Landsat-8 e análise comparativa dos mapas temporais e de suscetibilidade. Os principais resultados correspondem ao aumento da área, ao desenvolvimento de rodovias, o adensamento urbano e os locais onde há probabilidade ocorrência de fenômenos naturais.

Auxiliando na percepção dos impactos causados pelo homem, ajudando reproduzir elementos eficientes para a diminuição dos problemas advindos dos processos naturais e da urbanização.

**Palavras-chave:** Planejamento Urbano, Infraestrutura de Transporte, Verticalização, Geoprocessamento



## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. Objetivos.....	9
2.1.1. Objetivo Geral.....	9
2.1.1. Objetivos Específicos.....	9
3. Revisão Bibliográfica.....	10
3.1. Surgimento de áreas de risco.....	10
3.2. A formação da vertente.....	11
3.3. Os desastres naturais: os movimentos de massa.....	12
3.4. Condicionantes geológicos e geomorfológicos.....	15
3.5. A hidrologia da encosta.....	16
3.6. A cobertura vegetal como fator de segurança.....	17
3.7. Processos erosivos em encosta.....	18
3.8. Estabilidade da encosta.....	18
3.9. Legislação da ocupação das encostas.....	19
3.10. A ocupação das periferias e os desastres e os desastres ocasionados.....	20
3.11. Métodos para a ocupação de encostas.....	21
3.12. Alternativa para a ocupação de encosta e a percepção do perigo iminente.....	22
4. Estudo de caso: o caso de Caraguatatuba em 1967.....	23
4.1. O histórico da ocupação no município de Caraguatatuba.....	25
4.2. Os impactos sociais e ambientais advindos da duplicação da Rodovia Tamoios.....	27
4.3. A duplicação do trecho de Serra do Mar da Rodovia Tamoios.....	29
4.4. Ações Preventivas.....	30
5. Materiais e Métodos.....	31
6. Resultado e Discussão.....	33
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	58
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Tipos de vertente.....	12
Figura 02: O deslizamento da encosta.....	14
Figura 03: Tipos de deslizamentos.....	14
Figura 04: Hidrologia da encosta.....	17
Figura 05: A grande cicatriz de Caraguatatuba.....	25
Figura 06: A escala da cicatriz.....	25
Figura 07: Fluxograma dos materiais e métodos.....	32
Figura 08: Área da mancha urbana.....	51
Figura 09: Percentual das áreas analisadas.....	51
Figura 10: Cicatrizes de escorregamentos.....	50
Figura 11: Susceptibilidade ao risco geomorfológicos em 3D-SW e NE 43.....	52
Figura 12: Susceptibilidade ao riscos geomorfológicos em 3D-SE e NO 43.....	53

## **LISTA DE MAPAS**

Mapa 01: Mancha Urbana de Caraguatatuba (SP) de 1985.....	35
Mapa 02: Mancha Urbana de Caraguatatuba (SP) de 1995.....	37
Mapa 03: Mancha Urbana de Caraguatatuba (SP) de 2005.....	39
Mapa 04: Mancha Urbana de Caraguatatuba (SP) de 2015.....	41
Mapa 05: Mancha Urbana de Caraguatatuba (SP) de 2019.....	43
Mapa 06: Sobreposição das manchas urbanas.....	45
Mapa 07: Mancha Urbana e Suscetibilidade à Movimentação de Massa.....	50

## 1. INTRODUÇÃO

Os processos naturais ocorrem em uma escala temporal e espacial diferentes, das escalas de desenvolvimento da sociedade, onde a paisagem passou e ainda passa por processos morfogenéticos responsáveis pela modelagem do relevo, no entanto, a percepção humana, geralmente, não acompanha a ocorrência dessas modificações. À vista disso, vale salientar que, independente da ação antrópica no meio físico, a existência de perigos e catástrofes torna-se evidente, a partir dos processos geomorfológicos que os originam. Entretanto, é preciso pontuar que as intervenções e as ocupações em áreas suscetíveis podem acelerar estes processos, como o crescimento urbano sobre porções instáveis do terreno, assim como processos erosivos potencializados pela rede hídrica alterada.

Santos (1993) aborda a questão da urbanização brasileira em relação aos processos naturais, apresentando que o marco histórico urbanístico se dá a partir do século XX, momento em que a população começa a migrar dos espaços rurais em direção às áreas urbanas. Segundo o mesmo, o êxodo rural é responsável pelo agravamento da desigualdade nos centros urbanos, promovendo o surgimento de áreas de ocupação irregular e conseqüentemente, o crescimento desordenado da malha urbana.

As áreas com processos geomorfológicos atuantes podem tornar estas regiões em áreas de risco, tais como planícies de inundações, áreas suscetíveis à erosão, encostas com instabilidade geotécnica, entre outros processos. Neste contexto, o município de Caraguatatuba (SP) traz em sua história, fatos marcantes que mostram a relação entre os processos geomorfológicos e a ocupação urbana que se inicia com a chegada dos europeus no século XVIII.

As primeiras ocupações deram origem a pequenas vilas, sendo, somente no século XIX, que realmente houve um crescimento significativo da população. Em 1920, com a chegada da rede de distribuição de eletricidade na região, aumentou o número de pessoas procurando a cidade para residir, associado a isto, nas décadas seguintes, as principais rodovias que ligam a cidade aos municípios vizinhos apresentavam-se como os principais eixos de acesso ao litoral. Na década de 1960, quando a Rodovia Tamoios foi construída, a ocupação desordenada na cidade agravou-se, em detrimento do fluxo elevado de operários no período de instalação da infraestrutura e posteriormente, de turistas que aqueceram o mercado imobiliário local, valorizando partes específicas do território municipal. Esse processo resultou na instalação de moradias precárias e irregulares nos sopés dos morros.

A partir deste momento a cada década seguinte houve uma maior população residindo em área urbana. A Pavimentação e verticalização eram os processos que ocorreram na cidade

e que acabou ajudando a aumentar a urbanização em áreas de encostas e ribeirinhas, tornando assim, as áreas de riscos em Caraguatatuba.

Durante a transição da década de 60, mais precisamente em 1967, houve movimentos de massa que culminaram na morte de centenas de pessoas, bem como as destruições de suas residências. Até então não existiam registros oficiais de nenhuma catástrofe, o que contribuiu para que estudos ambientais sobre a região fossem realizados, em relação à pedologia, geologia do solo e os eventos pluviométricos a qual facilita a ocorrência dos fenômenos naturais.

Caraguatatuba apresenta problemas urbanos que acabam interferindo no espaço natural, intensificando os fatos citados anteriormente. Ou seja, uma contribuição desses estímulos é principalmente a expansão urbana. Como visto, a cidade teve um “boom” populacional ainda na década de 1960 e fez com que muitas pessoas fossem procurar habitação em áreas inadequadas e de forma irregular, suscetíveis à movimentação de massa e, com a presença humana é denominando áreas de riscos, no entanto, a forma de uso e a cobertura do solo contribuem consideravelmente os problemas relacionados à geomorfologia.

Normalmente a expansão urbana em um território tende a aumentar conforme o tempo e o espaço disponível, sendo que algumas vezes dentro de algum intervalo de tempo pode ocorrer maior ou menor crescimento urbano. Em Caraguatatuba ocorreu este processo, sendo perceptível no espaço temporal de trinta e quatro anos, período utilizado nesta pesquisa para o monitoramento da cidade. Nesse sentido, é possível relacionar o tempo e o espaço com a expansão urbana, pois como a cidade encontra-se no litoral, essa faz parte dos primeiros núcleos de ocupação do período colonial. Ao longo dos anos houve rearranjos espaciais que desenvolveram a região, a partir de melhorias na logística, o que levou a um fluxo de novos moradores para o local ao longo dos anos. Diante disso, esta análise tem a importância de entender o crescimento urbano e ligação com a influência do surgimento das áreas de riscos, auxiliando na percepção e nos estudos do tema abordado.

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo Geral**

Analisar a dinâmica de expansão urbana de Caraguatatuba para os anos de 1985, 1995, 2005, 2015 e 2019, e sua relação com a suscetibilidade à movimentação de massa e surgimento de áreas de risco geomorfológico e hidrológico no município.

#### **2.1.1 Objetivos Específicos**

- Mapear as manchas urbanas do município de Caraguatatuba para os anos de 1985, 1995, 2005, 2015 e 2019;
- Identificar os principais vetores de expansão urbana;
- Relacionar áreas suscetíveis a movimentações de massa com os vetores de crescimento da infraestrutura viária;

### 3. Revisão Bibliográfica

#### 3.1 Surgimento de áreas de risco

Em relação à concentração baixa ou alta de assentamentos urbanos em um determinado ambiente, é visível que há impactos positivos e negativos que geram padrões produtivos e mudanças nas dinâmicas populacionais e na região, tendo assim, uma expansão desordenada na população e uma projeção de uma diminuição na resiliência do ecossistema (Sousa e Travassos, 2008).

O risco, de acordo com a CPPCRA (2013), é a probabilidade de danos ou mortes, enquanto o perigo está relacionado com uma condição ou um conjunto de fatores capaz de causar ou possibilitar a ocorrência de dano, lesão ou morte. O desastre, definido pela Defesa Civil (1998), são eventos causados pela própria natureza ou provocados pelo homem sobre um ecossistema, levando a danos materiais ou ambientais, resultando em prejuízos econômicos ou sociais.

No Brasil, é de cunho natural ter processos instáveis de desastres naturais nas suas áreas de riscos, normalmente suas encostas são susceptíveis para que ocorra tal fenômeno e que está muito relativo com os eventos pluviométricos intensos e prolongados que muito se repete a maioria dos casos nas cidades foi constatado que a falta da infraestrutura é o que mais faz com que os fenômenos de escorregamentos ocorram (Carvalho e Galvão, 2006). A falta de um ordenamento territorial acompanhando de um planejamento urbano pode favorecer o surgimento de problemas associados à instalação de infraestrutura nas cidades, como por exemplo, asfaltos que interferem na permeabilidade do solo, fazendo com que ocorram alagamentos e maior volume de enxurradas, enquanto nas encostas ocorrem os processos de erosão, resultantes da precipitação e do nível declivoso da topografia.

Mesmo com essas variáveis ditas, ainda é preciso complementar, o entendimento dos fenômenos, de acordo com Girão et al. (2007), a gestão de um centro urbano tende a ser um sistema complexo, nem sempre é possível planejar como ele irá ser e não há como restringir o aumento populacional, crescendo nas áreas de limites. Assim, nota-se que não há como deixar de existir centros periféricos e áreas de riscos, restando ter o mínimo de gestão feito pelos agentes estatais, isto é, o poder municipal ou estadual, deve intervir nas ocupações irregulares que geram áreas de risco, e quando não obtiver outro jeito procurar habitar as pessoas destes locais fazendo-o com que haja o menor grau de agressão para o meio ambiente. Sendo assim, Tominaga (2009) também concorda que o nível de planejamento adequado na ocupação de

solo pode minimizar o risco de ocorrência de acidentes, mas não podendo acabar de vez com o problema.

### **3.2 A formação da vertente**

As vertentes são superfícies em que atuam os processos morfogenéticos da paisagem, sendo classificadas, por Christofolletti (1980), como uma superfície inclinada e não horizontal, podendo ser subaéreas ou submarinas, além de delas serem classificadas como endogenéticas ou exogenéticas, variando de tipos entre convexa, retilínea e côncava (figura 01). Vertentes endogenéticas são aquelas que se formam a partir do movimento do interior da Terra, como por exemplo, o vulcanismo, orogênese e epirogênese, estes processos modifica a vertente em sua altimetria e até mesmo formando outra vertente. Por outro lado, as vertentes exogenéticas são formadas por processos que ocorrem na própria superfície terrestre, sendo controlados por fatores externos, estes fatores podem ser incluídos as meteorização, movimentos de massa, ablação, transporte e deposição, eles tendem a reduzir, nivelando a paisagem ao nível do mar, ou seja, há um desgaste naturalmente na superfície. A acumulação desses processos de nivelamento é chamada gradação, que rebaixa áreas pela degradação e o entulhamento para outras áreas que as chamamos de agradação.

Para o mesmo autor, os processos morfogenéticos são responsáveis para modelar o relevo, porém, os mesmos processos externos que agem em conjunto com composição qualitativa e intensidade de fatores diferentes de eficácia variada conforme o meio que se encontra e, por isso, pode diferenciar dos sistemas morfogenéticos e regiões morfogenéticas. O mesmo processo é um fenômeno de escalas métricas ou decamétricas. Para implementar, Christofolletti (1980) faz uma analogia as formas das vertentes, fornecendo informações básicas em determinada região e após muitos estudos, quando o mesmo analisa uma vertente, tende a ser proposto o método de dividir as unidades em retilíneas, convexas ou côncavas e com a variável coeficiente de variação ele estabelece limites de uma variedade interna nas unidades.



**Figura 01: Tipos de vertente.**

**Fonte: Valeriano, 2008**

### **3.3 Os desastres naturais: os movimentos de massa**

Existem diversos tipos de desastres naturais, eles são um fenômeno ambiental comum de forças extremas, no entanto, no caso em que estes desastres ocorram nas áreas habitadas pelo homem, eles são denominados desastres naturais, ou seja, uma perturbação no sistema que traz prejuízos econômicos e sociais. Como dito antes, é natural que ocorra tais fenômenos, como erosão, terremotos, inundações e escorregamentos, entre outros, Tominaga (2009).

Guimarães et. al, (2008) considera um desastre natural os movimentos de massas, a quais também são chamados de escorregamentos, deslizamentos, escoamentos, sendo esses comuns no Brasil pelo seu clima e nas suas extensões há montanhas maciças, o que o torna suscetível aos escorregamentos (figura 02). Enquanto isso, Guerra e Cunha (2011) reafirmam que os movimentos de massa são, basicamente, detritos de rochas ou solos que se deslocam das vertentes ou encostas e que são depositados a jusante. Este fenômeno é natural, bem como o intemperismo e erosão que são alguns dos fatores para que o escorregamento ocasione. Porém, o que pode ocorrer é a aceleração destes fenômenos quando o homem interfere depreciando áreas a qual devem ser protegidas.

Existe na literatura uma extensa variedade de definições para os movimentos de massa, porém, a definição que melhor encaixa neste trabalho é a classificação de Guidicini e Nieble (1984), pelos seus trabalhos notórios do ramo da geomorfologia. Para os referidos autores, os movimentos de massa têm duração variada e pode ocorrer por diferentes fatores, mas basicamente, princípio de um escorregamento é a resistência do cisalhamento do solo ou da rocha, ou seja, a deformação que um corpo sofre quando as forças sobre ele aumentam fazem com que a tensão média do cisalhamento da superfície entre em colapso e gradualmente todas as propriedades ali presentes decaiam conforme a declividade.

De acordo com Tominaga (2009), o processo é simplório, onde a força gravitacional é mais ativa que o atrito das partículas na superfície. A primeira fase do deslocamento é em velocidade acelerada, enquanto a segunda fase faz com que o material que está sendo levado diminua a velocidade até ficar estável ou rastejar. Dentro dos movimentos de massas há algumas classificações feitas pelo Guidicini e Nieble (1984), são elas (figura 03):

- Escorregamentos rotacionais: Onde uma superfície curva ou côncava que ao separar-se do terreno deslocam-se em um movimento rotacional ou em formato cilíndrico.
- Escorregamentos translacionais: normalmente acontece quando a massa de solo ou rocha tem propriedades diferentes acentuadas, porém isto pode ocorrer em planos de solos não contínuos.
- Quedas de blocos: comum em áreas muito íngremes, os blocos de rocha caem devido a fraturas ou falhas que há nos paredões rochosos ou encostas que durante sua tensão ou alívio junto com a gravidade ocasiona quedas.
- Quedas de detritos: uma transição entre quedas de blocos e de escorregamentos, a queda de detritos são fragmentos de partes rochosas ou terrosas não consolidadas.
- Subsidiências: é o efeito do deslocamento de uma camada normalmente em plano vertical, pois há uma remoção de uma fase sólida, líquida ou gasosa. Podendo ser natural causado pela erosão das águas subterrâneas ou antrópica, causada pela exploração petrolífera.
- Escoamentos: deformações ou movimentos contínuos que não precisa de uma superfície definida. É de caráter amplo e não se define pela sua velocidade.
- Rastejos: movimentos lentos e contínuos numa vertente ocasionados pela gravidade. O rastejo não tem limites definidos de material, outra característica é que fatores como temperatura e umidade afetam a expansão do material.
- Corridas de massa: são de movimentos rápidos e com capacidade de transporte em longas distâncias, além de ser totalmente de caráter hidrodinâmico o que faz com que a rocha ou solo vire uma espécie de fluído ou viscosidade.



Figura 02: O deslizamento da encosta.

Fonte: [encurtador.com.br/ bdIC2](http://encurtador.com.br/bdIC2)

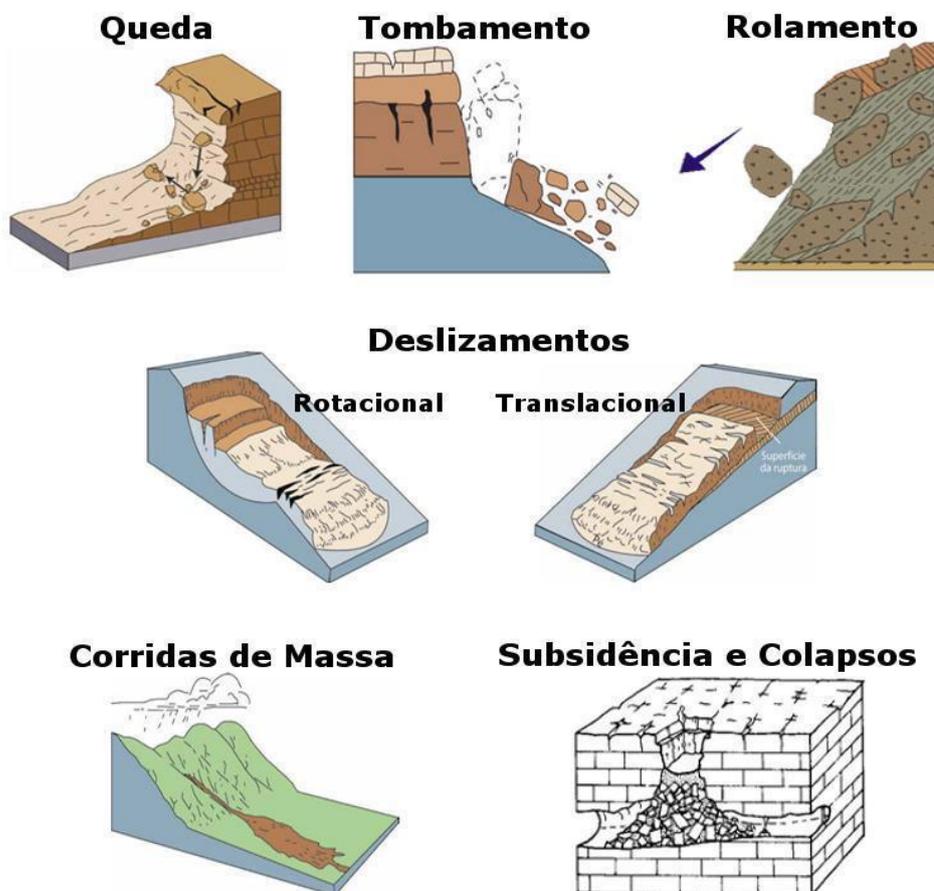


Figura 03: Tipos de deslizamentos.

Fonte: CEMADEM, 2016.

### 3.4 Condicionantes geológicos e geomorfológicos

Guerra e Cunha (2011) propõem que existem muitos fatores que podem proporcionar os escorregamentos. Normalmente o movimento de massa está ligado com os fatores geológicos e geomorfológicos. Como é o caso da queda de blocos, pois os paredões rochosos tendem a ter fraturas e falhas, em alguns casos são de origem de forças exógenas, o que chamamos de fraturas tectônicas enquanto as fraturas endógenas de são chamadas de atectônicas. Elas servem como um alívio, uma vez que haja tensões em suas superfícies fazendo com que elas se expandem e contraí.

As falhas e fraturas se apresentam como mecanismos mecânicos ou hidráulicos de descontinuidades de uma superfície. As falhas, por exemplo, são derivadas de forças internas como o resfriamento do magma e durante as deformações de placas. É normal que uma esta superfície haja um sistema de fraturas, isso é, quando a direção do mergulho das superfícies tende a ser paralelas, ocorre esse fato. Segundo Guerra e Cunha (2011) ambas atuam como um caminho alternativo para a passagem da água, o que o deixa intemperismo avançar cada vez mais, tornando assim uma erosão, ou seja, quando a água infiltrada dentro das fraturas ou falhas, elas costumam-se alterar as rochas devido o tempo e a quantidade de água que nela percorre.

Foliação e/ou Bandamento Composicional é um tipo de estrutura mineralógica que influencia totalmente na estabilidade da encosta (GUERRA E CUNHA, 2011). Neste tópico pode acontecer que um bandamento mergulhe no interior da encosta, podendo ser favorável a estabilidade, entretanto, isso depende do arranjo geológico (AMARAL E FERNANDES, 2011). No solo podem ocorrer descontinuidades que interferem na constituição estrutural de uma respectiva formação (CHIOSSI, 2013). A descontinuidade pode estar dentro do saprolito e entre o solo residual e, dependendo das rochas constituintes do embasamento, há diferenças de movimentos de massa.

As encostas possuem características específicas quanto à morfologia, considerar o perfil da vertente, bem como seu plano e seu comprimento, são fundamentais para condicionar de forma direta ou indireta a geração de movimento de massa. A declividade e a frequência do movimento de massa são agentes influenciadores da encosta, como também tem a capacidade de exercer zonas de convergências e divergências dos fluxos de águas superficiais ou subsuperficiais. Atualmente se discute sobre a morfologia da encosta a partir dos avanços tecnoló-

gicos, o que possibilita interpretar dados de regiões de difícil acesso, modelando-o com os parâmetros morfológicos e morfoclimáticos (FERNANDES E AMARAL, 2011).

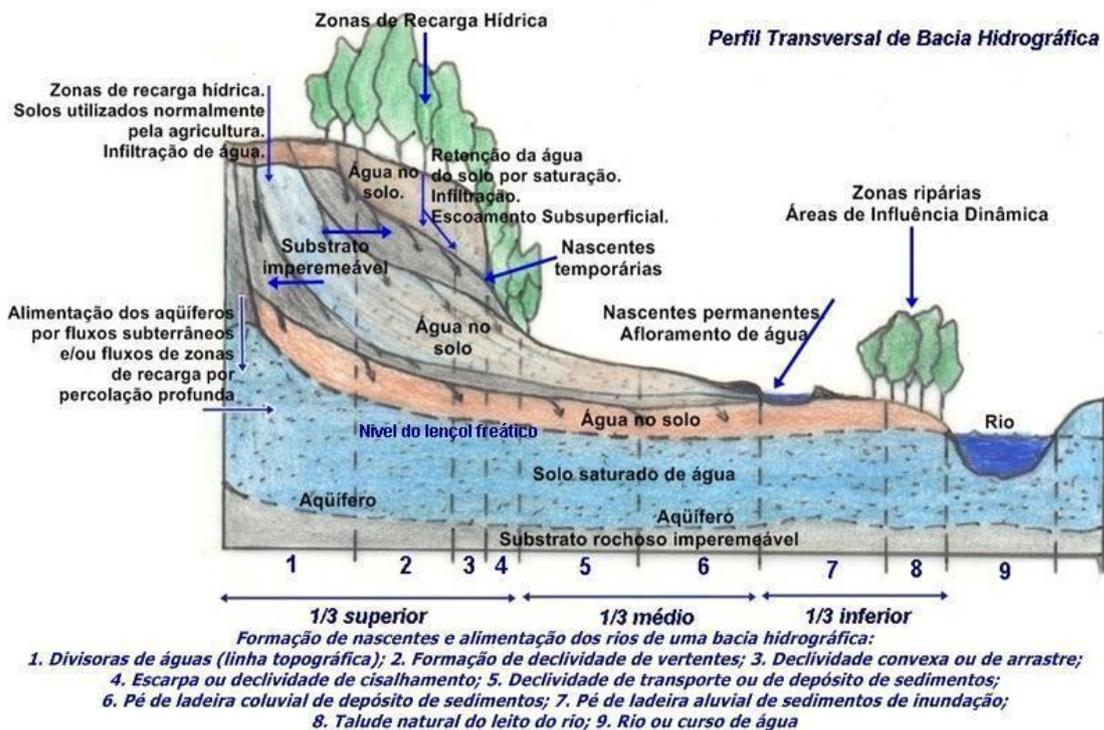
Depósito de encostas: Em zonas de convergências é natural que ocorra a deposição do material em tálus ou colúvios. Sendo assim, a formação do material dos depósitos acaba sendo importante como condicionantes dos movimentos de massa (FERNANDES E AMARAL, 2011). A importância de estudar os depósitos de encosta é também pela razão de compreender quais eventos de transformações houve ali (RIBEIRO ET AL, 2012).

### **3.5 A hidrologia da encosta**

Certamente o ciclo da água é muito importante e com certa complexidade, o mesmo desempenha múltiplas funções no ecossistema, podemos descrevê-la como um elemento modelador de relevo, modificando-o e controlando a formação dos solos e rocha. Na encosta podemos observar que sua morfologia é exposta por processos erosivos e temporais, este é um dos motivos de encontrarmos relevo convexo, côncavo ou retilíneo. Assim, entre o topo e o fundo dos vales, ocorrem os processos de transporte de sedimentos por meio dos processos eólicos ou hidrológicos e, em alguns casos o gelo também é um processo de transporte de sedimentos, interagindo com a gravidade (figura 04). O fundo do vale, ao coletar estes sedimentos, pode transportá-los a diante pelos fluxos nos canais interligam a outros sistemas coletores ou de drenagens.

Os fluxos superficiais ou subsuperficiais indicarão os mecanismos de erosão e deposição que irão interferir nas relações dos organismos vivos e dos elementos não vivos daquele respectivo lugar, bem como até a ocupação do solo. Sendo assim, qualquer alteração destes fatores, poderá interferir na dinâmica do espaço temporal hidrológicos das encostas.

As precipitações são fatores de controle, por isso, resulta em regulação ecológica e da geografia daquele ambiente. As chuvas podem ser divididas em mecanismos regionais ou locais. A primeira ocorre após o choque de duas massas de ar distintas, normalmente são intensas, mas de curta duração e de menos intensidade no inverno, porém é mais longa sua duração, enquanto a segunda, refere-se às precipitações que sobrepõe os efeitos das perturbações frontais e ocorrem em um determinado espaço geográfico, podendo ser por movimentos convectivos e ascensão dos fluxos por barreiras orográficas (NETTO, 2007).



**Figura 04: Hidrologia da encosta.**

Fonte: UFPR, 2011.

### 3.6 A cobertura vegetal como fator de segurança

Embora haja muitas variáveis importantes para abordar as questões de estabilidade de uma encosta, a vegetação se apresenta como um fator natural simples e de caráter muito relevante. Na paisagem a vegetação tem grandes influências na determinação de processos erosivos ou movimentos de massa em áreas de declive. A vegetação tem como objetivo, neste processo, de interceptar as gotas para que não haja perda de solo por salpicamento (GIRÃO ET AL, 2007). Contudo, Araújo et. al, (2014) referem-se que, para que haja uma proteção de estabilidade, é preciso avaliar o tipo de vegetação e o tipo de degradação da encosta. Os reforços que podem ser encontrados nas vegetações arbóreas são dados pelas suas raízes e troncos até a modificação da hidrologia da encosta, dando assim, resultados de extração de umidade do solo pela evapotranspiração.

Simplesmente, os efeitos benéficos das gramíneas ou herbáceas para com a erosão causada pela chuva são os seguintes itens; interceptação, contenção, retardamento, infiltração. Sem poder esquecer que as raízes aumentam a resistência ao cisalhamento e para que haja uma hipótese considerável confiável para a estabilidade é preciso analisar o tipo de solo e o tipo de raiz da vegetação.

### **3.7 Processos erosivos em encosta**

Para Guerra (2007) os processos de erosivos nas encostas são resultantes dos processos de escoamento superficial. Propõe-se também que a erosão acontece em uma escala mundial, mas em regiões de climas tropicais são bem mais comuns em razão dos regimes de chuva são mais frequentes. Porém, existem outros agentes controladores das taxas de erosão que determinará as mudanças de um lugar para com o outro, como a erodibilidade e a erosividade. A erosão, segundo departamento de água e energia elétrica, DAEE (1989), é um processo de pedogênese de caráter físico, químico e biológico que retira os constituintes do solo por meio da percolação das águas pluviais. A erosão pode tornar-se mais acelerada ao longo da formação dos solos. Entretanto, em uma região com cobertura vegetal é densa, o fronde intercepta as gotas de água, diminuindo o impacto ao atingir o solo.

Ainda DAEE (1989) completa que a atividade humana tende a degradar áreas que devem ser protegidas e, com sua ocupação de solo e seus respectivos objetivos, faz com que haja uma aceleração nos processos erosivos. Assim, áreas sem proteção legal têm mais vulnerabilidade a impactos diretos no solo, levantando a necessidade de se considerar fatores que podem controlar ou acelerar a erosão, por exemplo, a chuva intensa, a cobertura vegetal, topografia e o tipo de solo.

### **3.8 Estabilidade da encosta**

Existem vários tipos de modelos matemáticos de análise para diagnosticar a estabilidade de uma encosta ou de taludes. Duas destas técnicas são chamadas de Análise de Limite de Equilíbrio e Análise de Deformação. No entanto, quase todos os métodos que são utilizados para prognosticar são baseados na Análise de Limite de Equilíbrio. Esta leva em consideração os fatores de tensão e resistência ao cisalhamento, ou seja, a análise do equilíbrio-limite é utilizada para determinar o fator de segurança de uma encosta e, independente de qual análise, tem como parâmetros a superfície ou o mecanismo de ruptura, considerando a resistência ao cisalhamento. Ainda assim, há outros fatores principais para uma condução de estabilidade de encosta como a geometria da encosta, propriedade do solo, cargas externas, hidrologia encosta e por fim, o método mais coerente para uma análise (ARAÚJO ET AL, 2014).

Gerscovich (2016) além de citar os fatores já ditos anteriormente, completa com conceitos básicos de tensão. Esta, por sua vez, é qualquer parte no interior da superfície terrestre

que está sujeito a sofrer esforços pelo seu próprio peso e considerando a ação de forças externas. No quesito deformações, essas são formadas por tensões, sendo elas cisalhantes ou normais. No solo, as deformações e tensões são lineares, os módulos de elasticidade e de deformabilidade, que caracterizam as inclinações de curvas, têm variação no nível da tensão e na sua trajetória. Sendo assim, quando há uma perda de massa de um perfil de solo a inclinação da curva muda, resultando em um descarregamento dessas massas, a região não se torna inteiramente recuperada, permanecendo assim um resíduo chamado de deformação plástica.

### **3.9 Legislação da ocupação das encostas**

Segundo Farah (2003) embora haja uma enorme quantidade de projetos de legislação de grande importância para o ordenamento territorial, elaborados por profissionais como técnicos, juízes, representantes políticos e outros, estes acabam não entrando em vigor. O autor ainda acrescenta que a federação brasileira expõe de duas leis principais referentes a isto, sendo a primeira contida no Código Federal, Lei nº 4771 de 15 de Setembro de 1965, onde o segundo artigo apresenta que, independente da vegetação nas áreas urbanas ou rurais fica proibido, o desmatamento nas encostas - ou parte dela - com declividades superior a 45°, equivalente a 100%, nos lugares de maior declive como os topos de morros, montes, montanhas e serras. Enquanto isso, a segunda lei pertencente a este assunto é chamada de Lei Lehmann, também conhecida por Lei Federal nº 6.766 de 19 de Dezembro de 1979, ela traz consigo o não parcelamento de solos com declividade igual ou superior a 30%.

Ainda em relação às legislações, para melhor entendimento, as leis podem ser divididas em dois grupos em que as quais incluem leis federais, estaduais e municipais. O primeiro diz respeito às leis de origem ambiental, pois as encostas muitas vezes estão incluídas em áreas de proteção ambiental, proibidas por serem de caráter geológico e geotécnico e que podem abrigar espécies de animais e vegetais. Além disso, a ocupação de topos de morros pode comprometer o curso das águas a jusantes, como por exemplo, os mananciais de abastecimento nas baixadas. Enquanto o segundo grupo é de leis de uso urbano de solo, de relações com o parcelamento do solo, dos loteamentos, conjuntos habitacionais de interesse social e edificações em gerais.

No Brasil, nossas medidas de legislação estão diretamente relacionadas tanto há ocupação desordenada quanto com a especulação imobiliária, desigualdade social-espacial e iniciativas conservacionistas. Nesse sentido a elaboração das leis pelos órgãos ambientais está sempre em excesso e não em falta, sendo assim, as muitas leis exigentes acabam por afetar a

agilidade dos processos de empreendimento. Mesmo às vezes podemos encontrar algumas falhas a respeito disso já que é difícil fiscalizar estes atos, o Estado teoricamente barra essas ações desaprovadas, porém por existir essa dificuldade de fiscalizar a problemática se alastra cada vez mais.

Em relação ao apresentado, a falta de uma fiscalização eficiente em áreas como nas ocupações das áreas protegidas, favoreceu casos de ocupação inadequada em décadas passadas após entrar em vigor as Leis de Proteção de Mananciais, nesse período houve a contaminação destes locais e, embora haja fatores que fez com que isto acontecesse, fica explícito que um dos principais problemas foi a ineficiência do poder público que a princípio deveria ter sido mais rigoroso na aplicação das normas vigentes.

### **3.10 A ocupação das periferias e os desastres e os desastres ocasionados**

Um exemplo clássico dos desastres causados pelas estações chuvosas no Brasil, diz Farah (2003), é entre meados de 1960 na região do Rio de Janeiro. Primeiramente esses problemas ocorriam de forma isolada, no entanto ao passar o tempo os assentamentos precários bem como os solos expostos ajudaram a ocorrência de uma problemática mais avantajada, já que esses pontos estão ligados diretamente aos riscos de natureza geotécnica. Os fatores de ocupação de encostas e de solos desmatados e expostos são, sem dúvidas, um estopim para a instabilidade das mesmas. Afinal, é sabido que em áreas com processo de favelização são encontrados cortes e aterros sem consulta a técnicos, retirada da cobertura vegetal, modificação inadequada do regime de escoamento pluvial, ocupação nas drenagens naturais, esgotamento precário e, por fim, depósitos de lixo em vertentes.

Não somente nos casos das favelas, em 1940, surgiu também um grande transtorno em relação aos loteamentos populares que foram espalhando-se rapidamente até a década de 1960, e intensificando até 1970. O mercado imobiliário apoderou-se das áreas de riscos, visto que essas áreas se tornaram local dos loteamentos populares e clandestinos, onde os preços são menores.

Ainda Farah (2003) menciona que a fixação nos morros era o desejo que a população tinha ao estar próximas aos centros das cidades, onde trabalhavam e poderiam ter benefícios, entretanto, essa ocupação desordenada foi muito mais longe, atingindo periferias mais além. Já nas cidades litorâneas e serranas podemos encontrar outra questão, além das que foram citadas, a atividade turística. O turismo certamente é um pioneiro para o giro econômico em vários aspectos e por isso as planícies destes lugares são rapidamente absorvidas pela indús-

tria imobiliária, excluindo a população empobrecida para as extremidades das cidades, as periferias.

Não obstante, quando procuramos analisar essa situação, não podemos deixar de considerar que áreas com belezas naturais cênicas, tal como serras, praias e infraestrutura urbana de qualidade, são destoantes em comparação com paisagens favelizadas. O que motiva os empreendimentos turísticos a influenciar a tomada de decisão quanto aos loteamentos precários, mascarando estes aspectos a fim de não influenciar a decisão dos turistas pela região em questão, existindo exemplos como os das cidades de Ubatuba, Guarujá e Campos do Jordão, todas localizadas no estado de São Paulo.

Existem informações atribuídas nos desastres naturais fora do país, no entanto, existem poucas variações destes desastres, predominando o risco das enchentes e a instabilidade das encostas. Enchentes e inundações trazem consigo perdas severas de bens materiais e poucas perdas de vidas, enquanto a instabilidade de encostas tende a causar perdas de vidas em detrimento da rapidez do fenômeno de movimentação de massa.

### **3.11 Métodos para a ocupação de encostas**

Observando a proposta de Farah (2003), a urbanização sob medida da engenharia não é somente uma proposta qualquer. Pelo contrário, para que haja um estudo sobre o subsolo, tem que existir as técnicas corretas para que se empreguem edificações. Embora o melhor a se fazer é não constituir nestes lugares, porém como é impossível que isso ocorra, por vários motivos já mencionados. Em relação aos taludes, é de extrema importância defini-lo, pois devemos analisar caso por caso e nisso especificar o melhor tratamento como proteção superficial, drenagem e eventuais estruturas de concentrações.

Mesmo a ocupação nos sopés das encostas quanto no alto das encostas é visivelmente clara que se precisa de uma metodologia cuidadosa. Nos sopés pode facilmente ocorrer instabilidade que atinge ocupações a jusantes, abalando esse sistema, enquanto no segundo caso, as próprias encostas são importantes que saibamos exatamente a tipologia do terreno, das capacidades e restrições através das ocupações, uma vez que elas estejam inadequadas há possibilidade de um desastre.

Para caracterizar um método eficaz na construção de ocupações habitacionais nas encostas, pelo menos em um pequeno porte, podemos levar em conta o exemplo das 100 unidades habitacionais que Farah (2003) menciona em seu livro, obviamente estes se destacam por ter uma segurança geotécnica a favor das criações dos alojamentos.

### **3.12 Alternativa para a ocupação de encosta e a percepção do perigo iminente**

Farah (2003) menciona que todas as cidades brasileiras vivem em um espaço predatório que, independente dos espaços das cidades, estas tendem a passar por um processo de ocupação acelerada. E para que ocorra este fenômeno da malha urbana, os homens são responsáveis por transpor ou arrasar morros, aterrar áreas de várzeas, eliminando os obstáculos que esses aparentemente deduzem. No entanto, de tempos em tempos, a própria natureza acaba por tender a buscar o equilíbrio dos sistemas naturais, o que leva a ocorrência de enchentes, inundações e escorregamentos.

Os trechos de uma área urbana que está fechada por uma única via de acesso sem interligações, o que os profissionais da urbanização chamam de bolsões, são mais propícios para a ocupação de encostas, já que estes ocupam as partes baixas dos morros e preservam assim as partes superiores, aquelas mais perigosas. Outro método que deveria ser abordado é a eficácia dos planos públicos realizados pela União e pelos estados, conforme as diretrizes das articulações das produções habitacionais que são elaboradas por meio da análise de obras de segurança em encostas e da macrodrenagem (CELSO E GALVÃO, 2006).

Enquanto isso, em um estudo feito pelos autores Viera e Furtado (2005), abrangendo o território de Blumenau, uma cidade localizada no estado de Santa Catarina, nos mostram algumas características marcantes desta localidade. Grande parte das pessoas não tem facilidade para analisar que moram em áreas de riscos, ou seja, tem uma percepção limitada de que sua residência não está em local seguro para morar e, nesse sentido, os autores destacam em uma entrevistas com alguns moradores, que para eles, o principal argumento de morar em um lugar perigoso aos desastres naturais são, obviamente, o poder aquisitivo, estes que muitas vezes conseguem comprar suas casas/terrenos com um preço muito baixo, além de que as os indivíduos carregam consigo a ideia de que o sacrifício de ter conseguido tal ato é glorioso. Os autores ainda citam que aqueles que sofrem maior grau de risco são os que não têm bens materiais a se perderem, assim, tornar-se fácil a mudança dos locais de moradias.

Com essas informações, compreende-se que a percepção dos riscos é algo mental que se vincula com as ações praticadas. Segundo Viera e Furtado (2005), o indivíduo tem uma capacidade de resiliência considerável, mesmo após uma tragédia, muitas vezes eles permanecem e se restabelecem em tais lugares. Contudo, mesmo após a percepção dos riscos associados aos seus locais de moradia, existe uma aceitação da condição, considerando toleráveis as perdas associadas aos eventos de movimentação de massa. Quando não é mais possível tolerar

os desastres, os indivíduos procuram outros lugares para restabelecer, podendo ser uma ação individual ou uma migração em massa.

Embora as comunidades estejam cientes do contexto em que elas vivem e aprendam a conviver com isto, é preciso considerar que alguns ainda têm uma pequena distorção do presente momento, já que na maior parte das vezes, viver nessas condições é a única opção, em relação a rearranjar em outra localidade. No que diz respeito ao o que os indivíduos entendem por deslizamentos, basicamente, todos os entrevistados pelos autores citados nestes tópicos, entendem esses como um processo ocasionado pela precipitação, percebem que a condicionante mais eficaz para que haja um deslizamento é a continuidade de águas infiltrando e saturando solo, em seguida também é mencionado o desmatamento e, em poucas respostas foram ditas também os cortes dos aterros que possam ser feitos.

#### **4. Estudo de caso: o caso de Caraguatatuba em 1967**

Localizado no litoral norte de São Paulo, na Serra do Mar, Caraguatatuba tem cerca de 484,947 km<sup>2</sup>, com uma população estimada de 119.625 em 2018, segundo o IBGE (2019). Há exatos 52 anos, mais precisamente 18 de março de 1967, houve um desastre natural nesta cidade, considerado um dos maiores do país. Na época haviam aproximadamente 15 mil pessoas na cidade e atualmente é a maior cidade do litoral norte, recebendo milhares de turistas.

No estudo de Dias et al, (2018) é constatado que durante todos os dias dos três primeiros meses do ano, houveram elevados níveis de precipitação e, considerando os dias 17 e 18 de março, os níveis pluviométricos ficaram muito acima da média em um período muito curto, tendo sido registrados 260 mm no dia 17 e 324,8 mm no dia seguinte, sendo responsáveis por vários escorregamentos simultâneos que causaram corridas de detritos que chegaram aos canais da bacia hidrográfica afetando todo o município.

No dia 18 de março de 1967, os acontecimentos podem ser caracterizados em quatro fases: Enchente Inicial, Escorregamentos, Corridas de Detritos (*Debris Flow*) e, por último, Enchente por Bloqueio (Dias et al, 2018). Assim sendo, de acordo com Dias et al, (2018) no fim do episódio foram aproximadamente dois milhões de toneladas de sedimentos que se movimentaram, trazendo consequências econômicas e sociais para aquela população. Ainda com base em informações de mapeamentos foram constatadas 640 cicatrizes, a maior parte delas encontra-se nas regiões serranas do município (figura 05 e 06).

Às 09h00min da manhã de 18 de março de 1967 foi quando começou o desastre, ocorrendo à queda da primeira barreira no morro do Benfica, o deslizamento de terra matou 450 pessoas e deixando 3 mil pessoas desabrigadas. No registro dos moradores daquela região, tudo havia começado com a precipitação. Há dias chovia sem parar. Logo depois houve um deslizamento de lama impedindo a passagem dos moradores. No mesmo dia, foram 13 horas de chuva e deslizamento, muitas pessoas foram levadas pelo desastre e, infelizmente, foi uma tragédia que a população local ainda considera marcante na história do município, afinal, haviam pessoas mortas sendo carregadas pela lama, soterradas e até mesmo levadas direto para o mar enquanto o restante observava a encosta deslizar completamente, deixando enormes cicatrizes na paisagem.

Em relação ao desastre, é importante ressaltar que esse não somente atingiu dez bairros como também destruiu parte da Rodovia dos Tamoios. Em relação à floresta de Mata Atlântica no local, foram retiradas pelo deslizamento mais de 30 mil árvores e deixou a cidade ilhada por três dias (G1, 2017). As partes do Brasil mais propícias a terem fluxos de detritos como a Catástrofe de Caraguatatuba são as partes dos sopés das áreas serranas, como na Serra do Mar, Serra da Mantiqueira e na Serra Geral.

Em relação à bacia hidrográfica que abrange o município, do Rio Santo Antônio, que possui uma extensão de 37, 5 km, com suas nascentes na Serra do Mar, ele segue pelas planícies ao sopé da serra e deságua no Oceano Atlântico, tendo também vários afluentes. Na sua nascente, é composta por várias escarpas enquanto jusante o lugar é dotado por uma planície urbanizada (CORRÊA ET AL, 2018).

De acordo com Corrêa et. al, (2018), o total de índices dos eventos pluviométricos atingiu cerca de 586 mm em apenas 48 horas. De fato, foi algo extremamente descomunal, ainda os autores apresentam relatos que o fluxo de detritos que ocorreram na Bacia do Rio Santo Antônio foi de encontro ao fluxo de detritos vindos das escarpas da Serra do Mar. Segundo Corrêa et, al 2018, o processo ocorreu devido aos pesos dos blocos associado com a velocidade do fluxo de lama, acarretou numa remoção de materiais depositados jusante das escarpas.



**Figura 05: A grande cicatriz de Caraguatatuba.**

**Fonte: [encurtador.com.br/gATV5](http://encurtador.com.br/gATV5).**



**Figura 06: A escala da cicatriz.**

**Fonte: [shorturl.at/gAQR2](http://shorturl.at/gAQR2).**

#### 4.1 O histórico da ocupação no município de Caraguatatuba

A pobreza muitas vezes está ligada com a ocupação histórica de um determinado ambiente e isso traz uma desigualdade anormal. Para as empresas de imobiliárias é uma vantagem valorizar lugares de planícies, lotes que aparentemente não apresentam futuros problemas, porém não são todos que fazem do bom senso algo para o bem de todos, no entanto, existe também a especulação imobiliária de lugares não tão adequados à ocupação urbana. Por mais que acreditemos pouco, os lugares carentes são bastante procurados e lá as imobiliárias escondem nos terrenos problemas que trazem futuramente consequências, por exemplo, o “fechamento” de uma voçoroca e para fazê-lo um loteamento.

Em Caraguatatuba, o histórico populacional se deu muito antes, quando o mesmo ainda fazia parte do município de São Sebastião. Antes de relatar a chegada e a instalação dos europeus no litoral norte paulista, a região era povoada por indígenas denominados Tupinambás - também conhecidos por Tamoios, o nome hoje é referido a uma rodovia e um tratado de alianças -, este grupo encontrava-se na faixa litorânea de São Paulo (Bertioga) estendendo-se até o leste litorâneo do Rio de Janeiro (Região dos Lagos). Com a chegada dos europeus, a exploração dos recursos - matéria-prima, metais preciosos, açúcar, aguardente e café, voltam-se ao mercado externo. Os portos litorâneos da região, como de São Sebastião, têm registros relevantes, já que no canal havia muito tráficos de escravos (PEREIRA, 2017).

Caraguatatuba começa a ser povoada no século XVII, com a concessão das sesmarias, um lugar onde as terras eram de muita abundância e nas vilas também era possível encontrar uma fartura de pescados, essa em menor escala. Nos séculos XIX, houve um crescimento populacional significativo e foi um dos melhores momentos do litoral norte em relação ao ciclo do café. Enquanto isso, no século XX a maioria da população vivia no meio rural e em agrupamentos de pescadores nas praias. Nesse período a esfera econômica começa a estagnar, já que havia dificuldade de transportar as mercadorias e, a maioria do mercado, que era precário, ainda estava baseada em sistema de troca. Apenas na década de 1920, foi o momento que o crescimento do município ficou significativo, como por exemplo, a chegada da eletricidade, o aumento populacional e a mão de obra na agricultura, entre outros.

Em 1938 começou a abertura rodoviária entre Vale do Paraíba e Litoral Norte, ainda também no mesmo ano, o trecho da BR-101 Rodovia Rio Santos, ligando Caraguatatuba e

São Sebastião era inaugurado e o trecho que liga Caraguatatuba e Ubatuba só ocorreu em 1955.

No início da década de 1960 a Rodovia dos Tamoios (SP-099) foi aberta para o tráfego. Com as rodovias abertas às mudanças tornam-se mais relevante para a cidade, já que assim o fluxo de turistas aumenta e a atividade imobiliária é estimulada. Isso acaba por haver um processo de modernização mais intenso, a chegada da imobiliária para muitas vezes alugar e vender casas de veraneio, indústria de construção civil, as atividades do porto de São Sebastião, atividades turísticas e as ligações com outras regiões foram responsáveis para um novo rearranjo ocupacional e assim, tornando-os mais desordenada a ocupação urbana (PEREIRA, 2017).

Com o estabelecimento de uma rede urbana no litoral norte e as melhorias providas da urbanização, o crescimento migratório teve elevadas taxas, isso, infelizmente trouxe a consequência de que não havia espaço para todos nas regiões planas, fazendo assim, com que muitas famílias se instalassem nas encostas da Serra do Mar e sua mão de obra passa a ser informal (PEREIRA, 2017).

De acordo com Pereira (2017), na década de 1970, Caraguatatuba passa a ter sua maior população residindo em área urbana, suas relações comerciais aumentam bem como as necessidades de consumo, fazendo assim, crescer a procura de casas, lotes e terrenos nos bairros já estabelecidos e claro, expandido também nos futuros bairros. De 1990 a 2010, esta população dobrou, e o ritmo populacional aumentou trazendo com isto a demanda de consumo de mercadoria também elevou-se, deste modo a cidade alterou-se sua importância e sua relação com os centros urbanos como São José dos Campos e São Paulo. Em grande parte a implantação dos pavimentos foram dados em 1980 e os processos de verticalização na década seguinte, nesta última época também há vários processos de urbanização em encostas de morros e áreas ribeirinhas, criando ainda mais áreas de riscos susceptíveis a eventos de desastres naturais, felizmente após o evento de 1967 não houve mais nenhum desastre daquele porte.

A década de 2000 foi uma época marcada pela expansão urbana dos principais centros do estado, a ocupação urbana desordenada estava muito presente por conta dos empreendimentos imobiliários como a construção dos condomínios residenciais tanto nas áreas valorizadas como também nas periferias onde há uma carência maior. O litoral norte de São Paulo em geral teve diversos problemas em consequência da urbanização, no entanto, não fora o aumento populacional que causou uma série de problemas em si, mas sim a falta de políticas públicas responsáveis pelo desenvolvimento.

No período de 2011 foi constatado que a orla passou a ter inúmeras ocupações, embora ainda muito fragmentada, já que prevalecia condomínios de alto padrão que não conectam-se, acabando por deixar áreas vazias entre os espaços já urbanizados.

#### **4.2 Os impactos sociais e ambientais advindos da duplicação da Rodovia Tamoios**

Sánchez (2013) declara que existem diversas as definições de impactos ambientais, sendo algumas mais abrangentes outras que representam apenas uma parte de um todo. No sentido simples, o autor define que a maioria das vezes este impacto está associado ao dano à natureza, um dos exemplos que o mesmo menciona para a compreensão é a mortalidade de aves silvestres após o vazamento de petróleo, os animais cobertos de óleo preto causam um impacto na população. Seguindo o mesmo raciocínio, o impacto ambiental então é decorrente de uma ou um conjunto de ações de atividades humanas em um determinado local. No entanto, no estudo de avaliação dos impactos é possível perceber que há também os impactos positivos, ou seja, um empreendimento pode gerar empregos, programar sistemas de tratamentos de efluentes e assim por diante.

Em relação à ampliação e construção das malhas rodoviárias, é inevitável que ocorra impactos na esfera ambiental, social e econômica. No sentido negativo temos a retirada da vegetação, os aterramentos e as desapropriações. Enquanto positivamente teremos uma boa fluidez no trânsito, medidas de segurança.

Em julho de 2012, foi realizado um Workshop no município de São José dos Campos, sobre a Nova Tamoios, a fim de debater os temas de resgate e afugentamento de fauna, sendo comandado por veterinários e representantes da DERSA (Desenvolvimento Rodoviário S/A). No primeiro momento, o Dr. Plínio Ailub, buscou mostrar o encontro de espécies endêmicas com auxílio de armadilhas fotográficas e inspeções nas galerias e tubulações na Rodovia. Ainda assim, um dos engenheiros responsáveis da DERSA-SP, Júlio César, afirmou que não houve nenhum impacto significativo na Avifauna (aves) e nos animais silvestres até o segundo mês após as obras, isso gerou uma grande polêmica já que foram encontrados animais mortos por atropelamento durante as obras, animais machucados quando capturados, até mesmo dispersão deles para o regime urbano (LEITE, 2012).

Para a implantação da ampliação da Rodovia dos Tamoios foi preciso gerar relatórios técnicos de licitação, onde encontra-se informações sobre os diversos impactos ambientais do respectivo processo, embora seja possível encontrar muitos impactos negativos, há também a presença de medidas mitigadoras que auxiliam na diminuição desses impactos (CETESB,

2011), embora no *workshop* apresentado à cima, não tenha todas as informações relevante que são encontradas no parecer técnico.

Conforme o Resumo Executivo de Caraguatatuba Litoral Sustentável Desenvolvimento de Inclusão Social (2013), são constatados que os moradores da região têm opiniões divergentes sobre o impacto. Alguns deles reforçam a ideia de que há um benefício de transição de mercadorias e a facilitação do trânsito, entretanto, para outros é visível o aumento dos problemas já existentes, além de maior fluxo de pessoas e automóveis nas ruas impactando no estacionamento e na locomoção perante a orla.

Sendo assim, é perceptível que terá benefícios positivos e negativos na duplicação da Rodovia Tamoios. No quesito social, população que precisa se locomover através de veículos de transportes se beneficia consideravelmente já que diminuirá o congestionamento e os acidentes causados pela imprudência dos motoristas. Economicamente as cidades vizinhas e litorâneas também serão favorecidas, pois aumentará o fluxo de turistas que movimentam a economia. No entanto, existirá a desapropriação dos moradores e comerciantes ao longo da rodovia e o impacto.

### **4.3 A duplicação do trecho de Serra do Mar da Rodovia Tamoios**

De acordo com a Concessionária Tamoios (2018), as obras do trecho da Serra do Mar apresentam modernização estratégica da logística para a economia e o turismo das regiões do Vale do Paraíba e Litoral Norte. É compreendido que serão 21,6km de novas pistas, dentre eles 15,45km será composto por túneis e viadutos que terá a finalidade de proteger a floresta que ali reside.

Ainda a Concessionaria Tamoios (2018) informa sobre o avanço das obras que a duplicação da rodovia está localizada em boa parte do Parque Estadual da Serra do Mar, sendo ela 85% da área, isso acaba por se tornar um grande desafio ambiental e para a engenharia. Os túneis e os viadutos são compostos por 72% total da obra, assim preservando a mata e a diversidade ecológica. A Queiroz Galvão, empreiteira responsável pelo projeto, desenvolverá o “*Cable Crane*” tecnologia australiana que consiste basicamente em transportar cargas e pessoas através de teleférico conduzido por cabos, assim evita-se criar novos acessos dentro da mata. É interessante ressaltar que esta é a primeira vez que o Brasil emprega a respectiva metodologia e isso fez com que o projeto receba o prêmio de Eco de Sustentabilidade da Câmara de Comércio Americana e o Jornal O Estado de SP.

A nova pista deve atender a necessidade de subir a Serra, sentido a São José dos Campos, com duas faixas de rolamento e acostamento que reduzirá o tempo de viagem, no entanto, a previsão do fluxo de automóveis por dia será de 35 mil veículos. Atualmente as pistas do trecho da Serra estão sendo utilizadas apenas para a descida no sentido litoral, e muitas das obras já foram concluídas como iluminação, curvas, melhoria da pavimentação e sinalização. Embora a primeira parte das obras já houvesse começado há um tempo, em 2015 foi o começo da segunda parte, ou seja, da duplicação da rodovia. A previsão de término é de dezembro de 2020, em março de 2018 foi constatado que as obras geram 2.238 empregos diretos, também havendo 22 frentes de trabalho, área de trabalho móvel e temporária, que é desenvolvido todas as etapas de uma obra, esta avançou 32,28% total da duplicação.

Em 2017 o túnel 1 havia progredido 18,75%, ao ser concluído o mesmo terá 2.850 metros de extensão. Já o túnel 5, encontra-se com 2.021 metros de extensão, sendo 55% de avanço, sua conclusão será de 3.696 metros de extensão, contando com duas frentes de trabalho, uma em Caraguatatuba e outra em Paraibuna. Em relação às obras de contornos norte e sul, terão 33,9 quilômetros, onde passará entre os municípios Caraguatatuba e São Sebastião, sendo responsável pela empresa DERSA - Desenvolvimento Rodoviário S/A, que quando concluída será administrada pela Concessionária Tamoios.

#### **4.4 Ações Preventivas**

O meio físico tem características naturais próprias e que o risco só acontece quando o homem está inserido naquele território. Sendo assim, o risco torna-se dependente da probabilidade da ocorrência de um fenômeno natural e a vulnerabilidade da sociedade. Para serem definidas as intervenções de morfogênese, o homem precisou de longos anos de aprendizado científico e técnico. Começando aparentemente após a revolução industrial, esta que mostrou para os indivíduos uma nova forma de organização em suas vidas, o crescimento sem a preocupação dos impactos naturais do planeta, ou seja, as ações que o homem propiciou são dadas pelo avanço das tecnologias e pelo aumento da população. Porém, somente na segunda metade do século XIX que o homem pôde perceber que muitas de suas ações são danosas ao meio físico, então sua consciência científica foi aflorada.

Como o homem é um agente modelador do relevo, é importante que exista uma compreensão no estudo do meio físico e as consequências que o homem causará. Desta forma, o conhecimento dos riscos auxilia na gestão dos riscos naturais que não pode ser desvinculado do ordenamento do território. Para que ocorra um planejamento onde os riscos são menores, o

homem dependerá do conhecimento das condições naturais do território e de seus atos antrópicos que foram depositados no meio, então apenas assim poderão ser implantadas políticas públicas de ordenamento territorial que minimizarão os danos sociais e econômicos (PEDROSA, 2012).

Contudo, vale lembrar que embora o homem com suas ações atue no ambiente natural e pode levar a causar uma aceleração dos processos de movimento de vertente, não significa que o mesmo seja responsável por tudo que ocorre. Nesta situação, o homem encontra-se como um agente passivo, sendo afetado pelas dinâmicas de vertente. Pedrosa (2012) ainda informa que a susceptibilidade geomorfológica é dada através de um conjunto de mais ou menos amplos fatores, como a litologia, rede de drenagem, cobertura vegetal, estrutura, morfologia, declive, etc.

Sendo assim, é relevante o estudo sobre a geomorfologia quando o objeto de estudo se refere à ocupação do território, principalmente sobre o comportamento das rochas que, por sua vez, têm a capacidade de certo limite de plasticidade que determina como a água atua sobre a partícula, além da tipologia das rochas que ajudam a prever quais impactos são causados com a respectiva infraestrutura desenvolvida e assim, pode-se mitigar as problemáticas advindas dessas relações homem e natureza, ou seja, o ordenamento do território precisa ser analisado minuciosamente para que a mitigação dos riscos naturais seja adequadamente estruturada e a entre as estratégias tanto nas obras como nos planos emergenciais e programas de assistência após uma possível crise.

Em seu trabalho, Pedrosa (2012) ainda faz menção a uma proposta de que a gestão dos riscos naturais deve ter um conjunto sequencial, elas são o diagnóstico e a avaliação do risco; prevenção e redução dos riscos; gestão das situações de crises e da pós-crise; reconstrução e planejamento preventivo. Cada uma dessas fases proporciona um trabalho árduo que faz com que seja preciso interligar várias áreas do conhecimento científico, técnico e social para que uma qualidade de vida seja melhor, além disso, é importante salientar que as crises pós-desastres ensinam as pessoas a não cometer os mesmos erros e nem a provocar um desgaste para que tal fenômeno ocorra.

## 5. Materiais e Métodos

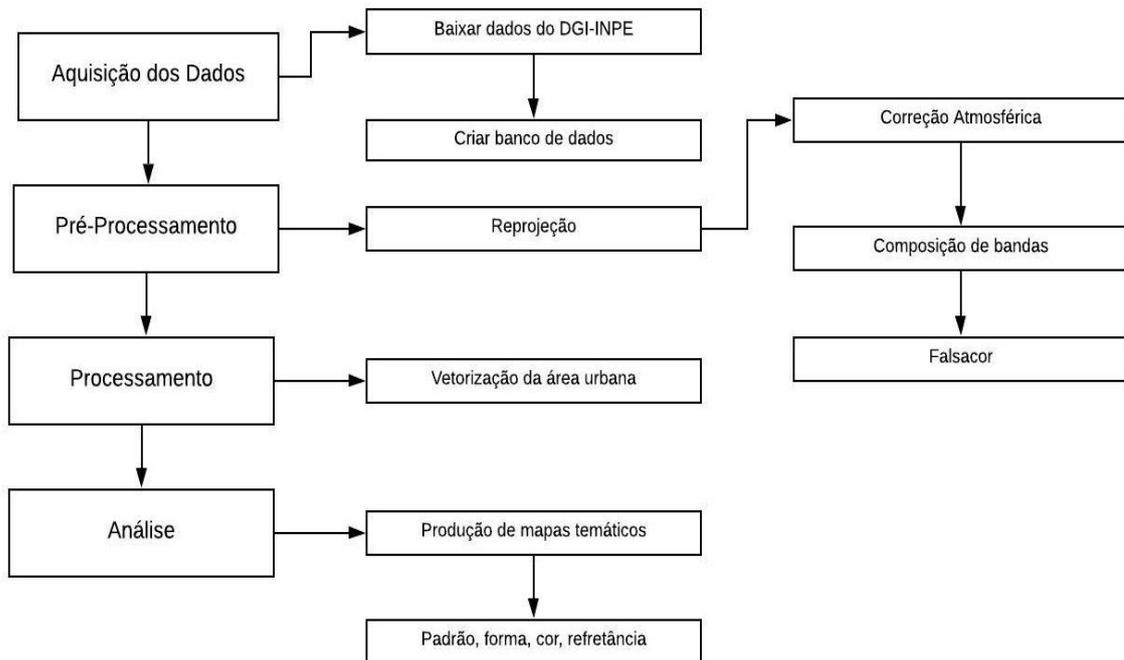
Os procedimentos metodológicos foram baseados em três etapas principais, iniciando pela revisão bibliográfica de temas correlatos à pesquisa, seguindo pela construção de banco de dados e aplicação de geoprocessamento para a criação de mapas temáticos, a fim de favorecer a análises das informações produzidas.

Durante a concepção da revisão bibliográfica foram lidos temas sobre degradação, movimento de massa e os fatores naturais e antrópicos que levam a incidência dos fenômenos, bem como as formas de ocupação em locais de encostas, a partir disso a leitura foi expandida a partir de artigos que tratavam da catástrofe de Caraguatatuba em 1967, a duplicação da rodovia Tamoios (CORRÊA ET AL, 2018; DIAS ET AL, 2018; HENRIQUE ET AL, 2017; LEITE, 2012; MARANDOLA, 2013) e sobre o histórico da cidade, para ser utilizado como o estudo de caso e o resgate histórico da ocupação. A partir da abordagem teórico-metodológica foi possível aplicar os conceitos ao desenvolver o estudo, enquanto os dados quantitativos ajudaram na elaboração de mapas temáticos, favorecidos por ferramentas e técnicas de geoprocessamento.

Durante o processamento digital de imagens de satélite, foi organizado um banco de dados a partir da aquisição de dados das respectivas fontes: IBGE, INPE, EARTH DATA/NASA, em Setembro de 2019. Na etapa de pré-processamento, foram realizados os processos de reprojeção dos sistemas de coordenadas para SIRGAS2000 UTM, a correção atmosférica das imagens de satélite adquiridas a partir da equalização do histograma das imagens, finalizando na composição de bandas falsa-cor do satélite do Landsat-5, correspondente das bandas espectrais 5, 4 e 3, no Landsat-8, foram utilizados as bandas espectrais 6, 5 e 4, sobre o município de Caraguatatuba das datas de 07-05-1985, 14-09-1995, 26-11-2005, 03-04-2015 e 13-02-2019 (figura 07).

Importante salientar-se que os espaços temporais começam a serem analisados a partir de 1985 pelo Landsat-5, pois apenas nesse período as imagens de satélite tornaram-se padronizadas em número de bandas e resolução espacial.

### Processo Digital de Imagens



**Figura 07: Fluxograma dos materiais e métodos.**

Fonte: Elaborado pela autora.

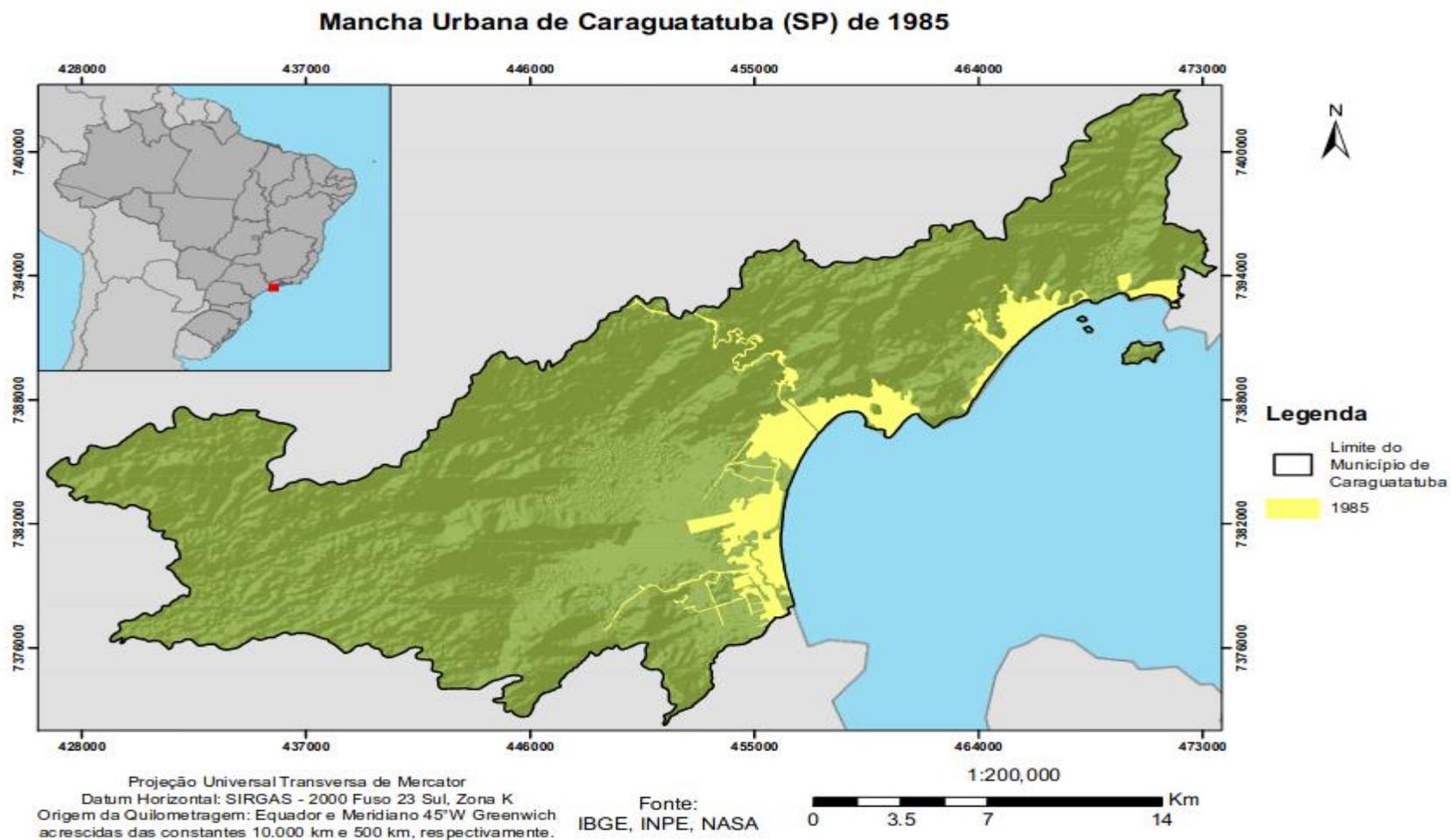
Após este procedimento, é realizada a vetorização das imagens de satélite no programa ArcGIS 10.7, considerando como critérios de avaliação da classificação supervisionada, a conectividade do espaço, padrões de cor, forma, textura e rugosidade que criam mapas temático do crescimento urbano e mapas apresentando as manchas totais em 2D, bem como visualizações 3D com exagero vertical de 1.3 para o risco de susceptibilidades geomorfológicas.

## 6. Resultado e Discussão

No decorrer do processo de pré-processamento, é utilizado imagens de satélite que auxiliaram a realçar as áreas antropizadas e a facilitar a vetorização, através da composição falsa-cor. Dessa maneira, ao comparar os mapas temáticos realizados para o presente trabalho, são encontrados alguns resultados, dentre eles, a expansão de Caraguatatuba, assim como o

aumento da densidade de ocupação e a verticalização desse município. Além disso, é constatado o quanto essa cidade ainda pode crescer, já que existem fatores naturais condicionantes da delimitação da área do município, sendo esses, o litoral a leste e a Serra do Mar a oeste. Durante a análise, a expansão esteve ligada com o tempo que a cidade levou para chegar ao atual momento e com o espaço que permite que este progresso seja efetuado.

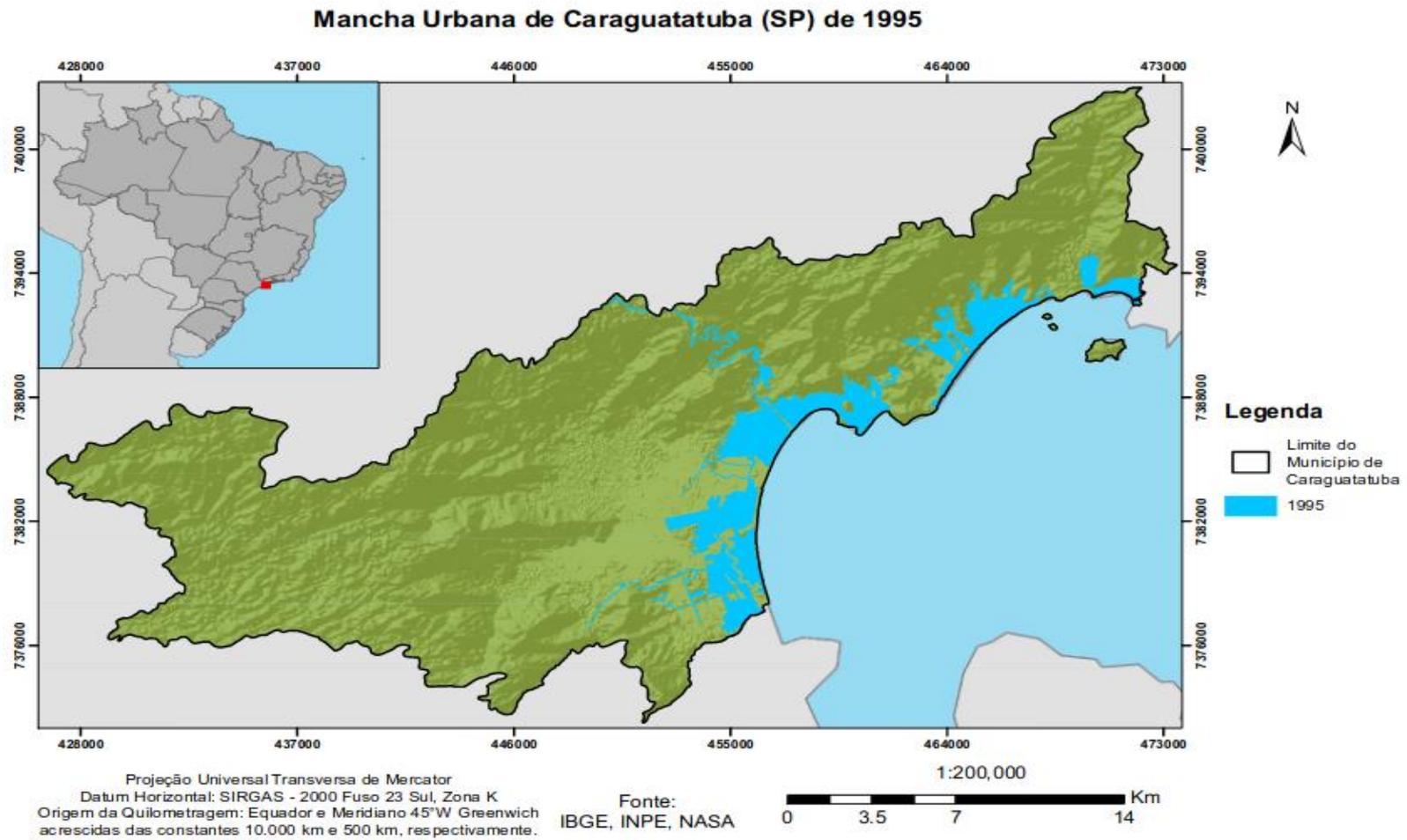
Em 1985 as principais estradas e trechos já haviam sido construídos, porém, somente posteriormente, que o aumento da infraestrutura se torna significativo. Nesse mesmo ano, a cidade apresentava uma notável concentração urbana no norte e principalmente no centro e sul. As áreas ao norte estão mais próximas às encostas, o que as tornam um vetor de riscos de desastres a movimentação de massa, enquanto ao sul é possível perceber uma forte aglomeração ao longo do Rio Juqueriquerê, o que torna esta região sujeita à inundação, principalmente, as áreas planas próximas ao curso d'água (mapa 01).



Mapa 01: Mancha Urbana de Caraguatatuba (SP) de 1985.

Fonte: Elaborado pela autora.

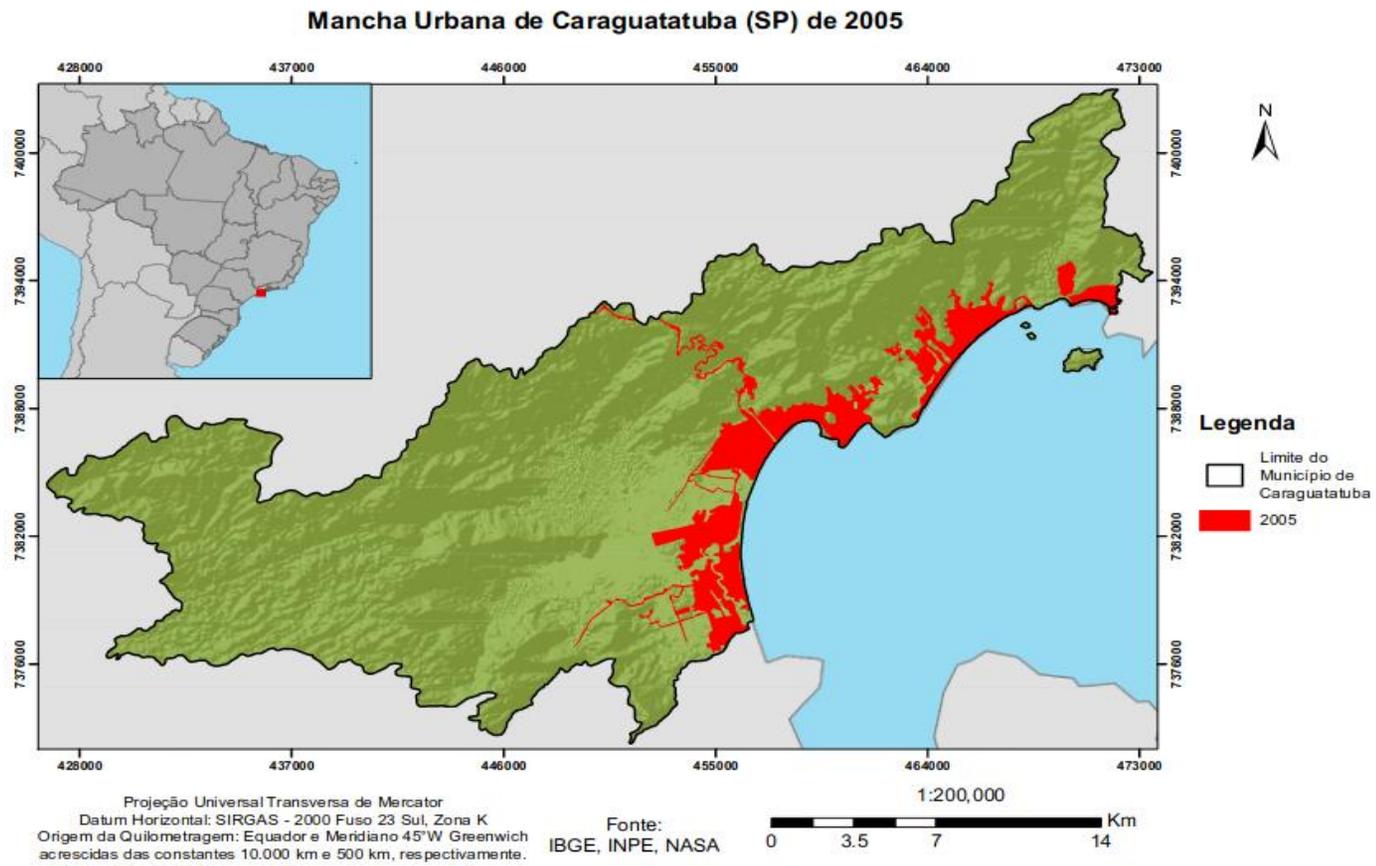
Em 1995 foi o ano que mais houve uma expansão dentre todos os anos analisados, principalmente no extremo sul e ao norte. Na década de 1990, segundo Pereira (2017), a cidade teve uma maior expansão em relação à verticalização e um aumento de procura de moradias nas áreas ribeirinhas e de encostas durante este período, o que eleva o número de áreas susceptíveis aos riscos naturais (mapa 02).



**Mapa 02: Mancha Urbana de Caraguatatuba (SP) de 1995.**

**Fonte: Elaborado pela autora.**

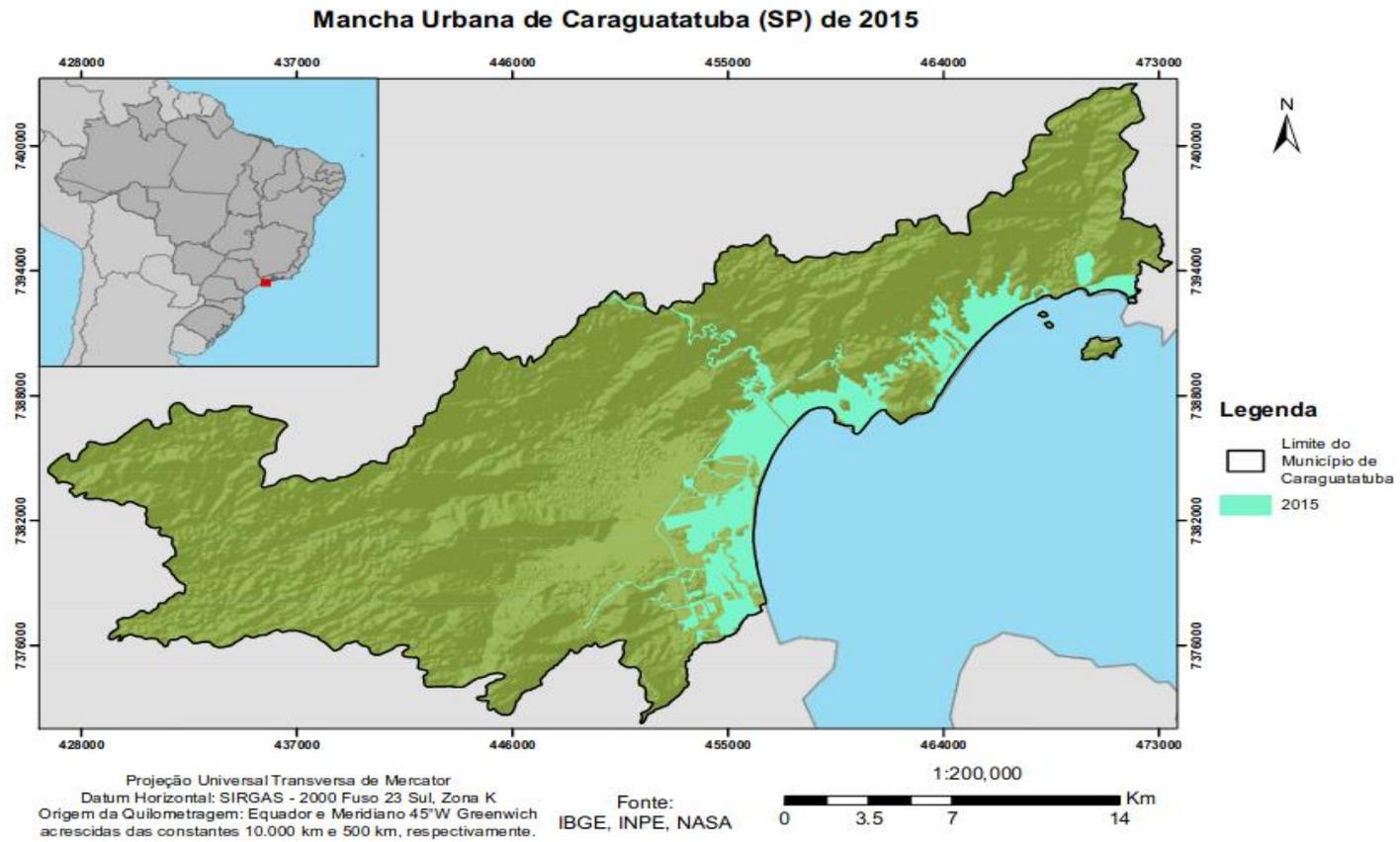
Em relação à análise da mancha urbana correspondente ao ano 2005, percebe-se que Caraguatatuba apresenta um adensamento urbano, além disso, a verticalização é presenciada nas áreas em que já ocorria ocupação em anos anteriores, não havendo, portanto, um aumento significativo da área urbana. Os pontos que apresentaram crescimento não são significativos, já que esses estão associados aos locais do norte do município (mapa 03).



**Mapa 03: Mancha Urbana de Caraguatatuba (SP) de 2005.**

Fonte: Elaborado pela autora.

Diferente da análise anterior, o município cresce consideravelmente em direção ao centro, ao norte e ao sul no ano de 2015. Neste caso, o aumento também está relacionado com a rodovia dos Tamoios e a sua duplicação e as novas reformas da rodovia Rio-Santos, onde é perceptível a visualização das manchas urbanas deste ano próximo às obras. A tendência, a partir deste período, é aumentar os fluxos tanto de automóveis quanto de pessoas, uma vez que as estradas são uma das principais causas que levam a aumentar a urbanização (mapa 04).

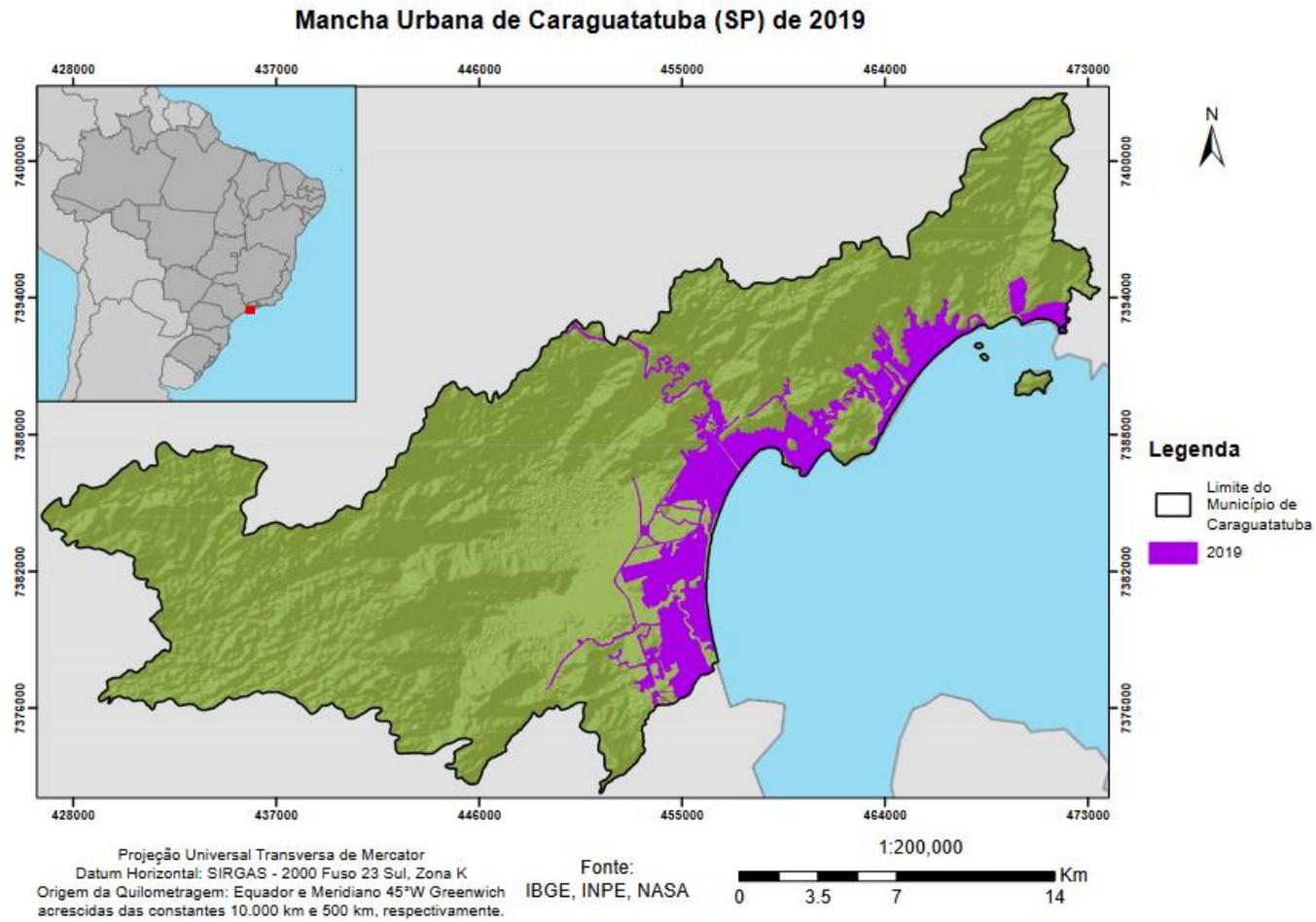


**Mapa 04: Mancha Urbana de Caraguatatuba (SP) de 2015.**

**Fonte: Elaborado pela autora.**

Entre 2015 a 2019 (mapa 05), não foi analisado um intervalo de 10 anos e, por isso, não houve grandes alterações na mancha urbana. Contudo, é perceptível o aumento na ampliação da Rodovia dos Tamoios, especificamente, em uma área que antecede o futuro túnel da obra, assim como, a expansão da cidade em direção ao sul. É importante destacar que o município cresce, conforme as redes de transportes ampliam-se, e embora, nesse ano, boa parte da área urbana esteja ocupada, a tendência é que essa ocupação siga rumo às planícies ao sul.

Caraguatatuba neste presente momento alcança as extremidades da região, onde se encontra a serra, restando avançar na região central, onde se situa, atualmente, as áreas agrícolas. Desse modo, é possível prever, futuramente, a apropriação destes locais pela urbanização, levando em consideração que esse território permanece em uma planície, o que facilita as construções civis. Para que isso ocorra, existe também um condicionamento importante que é as infraestruturas de transporte que são bastante relevantes, ao facilitar o fluxo de pessoas e automóveis, além de interferir no sentido em que a cidade avança.



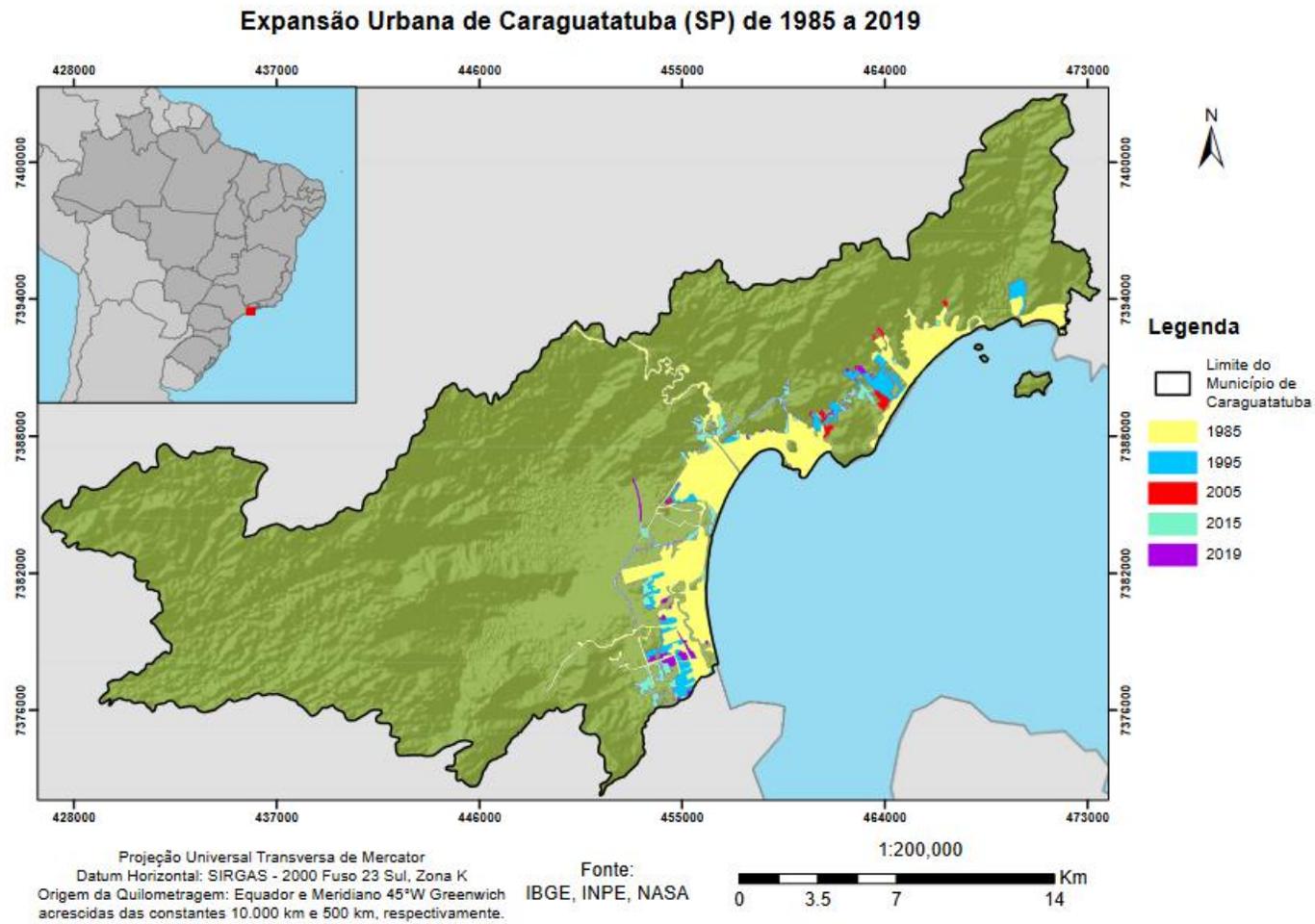
**Mapa 05: Mancha Urbana de Caraguatatuba (SP) de 2019.**

**Fonte: Elaborado pela autora.**

Considerando os mapas feitos a cada ano, foi possível sobrepor-los criando um mapa em que mostra toda expansão urbana do ano de 1985 a 2019, desta forma evidencia o ritmo em que a cidade cresceu e onde cresceu (mapa 06).

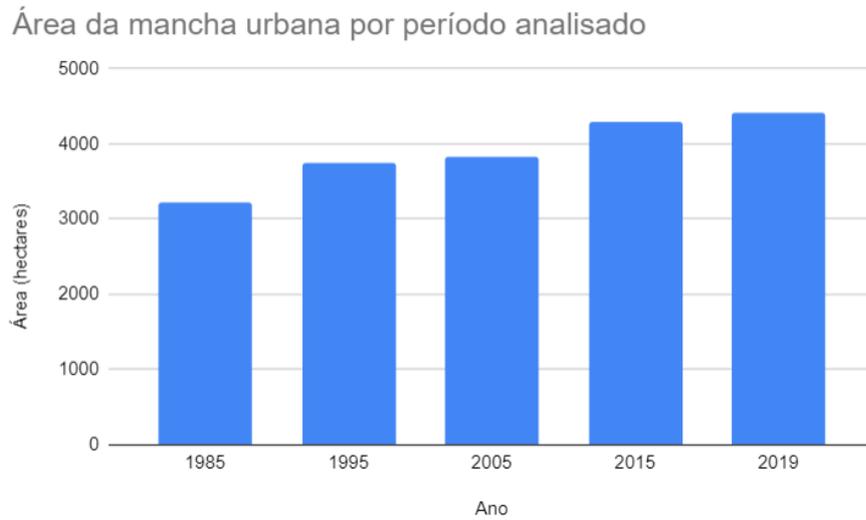
Quando comparamos com o primeiro ano, 1985 com 2019 existem uma ideia de que a cidade tenha crescido exponencialmente, entretanto, nem sempre será assim, a cidade leva tempo para que o desenvolvimento do planejamento urbano faça elevar grandes taxas de fluxos, urbanização, crescimento populacional e urbano. E por isso, dentro do tempo monitorado, 1985 tinha uma considerável urbanização, em 1995 ainda havia crescimento, no entanto, 2005 a cidade havia estagnado, voltando a crescer somente em 2015 e, por 2019 ter menos da metade de tempo determinado não tem informações suficientes, mas neste ano pode-se ver que a cidade está em fase de crescimento, principalmente por causa das vias. Durante esses anos analisados podemos, em um gráfico, demonstrar as áreas de manchas urbanas (figura 08) e a porcentagem de crescimento em relação a mancha de 1985 (figura 09), a primeira tem como objetivo mostrar o crescimento das manchas durante os respectivos anos, enquanto a segunda refere-se o crescimento das manchas para cada ano analisado comparando-o com o ano anterior.

Como atualmente a cidade está urbanizada em todas suas extremidades, sendo delimitado pela Serra do Mar, resta apenas apropriar das planícies agrícolas para uma futura urbanização.



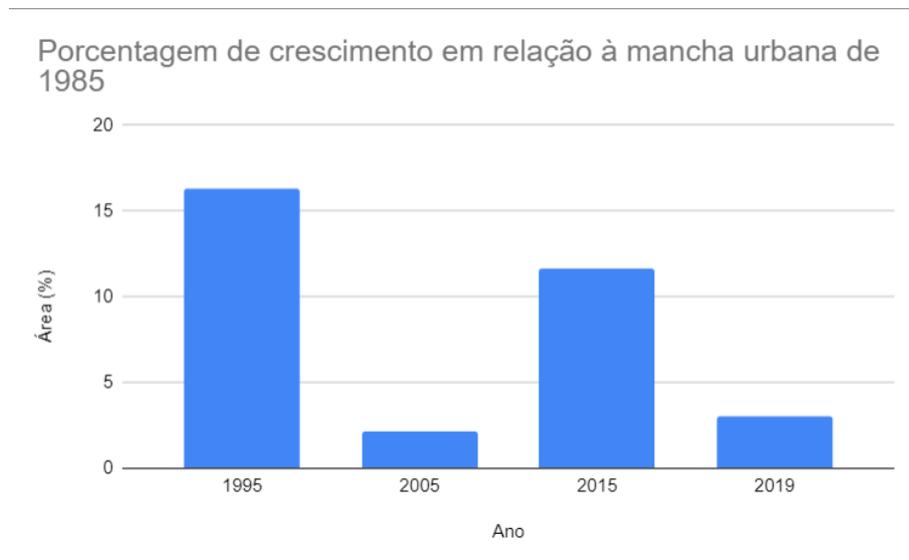
**Mapa 06: Sobreposição das manchas urbanas.**

**Fonte: Elaborado pela autora.**



**Figura 08: Área da mancha urbana.**

**Fonte: Elaborado pela autora.**



**Figura 09: Percentual das áreas analisadas**

**Fonte: Elaborado pela autora**

Outro importante resultado são os locais com alta susceptibilidade de risco, numa análise geral as populações não se encontram tão próximas aos morros, onde seriam facilmente atingidas caso houvesse um movimento de massa, no entanto, há presença de um perigo para a população que reside no centro e norte, na medida em que as comunidades dessa área estão inseridas nos sopés dos morros, onde o nível potencial de movimento de massa

encontra-se alto e médio grau, porém deve ser lembrando que há uma extensa área plana, neste espaço há a possibilidade de existir outros fenômenos hidrológicos como os alagamentos, enchentes e inundações.

As áreas planas e agrícolas normalmente não têm declive suficiente para que a água escorra e nem solo profundo para que o líquido infiltre e percole. Nas áreas urbanizadas, os solos são impermeabilizados pelas construções principalmente pelas estradas, causando muitos alagamentos. Estes fenômenos podem ser intensificados pela relação dos processos urbanos, assim, a taxa de aumento populacional tende a intensificar a impermeabilização. A topografia, o solo, ainda mais rente à faixa litorânea e a climatologia facilitam a ocorrência dos processos fenômenos hidrológicos citados.

Com base no mapa de cicatrizes de escorregamento (figura 11), no qual se encontram os registros dos eventos de 1967, foi produzido por Dias et al, (2018), baseado no trabalho de mapeamento e escorregamentos de Fúlfaro (1976), para a elaboração deste mapa o autor observou a densidade e a distribuição ao comparar e avaliar o conjunto dos parâmetros morfológicos através da estatística inicial. Além do autor utilizar as variáveis para validação do mapa de ocorrências de cicatrizes de escorregamento, sendo as variáveis de declividade, morfologia da encosta, hipsometria e orientação da vertente. Neste mapeamento a distribuição das ocorrências de movimentação de massa está associada a Serra do Mar, servindo de base para a produção do mapa em 2D de suscetibilidade (mapa 07) e utilizando o modelo de multicritérios, e a elaboração de imagens em 3D de suscetibilidade para melhor compreensão (figura 12 e 13).

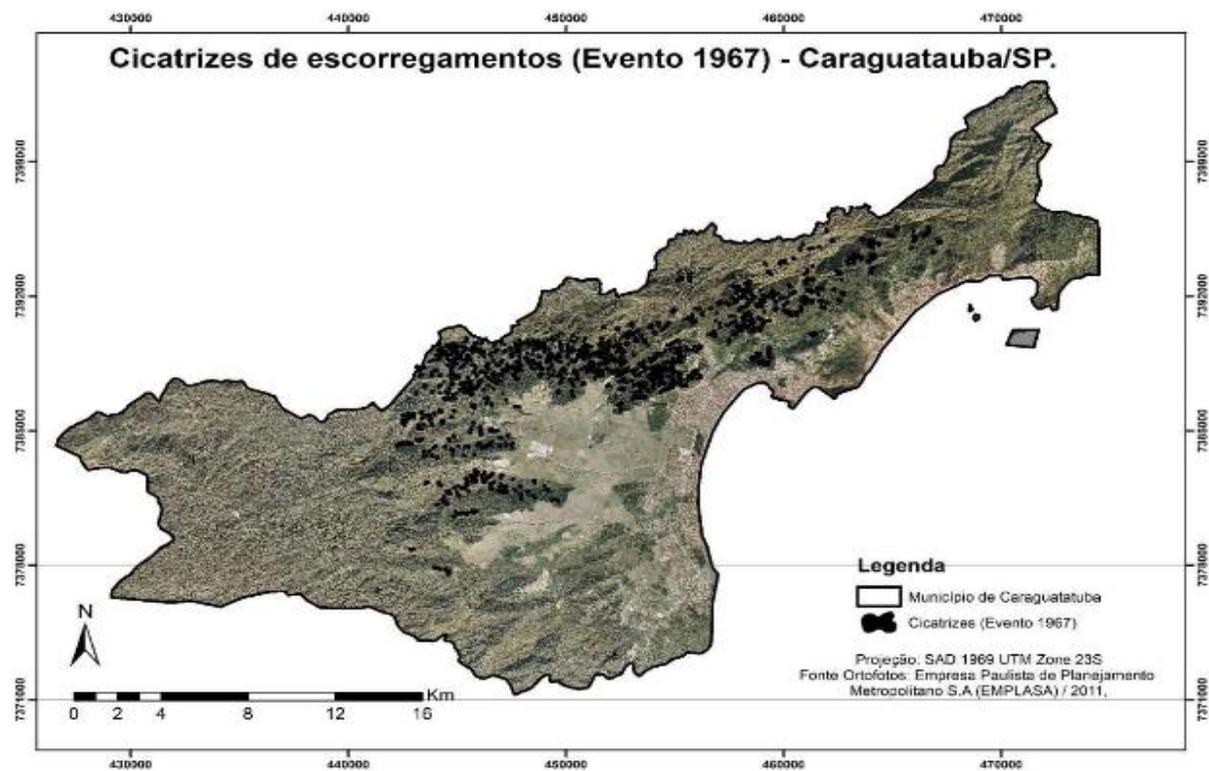
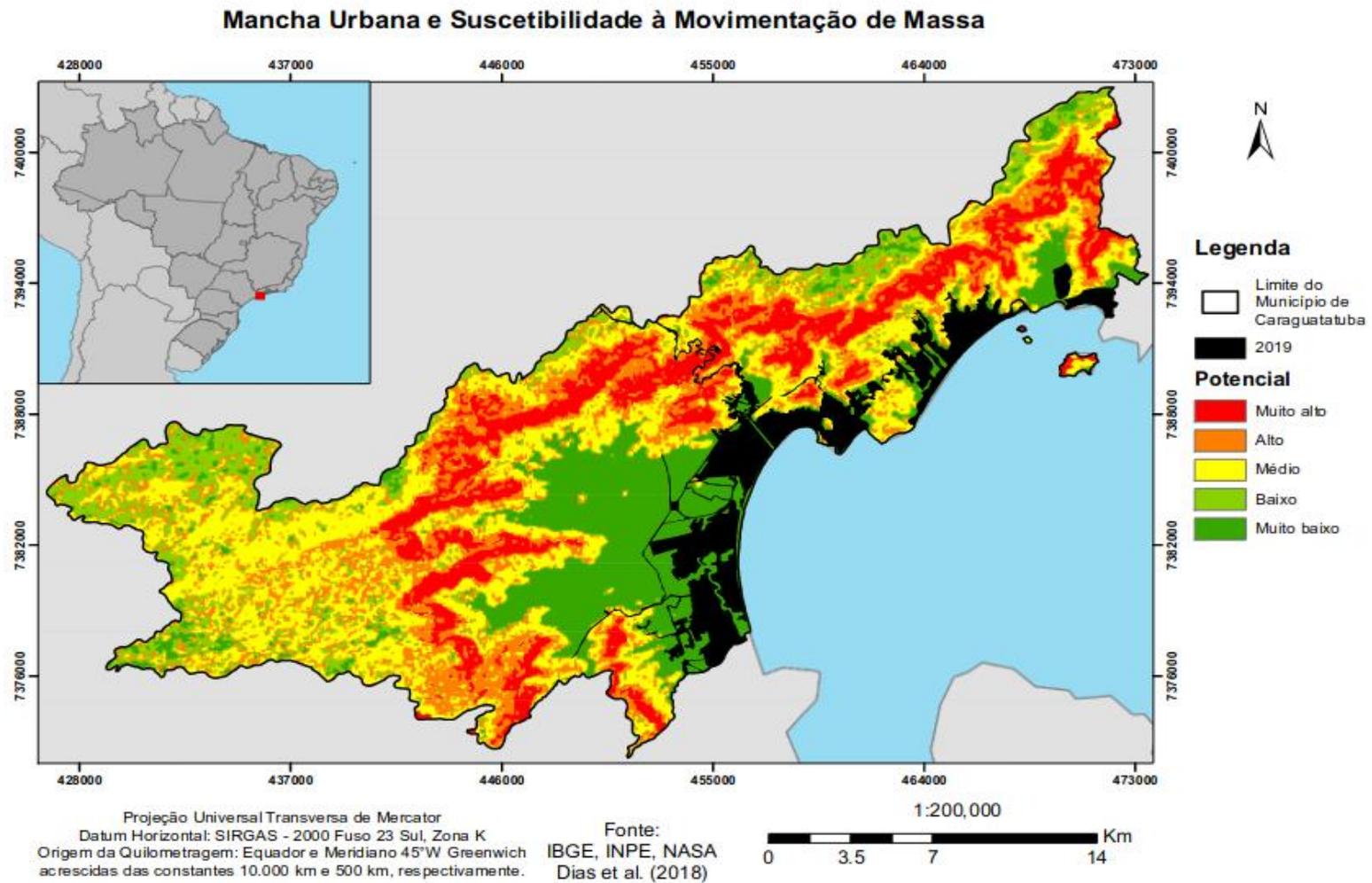


Figura 11: Cicatrizes de escorregamentos.

Fonte: Dias et al., (2015).

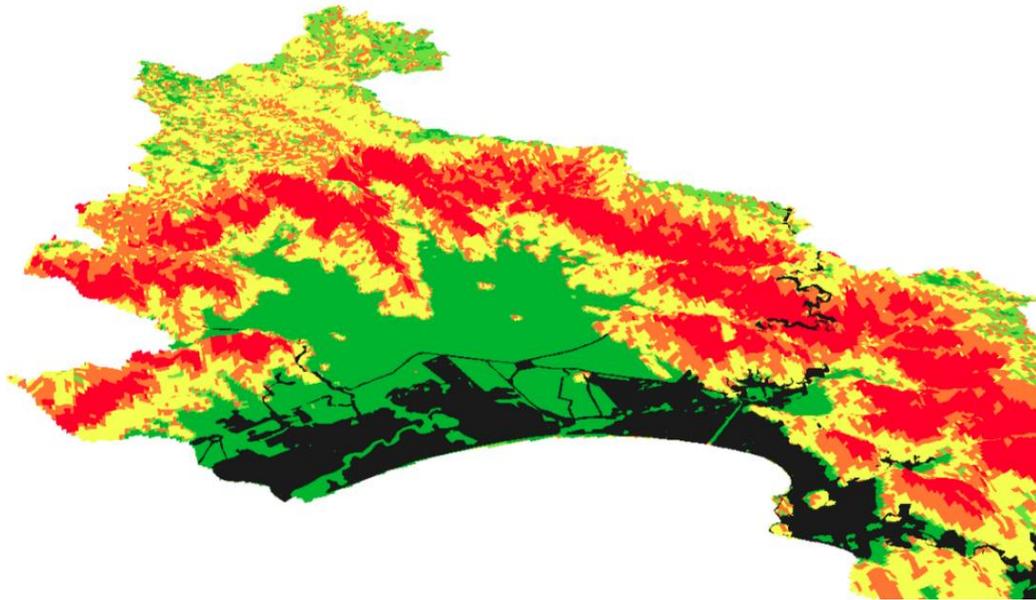
De acordo com Marcelino (2003), embora haja inúmeras cicatrizes nas áreas florestais, 50% dos escorregamentos acontecem em áreas onde ocorreram ações antrópicas, sendo representados em apenas 28% da área total do município e relacionados muitas vezes com as áreas de desmatamento e as áreas de pastagens. Porém, em seu estudo, quando correlacionado com as aberturas de estradas, a quais é preciso realizar cortes em encostas, essas não têm resultados relevantes, à medida que a maior parte delas encontra-se nas planícies litorâneas e existem poucas estradas que levam para dentro da Serra do Mar.



**Mapa 07: Mancha Urbana e Suscetibilidade à Movimentação de Massa.**

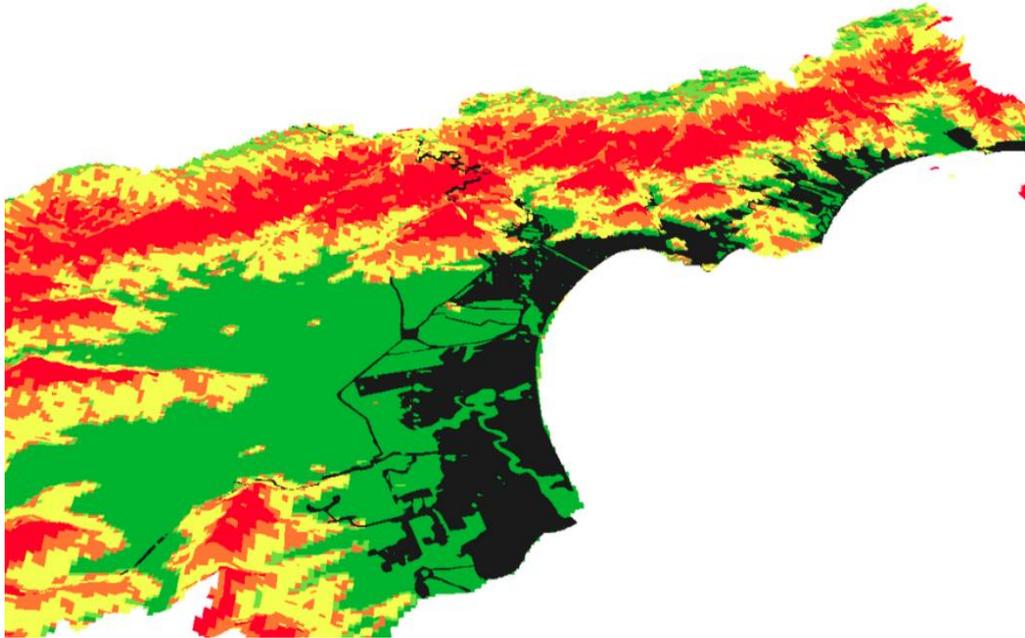
Fonte: Elaborado pela autora, adaptado de Dias et al. (2018).

O mapa 07 apresenta o contexto geofisiográfico de Caraguatatuba, como dito anteriormente, nesta imagem pode-se assimilar tanto a expansão urbana em locais de riscos quanto à suscetibilidade ao movimento de massa, contribuindo a identificar as principais áreas de riscos.



**Figura 12: Suscetibilidade ao risco geomorfológicos em 3D-SW e NE.**

**Fonte: Elaborado pela autora.**



**Figura 13: Susceptibilidade aos riscos geomorfológicos em 3D-SE e NO.**

**Fonte: Elaborado pela autora.**

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Esta pesquisa propôs como objetivo o esclarecimento da temática de movimento de massa e suas implicações na expansão urbana e risco geomorfológico do município de Caraguatatuba (SP). Além disso, o trabalho deve contribuir para a pesquisa de ordenamento territorial do município, uma vez que as informações presentes no trabalho serão importantes para a criação de novas medidas do planejamento.

Nessa perspectiva, é importante mencionar a atuação de infraestruturas de transportes que podem acabar impactando o meio. Atualmente, são grandes as obras nas rodovias que devem mover grandes fluxos de pessoas, intensificar a urbanização e, conseqüentemente, levar a apropriação de lugares de riscos para a moradia, reduzir a fauna em função do trânsito, barulho, migração e fuga forçada, além de provocar a impermeabilização do solo, trazendo problemas de caráter hidrológico.

Durante os anos analisados é visível a mudança no padrão de ocupação urbana, que está associado também com as rotas viárias que favorecem a verticalização e o adensamento das áreas mais valorizadas, principalmente próximas ao litoral. Entretanto, é preciso destacar o problema da inundação. Caraguatatuba possui algumas grandes extensões de áreas planas, como uma projeção para o futuro, há possibilidades de um regime de chuvas intensas ou contínuas, encharcaram o solo. No atual momento, não existem grandes prejuízos caso isso ocorra, porém quando estas áreas se tornarem urbanizadas, essas chuvas devem trazer diversas consequências para a população da cidade.

Considerando esses fatores, constata-se que o desequilíbrio entre a natureza e a urbanização trás inúmeras implicações e, por isso, deve-se averiguar as melhores formas de mitigar os impactos negativos para não refletir na qualidade de vida dos indivíduos, bem como desenvolver o discernimento dos locais onde pode oferecer riscos ao homem, diminuindo assim, diversas tragédias.

## **8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

CORRÊA, S.V.C; REIS, V.G.A.F, GIORDANO, C.L; GRAMAMI, M; CABRAL, C.V; GABELINI, M.B. **Depósitos do Fluxo de Detritos de 1967 na Bacia do Rio Santo Antônio (Caraguatatuba, SP): Delimitação e Elaboração de Isópacas**, 2018.

ARAÚJO, S.H.G; ALMEIDA, R.J; GUERRA. T.J.A. **Gestão Ambiental de Áreas Degradadas**. 11 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014.

CARDOSO, G.; CARDOSO, C. Gestão de riscos associados a movimentos de massa. **Revista Ordem Pública**, v. 9, n. 1, p. 261-270, 2016.

CEMADEM, (Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais). **Movimento de Massa**. Disponível em: < <https://www.cemaden.gov.br/deslizamentos>>.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Parecer Técnico**. N° 243/11/IE Processo 13523/2007, São Paulo, 2011.

CHIOSSI, J. N. **Geologia de Engenharia**. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

CHRISTOFOLETTI, A; **Geomorfologia**. 2 ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 1980.

Concessionária Tamoios. **Acompanhe o avanço das obras de duplicação do trecho da Serra da rodovia do Tamoios**. Disponível em: <<http://www.concessionariatamoios.com.br>>.

DIAS, H.C. et al. **Avaliação da suscetibilidade a escorregamentos rasos com base na aplicação de estatística bivariada: resultados preliminares**, 2018.

FARAH, F. **Habitação e Encosta**. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, IPT, 2003.

FERNANDES, F.N; AMARAL, P.C. Movimentos de Massa: Uma abordagem geológico geomorfológico. In: Guerra, A. J. T e Cunha S.B (orgs). **Geomorfologia e meio ambiente**. 10 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

FERNANDES, N.F. et al. Condicionantes geomorfológicos dos deslizamentos nas encostas: avaliação de metodologias e aplicação de modelo de previsão de áreas susceptíveis. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 2, n. 1, 2001.

FLORENZO, G.T. **Geomorfologia: Conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

G1, **Deslizamento de terra que devastou Caraguatatuba completa 50 anos**. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sp/vale-do-paraiba-regiao/noticia/2017/03/deslizamento-de-terra-que-devastou-caraguatatuba-completa-50-anos.html>>.

GALVÃO, T.; CARVALHO, S.C. **Prevenção de Riscos de Deslizamentos nas Encostas**. Brasília, 2006.

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.

GERSCOVICH, D.M.S. **Estabilidade de Taludes** (2ª edição). Oficina de Textos, 2016.

GUERRA, A.J.T; CUNHA, S.B. Degradação Ambiental. In: Guerra, A.J.T e Cunha, S.B (orgs). **Geomorfologia e meio ambiente** 10 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

GUERRA, A.J.T; CUNHA, S.B. Processos Erosivos na Encosta. In: Guerra, A. J. T; Cunha, S. B. (orgs) **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 7 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

NETTO, C.L.A. Hidrologia de Encosta na Interface com a Geomorfologia. In: Guerra, A. J. T; Cunha, S. B. (orgs) **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 7 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

GUIDICINI, G.; NIEBLE, C.M. **Estabilidade de taludes naturais e de escavação**. 6 ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 2010.

GUIMARÃES et al. Movimentos de Massa. In: Florenzano. G. T; **Geomorfologia: Conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

HENRIQUE, M.A; DE SOUZA, A.A.M; RESCHILIAN, P.R. Duplicação da rodovia dos Tamoios-SP: fluidez e repercussões no espaço regional da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte. **Cadernos Metr pole**, v. 19, n. 40, p. 799-816, 2017.

LEITE, A.C. **Impactos ambientais negativos decorrentes da duplicação da Rodovia dos Tamoios SP-099 subtrecho planalto**, 2012.

MARANDOLA, J.R.E. et al. Crescimento urbano e áreas de risco no litoral norte de São Paulo. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 30, n. 1, p. 35-56, 2013.

MARCELINO, E.V. **Mapeamento de áreas susceptíveis a escorregamento no município de Caraguatatuba (SP) usando técnicas de sensoriamento remoto**. São José dos Campos. 218p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto)–Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2003.

MARTINS, K.G. **Expansão urbana desordenada e aumento dos riscos ambientais à saúde humana: o caso brasileiro**, 2012.

SANTOS, M. **A Urbanização Brasileira**. São Paulo: Editora de Humanismo, Ciência e Tecnologia, 1993.

PEREIRA, B. **Verticalização da Avenida Geraldo Nogueira da Silva, Caraguatatuba - SP**, 2017.

PEDROSA, P. A integração da prevenção dos riscos no ordenamento territorial. In: **Colóquio sobre Paisagens, Património e Riscos Naturais: Perspectivas de Planeamento Comparado**, 2006.

SÁNCHEZ, L.E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. [S.l: s.n.], 2013.

SOUSA, L. et al. Problemas ambientais urbanos: desafios para a elaboração de políticas públicas integradas. **Cadernos Metr pole**, n. 19, 2008.

TOMINAGA, K.L. Desastres Naturais: Por qu  ocorrem? In: Tominaga, K. L; Santoro, J; Amaral, R. (orgs). **Conhecer Para Prevenir**. 3<sup>a</sup> ed. São Paulo. p. 11-25, 2015.

TOMINAGA, K.L; Escorregamentos. In: Tominaga, K. L; Santoro, J; Amaral, R. (orgs). **Conhecer Para Prevenir**. 3<sup>a</sup> ed. São Paulo. p. 25-39, 2015.