



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Tecnologia e Ciências

Instituto de Geografia

Fabrizio da Costa Barros

**Análise das dinâmicas socioambientais da bacia hidrográfica do rio
Piraquê-Cabuçu, Zona Oeste do município do Rio de Janeiro**

Rio de Janeiro

2020

Fabrizio da Costa Barros.

**Análise das dinâmicas socioambientais da bacia hidrográfica do rio Piraquê-Cabuçu,
Zona Oeste do município do Rio de Janeiro**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Cultura e Natureza.

Orientador: Prof. Dr. Alexander Josef Sá Tobias da Costa

Rio de Janeiro

2020

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/C

B277 Barros, Fabrizio da Costa.
Análise das dinâmicas socioambientais da bacia hidrográfica do rio Piraquê-Cabuçu, Zona Oeste do município do Rio de Janeiro / Fabrizio da Costa Barros – 2020.
119f.: il.

Orientador: Alexander Josef Sá Tobias da Costa.
Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Geografia.

1. Planejamento urbano – Zona Oeste (Rio de Janeiro, RJ) – Teses. 2. Inundações – Zona Oeste (Rio de Janeiro, RJ) – Teses. 3. Bacias hidrográficas – Zona Oeste (Rio de Janeiro, RJ) – Teses. 4. Solo – Uso – Zona Oeste (Rio de Janeiro, RJ) – Teses. 5. Controle de inundações – Zona Oeste (Rio de Janeiro, RJ) – Teses. 6. Avaliação de riscos ambientais – Zona Oeste (Rio de Janeiro, RJ) – Teses. I. Costa, Alexander Josef Sá Tobias da. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Geografia. III. Título.

CDU 711.4:556.166(815.3)

Bibliotecária responsável: Taciane Ferreira da Silva / CRB-7: 6337

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Fabrizio da Costa Barros

**Análise das dinâmicas socioambientais da bacia hidrográfica do rio Piraquê-Cabuçu,
Zona Oeste do município do Rio de Janeiro**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Cultura e Natureza.

Aprovado em 31 de agosto de 2020.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Alexander Josef Sá Tobias da Costa (Orientador)
Instituto de Geografia – UERJ

Prof. Dr. Vinicius da Silva Seabra
Instituto de Geografia – UERJ/FFP

Prof.^a Dra. Carla Maciel Salgado
Universidade Federal Fluminense

Rio de Janeiro

2020

AGRADECIMENTOS

A minha companheira Pâmella, por todo carinho, paciência, companhia, conversas nos momentos de cansaço, orientações, dicas, sugestões, e por toda a caminhada ao meu lado desde o ingresso no PPGE\UERJ.

A minha família, por toda base fornecida.

Ao meu orientador, prof. Alexander, pela oportunidade e ambiente acadêmico fornecido, e por toda paciência com o meu processo de desenvolvimento e amadurecimento da pesquisa.

Ao prof. Leandro Andrei, pelas conversas, sugestões e dicas, durante e após sua disciplina ministrada.

Aos docentes do programa que tive contato e demais funcionários administrativos.

Aos professores que tive em etapas acadêmicas anteriores, que certamente foram minha base acadêmica.

A sociedade ocidental moderna inaugura um modo muito peculiar de abordar a relação da sociedade com a natureza: ela de um lado vê a natureza como nosso objeto, algo que é uma fonte inesgotável de recurso; E de outro lado, ela vê o homem, como se fosse senhor e dominador de todas essas coisas, como se não houvesse nenhum limite nessa relação da sociedade com a natureza. Isso tem implicações extremamente graves na relação que o homem estabelece com a natureza e também depende da formação dos cientistas que ou se formam em ciências naturais ou em ciências humanas, conhecendo muito bem uma dinâmica ou outra. Acontece que o meio ambiente é, na verdade, a unidade complexa entre homem e natureza, e essa visão que dicotomiza é parte do problema que precisa ser superado.

Carlos Walter Porto Gonçalves

RESUMO

BARROS, Fabrizio da Costa. **Análise das dinâmicas socioambientais da bacia hidrográfica do rio Piraquê-Cabuçu, Zona Oeste do município do Rio de Janeiro**. 2020. 119 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

A expansão urbana do município do Rio de Janeiro tem absorvido de forma categórica a influência neoliberal, principalmente para adaptar o espaço urbano aos grandes eventos esportivos que entraram na agenda municipal, expondo-a na rota dos grandes investimentos nacionais e internacionais. O recorte temporal de análise do presente estudo é o ano de 2002, com a escolha da cidade como sede dos Jogos Pan-Americanos de 2007, se estendendo até o último grande evento do período, os Jogos Olímpicos de 2016, período intitulado como Era dos megaeventos. A área central da cidade recebeu grandes investimentos onde haveria maior fluxo turístico, e as áreas periféricas receberam, gradativamente, um incremento populacional. Essa dinâmica é um importante elemento para compreensão da desarmônica relação entre áreas de risco e expansão urbana na bacia hidrográfica do rio Piraquê-Cabuçu, na Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro. Este estudo busca integrar dados espaciais e demográficos para análise espaço-temporal no contexto das mudanças políticas, econômicas e sociais que interferem diretamente na organização das políticas espaciais, bem como uma maior ocupação de áreas com infraestrutura precária para habitações e outras atividades. O objetivo geral desta pesquisa é analisar o processo de expansão urbana para áreas de suscetibilidade à inundação na bacia hidrográfica do rio Piraquê-Cabuçu, RJ. Foi necessária a compreensão das características físicas da área, bem como as características dos residentes e como as políticas públicas têm estruturado a ocupação e expansão da Zona Oeste. Para acompanhar e mensurar as mudanças, o processamento digital de imagens associado aos Sistemas de Informações Geográficas possibilitou análises espaço-temporais que permitem identificar áreas que estão ou estarão suscetíveis à inundação, tornando a ocupação vulnerável, e, também, a identificação das áreas com maior probabilidade de serem ocupadas. A partir da integração e cruzamento de dados de suscetibilidade e vulnerabilidade, verifica-se que a alta vulnerabilidade socioambiental abrange os bairros de Guaratiba e Pedra de Guaratiba.

Palavras-chave: Riscos. Suscetibilidade. Vulnerabilidade. Expansão Urbana. Paisagem.

ABSTRACT

BARROS, Fabrizio da Costa. **Analysis of socio-environmental dynamics of the hydrographic basin of the Piraquê-Cabuçu river , West Zone of the municipality of Rio de Janeiro.** 2020. 119 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

The urban expansion of the city of Rio de Janeiro has categorically absorbed the neoliberal influence, mainly to adapt the urban space to the major sporting events that entered the municipal agenda, exposing it on the route of major national and international investments. The time frame for the analysis of this study is 2002, with the choice of the city as the host of the 2007 Pan American Games, extending to the last major event of the period, the 2016 Olympic Games, a period entitled as Era dos dos mega events. The central area of the city received large investments where there would be a greater tourist flow, and the peripheral areas gradually received a population increase. This dynamic is an important element for understanding the disharmonious relationship between risk areas and urban expansion in the hydrographic basin of the Piraquê-Cabuçu river, in the West Zone of the city of Rio de Janeiro. This study seeks to integrate spatial and demographic data for spatio-temporal analysis in the context of political, economic and social changes that directly interfere in the organization of spatial policies, as well as a greater occupation of areas with poor infrastructure for housing and other activities. The general objective of this research is to analyze the process of urban expansion to areas susceptible to flooding in the hydrographic basin of the Piraquê-Cabuçu River, RJ. It was necessary to understand the physical characteristics of the area, as well as the characteristics of residents and how public policies have structured the occupation and expansion of the West Zone. To monitor and measure changes, digital image processing associated with Geographic Information Systems has enabled space-time analysis that allows the identification of areas that are or will be susceptible to flooding, making occupation vulnerable, and also the identification of areas with greater likely to be occupied. From the integration and crossing of data on susceptibility and vulnerability, it appears that the high socio-environmental vulnerability covers the neighborhoods of Guaratiba and Pedra de Guaratiba.

Keywords: Risks. Landscape. Vulnerability. Urban Expansion. Geoprocessing.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| Figura 01 - Planos de Informação das características físicas..... | 25 |
| Figura 02 - Localização das comunidades removidas e habitações populares..... | 40 |
| Figura 03 - Área de manguezal..... | 42 |
| Figura 04 - Esquema de interação de elementos da paisagem..... | 64 |
| Figura 05 - Relação complexa de fatores da paisagem..... | 71 |
| Figura 06 - Síntese dos da relação Risco-Perigo-Susceptibilidade na construção da Vulnerabilidade..... | 85 |
| Figura 07 - Comunidade Jardim Maravilha inundada em abril de 2019..... | 86 |
| Figura 08 - Canal retificado, Pedra de Guaratiba..... | 87 |
| Figura 09 - Fluxograma simplificado para planejamento..... | 88 |
| Figura 10 - Relação de ganhos e perdas entre 2004 e 2009..... | 94 |
| Figura 11 - Relação de ganhos e perdas entre 2009 e 2016..... | 95 |
| Figura 12 - Dinâmica de transição entre classes de uso e ocupação do solo..... | 96 |
| Figura 13 - Contribuintes para mudanças em áreas sujeitas à inundação entre 2004 e 2009..... | 97 |
| Figura 14 - Contribuintes para mudanças em áreas sujeitas à inundação entre 2009 e 2016..... | 98 |
| Figura 15 - Contribuintes para mudanças em km2 em áreas sujeitas não edificadas entre 2004 e 2009..... | 98 |
| Figura 16 - Contribuintes para mudanças em km2 em áreas sujeitas não edificadas entre 2009 e 2016..... | 99 |
| Figura 17 - Contribuintes para mudanças em áreas residenciais entre 2004 e 2009..... | 100 |
| Figura 18 - Contribuintes para mudanças em km2 em áreas residenciais entre 2009 e 2016..... | 100 |
| Figura 19 - Área de residências e loteamentos..... | 103 |
| Figura 20 - Vista aérea da bacia..... | 105 |
| Figura 21 - Comunidade Jardim Maravilha..... | 106 |
| Figura 22 - Comunidade Jardim Maravilha..... | 106 |
| Figura 23 - Cruzamento da Avenida das Américas com o rio Piraquê-Cabuçu com a comunidade Jardim Maravilha ao fundo, encoberta pela mata ciliar..... | 106 |

| | |
|---|-----|
| Figura 24 - Áreas da AP5 com cotas até 0,50 - 1,00 - 1,50 e 2,00 metros com ênfase na comunidade Piraquê..... | 107 |
| Figura 25 - Área de manguezal com loteamentos na foz da bacia..... | 107 |
| Figura 26 - Divisor dos bairros de Guaratiba e Pedra de Guaratiba..... | 108 |
| Figura 27 - Esgoto despejado em canal em canal..... | 108 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 01 - Levantamento de dados..... | 19 |
| Quadro 02 - Descrição de áreas urbanizadas e não urbanizadas..... | 21 |
| Quadro 03 - Procedimentos de laboratório..... | 23 |
| Quadro 04 - Planilhas consideradas do Censo 2010..... | 26 |
| Quadro 05 - Procedimentos de cálculo para variáveis selecionadas..... | 27 |
| Quadro 06 - Principais bacias e sub-bacias da AP5 por bacia de contribuição..... | 37 |
| Quadro 07 - Áreas sujeitas à intervenção do poder público..... | 46 |
| Quadro 08 - Grandes eventos e ano de realização..... | 73 |

LISTA DE MAPAS

| | | |
|-----------|---|-----|
| Mapa 01 - | Localização da Área de estudo no município do Rio de Janeiro..... | 36 |
| Mapa 02 - | Macrorregiões hidrográficas do município do Rio de Janeiro..... | 37 |
| Mapa 03 - | Bairros da área de estudo..... | 38 |
| Mapa 04 - | Principais áreas de manejo..... | 41 |
| Mapa 05 - | Principais vias..... | 42 |
| Mapa 06 - | Uso do Solo 2017..... | 43 |
| Mapa 07 - | Estrutura Litológica..... | 47 |
| Mapa 08 - | Cobertura vegetal e antrópica..... | 48 |
| Mapa 09 - | Altimetria..... | 49 |
| Mapa 10 - | Geomorfologia..... | 50 |
| Mapa 11 - | Clinografia..... | 51 |
| Mapa 12 - | Pedologia..... | 52 |
| Mapa 13 - | Renda dos responsáveis..... | 54 |
| Mapa 14 - | Pessoas Alfabetizadas..... | 55 |
| Mapa 15 - | Idosos..... | 56 |
| Mapa 16 - | Responsáveis do sexo feminino..... | 57 |
| Mapa 17 - | Abastecimento de água via rede geral..... | 58 |
| Mapa 18 - | Esgotamento sanitário via rede geral..... | 59 |
| Mapa 19 - | Coleta de lixo..... | 60 |
| Mapa 20 - | Suscetibilidade à Inundação..... | 90 |
| Mapa 21 - | Vulnerabilidade Socioeconômica..... | 92 |
| Mapa 22 - | Vulnerabilidade Socioambiental..... | 93 |
| Mapa 23 - | Áreas de tendências de transição entre as classes consideradas..... | 102 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|-------------|---|-----|
| Tabela 01 - | Notas estabelecidas para Uso do Solo..... | 28 |
| Tabela 02 - | Notas estabelecidas para Hipsometria..... | 28 |
| Tabela 03 - | Notas estabelecidas para Geomorfologia..... | 28 |
| Tabela 04 - | Notas estabelecidas para Clinografia..... | 29 |
| Tabela 05 - | Notas estabelecidas para Pedologia..... | 29 |
| Tabela 06 - | Esgotamento sanitário..... | 29 |
| Tabela 07 - | Coleta de lixo..... | 29 |
| Tabela 08 - | Abastecimento de água..... | 30 |
| Tabela 09 - | Renda..... | 30 |
| Tabela 10 - | Escolaridade..... | 30 |
| Tabela 11 - | Idosos..... | 30 |
| Tabela 12 - | Responsáveis mulheres..... | 30 |
| Tabela 13 - | Escala de comparações..... | 31 |
| Tabela 14 - | Matriz de comparação pareada para suscetibilidade..... | 32 |
| Tabela 15 - | Matriz de comparação pareada para vulnerabilidade..... | 32 |
| Tabela 16 - | Evolução da participação (%) das Áreas de Planejamento do Município do Rio de Janeiro no total do aumento populacional nos períodos selecionados..... | 39 |
| Tabela 17 - | População por bairros da área de estudo (2000-2010)..... | 40 |
| Tabela 18 - | Área ocupada pelas fitofisionomias que compõem a vegetação nativa..... | 48 |
| Tabela 19 - | Valores e índices de renda por RA..... | 53 |
| Tabela 20 - | Número de Famílias Removidas ou Ameaçadas de Remoção, por comunidade, Cidade do Rio de Janeiro, 2015..... | 77 |
| Tabela 21 - | Abrangência das variações de suscetibilidade..... | 91 |
| Tabela 22 - | Abrangência das variações de vulnerabilidade..... | 92 |
| Tabela 23 - | Abrangência das variações de vulnerabilidade Socioambiental..... | 93 |
| Tabela 24 - | Matriz de Transição..... | 104 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|------|---|
| AHP | Análise Hierárquica de Processo |
| CPRM | Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| IPP | Instituto Pereira Passos |
| INEA | Instituto Estadual do Ambiente |
| LCM | Land Change Modeler |
| PI | Plano de Informação |
| PDM | Plano Diretor Municipal |
| PPP | Parceria Público-Privada |
| PMSB | Plano Municipal de Saneamento Básico |
| PMRJ | Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro |
| SIG | Sistema de Informações Geográfica |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|---|------------|
| | INTRODUÇÃO | 14 |
| 1 | MATERIAIS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS..... | 18 |
| 1.1 | Levantamento de dados e informações espaciais..... | 18 |
| 1.1.1 | <u>Levantamento bibliográfico.....</u> | 18 |
| 1.1.2 | <u>Aquisição de dados.....</u> | 19 |
| 1.1.3 | <u>Uso do solo e cobertura vegetal.....</u> | 20 |
| 1.2 | Atividades em laboratório e geoprocessamento..... | 22 |
| 1.2.1 | <u>Modelo Digital de Elevação e Clinografia.....</u> | 24 |
| 1.2.2 | <u>Planos de Informação das características físicas.....</u> | 24 |
| 1.2.3 | <u>Planos de Informação das características socioeconômicas.....</u> | 25 |
| 1.2.4 | <u>Conversão e reclassificação dos Planos de Informação.....</u> | 27 |
| 1.2.5 | <u>Análise Hierárquica de Processo – AHP.....</u> | 31 |
| 1.2.6 | <u>Land Change Modeler- LCM.....</u> | 33 |
| 1.3 | Visitas de campo..... | 35 |
| 2 | ÁREA DE ESTUDO..... | 36 |
| 2.1 | Caracterização Histórica da Área de estudo..... | 44 |
| 2.2 | Caracterização Física da Área de estudo..... | 46 |
| 2.3 | Características socioeconômicas da Área de estudo..... | 52 |
| 3 | BASE TEÓRICO METODOLÓGICA..... | 61 |
| 3.1 | Visão sistêmica da paisagem..... | 61 |
| 3.2 | A Bacia Hidrográfica como Sistema Aberto..... | 68 |
| 3.3 | A Espetacularização da Cidade do Rio de Janeiro..... | 72 |
| 3.4 | Relações de risco, suscetibilidade e vulnerabilidade no contexto das inundações..... | 81 |
| 4 | ANÁLISES E RESULTADOS..... | 89 |
| 4.1 | Vulnerabilidade socioambiental..... | 89 |
| 4.2 | Mudanças do uso e ocupação do solo..... | 94 |
| | CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 109 |
| | REFERÊNCIAS..... | 113 |

INTRODUÇÃO

A compreensão da vulnerabilidade estabelece conexão direta com as relações sociais e exposição da vida humana aos riscos associados a intervenções promovidas pela própria sociedade sobre o ambiente. Essas intervenções promovem uma configuração do espaço de acordo com os interesses das classes dominantes, sobretudo a partir da sociedade industrial, quando houve expansão das cidades industriais.

Os efeitos da dinâmica industrial iniciada no século XVIII têm seus impactos ampliados até a sociedade atual, com a crescente concentração populacional em áreas urbanas, afetando o equilíbrio ambiental e, também, alterando a percepção do indivíduo como parte integrante do todo (Coriolano, 2014).

Ao longo do século XX se inicia uma dinâmica que deixa de ser voltada exclusivamente para a cidade industrial. A cidade pós-moderna visa uma nova organização onde os arquitetos e planejadores não têm interesse em realizar projetos com finalidades sociais. Diferentemente dos modernistas, os pós-modernistas buscam apenas o padrão estético, que pode ser melhor monetizado atendendo somente aqueles que possuem condições para consumir (Harvey, 2007).

O período contemporâneo tem deixado como “legado” para as cidades novas funções por causa da demanda por vitalidade e funcionalidade para reprodução do capital, consolidando na reestruturação, fragmentação e espraiamento do espaço urbano, movendo contingentes populacionais para longe das áreas centrais (Carlos, 2007; Harvey, 2007; Harvey 2006).

Esta pesquisa tem seu bojo no contexto da expansão urbana brasileira, principalmente na reestruturação das cidades e migração (compulsória e facultativa) das populações, induzindo em adensamento populacional de áreas específicas e degradação ambiental.

A complexidade dos estudos ambientais demanda estudos que estejam além da mera identificação de problemas e conflitos. As soluções dependem da identificação das causas, bem como vislumbrar alternativas que, fundamentadas científica e empiricamente, possibilitem, efetivamente, a instauração de novas práticas econômicas, políticas e sociais.

A constatação da crise ambiental que vivemos é fruto de fatos que não são privilégios do Brasil e que não envolvem somente a esfera física, mas também a humana, materializada nos interesses políticos e econômicos. Analisando algumas áreas especificamente, constata-se

que os impactos dessa crise são sentidos em níveis mais elevados pelas populações de menores rendas.

Moran (2010) destaca a importância do “rompimento dos limites disciplinares”, não no sentido diminuir a necessidade especialização dos ramos científicos, mas como uma forma de destacar o necessário esforço para uma visão integradora dos elementos presentes na superfície terrestre para melhor compreensão das relações sociedade-natureza.

Nesta perspectiva, é necessário compreender a complexidade das paisagens como “uma determinada porção do espaço, resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos” (Bertrand, 1971). Portanto, uma paisagem, mesmo que com limites definidos, tem seu processo evolutivo influenciado por diversos agentes que extrapolam os limites geográficos desta unidade.

Acerca dos atributos físicos dos ambientes, é importante conhecer e compreendê-los pois, dependendo dessas características, o ambiente será mais suscetível à ocorrência de algum fenômeno, procedimento que pode ser aplicado para fenômenos de origem geológica, climática, geomorfológica ou outras origens. Diante disso, ressalta-se a importância do planejamento para redução do risco de impacto sobre a sociedade.

Diante da crise ambiental atual, embora esta pesquisa foque em apenas uma face de deste fenômeno mais amplo, que é a incessante busca do capital para encontrar novas formas de se reproduzir, consolidando as já existentes e ampliando as formas de desigualdades no espaço, refletindo as (precárias) formas como a sociedade se relaciona entre si, a cultura e a natureza, não podemos ignorar toda a precarização das relações sociais e percepção dos indivíduos.

Historicamente, a Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro tem um processo de ocupação que já se inicia transformando sua natureza para atender demandas da época. Desbravadores no século XVI já ocupavam áreas de vegetação e manguezais. Nos séculos seguintes, as terras do “oeste carioca” passam por momentos econômicos variados, com consolidação de áreas produtivas, áreas residenciais e áreas de transição urbana. Assim como tiveram um auge de produtividade e relevância no cenário econômico do estado, essas terras tiveram um declínio, passando por transformações e novos usos do solo e formas de ocupação.

Nas últimas décadas, esses novos usos têm gerado novos conflitos e agravado a vulnerabilidade ambiental, com destaque para a última década. Na perspectiva socioambiental, a região possui áreas críticas quando se trata de inundações. Períodos chuvosos constantemente deixam marcas catastróficas, sobretudo na região de Guaratiba. As

chuvas de abril de 2019 atingiram a população da localidade de Jardim Maravilha, causando transtornos à população residente na área. Anteriormente, em fevereiro de 2018, a mesma área sofreu com as fortes chuvas e o transbordamento do rio Piraquê. São eventos recentes, mas que se somam aos acontecimentos históricos de mesma proporção.

Tucci (1995) destaca que as inundações são entendidas como o momento em que as águas dos corpos hídricos extrapolam o leito de escoamento, passando a ocupar áreas que, erroneamente, encontram-se utilizadas pela população. A ocupação humana, através da construção de prédios, casas, pavimentação de ruas, entre outras ações, agrava a problemática dessa dinâmica fluvial.

Essas situações têm se proliferado, sobretudo com a expansão da cidade para Zona Oeste no contexto de reestruturação do espaço urbano carioca em uma empreitada para modernizar este espaço (em áreas específicas que exclui parte dos cariocas) visando atender as demandas de investidores estrangeiros para os megaeventos esportivos, bem como outros eventos e atividades associadas (Harvey, 2006; Mascarenhas, 2016).

Esse contexto tem intensificado a expansão da malha urbana da cidade associada a espetacularização da cidade, intensificando a desconcentração da população sem necessariamente haver infraestrutura adequada nas novas áreas ocupadas. Diante disso, também se faz necessária a compreensão do conceito de risco, entendido nesta pesquisa essencialmente como “uma situação, que está no futuro e que traz a incerteza e a insegurança” (Marandola Jr. e Hogan, 2004).

Um dos grandes problemas no contexto dos riscos está associado a forma como o espaço é apropriado pela sociedade, consolidando conflitos de uso e ocupação com as legislações vigentes e o próprio conhecimento científico que, em tese, indicam as áreas mais adequadas.

A justificativa da pesquisa se fundamenta na necessidade de estudos que integrem as dimensões humana e física da paisagem. Portanto, a relevância é principalmente pelo fato de integrar dados espaciais para análise espaço-temporal diante do contexto das mudanças políticas, econômicas e sociais que interferem diretamente na organização das políticas espaciais das cidades, bem como uma maior ocupação de áreas com infraestrutura precária para habitações e outras atividades antrópicas.

A presente pesquisa tem como objetivo geral analisar o processo de expansão urbana para áreas de suscetibilidade à inundação na bacia hidrográfica do rio Piraquê-Cabuçu (Zona Oeste do município do Rio de Janeiro, RJ). Os objetivos específicos são:

- a) Analisar o processo de evolução do contingente populacional carioca direcionado à Zona Oeste da cidade;
- b) Identificar e analisar as áreas da bacia mais suscetíveis à inundação e as áreas de vulnerabilidade socioambiental da população;
- c) Analisar a dinâmica de mudança do uso e cobertura do solo na Área de estudo entre os anos de 2002 e 2016 diante do contexto dos megaeventos na cidade;

Após a introdução, onde estão dispostas as informações iniciais, como objetivos (geral e específicos) e justificativas para o presente estudo, a dissertação se estrutura em cinco (5) capítulos.

No primeiro capítulo são apontados os materiais utilizados e procedimentos metodológicos adotados para a elaboração desta pesquisa e dos produtos gerados.

O segundo capítulo apresenta a Área de estudo, caracterizando-a com base nos seus aspectos históricos, físicos e socioespaciais.

Na sequência, no terceiro capítulo, é realizada uma revisão da literatura científica abordando alguns conceitos que norteiam a compreensão deste estudo, a saber: paisagem como reflexo visível das transformações da sociedade em uma perspectiva complexa e sistêmica, compreendendo sistema como agrupamento de elementos variáveis que se influenciam; bacia hidrográfica como sistema aberto à influência de elementos internos e externos aos seus limites naturais; processo de expansão urbana na cidade do Rio de Janeiro que teve seu ápice no período intitulado Era dos Megaeventos; a compreensão dos conceitos suscetibilidade, vulnerabilidade e risco; a relação do uso e ocupação do solo com o expansão urbana e dos riscos.

O quarto capítulo apresenta os resultados alcançados com a pesquisa a partir das análises de campo, dos produtos gerados e da literatura científica.

No quinto capítulo são realizadas as considerações finais e percepções sobre os resultados.

1 MATERIAIS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Buscou-se analisar a dinâmica de mudanças da paisagem e a vulnerabilidade socioambiental considerando como unidade de análise a bacia hidrográfica do Rio Piraquê-Cabuçu, propondo, metodologicamente, compreender a influência da dinâmica associada a políticas públicas e expansão da ocupação na Área de estudo.

Neste capítulo serão apresentadas as fontes de dados utilizados, a sistematização desses dados, além dos procedimentos técnicos adotados para o processo de análise, que foram estruturados em basicamente duas etapas: gabinete e campo¹.

1.1 Levantamento de dados e informações espaciais

A primeira etapa da pesquisa constitui em realizar o levantamento de dados espaciais e não espaciais para serem processados e gerar uma compreensão do atual contexto da bacia do rio Piraquê-Cabuçu e da região em que está inserida. Para isso, foram considerados dados físicos e sociais específicos da Área de estudo, mas também dados sobre aspectos históricos e demográficos da Zona Oeste.

1.1.1 Levantamento bibliográfico

Esta etapa buscou congregiar aspectos teóricos do processo analisado complementado com dados demográficos da área estudada. O levantamento bibliográfico ocorreu basicamente através de livros do acervo pessoal, da biblioteca da UERJ e virtuais, e artigos acadêmicos relacionados à temática que envolve a pesquisa, como:

- a) Paisagem: sintetizando a abordagem já realizada em diferentes obras retratando a dinâmica dos elementos geográficos, compostos pelos elementos naturais e antrópicos.

¹ As atualizações de algumas informações de campo foram impossibilitadas dada a situação de isolamento social vivida em 2020, permanecendo com dados provenientes de visitas a Área de estudo em 2018 e 2019.

- b) Visão sistêmica: visando compreender a relação entre elementos da paisagem a partir de uma abordagem integrada que busca a compreensão da interação dos diversos elementos geográficos.
- c) Riscos, vulnerabilidade e suscetibilidade: visando compreender de que forma estas situações estão presentes no cotidiano de uma população.
- d) Aspectos históricos da Zona Oeste do Rio de Janeiro: visando compreender o processo ocupação na área estudada, tendo como subsídio a a literatura da evolução histórica para análise do contexto de ocupação das terras em que se insere e área analisada desde o início desse processo.
- e) Geoprocessamento aplicado às análises espaciais: reunindo dados disponibilizados em sites oficiais (IBGE, PMRJ, INEA, EMBRAPA, CPRM) e processados para geração de informação, onde o geoprocessamento precede a análise.

1.1.2 Aquisição de dados

Nesta etapa foram adquiridos dados espaciais em *websites* institucionais e departamentos de órgãos públicos (IBGE, PMRJ, INEA, EMBRAPA, CPRM) para as análises de geoprocessamento e elaboração de mapas temáticos. Todos os dados espaciais foram projetados para o sistema de referências UTM 23S, Datum SIRGAS 2000.

Os dados obtidos estão listados na Quadro 01, conforme disposto a seguir:

Quadro 01 - Levantamento de dados

| Dados | Fonte | Formato | Ano | Escala |
|------------------------------------|--------------|----------------|------------------|---------------|
| Curvas de nível (Estado do RJ) | IBGE | Vetorial | 2018 | 1:25.000 |
| Cobertura Vegetal (Estado do RJ) | IBGE | Vetorial | 2018 | 1:25.000 |
| Estradas e rodovias (Estado do RJ) | IBGE | Vetorial | 2017 | 1:250.000 |
| Geologia (Estado do RJ) | CPRM | Vetorial | 2016 | 1:400.000 |
| Geomorfologia (Estado RJ) | CPRM | Vetorial | 2016 | 1:50.000 |
| Hidrografia (Estado do RJ) | IBGE | Vetorial | 2018 | 1:25.000 |
| Pedologia (Estado do RJ) | EMBRAPA | Vetorial | 2013 | 1:75.000 |
| Unidades de conservação | PMRJ-IPP | Vetorial | 2018 | 1:75.000 |
| Uso do solo (Município do RJ) | PMRJ-IPP | Vetorial | 2004, 2009, 2016 | 1:10.000 |

Fonte: O autor, 2019.

1.1.3 Uso do solo e cobertura vegetal

As formas de uso e ocupação do solo consistem importantes expressões da sociedade em um dado momento. Novo (1989) distingue uso como sendo o que de fato expressa as ações antrópicas, estando associado ao aspecto cultural, enquanto cobertura está associado ao que cobre a superfície terrestre, no aspecto natural. Para Rosa (2013), de maneira objetiva, os termos "uso do solo" ou "uso da terra" podem ser entendidos como "a forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem".

Nesta pesquisa, enfatiza-se o foco no uso e ocupação, ou seja, uma preocupação com as atividades presentes numa dada porção do espaço. pois "os levantamentos de Uso e Cobertura da Terra fornecem subsídios para as análises e avaliações dos impactos ambientais, como os provenientes de desmatamentos, da perda da biodiversidade [...] ou, ainda, os inúmeros impactos gerados pelos altos índices de urbanização [...]." (IBGE, 2013)

Para compreender os impactos de inundações sobre as populações e os desdobramentos em uma área, é importante analisar a evolução do uso e ocupação do solo ao longo do tempo pois constitui um importante indicador de como o ambiente pode se comportar de acordo com a deflagração de chuvas.

Para compreensão dos usos e ocupações existentes na Área de estudo, foi considerado o levantamento do IPP, conforme metodologia² apontada pelo próprio órgão, subdivididos em áreas urbanizadas e áreas não urbanizadas, descritas no Quadro 02.

² Consiste na vetorização das classificações de uso e cobertura do solo da Cidade do Rio de Janeiro, realizadas a partir da interpretação das ortofotos 1:10.000 do ano de 2004, em conjunto com experiências acumuladas em trabalhos de campo e vistorias. A legenda apresentada refere-se ao agrupamento final das classes em 16 níveis, divididos em dois grupos: áreas urbanizadas e áreas não urbanizadas. Quanto às áreas não urbanizadas, foi utilizado um nível de classificação menor, compatível com a escala 1:50.000, principalmente no que se refere às áreas de cobertura vegetal arbórea e arbustiva. No processo de interpretação foi considerado o uso ou a cobertura predominante. Utilizou-se, ainda, o referencial de 1 hectare (10.000 m²) como área mínima a ser representada, embora eventualmente algumas áreas inferiores tenham sido vetorizadas.

Quadro 02 - Descrição de áreas urbanizadas e não urbanizadas

| Áreas urbanizadas |
|---|
| <p>Áreas residenciais – uso predominante residencial, incluindo-se ruas, avenidas, estradas, canteiros, edificações unifamiliares e multifamiliares, conjuntos habitacionais (predominantemente de baixa renda, construídos para fins sociais, e outros relevantes pela sua extensão), e ainda pequenos espaços e edificações, tais como: comerciais, uso misto, corredores de comércio, indústrias, lotes, quadras vazias, sede de fazendas, granjas etc.</p> <p>Áreas não edificadas – áreas inseridas na malha urbana, compreendendo grandes espaços vazios ou subutilizados, loteamentos em implantação ou não consolidados, E.F.A. (espaço físico alterado), com ruínas ou abandonados e movimentos de terra esparsos.</p> <p>Áreas institucionais e de infraestrutura pública – áreas e equipamentos ocupados pela administração pública, instituições governamentais, de pesquisa, religiosas, militares, presídios, usinas de asfalto, obras sociais, abrigos, quartéis, prestadores de serviços públicos (água, esgoto, lixo, energia, elétrica, iluminação, gás, telefonia, comunicação, correios etc), torres de telecomunicações, oleodutos, gasodutos, adutoras etc</p> <p>Áreas de comércio e serviços – áreas de uso predominantemente comercial e/ou de serviços, incluindo shoppings centers, centros de bairro, centro da Cidade, centrais de abastecimento (CEASA, CADEG), hotéis e motéis, bancos, empresas de ônibus, estúdios de gravações, depósitos de container, de gêneros alimentícios, de lojas de departamentos, cemitérios, empresas de ônibus, bancos, hipermercados, estúdios de gravação (Projac), incluindo as áreas para estacionamento correlacionadas.</p> <p>Favela – áreas identificadas e cadastradas como favelas no Sistema de Assentamento de Baixa Renda do IPP (SABREN) atualizadas até 2004.</p> <p>Áreas de lazer – áreas destinadas ao lazer, contemplativo, esportivo e cultural, como praças, parques, vilas olímpicas, clubes, complexos esportivos, temáticos, estádios, museus, bibliotecas, planetário, observatórios, centros culturais etc. Obs.: as áreas verdes expressivas dentro de grandes parques públicos estão representadas nos seus respectivos temas relativos à vegetação.</p> <p>Áreas de educação e saúde – áreas ocupadas por escolas, universidades, instituições de ensino (SESC, SENAI, etc.), hospitais, postos de saúde, maternidades, creches, ambulatórios etc.</p> <p>Áreas industriais – áreas ocupadas por grandes equipamentos e distritos industriais.</p> <p>Áreas de transportes – formados por aeroportos, terminais rodoviários, ferroviários, hidroviários, linha férrea, oficinas ferroviárias/metroviárias, estações de metrô, estações de trem, barcas, helipontos e grandes estacionamentos.</p> <p>Áreas de exploração mineral – áreas de exploração mineral, em atividade ou não.</p> |
| Áreas não urbanizadas |
| <p>Áreas com cobertura vegetal arbórea e arbustiva – floresta (ombrófila); restinga e mangue (formações pioneiras); capoeira em diferentes estágios (vegetação secundária) e reflorestamentos.</p> <p>Áreas com cobertura vegetal gramíneo-lenhosa (campo) – áreas com vegetação rasteira, graminóides, situadas em planícies ou encostas, utilizadas ou não para atividades pastoris.</p> <p>Áreas agrícolas – áreas ocupadas por atividades agrícolas, incluindo horticulturas, fruticulturas etc.</p> <p>Afloramentos rochosos e depósitos sedimentares – áreas cobertas por afloramento rochoso natural (escarpas, pontões, costões, matacões), e as ocupadas por areais, incluindo praias.</p> <p>Corpos hídricos – áreas formadas por águas continentais e ambientes estuarinos, lagoas, rios, canais, açudes e represas.</p> <p>Áreas sujeitas à inundação – áreas ocupadas por brejos, baixios, com a vegetação característica desses ambientes.</p> |

Fonte: IPP

Para melhor visualização e compreensão do Mapa de Uso do Solo e Cobertura vegetal da área de estudo 2017, as classes “Áreas de comércio e serviços”, “Áreas de educação e saúde”, “Áreas de lazer”, “Áreas institucionais e de infraestrutura pública” e “Áreas de transporte” foram unificadas na classe “Áreas de infraestrutura e serviços”. As classes “Áreas industriais” e “Áreas de exploração mineral” foram unificadas na classe “Áreas de indústria e mineração”. O processo foi realizado a partir da ferramenta *Merge*.

1.2 Atividades em laboratório e geoprocessamento

Ao longo do tempo, o aperfeiçoamento tecnológico trouxe diversas inovações que permitiram ampliar a capacidade técnica da sociedade analisar o espaço geográfico e realizar considerações sobre ele, no intuito de propor caminhos a serem percorridos e/ou identificar mudanças necessárias em situações já em curso.

A transformação dessa preocupação em ações práticas é muito mais recente. No Brasil, somente “a partir da década de 1980, o planejamento ambiental foi incorporado pelos órgãos governamentais, instituições, sociedades ou organizações.” (Santos, 2004, p.22). Desta forma, há um lapso temporal bastante extenso entre o início dos processos que desencadeiam mudanças significativas nas paisagens e a inserção do conhecimento desses processos na gestão territorial. No caso do Brasil, a atenção ao planejamento se inicia em um período em que o processo de urbanização já se encontra acelerado.

O avanço do conhecimento técnico e científico permitiu o uso e consolidação dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), ferramentas digitais geradoras de informações georreferenciadas que permitem analisar os diversos elementos da superfície terrestre, o que trouxe uma significativa expansão das possibilidades de uso para a gestão territorial através do Geoprocessamento.

Partindo-se do pressuposto que os métodos e técnicas do Geoprocessamento são aplicados sobre elementos da realidade, identificáveis e georeferenciados, tal procedimento, quando aliado ao conjunto de geotecnologias já existentes, amplifica sensivelmente a capacidade do analista ter uma compreensão mais detalhada da realidade observada, consolidando o ganho real de informações a partir da sistematização e análise de dados, possibilitando, então a tomada de decisões por parte de agentes públicos.

Barbosa (1997, p.17-18) destaca quatro (4) importantes fases para geração de informação geográfica relevante. Na primeira fase, há a aquisição de dados provenientes de variadas fontes e em variados formatos, que geralmente não estão organizados em um formato ideal para análise. Na segunda fase é feita a organização e integração desses dados sob uma mesma base. Na terceira fase as informações são manipuladas visando a análise a interpretação dos dados organizados, e, a partir disso, serem geradas informações úteis, que serão utilizadas na quarta e última fase como suporte ao planejamento.

Desta forma, fica mais que destacada a necessidade do analista. Por mais sofisticado que possa ser o conjunto de tecnologias aplicado, os dados apenas abastecem um banco de

dados, que gera informação apenas após uma análise fundamentada e contextualizada. Neste sentido, Xavier (2016, p.106) acrescenta que:

O geoprocessamento não é a panaceia científica e gerencial. Tem grande valor para o apoio à decisão, se corretamente associado a procedimentos que promovam a inclusão dos conhecimentos, por ele gerados, em pesquisas ambientais ou no planejamento e gestão de ambientes (Geoinclusão). Não deve ser usado, apenas, em procedimentos que lhe tragam exagerada valorização, o que pode acontecer quando esta geotecnologia é simploriamente aplicada somente na obtenção e exibição de formosos de formosos mapeamentos e imagens digitais, de grande apelo visual, mas que representam, por definição, visões fragmentárias, taxonômica, temporal e espacialmente.

Uma das técnicas que se apresentam como aliadas ao geoprocessamento na busca por melhorias nas ações de planejar é a criação de cenários ambientais. O agrupamento de mapeamentos com uma organização temporal permite confirmar dinâmicas existentes, através da análise de mapeamentos de uso e cobertura do solo passados e presentes, bem como estimar se a dinâmica continuará no futuro, através de probabilidades baseadas no comportamento das variáveis inseridas na análise. Essa elaboração se torna uma forma plausível de pensar o futuro. Neste sentido, Tabacow e Silva (2011, p.40), entendem que cenários futuros é:

Definir, como exemplo, as tendências da expansão das áreas urbanas, configurando um cenário futuro que permita avaliar seus possíveis efeitos pelo cotejo da expansão da área urbanizada sobre as paisagens [...].

Desta forma, a análise temporal sobre processos de mudanças visa refinar informações para buscar alternativas de mudanças em áreas onde estão presentes vetores de mudanças, possibilitando mensurar quais são os agentes atuando como transformadores.

As atividades em laboratório consistiram basicamente na organização e estruturação de dados adquiridos para posterior análise. Basicamente os procedimentos desta etapa (Quadro 03) foram realizados a partir da operação nos softwares Excel (pacote Office Microsoft), AcgGIS versão 10.5 e IDRISI Selva.

Quadro 03 - Procedimentos de laboratório

| Procedimentos | | | | | |
|--|---|--|---|--|---|
| Geração do Modelo Digital de Elevação (MDE) e Clinografia; | Estruturação dos Planos de Informação (PI); | Conversão dos PI em formato <i>raster</i> e reclassificação das classes; | Elaboração da Matriz de Comparação Pareada; | Análise Hierárquica de Processo (AHP); | Análise da Modelagem de Detecção de Mudanças (LCM). |

Fonte: O autor, 2020.

Desta forma, seguindo a ordem destes seis procedimentos, foram gerados os seguintes produtos:

- a) Modelo Digital de Elevação (MDE);
- b) Planos de Informação (PI) de cada tema analisado;
- c) Formato *raster* de cada PI;
- d) Matriz de comparação pareada;
- e) Mapas de vulnerabilidade e suscetibilidade;
- f) Análise das tendências de mudanças do uso e cobertura do solo.

1.2.1 Modelo Digital de Elevação e Clinografia

A partir das curvas de nível foi gerado o MDE da Área de estudo, obtendo-se a altimetria da bacia. O procedimento consiste na aplicação da ferramenta *create tin (triangulated irregular network)*, no ArcGIS, utilizando todas as curvas de nível (soft lines). Após organização da amplitude altimétrica em 7 classes com base em Florenzano (2008), foi realizada a conversão para raster e reclassificação das classes.

Após gerado o MDE, se inicia o procedimento para construção do mapa de clinografia, gerado através da seguinte sequência de ferramentas: *3D Analyst Tools > Raster Surface > Slope*. Após o procedimento, foram organizadas as classes de declividade com base na escala aplicada pela Embrapa (1979).

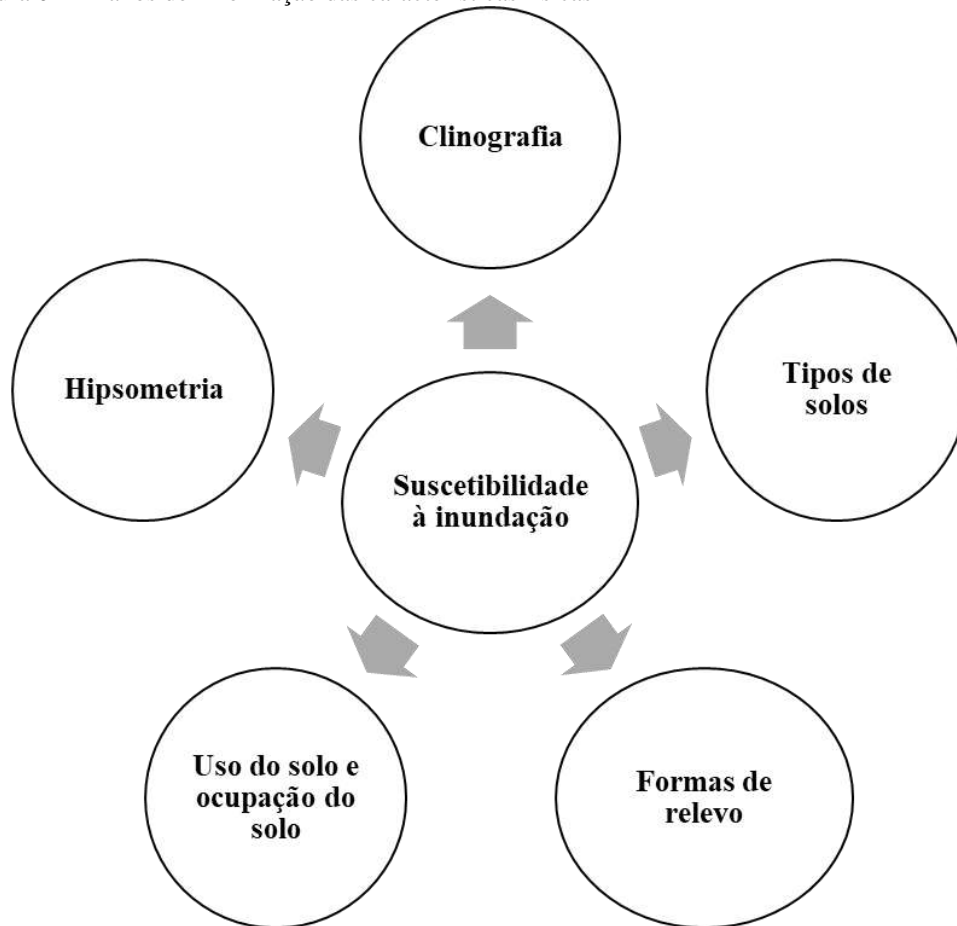
1.2.2 Planos de Informação das características físicas

A partir dos arquivos adquiridos em formato vetorial foram organizados os PI com a finalidade de analisar a suscetibilidade da bacia à inundações. Para isso, foram estruturados os mapas temáticos conforme a Figura 01.

Considerando a análise de suscetibilidade, as variáveis hipsometria e clinografia, bem como as formas de relevo, têm uma influência significativa no acúmulo de água em uma área de planície ou uma área que se encontra rodeada por áreas mais elevadas. O tipo de solo

influência na saturação e capacidade de absorção de água em uma determinada área, bem como o uso e ocupação existente influenciam na dissipação ou maior retenção dessa água.

Figura 01 - Planos de Informação das características físicas



Fonte: O autor, 2020.

1.2.3 Planos de Informação das características socioeconômicas

Os Planos de Informação gerados a partir de dados do Censo Demográfico de 2010 consistem em uma forma de apresentar as variáveis distribuídas por setor censitário para possibilitar uma noção do perfil da população. O setor censitário consiste na “menor unidade territorial, formada por área contínua, integralmente contida em área urbana ou rural, com dimensão adequada à operação de pesquisas” (IBGE, 2010).

Foram utilizadas as planilhas referentes à Base de Informações por Setores Censitários do IBGE (2010). Para cada tema de interesse foram selecionadas as variáveis de cada planilha que, após processadas, gerariam os dados de pertinentes à pesquisa. Após a seleção das

variáveis, os dados foram tabulados em planilhas e associadas aos arquivos vetoriais (Arc Map) através do recurso *Join*, possibilitando a espacialização dos dados em ambiente de SIG.

Os setores censitários que não foram considerados nas análises possuem mais de 50% de sua área fora dos limites da bacia, considerando-se, assim, que fossem considerados, contribuiriam para uma maior distorção das informações após análise dos dados. A descrição das variáveis consideradas está disposta na Quadro 04, bem como as planilhas utilizadas com mesma nomenclatura dos arquivos adquiridos junto ao IBGE.

Quadro 04 - Planilhas consideradas do Censo 2010

| Tema | Planilha | Variável | Descrição da variável |
|--------------|------------------|-----------------|---|
| Saneamento | Domicílio01_RJ | V002 | Domicílios particulares permanentes. |
| | | V012 | Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água da rede geral. |
| | | V017 | Domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial. |
| | | V036 | Domicílios particulares permanentes com lixo coletado por serviço de limpeza. |
| Sexo | Responsável01_RJ | V001 | Pessoas responsáveis, do sexo feminino. |
| | Responsável02_RJ | V109 | Pessoas responsáveis, do sexo masculino. |
| | | V001 | Pessoas Responsáveis. |
| Renda | Responsável02 | V001 | Pessoas Responsáveis. |
| | ResposávelRenda | V001 | Pessoas responsáveis com rendimento nominal mensal de até 1/2 salário mínimo. |
| | | V002 | Pessoas responsáveis com rendimento nominal mensal de mais de 1/2 a 1 salário mínimo. |
| | | V003 | Pessoas responsáveis com rendimento nominal mensal de mais de 1 a 2 salários mínimos. |
| Idosos | Pessoa02_RJ | Diversas | Pessoas com mais de 60 anos de idade. |
| | Pessoa03_RJ | V001 | Pessoas Residentes. |
| Escolaridade | Pessoa01_RJ | V001 | Pessoas alfabetizadas com 5 ou mais anos de idade. |
| | Pessoa03_RJ | V001 | Pessoas Residentes. |

Fonte: IBGE, 2010.

Para melhor compreensão, os temas foram agrupados em blocos temáticos (Quadro 05). A coluna “procedimento” refere-se aos cálculos que foram realizados a partir das variáveis para alcançar os dados utilizados para formação de cada PI das características socioeconômicas.

As variáveis, do bloco saneamento ambiental, podem influenciar no agravamento de um cenário de inundação a partir da ausência de determinados serviços. Por outro lado, as

variáveis do bloco socioeconômico estão mais associadas à capacidade de ação e mobilização de recursos que um habitante/família terá frente ao cenário de inundação.

Quadro 05 - Procedimentos de cálculo para variáveis selecionadas

| Bloco temático | Tema | Descrição | Procedimento |
|----------------------|--------------|---|---------------------------|
| Saneamento Ambiental | Água | Domicílios com fornecimento de água via rede geral | V012 / V002 |
| | Esgoto | Domicílios com esgotamento sanitário via rede geral | V017 / V002 |
| | Lixo | Domicílios atendidos por coleta de lixo | V036 / V002 |
| Socioeconômico | Sexo | Responsáveis do sexo feminino | V001 / V001 |
| | Renda | Responsáveis com renda igual ou menor que dois salários mínimos | V001 + V002 + V003 / V001 |
| | Idade | Pessoas com 60 anos de idade ou mais | Diversas variáveis / V001 |
| | Escolaridade | Pessoas alfabetizadas com 5 ou mais anos de idade | V001 / V001 |

Fonte: O autor, 2020.

Após os dados serem associados aos arquivos em formato vetorial, foram formadas classes a partir da porcentagem de cada tema considerado.

1.2.4 Conversão e reclassificação dos Planos de Informação

Nesta etapa, todos os PI confeccionados (físicos e socioeconômicos) foram convertidos para o formato matricial (raster) através da sequência de recursos *Arctoolbox – Conversion Tools – To raster – Feature to raster*.

Com as conversões concluídas, todas as variáveis foram reclassificadas através da sequência de recursos *Arctoolbox – Spatial Analyst – Reclass – Reclassify*. As reclassificações têm intuito de atribuir pesos estatísticos (notas) às variáveis dos PI que integram a modelagem de acordo com o grau de importância daquela variável diante do contexto de inundações. Esta etapa ampara-se nos procedimentos adotados por Santos, Louzada e Eugênio (2010).

As notas atribuídas variam de 0 a 10, de modo que se considera que quanto mais alta a nota, mais influente será aquela variável. Desta forma, nos PI físicos, entende-se a variável com maior nota como tendo maior potencial de tornar o ambiente suscetível a inundações. Nos PI socioeconômicos, entende-se a variável com maior nota como sendo preponderante em tornar a população mais vulnerável. As notas de cada PI constam nos Quadros a seguir.

Tabela 01 - Notas estabelecidas para Uso do Solo

| Classes de uso do solo | Notas |
|--|--------------|
| Afloramentos rochosos e depósitos sedimentares | 0 |
| Áreas agrícolas | 3 |
| Áreas de comércio e serviços | 9 |
| Áreas de educação e saúde | 8 |
| Áreas de exploração mineral | 0 |
| Áreas de lazer | 0 |
| Áreas de transporte | 9 |
| Áreas industriais | 9 |
| Áreas institucionais e de infraestrutura pública | 9 |
| Áreas não edificadas | 8 |
| Áreas residenciais | 9 |
| Áreas sujeitas à inundação | 10 |
| Cobertura arbórea e arbustiva | 1 |
| Cobertura gramíneo lenhosa | 3 |
| Corpos hídricos | 10 |
| Favela | 10 |

Fonte: O autor, 2020.

Tabela 02 - Notas estabelecidas para Hipsometria

| Altitude (m) | Notas |
|---------------------|--------------|
| < 2 | 10 |
| 2 - 10 | 9 |
| 10 - 20 | 6 |
| 20 - 40 | 4 |
| 40 - 100 | 2 |
| 100 - 300 | 1 |
| > 300 | 0 |

Fonte: O autor, 2020.

Tabela 03 - Notas estabelecidas para Geomorfologia

| Geomorfologia | Notas |
|-------------------------------------|--------------|
| Colinas | 0 |
| Domínio Serrano | 0 |
| Morros Altos | 0 |
| Morros Baixos | 0 |
| Morrotes | 0 |
| Planícies Costeiras (restingas) | 8 |
| Planícies de inundação (várzeas) | 10 |
| Planícies Fluvio-marinhas (mangues) | 10 |
| Rampas de Alúvio-Colúvio | 5 |
| Rampas de Colúvio\Depósito de Talus | 3 |
| Superfícies aplainadas conservadas | 1 |
| Superfícies aplainadas degradadas | 1 |
| Terraços Fluviais | 10 |

Fonte: O autor, 2020.

Tabela 04 - Notas estabelecidas para Clinografia

| Clinografia (%) | Notas |
|------------------------|--------------|
| < 3 | 10 |
| 3 - 8 | 9 |
| 8 - 20 | 5 |
| 20 - 45 | 3 |
| 45 - 75 | 0 |
| > 75 | 0 |

Fonte: O autor, 2020.

Tabela 05 - Notas estabelecidas para Pedologia

| Ordem | Notas |
|-----------------------------------|--------------|
| Área urbana | 10 |
| Argissolo | 1 |
| Planossolo | 5 |
| Neossolo | 3 |
| Latossolo | 1 |
| Corpo de água | 10 |
| Chernossolo | 1 |
| Gleissolo | 10 |
| Solos indiscriminados (Manguezal) | 9 |

Fonte: O autor, 2020.

Tabela 06 - Esgotamento sanitário

| Variável | Notas |
|-----------------|--------------|
| 0 | 10 |
| 1 - 20% | 9 |
| 21 - 40% | 8 |
| 41 - 60% | 6 |
| 61 - 80% | 2 |
| 81 - 100 | 1 |

Fonte: O autor, 2020

Tabela 07 - Coleta de lixo

| Variáveis | Notas |
|------------------|--------------|
| 0 | 10 |
| 1 - 20% | 9 |
| 21 - 40% | 8 |
| 41 - 60% | 6 |
| 61 - 80% | 2 |
| 81 - 100 | 1 |

Fonte: O autor, 2020

Tabela 08 - Abastecimento de água

| Variáveis | Notas |
|------------------|--------------|
| 0 | 10 |
| 1 - 20% | 9 |
| 21 - 40% | 8 |
| 41 - 60% | 6 |
| 61 - 80% | 2 |
| 81 - 100% | 1 |

Fonte: O autor, 2020.

Tabela 09 - Renda

| 2 salários mínimos | Notas |
|---------------------------|--------------|
| Menos de 20% | 1 |
| Entre 20 e 40% | 3 |
| Entre 40 e 60% | 5 |
| Entre 60 e 80% | 7 |
| Mais de 80% | 9 |

Fonte: O autor, 2020.

Tabela 10 - Escolaridade

| Pessoas alfabetizadas com 5 anos ou mais | Notas |
|---|--------------|
| Menos de 20% | 9 |
| Entre 20 e 40% | 7 |
| Entre 40 e 60% | 5 |
| Entre 60 e 80% | 3 |
| Mais de 80% | 1 |

Fonte: O autor, 2020.

Tabela 11 - Idosos

| Pessoas com 60 anos ou mais de idade | Notas |
|---|--------------|
| Menos de 20% | 1 |
| Entre 20 e 40% | 3 |
| Entre 40 e 60% | 5 |
| Entre 60 e 80% | 7 |
| Mais de 80% | 9 |

Fonte: O autor, 2020.

Tabela 12 - Sexo

| Responsáveis do sexo feminino | Peso |
|--------------------------------------|-------------|
| Menos de 20% | 1 |
| Entre 20 e 40% | 3 |
| Entre 40 e 60% | 5 |
| Entre 60 e 80% | 7 |
| Mais de 80% | 9 |

Fonte: O autor, 2020.

Após concluídas esta etapa, complementa-se o processo com a elaboração da Matriz de Comparação Pareada e, posteriormente, e Análise Hierárquica de Processo.

1.2.5 Análise Hierárquica de Processo - AHP

Diversas são as metodologias utilizadas e relevantes utilizadas pela Geografia e outras ciências que também voltam suas preocupações ao planejamento e organização do espaço. A Análise Hierárquica de Processo tem como base o modelo elaborado pelo professor Tomas L. Saaty, na década de 1970, onde se divide um determinado problema/fenômeno analisado em fatores e níveis hierárquicos, no qual são atribuídos pesos aos diferentes fatores.

Para definição da hierarquia de importância dos fatores agravadores dos riscos, será utilizado o método multicritério AHP. Com base na metodologia e compreensão de como cada tema interfere no condicionamento à ocorrência de inundação, foi considerada proposta de Crepani *et al* (2001), utilizados como fatores pré-definidos para análise dos temas.

O método consiste em comparações ou julgamentos que são representações numéricas da influência entre dois elementos. A matriz quadrada proposta por Saaty agrupa todos os elementos considerados e comparados entre si. Conforme escala recomendada por Saaty (1990), mostrada na Tabela 13, os níveis de importância variam de 1 a 9, onde 1 indica irrelevância de um elemento sobre o outro e 9 indica a extrema relevância de um elemento sobre o outro, além dos valores intermediários entre esses níveis.

Tabela 13 - Escala de comparações

| Intensidade de Importância | Definição | Explicação |
|-----------------------------------|--|--|
| 1 | Mesma importância | As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo. |
| 3 | Importância pequena de uma sobre a outra | A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação à outra. |
| 5 | Importância grande ou essencial | A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação à outra |
| 7 | Importância muito grande ou demonstrada | Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação à outra; sua dominação de importância é demonstrada na prática. |
| 9 | Importância absoluta | A evidência favorece uma atividade em relação à outra com o mais alto grau de certeza. |
| 2, 4, 6, 8 | Valores intermediários entre os valores adjacentes | Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições |

Fonte: Saaty, 1990.

Para execução do procedimento, utilizou-se a Extensão Plugin AHP ArcGIS. Os julgamentos sinalizam qual elemento da comparação é mais relevante sobre o outro, a partir da escala de 1 a 9. Observa-se que, na matriz de comparação para análise de suscetibilidade (Tabela 14) e de vulnerabilidade (Tabela 15), os elementos de comparação entre o mesmo critério representa 1 na escala, pois é equivalente. Além disso, o elemento de maior relevância na comparação recebe o valor da escala, enquanto seu par de menor relevância recebe o inverso dessa unidade.

Tabela 14 - Matriz de comparação pareada para suscetibilidade

| Fatores | Declividade | Altimetria | Uso do solo | Formas de relevo | Tipos de solos | Peso (%) |
|------------------|-------------|------------|-------------|------------------|----------------|----------|
| Declividade | 1 | 2 | 3 | 3 | 5 | 39,31% |
| Altimetria | 1/2 | 1 | 3 | 3 | 4 | 28,64% |
| Uso do solo | 1/3 | 1/3 | 1 | 2 | 3 | 15,28% |
| Formas de relevo | 1/3 | 1/3 | 1/2 | 1 | 2 | 10,56% |
| Tipos de solos | 1/5 | 1/4 | 1/3 | 1/2 | 1 | 6,20% |

Fonte: O autor, 2020.

Nesta comparação não foi considerado o PI de cobertura vegetal e urbana por ser uma representação mais generalizada dos usos e coberturas da área, optando-se pela aplicação do PI de uso do solo onde em que está discriminado um número maior de classes.

Tabela 15 - Matriz de comparação pareada para vulnerabilidade

| Fatores | Esgotamento sanitário | Coleta de lixo | Abastecimento de água | Escolaridade | Renda | Idosos | Mulheres responsáveis | Peso (%) |
|-----------------------|-----------------------|----------------|-----------------------|--------------|-------|--------|-----------------------|----------|
| Esgotamento sanitário | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 | 29,02% |
| Coleta de lixo | 0,5 | 1 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 22,20% |
| Abastecimento de água | 0,5 | 0,5 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 17,79% |
| Escolaridade | 0,333 | 0,333 | 0,333 | 1 | 2 | 2 | 3 | 10,49% |
| Renda | 0,333 | 0,333 | 0,333 | 0,5 | 1 | 3 | 3 | 9,61% |
| Idosos | 0,25 | 0,333 | 0,333 | 0,5 | 0,333 | 1 | 3 | 6,73% |
| Mulheres responsáveis | 0,2 | 0,25 | 0,333 | 0,333 | 0,333 | 0,333 | 1 | 4,16% |

Fonte: O autor, 2020.

Após realizados os julgamentos, foram realizados os procedimentos para verificação da consistência. A modelagem proposta por Saaty indica uma Razão de Consistência (RC) inferior a 0,1 como coerente para continuidade do processo. O valor da RC para

suscetibilidade e vulnerabilidade, respectivamente, foi de 0,030 e 0,055, confirmando a coerência das comparações.

As informações geológicas e pluviométricas foram consideradas de forma generalizada para a área da bacia, não sendo, portanto, inseridas na modelagem da suscetibilidade.

Para finalização dos procedimentos de construção dos mapas de suscetibilidade e vulnerabilidade foram utilizados os pesos de cada fator para aplicação em fórmula a partir dos recursos *Arctoolbox – Spatial Analyst Tools – Raster Calculator*.

A construção do mapa de vulnerabilidade socioambiental foi a partir do cruzamento dos mapas de suscetibilidade e vulnerabilidade, optando-se pela atribuição de pesos equivalentes entre os fatores em virtude de não haver uma terceira condicionante para análise e aplicação da metodologia AHP. Desta forma, considerou-se 50% para suscetibilidade e 50% para vulnerabilidade. Os mapas gerados através da AHP serão analisados no capítulo seguinte.

1.2.6 Land Change Modeler- LCM

A ferramenta *Land Change Modeler* constitui um módulo integrado ao *software* IDRISI Selva que dispõem de ferramentas que integram recursos dinâmicos de modelagem de cenários voltados para analisar a variação de ambientes em variados aspectos, sendo aplicado, nesta pesquisa, para análise da variação do uso e cobertura do solo. Uma das potencialidades do uso desse tipo de avaliação é o fator temporal, com a projeção de possíveis alterações, a intensidade/ritmo e as direções dessas mudanças dentro do contexto de uma área específica.

Podemos considerar as seguintes etapas: análise das mudanças de uso e cobertura do solo, cálculo dos potenciais de transição e simulação de mudanças futuras. A ferramenta tem significativa contribuição na análise de mudanças no uso e cobertura do solo entre duas ou mais datas, bem como na avaliação de perda, ganho e manutenção no uso e cobertura do solo, as contribuições de cada tipo de uso para conversão em outra classe, além de estipular tendências e modelar as variáveis relativas às transições de um local (Eastman, 2012a e 2012b).

A organização inicial dos dados foi realizada no *software* ArcGIS 10.5 para, posteriormente, serem aplicados no módulo LCM, onde foram modeladas as mudanças de

uso, ganhos, perdas e/ou manutenções de uso do solo nos anos considerados. Os mapeamentos considerados devem ser idênticos, contendo as mesmas classes consideradas pelo IPP e referentes a mesma área, neste caso, a bacia do Rio Piraquê-Cabuçu nos anos de 2004, 2009 e 2016.

Os anos escolhidos estão inseridos dentro do período entendido como Era dos megaeventos e são mapeamentos cujas classes de uso e cobertura do solo consideradas coincidem (mesma metodologia de mapeamento para os anos considerados). Esse procedimento se deve à necessidade de haver um período entre os anos analisados para observar mudanças nas classes e as diferenças indicarão as mudanças ocorridas.

A utilização de mapeamentos de três momentos distintos teve como objetivo buscar maior consistência para as possíveis mudanças que fossem observadas na aplicação do LCM, minimizando as possibilidades de serem consideradas mudanças momentâneas.

Uma das ferramentas do LCM é o *Change Analysis* (análise de mudanças), que permite verificar quais as mudanças/variações ocorreram entre as classes analisadas. Uma das alternativas de análise é *contributors to net change experienced by* (contribuintes para a mudança líquida experimentada por) em que serão analisadas as contribuições das diversas classes para mudanças em uma classe específica, entendendo-se o produto gerado da seguinte maneira: a classe analisada teve ganhos em áreas (km²) mostrados nas barras positivas (direita) e teve perdas em áreas mostrados nas barras negativas (esquerda).

Outro produto gerado foi a análise de tendência de mudanças espaciais, que indica qual a direção das mudanças que tenderá a ser tomada por determinada classe analisada. Neste caso, um mapa coroplético cujas cores mais quentes indicam a área para onde o fenômeno/processo está se direcionando.

Por fim, foi gerada a Matriz de Transição (MT) ou Cadeia de Markov. Entende-se a Cadeia de Markov como uma matriz estocástica (processos aleatórios) de modelagem onde os resultados de um acontecimento só dependem do acontecimento imediatamente anterior (MAGELA, 2015). Constitui uma matriz quadrada em que as classes representam a probabilidade de transição de uma para outra, sendo uma representação matemática das cadeias de Markov.

Segundo Ribas *et al* (2015, p.2), esta:

[...] é um processo estocástico, visto que podem ser agregadas uma ou mais variáveis aleatórias para o desenvolvimento de um modelo para o entendimento de um dado fenômeno. Em sistemas ambientais este algoritmo tem a capacidade de simular um cenário futuro para uma determinada paisagem, baseando-se nos seus estados precedentes [...].

Desta forma, são considerados dois momentos (T1 e T2) em que é estimado um momento futuro (T3) e gerada a probabilidade de uma classe sofrer alterações (seja intensificação ou redução da ocorrência de um fenômeno), ou mesmo a estagnação, com base na dinâmica existente nos períodos pretéritos analisados.

1.3 Visitas de campo

A etapa de campo possibilitou visualizar empiricamente as características da área de estudo, sobretudo o baixo curso do rio principal e as áreas que mais frequentemente afetadas por inundações, sendo realizados registros de gerais de campo em junho de 2018 e abril de 2019³.

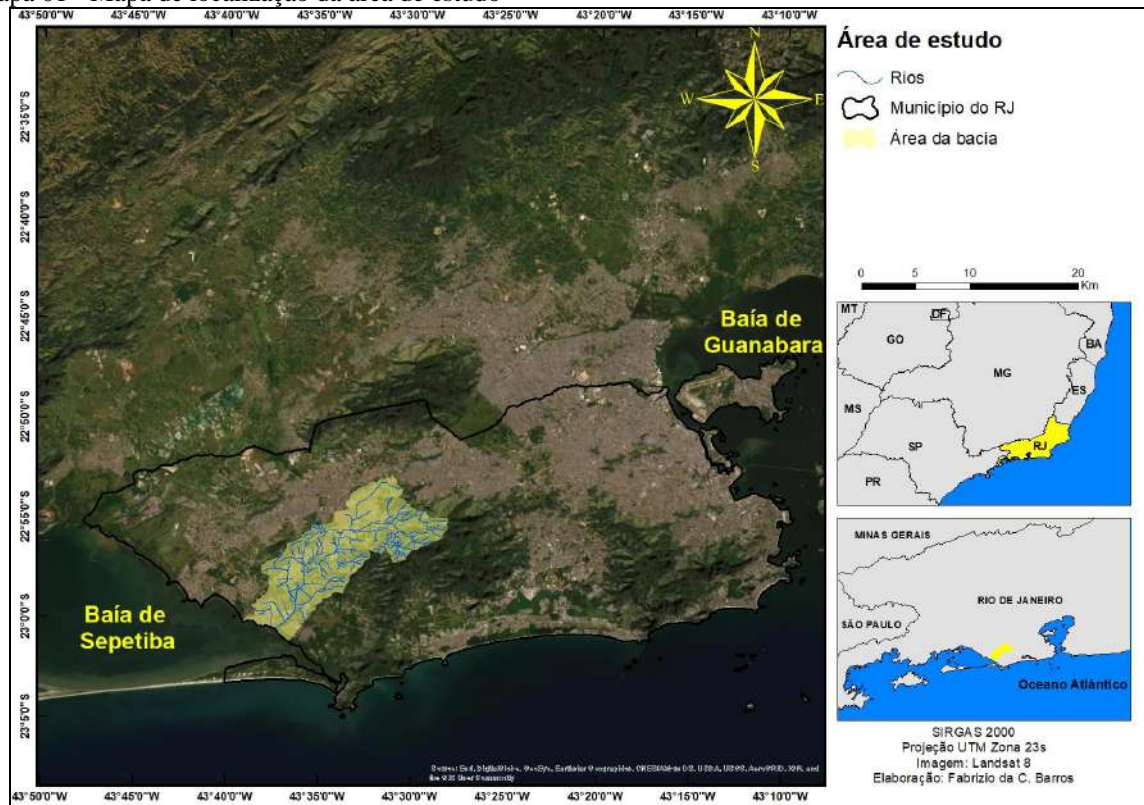
A etapa de campo, embora restrita em termos período e número de visitas, buscou identificar empiricamente as áreas de inundação e o atual contexto dessas áreas em termos de uso e ocupação do solo e tendências a partir das feições visíveis nas margens dos rios, loteamentos e obras.

³ As atualizações e registros mais específicos, contudo, não puderam ser realizadas no início de 2020 dada a situação de isolamento social provocado pela pandemia de COVID-19 a partir do mês de março.

2 ÁREA DE ESTUDO

A Área de estudo compreende a bacia hidrográfica do rio Piraquê-Cabuçu (Mapa 01), na Zona Oeste⁴ do município do Rio de Janeiro, abrangendo parte das regiões administrativas de Campo Grande, Guaratiba e Santa Cruz.

Mapa 01 - Mapa de localização da área de estudo

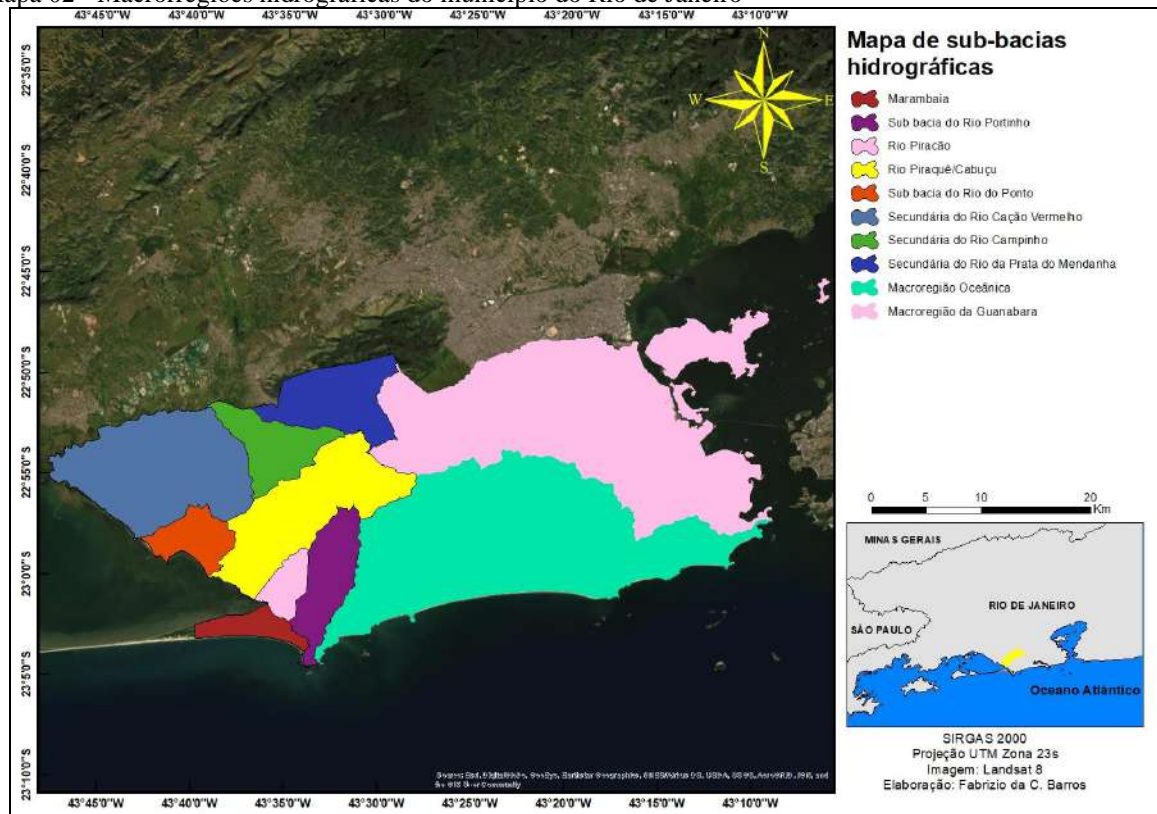


Fonte: O autor, 2020.

O Rio Cabuçu nasce em Senador Vasconcelos, bairro da Zona Oeste, entre as Serras do Lameirão e da Posse, e recebe os rios cabuçu-Mirim e Rio da Prata, originados no Parque Estadual da Pedra Branca, na Localidade conhecida como Rio da Prata de Campo Grande. Após receber o Valão José Sena e Carapiá, torna-se Rio Piraquê e forma uma ampla planície inundada, em Pedra de Guaratiba, desaguando na Baía de Sepetiba. A área de drenagem na bacia abrange cerca de 109 km², inserida na Macroregião Hidrográfica da Baía de Sepetiba (Mapa 02).

⁴ Habitualmente chamada de Zona Oeste, apesar de, geograficamente, a Zona Oeste também incluir as regiões da AP4, a denominação passou, pelo uso popular, a identificar somente a AP5 e alguns bairros da AP4, com características sócio-econômicas parecidas a da AP5. Esta imprecisão na nomenclatura é resultado da estreita relação entre a localização espacial e nível social, uma característica da Cidade do Rio de Janeiro, onde descrições geográficas são generalizadas e confundidas com caracterização social (Fonte: PMRJ).

Mapa 02 - Macrorregiões hidrográficas do município do Rio de Janeiro



Fonte: O autor, 2020.

De acordo com o Plano Municipal de Saneamento Básico da Cidade do Rio de Janeiro (2015), na Zona Oeste da cidade vem ocorrendo a expansão da “construção de conjuntos habitacionais, a abertura de loteamentos e a criação de zonas industriais, destacando-se que diversos loteamentos são irregulares com problemas ambientais, dentre os quais a destacam-se as inundações.”

Quadro 06 - Principais bacias e bacias da AP5 por bacia de contribuição

| Bacias | Bacias | |
|--------------------------|--------------------------|----------------|
| Bacia de Sepetiba | Bacia de Sepetiba | Cação Vermelho |
| | Rio do Ponto | do Ponto |
| | Rio Piraquê-Cabuçu | Piraquê-Cabuçu |
| | Rio Piracão | Piracão |
| | Rio Portinho | Portinho |
| | | Guaratiba |
| | Rio Campinho | Campinho |
| | Rio da Prata do Mendanha | Capenga |
| | | Cachorros |
| Nossa Senhora das Graças | | |
| Restinga Marambaía | Sapê | |
| Restinga Marambaía | Restinga Marambaía | |

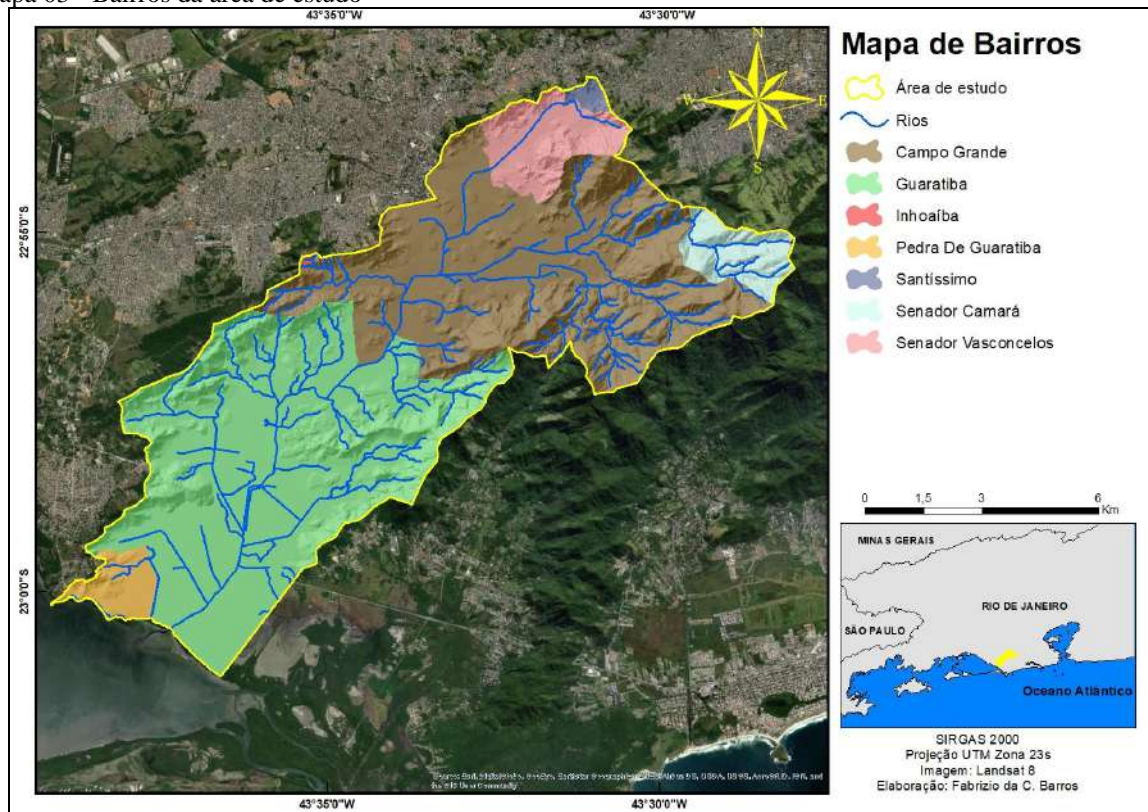
Fonte: Rios Águas, PMRJ

No contexto dos recursos hídricos, a região também tem significativa importância a partir da existência de aquífero de valor incalculável para abastecimento de água potável, além de expor a área, dada a ausência de cuidados e projetos com a devida atenção ao recurso. Em estudos realizados por Vicente et al (2011):

A água subterrânea está armazenada a pouca profundidade, comumente ocorrendo a um metro e meio (1,5 m) de profundidade. O fluxo regional da água subterrânea determinado para a Região Administrativa de Guaratiba está direcionado a partir das regiões montanhosas em direção às drenagens principais, onde os Rios Piraquê-Cabuçu, Portinho e Piracão caracterizam as bacias de maior importância.

Campo Grande é a XVIII Região Administrativa do município, estando dividida em cinco bairros. Guaratiba é a XXVI Região Administrativa, estando dividida em três bairros, além do sub bairro Ilha de Guaratiba. Por fim, Santa Cruz é a XIX Região Administrativa da cidade, dividida em três bairros. Contudo, os bairros inseridos (totalmente ou parcialmente) na bacia são sete: Campo Grande, Santa Cruz, Pedra de Guaratiba, Inhoaíba, Santíssimo e Senador Camará (Mapa 03), com uma população de mais de 690.000 residentes.

Mapa 03 - Bairros da área de estudo



Fonte: O autor, 2020.

As três regiões administrativas localizam-se na Área de Planejamento 5 (AP5), que tem a maior contribuição de termos de crescimento populacional para o município do Rio de Janeiro (Tabela 16).

Tabela 16 - Evolução da participação (%) das Áreas de Planejamento do Município do Rio de Janeiro no total do aumento populacional nos períodos selecionados

| Períodos | AP1 | AP2 | AP3 | AP4 | AP5 |
|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1980-1990 | -8,40% | -21,60% | 19,40% | 42,50% | 68,10% |
| 1990-2000 | -9,90% | -10,60% | 9,50% | 41,50% | 69,50% |
| 2000-2010 | -42,10% | -68,70% | -107,40% | 142,30% | 175,90% |

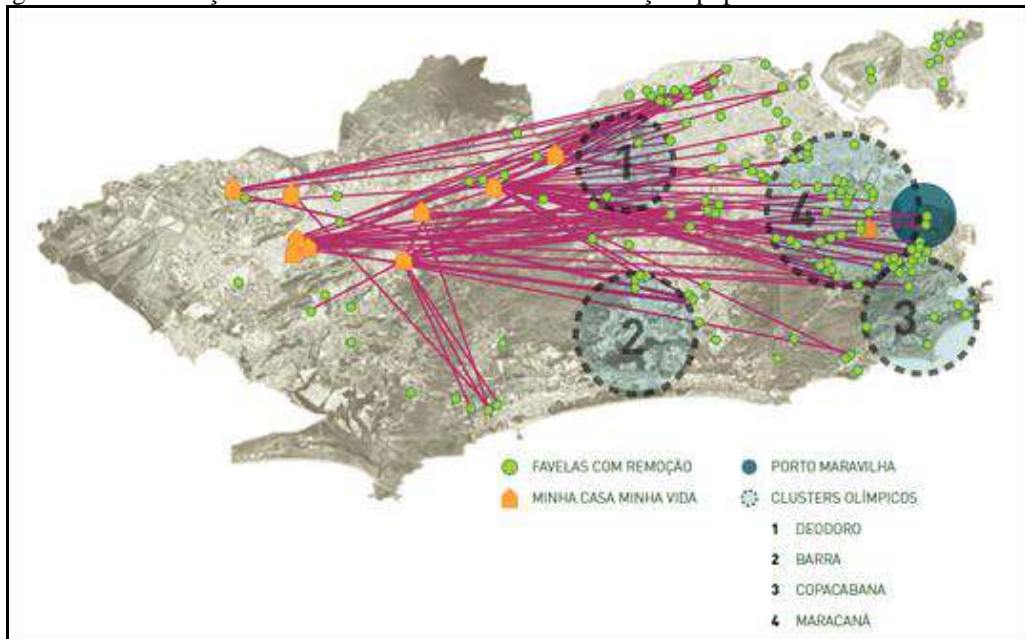
Obs.: Valor para 1990 ajustado segundo taxa 1980-1991.

Fonte: IBGE (Censos 1980, 1991 e 2000) e ENCE/IPP (BELTRÃO et al, 2004). Tabulação e cálculos: IPP.

De modo mais geral, o crescimento da Zona Oeste se inicia ainda na primeira metade do século XX, e segue ocorrendo com as diversas reformas urbanas das décadas seguintes, que promoveram a remoção de favelas na Zona Sul da cidade, desloca essa população para bairros como Realengo e Bangu. O zoneamento funcional da cidade já era buscado desde o início do século XX, ainda na década de 1920, como no Plano Agache, tendo sido o primeiro plano que olhou a cidade como um todo, já se considerando organizar as áreas centrais (e mais estruturadas) para atender uma população mais abastada e o subúrbio (e áreas mais isoladas) voltadas para comportar uma população de classes mais baixas (Abreu, 2006).

Essa dinâmica tem se intensificado na Era dos Megaeventos com remoções, sobretudo, nas áreas próximas ao Maracanã e bairro de Copacabana, mantendo a Zona Oeste como principal área de destino de contingentes populacionais rechaçados das áreas mais centrais, ilustrado abaixo, com linhas indicando o local de destino das populações removidas (Figura 02).

Figura 02 - Localização das comunidades removidas e habitações populares



Fonte: Lucas Faulhaber, Disponível em <<https://brasil.estadao.com.br/blogs/estadao-rio/livro-mapeia-remocoes-de-moradores-na-gestao-de-eduardo-paes/>> Acesso em 23/05/2020.

De acordo com o Comitê Popular da Copa do Mundo e das Olimpíadas do Rio de Janeiro – CPCMO (2013, 2014, 2015), cerca de 150 mil famílias foram removidas de suas residências desde 2010 em função de alguma “cirurgia” realizada pelos megaeventos. O bairro de Campo Grande lidera o ranking de número de habitantes por bairros do município.

Considerando as décadas de 2000 e 2010 (pelo menos até o período estudado), lidera também o crescimento populacional, consolidando-se como o principal polo acolhimento de populações de diversas áreas da cidade. Guaratiba acompanha com um crescimento populacional significativo na última década, consolidando como segunda maior população absoluta da Área de estudo (Tabela 17).

Tabela 17 - População por bairros da Área de estudo

| Bairro | População total (2000) | População total (2010) | Varição |
|---------------------|------------------------|------------------------|---------|
| Campo Grande | 297.494 | 328.370 | 30.876 |
| Guaratiba | 87.312 | 110.049 | 22.737 |
| Senador Camará | 111.231 | 105.515 | -5.716 |
| Inhoaíba | 59.536 | 64.649 | 5.113 |
| Santíssimo | 34.086 | 41.458 | 7.372 |
| Senador Vasconcelos | 27.285 | 30.600 | 3.315 |
| Pedra de Guaratiba | 9.693 | 9.488 | -205 |

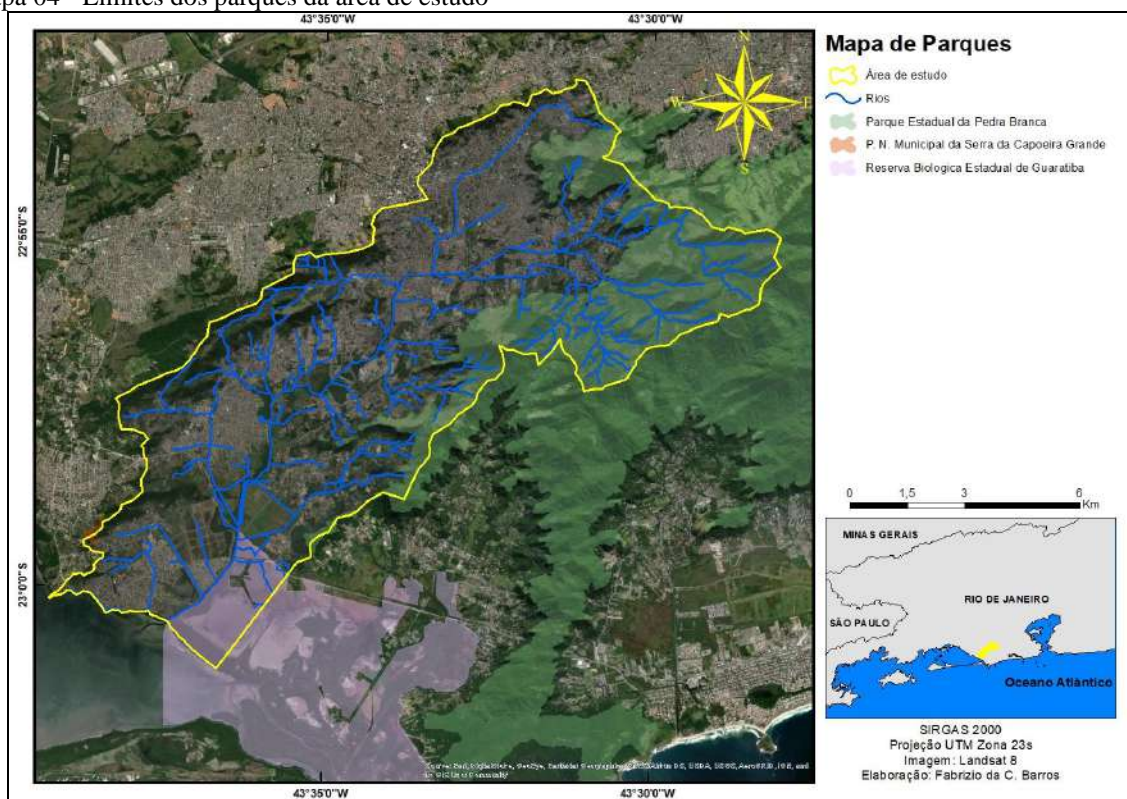
Fonte: IPP, adaptado pelo autor, 2020.

Araujo e Ribeiro (2015) apontam a necessidade de compreender esta região a partir de suas características hídricas e geomorfológicas associadas ao contexto de crescimento

populacional e pouca aplicação do conhecimento técnico existente para mitigação dos problemas ambientais.

Um dos fatores de relevância para este estudo são as áreas de nascentes da bacia. Apesar do significativo crescimento que a região vem recebendo nos últimos anos, ainda guarda importantes áreas remanescentes de Mata Altântica, sobretudo associados ao Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB), criado pela Lei Estadual n° 2.377, de 28 de junho de 1974. Dos seus 12.393,84 hectares, o PEPB possui cerca de 2.530 hectares inseridos na área de estudo, onde estão as nascentes da bacia. (Mapa 04).

Mapa 04 - Limites dos parques da área de estudo



Fonte: O autor, 2020.

Destaque também, ao sul da bacia, para abrangência parcial do Parque Municipal da Serra da Capoeira Grande, criado pelo Decreto Municipal 21.208/2001, e para a APA da Reserva Biológica Estadual de Guaratiba, criada pelo Decreto Estadual n° 7.549, de 20 de novembro de 1974, onde há importantes áreas brejosas, ainda com remanescentes de fauna e flora características de áreas de manguezal (Figura 03). Observa-se que, mesmo com esses importantes remanescentes de áreas de manejo legais, há forte pressão antrópica, expandindo o tecido de ocupações com presença cada vez mais consistente, mesmo em APAs e Zonas de Amortecimento.

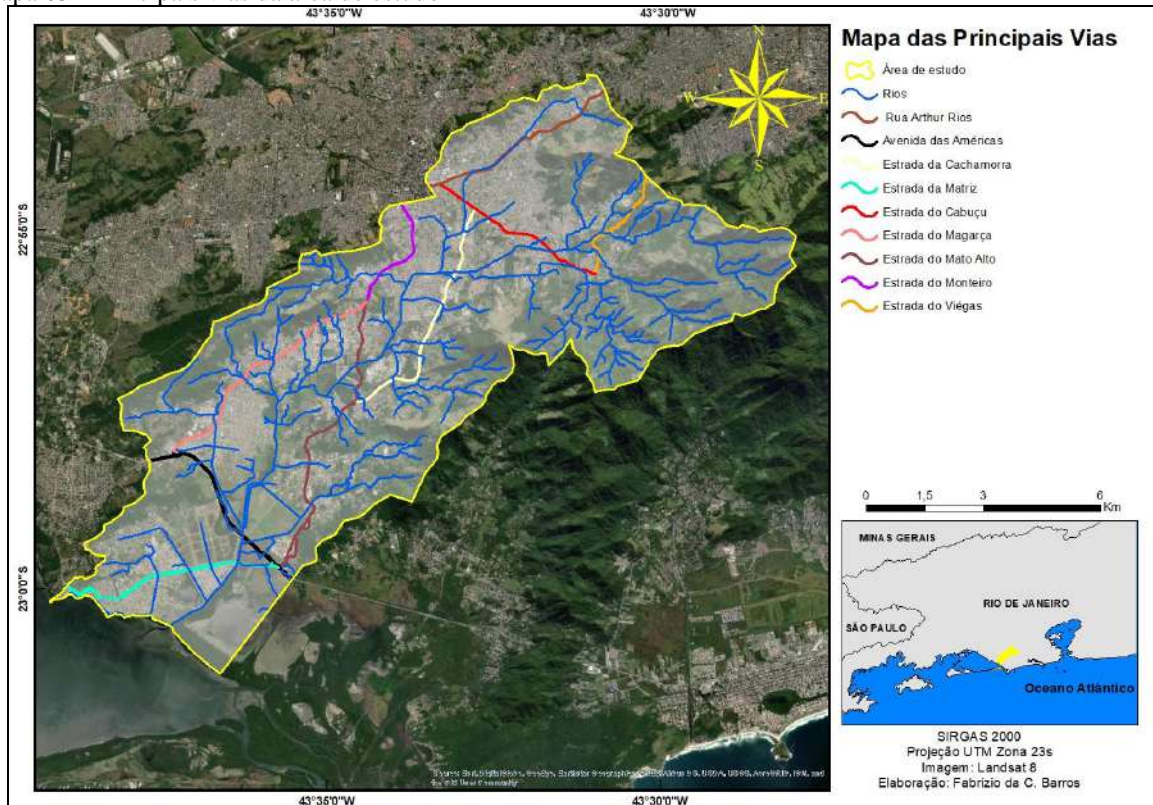
Figura 03 - Área de manguezal



Fonte: O autor, jun. 2020.

As principais vias que estão na área da bacia (Mapa 05) e que são responsáveis pela conexão com outras áreas da cidade são: Rua Arthur Rios (Senador Vasconcelos), Estrada do Monteiro, Estrada do Cabuçu, Estrada do Magarça e Estrada do Viégas (Campo Grande), Estrada do Mato Alto e Estrada da Cachamorra (Campo Grande e Guaratiba), Avenida das Américas (Guaratiba) e Estrada da Matriz (Pedra de Guaratiba).

Mapa 05 - Principais vias da área de estudo



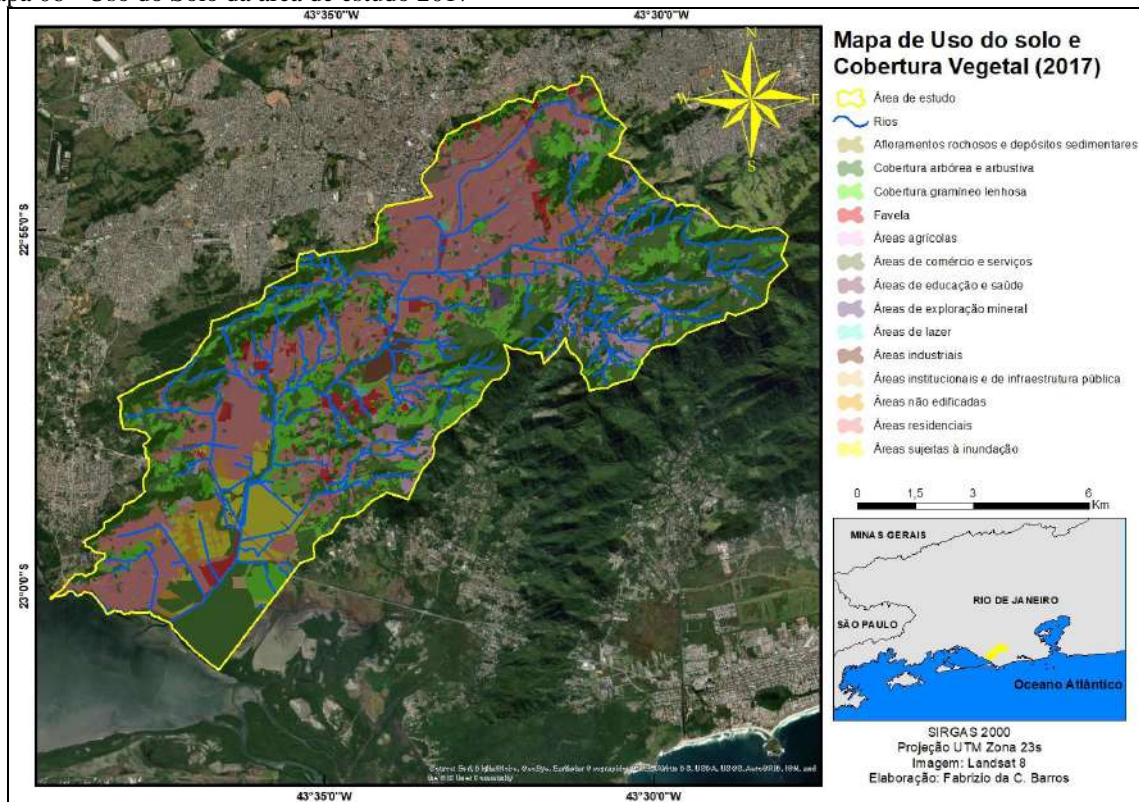
Fonte: O autor, 2020.

As estradas do Magarça, Mato Alto e Monteiro, juntamente com a Avenida das Américas, integram o sistema viário de BRT (*Bus Rapid Transport*), implantado em 2012, levando dinamismo à mobilidade da população residente e sugerindo aos novos habitantes que não teriam problemas para transitar em direção ao centro da cidade e outros locais de trabalho.

Campo Grande é considerado o bairro de maior centralidade da região, destacando-se o número de licenças para construção que recebeu ao longo da Era do Megaeventos, principalmente ligados ao Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV). Oliveira (2014) destaca um projeto na Estrada da Cachamorra com 467 unidades e um projeto com 87 unidades em Guaratiba, além de empreendimentos comerciais, que contribuem para dinamizar os serviços e fixar a população.

A ocupação da bacia é bastante diversificada, havendo uma grande variedade de classes de uso de solo de acordo com mapeamento realizado do IPP, como áreas de comércio, áreas residenciais, áreas industriais, além de áreas em que ocorrem conflitos ambientais associados a esse uso e ocupação, como as áreas sujeitas à inundação (Mapa 06).

Mapa 06 - Uso do Solo da área de estudo 2017



Fonte: O autor, 2020.

Merecem destaque as manchas de favelas, já sinalizando os conflitos de uso e ocupação existentes.

2.1 Caracterização Histórica da Área de estudo

Grande parte do que temos hoje como Zona Oeste da cidade se consolidou, algumas décadas após sua ocupação, como uma região agrícola com o cultivo de cana-de-açúcar nos séculos XV e XVI. No século XVIII, o cultivo foi sendo substituído pela produção de café, laranja, mandioca, arroz, entre outros, em que, sobretudo as proximidades na Baía de Sepetiba, foram palco de acontecimentos marcantes relacionados às primeiras ações de ocupação das terras litorâneas. Nesta área, o desenvolvimento inicial se deu justamente com os sesmeiros, que receberam porções de terras.

Fortes para defesa de invasões e capelas para celebração de missas são exemplos de importantes construções que marcam a paisagem dessa região, que teve destaque nos séculos XV e XVI. Contudo, os problemas associados às inundações estão presentes na Zona Oeste carioca desde as décadas iniciais no século XVI, como aponta Mansur (2008, p.63):

Assim como a conquista do centro da cidade do Rio de Janeiro foi uma árdua luta contra os pântanos e mangues que dominavam a região, a história não foi diferente para os desbravadores do chamado “sertão carioca”.

Tal fato reflete justamente as características da região que, com suas feições naturais, geram dificuldades à ocupação, sobretudo quando não estão adequadas à dinâmica do ambiente local. Assim como em toda a cidade carioca, os rios se fazem presentes, espalhando-se e formando belas paisagens com sua drenagem, mas que também tornam o ambiente propício à ocorrência de inundações.

Durante década, a Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro permaneceu esquecida e isolada do restante da cidade, sendo considerada efetivamente a zona rural. Desde os séculos XV e XVI, ainda no início da ocupação da região, as atividades agrícolas se consolidaram, e essa características agrária ainda permanece no imaginário de seus habitantes:

Pois seu processo de integração econômico, social, político, cultural e ambiental foi construído em torno da ideia de natureza e da vocação agrícola, ainda não completamente apagada da memória coletiva, mesmo tendo ocorrido surtos de urbanização que se evidenciou em distintos momentos, como por exemplo, o desmembramento de fazendas centenárias em loteamentos e a criação de polos industriais. (OLIVEIRA, 2017, p. 326)

A intensificação da ocupação da região pode ser entendida através da expansão dos meios transporte e conexão dos trechos mais afastados da Zona Oeste com outras áreas da cidade, sendo que “um marco importante do processo de ocupação e urbanização foi, em meados do século XIX, a instalação do ramal da Central e suas sucessivas estações, como Deodoro, Realengo e Campo Grande, que hoje chega até Mangaratiba.” (PMRJ, 2017)

A apropriação feita pelo capital imobiliário promoveu a gradativa valorização dessas terras, inicialmente nos bairros na fronteira com a região mais central da cidade, como Barra da Tijuca e Campo Grande, até chegar aos bairros mais no extremo oeste da cidade, levando junto a deterioração do ambiente. Durante praticamente quatro séculos a região era sinônimo de belas paisagens, um reduto bucólico na cidade. Até poucas décadas, era local para lazer, visitar praias e restaurantes abastecidos pela pesca local.

[...] na década de 1970, cheguei a frequentar a praia de Sepetiba, que ainda tinha águas limpas. Apesar de criança, lembro bem da praia muito cheia, um balneário que atraía não apenas moradores da Zona Oeste, mas de outros pontos da cidade, que, muitas vezes, davam uma esticadinha até a Pedra de Guaratiba, bem ao lado. (2011, p.88)

E reforça o processo que tem ocorrido atualmente, de ocupação antrópica sem saneamento adequado, acarretando “o despejo de esgoto *in natura* nas praias, bem como os rios que deságuam na baía, chamados pela população de valões.” (2011, p.90)

A expansão da cidade foi gradativamente chegando também na Zona Oeste. Até meados do século XX a região manteve-se pouco populosa, apenas com uma baixa população residente e moradores temporários (veraneio), mas a partir da década de 1970, sofre gradativo adensamento populacional, fruto da especulação imobiliária e inserção de infraestrutura urbana que conecta à outras áreas da cidade, dando fácil acesso à Guaratiba e diminuindo sua condição de isolamento (MOREIRA et al, 2015 e MELLO, 2015).

Sobre os impactos ocorridos nas praias da região, convém considerar outro fato marcante para degradação do ambiente, que foi a construção do Porto de Sepetiba.

A dragagem do fundo da baía foi o primeiro passo para a implantação do porto, que permitiria a entrada de navios de grande calado. A grande questão é o fundo do mar estar repleto de substâncias tóxicas, devido ao acúmulo de resíduos químicos das indústrias de metais pesados, como ferro, zinco e cromo. (MANSUR, 2011, p.90)

A construção do porto foi de grande relevância para a economia do Estado, por onde ocorre parte do comércio internacional, colocando a baía e suas proximidades no contexto de uma atividade importante, contudo, a degradação ambiental gerou grande prejuízo aos serviços ecossistêmicos, implicando em alterações nas comunidades que viviam da dinâmica

natural da região, como os pescadores, que “esperam a maré encher e vão pescar em alto-mar” (MANSUR, p.91), visto o estado degradado em que as águas da baía se encontram.

Ao longo do século XX, a Zona Oeste foi gradativamente se consolidando como área estratégica para a cidade, e não apenas um “grande sertão”. Esse processo é observado, como foi destacado, nas ocupações de veraneio e expansão do setor mobiliário, mas na década de 1990, com a construção porto. Tal dinâmica se manteve durante a Era dos megaeventos, se associando, ainda, com algumas peculiaridades da região que representam um adensamento populacional com riscos associados, como destaca o anexo IV do PDM (Quadro 07):

Quadro 07 - Áreas sujeitas à intervenção do poder público

| | |
|---------------------------|--|
| Macrozona Condicionada | Bairros: Guaratiba e Jacarepaguá |
| | Áreas sob influência dos eixos viários Estr. dos Bandeirantes e que integram a Ligação C do Anel Viário, o Corredor Viário T5 e o Trecho 5 do Anel Viário; |
| | Áreas-objeto e sob influência da implantação de equipamentos para a Copa do Mundo 2014 e os Jogos Olímpicos Rio 2016; |
| | Favelas e loteamentos irregulares declarados Áreas de Especial Interesse Social; |
| | Áreas sujeitas à proteção ambiental. |

Fonte: PDM, 2011.

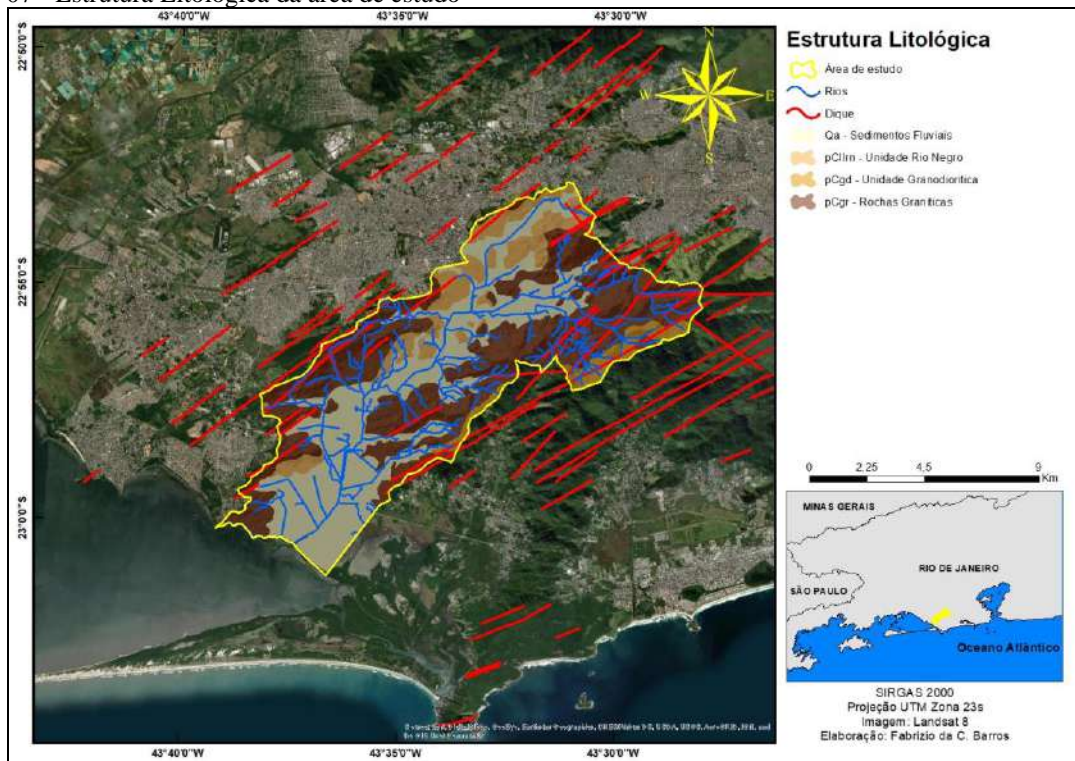
Apesar de a AP-5 ser uma Macrozona de Ocupação Condicionada⁵, de acordo com o Plano Diretor Municipal, o controle da expansão ainda tem deixado habitantes expostos aos possíveis desdobramentos de ocupações em áreas de risco, com precárias instalações urbanas.

2.2 Caracterização Física da Área de estudo

Os grupos geológicos presentes na Área de estudos (Mapa 07) são as formações Pré-cambrianas das unidades Granodioríticas, Rio Negro e Rochas Graníticas (REIS & MANSUR, 1995) e as formações Quaternárias dos Sedimentos Fluviais, dispostos em terrenos pertencentes ao Gráben da Guanabara. A localização da área, rodeada por maciços, influencia na climática da área, associada às variações altimétricas e orientações das vertentes, prevalecendo um clima tropical úmido em função da forte relação entre a área de baixada e as encostas que circundam (Costa, 2006).

⁵ Macrozona de Ocupação Condicionada, onde o adensamento populacional, a intensidade construtiva e a instalação das atividades econômicas serão restringidas de acordo com a capacidade das redes de infraestrutura e subordinados à proteção ambiental e paisagística, podendo ser progressivamente ampliados com o aporte de recursos privados;

Mapa 07 - Estrutura Litológica da área de estudo



Fonte: O autor, 2020.

A partir das características estruturais é possível depreender uma relação entre esses elementos e fatores climáticos, gerando eventos de pluviosidade elevada associados a influência da topografia do maciço da Pedra Branca e entrada de ventos úmidos provenientes da Baía de Sepetiba (Vicente *et al*, 2009).

Em termos climáticos, (Vicente *et al*, 2009) destacam que o período mais chuvoso (acima da média mensal de 101,6 mm) é entre dezembro a março (verão), período em que foram registrados os principais eventos de inundação da região.

Silva e Oscar (2019) ilustram como a maritimidade, a partir de eventuais fenômenos associados as águas do Atlântico Sul podem influenciar de forma significativa na interação com as características físicas da bacia, como os eventos pluviométricos de 2018 quando uma massa de ar úmida associada ao contexto atmosférico causou um pico de pluviosidade.

A região também tem relevância no sentido de busca de preservação de recursos hídricos, merecendo destaque o Aquífero de Guaratiba, sendo mais um fator que demanda atenção no sentido ser um recurso estratégico diante do contexto hídrico RJ-SP. Neste aspecto, os problemas também têm se agravado em função do aumento do ritmo de crescimento da região (Vicente *et al*, 2009).

De acordo com o Inventário de Cobertura Arbórea da Cidade⁶, os maciços da Pedra Branca, juntamente com o da Tijuca e o do Gericinó-Mendanha, englobam grande parcela de toda a floresta ombrófila do município do Rio de Janeiro, que faz parte da vegetação nativa carioca. A vegetação nativa pode ser compreendida com base na Tabela 18, que também apresenta a proporção da população inserida em cada tipo de vegetação:

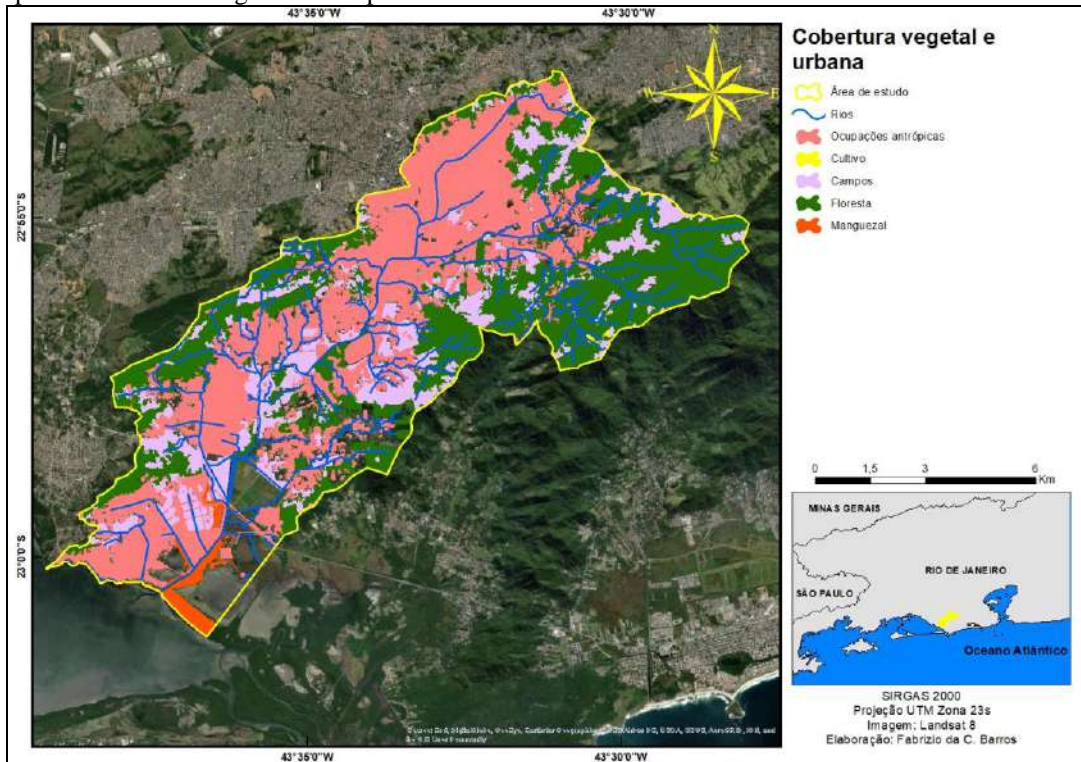
Tabela 18 - Área ocupada pelas fitofisionomias que compõem a vegetação nativa

| Vegetação nativa | Área (ha) | Proporção (%) | |
|--------------------------|-----------|---------------|-----------|
| | | Estrato | População |
| Floresta Ombrófila Densa | 32.139 | 85,08% | 26,31% |
| Restinga | 2.152 | 5,70% | 1,76% |
| Manguezal | 3.485 | 9,23% | 2,85% |
| Total | 37.776 | 100% | 30,93% |

Fonte: Secretaria Municipal de Meio Ambiente do Rio de Janeiro

Juntamente com a floresta ombrófila densa, as áreas de manguezal são outra fitofisionomia marcante na Área de estudo (Mapa 08), no baixo curso do rio principal, interagindo diretamente com o ambiente da baía.

Mapa 08 - Cobertura vegetal e antrópica da área de estudo



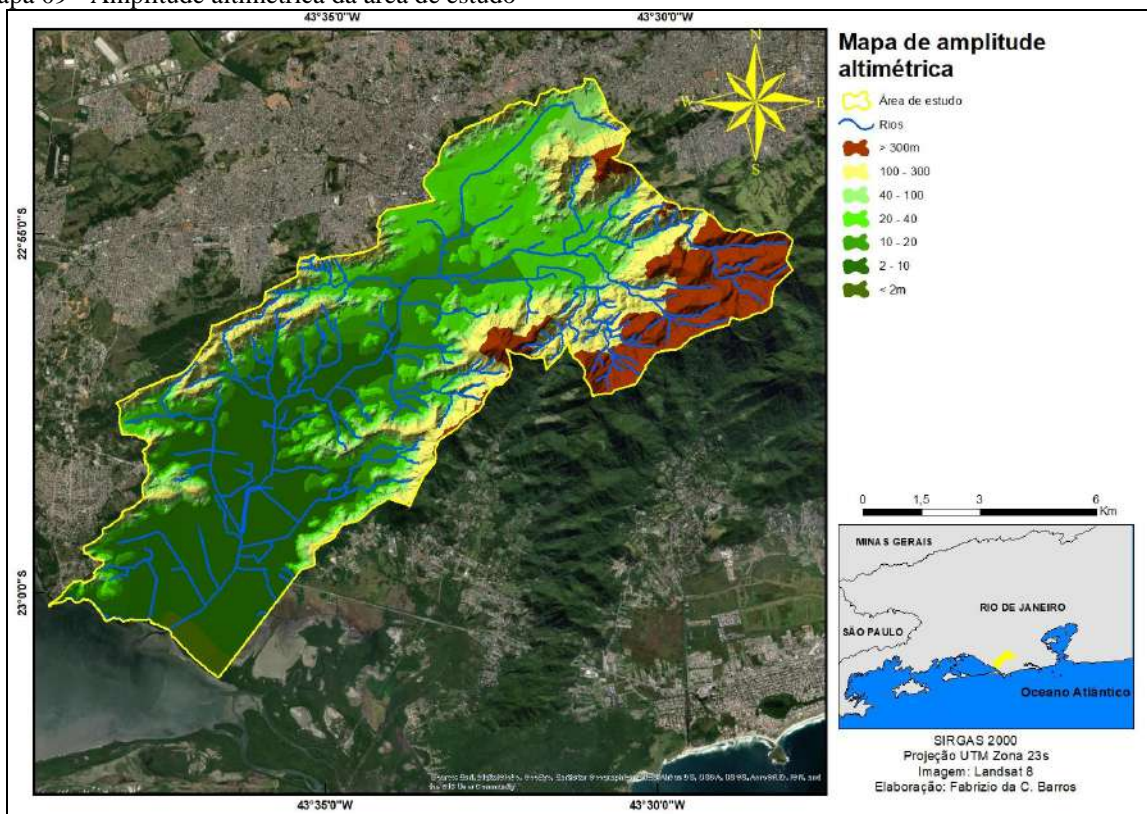
Fonte: O autor, 2020.

⁶ Informações sobre o Invetário da Cobertura Arbórea da Cidade do Rio de Janeiro, de 2015, pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente, disponível em:
<<http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/4975980/4158246/InventarioCoberturaArboreadaCidade2015.pdf>>

No contexto das inundações, as características do relevo têm significativa influência no desdobramento do processo. Os níveis altimétricos da Área de estudo compreendem uma amplitude topográfica entre 0 e aproximadamente 1020m, contudo, essa variação total só pode ser observada em uma porção mais restrita na vertente nordeste da bacia, onde está a maior parte das cotas protegidas pelo PEPB.

Apesar das cotas mais baixas (inferiores a 2m) estarem somente nas proximidades da Baía de Sepetiba, merecem destaque as extensas áreas com cotas entre 2 e 10m, que se estendem por um longo trecho afastado da costa, como é o caso do baixo curso do rio e estendendo-se ao médio curso (Mapa 09), gerando frequentes transtornos às localidades abrangidas nestas áreas em períodos chuvosos e associados às ocupações nas cotas mais baixas.

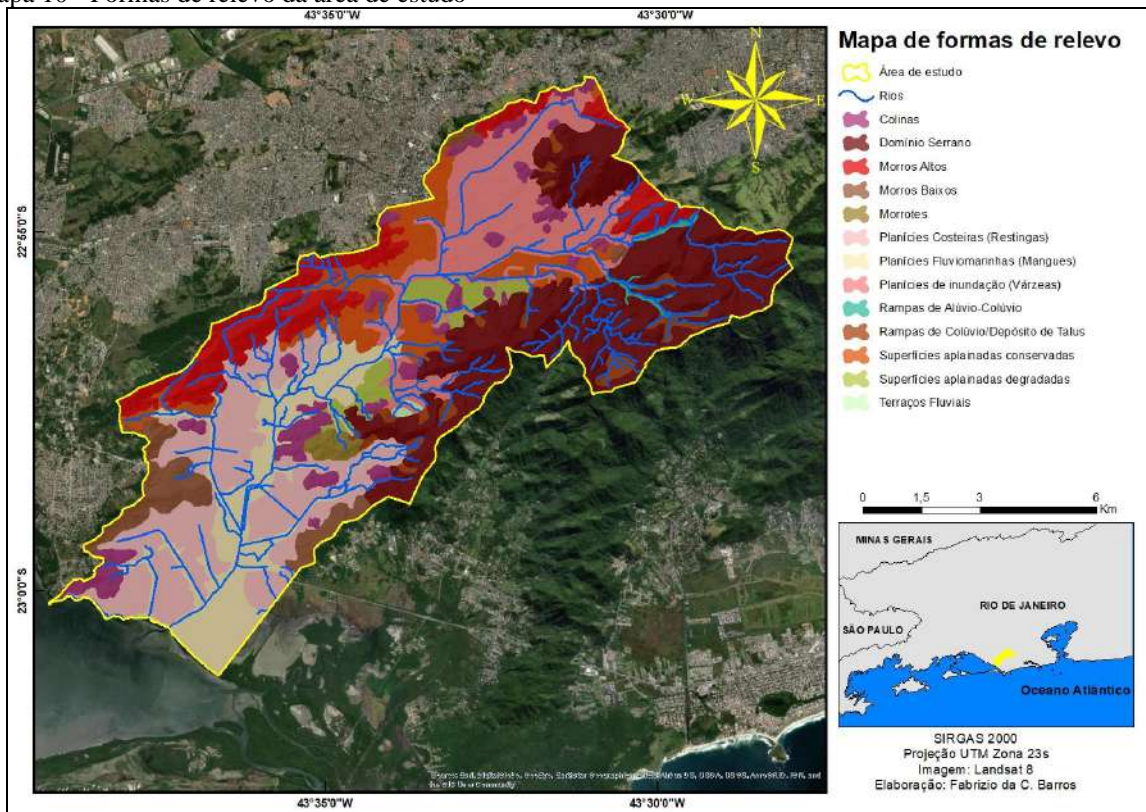
Mapa 09 - Amplitude altimétrica da área de estudo



Fonte: O autor, 2020.

A variação altimétrica apresenta uma morfologia que alcança altitudes significativas, caracterizando-se pela presença de unidades geomorfológicas variadas, mas destacam-se as planícies e suas distintas classificações (costeiras, fluvio-marinhas e de inundação) que representam a maior parte das cotas mais baixas da bacia. O domínio serrano que alcança as maiores altitudes está disposto como divisor de águas na vertente do PEPB, Mapa 10.

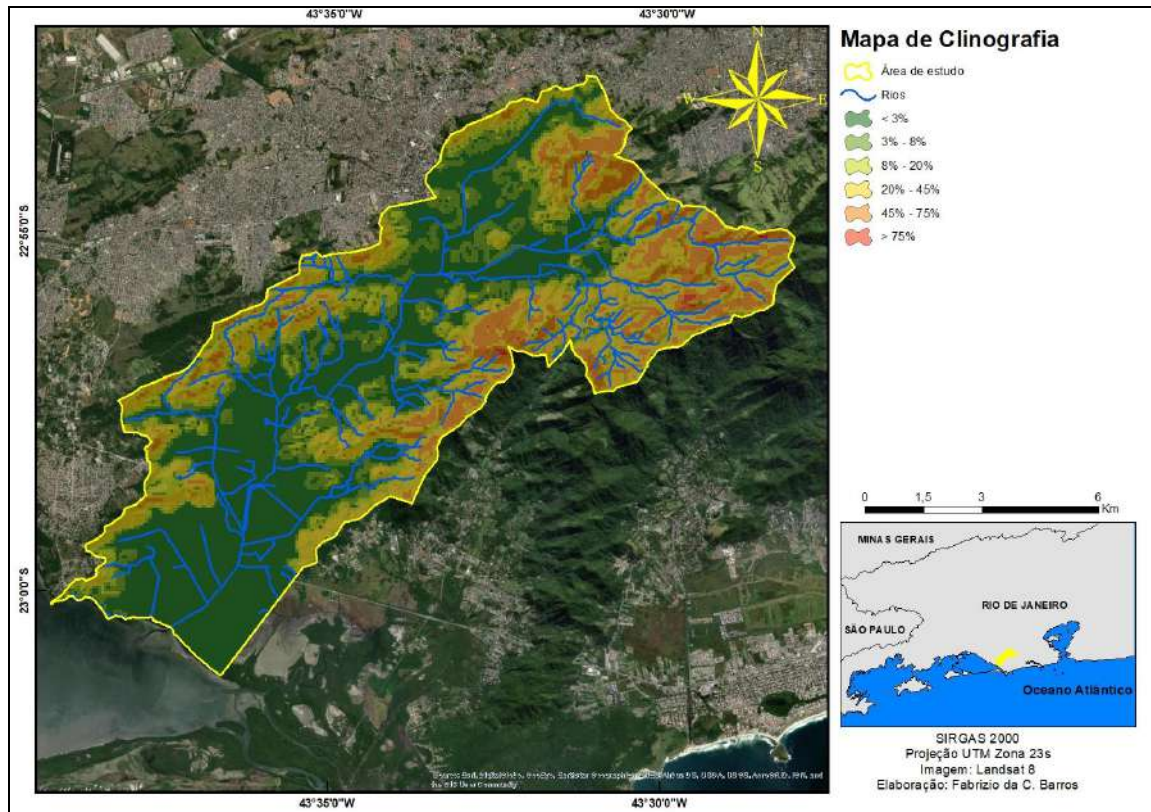
Mapa 10 - Formas de relevo da área de estudo



Fonte: O autor, 2020.

Em termos de declividade (Mapa 11), a bacia possui como característica marcante o relevo plano (<3% de inclinação), que denota a suscetibilidade à inundação, agravando-se pelo fato de estar rodeada por áreas mais elevadas e com inclinação que condicionam ao escoamento e concentração de água nas áreas planas. Destaca-se as áreas de relevo suave ondulado (3% - 8% de inclinação), ondulado (8% - 20% de inclinação), forte ondulado (20% - 45% de inclinação), montanhoso (45% - 75% de inclinação) e, na vertente do PEPB, há o relevo escarpado (> 75% de inclinação) (Embrapa, 1979).

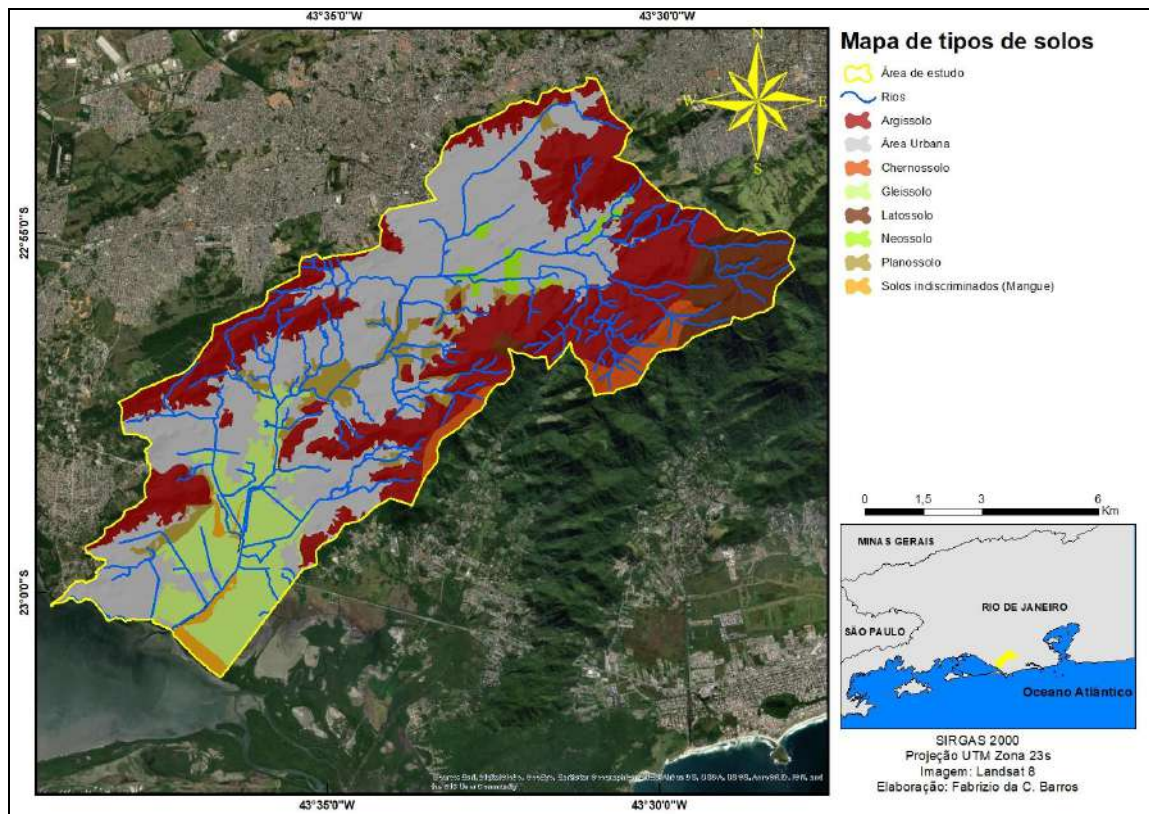
Mapa 11 - Clinografia da área de estudo



Fonte: O autor, 2020.

No Mapa 12, observa-se significativa abrangência de Argissolos, classe de solo cujas características de suscetibilidade à erosão são consideráveis, influenciando na retenção de água bem como descontinuidade hidráulica, podendo desencadear em processos erosivos. Na vertente do PEPB estão concentrados os Argissolos eutróficos e na maior parte da planície aluvial observa-se presença de Gleissolos e Planossolos de baixa fertilidade e textura variada.

Mapa 12 - Tipos de solos da área de estudo



Fonte: O autor, 2020.

2.3 Características socioeconômicas da Área de estudo

A bacia do rio Piraquê-Cabuçu reflete características que estão presentes em outras localidades da Zona Oeste, consequências do processo que produziu a atual configuração socioespacial da cidade do Rio de Janeiro, sendo identificadas algumas macro-determinantes:

- a) A expansão urbana condicionada para a AP5 (e uma política de desconcentração populacional) paralelamente ao uso mais restritivo em outras AP.
- b) Construção de trechos rodoviários facilitando o acesso aos bairros da AP5, como a transoeste e o túnel da Grota Funda, e a implantação do BRT.
- c) A especulação imobiliária das outras áreas da cidade, sobretudo as proximidades do centro, inviabilizando qualquer possibilidade de habitantes com rendas menos elevadas se alocarem próximos à maior concentração de empregos.

- d) Iniquidade da renda e investimentos públicos contribuem para afastar a população das áreas centrais e alocarem-se nas áreas mais afastadas e menos adequadas ao uso, aumentando a situação de vulnerabilidade dessas populações, a partir de uma interação das três primeiras determinantes.

Algumas características dessa população podem ser observadas na Tabela 19, como a alta desigualdade e alto índice de pobreza:

Tabela 19 - Valores e índices de renda por RA e geral da AP5

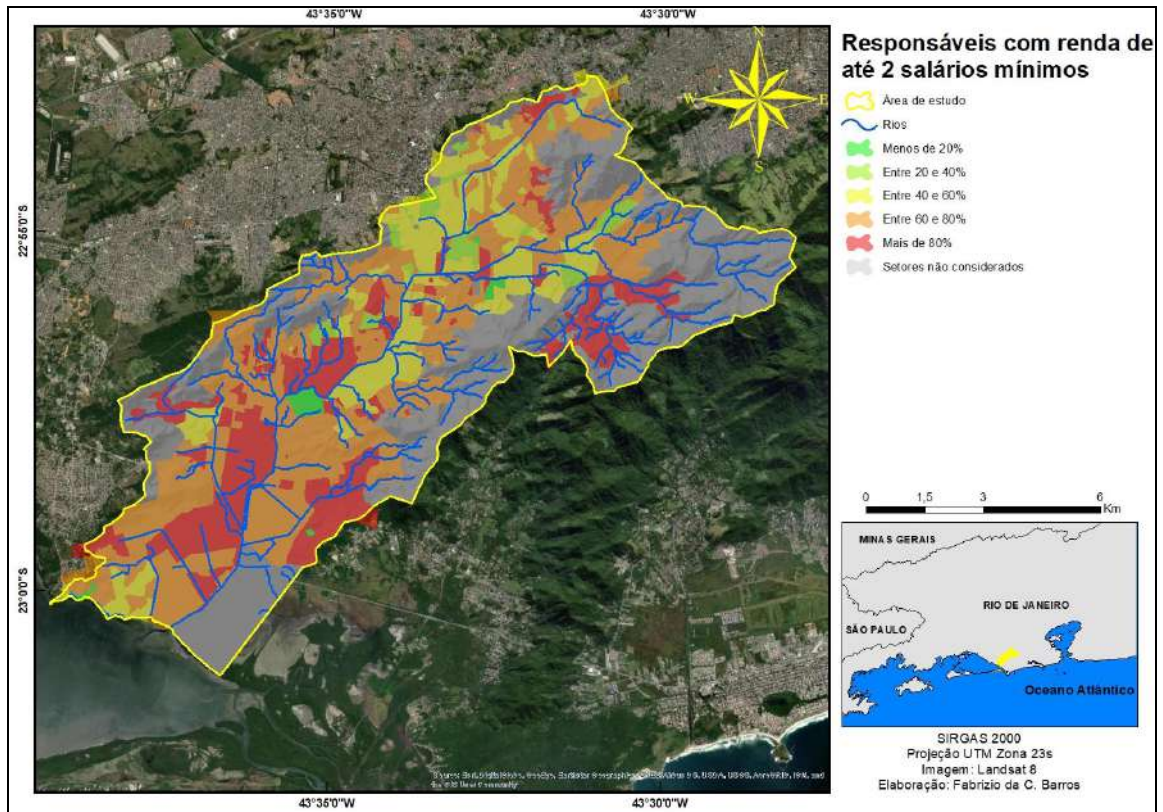
| | RA XVII Bangu | RA XXXIII Realengo | RA XVIII Campo Grande | RA XXVI Guaratiba | RA XIX Santa Cruz | AP5 |
|---|--------------------------|-----------------------------------|--|------------------------------|----------------------------------|------------|
| Renda per Capita (R\$) | 287,03 | 339,73 | 304,24 | 234,37 | 212,21 | 282,10 |
| Percentual da renda proveniente de rendimento do trabalho | 17,86% | 19,99% | 17,54% | 13,16% | 17,24% | 17,66% |
| Percentual da renda proveniente de rendimento de transferências governamentais | 67,48% | 19,99% | 17,54% | 13,16% | 17,24% | 17,66% |
| Intensidade da pobreza: linha de R\$ 37,50 | 60,24% | 61,54% | 64,19% | 61,33% | 63,34% | 62,76% |
| Intensidade da pobreza: linha de R\$ 75,50 | 45,24% | 45,59% | 45,76% | 47,56% | 48,83% | 46,32% |
| Índice de GINI | 0,49 | 0,49 | 0,51 | 0,53 | 0,5 | 0,50 |

Fonte: IPP, Armazém dos Dados, IBGE (2000)

Para analisar as características socioeconômicas da bacia do Piraquê-Cabuçu serão consideradas a renda e o sexo dos responsáveis por domicílios, o número de pessoas alfabetizadas e de idosos nos domicílios, o abastecimento de água e a coleta de esgoto via rede geral, bem como a coleta de lixo. Estas variáveis auxiliam a compreender as características sociais e econômicas da área e denotar maior ou menor condição de enfrentamento de situações emergenciais no contexto de inundações.

No mapa voltado para características de renda (Mapa 13), foi observada parcela significativa de domicílios inseridos no intervalo entre 60 e 80% e no intervalo de mais de 80%, onde tais porcentagens indicam a proporção de chefes de família com renda inferior a dois salários-mínimos. Considera-se o valor do salário R\$510,00, na época de realização do Censo.

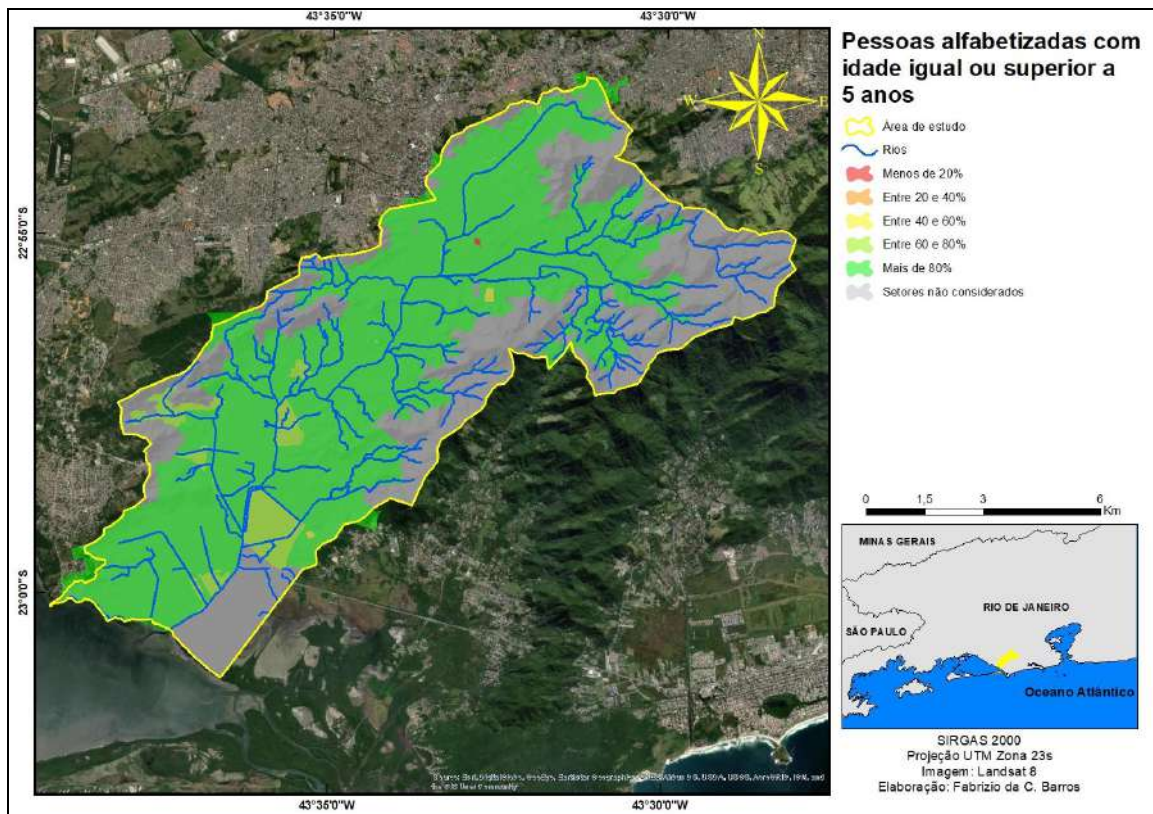
Mapa 13 - Renda dos responsáveis da área de estudo



Fonte: O autor, 2020.

Conforme IBGE (2010), “considerou-se como alfabetizada a pessoa capaz de ler e escrever um bilhete simples no idioma que conhecesse”. Desta forma, observa-se no Mapa 14 que a maior parte dos domicílios considerados na bacia está no intervalo com mais de 80% alfabetizada, indicando a maior parte da população inserida na área possui instrução formal mínima.

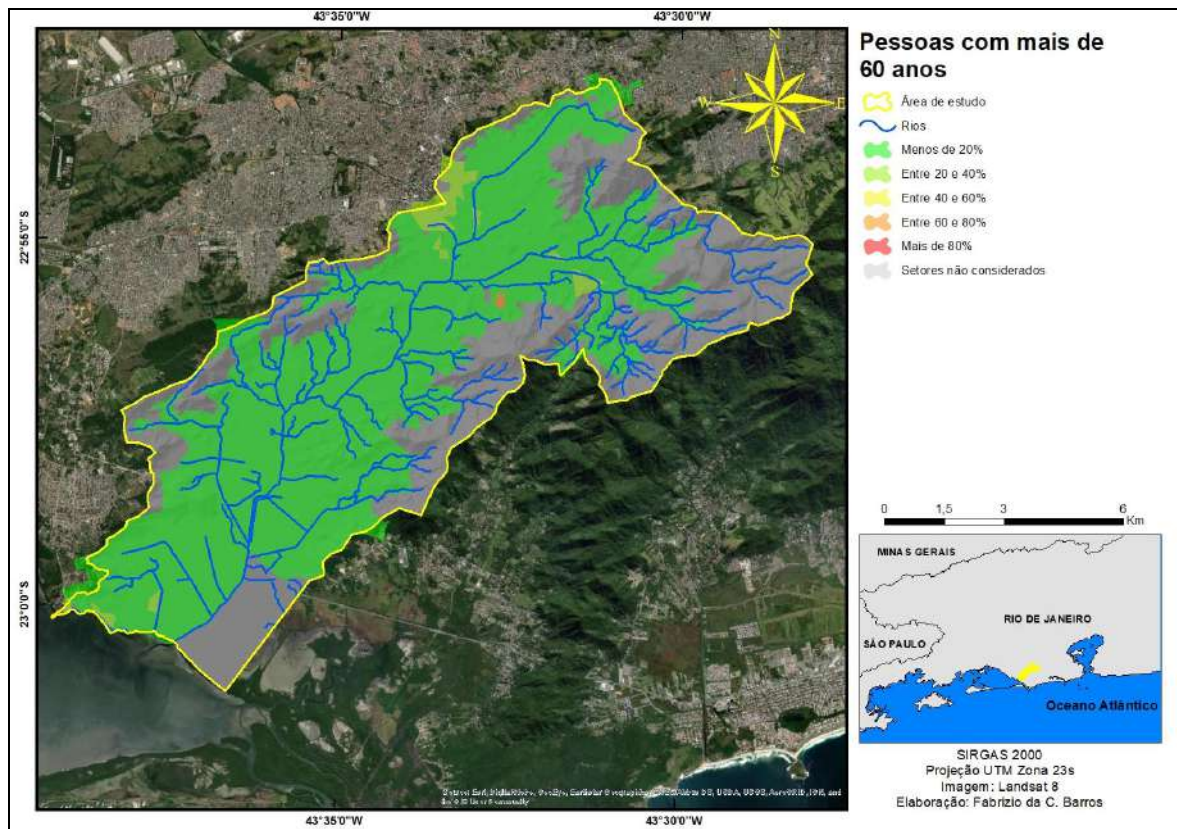
Mapa 14 - Pessoas Alfabetizadas da área de estudo



Fonte: O autor, 2020.

Outra variável social relevante para analisar a vulnerabilidade da população seria a idade dessa população, já que os mais idosos tendem a ter mais dificuldades no enfrentamento de uma situação emergencial, principalmente se houver a necessidade de ações ágeis em curto espaço de tempo em função de mobilidade ou problemas de saúde específicos. Ao analisar a população com mais de 60 anos de idade dos setores da Área de estudo, contudo, observa-se que a expressão dessa parcela da população é mínima, de modo que a maior parte dos setores considerados se enquadra no intervalo com menos de 20% nessa faixa etária (Mapa 15).

Mapa 15 - Idosos da área de estudo

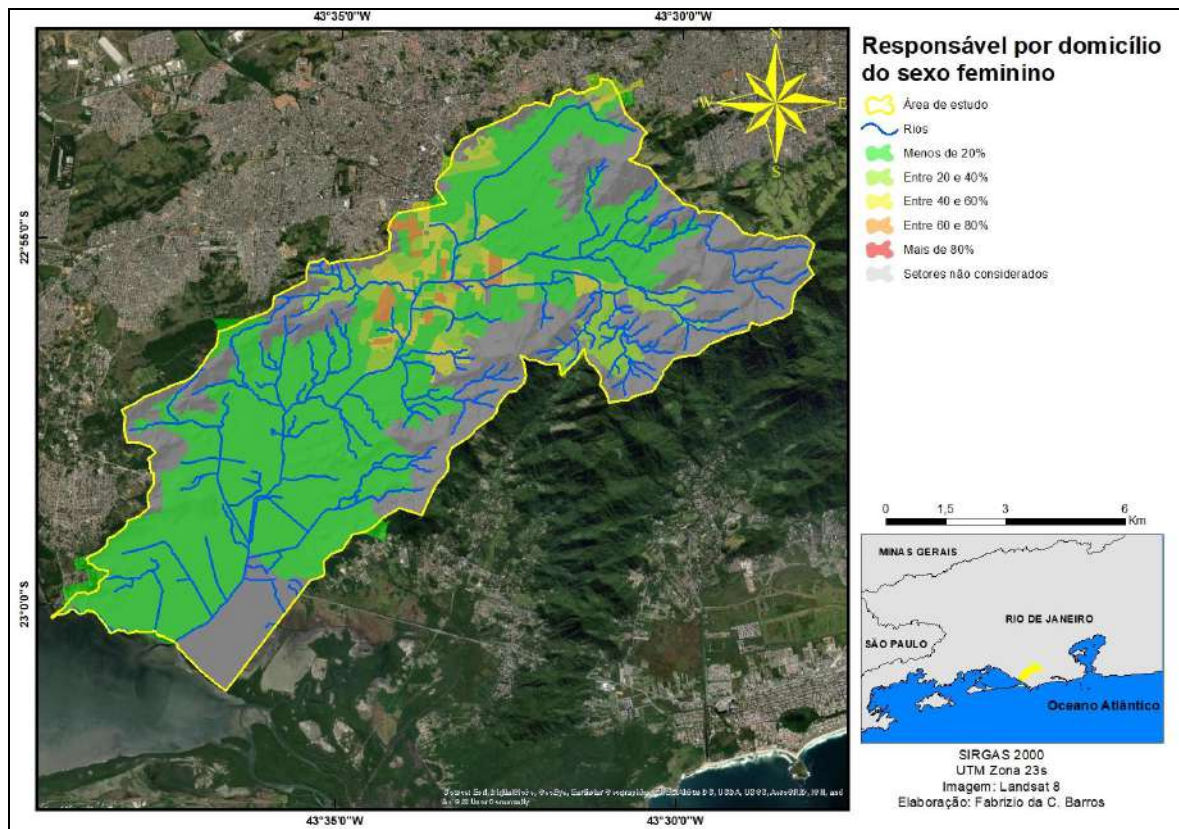


Fonte: O autor, 2020.

A variável relacionada ao sexo se torna relevante, sobretudo, no contexto de uma sociedade que possui como característica o subjulgamento do sexo feminino em diversas esferas sociais, tornando a responsabilidade por um domicílio também um desafio. Destarte, o maior número de domicílios chefiados pelo sexo feminino se tornaria mais vulnerável. A análise voltada para gêneros também poderia gerar outra percepção de vulnerabilidade, dado o preconceito social que diferentes grupos sofrem, contudo, demandaria uma outra análise.

Observa-se uma maior expressão da variável em questão em núcleos referentes ao bairro de Campo Grande, onde os domicílios chefiados pelo sexo feminino estão inseridos nos intervalos entre 40% e 60% e entre 60% e 80% (Mapa 16).

Mapa 16 - Responsáveis do sexo feminino da área de estudo

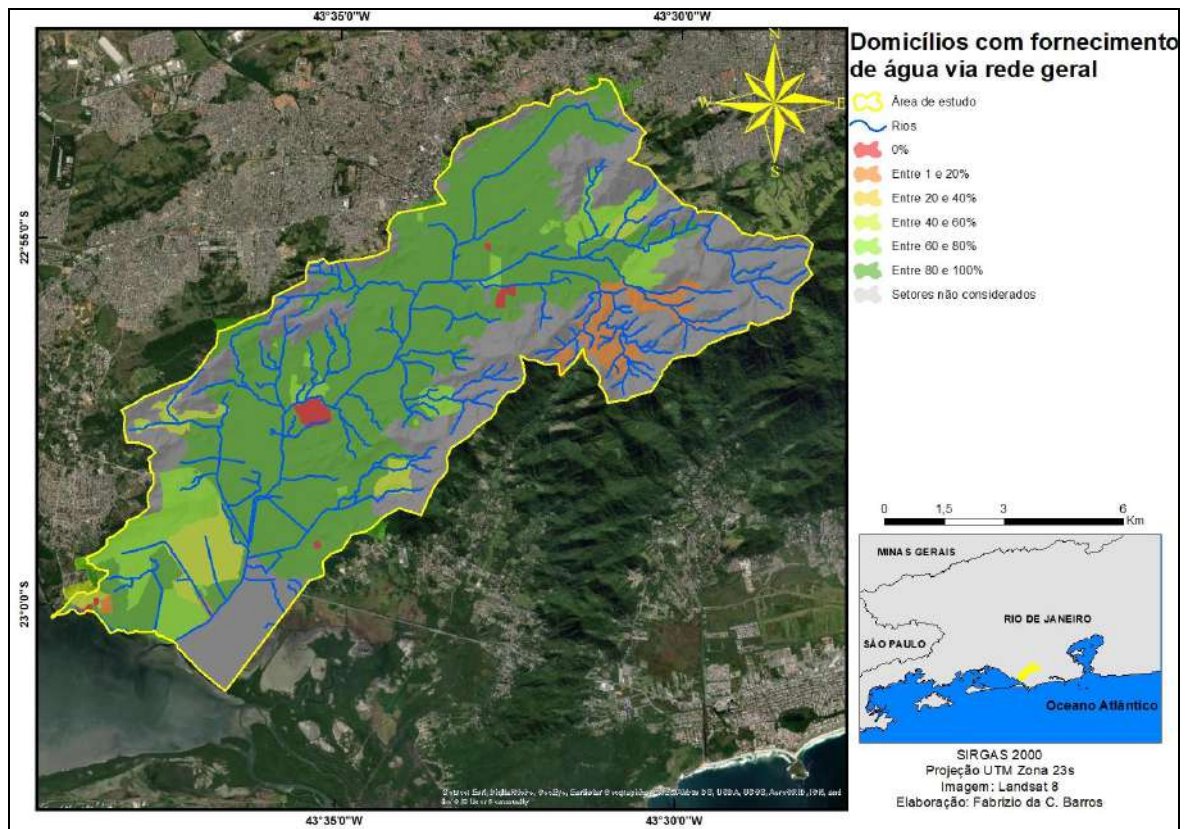


Fonte: O autor, 2020.

A variável relacionada ao fornecimento de água reflete as condições de infraestrutura dos setores inseridos na Área de estudo, e juntamente com o esgotamento sanitário e a coleta de lixo, compõem os serviços de saneamento básico. Tal condição permite analisar de que forma o Poder Público se volta para área. O fornecimento de água potável representa o acesso ao recurso que, diante do contexto de inundações, pode se tornar inacessível em caso de não haver abastecimento. Também representa a presença de rede geral que atende a população.

Os domicílios com maior deficiência no fornecimento de água via rede geral estão localizados nos setores do baixo curso do rio, onde a alguns setores estão inseridos no intervalo em que os domicílios com disponibilidade desse serviço estão entre 40 e 60%, entre 20 e 40% e entre 1 e 20% (Mapa 17). Os setores classificados como sem fornecimento são áreas desocupadas ou poucas residências. Nas áreas mais elevadas do PEPB encontram-se setores com domicílios esparsados que não são plenamente atendidos pelo serviço.

Mapa 17 - Fornecimento de água via rede geral da área de estudo

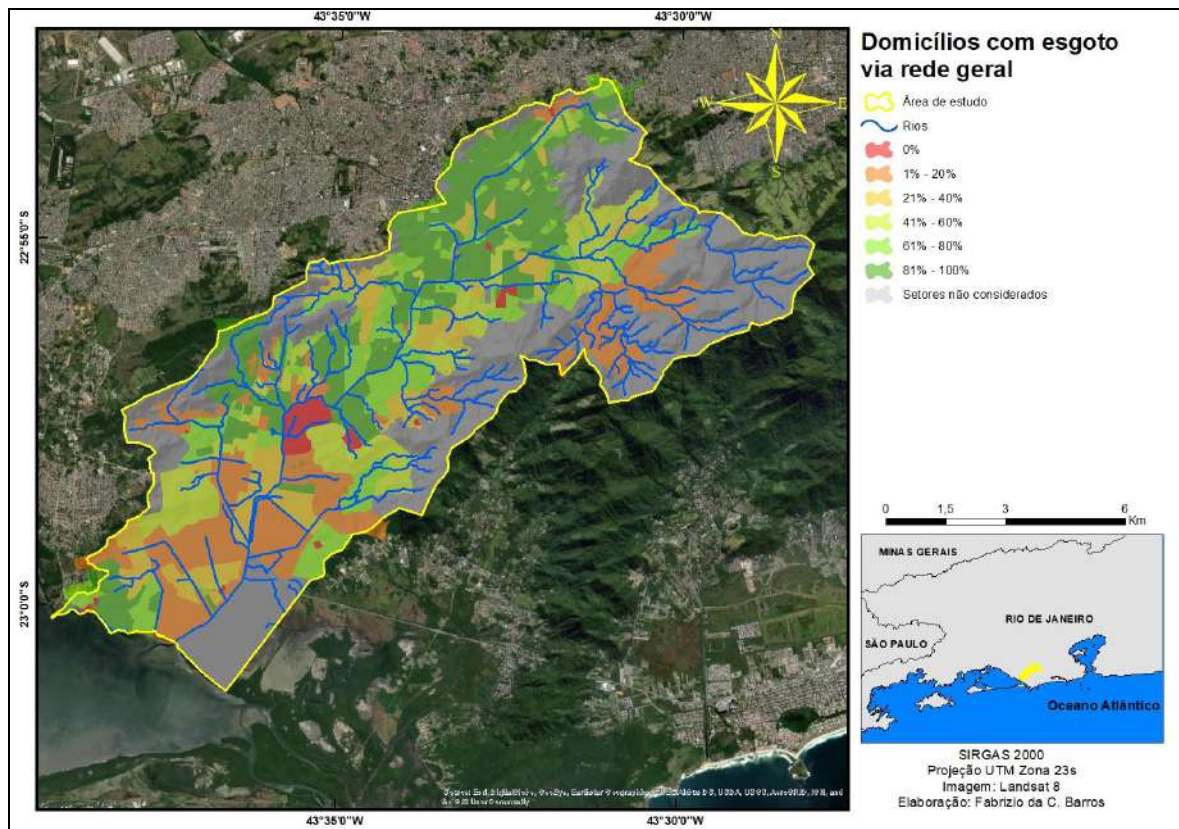


Fonte: O autor, 2020.

A rede geral de esgotamento sanitário desempenha importante papel no sentido atender a população para o escoamento de dejetos e águas residuais. Segundo IBGE (2010), este serviço precisa ter uma canalização proveniente dos domicílios ligando a um sistema de coleta geral que conduz a uma área de tratamento geral desses resíduos. A ausência desse serviço ou fornecimento precário pode se desdobrar negativamente em diversos aspectos, mas principalmente por agravar a vulnerabilidade em termos de riscos de doenças por água contaminada.

Neste quesito, observa-se que a ausência do serviço alcança uma proporção significativa no total de setores considerados, sobretudo nos setores localizados no baixo curso do rio no bairro de Guaratiba, inseridos no intervalo em que entre 1% e 20% dos domicílios possuem conexão com a rede de esgoto (Mapa 18).

Mapa 18 - Esgoto sanitário via rede geral da área de estudo

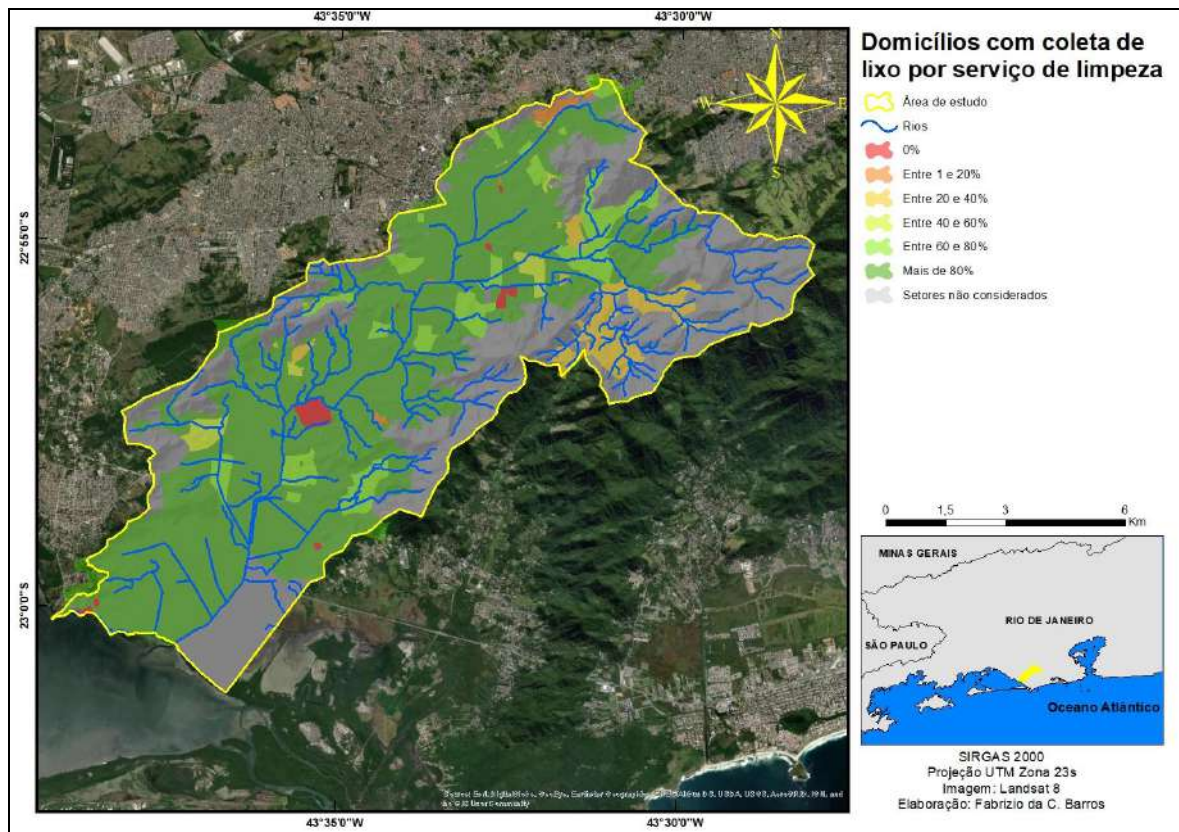


Fonte: O autor, 2020.

Por último, mas não menos importante, temos a coleta de lixo, fechando o conjunto de variáveis relacionadas ao saneamento básico. Este quesito traz indícios de como a população pode ser impactada em inundações no sentido de que a não coleta de lixo pode fazê-lo retornar ao contato com a população a partir das águas que ocuparem a área.

Estão mais vulneráveis os setores em que parte significativa dos domicílios não recebe o serviço de coleta de lixo. O mapa apresenta, contudo, áreas com ausência deste serviço, o que pode ser compreendido a partir da ausência de residentes ou áreas sem ocupação, o que torna inexistente o serviço. Porém algumas áreas se inserem no intervalo em que entre 20 e 60% dos domicílios são atendidos pelo serviço, o que está associado as áreas de maior altitude e presença de floresta preservada, o que pode indicar domicílios afastados e esparsados que não são plenamente atendidos. Estes setores estão localizados basicamente nas vertentes do PEPB e nas encostas do bairro de Senador Vasconcelos. No geral, a bacia encontra-se bem atendida por este serviço, com a maioria dos setores tendo mais de 80% da população atendida (Mapa 19).

Mapa 19 - Coleta de lixo da área de estudo



Fonte: O autor, 2020.

A espacialização das características socioeconômicas da Área de estudo tem como finalidade conhecer minimamente sua população e suas condições de estrutura e recursos para suportar os riscos existentes.

3 BASE TEÓRICO-METODOLÓGICA

Neste capítulo serão apresentados os conceitos que fundamentaram a pesquisa; a relação existente entre a área analisada da bacia hidrográfica do rio Piraquê-cabuçu, na zona oeste do município do Rio de Janeiro e o contexto da dinâmica urbana da cidade; a sistematização das concepções que nortearam as etapas e os procedimentos adotados.

Acerca dos conceitos fundamentais, é apresentado, inicialmente, o conceito de visão sistêmica da paisagem dentro da abordagem geossistêmica. Esse conceito descreve as partes da superfície terrestre de forma integrada em um todo complexo, onde as paisagens estão em constante transformação pelas influências dos elementos integrantes deste sistema. A bacia hidrográfica é, portanto, elemento integrante de um sistema ambiental, sendo uma unidade influenciada e influenciadora, tanto por elementos internos quanto externos aos seus divisores de água. Neste sentido, fez-se necessário entender, também, a dinâmica de expansão urbana da cidade do Rio de Janeiro além dos limites da bacia, identificando os principais vetores e áreas de expansão que afetam a região.

Em função da área de estudo possuir características não propícias ao uso urbano, sendo consideradas áreas de risco, são abordados os conceitos de risco e vulnerabilidade pela ocorrência de ocupação por populações socioeconomicamente vulneráveis na região.

Por fim, as ferramentas de geoprocessamento, que auxiliam o processo de tomada de decisão em análises ambientais a partir da análise de imagens, mapeamentos e indicadores.

Quanto aos procedimentos, são apresentados os processos de obtenção de imagens, mapeamentos e indicadores através ferramentas de geoprocessamento, tais como ArcGIS e Idrisi, que auxiliam o processo de tomada de decisão em análises ambientais.

3.1 Visão Sistêmica da Paisagem

A paisagem como um dos importantes conceitos utilizados pela geografia tem sua relevância associada à sua complexidade, não necessariamente de nível de dificuldade cognitiva, mas em sua abrangência de elementos que interagem para constituí-la, modificando-a permanentemente. É necessária uma perspectiva de variadas dimensões para

melhor compreensão da complexa relação entre natureza e sociedade. O aporte teórico que será realizado busca uma maior aproximação desta compreensão.

O conceito de cosmos, abordado por Alexander von Humboldt, representa a ambição de apreender um entendimento de mundo em sua totalidade. Para alcançar tal entendimento, há necessidade de se identificar o maior número possível de dimensões desta totalidade, o que nos leva ao pensamento sistêmico, em que se compreende que há diversas variáveis influenciando em uma determinada realidade.

Segundo Moraes (2007), Emanuel Kant traz concepções da geografia como ciência de síntese dos conhecimentos sobre a natureza. Nesta, a paisagem se torna elemento fundamental, que reflete as relações implícitas e explícitas e dos fenômenos que ocorrem. Moraes destaca (2007, p.32):

A paisagem, posta como objeto específico da Geografia, é vista como uma associação de múltiplos fenômenos, o que mantém a concepção de ciência de síntese, que trabalha com dados de todas as demais ciências. Esta perspectiva apresenta duas variantes, para a apreensão da paisagem: uma, mantendo a tônica descritiva, se deteria na enumeração dos elementos presentes e na discussão das formas - daí ser denominada de morfológica. [...]

Ao longo da evolução da ciência geográfica, diferentes definições foram concebidas sobre um mesmo objeto, bem como diferentes pesquisadores tiveram entendimentos distintos, resultantes de tradições diferenciadas de pensamento geográfico. Santos (2008, p.67-68) nos sugere a paisagem como sendo:

Tudo o que nós vemos, o que nossa visão alcança, é a paisagem. Esta pode ser definida como o domínio do visível, aquilo que a vista abarca. É formada não apenas de volumes mas também de cores, movimentos, odores, sons etc.

Nesta linha de pensamento, a paisagem estaria atrelada ao pitoresco, um entendimento muito mais subjetivo, presente em outras ciências ou áreas de estudo, como o paisagismo, a pintura e a fotografia (Cavalcanti, 2018), que, portanto, não deve ser considerada uma linha de pensamento errada ou incoerente, mas que não atende de maneira consistente os objetivos dos estudos geográficos, sobretudo quando se busca entender e correlacionar fenômenos na superfície terrestre.

Apesar da presença e interferência humana na paisagem ser, atualmente, praticamente um consenso, o conceito é estudado sob diferentes ênfases, onde a sociedade nem sempre tem a mesma relevância de outras variáveis no estudo, possível herança de outras escolas geográficas que influenciaram a escola brasileira.

A subjetividade também é abarcada na obra de Alexander von Humboldt, *Cosmos*, em que o título do primeiro capítulo é “Dos graus de prazer que a contemplação da natureza pode

oferecer”, como contribuição da escola alemã em um momento ainda de sistematização da Geografia. A percepção puramente naturalista ainda se fazia presente neste período em que se buscava compreender a evolução da sociedade através da natureza.

Na escola francesa o uso do termo paisagem também não ocorreu de forma clara. Tendo como base as obras de Paul Vidal de La Blache, o termo região foi utilizado como responsável por abarcar as dimensões naturais e físicas, sendo muito utilizada a expressão região natural.

Embora a paisagem tenha tido diversas interpretações ao longo da histórica, para os geógrafos, de modo geral, converge para entendê-la como a complexa relação de elementos físicos, biológicos e antrópicos, que, portanto, não exclui a existência humana, mesmo as escolas alemã e francesa, que influenciaram significativamente a geografia brasileira, enfatizando aspectos diferentes da paisagem.

Conceitualmente, a dinâmica da natureza ocorre sobre uma base física que se torna instável pelas ações antrópicas. Em um momento mais recente, Bertrand (1971, p.02) aborda o conceito de paisagem de maneira mais complexa, o que aproxima o conceito do entendimento que buscamos neste estudo:

A paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É uma determinada porção do espaço, resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável em perpétua evolução.

Para Bertrand, o uso do conceito de paisagem é impreciso, por isso foi muitas vezes utilizado sem critério. Para este autor, paisagem não seria apenas união dos elementos físicos, biológicos e antrópicos, mas a combinação dinâmica, instável, desses elementos, porque a paisagem reflete uma totalidade, com todas as implicações da participação humana. Daí as diversas aproximações ao longo da história e, em muitos casos, semelhança com outros conceitos geográficos.

A compreensão do conceito de paisagem caminhou para o entendimento de que ela está inserida em um sistema, como uma unidade, mas mantendo relações com as demais unidades, mesmo todas mantendo suas próprias dinâmicas, mas sendo influenciadas por agentes externos à unidade a experimentar mudanças (mudanças naturais ou antrópicas).

Para sua compreensão, o esforço metodológico se dá com objetivo de entender a realidade e suas conexões através de modelos. Essas conexões exigem uma estrutura metodológica que permita que as paisagens sejam estudadas e analisadas em sua complexidade de formação e relações, gerando a possibilidade uma melhor gestão e

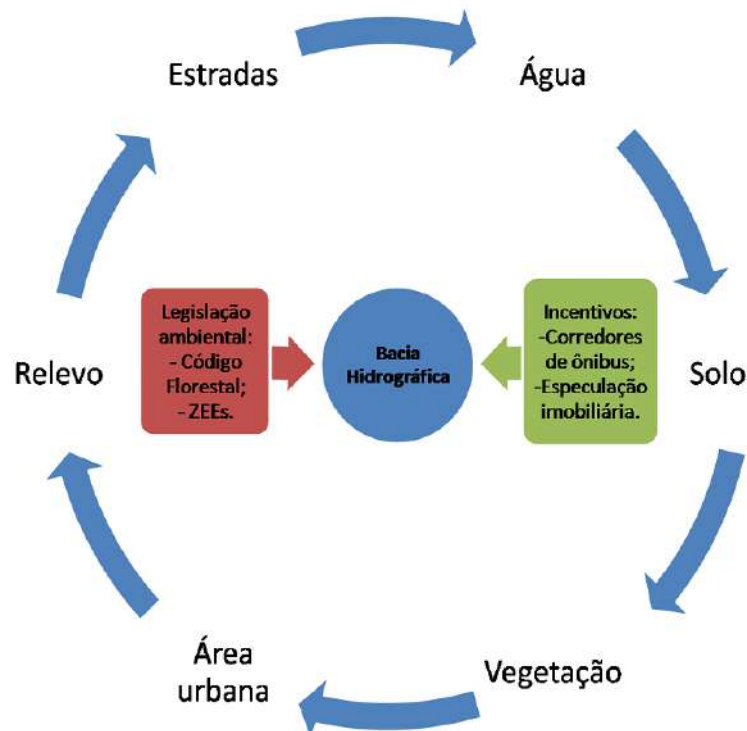
planejamento. “A paisagem deve ser pensada paralelamente às condições econômicas, políticas, culturais etc”. (Santos, 2008, p. 75). Diante disso, observa-se que, na compreensão de Verdum (2012, p. 17-18):

A paisagem sistêmica sugere o estudo da combinação dos elementos físicos, biológicos e sociais, um conjunto geográfico indissociável, uma interface entre o natural e o social, sendo uma análise em várias dimensões. O relacionamento e a análise que separam os elementos que constituem as diferentes características espaciais, psicológicas, ecológicas, etc., não permitem, no entanto, dominar o conjunto. A complexidade da paisagem é o tempo morfológico (forma), constitucional (estrutura) e a funcionalidade, que não pode ser reduzida em partes.

Inferese-se que a descrição de elementos físicos das paisagens (em especial topografia e morfologia) foi enfatizada na virada do século XX em detrimento das atividades humanas. De acordo com Christofolletti (1999), o uso do termo *landschaft* possibilitou o estabelecimento de diferenciações entre paisagens naturais e culturais, pois como unidade territorial enfatiza a análise morfológica e da cobertura vegetal.

Na Geografia estadunidense, destaca-se Carl Sauer, com a obra *The Morphology of Landscape*, de 1925, onde a paisagem é estabelecida como conceito unitário da Geografia, tendo sido um dos primeiros geógrafos a tratar a ciência como integradora de elementos naturais e humanos, onde a paisagem é abordada como categoria-elo inserida na interação desses elementos (Figura 04).

Figura 04 - Esquema de interação de elementos da paisagem.



Fonte: O autor, 2019.

Sendo considerado pai da geografia cultural, Sauer propõem dois tipos de paisagens: a natural (física) e a artificial (cultural). A primeira, podemos considerar já extinta, pois seria aquela que preserva suas características físicas originais, intocada, sem ter sido influenciada pela sociedade. “Se um lugar não é fisicamente tocado pela força do homem, ele é, todavia, objeto de preocupações e de intenções econômicas ou políticas” (Santos, 2008, p.71). A segunda, por outro lado, é transformada, refletindo as apropriações da sociedade em diversos momentos, com variados interesses. Essas duas paisagens, portanto, estão conectadas historicamente sucedidas, ondem de acordo com Sauer (1925 apud Corrêa, 1998, p.13) a paisagem se consolida como:

Uma área composta por associação distinta de formas, ao mesmo tempo físicas e culturais, onde sua estrutura e função são determinadas por formas integrantes e dependentes, ou seja, a paisagem corresponde a um organismo complexo, feito pela associação específica de formas e apreendido pela análise morfológica, ressaltando que se trata de uma interdependência entre esses diversos constituintes, e não de uma simples adição, e que se torna conveniente considerar o papel do tempo.

Sauer (1925 apud Corrêa, 1998) já sinalizava a complexidade do conceito de paisagem, pois envolve todo um conjunto de elementos naturais e sociais. É nesta perspectiva que buscamos apresentar as relações que são abordadas ao longo desta pesquisa, elucidando as relações existentes entre uma bacia hidrográfica (uma unidade de paisagem localizada em uma área da cidade) e a área central (uma segunda unidade de paisagem da mesma cidade), mas que se relacionam, sobretudo a partir da existência um Plano Diretor Municipal, que considera, para sua gestão e organização, todas as áreas do município. Neste sentido, caminhamos para a necessidade de entender a paisagem em uma esfera sistêmica. Para Bolós (1981 apud Guerra, 2006, p. 113)

O objetivo do estudo da geografia e da paisagem deve ser visto como uma realidade integrada, onde os elementos abióticos, bióticos e antrópicos aparecem associados de tal maneira, que os conjuntos podem ser trabalhados como um modelo de sistema.

Os anos dos meados do século XX foram marcados pelo surgimento da Teoria Geral dos Sistemas Dinâmicos, com Ludwig Von Bertalanffy. Com essa teoria, o autor buscou apresentar a necessidade de se entender as conexões, e não apenas as partes isoladas, para, somente dessa maneira, compreender possíveis soluções para os problemas de interação entre as partes. Nesta teoria buscava-se considerar a energia que entra no sistema e como ele produziria os resultados que sairiam desse sistema.

A escola soviética teve relevante participação na consolidação do entendimento sistêmico na Geografia, com diversos estudiosos abordando a teoria em seus estudos. A

necessidade de conectar os estudos de paisagem à fins de gestão territorial levou os russos ao entendimento geossistêmico, sistematizado por V. B. Sochava.

Os naturalistas, precursores dos estudos que se consolidaram como Geografia Física, tinham como parte dos seus métodos a observação das paisagens e seus contrastes, não deixando de descrever e registrar detalhes que buscam explicar essas observações, contudo essa influência não ocorre simultaneamente.

Mesmo sem muita conexão, as descrições e os registros já apresentavam uma tentativa de integrar variáveis. Isso mostra que, dentro das possibilidades existentes nos séculos passados, já se buscava minimamente articular os conhecimentos de solo, flora, clima, formas, processos erosivos, etc. Existia uma preocupação com a dinâmica e a gênese, sendo esta de grande relevância para a Geografia Física atual, devido à importância dada à descrição e comparação aplicada pelo russo Vasily V. Dokuchaev, tendo grande relevância na abordagem da “Lei de zonalidade” dos solos, na década de 1880, passando a ser considerado o pai da abordagem genética na ciência dos solos (Espindola, 2018).

Até meados do século XX, as metodologias aplicadas nas escolas de Geografia Física eram bastante diversificadas, e as trocas entre não ocorriam de forma significativa. O desenvolvimento da teoria geossistêmica se dá em um relativo isolamento da Geografia Física.

Até esse momento, a teoria continua pouco difundida, sendo mais apropriada em estudos a partir da segunda metade do século XX. A compreensão de que existem elementos variáveis e com características distintas, mas que possuem relações entre si induz a busca pelo entendimento dos efeitos dessas relações, podendo essa análise ser voltada para estrutura desse sistema, seus comportamentos como sistema aberto, as trocas existentes, limites ou ambientes (Gregory, 1992). Com o conceito de ecossistemas, a Ecologia se torna uma das primeiras áreas do conhecimento a utilizar a teoria sistêmica (Troll, apud Gregory, 1992).

Historicamente, observa-se que a chamada “geografia tradicional”, ao analisar o espaço geográfico, buscava desmembrar os enfoques em fragmentos cada vez menores e ignorava-se a conexão entre os fatos da realidade, a relação existente entre os fenômenos, que possuem um ordenamento hierárquico.

Também deve-se compreender que o enfoque sistêmico faz parte de uma tentativa de criar uma análise integradora das realidade espacial-geográfica, uma tentativa teórico-metodológica da Geografia Física, dado sua maior tradição nos estudos indutivos, fundamentada também na necessidade de uma maior capacidade de interdisciplinaridade e síntese, presentes na abordagem geográfica. A teoria sistêmica, apesar de ter sido formulada e

sistematizada pela escola russa, com V. B. Sochava (Rodriguez & Silva, 2019), a difusão na Geografia ocidental é feita pela escola francesa, por iniciativa de G. Bertrand, na década de 1960.

Os diversos aspectos da paisagem sistêmica atraíram o grande interesse científico a partir do protagonismo ganhado pela questão ambiental a partir da década de 1960 com os diversos eventos mundiais voltados para pensar a questão (problemática) ambiental, marcado pela Conferência de Estocolmo, de 1972. Com isso, os estudos da paisagem se confluíram os interesses de geógrafos e ecólogos na busca pela consolidação de um acervo teórico-metodológico, englobando conhecimentos da Geografia e Ecologia ao Planejamento e Gestão Ambiental (Bertrand, 1972).

No contexto das discussões sobre meio ambiente intensificadas a partir da década de 1960, o pensamento holístico ganha espaço nas ciências, com destaque para as correntes de pensamento da Geografia. Neste sentido, Dias e Filho (2017) argumentam:

O ambiente passou a ser analisado como sistema natural, conectado e em processo de interação com os sistemas antrópicos (socioeconômicos), permitindo, desta forma, a compreensão sistêmica das organizações espaciais, algo extremamente importante para as diversas disciplinas e especialmente para Geografia. (p. 412)

Ocorre a necessidade de uma maior integração das correntes da Geografia e Ecologia ao estudar a paisagem. A atenção ao fator cultural humano na formação das paisagens gera uma necessidade de um entendimento mais amplo da complexidade que é o resultado da atuação de um modelo cultural no meio natural ao longo do tempo, consolidando relações espaciais que têm se mostrado nocivas ao meio ambiente e à sociedade. Desta forma, de acordo com Machado (2013): "a paisagem torna-se conceito fundamental nos estudos sobre fenômenos geográficos nos quais os elementos naturais e humanos se relacionam para produzir um espaço diferenciado." (p.109)

Ao longo do tempo, percebe-se uma mudança e diferenciação entre as conceituações. Desde a percepção da paisagem como uma aparência, uma concepção não se torna necessariamente equivocada, contudo, são mudanças que resultam de sistemas teóricos distintos e a própria evolução do pensamento geográfico. Em uma abordagem sobre paisagem mais recente, Silva e Rodrigues (2014, p.09) destacam que:

De princípio é necessário considerar como as paisagens naturais se originaram e funcionam, depois constatar de que forma as ações e intervenções humanas modificaram sua funcionabilidade, estrutura, dinâmica e estabilidade. As atividades socioeconômicas, através de suas lógicas políticas e culturais, constroem sistemas e objetos artificiais conforme as necessidades e intenções estabelecidas.

Corroborando com esta abordagem, na concepção de Cavalcanti (2018, p. 16), as paisagens:

[...] agregam elementos e processos com diferentes naturezas, dimensões e durações que, relacionando-se numa determinada área da superfície terrestre, dão origem a uma unidade visível. Essa unidade visível provoca e se relaciona com o espírito humano, tornando-se sujeita às ações e decisões dos indivíduos e da sociedade conforme seus interesses variados.

É neste sentido que este estudo visou sistematizar suas concepções para os procedimentos que foram tomados nas etapas seguintes, a partir da concepção de que os elementos (formas) presentes na superfície terrestre, sejam naturais ou culturais, são conectados de forma indissociável às relações (processo) sociedade-natureza que estão ocorrendo e ocorrem no decorrer do tempo, mediado por uma estrutura (sistema vigente na sociedade) onde se manifestam as contradições dessa mediação, visível, sobretudo, nas paisagens modificadas, como uma bacia hidrográfica degradada ou ocupações com marcante falta de infraestrutura pública.

3.2 A Bacia Hidrográfica como Sistema Aberto

A relação homem-natureza veio se tornando, ao longo das décadas (ou mesmo séculos), extremamente predatória, visto que a apropriação da natureza tem ocorrido sob interesses puramente capitalistas, e, especificamente em bacias hidrográficas, a dinâmica antrópica tem sido um agente desencadeador e acelerador de desequilíbrios da paisagem (Botelho, 2011; Rocha, 2011).

A temática ambiental, considerando os impactos da sociedade sobre a natureza, é uma área em que as pesquisas e os debates crescem consistentemente. Contudo, contraditoriamente, a própria expansão da sociedade vem gerando situações que estimulam ainda mais esses debates. A dinâmica de funcionamento da natureza vem sendo perturbada de diferentes maneiras e em diferentes graus pela dinâmica socioeconômica, gerando ambientes instáveis e frequentemente nocivos à própria sociedade.

As pesquisas sobre a relação sociedade-natureza, têm se tornado cada vez mais complexas quando visam nortear uma relação menos predatória por parte do desenvolvimento econômico sobre o bem estar da sociedade através do planejamento, sobretudo quando consideramos bacias hidrográficas como uma unidade de planejamento, visto que os rios são

historicamente utilizados para diversos fins econômicos. Segundo Becker: "Trata-se de uma tentativa de ajustar o sistema capitalista por meio de conciliação das tendências da lógica da acumulação com as da lógica cultural, particularmente os movimentos ambientalistas." (p. 292).

Parcela da sociedade tem perdido a capacidade de se perceber como parte integrante do meio ambiente, dando lugar ao pensamento da superioridade antrópica, que modela e organiza a natureza de acordo com os interesses do momento e sem articulação com projetos futuros que possam ser benéficos à sociedade. É esta relação com a natureza mediada pelo liberalismo econômico, ou seja, que busca cada vez menos restrições às espacializações e ações do capital, que vem transformando o meio ambiente em algo pernicioso, aumentando o número de áreas afetadas por inundações, desastres geomorfológicos, variações de fenômenos climáticos e outros fatos que já observamos com frequência em alguns séculos de crescimento populacional intenso. Raimundo (2010, p.03)) destaca:

[...] la substitución de la figura del ciudadano por la del contribuyente y, especialmente, por la del consumidor. La relación con la naturaleza gobernada por el capitalismo desde los orígenes de la revolución industrial va a reflejarse, cerca de 250 años después, en las graves crisis ambientales por las que el planeta atraviesa.

Novas áreas para serem ocupadas, portanto, são constantemente buscadas ou criadas, visto que o habitante dessas áreas não é simplesmente um habitante, mas um contribuinte do Estado e consumidor, independente das condições das condições de sua habitação ou área habitada.

Os estudos em bacias hidrográficas têm se consolidado com grande relevância na busca pelo entendimento dos efeitos da ocupação desta unidade da paisagem. Para Cunha e Coelho (2003), nela ocorrem as inter-relações dos meios físico e social com interações entre as mais diversas variáveis existentes nesses dois meios, associadas aos diferentes padrões de uso e ocupação dos solos. Com isso, nas bacias hidrográficas se identificam as mais variadas problemáticas associadas à expansão urbana e mudanças do uso e cobertura do solo, e, também, associadas aos interesses e projetos que se consolidam em outras áreas fora dos limites da bacia.

De acordo com Botelho (1999), bacia hidrográfica é uma área limitada e delimitada a partir de áreas mais elevadas como divisores de água e que promovem a drenagem para um rio principal e seus afluentes. Nesta área consolida-se espacialmente por meio de uma rede de drenagem que pode ser hierarquicamente analisada, considerando o conjunto de cursos de

água, desde as nascentes até o ponto de saída, que podem variar de grandeza (volume de água) dependendo da quantidade de contribuintes.

A importância das bacias hidrográficas para pesquisadores e gestores é observada também na Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que trouxe princípios e normas para gestão de recursos hídricos já considerando as bacias como unidades de planejamento.

Para Botelho (2010), em uma conceituação objetiva e sucinta, podemos entender bacia hidrográfica como “a área da superfície terrestre drenada por um rio principal e seus tributários, sendo limitada pelos divisores de água”. As bacias hidrográficas, quando se tornam urbanizadas, sofrem a adição de diversos novos elementos que alteram sua dinâmica, que, ainda de acordo com Botelho (2011, p.72), seriam:

[...] edificações, pavimentação, canalização e retificação de rios, entre outros, que acabam por reduzir drasticamente a infiltração e favorecem o escoamento das águas, que atingem seu exultório mais rapidamente e de forma mais concentrada, gerando o aumento da magnitude e da frequência das enchentes nessas áreas.

As bacias hidrográficas, por serem um sistema aberto de fluxo hídrico, recebem energia pluvial, e tem essa energia dissipada em sua cobertura vegetal e o volume de água que entra no sistema chegando aos rios é diluído em seus meandros (Botelho, 2011).

Desta forma, a dinâmica existente dentro da bacia sofre alterações em função das influências que os novos elementos antrópicos causam, gerando a busca por um novo equilíbrio no sistema, que se desdobra, para a sociedade, em eventos danosos e por vezes catastróficos, com perdas materiais e perdas de vidas associados ao aumento do número de inundações, consolidando uma contraditória relação sociedade-natureza. A sociedade se transforma em um agente intensificador dos processos que, no contexto das bacias hidrográficas e seus rios, pode agravar processos de assoreamento e inundações. A área urbana vem aumentando e assim aumentam juntamente as áreas impermeáveis, o assoreamento, a ocupação das encostas, esgotos e entre outros. Para Rocha (2011, p.52):

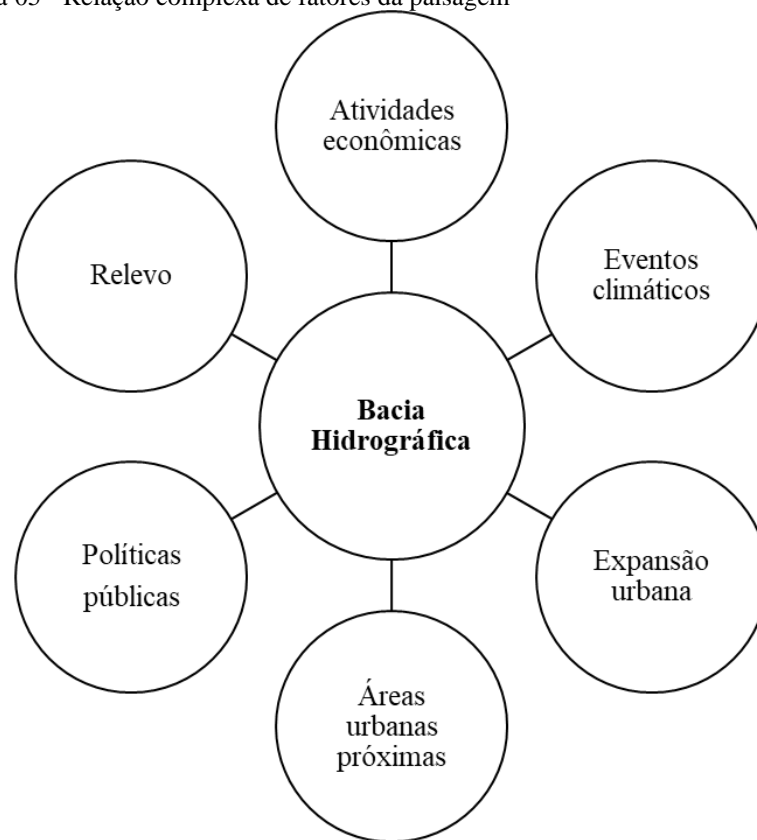
Num certo sentido, a complexidade ambiental pode encontrar suporte de análise para a compreensão dos problemas advindos da relação sociedade-natureza, ou melhor, entre os processos naturais e sociais na adoção do estudo integrado das bacias hidrográficas. As bacias funcionam como unidade socioambiental e nesse sentido, permite proposição das formas gestoras mais condizentes com a realidade de cada ambiente e de cada composição social nela vigente.

Em bacias hidrográficas que se inserem no contexto da expansão urbana se manifestam uma complexa relação de fatores antrópicos e físicos, visto que é a unidade onde ocorre expansão urbana, desenvolvimento de atividades econômicas, captação de água, entre

outras ações que também são materializadas pelos interesses políticos, tornando a bacia palco de conflitos que nem sempre a solução está dentro dos limites dos seus divisores de água.

A noção de complexidade⁷ ajuda a desconstruir o entendimento de relação linear (causa e efeito) entre os fatores que se relacionam na formação das paisagens. Ou seja, as possibilidades de desdobramentos para uma paisagem em que há a presença da sociedade são diversas, diferentemente do que se poderia esperar de uma paisagem onde os elementos que interagem são apenas físicos, como relevo, chuvas, solo, vegetação, etc. Alguns desses fatores atuantes nessa complexa relação são exemplificados na Figura 05.

Figura 05 - Relação complexa de fatores da paisagem



Fonte: O autor, 2020

No processo em que a bacia hidrográfica é apropriada para os usos sociais e econômicos, está passando pela territorialização. Neste processo, "espaço, paisagem e território interagem formando um todo complexo onde a sociedade expressa suas marcas." (MACHADO, pág. 117)

Diante do exposto, compreende-se que as ações antrópicas se estabelecem como fator chave na atual formação das paisagens, interferindo na estrutura e funcionamento dos

⁷ Teoria da Complexidade.

ecossistemas, sobretudo a partir da dinâmica de ocupação e expansão urbana na bacia hidrográfica, onde uma parcela da população está mais exposta aos processos nocivos. Portanto, é nesta perspectiva, compreendendo esta paisagem como sistema aberto a partir de estudos sobre paisagem e da Teoria Geral dos Sistemas e do Geossistema que nos permite sistematizar o processo metodológica para análise da bacia hidrográfica do rio Piraquê-Cabuçu.

3.3 A Espetacularização da Cidade do Rio de Janeiro

Atualmente, diversas situações problemáticas podem ser observadas nas relações socioespaciais que perpassam por diversas questões pertinentes à sociedade, afetando as mais variadas esferas desta, como cultura, lazer, natureza, trabalho, transporte, habitação, etc. Quando nos deparamos com as atuais problemáticas das metrópoles contemporâneas, Lencioni (2008, p.5) chama atenção para um ponto presente na cidade como produto capitalista:

Progressivamente vai ganhando força a ideia de que a cidade constitui num produto da dinâmica capitalista com suas contradições imanentes. Sob forte influência de interpretações inovadoras, se busca, então, analisar muito mais como as coisas são do que decretar como a realidade deveria ser, como aparecia nos planos de desenvolvimento.

Ou seja, muitos aspectos que foram raciocinados e planejados com fundamentos científicos e bases históricas, como as legislações sobre as Faixas Marginais de Proteção para rios e de uso e cobertura do solo, vêm sendo marginalizados e ignorados. Tais condições são impostas pela lógica exclusivamente capitalista, onde as restrições devem ser mínimas, pois o capital é o responsável pelo processo de metropolização, um estágio mais avançado de urbanização, sendo condição, meio e produto do capital. (op. cit. p. 7)

A expansão do tecido urbano tem se tornado uma realidade da cidade do Rio de Janeiro, e o setor imobiliário tem se consolidado como a alternativa primária nesse contexto, sobretudo no período intitulado como Era dos megaeventos, que tem como marco inicial o ano de 2002, com a escolha da cidade como sede dos Jogos Pan-Americanos de 2007, e se estende até o último grande evento do período, os Jogos Olímpicos de 2016. Como destaca Gonçalves (2013, p193):

[...] a candidatura da cidade para os Jogos Pan-americanos de 2007 foi aceita e se configurou como um divisor de águas. A partir dessa data, a cidade ganhou todas as candidaturas a que concorreu, tendo organizado os Jogos Militares de 2011, a última conferência da ONU sobre o Meio Ambiente, a Rio +20, e em 2013 a Copa das Confederações, a Jornada Mundial da Juventude com o Papa, assim como a Copa do Mundo de 2014 e, enfim, os Jogos Olímpicos de 2016.

O autor menciona ainda que “tais eventos internacionais permitem a mobilização de recursos e a construção de discursos voltados para o ressurgimento das cidades [...]”. Essa é a postura adorada para o empreendedorismo urbano, se tornou a forma que as cidades capitalistas utilizam para assegurar os benefícios do desenvolvimento urbano.

A espetacularização da cidade do Rio de Janeiro é todo processo que ocorre envolvendo diversas áreas da cidade ao longo da Era dos megaeventos, onde tais eventos (Quadro 08) serviram como marketing para expor e vender a cidade, alterando toda a dinâmica de gestão da mesma (Gonçalves, 2013; Mascarenhas, 2014; Novais, 2014). O processo ocorre a partir de uma dinâmica que é empreendida para tornar a cidade apta a sediar todos esses eventos ao longo dos anos e mostrar uma cidade cada vez mais moderna.

Quadro 08 - Grandes eventos e ano de realização

| Evento | Ano de realização |
|---|--------------------------|
| Jogos Pan Americanos | 2007 |
| Jogos Olímpicos Militares | 2011 |
| Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável | 2012 |
| Copa das Confederações | 2013 |
| Rock in Rio | 2013 |
| Jornada Mundial da Juventude (JMJ) | 2013 |
| Copa do Mundo | 2014 |
| Rock in Rio | 2015 |
| Olimpíadas | 2016 |

Fonte: O autor, 2020.

Essa dinâmica pode ser observada quando os governos começam a atuar ativamente na organização das cidades através do empreendedorismo, tratando a inserção da urbanização nas relações capitalistas. Na cidade deve ocorrer integração entre as diferentes práticas sociais e espaciais, porém percebe-se que vem se consolidando uma hegemonia. Existem táticas para a governança urbana, como melhor ocupação das cidades para o consumo, investimentos públicos e privados nas infraestruturas para fortalecer a base econômica, a aplicação do empreendedorismo para controlar a divisão dos lucros entre diferentes agentes. Ou seja, alternativas que vão além de simplesmente buscar atrair capital.

Nos últimos anos observou-se o processo de reestruturação que o município do Rio de Janeiro sofreu e vem sofrendo. A gestão municipal adotou uma postura empreendedora passando, a estruturar a cidade visando sua modernização, sobretudo, as áreas centrais (Harvey, 2006; Mascarenhas, 2016). As características morfológicas, atrativos naturais, colocam a cidade não apenas na rota turística, mas também na mira do capital estrangeiro. Gonçalves (2013, p.197) também destaca que:

[...] O desenvolvimento da cidade foi moldado pela fusão criativa entre natureza e cultura. Essa troca não é fruto de processos tradicionais, mas, sobretudo, da troca de ideias científicas, ambientais e paisagísticas que conduziram a criações inovadoras em grande escala no coração da cidade durante mais de um século.

[...] No que tange à temporalidade histórica por exemplo, muitos dos elementos valorizados como patrimônio mundial, como o aterro do Flamengo, são mais contemporâneos que muitas das favelas da cidade.

Diante de todo o processo, vale destacar a ideia de tornar definitivamente a cidade do Rio de Janeiro uma cidade global, inserida nas rotas do mundo. E para complementar essa ideia, em 2012 houve a candidatura vitoriosa a patrimônio cultural da humanidade, destacando as feições inseparáveis do que se tem no imaginário ligado ao que é a cidade carioca, com belas praias e montanhas em uma mesma paisagem, considerados os ativos mais valiosos.⁸

Para contemplar o “sucesso” que aquela gestão municipal estava tendo, foi criada a “Marca RJ”, definindo características do Rio de Janeiro: alegria, beleza, energia, estilo, inovação, paixão e paz.⁹ Diante desse contexto, seria necessário analisar qual população representaria essas características e também qual será atendida ao se revitalizar uma área da cidade para dotá-la de uma infraestrutura que não estava presente, mas que, diante da possibilidade (em curso nos anos recentes) de transformar a cidade em um produto extremamente rentável, identifica-se elementos peculiares e forma-se a imagem que será vendida mas nem todos os cidadãos (pois nem todos são cidadãos) poderão comprar, encaminhando um processo excludente para consolidação de espaços elitistas.

O capital preza por uma cidade dotada de monumentalidade, com paisagens atraentes e de grande valor turístico, mesmo que para isso algumas intervenções no zoneamento da cidade ainda sejam necessárias, com o solo tornando-se uma mercadoria de valor muito variável de acordo com a localização, consolidando as contradições resultantes do que se

⁸ Cultural Properties - Rio de Janeiro, Carioca Landscapes between the Mountain and the Sea (Brazil). Disponível em <http://whc.unesco.org/en/decisions/?id_decision=4813> Acesso em abr de 2020.

⁹ Disponível em <<https://blogdoberta.com/2017/04/22/rj-a-marca-que-uniu-cabral-prole-e-antonio-bernardo/>> Acesso em abr de 2020.

entende que é a relação entre a sociedade e o espaço físico mediada pelo sistema vigente (Lefebvre, 2008, p.82).

É pertinente, aqui, um complemento com o que também é abordado por Harvey (2006, p. 222), quando menciona

[...] duas situações em que a categoria renda monopolista alcança o primeiro plano. A primeira situação surge quando os atores sociais controlam algum recurso natural, mercadoria ou local de qualidade especial em relação a certo tipo de atividade, permitindo-lhes extrair renda monopolista daqueles que desejam usar tal recurso, mercadoria ou local. [...] A versão localizacional seria a centralidade (para o capitalista comercial) em relação, por exemplo, à rede de transportes e comunicação, ou a proximidade (para a cadeia hoteleira) de alguma atividade muito concentrada (como um centro financeiro).

A noção de centro e periferia em países emergentes nem sempre é a mesma de países desenvolvidos, com centro e periferia espacialmente bem delimitados. No caso da cidade do Rio de Janeiro, temos favelas que, em um primeiro momento seriam analisadas por sua condição estrutural de periferia, contudo, estão imediatamente próximas ao centro da cidade.

Podemos entender esse contexto como um processo de revitalização urbana, onde os lugares que concentram a população de menor renda vêm sendo alvos do processo que busca abrir espaços para que sejam instalados projetos que atenderão ao consumo dos que possuem capacidade de consumo, consolidando o urbanismo como reflexo de uma ideologia de planejamento com finalidade de tornar a cidade mais lucrativa (Fani, 2007, p.89).

Como destaca Gomes (2012, p.9), “a perspectiva de tornar o Rio de Janeiro uma mercadoria atraente no mercado de cidades inclui também a revitalização\renovação de espaços urbanos”. Compreende-se o termo revitalização como o conjunto de ações que visam atribuir novo valor a uma área, possibilitando nova vida econômica e social, e consolidar novo sentido para o uso, que não vem junto com soluções para os problemas já existentes, mas agravando-os. A autora acrescenta ainda que, no caso do município do Rio de Janeiro, “o Centro e a Zona Portuária são, hoje, alvos cruciais para a construção dessa nova imagem de cidade. Essa estratégia, ao contrário de resolver os problemas urbanos, só os repõe em outros níveis e espaços da mesma cidade, aprofundando as desigualdades socioespaciais.” (p.9)

Existe uma característica desse processo de revitalização que está presente em outras metrópoles do Brasil e do mundo, principalmente por se tratar de uma demanda capitalista, e não de um governo específico. Para Fani (2007, p.89) essa característica consiste na busca por retirar o que não se insere no contexto de consumo a partir do “combate ao degradado no centro das metrópoles [...] ao revalorizar os lugares dentro da metrópole “revitalizam a

propriedade” com a erradicação da pobreza e do pobre, que é expulso para outras áreas – o que gera o fenômeno da explosão da cidade - com estratégias dissimuladoras.”

O processo de planejamento e ocupação de áreas cujas características naturais demandam restrições ao uso, ignora ou não cumpre integralmente ou mesmo identifica brechas que flexibilizam o que determinam as legislações de uso e ocupação do solo, facilitando empreendimentos interessantes aos agentes do setor imobiliário e de grandes proprietários. Neste contexto, diversas leis foram criadas em 2009, como a Lei Complementar 102 de 23 de novembro de 2009¹⁰, a Lei Complementar nº 104 de 27 de novembro 2009¹¹, a Lei Complementar nº 105 de 22 de dezembro de 2009¹², e a Lei 5.128 de 16 de dezembro de 2009¹³.

Tais fatos revelam uma tendência das políticas urbanas que atendem a lógica da expansão imobiliária, envolvendo fatores estruturais e políticos além de investimentos públicos, mostrando-se uma forma eficiente de planejamento urbano em busca do aumento qualitativo e quantitativo da produção, resultado da fraca atuação do Estado na função efetiva de regulação.

Esta lógica está diretamente ligada ao processo de valorização fundiária, com a expulsão da população mais pobre das áreas mais valorizadas (ou que se tornaram de interesse do capital) e a gradativa estruturação das áreas incorporadas ao processo de expansão urbana, com implantação de alguma infraestrutura básica que deve ser feita pelo Estado (saneamento e transporte) para induzir alguma vantagem locacional. As áreas que sofreram com o processo de remoção de famílias para implantação ou reforma de algum equipamento que visava atender aos eventos são apresentadas na Tabela 20.

¹⁰ Cria a Companhia de Desenvolvimento Urbano da Região do Porto do Rio de Janeiro — CDURP — e dá outras providências.

¹¹ Institui o Projeto de Estruturação Urbana – PEU dos bairros de Vargem Grande, Vargem Pequena, Camorim e parte dos bairros do Recreio dos Bandeirantes, Barra da Tijuca e Jacarepaguá, nas XXIV e XVI Regiões Administrativas, integrantes das Unidades Espaciais de Planejamento números 46, 47, 40 e 45 e dá outras providências.

¹² Institui o Programa Municipal de Parcerias Público-Privadas–PROPAR-RIO, e dá outras providências.

¹³ Concede Benefícios Fiscais relacionados à Operação Urbana Consorciada da Região do Porto do Rio (sob a área administrada pela CDURP).

Tabela 20 - Número de Famílias Removidas ou Ameaçadas de Remoção, por comunidade, Cidade do Rio de Janeiro, 2015 (Continua)

| Comunidade | Tempo da ocupação | Nº de famílias removidas | Nº de famílias ameaçadas | Total de famílias | Justificativas |
|--------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------|---|
| 1.Comunidade do Largo do Campinho | 1980 | 65 | Totalmente removida | 65 | BRT Transcarioca |
| 2.Rua Domingos Lopes (Madureira) | s/i | 100 | Totalmente removida | 100 | BRT Transcarioca |
| 3.Rua Quáxima (Madureira) | 1970 | 27 | Totalmente removida | 27 | BRT Transcarioca |
| 4.Penha Circular | s/i | 40 | Totalmente removida | 40 | BRT Transcarioca |
| 5.Largo do Tanque | s/i | 66 | Totalmente removida | 66 | BRT Transcarioca |
| 6.Arroio Pavuna (Jacarepaguá) | 1938 | 68 | 28 | 96 | Acesso à Condomínio de luxo Viaduto para o BRT Transcarioca Preservação Ambiental |
| 7.Vila das Torres (Madureira) | 1960 | 1.017 | Totalmente removida | 1.017 | Construção do Parque Municipal de Madureira/“Legado”associado à Transcarioca |
| 8.Comunidade Restinga (Recreio) | 1994 | 80 | Totalmente removida | 80 | BRT Transoeste |
| 9.Comunidade Vila Harmonia (Recreio) | 1911 | 120 | Totalmente removida | 120 | BRT Transoeste |
| 10.Comunidade Vila Recreio II | 1996 | 235 | Totalmente removida | 235 | BRT Transoeste |
| 11.Notredame (Recreio) | s/i | 52 | Totalmente removida | 52 | BRT Transoeste |
| 12.Vila da Amoedo (Recreio) | s/i | 50 | Totalmente removida | 50 | BRT Transoeste |
| 13.Outras remoções* | - | 129 | Totalmente removida | 129 | BRT Transoeste |
| 14.Vila Taboinha (Vargem Grande) | 1990 | - | 400 | 400 | Reintegração de posse |
| 15.Asa Branca (Curicica) | 1986 | - | s/i | s/i | BRT Transolímpica |
| 16.Vila Azaleia (Curicica) | 1990 | - | 100 | 100 | BRT Transolímpica |
| 17.Vila União (Curicica) | década de 1980 | 340 | | 340 | BRT Transolímpica |
| 18.Colônia Juliano Moreira | 1935 | - | 400 | 400 | BRT Transolímpica |
| 19.Metrô Mangueira | 1980 | 566 | 46 | 612 | Estacionamento para o estádio do Maracanã |
| 20.Vila Autódromo (Jacarepaguá) | 1985 | 430 | 120 | 500 | Parque Olímpico BRT Transolímpica Preservação Ambiental |
| 21.Belém-Belém (Pilares) | 1972 | - | 300 | 300 | Construção de novo acesso para o Estádio João Havelange (Engenhão) |

Tabela 20 - Número de Famílias Removidas ou Ameaçadas de Remoção, por comunidade, Cidade do Rio de Janeiro, 2015 (Conclusão)

| Comunidade | Tempo da ocupação | Nº de famílias removidas | Nº de famílias ameaçadas | Total de famílias | Justificativas |
|---|-------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------|---|
| 22.Favela do Sambódromo | s/i | 60 | Totalmente removida | 60 | Alargamento do Sambódromo |
| 23.Morro da Providência | 1897 | 140 | 692 | 832 | (1) Implantação de teleférico e plano inclinado; (2) área de risco |
| 24.Ocupação Machado de Assis (Gamboa) | 2008 | 150 | Totalmente removida | 150 | Projeto Porto Maravilha |
| 25.Ocupação Flor do Asfalto | 2006 | 30 | Totalmente removida | 30 | Projeto Porto Maravilha |
| 26.Ocupações na Rua do Livramento | s/i | - | 400 | 400 | Projeto Porto Maravilha |
| 27.Ocupação Boa Vista | 1998 | 35 | Totalmente removida | 35 | Projeto Porto Maravilha |
| 28.Quilombo das Guerreiras | 2006 | 70 | Totalmente removida | 70 | Projeto Porto Maravilha |
| 29.Ocupação Zumbi dos Palmares | s/i | 133 | Totalmente removida | 133 | Projeto Porto Maravilha |
| 30.Ocupação Carlos Marighella | s/i | 47 | Totalmente removida | 47 | Projeto Porto Maravilha |
| 31.Ocupação Casarão Azul | s/i | 70 | Totalmente removida | 70 | Projeto Porto Maravilha |
| Subtotal relativo às remoções vinculadas diretamente aos megaeventos | | 4.120 | 2.486 | 6.606 | COPA E OLIMPIADAS |
| 32.Outras comunidades | Diversos | 17939* | s/i | 17.939 | A Prefeitura alega que estas famílias foram removidas por estarem em áreas de risco ou que foram reassentadas no mesmo local em razão de obras de melhorias nas suas comunidades. |
| TOTAL GERAL das Remoções | | 22.059 | s/i | s/i | |

* Dados da SMH contabilizam 666 removidos pela Transoeste mas não especificam o nome da comunidade. Este dado foi inserido para se chegar ao número oficial.

** Chega-se a este cálculo deduzindo do número total de famílias removidas, segundo a Secretaria Municipal de Habitação (22.059) as famílias removidas em razão das intervenções da Copa e das Olimpíadas (4.120). Nos cálculos da Prefeitura, são 22.059 famílias removidas, sendo 15.937 famílias removidas em razão de estarem em áreas de risco; 3.997 famílias reassentadas na própria comunidade em razão de obras de melhorias nas mesmas; e outras 2.125 famílias removidas em razão das obras de mobilidade e infraestrutura na cidade, sobretudo na Zona Oeste (Cf. <https://medium.com/explicando-a-pol%C3%ADtica-de-habita%C3%A7%C3%A3o-da-prefeitura>). Como pode ser verificado, os dados apresentados diferem dos dados do Comitê Popular.

Fonte: Adaptado pelo autor, 2020, de Dossiê do Comitê Popular da Copa e Olimpíadas do Rio de Janeiro novembro de 2015.

Na Era dos megaeventos, gradativamente foram sendo realizados diversas expropriações de moradores em áreas que seriam de interesses aos projetos de revitalização. Contudo, temos o Estatuto da Cidade, Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, que “regulamenta os art. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências”.

Art. 182. A política de desenvolvimento urbano, executada pelo Poder Público municipal, conforme diretrizes gerais fixadas em lei, tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes.

§ 1º - O plano diretor, aprovado pela Câmara Municipal, obrigatório para cidades com mais de vinte mil habitantes, é o instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana.

§ 2º - A propriedade urbana cumpre sua função social quando atende às exigências fundamentais de ordenação da cidade expressas no plano diretor.

§ 3º - As desapropriações de imóveis urbanos serão feitas com prévia e justa indenização em dinheiro.

§ 4º - É facultado ao Poder Público municipal, mediante lei específica para área incluída no plano diretor, exigir, nos termos da lei federal, do proprietário do solo urbano não edificado, subutilizado ou não utilizado, que promova seu adequado aproveitamento, sob pena, sucessivamente, de:

I - parcelamento ou edificação compulsórios;

II - imposto sobre a propriedade predial e territorial urbana progressivo no tempo;

III - desapropriação com pagamento mediante títulos da dívida pública de emissão previamente aprovada pelo Senado Federal, com prazo de resgate de até dez anos, em parcelas anuais, iguais e sucessivas, assegurados o valor real da indenização e os juros legais.

Art. 183. Aquele que possuir como sua área urbana de até duzentos e cinquenta metros quadrados, por cinco anos, ininterruptamente e sem oposição, utilizando-a para sua moradia ou de sua família, adquirir-lhe-á o domínio, desde que não seja proprietário de outro imóvel urbano ou rural.

§ 1º - O título de domínio e a concessão de uso serão conferidos ao homem ou à mulher, ou a ambos, independentemente do estado civil.

§ 2º - Esse direito não será reconhecido ao mesmo possuidor mais de uma vez.

§ 3º - Os imóveis públicos não serão adquiridos por usucapião.

Apesar do Estatuto da Cidade ter sido criado com a finalidade de atender demandas da sociais e déficits habitacionais, ele tem direcionado oportunidades e brechas para atender os anseios do capital privado, sobretudo do setor imobiliário, sem atender plenamente aos interesses coletivos ou mesmo o equilíbrio ambiental. A principal ferramenta utilizada neste processo tem sido a Operação Urbana Consorciada (OUC).

Art. 32. Lei municipal específica, baseada no plano diretor, poderá delimitar área para aplicação de operações consorciadas.

§ 1º Considera-se operação urbana consorciada o conjunto de intervenções e medidas coordenadas pelo Poder Público municipal, com a participação dos proprietários, moradores, usuários permanentes e investidores privados, com o objetivo de alcançar em uma área transformações urbanísticas estruturais, melhorias sociais e a valorização ambiental.

§ 2º Poderão ser previstas nas operações urbanas consorciadas, entre outras medidas:

I – a modificação de índices e características de parcelamento, uso e ocupação do solo e subsolo, bem como alterações das normas edilícias, considerado o impacto ambiental delas decorrente;

II – a regularização de construções, reformas ou ampliações executadas em desacordo com a legislação vigente.

Art. 33. Da lei específica que aprovar a operação urbana consorciada constará o plano de operação urbana consorciada, contendo, no mínimo:

I – definição da área a ser atingida;

II – programa básico de ocupação da área;

III – programa de atendimento econômico e social para a população diretamente afetada pela operação;

IV – finalidades da operação;

V – estudo prévio de impacto de vizinhança;

VI – contrapartida a ser exigida dos proprietários, usuários permanentes e investidores privados em função da utilização dos benefícios previstos nos incisos I e II do § 2o do art. 32 desta Lei;

VII – forma de controle da operação, obrigatoriamente compartilhado com representação da sociedade civil.

§ 1o Os recursos obtidos pelo Poder Público municipal na forma do inciso VI deste artigo serão aplicados exclusivamente na própria operação urbana consorciada.

§ 2o A partir da aprovação da lei específica de que trata o caput, são nulas as licenças e autorizações a cargo do Poder Público municipal expedidas em desacordo com o plano de operação urbana consorciada.

Uma das justificativas utilizadas para as diversas desapropriações é o risco existente para a população vivendo nessas áreas. Contudo, como destaca o Dossiê do Comitê Popular da Copa e Olimpíadas do Rio de Janeiro (p.15 e 16):

Apesar das razões alegadas pela Prefeitura não estarem vinculadas diretamente à realização da Copa e das Olimpíadas, a situação dessas comunidades é um caso ilustrativo dos processos de ameaças vinculados ao embelezamento da cidade, no qual se intensificam as ameaças de remoção de diversas comunidades, em geral justificadas pelo argumento de serem áreas de risco. O que chama atenção nas ameaças de remoção de parte dessas comunidades é a ausência de laudos que explicitem que as áreas sejam de risco. Os moradores destas áreas denunciam que por trás das remoções encontram-se grandes interesses imobiliários.

Destarte, a noção de centro e periferia mais tradicional, com um centro mais estruturado e uma periferia mais próxima dos limites políticos do município vem se configurando no município do Rio de Janeiro. E essa população que vem se alocando nas áreas periféricas é a que foi sendo retirada de áreas que foram abertas para o processo de revitalização urbana. Neste sentido, “a reflexão em torno do risco deve levar em consideração o complexo processo de ocupação das áreas urbanas, bem como as intervenções e\ou omissões das autoridades públicas que configuram e reconfiguram o desenho da cidade.” Gonçalves (2012, p.201). Acrescentando ainda que:

a noção de risco é amplamente utilizada e mascara o fato de que as favelas são plenamente integradas à cidade e que a supressão cega dessas construções aumentará as desigualdades sociais por meio da expulsão da população em direção a áreas mais afastadas e, certamente, ainda mais vulneráveis.

Portanto, a cidade, fruto da intensificação das relações capitalistas, não pode ser analisada de forma isolada. Suas construções, subdivisões e elementos interagem de modo contínuo, o que torna possível a existência e permanência das relações capitalista.

3.4 Relações de risco, suscetibilidade e vulnerabilidade no contexto das inundações

A forma como os riscos ambientais estão presentes no espaço seguem um padrão de distribuição. A (relativa) desorganização do território ou (relativa) “má organização” não é ao acaso, já que segue uma lógica capitalista de alocação dos recursos, e, desta maneira, há o bônus e o ônus. Conforme Acselrad (2010, p.70) aborda, “a operação dessa lógica estaria associada ao funcionamento do mercado de terras, cuja “ação de coordenação” faz que práticas danosas se situem em áreas desvalorizadas, assim como à ausência de políticas que limitem a ação desse mercado.” (p.70)

Na pesquisa deste contexto da cidade do Rio de Janeiro, não temos efetivamente o exemplo das práticas danosas associados aos riscos dos processos produtivos clássicos, associados à indústria e seus rejeitos. Contudo, a dimensão dos riscos e da vulnerabilidade tem intrínseca relação com o uso do solo imposto pela sociedade, sobretudo habitações em locais que se expõem a fragilidade da vida humana frente aos riscos gerados pela interação entre sociedade e sistemas naturais. Desta forma, compreende-se que essa dimensão deve ser analisada sob uma ótica integradora dos elementos presentes paisagem.

Esta percepção foi sendo construída ao longo do tempo de evolução e consolidação da Geografia. Suertegaray (2003, p.48) destaca que “a presença do homem como ser natural e, ao mesmo tempo, como alguém oposto a natureza, promoveu/promove profundas transformações na natureza mesma e na sua própria natureza. Isto exige uma reflexão efetiva sobre o que é natureza hoje”.

Desta forma, observa-se a necessidade de buscar entender de forma integrada a relação sociedade-natureza, já que a natureza por si só não é criadora do risco, mas este é condicionado à presença e protagonismo da sociedade diante das feições naturais. Portanto, para a Geografia, como ciência integradora, é de vital importância compreender como ocorre a apropriação e articulação dessa relação.

Na percepção de Rocha (2011), a preocupação com as questões ambientais sobre a ótica da relação sociedade-natureza, sobretudo nas bacias hidrográficas, é de grande

relevância pois desempenham diversas funções naturais e sociais, com o abastecimento hídrico e a própria expansão de áreas para ocupação, mas que, sem a correta mediação dos governos, desencadeia profundos desequilíbrios neste complexo sistema.

Visto que “a paisagem, pelas suas formas, é composta de atualidades de hoje e do passado” (Santos, 2012, p.59), é de vital importância o entendimento das fases históricas da sociedade, pois cada período histórico reflete interesses distintos da sociedade. Ainda de acordo com Santos (2012, p.61):

É por isso que a sociedade não se distribui uniformemente no espaço: essa distribuição não é obra do acaso. Ela é resultado de uma seletividade histórica e geográfica, que é sinônimo de *necessidade*. Essa necessidade decorre de determinações sociais fruto das necessidades e das possibilidades da sociedade em um dado momento.

O momento vivido pelo Rio de Janeiro, de expansão de sua malha urbana associada a espetacularização da cidade, portanto, desconcentra sua população sem necessariamente haver infraestrutura adequada nas novas áreas ocupadas. Desta forma, a vulnerabilidade se torna algo inerente à sociedade, mas bastante variável. Neste sentido, Hogan *et al* (2000, p.397) destacam que “é importante reconhecer que a exclusão social não se refere apenas ao acesso restrito ao consumo material, mas também ao difícil acesso aos serviços públicos e à maior vulnerabilidade ambiental.”

A relação entre os dois importantes termos, risco e vulnerabilidade, para compreensão da relação com processo de expansão da malha urbana da cidade faz necessária a compreensão conceitual. Diversos autores (Hogan *et al*, 2000; Marandola Jr. e Hogan, 2004; Veyret, 2007) mencionam a polissemia dessas palavras. O conceito de risco apresentado nesta obra segue o seguinte entendimento considerado por Marandola Jr. e Hogan (2004, p.100):

Risco (risk) é utilizado pelos geógrafos como uma situação, que está no futuro e que traz a incerteza e a insegurança. Assim, há regiões de risco (regions of risk) ou regiões em risco (regions at risk). O que é estar em risco? É estar suscetível à ocorrência de um hazard.

Complementando, temos os riscos como algo que existe através da consciência da exposição (Veyret e Richemond, 2007), destacando o fato de que “a percepção que os atores têm de algo que representa um perigo para eles próprios, para os outros e seus bens, contribui para construir o risco que não depende unicamente de fatos ou processos objetivos.” (p.23) Para as autoras (p.24), o risco é entendido como:

Percepção de um perigo possível, mais ou menos previsível por um grupo social ou por um indivíduo que tenha sido exposto a ele. Um jogador percebe sua decisão de jogar como risco quando conhece os acontecimentos que podem se produzir, assim como a probabilidade.

Considerar os diversos agentes e sujeitos é indispensável na análise integrada dos riscos e vulnerabilidade. Estão envolvidos a população, políticos, acadêmicos, entre outros. Para todos, é necessário saber da existência do risco e sua dinâmica, para poder mitigá-lo ou eliminar, se for possível.

Nesse sentido, Veyret e Richemond (2007, p.26) complementam que é indispensável se compreender que:

O risco e a percepção que se tem dele não podem ser enfocados sem que se considere o contexto histórico que os produziu e, especialmente, as relações com o espaço geográfico, os modos de ocupação do território e as relações sociais características da época.

Neste sentido, paradoxalmente, mesmo havendo o risco, ele se torna algo incerto e indeterminado, pois existe a probabilidade de ocorrência de eventos danosos e catastróficos, contudo, a frequência desses eventos e suas intensidades podem variar em função do uso do solo e das atividades antrópicas existentes, bem como as características naturais do ambiente, podendo desencadear inundações em função do uso do solo, chuvas mais intensas e concentradas, do tipo de solo e relevo, etc.

O risco, então, é complementado pela suscetibilidade ou ameaça, de modo que esta contribui para maior ou menor probabilidade de ocorrência de um evento danoso. Para Souza e Zanella, (2009, p.12 e 13), “a ameaça está relacionada às condições físico-naturais do terreno ou da área ocupada, indicando sua maior ou menor suscetibilidade à ocorrência de fenômenos que podem colocar o homem em situação de perigo [...]”.

Desta forma, considerando como dados estatísticos, entende-se o risco e a probabilidade de ocorrência de determinadas situações que causem danos à sociedade está presente em todas as áreas, variando conforme a suscetibilidade. Porém, a população que é exposta ao risco também torna o efeito variável em função da sua capacidade de adaptação ao ocorrido, podendo um mesmo evento de mesma magnitude não gerar vítimas em um local e ser catastrófico em outra. Isso nos remete ao conceito de vulnerabilidade, e, diante desta linha de pensamento, vale destacar que “a lógica do industrialismo e do consumo produz, simultaneamente, estresse ambiental e padrões socioespaciais que localizam a vulnerabilidade em grupos sociais específicos.” (Hogan *et al*, 2000, p.398)

Diante da espetacularização da cidade do Rio de Janeiro, a modernização das áreas centrais ocorreu em detrimento das populações de menor renda, que tiveram como alternativa a ocupação de áreas mais afastadas, na Zona Oeste da cidade, gerando distintas situações de vulnerabilidade. O autor (op cit, p.398) enfatiza ainda que:

Segregação espacial, crescimento de favelas e exclusão social são diferentes aspectos da não inclusão no estilo de vida dominante. A falta de acesso ao mercado de consumo é acompanhada pela falta de serviços públicos, agravando as condições de vida dessas populações vulneráveis.

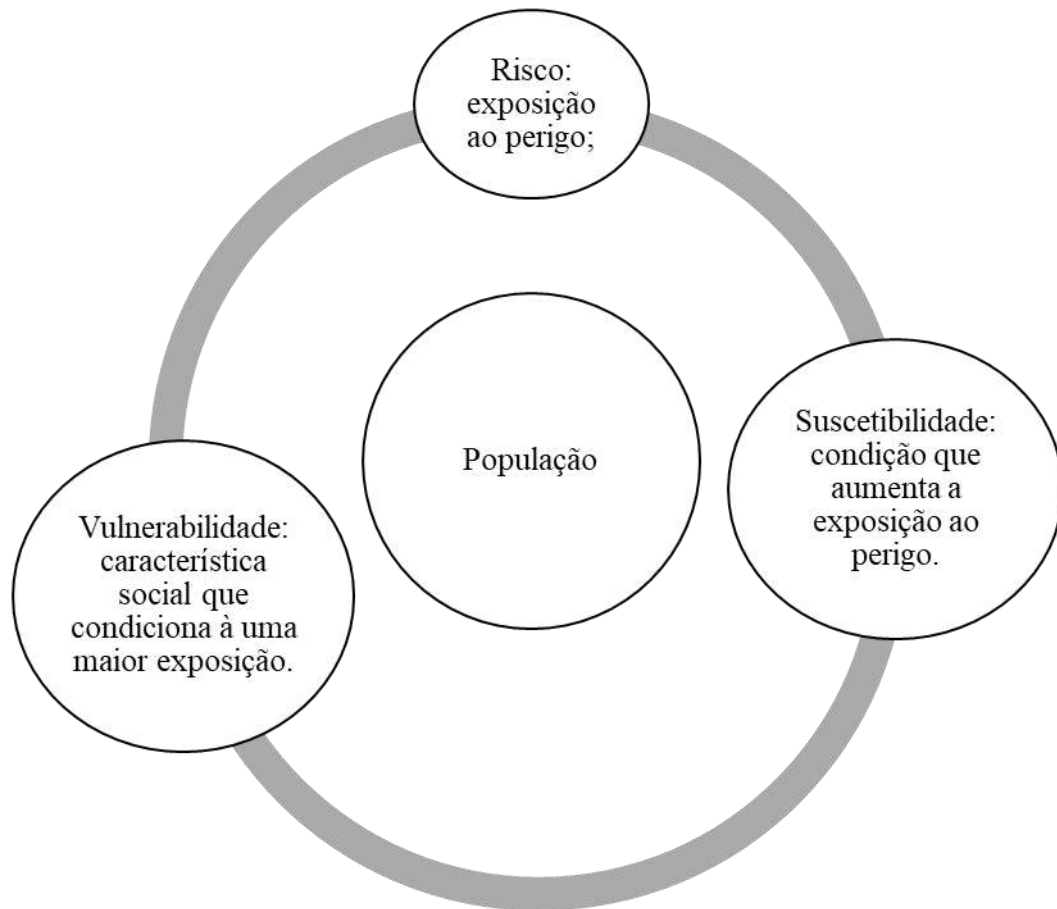
Neste contexto temos presente o pensamento de gestão urbana que tem se consolidado nas grandes metrópoles do mundo, sendo adotado um modelo padronizado de gestão urbana e ambiental. Isso reflete o padrão contemporâneo em curso do pensamento estratégico e o marketing das cidades, caracterizado por um pensamento único e excludente, o de fortalecimento da atuação do capital e exclusão dos que não contribuem diretamente para o seu fortalecimento. É esta a complexa relação existente para se analisar a vulnerabilidade, que é aumentada em função de uma população ser um alvo mais “fácil” e frequente de uma álea.

Para Veyret e Richemond (2007, p.24), álea é o “acontecimento possível; pode ser um processo natural, tecnológico, social, econômico, e sua probabilidade de realização.” Desta forma, “O risco é expresso no âmbito dos sistemas complexos. Não existem relações simples entre um processo, uma álea e um risco.” (op cit, p.38) Veyret e Richemond (2007, p.39) compreendem que:

A vulnerabilidade se mede pela estimativa dos danos potenciais que podem afetar um alvo, tal como o patrimônio construído ou a população. Ela concerne, portanto, às perdas possíveis e permite, por exemplo, exprimir a capacidade de resistência das construções diante do fenômeno físico ou de processos como explosão ou incêndio na esfera industrial.

Esta compreensão, portanto, também é aplicada para as questões socioeconômicas, onde uma população se torna mais vulnerável quando ocupa áreas de maior suscetibilidade à ocorrência de um determinado fenômeno e possui baixa capacidade para se reestruturar, tornando-se uma situação bastante variável, conforme síntese da Figura 06.

Figura 06 - Síntese da relação Risco-Perigo-Susceptibilidade na construção da Vulnerabilidade



Fonte: O autor, 2020.

Neste sentido, Acsegrad (2010, p. 96) destaca as condições que favorecem o agravamento dessas situações, que “é associado correntemente a três ‘fatores’: individuais, político-institucionais e sociais.”

A ausência de políticas habitacionais leva populações vulneráveis a ocuparem áreas frágeis e de maior exposição aos riscos, gerados justamente pela ocupação indevida de áreas em que os riscos naturais são muito presentes. Desta maneira, as condições do ambiente associadas às características da população tornam a exposição ainda mais impactante.

Tratando-se de inundações na Área de estudo, estas ocorrências têm assumido proporções desastrosas, atingindo os habitantes com frequência. Tucci (1997) afirma que as inundações ocorrem quando as águas dos rios, riachos e galerias pluviais saem do leito de escoamento por não terem condições de percorrer esses sistemas, passando a ocupar áreas utilizadas pela população.

Trata-se de um “processo de extravasamento das águas do canal de drenagem para as áreas marginais (planície de inundação, várzea ou leito maior do rio) quando a enchente

atinge cota acima do nível máximo da calha principal do rio” (Brasil, 2007, p.91), visível na Figura 07.

Figura 07 - Comunidade Jardim Maravilha inundada em abril de 2019.



Fonte: G1¹⁴

Chuvas intensas e prolongadas têm maiores condições de deflagrar inundações, sobretudo em áreas planícies, que contribuem para concentração da água e o solo alcança a saturação em menos tempo, processo que é intensificado por características naturais do ambiente (Tominaga, Santoro e Amaral, 2009).

Tucci (2008) enfatiza o cenário urbano brasileiro que boa parte população em áreas com um planejamento inadequado, insustentável e com precária infraestrutura de saneamento, resultando, principalmente, na contaminação dos mananciais e dos sistemas hídricos urbanos por efluentes doméstico e pluvial e pela produção de resíduos sólidos; erosão e sedimentação com áreas degradadas, áreas de risco de inundação, escorregamento e proliferação de doenças.

Uma das práticas comuns observada no processo de urbanização brasileiro é a mudança de uso do solo envolvendo retirada de cobertura vegetal, impermeabilização do solo, ocupação de áreas suscetíveis à inundações, canalização de rios (Figura 08), entre outras intervenções que geram danos (Tucci e Cruz, 2008).

¹⁴ Disponível em < <https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2019/04/09/moradores-de-comunidades-na-zona-oeste-do-rio-ficam-ilhadas-apos-temporal-video.ghtml> >

Figura 08 - Canal retificado, Pedra de Guaratiba



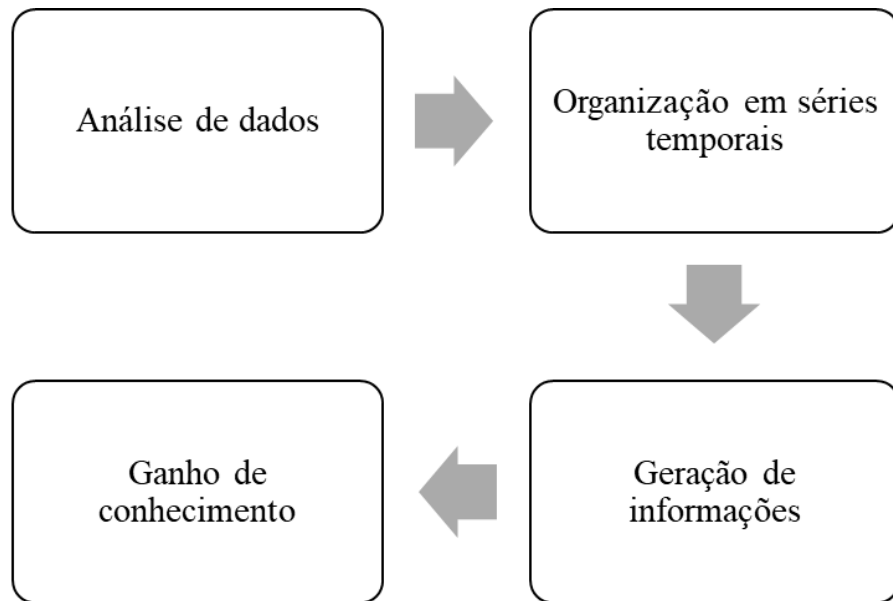
Fonte: O autor, jun. 2018.

Para minimizar os efeitos nocivos de determinadas dinâmicas naturais, o acompanhamento dos dados urbanos de uso do solo se torna essencial para o entendimento da dinâmica existente e para o melhor planejamento, ação que, de acordo com Souza (2011, p.46):

Significa tentar prever a evolução de um fenômeno ou, para dizê-lo de modo menos comprometido com o pensamento convencional, tentar simular os desdobramentos de um processo, com o objetivo de melhor precaver-se contra prováveis problemas [...].

Para se planejar, podemos entender a necessidade de alguns procedimentos que partem da análise de dados existentes, organizando-os em séries temporais para compreender a dinâmica existente e gerar informações e o ganho de conhecimento (Figura 09).

Figura 09 - Fluxograma simplificado para planejamento.



Fonte: O autor, 2019.

Para acompanhamento dessas mudanças e visando possibilitar novas ações ao poder público, o processamento digital de imagens associado aos sistemas de informações geográficas possibilitam análises espaço-temporais do uso e ocupação do solo que podem auxiliar significativamente na análise das mudanças que ocorrem ao longo do tempo, sobretudo considerando que parte significativa dos problemas sociais e ambientais é gerada e agravada pela expansão da malha urbana.

4 ANÁLISES E RESULTADOS

As análises desenvolvidas consistem na integração do embasamento teórico considerado associado às etapas de campo e mapeamentos realizados em gabinete, buscando compreender a suscetibilidade socioambiental da população residente, as principais alterações e aspectos da paisagem.

A partir das análises desenvolvidas foram identificados os seguintes fatores (sociais e físicos) que contribuem para agravar o processo de inundação:

- a) Áreas desmatadas;
- b) Rios canalizados e assoreados;
- c) Despejo de resíduos sólidos e esgoto nos rios “in natura”;
- d) Ocupações irregulares em áreas protegidas;
- e) Inundações;
- f) Problemas de acessibilidade e pavimentação.

As análises apresentadas serão sistematizadas em dois blocos: o mapeamento da vulnerabilidade socioambiental da bacia do rio Piraquê-Cabuçu, resultado do cruzamento dos mapeamentos de suscetibilidade e vulnerabilidade; e a modelagem de análise de mudanças no uso e ocupação do solo. A combinação do processo analítico hierárquico (AHP), da modelagem de detecção de mudanças (LCM) e da modelagem de Markov (Cadeia de Markov) tiveram grande contribuição na análise da dinâmica da área de estudo.

4.1 Vulnerabilidade socioambiental

O mapa de vulnerabilidade socioambiental foi elaborado a partir do cruzamento das informações de suscetibilidade e de vulnerabilidade socioeconômica. A partir dele é possível observar a interação dos fatores de suscetibilidade e dos fatores de vulnerabilidade resultando na espacialização dessa interação.

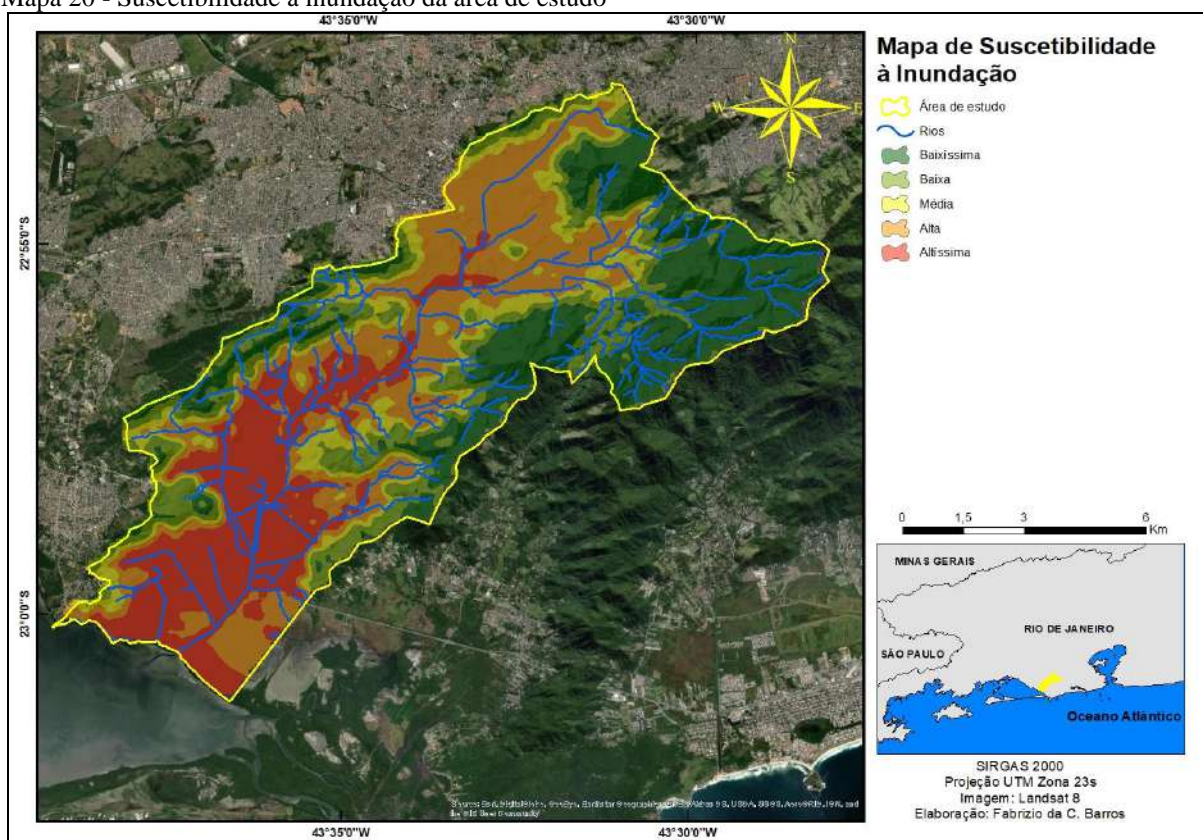
O mapa de suscetibilidade, portanto, considera as características físicas da área de estudo associadas às formas de uso e ocupação do solo, o que contribui para identificar áreas com maior tendência à inundação a partir da interação dos fatores considerados, o que não

representa um indicador definitivo, considerando-se que existem alternativas para análise de suscetibilidade que complementaríamos, como análise da proximidade entre os corpos hídricos, formato da bacia, entre outros.

O Mapa 20 ilustra grandes áreas inseridas nas variáveis de suscetibilidade alta e altíssima. Essas duas classes somam cerca de 51km² de área da bacia, representando cerca de 21,1% com altíssima suscetibilidade e cerca de 25,5% com alta suscetibilidade. O relevo dessas áreas são basicamente planícies com cotas de altitude de até 20m cuja declividade não ultrapassa os 8%, constituindo áreas altamente suscetíveis à inundações, sobretudo associada à elevada impermeabilização do solo, com áreas urbanizadas.

Outro fator importante é a presença de gleissolos em áreas ainda não urbanizadas, sobretudo no baixo curso do rio, onde há a presença também de manguezais. Mais de 25% da área é considerada de baixíssima suscetibilidade, o que está associado basicamente as áreas de encostas e topos de morros, minimizando a exposição aos riscos de inundação, contudo, não excluindo outros riscos.

Mapa 20 - Suscetibilidade à inundação da área de estudo



Fonte: O autor, 2020.

Destaca-se a área classificada como de alta suscetibilidade à inundações (Tabela 21), que abrange dois bairros populosos, Guaratiba e Campo Grande, justamente bairros que sofreram significativo adensamento populacional ao longo das duas últimas décadas, principalmente associado à expansão da rede de transportes e vias de circulação que conectam a Zona Oeste mais facilmente à demais regiões da cidade, além de Pedra de Guaratiba, cuja população está mais associada ao veraneio.

Tabela 21 - Abrangência das variações de suscetibilidade

| Suscetibilidade | Área em km2 | Área em % |
|------------------------|--------------------|------------------|
| Baixíssima | 28,06 | 25,6% |
| Baixa | 18,28 | 16,7% |
| Média | 12,22 | 11,1% |
| Alta | 27,93 | 25,5% |
| Altíssima | 23,16 | 21,1% |

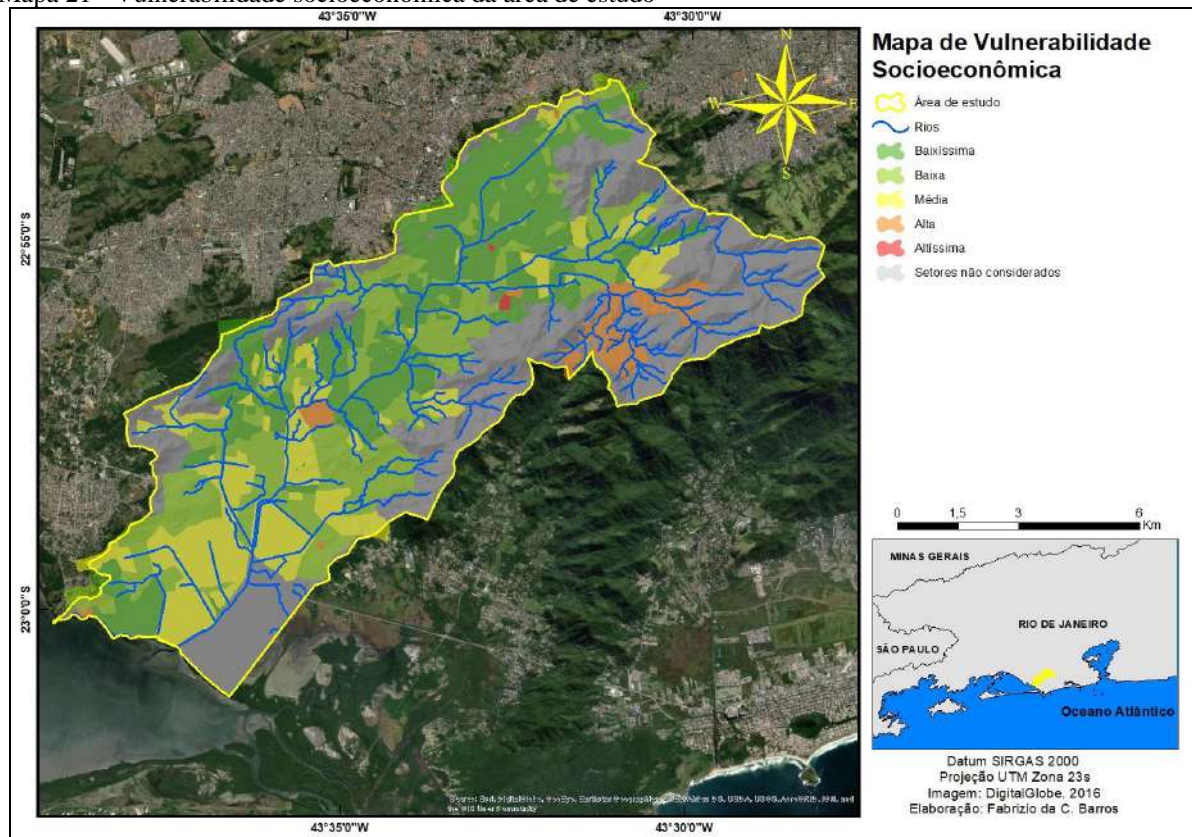
Fonte: O autor, 2020.

O planejamento ineficiente dos bairros de Guaratiba, Pedra de Guaratiba e Campo Grande tem facilitado a ocupação e dificultado a preservação ambiental da região. De forma geral, os rios que cortam esses bairros sofrem forte degradação ambiental como despejo de esgoto e canalização, agravando problemas associados às inundações e intensificando riscos associados às características do ambiente. Essas características interagem diretamente com as condições socioeconômicas da população que reside na área de estudo a partir das condições das habitações, serviços e recursos disponíveis.

O mapa de vulnerabilidade socioeconômica considera informações associadas às condições sociais e econômicas da população, além da infraestrutura de saneamento básico disponível, de modo que essas informações contribuem para identificar a capacidade dos residentes da área de enfrentar eventuais situações emergenciais ou mesmo identificar características que contribuem para agravar os impactos das inundações.

O Mapa 21 ilustra que a maior parte da população residente se enquadra em baixa e baixíssima vulnerabilidade. Dos fatores considerados, a principal variável que contribui para vulnerabilidade da população residente é a renda, mostrando ser uma área que recebe uma população de renda mais baixa e que não suportam os custos de vida materializados nas áreas centrais da cidade, aceitando viver em áreas de menor valor e mais expostas à problemas ambientais, embora a percepção destes riscos pela população seja algo extremamente variável.

Mapa 21 - Vulnerabilidade socioeconômica da área de estudo



Fonte: O autor, 2020.

A partir dos critérios considerados, a população residente se insere basicamente nos níveis de baixa e baixíssima vulnerabilidade (Tabela 22), denotando ser uma população atendida por condições básicas de saneamento, como esgotamento sanitário, fornecimento de água e coleta de lixo, sendo poucos os domicílios não atendidos por estes serviços. Em termos gerais, as áreas mais vulneráveis foram associadas às vertentes do PEPB, como ocupações irregulares (e que naturalmente não são atendidas por alguns serviços) e residentes do parque que vivem de forma mais isolada.

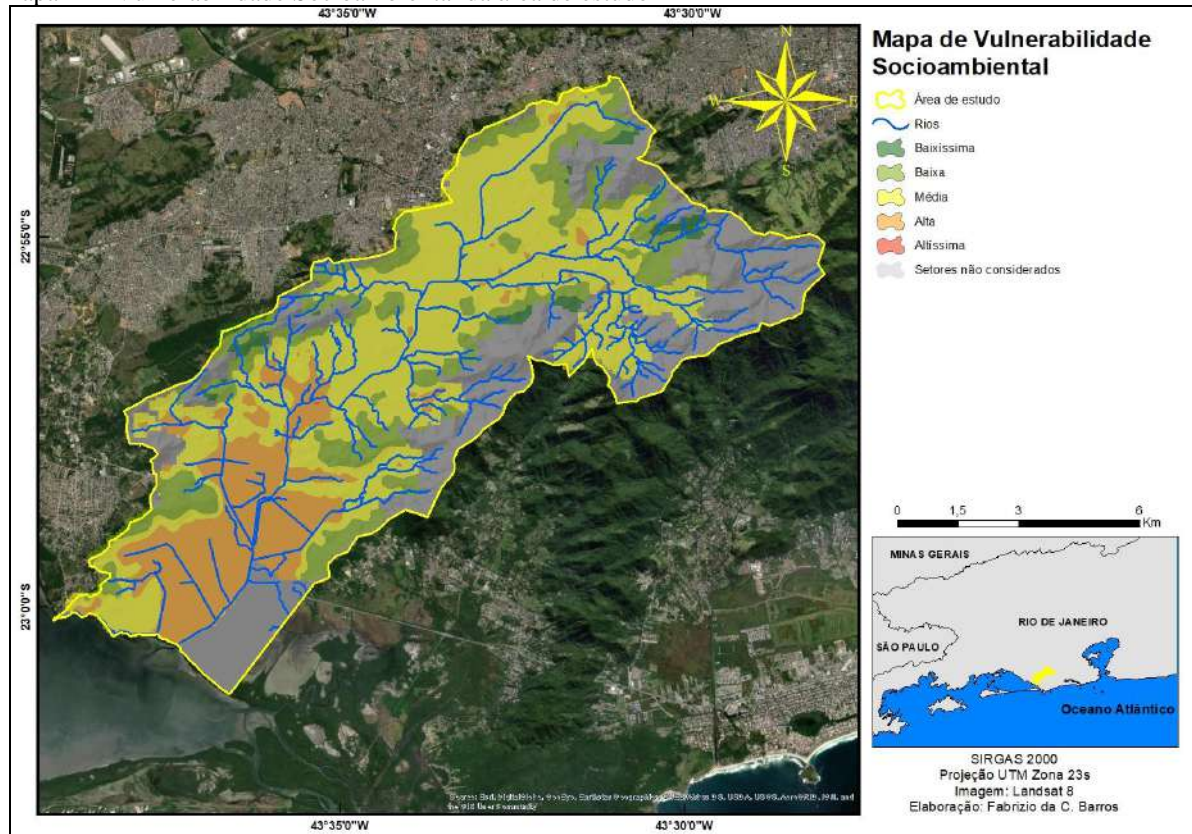
Tabela 22 - Abrangência das variações de vulnerabilidade

| Vulnerabilidade | Área em km2 | Área em % |
|------------------------|--------------------|------------------|
| Baixíssima | 24,69 | 33,9% |
| Baixa | 26,90 | 37,0% |
| Média | 4,07 | 5,6% |
| Alta | 17,01 | 23,4% |
| Altíssima | 0,10 | 0,1% |

Fonte: O autor, 2020.

No Mapa 22 são especializados os cruzamentos dos fatores de suscetibilidade e de vulnerabilidade, classificada basicamente como média vulnerabilidade socioambiental, mas com alta vulnerabilidade socioambiental no baixo curso do rio.

Mapa 22 - Vulnerabilidade Socioambiental da área de estudo



Fonte: O autor, 2020.

A alta vulnerabilidade socioambiental abrange cerca de 16,5% da área considerada (Tabela 23), mas está presente de forma mais concentrada nos bairros de Guaratiba e Pedra de Guaratiba, formando uma mancha que se expande até as áreas mais próximas da baía.

Tabela 23 - Abrangência das variações de vulnerabilidade Socioambiental

| Vulnerabilidade socioambiental | Área em km² | Área em % |
|---------------------------------------|-------------------------------|------------------|
| Baixíssima | 27,75 | 39,0% |
| Baixa | 8,43 | 11,8% |
| Média | 23,25 | 32,6% |
| Alta | 11,77 | 16,5% |
| Altíssima | 0,01 | 0,0% |

Fonte: O autor, 2020.

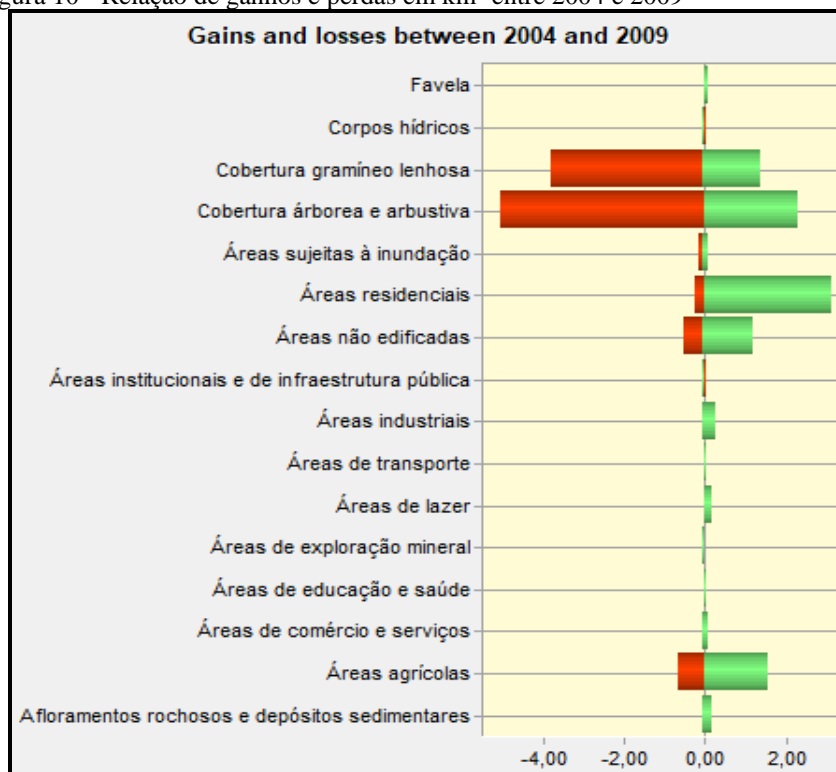
4.2 Mudanças do uso e ocupação do solo

Os PI de uso do e ocupação do solo estruturados foram utilizados para comparar as mudanças ocorridas dentro dos limites da bacia no período estudado. A partir do cruzamento das informações de uso e ocupação do solo dos três anos considerados, é possível perceber uma dinâmica que está se consolidando.

Em uma análise mais generalizada observou-se uma dinâmica de gradativo aumento da expansão urbana na bacia com significativas perdas de áreas de “cobertura gramíneo lenhosa”, “cobertura arbórea e arbustiva” e “áreas sujeitas à inundação” e com significativas expansões das áreas residenciais e área não edificadas, que podem ser entendidas como áreas abertas para futuras ocupações.

A variação dos ganhos e perdas é analisada em km². As perdas das classes “cobertura gramíneo lenhosa” e “cobertura arbórea e arbustiva” se mostraram mais intensas no primeiro período analisado (2004-2009). Também são relevantes os ganhos de áreas das classes “áreas residenciais” e “áreas não edificadas” (Figura 10).

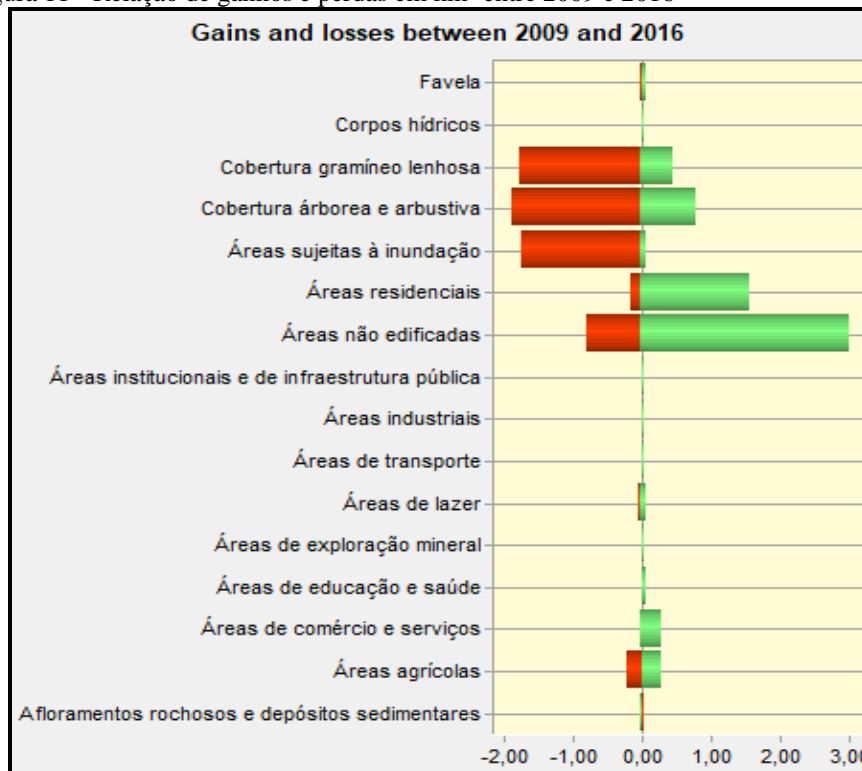
Figura 10 - Relação de ganhos e perdas em km² entre 2004 e 2009



Fonte: O autor, 2019, com interface gráfica Idrisi.

O comportamento de ganhos e perdas dos períodos mostrando uma dinâmica de adensamento populacional. No segundo período analisado (2009-2016), a dinâmica de expansão pode ser observada na perda de áreas da classe “áreas sujeitas à inundação” e no ganho de áreas das classes “áreas residenciais” e “áreas não edificadas” (Figura 11). Esta, de forma mais contundente, denotando uma dinâmica onde a área é preparada com áreas não edificadas (loteamentos) para receber a população (áreas residenciais, comércio e serviços, e outras).

Figura 11 - Relação de ganhos e perdas em km² entre 2009 e 2016



Fonte: O autor, 2019, com interface gráfica Idrisi.

Outras classes que podem indicar um aumento da malha urbana na área também tiveram leve aumento, como “Favela” e “Áreas institucionais e de infraestrutura pública”. Merece destaque a perda de áreas das classes “cobertura arbórea e arbustiva” e “cobertura gramíneo lenhosa”, classes que indicariam algum nível de preservação, mas a supressão dessas áreas indica justamente o oposto. Essa dinâmica de mudanças foi observada nestas classes nos dois intervalos (2004/2009 e 2009/2016) indicando uma possível tendência de expansão da ocupação da área, e não um fenômeno momentâneo.

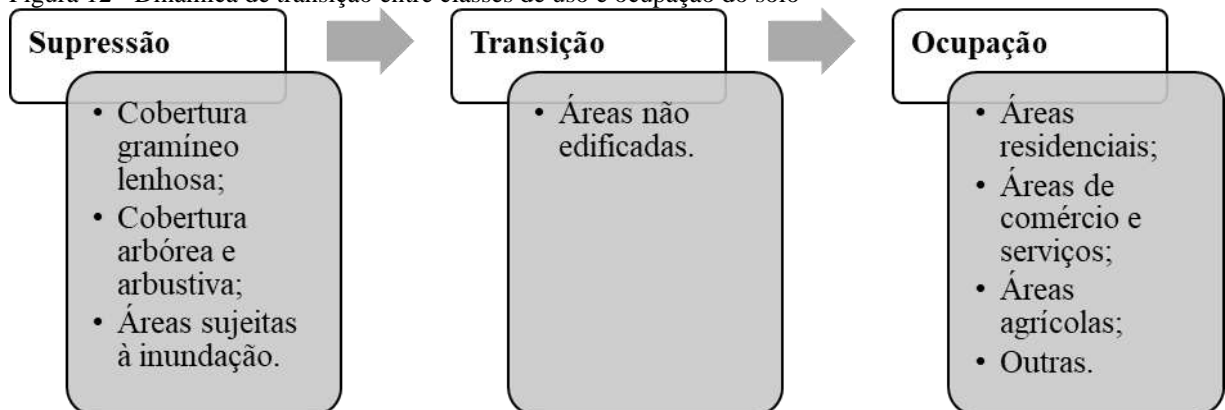
As principais classes analisadas foram “áreas sujeitas à inundação”, “áreas não edificadas” e “áreas residenciais”, pois se entendeu que são as principais variáveis que indicam uma dinâmica de expansão da ocupação da região, além de demonstrar uma relação

mais direta com os riscos de inundação. A ordem das análises se dá em função de também entender-se que há uma classe considerada transitória (áreas não edificadas) entre diversas classes e a classe “áreas residenciais”. Contudo, há o enfoque nas “áreas sujeitas à inundação” em função do risco iminente.

Ressalta-se que as classes não possuem ganho real de área. Ocorre a transição de forma que a expansão de uma classe ocorre a partir da supressão de outra. É possível observar essa dinâmica em três etapas: supressão, transição e ocupação (Figura 12). Contudo, é uma dinâmica que não se constitui como uma regra, havendo momentos em que a segunda etapa não ocorre ou momentos em que mais classes podem ser inseridas da etapa de transição.

As principais classes que sofrem supressão são as áreas de “cobertura gramíneo lenhosa”, “cobertura arbórea e arbustiva” e “áreas sujeitas à inundação”. Nesta última classe são consideradas apenas áreas de maior suscetibilidade à inundação de acordo com mapeamento de uso e ocupação do solo do IPP aplicados neste estudo. As áreas de transição são basicamente as áreas suprimidas e que recebem uma nova terminologia, neste caso, “áreas não edificadas”, que simplesmente podem ter sido “áreas sujeitas à inundação” em períodos anteriores, mas de acordo com o crescimento populacional e a demanda por novas áreas, tem sua expansão concretizada. No caso da “cobertura arbórea e arbustiva” ainda há um grau de preservação nas proximidades dos divisores de água. Importante destacar que a classe “cobertura gramíneo lenhosa” pode se enquadrar também em um estágio de transição, podendo ser uma área desmatada, dependendo apenas de uma variação de temporalidade. A ocupação propriamente dita finaliza esse processo, transformando as áreas de transição em classes onde há efetivamente o uso e ocupação antrópico.

Figura 12 - Dinâmica de transição entre classes de uso e ocupação do solo

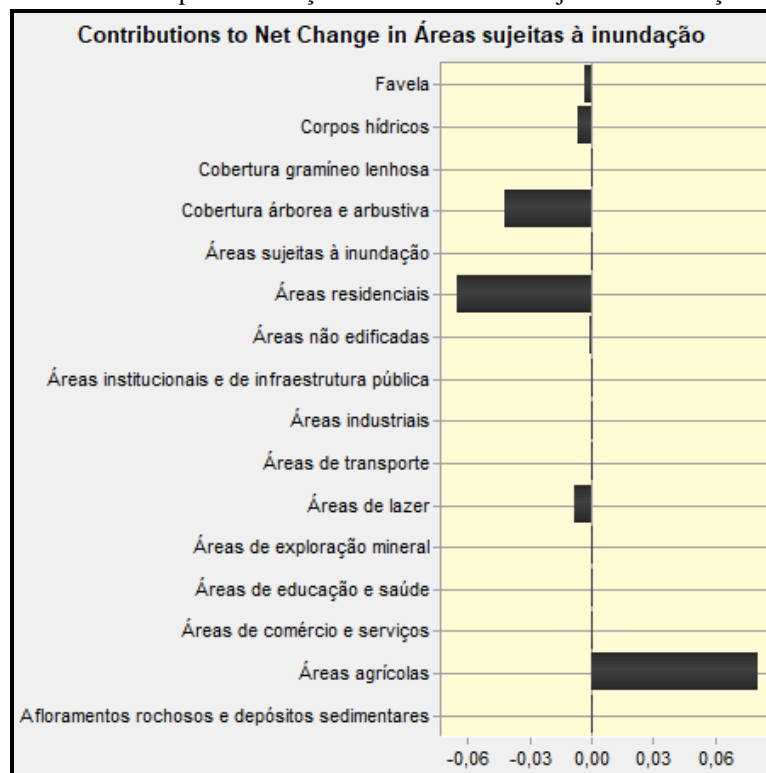


Fonte: O autor, 2020.

A análise sobre as contribuições entre as classes permite observar a relação direta das diversas classes sobre uma classe específica, de modo que as barras da esquerda indicam as classes que contribuíram para supressão da classe analisada especificamente. As representações das contribuições são analisadas em km².

Entre 2004 e 2009 ocorre significativa contribuição para o aumento da classe “áreas sujeitas à inundação” por parte da classe “áreas agrícolas”. Contudo, já se observa supressão de “áreas sujeitas à inundação” por parte, principalmente, de “áreas residenciais” (Figura 13).

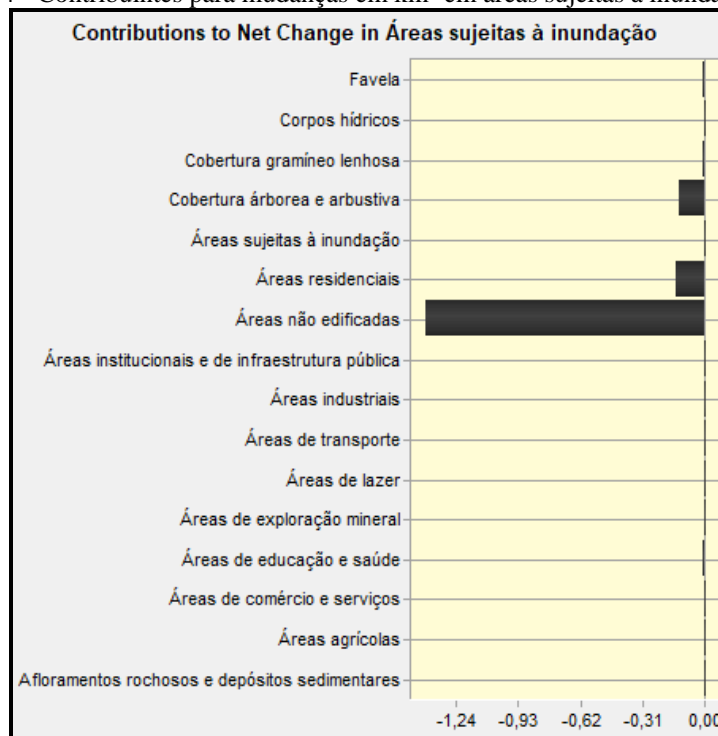
Figura 13 - Contribuintes para mudanças em km² em áreas sujeitas à inundação entre 2004 e 2009



Fonte: O autor, 2019, com interface gráfica Idrisi.

Entre 2009 e 2016 a dinâmica de transição entre classes é similar ao período anterior, contudo, há a intensificação do processo de transição de “áreas sujeitas à inundação” para “áreas não edificadas” (Figura 14). Insere-se justamente no contexto de grande efervescência das obras e políticas para atender e possibilitar o “sucesso” dos megaeventos.

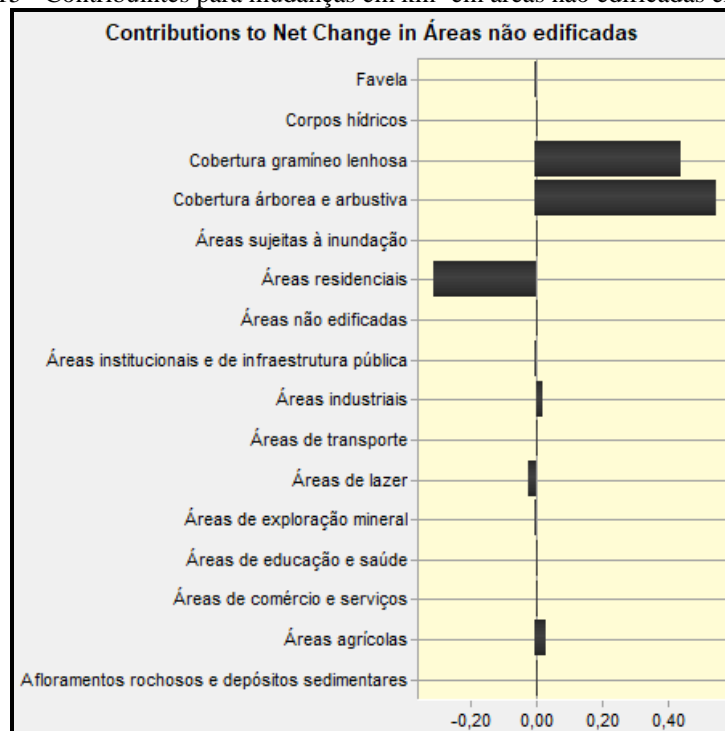
Figura 14 - Contribuintes para mudanças em km² em áreas sujeitas à inundação entre 2009 e 2016



Fonte: O autor, 2019, com interface gráfica Idrisi.

Na análise específica sobre “áreas não edificadas”, entre 2004 e 2009, houve expansão de sua área, suprimindo, principalmente, as classes “cobertura gramíneo lenhosa” e “cobertura arbórea e arbustiva” (Figura 15).

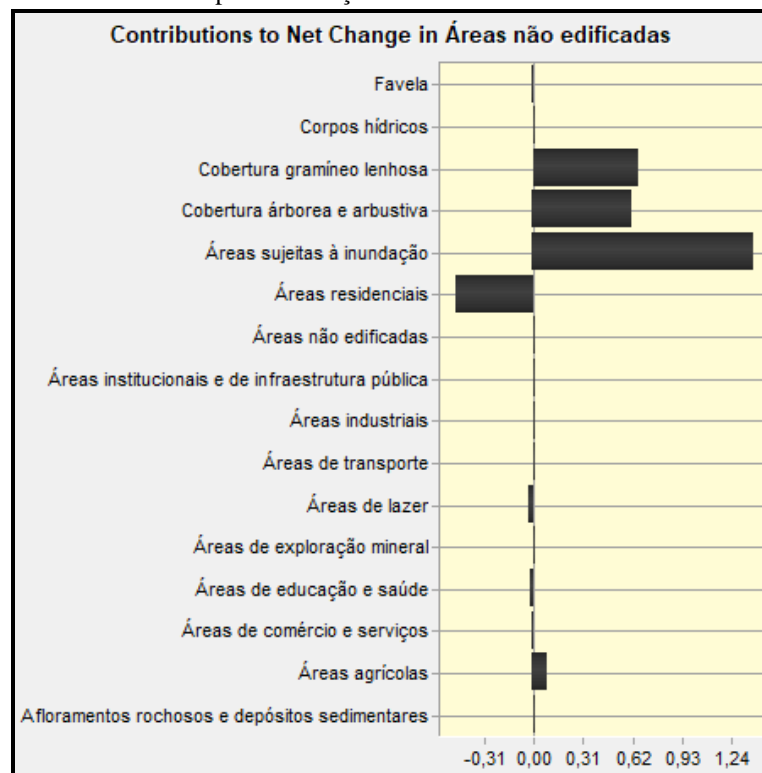
Figura 15 - Contribuintes para mudanças em km² em áreas não edificadas entre 2004 e 2009



Fonte: O autor, 2019, com interface gráfica Idrisi.

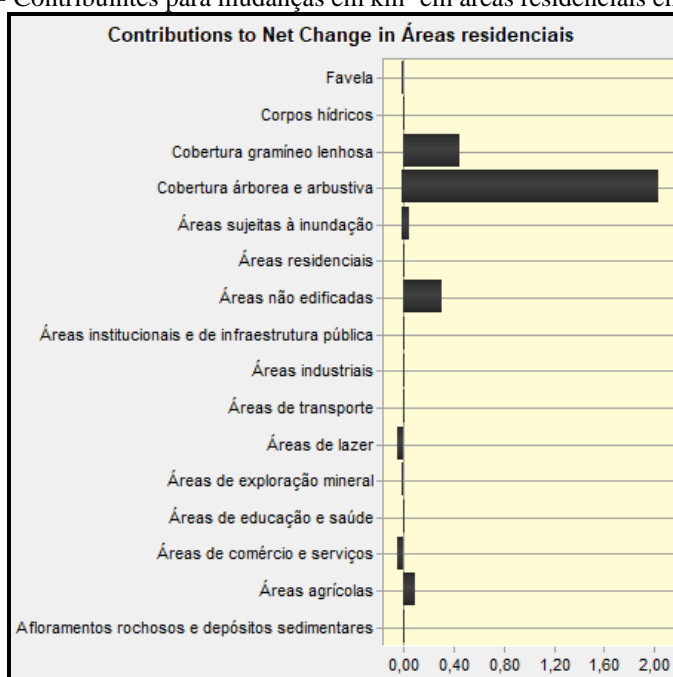
Entre 2009 e 2016 as “áreas não edificadas” se expandiram de forma muito expressiva. Assim como no período anterior, exemplifica a transição entre a primeira a segunda etapa da dinâmica de transição entre classes. Observa-se o processo ocorrendo de forma mais contundente sobre as “áreas sujeitas à inundação”, contudo, a expansão também foi significativa sobre as classes “cobertura gramíneo lenhosa” e “cobertura arbórea e arbustiva”. As áreas não edificadas foram suprimidas, de maneira mais sensível, somente pelas áreas residenciais, o que ratifica a expansão urbana (Figura 16).

Figura 16 - Contribuintes para mudanças em km² em áreas não edificadas entre 2009 e 2016



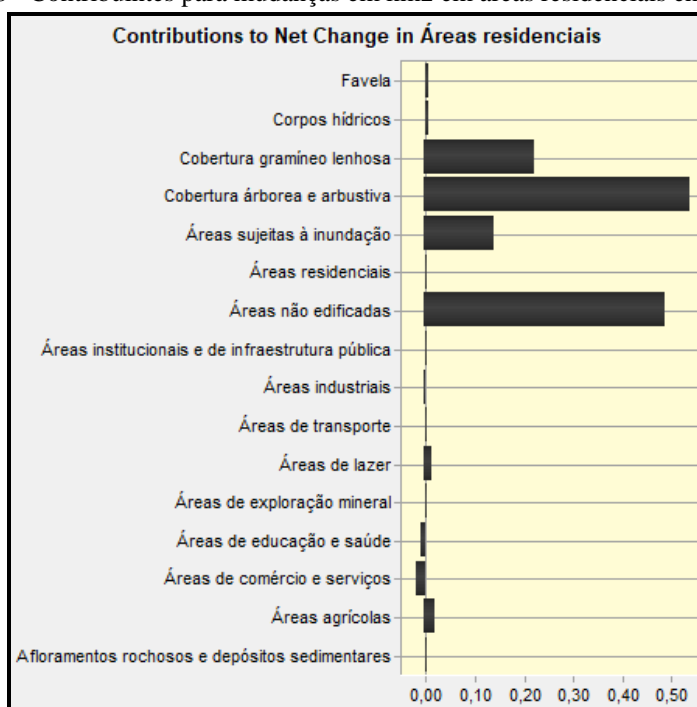
Fonte: O autor, 2019, com interface gráfica Idrisi.

A última análise de contribuição entre classes é feita sobre as “áreas residenciais”, considerada a última etapa da dinâmica de transição entre classes. Esta é uma classe que, diante de um cenário de adensamento populacional não teria supressão significativa. Sua expansão ocorre de forma mais expressiva sobre a classe “cobertura arbórea e arbustiva”, mas também sobre “cobertura gramíneo lenhosa” e “áreas não edificadas” (Figura 17).

Figura 17 - Contribuintes para mudanças em km² em áreas residenciais entre 2004 e 2009

Fonte: O autor, 2019, com interface gráfica Idrisi.

Considerando o período entre 2009 e 2016, a expansão de “áreas residenciais” ocorre para as áreas já mencionadas no período anterior, mas com uma contribuição sensível também das “áreas sujeitas à inundação” (Figura 18).

Figura 18 - Contribuintes para mudanças em km² em áreas residenciais entre 2009 e 2016

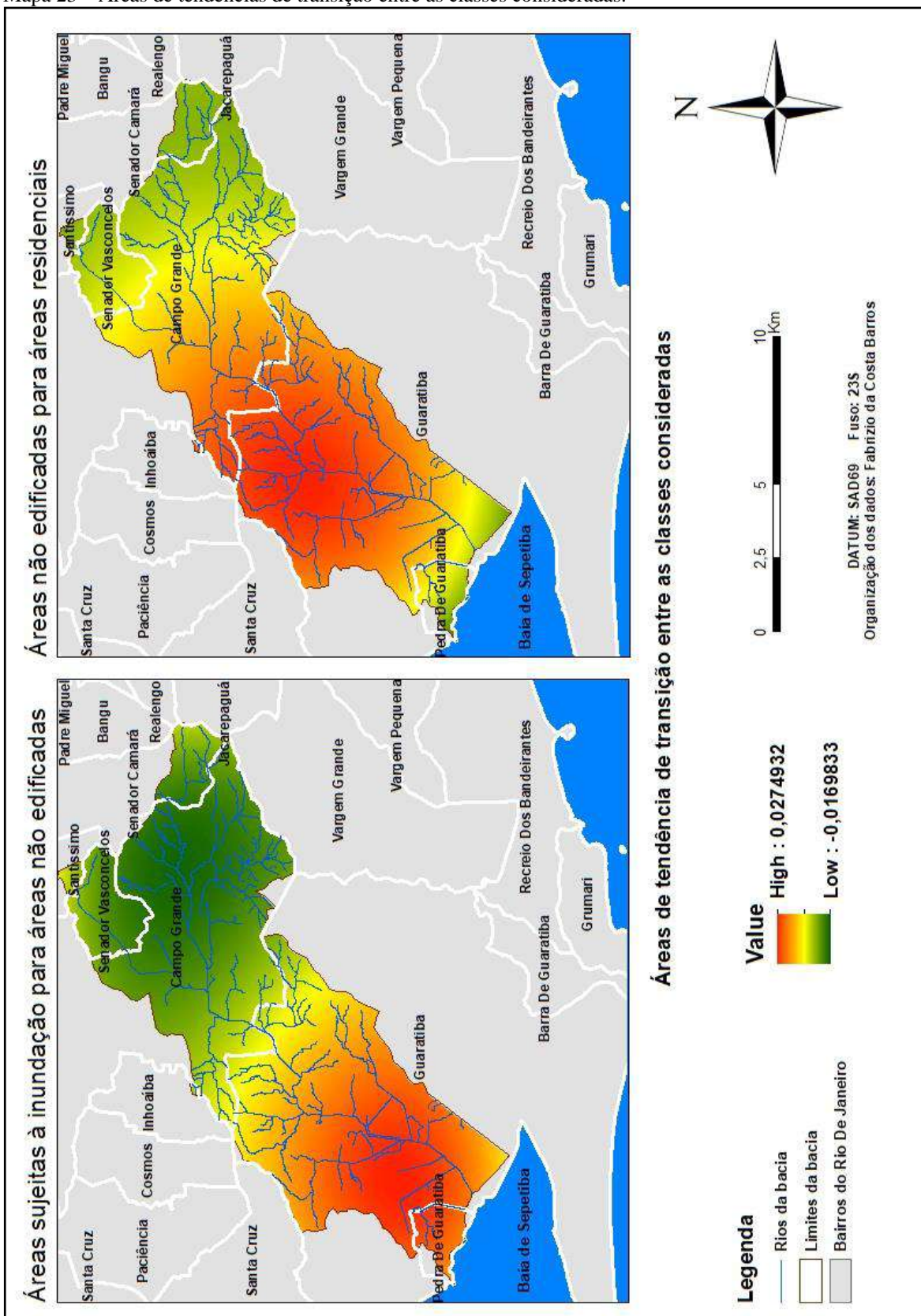
Fonte: O autor, 2019, com interface gráfica Idrisi.

Os três grupos de contribuições intraclasses que foram analisados nos dão a percepção da dinâmica de transição entre classes existente, mas outro produto gerado permite verificar as tendências direcionais das transições das classes analisadas em um determinado período, neste caso entre 2009 e 2016, o intervalo mais recente do período estudado.

Na primeira análise (Mapa 23), as tendências de mudanças analisadas equivalem a transição entre a primeira etapa e a segunda etapa da dinâmica de transição entre classes, mais especificamente de “áreas sujeitas à inundação” para “áreas não edificadas”. As mudanças entre essas classes ocorrem de forma mais marcante no baixo curso da bacia, em uma ampla planície de inundação ainda no bairro de Guaratiba, antes de desaguar na Baía de Sepetiba.

Tal processo abrange áreas próximas à comunidade do Piraquê (Figura 19) e expõem uma problemática já alertada no Plano de Manejo da Reserva Biológica Estadual de Guaratiba – RBG, que é a poluição hídrica associada ao adensamento populacional, desencadeando em danos aos manguezais e à própria baía, que atende economicamente as comunidades pesqueiras da baía.

Mapa 23 – Áreas de tendências de transição entre as classes consideradas.



Fonte: O autor, 2019.

Outra transição relevante observada no Mapa 24 é a que ocorre de “áreas não edificadas” para “áreas residenciais”, direcionando-se, principalmente, para o bairro de Guaratiba, que ainda possui áreas vazias disponíveis para loteamentos (Figura 19).

Figura 19 - Área de residências e loteamentos



Fonte: O autor, jun. 2018.

Por fim, a Matriz de Transição (MT) foi o último produto gerado. A matriz foi obtida a partir da aplicação da Cadeia de Makov aos mapas de uso de solo dos anos de 2009 e 2016, apresentando as probabilidades de transição de uma classe para outra em instante estimado T3 (2023), considerando o mesmo intervalo de sete anos entre T1 e T2 (2009 e 2016).

Aplicada na Área de estudo, a MT fez uma estimativa futura, representando a probabilidade de uma classe de uso e ocupação do solo se modificar e se transformar em outras classes considerando as 5 classes que mais refletem uma dinâmica de expansão urbana e contribuem para tornar uma área de vulnerabilidade socioambiental (Tabela 24).

A classe de cada linha interage com a classe de cada coluna, indicando a probabilidade de transição entre essas classes.

Tabela 24 - Matriz de Transição

| | Áreas não edificadas | Áreas residenciais | Áreas sujeitas à inundação | Cobertura arbórea e arbustiva | Cobertura gramíneo lenhosa |
|-------------------------------|----------------------|--------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| Áreas não edificadas | 0.6748 | 0.2372 | 0.0002 | 0.0205 | 0.0321 |
| Áreas residenciais | 0.0039 | 0.9937 | 0.0000 | 0.0002 | 0.0005 |
| Áreas sujeitas à inundação | 0.2433 | 0.0250 | 0.6926 | 0.0352 | 0.0000 |
| Cobertura arbórea e arbustiva | 0.0157 | 0.0126 | 0.0017 | 0.9562 | 0.0073 |
| Cobertura gramíneo lenhosa | 0.0451 | 0.0147 | 0.0003 | 0.0303 | 0.8906 |

Fonte: O autor, 2019

Analisando os dados da tabela, temos na diagonal a probabilidade de uma classe permanecer inalterada. Já considerando a cobertura vegetal, as classes de cobertura “gramíneo lenhosa” (aproximadamente 89%) e “cobertura arbórea e arbustiva” (cerca de 95%) são as possuem menor probabilidade de transformação em outra classe. A “cobertura arbórea e arbustiva”, principalmente, possui seus remanescentes em áreas de maior altitude, naturalmente dificultando a transição para uma área de ocupação, além da proteção legal, ao menos teoricamente, do PEPB. Além disso, as áreas de planície, com amplas terras ainda para serem ocupadas, são naturalmente, a primeira opção.

São observados indicadores de crescimento populacional relevantes associados às classes “áreas não edificadas e “áreas residenciais. Esta, com mais de 99% de probabilidade de permanecer inalterada, indica essencialmente que a área tende a permanecer sendo residencial, principalmente a partir da expansão viária que foi feita para esta região, o que tem se transformado num incentivo à expansão urbana desses bairros. No atual contexto político e econômico da cidade, não há perspectiva de contenção da expansão para esta área da cidade, mesmo com toda a fragilidade dos ambientes expostos. Os projetos, pelo contrário, visam minimizar os problemas ou, ainda, “melhorar” as condições para a população residente a partir da mercantilização desses serviços (Britto e Rezende, 2017). A Foz Águas 5¹⁵ foi a concessionária contratada pela PMRJ em 2012, através de Parceria Público-Privada (PPP), para realizar o saneamento da Zona Oeste, o que abrange todos os bairros da Área de estudo.

¹⁵ Concessionária pertencente ao grupo BRK Ambiental (antiga Odebrecht Ambiental), gerido pela empresa Brookfield.

As “áreas não edificadas” possuem cerca de 23% de probabilidade de se transformarem em “áreas residenciais”, o que pode ser considerada uma taxa elevada a partir do contexto da área, tornando esta transição altamente factível, principalmente por se tratar de áreas que são basicamente loteamento ou áreas que já tiveram algum tipo de ocupação.

Por fim, a transição que chama mais atenção, não pela probabilidade, mas pelas classes envolvidas é a probabilidade de “áreas sujeitas à inundação” se transformar em “áreas não edificadas”, com aproximadamente 24%, o que mostra despreocupação do poder público em conter essa dinâmica, visto que a identificação de áreas suscetíveis aos processos de inundação é acessível, com estudos que abordam este processo datados do século passado.

O bairro de Guaratiba é o que abarca a maior parcela das áreas de alta vulnerabilidade socioambiental. Tal fato pode ser associado à presença ainda de glebas na região, tornando-a um vetor para expansão independente das suas características físicas que, como foi demonstrado, suscitam alta suscetibilidade à inundação. Os pontos identificados em campo são representados na Figura 20, mostrando aspectos relevantes das condições da área e dos residentes.

Figura 20 - Vista aérea da bacia com limite de bairros



Fonte: O autor, 2020, com interface Google Earth Pro.

Pontos 1 e 2) A comunidade Jardim Maravilha é uma das localidades mais frequentemente afetadas por inundações da região¹⁶ (Figuras 21 e 22, respectivamente).

¹⁶ <<https://oglobo.globo.com/rio/jardim-maravilha-ainda-tem-ruas-casas-alagadas-nesta-segunda-feira-em-decorrencia-das-chuvas-24281335>>

<<http://g1.globo.com/rio-de-janeiro/vc-no-g1-rj/noticia/2013/01/leitor-registra-enchente-no-bairro-de-guaratiba-no-rio-e-cita-frustracao.html>>

Figura 21 - Comunidade Jardim Maravilha



Fonte: O autor, abr. 2019.

Figura 22 - Comunidade Jardim Maravilha



Fonte: O autor, abr. 2019.

Ponto 3) Baixo curso do rio, antes de chegar à comunidade Piraquê. Ao fundo, a Serra de Inhoaíba (Figura 23).

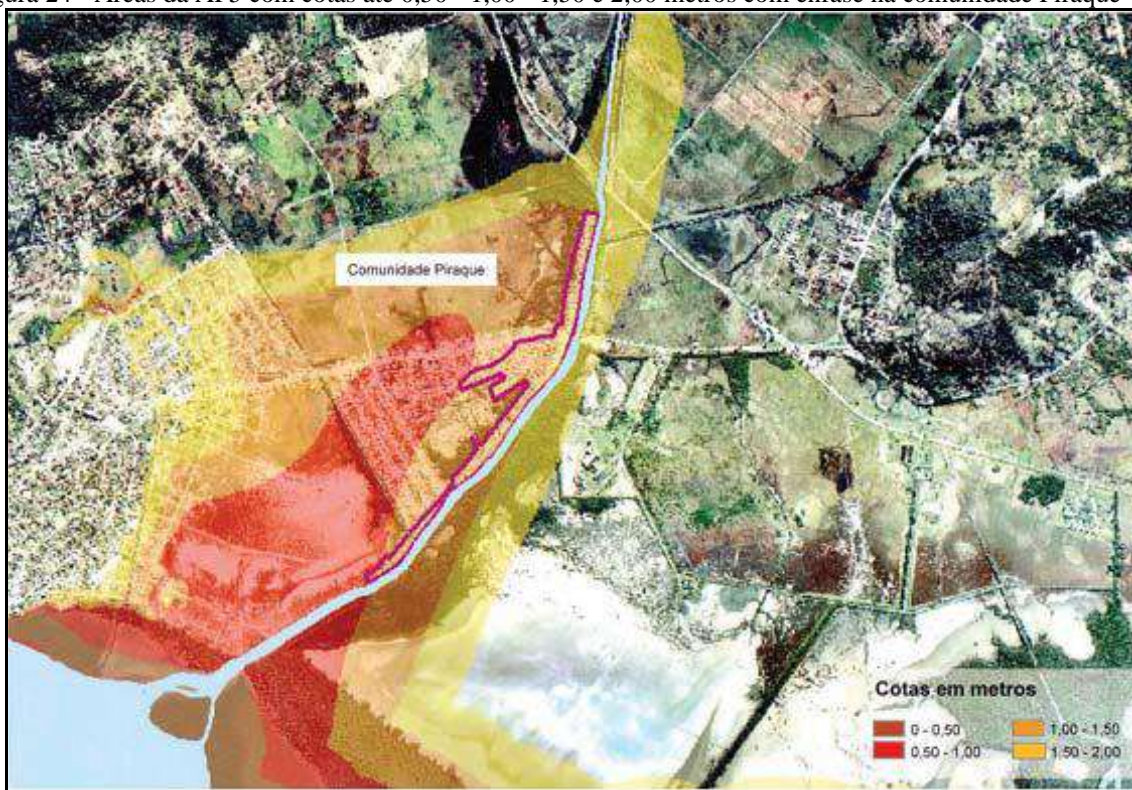
Figura 23 - Cruzamento da Avenida das Américas com o rio Piraquê-Cabuçu



Fonte: O autor, abr. 2019.

Ponto 4) A Comunidade do Piraquê, ocupações irregulares na margem direita do rio, também frequentemente afetada por inundações, sobretudo por suas condições de relevo e altitude (Figura 24).

Figura 24 - Áreas da AP5 com cotas até 0,50 - 1,00 - 1,50 e 2,00 metros com ênfase na comunidade Piraquê



Fonte: IPP, Coleção de Estudos Carioca, 2008

Ponto 5) Ocupações e loteamentos em área de inundação, próximos aos manguezais, onde é possível identificar o que é classificado como “áreas sujeitas à inundação”, “áreas não edificadas” e “áreas residenciais” (Figura 25).

Figura 25 - Área de manguezal com loteamentos na foz da bacia



Fonte: O autor, abr. 2019.

Ponto 6) Foz do canal que limita os bairros de Guaratiba e Pedra de Guaratiba. Ao fundo, a mata ciliar da Baía de Sepetiba (Figura 26). Ao longo deste trecho são observadas diversas obras de saneamento, apesar o esgoto ainda lançado diretamente no canal.

Figura 26 - Divisa Guaratiba e Pedra de Guaratiba



Fonte: O autor, jun. 2018.

Figura 27 - Esgoto despejado em canal em canal



Fonte: O autor, jun.2018.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A dissertação buscou aplicar um olhar holístico sobre como a relação sociedade-natureza tem contribuído para exposição e agravamento das populações a situações de risco ao ocupar áreas suscetíveis à inundação, tentando compreender a influência, sobre o local, do que extrapola a escala local.

A partir da análise de alguns condicionantes físicos e de uso do solo foi possível mensurar a suscetibilidade à inundação da bacia hidrográfica do rio Piraquê-Cabuçu, o que mesmo assim não tem impedido o adensamento populacional da área, acompanhado de todo o processo de ampliação da infraestrutura, o que reflete o contexto político da cidade, que envolve a mercantilização de serviços básicos e a elitização de determinadas áreas, possibilitando alternativas para relação entre capital público e privado, com maiores vantagens para o segundo.

A relação entre Estado e investimentos privados tem sido preponderante para a perigosa organização espacial observada em que, mesmo sem infraestrutura adequada instalada, o aporte de capital privado tem flexibilizado diversas regras e dado brechas para se consolidar uma dinâmica equivocada e em desacordo com as principais leis de uso do solo.

Este estudo, portanto, não tem a finalidade de finalizar uma concepção metodológica, visto que, mesmo buscando uma abordagem holística, é possível aprofundar e detalhar determinados pontos de análise. Mas destaca-se a importância de conceber estudos que compreendam e considerem a complexidade das relações sociais com a natureza.

O recorte espacial desta pesquisa pode trazer algumas limitações por se tratar de um estudo que não teve como objetivo específico as condições dos recursos hídricos. Desta forma, os setores censitários precisaram ser adaptados aos limites da bacia, embora os setores adaptados não tenham influenciado de maneira significativa a totalidade de habitantes da bacia. Os recortes por bairros ou regiões administrativas podem ser válidos.

A aplicação de técnicas de geoprocessamento e integração de dados permitem gerar informações que, ao serem analisadas, poderiam ser aproveitadas para complementar ações por parte dos gestores públicos.

A partir integração dos PI de condicionantes físicos e análise isolada destes (hipsometria, clinografia, pedologia e geomorfologia) e de uso do solo foram identificadas áreas mais suscetíveis à inundação, traduzindo a maior parte da bacia como de alta e altíssima suscetibilidade.

Nesta pesquisa optou-se por manter as classes originais definidas pelas respectivas instituições que geraram os mapas originais, contudo, observou-se, em alguns casos, que o agrupamento de classes poderia tornar a análise mais objetiva e de melhor compreensão dos PI, como no caso de uso do solo e geomorfologia.

A partir da integração de dados sociais, econômicos (renda, gênero, escolaridade e idade) e de infraestrutura (esgoto, água e coleta de lixo) coletados pelo Censo 2010, e análise isolada destes, foi possível identificar que a maior parte dos setores censitários estão entre média e baixíssima vulnerabilidade, o que demonstra que há um processo de condicionamento mínimo (não atendendo plenamente toda a população), dotando a área de serviços para receber a população que vem sendo incentivada a ocupar esta região através de um conjunto de políticas públicas.

A partir da integração e cruzamento dos dados de suscetibilidade e vulnerabilidade verifica-se que a alta vulnerabilidade socioambiental abrange os bairros de Guaratiba e Pedra de Guaratiba, onde se localizam as principais comunidades que são frequentemente afetadas por inundações, como as que ocorrem anualmente, normalmente entre dezembro e março.

Apesar do contingente populacional envolvido nas migrações no período analisado não representar uma parcela significativa em termos de números absolutos da população carioca, representa uma dinâmica que tende a permanecer nos próximos anos, recebendo acréscimos aos números já identificados, sobretudo associada à expansão imobiliária.

Ao considerar os bairros de Campo Grande, Guaratiba e Pedra de Guaratiba, temos o maior fluxo migratório da cidade, com destaque para o primeiro bairro, associado à remoções de favelas em outras áreas da cidade e aos empreendimentos do PMCMV no bairro, o que influencia a expansão de atividades comerciais em função deste adensamento populacional. Apesar deste programa mencionado, o crescimento populacional na região é tratado a partir da urbanização de comunidades e lotes irregulares, não havendo uma atenção às características ambientais da região e os conflitos socioambientais gerados. O plano prevê medidas de adequação da vazão afluente à capacidade da calha dos trechos já urbanizados e vias parques nas marginais de cursos d'água ainda não urbanizados a fim e evitar novas ocupações, contudo, não há medidas mais consistentes previstas a fim de alcançar soluções próximas ao definitivo.

Os mapeamentos temáticos permitiram identificar áreas de grande fragilidade que tendem a ser cada vez mais suprimidas a partir da dinâmica observada. A cobertura de mangues da área que, originalmente, teriam grande abrangência, sobretudo nas áreas do baixo curso do rio, atribuem uma característica que não deve ser desprezada na perspectiva do

planejamento, considerando a fragilidade e importância desse ambiente em termos de biodiversidade. Soma-se ao fato de na mesma área haver abrangência significativa de gleissolos, de característica básica o hidromorfismo de ferro e alumínio, o que demonstra a suscetibilidade à constantes inundações.

A expansão viária tem facilitado e ampliado a ocupação da região, aumentando o movimento populacional pendular. Diversos loteamentos são observados nas proximidades da Avenida das Américas, no trecho de Guaratiba, o que poderá agravar o atual estágio de degradação ambiental e vulnerabilidade socioambiental.

Os instrumentos legais que abordam uso e ocupação do solo como o PDM e as legislações ambientais são importantes para minimizar os problemas ambientais. Esses instrumentos já preveem alternativas para mitigar o impacto de processos naturais, como áreas *non aedificandi*, APP, APA, entre outros zoneamentos, que, entretanto, acabam não considerando a fragilidade da área de estudo, que possui uma ampla planície de inundação, constituída pelas planícies costeiras e fluviomarinhas.

O despejo de esgoto e resíduos sólidos diretamente nos cursos hídricos é uma forma de descaracterizar os rios, tornando-os gradativamente desprovidos de suas funções naturais, o que poderia, incorretamente, justificar a permanência das ocupações antrópicas. Algumas importantes ações e análises para o futuro seriam a delimitação de Faixas Marginais de Proteção dos cursos d'água e, por parte do poder público, a limitação consistente da ocupação dessas áreas como uma forma de iniciar um processo que leve em consideração as características naturais da região, visando conciliar essas características com a dinâmica da sociedade de, historicamente, expandir seu tecido urbano.

O processo de ocupação da área deveria ser muito planejado e raciocinado, dadas as condições proporcionadas pela interação das características geológicas, climáticas e umidade associada ao Oceano Atlântico, constituindo uma dinâmica climática que traz frequentes tragédias anualmente. Portanto, o diagnóstico das ambiental é de grande importância para compreender as características do ambiente e o desenvolvimento de alternativas considerando a fragilidade do ambiente, as potencialidades, a preservação e a conciliação com a sociedade.

A espacialização das condições físicas, bem como das condições naturais e ocupações antrópicas, é de vital importância para compreender como a relação entre sociedade e natureza pode se desdobrar.

A pesquisa teve como proposta analisar a dinâmica socioambiental da bacia hidrográfica do rio Piraquê-Cabuçu para compreender como a população tem sido exposta aos riscos de inundações a partir da identificação das áreas mais suscetíveis e das áreas com maior

adensamento populacional. A partir dos dados analisados, foram geradas informações que facilitam a identificação de áreas prioritárias para elaboração de políticas que possam contornar o problema e reduzir a vulnerabilidade da população.

É pertinente questionar se uma metrópole pode se tornar competitiva e atraente para o capital sem se tornar socialmente injusta e ambientalmente insustentável. A cidade como mercadoria para ser vendida e seu marketing é algo que deve ser repensado, e repensados também os investimentos que manifestem interesses turísticos e econômicos.

A atual política urbana em curso, mostrada ao longo desta pesquisa, concretiza um processo de marginalização dos cariocas e sua história, desmontando características culturais da população historicamente espacializada e selecionando as áreas de atuação do capital, já que a cidade vem se tornando cada vez mais setORIZADA e o consumo de determinadas áreas centrais revitalizadas é restrito à apenas uma parcela da população, acentuando o processo de periferização das populações mais vulneráveis socioeconomicamente.

REFERÊNCIAS

- ABREU, Maurício de Almeida. **A evolução urbana do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: IPP, 2006.
- ACSELRAD, Henri. Ambientalização das lutas sociais: o caso do movimento por justiça ambiental. **Estudos Avançados**. São Paulo, v. 24, n. 68, p. 103-119, 2010. Disponível em: <www.scielo.org/php/index.php?lang=en>.
- ARAUJO, Eloisa Carvalho de; RIBEIRO, Natália Fernandes. Cidades Verdes: Contribuições para o debate sobre rios urbanos e corredores verdes. **Periódico técnico e científico Cidades Verdes**. Cidades Verdes, v.03, n.05, 2015, pp. 117-132.
- BARBOSA, Claudio Clemente Faria. **Álgebra de mapas e suas aplicações em sensoriamento remoto e geoprocessamento**. Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto. INPE, 1997.
- BERTRAND, Georges. **Paisagem e geografia física global**: esboço metodológico. Caderno de Ciências da Terra, n. 13, p. 1-27, 1971.
- BELTRÃO, Kaizô Iwakami; CAMARANO, Ana Amélia; KANSO, Solange; e SUGAHARA, Sonoe. **Tendências demográficas do Município do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: IPP/PCRJ, 2004.
- BOTELHO, Rosângela Garrido Machado; SILVA, Antonio Soares da; VITTE, A. C. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. Cap. 6, 2004. In: VITTE, Antonio Carlos e GUERRA, Antonio José Teixeira (org.). **Reflexões Sobre a Geografia Física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.
- _____; Bacias hidrográficas urbanas. Cap. 3, 2011 In: GUERRA, Antonio José Teixeira, *et al.* **Geomorfologia urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.
- _____; Planejamento Ambiental em Microbacia Hidrográfica. Cap. 8, 2010. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; SILVA, Antonio Soares da; BOTELHO, Rosângela Garrido Machado. **Erosão e conservação dos solos**: Conceitos temas e aplicações. 6ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios. In: **Anuários Brasileiro de Desastres Naturais**. Brasília: 2007.
- _____. Lei no 10.257, de 10 de julho de 2001. **Estatuto da Cidade e Legislação Correlata**. 2ª edição, atual. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 2002. 80 p.
- BRITTO, Ana Lucia; REZENDE, Sonaly Cristina. **A política pública para os serviços urbanos de abastecimento de água e esgotamento sanitário no Brasil**: financeirização,

mercantilização e perspectivas de resistência. Cad. Metrop., São Paulo, v. 19, n. 39, pp. 557-581, maio/ago 2017.

CARLOS, Ana Fani Alessandri. **O Espaço Urbano: Novos Escritos sobre a Cidade**. São Paulo: FFLCH, 2007.

CAVALCANTI, Lucas Costa de Souza. **Cartografia de paisagens: fundamentos**. 2ª ed. rev. e atual. São Paulo: Oficina de Textos, 2018.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda, 1999.

CORIOLOANO, Luiza Neide M. T. Turismo e meio ambiente: interfaces e perspectivas. In: **O turismo e a relação sociedade-natureza: realidades, conflitos e resistências**. Fortaleza, Ceará. Associação Brasileira das Editoras Universitárias, 2ª ed. 2014.

COSTA, Vivian Castilho da. **Propostas de Manejo e Planejamento Ambiental de Trilhas Ecoturísticas: Um Estudo no Maciço da Pedra Branca – Município do Rio de Janeiro (RJ)**. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, 2006. 325f.

CPCMO – Comitê Popular da Copa do Mundo e das Olimpíadas do Rio de Janeiro (2013), Megaeventos e violações de direitos humanos no Rio de Janeiro. **Dossiê do Comitê Popular da Copa e Olimpíadas do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: CPCMO.

_____ (2014), Megaeventos e violações de direitos humanos no Rio de Janeiro. **Dossiê do Comitê Popular da Copa e Olimpíadas do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: CPCMO.

_____ (2015), Megaeventos e violações de direitos humanos no Rio de Janeiro. **Dossiê do Comitê Popular da Copa e Olimpíadas do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: CPCMO.

CREPANI, Edison; MEDEIROS, José Simeão de; FILHO, Pedro Hernandez; FLORENZANO, Tereza Gallotti; DUARTE, Valdete; BARBOSA, Claudio Clemente Faria. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial**. INPE, São José dos Campos, SP, 2001.

CUNHA, Luiz Henrique; COELHO, Maria Célia Nunes. Política e Gestão ambiental. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista. (org.). **A Questão Ambiental - Diferentes Abordagens**. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro: 2003.

DIAS, Renê Lepiani; FILHO, Archimedes Perez. **Novas considerações sobre geossistemas e organizações espaciais em geografia**. Sociedade & natureza (UFU. ONLINE), v. 29, p. 409-421, 2017.

EASTMAN, J. Ronald. *Idrisi Selva: manual version 17*. Worcester, MA: Clark University, 2012a.

_____. *Idrisi Selva: tutorial version 17*. Worcester, MA: Clark University, 2012b.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. In: **Reunião Técnica de Levantamento de Solos, 10.** 1979, Rio de Janeiro. Súmula. Rio de Janeiro, 1979. 83p.

FLORENZANO, Tereza Gallotti. **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

GOMES, Maria de Fatima C. M.; MAIA, Rosemere Santos; CARDOSO, Isabel Cristina da C; FRANÇA, Bruno Alves de (Organizadores). **Renovação urbana, mercantilização da cidade e desigualdades socioespaciais.** 1ª edição. Rio de Janeiro: Mauad X, 2013.

GONÇALVES, Rafael Soares. (2013). **O espetáculo da paisagem carioca: novas configurações urbanas e seus impactos.** In: GOMES, Maria de Fatima C. M.; MAIA, Rosemere Santos; CARDOSO, Isabel Cristina da C; FRANÇA, Bruno Alves de (Organizadores). **Renovação urbana, mercantilização da cidade e desigualdades socioespaciais.** 1ª edição. Rio de Janeiro: Mauad X, 2013.

GREGORY, Kenneth John. **A natureza da Geografia Física.** Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1992.

GUERRA, Antônio José Teixeira; MARÇAL, Mônica dos Santos. **Geomorfologia Ambiental.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006

HARVEY, David. **A produção capitalista do espaço.** São Paulo: Annablume, 2006.

_____. **Condição pós-moderna: uma pesquisa sobre as Origens da Mudança Cultural.** 16ª edição. São Paulo: Edições Loyola, 2007

HOGAN, Daniel Joseph; CUNHA, José Marcos Pinto da; CARMO, Roberto Luiz do; OLIVEIRA, Antonio Augusto Bitencourt. **Urbanização e vulnerabilidades socioambientais diferenciadas: o caso de Campinas.** *Anais do XII Encontro Nacional da Abep*, Caxambu, 2000.

IBGE. **Manual Técnico de Uso da Terra.** 3ª ed., Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

INEA – Instituto Estadual do Ambiente. **O estado do ambiente: indicadores ambientais do Rio de Janeiro – 2010.** Organizadoras: Julia Bastos e Patricia Napoleão. – Rio de Janeiro (Estado). Secretaria Estadual do Ambiente. Rio de Janeiro: SEA; INEA, 2011.

LEFEBVRE, Henri. A cidade e o urbano. In: **Espaço e Política.** Belo Horizonte: Editora UFMG, 2008. 79-88.

LENCIONI, Sandra. Da Metrópole como estratégia desenvolvimentista à metropole como sobrevida do capitalismo. In: PEREIRA, Paulo César Xavier; e HIDALGO, Rodrigo. **Producción inmobiliaria y reestructuración metropolitana en América Latina.** Santiago-Chile, 2008, p.41-54 ISBN: 978-956-14-1002-2.

MACHADO, Gilnei. Por uma territorialização da bacia hidrográfica. In: SAQUET, Marcos Aurélio. (Org.). **Estudos territoriais na ciência geográfica.** 1ed. São Paulo: Outras Expressões, 2013, v. 01, p. 107-128.

MAGELA, Mateus Mendes. **Teoria Básiada das Cadeias de Markov**. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) – Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, Departamento de Matemática, 2015. 112f.

MANSUR, André Luis. **O velho oeste carioca – História da ocupação da Zona Oeste do Rio de Janeiro (de Deodoro a Sepetiba), do século XVI aos dias atuais**. – 1ªed. – Rio de Janeiro: Ibis Libris, 2008.

_____. **O velho oeste carioca – Volume II – Mais histórias da ocupação da Zona Oeste do Rio de Janeiro (de Deodoro a Sepetiba), do século XVI ao XXI**. – 1ªed. – Rio de Janeiro: Ibis Libris, 2011.

_____. **O velho oeste carioca – Volume III – Outras histórias da ocupação da Zona Oeste do Rio de Janeiro (de Deodoro a Sepetiba), do século XVI ao XXI**. – 1ªed. – Rio de Janeiro: Ibis Libris, 2016.

MARANDOLA JÚNIOR, Eduardo José; HOGAN, Daniel Joseph. **Natural hazards: o estudo geográfico dos riscos e perigos**. Ambiente e Sociedade (Campinas), Campinas, v. 7, n.2, p. 95-110, 2004.

MASCARENHAS, Gilmar. cidade mercadoria, cidade-vitrine, cidade turística: a espetacularização do urbano nos megaeventos esportivos. **Caderno Virtual de Turismo**. Edição especial: Hospitalidade e políticas públicas em turismo. rio de Janeiro, v. 14, supl.1, s.52-s.65, nov. 2014.

_____. A produção da cidade olímpica e os sinais da crise do modelo globalitário. **Geosp – Espaço e Tempo (Online)**, v. 20, n.1, p.52-68, mês. 2016. ISSN 2179-0892.

MELLO, Dunstana Farias de. **Pedra de Guaratiba: um lugar onde o futuro não aconteceu**. Dissertação (Mestrado em História). Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

MENDONÇA, Maria Luiza Furtado de; SILVA, Luiz Roberto Arueira da. **Áreas da cidade passíveis de alagamento pela elevação do nível do mar**. Rio de Janeiro: IPP/PCRJ, 2008.

MOREIRA, Mariana Valicente; MENDONÇA, Bruno Ragi Eis; TÂNGARI, Vera Regina. **Reconhecimento e categorização tipológica dos sistemas de espaços livres privados: o estudo de caso de Guaratiba – RJ**. X COLÓQUIO QUAPA-SEL, 2015.

MORAES, Antônio Carlos Robert. **Geografia: pequena história crítica**. 21ª edição. São Paulo: Annablume, 2007.

MORAN, Emilio Frederico. O desafio da pesquisa em interações homem-ambiente. In: **Meio ambiente e ciências sociais: Interações homem-ambiente e sustentabilidade**. Editora SENAC: São Paulo, 2011.

MORIN, Edgar. **Introdução ao pensamento complexo**. Porto Alegre: Sulina, 2005.

NOVAIS, Pedro. Urbanismo na cidade desigual: o Rio de Janeiro e os megaeventos. In: **Revista brasileira de estudos urbanos e regionais**. V. 16 n. 1. Maio, 2014. p.11-33.

NOVO, Evlyn Márcia Leão de Moraes. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. São José dos Campos: Edgar Blücher, 1989.

OLIVEIRA, Fabricio Leal de. **Condicionantes territoriais para a elaboração de estimativas populacionais para unidades submunicipais: considerações a partir do caso do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: IPP/PCRJ, 2008.

OLIVEIRA, Maria Amália Silva Alves de. **Zona Oeste da Cidade do Rio de Janeiro: entre o rural e o urbano**. Iluminuras, Porto Alegre, v. 18, n. 45, p. 325-349, ago/dez, 2017.

RAIMUNDO, Sidnei. Estudios de las Relaciones entre Sociedad y Naturaleza, y su Aplicación en Investigaciones Sobre Ocio y Turismo. In: Marcelino Castillo Nechar; Alexandre Panosso Netto. (Org.) **Epistemologia del Turismo**. 1º ed. Cid México - México: Trilhas, 2010, v., p. 154-173.

REIS, Antônio Pereira dos; MANSUR, Kátia Leite. **Sinopse Geológica do Estado do Rio de Janeiro. Mapa Geológico 1:400.000**. Secretaria de Estado de Meio Ambiente - Departamento de Recursos Minerais - Diretoria Técnica. Niterói, 1995.

RIBAS, Rodrigo Pinheiro; gontijo, Bernardo Machado; MOURA, Ana Clara Mourão. **Análise da dinâmica espacial de um potencial conector de paisagem utilizando cadeias de Markov e Autômatos Celulares**. In: Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR. João Pessoa-PB, 2015.

RIO DE JANEIRO. PMSB. **Plano Municipal de Saneamento Básico da cidade do Rio de Janeiro – Drenagem e manejo de águas pluviais urbanas**. Prefeitura da cidade do Rio de Janeiro. Secretaria municipal de saneamento e recursos hídricos. Fundação Instituto das águas. Dez, 2015.

ROCHA, Altamar Amaral. **Sociedade e Natureza: A produção do espaço urbano em Bacias Hidrográficas**. Vitória da Conquista: Edições UESB, 2011.

ROSS, Jurandy Luciano Sanches. Análise empírica da fragilidade ambiental dos ambientes naturais e antropizados. In: **Revista do Departamento de Geografia (USP)**. São Paulo: v6. p.63-74, 1994.

ROSA, Roberta. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. Instituto de Geografia. Laboratório de Geoprocessamento. Uberlândia, 2013.

SAATY, Thomas Lorie. **How to make a decision: The analytic hierarchy process**, European Journal of Operational Research, Vol.48 No.1, 1990. p.9-26

SALOMÃO, F. X. T; Controle e Prevenção dos Processos Erosivos. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A S. da.; BOTELHO, R G. M; (Orgs.) **Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações**. Rio Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2012. cap. 7, p.230-267.

SANTOS, Milton. **Metamorfose do Espaço Habitado: Fundamentos Teóricos e Metodológicos**. 6º ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

SANTOS, Milton. **Pensando o Espaço do Homem**. 5^o ed. 3. Reimpressão. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2012.

SANTOS, Rozely Ferreira dos. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SANTOS, Alexandre Rosa dos; LOUZADA, Francieane Lousada Rubini de Oliveira; EUGENIO, Fernando Coelho. **ArcGIS 9.3 TOTAL: Aplicações para Dados Espaciais**. Alegre, ES: CAUFES, 2010. 184p.

SAUER, Carl. O. **A morfologia da paisagem**. 1925. In: ROSENDAHL, Z.; CORRÊA, Roberto Lobato. Paisagem, tempo e cultura. Rio de Janeiro: Ed. UERJ, 1998. pp.12-74.

SILVA, Edson Vicente da; RODRIGUEZ, José Manuel Mateo. **Planejamento e zoneamento de bacias hidrográficas: a geoecologia das paisagens como subsídio para uma gestão integrada**. Caderno Prudentino de Geografia, Presidente Prudente, n.36, Volume Especial, p. 4-17, 2014.

SILVA, Ian Verdan da; OSCAR JUNIOR, Antonio Carlos. **Bacia do rio piraquê-cabuçu e as inundações do dia quinze de fevereiro de 2018**. In: XVIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. SBGFA. Fortaleza - CE, 2019.

SILVA, Jorge Xavier da. **O que é Geoprocessamento?** Revista CREA RJ, Rio de Janeiro, p. 42 - 44, 30 out. 2009.

_____. **Geoprocessamento no apoio à decisão**. Revista Continentes (UFRRJ), ano 5, n^o 9, 2016, p. 106-115. ISSN 2317-8825

SOUZA, Lucas Barbosa e; ZANELLA, Maria Elisa. **Percepção de Riscos Ambientais: Teoria e Aplicações**. Fortaleza: Edições UFC, 2009.

SOUZA, Marcelo Lopes de. **Mudar a cidade: uma introdução crítica do planejamento e à gestão urbana**. 8 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

TABACOW, José Waldemar; SILVA, Jorge Xavier. **Geoprocessamento Aplicado à análise da Fragmentação da Paisagem na Ilha de Santa Catarina**. In: Jorge Xavier da Silva; Ricardo Tavares Zaidan. (Org.). Geoprocessamento e Meio ambiente. 1^o ed. Rio de Janeiro: Bertrand, 2011, v. , p. 35-70.

TOMINAGA, Lídia Keiko; SANTORO, Jair; AMARAL, Rosangela do (orgs.) **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli; PORTO, Rubem La Laina; BARROS, Mario Thadeu Leme de (org.) **Drenagem urbana**. Porto Alegre, ABRH, 1995.

_____. (Org.) **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2^o ed. Coleção ABRH de Recursos Hídricos; v.4 Porto Alegre: Editora da Universidade: ABRH, 1997.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. 2008. Gestão Integrada das Águas Urbanas. **Revista de Gestão de Água da América Latina** - ISSN 2359-1919 – Vol. 5, no. 2, p. 71-81, jul/dez 2008.

_____ & CRUZ, Marcus Aurélio Soares. 2008. Avaliação dos Cenários de Planejamento na Drenagem Urbana. RBRH — **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Volume 13 n.3 jul/set 2008, 59-71

VERDUM, Roberto. Paisagem Perceber e conceber paisagem. In: Roberto Verdum et al (Organizadores). **Paisagem: leituras, significados e transformações**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2012.

VEYRET, Yvete.; RICHEMOND, N. M. O risco, o risco: Definições e vulnerabilidades do risco. In: VEYRET, Y. (Org.). **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. Trad. Dilson Ferreira. São Paulo: Contexto, 2007. 23-80.

VICENTE, Jenesca Florencio; CARVALHO, Maria Geralda de; BARBOSA, Giselle Ramalho. **Avaliação Hidrogeológica das Regiões Administrativas de Campo Grande e Guaratiba** / RJ. XVI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. São Luiz – MA, 2010.