



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Tecnologia e Ciência

Instituto de Geografia

Carlos Henrique de Mello Pinto

**Alagamentos no bairro de Santa Cruz: uma contribuição à drenagem
urbana carioca**

Rio de Janeiro

2019

Carlos Henrique de Mello Pinto

Alagamentos no bairro de Santa Cruz: uma contribuição à drenagem urbana carioca

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

Orientador: Prof. Dr. Hugo Portocarrero

Rio de Janeiro

2019

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

P659 Pinto, Carlos Henrique de Mello.
Alagamentos no bairro de Santa Cruz: uma contribuição a drenagem urbana carioca / Carlos Henrique de Mello Pinto. – 2019.
102f.: il.

Orientador: Hugo Portocarrero.
Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Geografia.

1. Inundações – Estudo de casos – Conjunto Habitacional São Fernando (RJ) – Teses. 2. Bacias hidrográficas urbanas – Santa Cruz (RJ) – Teses. 3. Uso e ocupação do solo – Santa Cruz (RJ) – Teses. 4. Geografia Humana – Santa Cruz (RJ) – Teses. 5. Drenagem urbana – Santa Cruz (RJ) – Teses. I. Portocarrero, Hugo. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Geografia. III. Título.

CDU 556.166(815.3)

Bibliotecária responsável: Fernanda Lobo / CRB-7:5265

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

Assinatura

Data

Carlos Henrique de Mello Pinto

Alagamentos no bairro de Santa Cruz: uma contribuição à drenagem urbana carioca

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

Aprovada em 26 de junho de 2019.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Hugo Portocarrero (Orientador)

Instituto de Geografia – UERJ

Prof. Dr. Alexander Josef Sá Tobias da Costa

Instituto de Geografia – UERJ

Prof. Dr. Aluísio Granato de Andrade

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA

Rio de Janeiro

2019

DEDICATÓRIA

Ao gigante professor, pesquisador e excelente ser humano Dr. Gilmar Mascarenhas de Jesus.

AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus, por ter me sustentado e dado força nos momentos de angústia e aflição, tão presente na reta final do mestrado.

A minha mãe, por tudo, pois sempre lutou para conceder o alimento e o estudo aos seus filhos. Mesmo sendo sozinha, nunca deixou faltar e sempre estimulou a nossa educação, tão cara ao desenvolvimento da nação.

A minha amada esposa que desde o início da graduação se dispôs a trilhar ao meu lado e me incentivou a percorrer esse árduo caminho que é o do mestrado. A amo de todo o meu coração.

Ao meu orientador Prof. Dr. Hugo Portocarrero, especialmente pelos conselhos, puxões de orelha e pelo empenho na construção dessa dissertação, sem o qual teria sido muito difícil a realização desse trabalho.

Ao Programa de Pós-graduação em Geografia (PPGEO – UERJ), seus professores e funcionários, aos quais devo grande parte da minha formação acadêmica e pessoal, e que comprovaram que o ensino e a pesquisa devem estar vinculados a uma finalidade efetiva de melhoria da realidade.

Aos professores Dr. Alexander de Sá Tobias da Costa, Dra. Marta Foeppel Ribeiro, Dra. Nadja Castilho e Dra. Vivian Castilho. Mesmo em um momento de extrema desvalorização do docente, vocês me provaram que a docência deve ser feita com o melhor que podemos. O meu muito obrigado.

Aos colegas de Pós-graduação MSc. Tamiris Diniz e MSc. Luiz Henrique. A contribuição, discussão e a troca me foi muito útil na construção dessa dissertação.

Ao Pedro D' Andrea do Instituto Políticas Alternativas para o Cone Sul (PACS), por disponibilizar pesquisas, se colocar disponível a me atender e discutir as complexidades pertinentes à área de estudo.

Ao professor Dr. Paulo Canedo e a Fundação Rio-Águas, por produzirem e disponibilizarem as pesquisas sobre a área de estudo. O meu muito obrigado.

Ao Instituto Pereira Passas (IPP), por disponibilizar a base cartográfica da área de estudo.

Aos meus alunos da educação básica, em especial o aluno Matheus Gustavo. Muito obrigado.

A todos que fizeram e fazem parte da minha história, muito obrigado. Deus lhes abençoe poderosamente.

Ser sábio é melhor do que ser forte, o conhecimento é mais importante do que a força.

Provérbio 24:5

RESUMO

PINTO, Carlos Henrique de Mello. **Alagamentos no bairro de Santa Cruz: uma contribuição à drenagem urbana carioca.** 2019. 102f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

As bacias hidrográficas urbanas, cada vez mais, têm sofrido alterações, retilinizações e canalizações para acompanhar o processo, especialmente no século XX, de urbanização que impacta e promove consequências desastrosas para a sociedade. Esse processo desencadeou um uso indisciplinado do espaço e, também, empurrou as populações de baixa renda para as áreas mais periféricas e/ou desprovida de um aparato de infraestrutura urbana. Em Santa Cruz, município do Rio de Janeiro, os conjuntos habitacionais, loteamentos, ocupações irregulares tendem a se desenvolver a margem da fiscalização do Estado. A partir do exposto, a presente dissertação tem por objetivo geral analisar a questão dos alagamentos no bairro de Santa Cruz, utilizando-se como estudo de caso para aprofundamento os problemas no Conjunto Habitacional São Fernando e, tem por objetivos específicos identificar se as condicionantes (antrópicas e físicas) atuaram nos alagamentos, avaliar se a morfologia local exerce influência na concentração de água e investigar se as medidas adotadas para mitigar os alagamentos cumprem o seu objetivo. Para tanto, procede-se à caracterização física da área de estudo através do levantamento geológico, geomorfológico e pedológico, com base na EMBRAPA e na CPRM, bem como nos níveis de água (registro dos moradores) e de posse da topografia, obtida através da base do IPP. A utilização do software Surfer 8.0 que interpola os valores de diferentes pontos (x, y e z), ou seja, as coordenadas UTM, altimetria e os níveis de água, se mostrou útil para sinalizar a direção do escoamento, níveis de água, hipsometria e equipotenciais de cargas totais. Desse modo, observa-se que as características físicas (geológica, geomorfológica e pedológica) não influenciaram e/ou influenciam nos registros de alagamento, contudo revelaram a vulnerabilidade do ambiente frente a expansão urbana, exigindo medidas que suplantem as condicionantes físicas. A população potencializa o processo, pois dispõe de forma equivocada os resíduos urbanos, assoreando a drenagem local. Os modelos evidenciam a concentração de água nas menores cotas altimétricas. A construção do conjunto habitacional próximo aos níveis operacionais do Canal São Fernando revela-se o cerne da discussão, pois a drenagem é influenciada por esta característica. As medidas corretivas adotadas (galerias de drenagem, reservatório de bombeamento que funciona como uma estação elevatória e estação de tratamento de esgoto) mitigaram os danos, pois após a sua instalação (no ano de 2013) os registros reduziram significativamente, porém criaram uma relação de dependência, pois se as intervenções hidráulicas fracassarem a possibilidade de gerar novos casos são previstos.

Palavras-chave: Alagamento. Drenagem Urbana. Santa Cruz, RJ.

ABSTRACT

PINTO, Carlos Henrique de Mello. **Alagamentos in the neighborhood of Santa Cruz: a contribution to urban drainage in Rio de Janeiro.** 2019. 102f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

Increasingly, urban water basins have undergone alterations, rectification and canalization to accompany the process, especially in the twentieth century, of urbanization that impacts and promotes disastrous consequences for society. This process unleashed an undisciplined use of space and also pushed low-income populations into the more peripheral areas and / or devoid of an urban infrastructure apparatus. In Santa Cruz, municipality of Rio de Janeiro, housing complexes, subdivisions, and irregular occupations tend to develop outside the scope of state control. From the above, this dissertation aims to analyze the floods in the Santa Cruz neighborhood, using as a case study to deepen the problems in the São Fernando Housing Complex, and its specific objectives are to identify if the conditions (anthropic and physical) have been involved in the flooding, to evaluate if the local morphology exerts influence in the water concentration and to investigate if the measures adopted to mitigate the floods fulfill their objective. For this purpose, the physical characterization of the study area through geological, geomorphological and pedological surveys, based on EMBRAPA and CPRM, as well as on the water levels (register of the dwellers) and possession of the topography, obtained through the basis of IPP. The use of the Surfer 8.0 software that interpolates the values of different points (x, y and z), that is, the UTM coordinates, altimetry and water levels, has proved useful for signaling flow direction, water levels, hypsometry and equipotential of total loads. In this way, physical (geological, geomorphological and pedological) characteristics did not influence and / or influence flood records, but revealed the vulnerability of the environment to urban sprawl, requiring measures that overcome physical conditions. The population potentiates the process, as it disposes of the municipal waste in a wrong way, seeding the local drainage. The models show the concentration of water in the lower altimetric heights. The construction of the housing complex near the operational levels of the São Fernando Canal is the core of the discussion, since drainage is influenced by this characteristic. The corrective measures adopted (drainage galleries, pumping reservoir that works as a lifting station and sewage treatment plant) mitigated the damage, since after its installation (in the year of 2013) the registries reduced significantly, but created a relation of because if hydraulic interventions fail the possibility of generating new cases are predicted.

Keywords: Flooding. Urban Drainage. Santa Cruz, RJ.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Modelo do perfil esquemático do processo de enchente, inundação e alagamento.....	23
Figura 2 –	Bacia hidrográfica.....	25
Figura 3 –	Modelo do perfil esquemático das diferentes elevações do nível de um rio.....	25
Figura 4 –	Influência da geometria no comportamento do hidrograma.....	27
Figura 5 –	Interpolação dos pontos x, y e z.....	36
Figura 6 –	Bloco gerado pelo Surfer da altimetria da área de estudo.....	37
Figura 7 –	Localização da área de estudo no bairro de Santa Cruz.....	39
Figura 8 –	Mapa da localização da área de estudo no bairro Santa Cruz.....	40
Figura 9 –	Canal São Fernando à jusante.....	41
Figura 10 –	Canal São Fernando à montante.....	42
Figura 11 –	Canal de São Francisco a montante.....	43
Figura 12 –	Canal de São Francisco à jusante.....	43
Figura 13 –	Mapa geológico da sub-bacia do Rio Cação Vermelho com destaque para a área de estudo no bairro de Santa Cruz.....	47
Figura 14 –	Mapa geomorfológico da sub-bacia do rio Cação Vermelho com destaque para a área de estudo no bairro de Santa Cruz.....	49
Figura 15 –	Mapa pedológico da sub-bacia do rio Cação Vermelho com destaque para a área de estudo no bairro de Santa Cruz.....	51
Figura 16 –	Ponte dos Jesuítas em Santa Cruz, RJ.....	54
Figura 17 –	Registro de emissão de material particulado da Companhia Siderúrgica do Atlântico (CSA)	70
Figura 18 –	Alagamento no São Fernando (data de registro 05/04/2010).....	73
Figura 19 –	Alagamento no São Fernando (data de registro 07/05/2011).....	74
Figura 20 –	Alagamento no São Fernando (data de registro 11/03/2019)	75
Figura 21 –	Disposição irregular de resíduos na estrada/Canal São Fernando.....	78
Figura 22 –	Resíduo de construção civil na borda do Canal São Fernando.....	79
Figura 23 –	Canal São Fernando assoreado.....	79
Figura 24 –	Variação altimétrica.....	80

Figura 25 –	Varição altimétrica e áreas sujeitas à expansão urbana.....	81
Figura 26 –	Varição altimétrica e direção do escoamento no Conjunto Habitacional São Fernando.....	82
Figura 27 –	Pontos com maior concentração de água.....	83
Figura 28 –	Área com ocorrência de alagamento (05/04/2010)	85
Figura 29 –	Pontos com maior concentração de água (07/05/2011)	86
Figura 30 –	Registro de alagamento (07/05/2011)	88
Figura 31 –	Pontos com maior concentração de água (11/03/2019)	89
Figura 32 –	Alagamento (11/03/2019)	91
Figura 33 –	Registro de inundação no bairro de Santa Cruz (08 e 09/04/2019)	92

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Precipitação acumulada entre 1997 a 2019 na estação de Santa Cruz....	45
Tabela 2 –	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) das especialidades no bairro de Santa Cruz entre 2000 e 2010.....	76
Tabela 3 –	Registro de alagamento do dia 05/04/2010.....	84
Tabela 4 –	Registro de alagamento (07/05/2011).....	87
Tabela 5 –	Registro de alagamento (11/03/2019).....	90
Tabela 6 –	Tabela de registro de alagamento no bairro de Santa Cruz (08 e 09/04/2019).....	94

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INEA	Instituto Estadual do Ambiente
IPP	Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos
SIG	Sistema de Informação Geográfica
TKCSA	Thyssenkrupp Companhia Siderúrgica do Atlântico

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO.....	15
1	OBJETIVOS	17
1.1	Geral	17
1.2	Específicos	17
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
2.1	Processos hidrológicos.....	19
2.1.1	<u>Enchente e inundação.....</u>	20
2.1.2	<u>Alagamento.....</u>	22
2.1.3	<u>Escoamento superficial.....</u>	23
2.2	Bacia hidrográfica.....	24
2.3	Drenagem Urbana	27
2.3.1	<u>Microdrenagem urbana.....</u>	30
2.3.2	<u>Macrodrenagem urbana.....</u>	31
2.3.3	<u>Controle do impacto da urbanização.....</u>	33
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	35
4	CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA ÁREA DE ESTUDO.....	38
4.1	Área de Estudo.....	38
4.2	Canal São Fernando.....	41
4.3	Canal São Francisco.....	42
4.4	Clima.....	44
4.5	Geologia.....	45
4.6	Geomorfologia.....	48
4.7	Solos.....	50
5	DA FAZENDA AO BAIRRO: UMA ANÁLISE HISTÓRICA DO PROCESSO DE USO E OCUPAÇÃO DE SANTA CRUZ.....	52
5.1	A Fazenda Santa Cruz: do início ao fim da atuação Jesuítica e o seu reflexo nas transformações no sistema de drenagem.....	52
5.2	Da Fazenda Real ao Matadouro de Santa Cruz: uma análise dos fatores indutores e degradantes do bairro.....	56
5.3	A intensificação da atividade industrial no século XX e a manutenção da	

	lógica de degradação no bairro de Santa Cruz.....	60
5.4	A atuação siderúrgica e os seus reflexos no bairro de Santa Cruz.....	65
5.5	Registros de alagamentos no Conjunto Habitacional São Fernando.....	71
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	76
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	95
	REFERÊNCIAS	97

INTRODUÇÃO

“O Homem é parte da natureza e sua guerra contra a natureza é inevitavelmente uma guerra contra si mesmo... Temos pela frente um desafio como nunca a humanidade teve, de provar nossa maturidade e nosso domínio, não da natureza, mas de nós mesmos.” (Rachel Carson – Primavera Silenciosa).

As cidades brasileiras, ao longo do século XX, se caracterizaram como um espaço de atração populacional. Essa atração deriva da busca por melhores condições de vida, trabalho, saúde, educação, entre outros. Esses movimentos populacionais desencadearam uma ocupação, em sua grande parcela, destituída de um aparato de infraestrutura urbana que comportasse de forma harmônica a população. Assim, a premissa proposta no artigo 225 da Constituição Federal, isto é: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.”, vem na retaguarda do processo de uso e ocupação das terras.

A urbanização, nesse sentido, trouxe diversos reflexos e os efeitos desse processo manifestam-se no aparelhamento urbano relativo a recursos hídricos: abastecimento de água, transporte e tratamento de esgoto e drenagem pluvial. Carneiro et al. (2011) salientam que a urbanização é certamente uma das ações antrópicas que geraram mais impactos ambientais a partir das consequências advindas nas mudanças de ocupação e uso do solo. Para Porto et al. (2001) o impacto da urbanização tende a elevar a necessidade de ampliar a capacidade dos condutos com consequente aumento de custo. Este processo evolui a partir das pequenas áreas dentro de um contexto de aprovação de loteamentos.

A capacidade nociva de influenciar o sistema de drenagem natural (em um primeiro momento) e o não acompanhamento das demandas de redimensionamento na micro e macro drenagem urbana induzem a enchentes urbanas que constituem um grave problema para a sociedade. Nesse sentido, a urbanização influencia e/ou interfere significativamente em múltiplas dimensões. Segundo Porto et al. (2001, p. 807) os impactos mais importantes são

Consequências sobre a ocupação do solo: a) proliferação de loteamentos executados sem condições técnicas adequadas; b) ocupação de áreas impróprias (principalmente várzeas de inundação e cabeceiras íngremes); c) proliferação de favelas e invasões e d) ocupação extensa e adensada dificultando a construção de canalizações e eliminando área de armazenamento.

Com a expansão da ocupação, há um conjunto de obras na bacia que alteram as suas características, pois os rios acabam recebendo obras de urbanização (como ruas e até quadras que tomam o seu espaço) o que tende a agravar ainda mais as cheias. Uma vez eliminado o espaço que deveria ser deixado livre para acomodação das inundações, as águas se deslocam para outros caminhos, se espalhando e atingindo regiões antes não alagáveis naturalmente.

Este cenário favorece que as cidades se notabilizem como palco de problemas mais severos de drenagem urbana. Assim, há que se criar mecanismos de correção e adaptação frente aos problemas manifestos no cotidiano do cidadão.

Os problemas relacionados a drenagem urbana não são restritos a uma determinada espacialidade e/ou determinado bairro, no contexto da Cidade do Rio de Janeiro tal problema se manifesta por diversas áreas da cidade.

As transformações na cidade, fruto também do crescimento indisciplinado, criam cenários diversos e exigem intervenções corretivas para criar um ambiente minimamente equilibrado e harmônico para a população.

O bairro de Santa Cruz, zona oeste da Cidade do Rio Janeiro, em especial o Conjunto Habitacional São Fernando, entre os anos de 2010, 2011 e 2019, apresentou um série de registros de alagamentos. Esses alagamentos, no contexto local, tem sido atribuído, pela comunidade, à mudança do curso do Canal São Fernando, promovido pela Companhia Siderúrgica do Atlântico.

Esses alagamentos, no contexto local, tem sido atribuído, pela a comunidade, à mudança do curso do Canal São Fernando, promovida pela Companhia Siderúrgica do Atlântico (CSA).

A partir do exposto a presente dissertação tem por objetivos:

1 OBJETIVOS

1.1 Geral

Analisar a questão dos alagamentos no bairro de Santa Cruz – RJ, utilizando-se como o estudo de caso para aprofundamento os problemas no Conjunto Habitacional São Fernando.

1.2 Específicos

- a) Identificar se as condicionantes naturais atuaram nos alagamentos;
- b) Avaliar se a morfologia local exerce influência na concentração de água;
- c) Avaliar se a eficiência das medidas adotadas para mitigar os alagamentos no conjunto habitacional cumprem o seu objetivo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O aumento de áreas impermeáveis, devido ao crescimento urbano, reflete na redução da infiltração das águas no solo, favorecendo o escoamento superficial, a concentração de enxurradas e a ocorrência de ondas de cheia. Tal processo, também influencia no funcionamento do ciclo hidrológico, pois age no rearranjo dos armazenamentos e na trajetória das águas (CHRISTOFOLETTI, 1993).

As principais transformações que ocorrem com o desenvolvimento de uma área urbana, em relação aos processos hidrológicos, são decorrentes da nova ocupação. O solo passa a apresentar grande parte da sua área revestida de cimento, como: edificações, ruas, calçadas, entre outros, modificando o comportamento da água superficial. A porcentagem da água que infiltra é reduzida, pois novas superfícies são impermeáveis ou quase impermeáveis (GENZ, 1994).

Segundo Christofolletti (1993), para a área da seção transversal dos cursos d'água não ser afetada pela urbanização é necessário que o total das áreas pavimentadas da bacia de drenagem seja inferior a 5% da área total.

A urbanização, nesse contexto, é compreendida como o processo de conversão do meio físico natural para o assentamento humano, acompanhado de drásticas e irreversíveis mudanças no uso do solo, promovendo uma nova configuração da superfície aerodinâmica e das propriedades radiativas, da umidade e da qualidade do ar (OKE, 1980 apud BRANDÃO et al. 2001).

A transformação no uso da terra apresenta a capacidade de afetar os processos hidrológicos (CHOW, 1964 apud VIEIRA et al. 2011). Em áreas urbanas, esses processos podem ser fragmentados em três fases: a primeira está relacionada à transformação do pré-urbano para o urbano inicial, que se dão a remoção de árvores, da vegetação e a edificação de casas, elevando a vazão e a sedimentação, e construção de tanques sépticos e drenagem para o esgoto, aumentando a umidade do solo e a contaminação. A segunda engloba a construção de muitas casas, edifícios, comércio, calçamento das ruas, causando a diminuição na infiltração e o aumento do escoamento superficial. Nessa fase tende a ocorrer a falta de tratamento de lixo e esgoto, ocasionando poluição nas águas. Na última etapa, que corresponde ao urbano avançado, ocorrem muitas edificações residenciais e públicas, instalação de indústrias, acarretando aumento do escoamento superficial, vazão, pico de enchentes e melhoramento dos canais, aliviando alguns problemas (VIEIRA et al. 2011).

Os processos hidrológicos, ora influenciado pelo processo de ocupação, ora influenciado pelas características naturais, ou simultaneamente, apresentam condicionantes naturais e antrópicas que alteram as suas características. Tais condicionantes serão abordados na próxima seção.

2.1 Processos hidrológicos

Os processos hidrológicos podem ser analisados a partir de condicionantes naturais e antrópicas. De acordo com Amaral et al. (2009) a probabilidade e a ocorrência de inundação, enchente e alagamento podem ser analisadas pela combinação das condicionantes naturais e antrópicas.

Dentre os condicionantes naturais destacam-se:

- a) formas do relevo;
- b) características da rede de drenagem da bacia hidrográfica;
- c) características do solo e o teor de umidade;
- d) presença ou ausência da cobertura vegetal.

Ao analisar tais condicionantes é possível compreender e mensurar a dinâmica do escoamento da água nas bacias hidrográficas (vazão), de acordo com o regime de precipitação. O transbordamento, fruto da elevação do nível d'água, ocupa a planície de inundação, também conceituada como várzea, essa corresponde a uma área que periodicamente será afetada pelo transbordamento dos canais fluviais, caracterizando-se, portanto, como uma área inapropriada à ocupação. Em ambientes com características de vale é possível prever a velocidade do processo de inundação. Em vales encaixados (em V) e em vertentes com elevada declividade as águas atingem grandes velocidades em curto espaço de tempo, causando inundações bruscas e mais destrutivas. Já em vales abertos, com extensas planícies e terraços fluviais predispõem condições mais lentas (graduais), devido ao menor gradiente de declividade das vertentes do entorno.

As chuvas intensas e/ou de longa duração propiciam a saturação dos solos, o que eleva o escoamento superficial e a concentração de águas nessas regiões. A cobertura vegetal assume um papel relevante, pois a presença de vegetação auxilia na retenção de água no solo

e diminui a velocidade do escoamento superficial, reduzindo as taxas de erosão e o volume de sedimento nos canais fluviais.

Dentre os condicionantes antrópicos destacam-se:

- a) uso e ocupação irregular nas planícies e margens de canais d'água;
- b) disposição irregular de lixo nas proximidades dos canais fluviais;
- c) alteração das características da bacia hidrográfica e dos cursos d'água (vazão, retificação, canalização de cursos d'água, impermeabilização do solo, entre outros).

O uso indisciplinado do solo, fruto das intervenções e interferências das atividades antrópicas, marcantes nas áreas urbanas, produzem impactos diretos tanto para o local como para a população. Há um conjunto de alterações acionadas para potencializar esses danos, segundo (MORETTI, 2004) tais impactos estão relacionados à disposição inadequada de resíduos nas proximidades dos cursos d'água, redução da vazão dos canais fluviais nos períodos de estiagem, aumento da erosão (elevando a quantidade de sedimentos presentes na água), impermeabilização dos solos pelo asfalto impedindo a infiltração, responsável pela elevação da velocidade do escoamento superficial, retificações, canalizações e o assoreamento que são responsáveis por alterarem a dinâmica da vazão, eliminação dos meandros (curvas), que reduzem gradualmente a velocidade da água e atenua as “inundações relâmpagos” e a presença de esgotos, proveniente das redes de coleta e de lançamentos irregulares nos sistemas de drenagem de águas pluviais. Dessa maneira, as ocorrências de enchentes, inundações e alagamentos tornam-se mais frequentes e com maiores consequências.

2.1.1 Enchente e inundação

A enchente é um fenômeno natural que ocorre nos cursos de água em regiões urbanas e rurais. Consiste na elevação dos níveis de um curso de água sem que ocorra o transbordamento do canal fluvial. Não existe rio sem ocorrência de enchente (Pinheiro, 2007). A enchente configura-se como um processo natural que está atrelado a elevação da vazão do canal. Costa (2001) observa que uma enchente pode ser considerada como sendo a variação dos níveis das águas e das respectivas vazões junto a uma determinada seção, em decorrência dos escoamentos gerados por chuvas intensas.

A inundação resulta do extravasamento do leito fluvial, isto  , enquanto a primeira há a eleva o do volume sem o extravasamento, esta rompe com a se o do canal inundando as áreas adjacentes. Para Cerri et al. (2007) a inunda o ocorre quando a enchente atinge a cota acima do nível máximo da calha principal do rio promovendo o extravasamento das águas do canal de drenagem para as áreas marginais – planície de inunda o – várzea ou leito maior do rio.

Tucci (2003) observa que as inunda es podem ser resultante do comportamento natural dos rios ou potencializado por a es antrópicas. O autor sinaliza que as inunda es decorrem de dois processos que podem ocorrer de forma isolada ou integrada, pois quando a precipita o   intensa e o solo não apresenta a capacidade de infiltrar, grande parte do volume escoo para o sistema de drenagem, superando sua capacidade natural de escoamento. O excedente que não consegue ser drenado ocupa a várzea inundando de acordo com a topografia das áreas adjacentes aos rios. Esses eventos ocorrem de forma aleatória em decorrência dos processos climáticos locais e regionais. Este tipo de inunda o   denominado de inunda o ribeirinha. Na propor o que a popula o impermeabiliza o solo e acelera o escoamento através de condutos de canais a quantidade de água que chega ao mesmo tempo no sistema de drenagem aumenta produzindo inunda es mais frequentes do que existiam quando a superfície era permeável e o escoamento se dava pelo ravinamento natural. Esta inunda o   devido a urbaniza o ou na drenagem urbana.

A inunda o registrada em uma bacia hidrográfica pode ser observada a partir de diferentes magnitudes, ou seja, isso significa que nem todas as áreas da bacia serão afetadas da mesma forma. Segundo Cech (2013) isso ocorre devido as variáveis físicas, tais como: diferença de declividade, distribui o e características da vegeta o, tamanho e forma das bacias hidrográficas.

Os eventos de inunda o segundo (COOKE & DOORNKAMP, 1990 apud SOUZA, 2005) podem ser divididos em transit rios, permanentes e mistos. Os transit rios estão relacionados a manifesta o de chuvas, taxas de evapotranspira o e grau de satura o do solo. Os fatores permanentes estão associados as características morfométricas da bacia de drenagem e   geologia. Os fatores mistos estão relacionados ao tipo de uso e ocupa o do solo.

A defini o conceitual de inunda o gera certa discussão, pois não há unanimidade conceitual. Castro (2005) distingue inunda es em graduais e bruscas. As inunda es graduais se elevam de forma paulatina e previsível, mant m em situa o de cheia durante algum tempo e, a seguir, escoam gradualmente. As inunda es bruscas são aquelas

provocadas por chuvas intensas e concentradas em regiões de relevo acidentado, caracterizando-se por súbitas e violentas elevações, os quais escoam de forma rápida e intensa.

Barredo (2006) sugere uma diferenciação para definir os tipos de inundações, considerando o tamanho da área afetada e a duração do desencadeamento do evento de precipitação. O referido autor, ao citar a *European Communities*, expõe a seguinte definição, a inundação significa cobrir temporariamente de água, o solo, não normalmente coberto de água.

A distinção entre enchente e inundação tende a ser fácil, contudo a dificuldade reside nas peculiaridades associadas às inundações. A enchente faz parte do ciclo natural e as inundações também devem ser assim compreendidas, porém a primeira tende a gerar danos ambientais, contudo a segunda amplifica os danos, de maneira que estes podem ser ambientais, sociais e econômicos.

2.1.2 Alagamento

O alagamento resulta do “acúmulo momentâneo de águas em determinados locais por deficiência no sistema de drenagem.” (Min. Cidades/IPT (2007) apud AMARAL et al. 2009, p. 42). Neste sentido, o sistema de drenagem assume o papel relevante no processo, pois a deficiência na drenagem do volume ora precipitado revela-se o âmago da discussão. Segundo Castro et al. (2003) o extravasamento das águas está mais associado a drenagem deficiente, dificultando a vazão das águas acumuladas, do que as precipitações.

O alagamento também está relacionado com a redução de infiltração nas áreas urbanas, derivada da compactação e impermeabilização do solo, pavimentação de ruas, reduzindo a superfície de infiltração, construção adensada de edificações, que contribuem para concentrar o escoamento das águas, disposição inapropriada de resíduos domiciliares, sendo responsáveis por impedir e sobrecarregar a rede de drenagem.

O mau planejamento da cidade e o uso indisciplinado do solo promovem alagamentos frequentes na cidade. Neste contexto, cabe ressaltar que as obras hidráulicas, seja na micro e/ou macro drenagem, no caso brasileiro, tendem a não acompanhar o crescimento da cidade e as novas demandas de vazão. Assim, caracterizando-se como mais um elemento agravante neste processo.

Na figura 1 é possível analisar o perfil esquemático dos processos de enchente, inundação e alagamento.

Figura 1 – Modelo do perfil esquemático do processo de enchente, inundação e alagamento



Fonte: CPRM, 2017.

2.1.3 Escoamento superficial

O escoamento superficial resulta do saturamento dos poros do solo pela água, dos terrenos com maior inclinação, de solos com baixos índices de permeabilidade, entre outros. Estes fatores, agregados ou individuais, atuam condicionando o escoamento superficial. O escoamento apresenta a capacidade de causar erosão, assoreamento dos cursos d'água e enchentes.

Tucci (2001) ao observar os modelos de escoamento superficial revela que este se caracteriza como uma parcela do ciclo hidrológico em que há o deslocamento na superfície da bacia até a calha adjacente. O autor destaca que há uma relação entre a precipitação e o escoamento, pois o escoamento superficial representa o maior volume da precipitação durante o período chuvoso, reduzindo à medida que finda as precipitações (Tucci, 2006).

Para Costa (2001) o escoamento superficial representa a parcela das águas da chuva que escorre sobre a superfície sob a interferência da gravidade, indo de encontro as linhas do talvegue, cursos de água, os lagos e os oceanos.

2.2 Bacia hidrográfica

As enchentes, inundações e alagamentos, tão presente no cotidiano urbano, são processos que, dependendo do grau de urbanização, apresentam comportamentos distintos nas bacias hidrográficas.

A bacia hidrográfica caracteriza-se como uma área de captação natural d'água proveniente da precipitação. É constituída por uma rede de canais que drenam para o exutório. Segundo Tucci et al. (2006, p. 19): “as características principais da bacia hidrográfica são a área de drenagem, o comprimento do rio principal, declividade do rio e a declividade da bacia.”

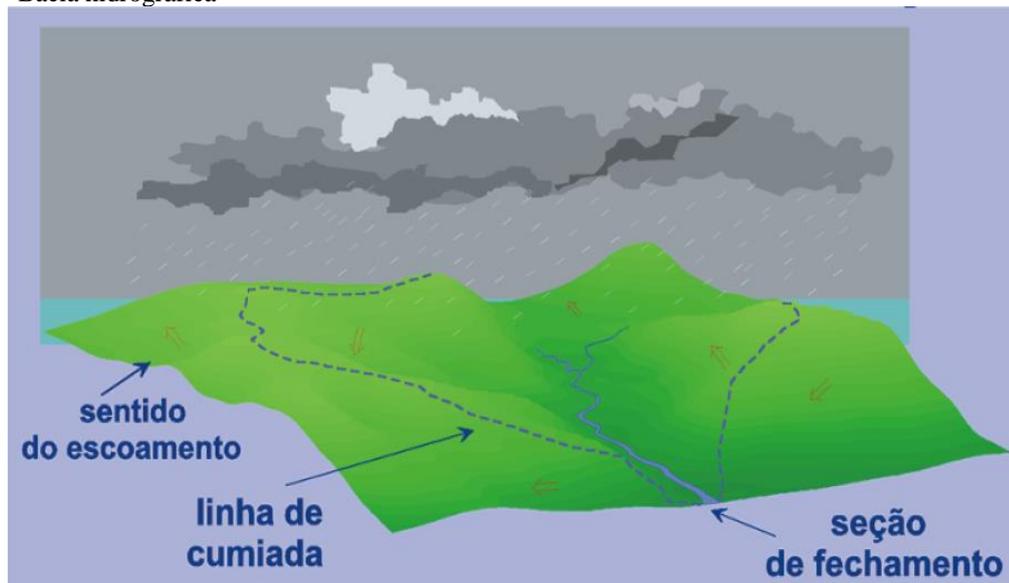
Para Silveira (2001) a bacia hidrográfica pode ser considerada como um sistema físico, assim há entrada e saída de água. A entrada corresponde a água precipitada e a saída o volume de água escoada pelo exutório, levando em consideração as perdas por meio do volume evaporado, transpirado e infiltrado. O referido autor ressalta que compõe-se basicamente de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos d'água que deflagram até resultar em um leito único no exutório.

Para Costa (2001) a bacia hidrográfica de um curso de água é concebida pela área limitada pela linha do divisor de água (linha mais elevada) que afasta bacias vizinhas.

Para Christofolletti (1980) a bacia de drenagem é definida como a área drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial.

Na figura 2 é possível analisar o sentido do escoamento, a linha de cumiada e uma seção de fechamento da drenagem.

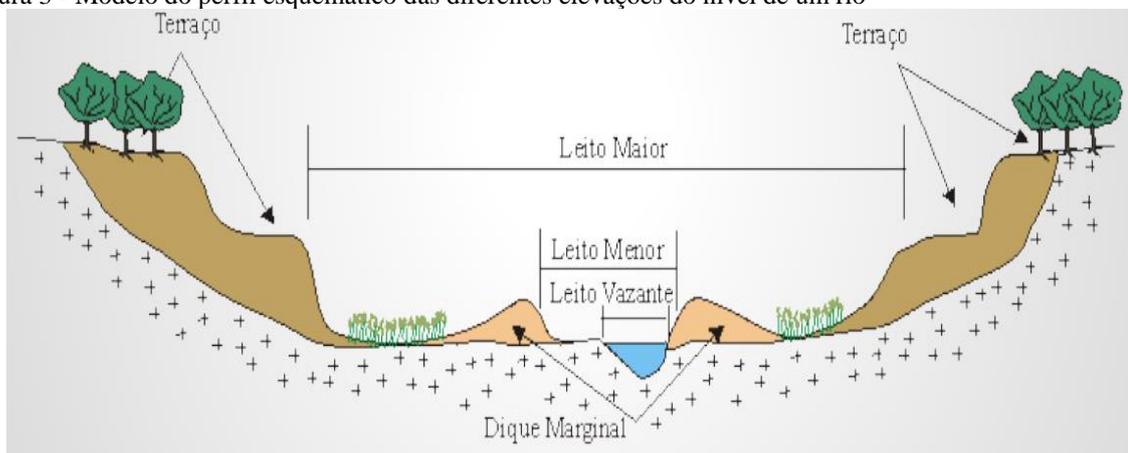
Figura 2 - Bacia hidrográfica



Fonte: COSTA, 2001.

O rio, elemento componente da bacia hidrográfica, apresenta um comportamento hidrodinâmico relacionado ao volume escoado, ou seja, esse apresenta diferentes níveis de elevação. Assim, há o leito vazante, leito menor e o leito maior. Na figura 3 é possível identificar as diferenças de elevação.

Figura 3 - Modelo do perfil esquemático das diferentes elevações do nível de um rio



Fonte: CPRM, 2017.

A bacia de drenagem apresenta elementos que são fundamentais para o seu comportamento hidrológico. Esses elementos são as características físicas da bacia, ou seja, a área de drenagem, geometria das bacias, o sistema de drenagem e as características do relevo.

A área da bacia refere-se à área drenada pelo sistema fluvial em um plano horizontal. A área pode associar-se com a quantidade de água precipitada e é considerada o elemento

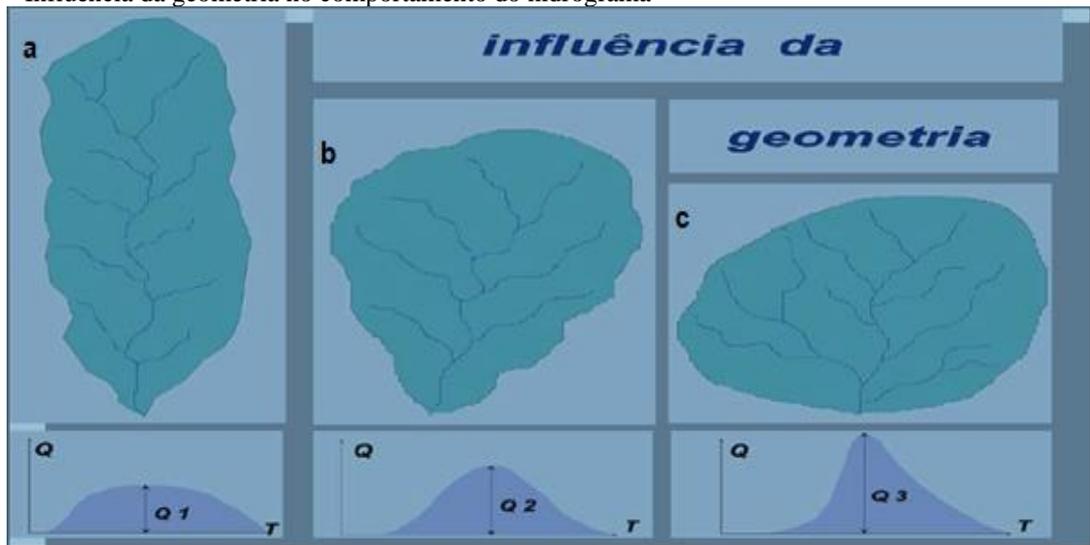
básico para o cálculo de outras características físicas. A área é normalmente determinada por planimetria e expressa em km² ou hectare (VILLELA et al. 1936).

A bacia hidrográfica pode apresentar várias formas que se refletem no comportamento hidrológico. A forma da bacia influencia o tempo de concentração a partir do início da precipitação, necessário para que toda a bacia contribua na seção em estudo, ou seja, o tempo em que água leva dos limites da bacia até o exutório (VILLELA et al. 1936).

A área da bacia atua no comportamento do escoamento e consecutivamente na intensidade das enchentes, assim a área pode apresentar diversas geometrias. Para Silveira (2001) a geometria da bacia é uma característica importante dentre os fatores que influenciam no formato do hidrograma de enchente.

A bacia pode apresentar um formato circular, elíptica, radial ou ramificado. Em uma bacia circular, a água escoada tende a alcançar a saída da bacia ao mesmo tempo. Em uma bacia elíptica o escoamento tende a ser mais distribuído no tempo, pois apresenta a saída na ponta do maior eixo. A bacia radial ou ramificada, para chuva uniforme, apresenta um escoamento variável que origina cheias nas sub-bacias, que somam-se, mas não de forma simultânea, no curso principal. Assim, a cheia crescerá, estacionará ou diminuirá a medida em que for recebendo as contribuições das diferentes sub-bacias. Segundo Tucci (2001, p. 393): “uma bacia do tipo radial concentra o escoamento antecipando e aumentando o pico com relação a uma bacia alongada, que tem escoamento predominantemente no canal principal e percurso mais longo até a seção principal, amortecendo as vazões”. Na figura 4 é possível verificar como a forma da bacia influencia no hidrograma.

Figura 4 - Influência da geometria no comportamento do hidrograma



Fonte: COSTA, 2001.

Neste sentido, há que considerar, também, os tipos de chuvas (convectiva, frontal ou orográfica), pois tais comportamentos interferem na dinâmica da cheia. Em bacia menores que 500 km² as precipitações convectivas de elevada intensidade, reduzida duração e distribuição podem gerar grandes enchentes. Já, para as bacias de maiores proporções as precipitações mais relevantes passam a ser as precipitações decorrentes de massas frontais que atingem elevadas áreas com intensidade média (TUCCI, 2001).

O sistema de drenagem constitui-se pelo rio principal e seus tributários. O desenvolvimento desse sistema e o estudo das ramificações são relevantes para indicar a maior ou menor velocidade com que a água deixa a bacia hidrográfica (VILLELA et al. 1936).

2.3 Drenagem Urbana

A partir das múltiplas transformações na bacia hidrográfica no ambiente urbano, a que se intervir no sistema de drenagem urbana para dar conta de tais alterações.

A drenagem urbana, por um longo período, apresentou um objetivo principal, isto é, remover as águas pluviais em excesso da forma mais eficiente possível para evitar transtornos, prejuízos e riscos de inundações (PORTO et al. 2001). Esse princípio tem como enfoque as ações na execução de projetos e obras e na análise econômica dos benefícios e custos dessas medidas, ditas estruturais.

As medidas estruturais fazem parte do conjunto de medidas que visam a correção e/ou prevenção dos danos das inundações. Estas medidas são classificadas, de acordo com sua natureza, em medidas estruturais e não estruturais.

As medidas estruturais dizem respeito as obras de engenharia que são implementadas com um fim, reduzir os riscos de enchentes. Segundo Canholi (2005) as medidas estruturais correspondem as obras implantadas que visão à correção e/ou prevenção dos problemas decorrentes de enchentes, assim

As medidas estruturais correspondem as obras de engenharia, que podem ser caracterizadas como medidas intensivas e extensivas. As medidas intensivas, de acordo com seu objetivo, podem ser de quatro tipos: de aceleração do escoamento: canalização e obras correlatas; de retardamento do fluxo: reservatórios (bacias de detenção/retenção), restauração de calhas naturais; de desvio do escoamento: túneis de derivação dos canais de desvio; e que englobem a introdução de ações de indivíduos visando tornar as edificações à prova de enchentes. As medidas extensivas correspondem aos pequenos armazenamentos disseminados na bacia, à recomposição de cobertura vegetal e ao controle de erosão do solo, ao longo da bacia de drenagem (CANHOLI, 2005, p. 25).

As medidas estruturais apresentam limites e não são projetadas para dar uma proteção integral, pois isso exigiria a proteção contra a maior enchente possível, tornando a medida inviável fisicamente e economicamente na maioria das situações. Além do aspecto econômico, tal medida cria uma falsa sensação de segurança, possibilitando a ampliação da ocupação das áreas inundáveis, que futuramente podem gerar danos (TUCCI, 2001).

Em um levantamento realizado na cidade de Denver no Estados Unidos, onde se estimou que o custo das medidas estruturais correspondem à proteção contra inundações de 1/3 da bacia, em média, era equivalente ao custo de proteção, por medias não estruturais dos 2/3 restantes (WALESH,1989 apud CANHOLI, 2005).

As medidas não estruturais podem: “ser agrupadas em: ações de regulamentação do uso e ocupação do solo; educação ambiental voltada ao controle da poluição difusa, erosão e lixo; seguro-enchente; e sistema de alerta e previsão de inundações” (CANHOLI, 2005, p. 26). Essas ações visam disciplinar a ocupação territorial, o comportamento de consumo das pessoas e as atividades econômicas. O custo de proteção de uma área inundável por medidas não estrutural, em geral, é inferior ao de medidas estruturais (TUCCI, 2001).

A solução dos problemas são alcançados a partir de uma compreensão mais integrada do ambiente urbano e das relações entre os sistemas que o compõem. Dependem também de uma atuação mais abrangente por parte dos responsáveis pelo setor que necessariamente deve envolver aspectos legais, institucionais, tecnológicos e sociológicos (PORTO et al. 2001).

A drenagem urbana, neste contexto, pode ser compreendida a partir do conjunto de medidas que tenham por objetivo reduzir os riscos a que as populações estão sujeitas, diminuir os prejuízos causados por inundações e possibilitar o desenvolvimento urbano de forma equilibrada, articulada e sustentável (PORTO et al. 2001).

Para Carneiro et al. (2011) a drenagem urbana configura como uma rede de infraestrutura da cidade, tal como como um dos seus equipamentos urbanos. A drenagem faz parte do conjunto de sistemas que compõem o leque do saneamento ambiental, que agrupa, de forma integrada (o sistema de abastecimento, de esgotamento sanitário, de drenagem de águas pluviais e coleta de lixo). Dentro desta lógica, o sistema de drenagem é o responsável, primordialmente, pela coleta, manejo e disposição das águas pluviais em corpos d'água aptos para sua recepção. Nesta abordagem o manejo ganha destaque, pois dá maior abrangência ao tratamento dado às águas coletadas. A tradição sinaliza que esta etapa se referia à condução dos escoamentos. Contudo, recentemente, a condução é uma das possibilidades, mas também se devem incluir as alternativas de amortecimento e infiltração.

A drenagem assume uma função relevante no contexto da cidade, pois uma rede de drenagem que apresenta mal funcionamento é responsável por enchentes severas, com grandes áreas alagadas, causando prejuízos e expondo a população à riscos diversos. Porto et al. (2001) observam que as soluções eficazes de drenagem urbana dependem dos seguintes fatores:

Existência de uma política para o setor que defina objetivos a serem alcançados e os meios (legais, institucionais, técnicos e financeiros) para atingi-los; existência de uma política para ocupação do solo urbano devidamente articulada com a política de drenagem urbana, principalmente, no que se refere à ocupação das várzeas de inundação; processo de planejamento que contemple medidas de curto, médio e longo prazo em toda a bacia, e integre as medidas de drenagem de águas pluviais no complexo maior do ambiente urbano; existência de entidade eficiente que domine as tecnologias necessárias, implante obras e medidas, desenvolva atividades de comunicação social, promova a participação pública, estabeleça critérios, aplique leis e normas e, enfim, exerça, de forma positiva, a liderança do setor; domínio da tecnologia adequada para planejamento, projeto, construção e operação das obras e organização de campanhas de educação e esclarecimento da opinião pública (2001, p. 805-806).

O sistema de drenagem urbana engloba dois subsistemas principias característicos: a microdrenagem e a macrodrenagem.

A microdrenagem refere-se ao sistema de condutos construídos e destinados a receber e conduzir as águas das chuvas vindas das construções, lotes, ruas, praças, entre outros. Na área urbana, a microdrenagem está, essencialmente, definida pelo traçado das ruas. A macrodrenagem está associada à rede de drenagem natural, pré-existente à urbanização,

constituída por rios e córregos, localizados nos talvegues dos vales, e que pode receber obras que a modificam e complementam, tais canalizações, barragens, diques e outras.

A falha nos subsistemas, em conjunto ou separado, ocorrem por erro de concepção, falha de manutenção ou por obsolescência devido ao acelerado crescimento urbano.

2.3.1 Microdrenagem urbana

A microdrenagem urbana: “é definida pelo sistema de condutos, em nível de loteamento ou de rede primária urbana.” (BIDONE et al. 1995, p. 77). Para Porto et al. (2001, p. 823) tal medida: “aplica-se a áreas onde o escoamento natural não é bem definido e, portanto, acaba sendo determinado pela ocupação do solo. Em uma área urbana, a microdrenagem é essencialmente definida pelo traçado das ruas.”

Em uma perspectiva tradicional, o dimensionamento de uma rede de águas pluviais percorre, em linhas gerais, as seguintes etapas:

Subdivisão da área em sub-bacias e traçado na rede, que dever ser lançada em planta baixa, de acordo com as condições naturais de escoamento, procurando adequar-se às condições topográficas, por sub-bacia, e acompanhando o traçado urbano; determinação das vazões que afluem até a rede de condutos, através do método racional, por exemplo, ou outro método hidrológico que venha a ser conveniente; dimensionamento hidráulico da rede de condutos, para conduzir a vazão máxima entrada no tópico anterior (CARNEIRO, et al. 2011, p. 32).

Os principais termos utilizados no dimensionamento de um sistema pluvial são listados a seguir:

- a) **Galeria:** canalizações públicas usadas para conduzir as águas pluviais provenientes das bocas de lobo e das ligações privadas;
- b) **Poço de Visita:** dispositivos localizados em pontos convenientes do sistema de galerias para permitirem mudança de direção, mudança de declividade, mudança de diâmetro e inspeção e limpeza das canalizações;
- c) **Trecho:** refere-se a porção de galerias situadas entre dois poços de visita;
- d) **Bocas de lobo:** dispositivos localizados em pontos convenientes, nas sarjetas, para captação de águas pluviais;
- e) **Tubos de ligação:** são canalizações destinadas a conduzir as águas pluviais captadas nas bocas de lobo para as galerias ou para os poços de visita;

- f) **Meios-Fios:** elementos de concreto ou pedra, colocados entre o passeio e a via pública, paralelamente ao eixo da rua e com face superior no mesmo nível do passeio;
- g) **Sarjetas:** faixas de via pública, paralelas e vizinhas ao meio-fio. A calha formada é receptora das águas pluviais que incidem sobre as vias públicas e que para elas escoam;
- h) **Sarjetões:** calhas localizadas nos cruzamentos à condução de vias públicas, formadas pela sua própria pavimentação e destinadas a orientar o fluxo das águas que escoam pelas sarjetas;
- i) **Condutos forçados:** obras que se destinam à condução das águas superficiais coletadas, de maneira segura e eficiente, sem preencher completamente a seção transversal dos condutos;
- j) **Estações de bombeamento:** Conjunto de obras e equipamentos destinados a retirar água de um canal de drenagem, quando não mais houver condição de escoamento por gravidade, para um outro canal em nível mais elevado ou receptor final da drenagem em estudo.

2.3.2 Macrodrenagem urbana

A rede de macrodrenagem básica, comum a qualquer bacia hidrográfica, corresponde aos próprios rios e córregos que compõem a bacia. Com o processo de urbanização, constata-se ser comum a inserção de estruturas hidráulicas, construídas na rede natural de macrodrenagem, com o intuito de adaptá-la à nova situação de escoamento superficial promovida pela impermeabilização de boa parte da bacia, procurando aumentar a capacidade e velocidade de descarga, evitando alagamentos, entre outros.

Para Carneiro et al. (2011) a definição e o projeto de uma rede de macrodrenagem tem conotações tipicamente hidráulica, contudo com consequências socioeconômica-ambientais, pois falhas no sistema de drenagem podem promover perdas econômicas, empobrecimento progressivo das populações afetadas, degradação urbana e ambiental.

A estrutura de macrodrenagem destina-se à condução final das águas captadas pela drenagem primária, dando prosseguimento ao escoamento dos deflúvios oriundos das ruas, sarjetas, valas e galerias, que são elementos anteriormente englobados com estruturas de

microdrenagem. Para Martins (1995) a macrodrenagem de uma zona urbana está relacionado à rede de drenagem natural pré-existente nos terrenos antes da ocupação, sendo constituída pelos córregos, riachos e rios localizados nos talvegues e vales. Carneiro et al. (2011) seguem na mesma perspectiva, ou seja, uma drenagem pré-existente a urbanização, constituída por rios e córregos, localizados nos talvegues dos vales e que pode receber obras que modificam e complementam tais como: canalizações, barragens e outras. Zuffo (2007) desta que todo o sistema de drenagem deve trabalhar sem pressão, seja micro ou macrodrenagem, canal natural ou artificial com águas escoando livremente, somente pela ação da gravidade. Um dos objetivos da macrodrenagem visa evitar as enchentes devido as características da bacia urbana.

Neste cenário, verifica-se a importância da macrodrenagem, pois, mesmo considerando a microdrenagem adequadamente dimensionada e com capacidade de funcionar a contento, se a macrodrenagem não apresentar condições de absorver o volume de água advindo da microdrenagem, esta fica retida sobre a superfície, gerando escoamentos não desejados sobre ruas. Pode haver também o extravasamento das águas da macrodrenagem, gerando grandes áreas alagadas e formando grandes remansos. Para Carneiro et al. (2011) quando a macrodrenagem está adequadamente dimensionada, porém a microdrenagem é insuficiente, ou está obstruída por resíduo, por exemplo, os alagamentos tendem a ser mais localizados e a recessão da cheia mais rápida, pois as águas da chuva que não conseguiram seguir o caminho de projeto, definido pela microdrenagem local, acabam escoando por outro caminho até achar uma porta de entrada para a macrodrenagem, que, tendo capacidade, leva essa embora.

Convém observar que a degradação da drenagem natural pode resultar em diversos problemas socioambientais, provocando diversos danos. Essa degradação decorre do aumento da taxa de aporte de sedimentos, em decorrência da elevação do desmatamento e manejo inapropriado dos terrenos, e a detritos, com rejeitos industriais e lixo, lançados, inapropriadamente, nos leitos. Para Martins (1995) a degradação da drenagem natural dá-se, na maioria dos casos, pelo gerenciamento inadequado, tanto da ocupação da bacia como da conservação da sua qualidade ambiental, levadas a efeito pela falta de controle sobre a impermeabilização dos solos, disposição incorreta ou falta de regras para a disposição de resíduos e de outros rejeitos, ausência de planejamento da expansão urbana e, ainda, outros aspectos associados à manutenção e conservação de leitos e vegetação limítrofe.

2.3.3 Controle do impacto da urbanização

O controle das enchentes urbanas é um processo permanente, que deve ser mantido pelas comunidades, visando à redução do custo social e econômico dos impactos (TUCCI et al. 1995). O controle não deve ser visto como uma ação isolada, seja no tempo ou no espaço, contudo como uma atividade em que a sociedade, de forma geral, deve participar de forma continuada.

O impacto promovido pela urbanização pode ocorrer sobre a quantidade de água (enchente), quantidade de sedimentos e qualidade da água. O controle pode ser empregado para atender a um ou mais desses problemas. Nesta seção é destacado, principalmente, o controle sobre a quantidade de água.

Os métodos de controle são apresentados e classificados em consonância com a área de abrangência de sua ação, desde medidas dentro de um loteamento urbano (microdrenagem), até o nível da macrodrenagem.

Para Tucci et al. (1995) os princípios de controle de inundações urbanas são essenciais para o bom desenvolvimento de um programa consistente de drenagem urbana. Tais princípios referem-se a:

- a) **A bacia como um sistema:** um Plano de Controle de enchentes de uma cidade ou região metropolitana deve contemplar as bacias hidrográficas sobre as quais a urbanização se desenvolve. As medidas não devem transferir um impacto de uma área para outra. Caso isso ocorra, deve-se prever medidas mitigadoras.
- b) **As medidas de controle no conjunto da bacia:** o controle de enchente envolve medidas estruturais e não-estruturais, que, dificilmente, estão dissociadas. As medidas estruturais, já abordadas, tendem a resolverem problemas específicos e localizados. Contudo, não significa dizer que esse tipo de medida seja descartável. A política de controle de enchente, certamente, poderá se valer dessas medidas, porém dentro da visão de conjunto da bacia, onde essas estão racionalmente integradas com medidas preventivas (não-estruturais) e compatibilizados com o esperado desenvolvimento urbano.
- c) **Os meios:** os meios de implantação do controle de enchente passam pelo Plano Diretor Urbano, as legislações municipal/estadual entre outros.

- d) **O horizonte de expansão:** logo que a bacia, ou parte dela estiver ocupada, dificilmente o poder público terá condições de responsabilizar aqueles que estiverem ampliando a cheia, contudo, se a ação pública não for realizada preventivamente através do gerenciamento, os desdobramentos econômicos-sociais futuros serão muito maiores para todo o município. Portanto, o Plano Diretor Urbano deve contemplar o planejamento das áreas a serem desenvolvidas e a densificação das áreas atualmente loteadas.
- e) **O controle permanente:** o controle de enchentes é um processo permanente; não basta que se estabeleçam regulamentos e que se construam obras de proteção; é necessário estar-se atento as potenciais violações da legislação na expansão da ocupação do solo das áreas de risco. Assim, é necessário destacar que nenhum espaço de risco seja desapropriado se não houver uma imediata ocupação pública que evite a sua invasão; a comunidade tenha participação nos anseios, nos planos, na execução e na contínua obediência das medidas de controle de enchentes (TUCCI et al. 1995).
- f) **O critério fundamental de não ampliar a cheia natural:** a cheia natural não deve ser ampliada por aqueles que ocupam a bacia, tanto num simples loteamento, como nas obras de macrodrenagem existentes no ambiente urbano. Isso se aplica a um simples aterro urbano, como à construção de pontes, rodovias, e à impermeabilização dos espaços urbanos. O princípio é de que cada usuário urbano não deve ampliar a cheia natural.

As medidas propostas sobre a quantidade de água (enchente), com base em Tucci et al. (1995), visam mitigar os danos proveniente desse processo concedendo métodos de controle de acordo com a área de abrangência.

A falta e/ou o baixo emprego de ação efetiva nos aspectos de enchentes dentro do desenvolvimento urbano tendem a serem comum. Nenhum loteador evitará ocupar as áreas ribeirinhas de risco, ou construir a rede de pluviais mantendo a cheia natural, se não for impelido pela legislação e fiscalizado pelas administrações municipais. A falta de instrumentos básicos de controle tem transferido para toda a sociedade o ônus econômico e muitas vezes social. A solução deparada nem sempre equaciona o problema; apenas tem o transferido de um lugar para o outro.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A presente seção tem o objetivo de elucidar o caminho percorrido para alcançar os objetivos propostos na presente dissertação. Essa dissertação percorreu determinados caminhos e etapas. Assim, houve uma pesquisa e revisão bibliográfica (livros, artigos, dissertações, teses e trabalhos técnicos), referentes à área de estudo, especialmente sobre drenagem urbana no acervo da UERJ, bem como em artigos disponíveis em revistas eletrônicas, a fim de indicar os conceitos, estudos, análises ambientais, críticas e reflexões sobre o tema abordado.

Pesquisa e aquisição de dados em órgãos públicos e privados: Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, Instituto Pereira Passos, Fundação Rio-Águas, Fundação COPPETEC, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, COHIDRO, Alerta Rio, entre outros.

Para a caracterização física da sub-bacia Hidrográfica do Rio Cação Vermelho foi utilizado a base da EMBRAPA, CPRM e Data Rio. O software de Sistema de Informação Geográfica (SIG) ArcGIS 10.3 for Desktop foi utilizado nessa etapa. O ArcGIS 10.3 for Desktop, desenvolvido pela empresa ESRI, é composto por diversas aplicações e extensões (ArcMap, ArcCatalog e o ArcToolbox). O acesso ao software foi possível, pois o Programa de Pós-graduação em Geografia - PPGeo da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ, em seu laboratório, disponibiliza para o uso do pós-graduando do programa.

Os levantamentos topográficos obtidos através da base do IPP (1997) (folha 283 A (escala 1:10000), 283-A-II-4 (escala 1:2000) e 283-A-I-6 (escala 1:2000)), e da COHIDRO (Sistema de Esgotamento do bairro São Fernando em Santa Cruz Rio de Janeiro/RJ), bem como, o trabalho de Magalhães (2012) (sobre a modelagem da bacia, por meio de estudos hidrológicos, utilizando simulações da rede de drenagem), fornecem informações sobre as cotas altimétricas, os níveis operacionais das cheias e sua influência local. Esses estudos foram essenciais para a elucidação da presente pesquisa.

Após a aquisição dos valores altimétricos, níveis de água e as coordenadas UTM da área de estudo, foi possível interpolar os valores (x, y e z) de modo a permitir a geração de equipotenciais.

As equipotenciais tem o objetivo de caracterizar o sentido dos fluxos superficiais, gerar a hipsometria e as áreas com maior concentração de água.

Para a geração das equipotenciais da área de estudo o primeiro passo foi estimar os valores dos níveis de águas em diferentes pontos (essa etapa foi possível, pois os moradores

publicaram vídeos dos alagamentos na plataforma online Youtube), extrair da base do IPP (1997) a altimetria e no Google Earth extrair as coordenadas UTM no bairro de Santa Cruz.

Os mapas foram gerados pelo Surfer 8.0 (Golden Software Inc., 2002), que se utiliza de uma planilha digital com valores das coordenadas x, y e z (figura 5) para interpolar os valores de diferentes pontos, gerando as equipotenciais. Os valores de x e y (correspondem as coordenadas UTM). Os valores de z correspondem às cotas altimétricas, níveis de água ou a soma de ambos. Os valores x, y e z foram primeiramente digitados em uma planilha do Excel (arquivo xls), para serem posteriormente exportados para o Surfer 8.0. Os dados são interpolados no software (o método de interpolação escolhido foi o de Krigagem), gerando um grid, que constitui um arquivo onde os valores de z possuem uma arrumação espacial retangular.

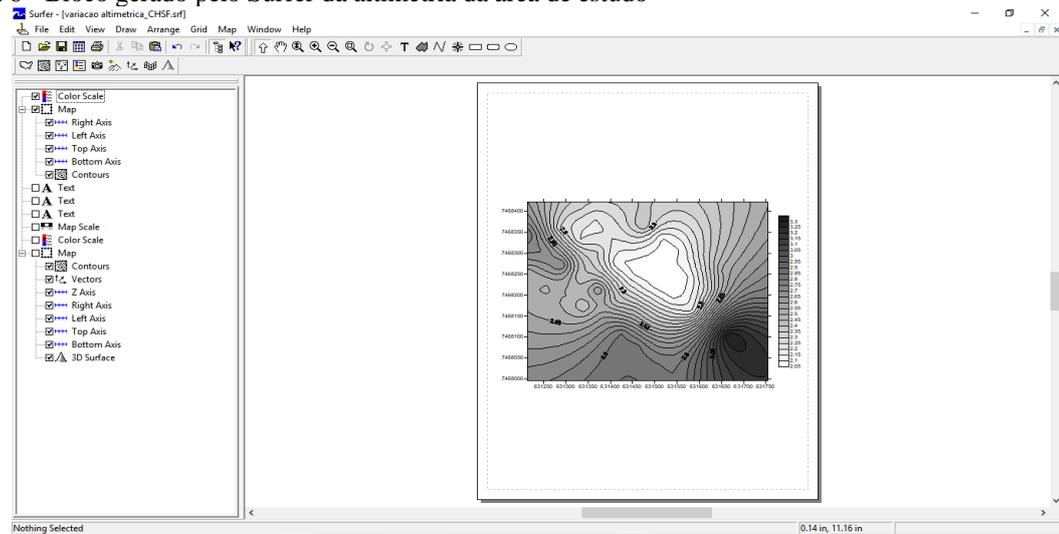
Figura 5 - Interpolação dos pontos x, y e z.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	631637.00	7468126.00	2.8												
2	631584.00	7468161.00	72.2												
3	631583.00	7468141.00	32.3												
4	631597.00	7468183.00	32.1												
5	631539.00	7468192.00	72.1												
6	631528.00	7468170.00	52.3												
7	631554.00	7468214.00	52												
8	631497.00	7468218.00	72.1												
9	631512.00	7468241.00	52												
10	631482.00	7468199.00	52.2												
11	631455.00	7468247.00	72.1												
12	631472.00	7468274.00	52												
13	631444.00	7468229.00	52.2												
14	631415.00	7468277.00	72.1												
15	631427.00	7468295.00	52.2												
16	631404.00	7468261.00	52.4												
17	631373.00	7468305.00	72.2												
18	631386.00	7468326.00	52.2												
19	631363.00	7468289.00	52.4												
20	631331.00	7468333.00	72.2												
21	631345.00	7468357.00	52.2												
22	631319.00	7468314.00	52.4												
23	631286.00	7468362.00	52.3												
24															
25															
26															
27															
28															
29															
30															
31															
32															
33															

Fonte: SURFER, 2019.

Posteriormente cada grid é transformado em um gráfico (contour map) e um bloco 3D (3D Surface), para representar os pontos de acúmulo de água, altimetria e a direção do escoamento da água, como representado na figura 6.

Figura 6 - Bloco gerado pelo Surfer da altimetria da área de estudo



Fonte: SURFER, 2019.

A construção da planilha no Excel se dá a partir da reunião de valores precipitados, UTM E, UTM N, nível de água, cota e a soma do nível de água com a cota. Foram gerados 4 (quatro) cenários com os anos de 2010, 2011 e 2019. Assim, foram produzidos blocos com comportamentos distintos, ora do escoamento, ora com os pontos de acúmulo.

Com o intuito de compreender a possível participação da sociedade no processo foi realizado trabalho no bairro de Santa Cruz, assim, foi possível registrar por meio de fotografia à disposição irregular dos resíduos urbanos, bem como, estabelecer diálogos informais com os locais para verificar se as medidas corretivas reduziram as ocorrência de alagamento.

4. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA ÁREA DE ESTUDO

O presente capítulo abordará os aspectos físicos da área de estudo, destacando os aspectos climático, geológico, geomorfológico e pedológico.

A área de estudo está inserida na sub-bacia secundário do Rio Cação Vermelho. A sub-bacia está contida na macrorregião hidrográfica da Baía de Sepetiba, correspondendo a toda porção oeste do município, notadamente os bairros de Santa Cruz e Campo Grande.

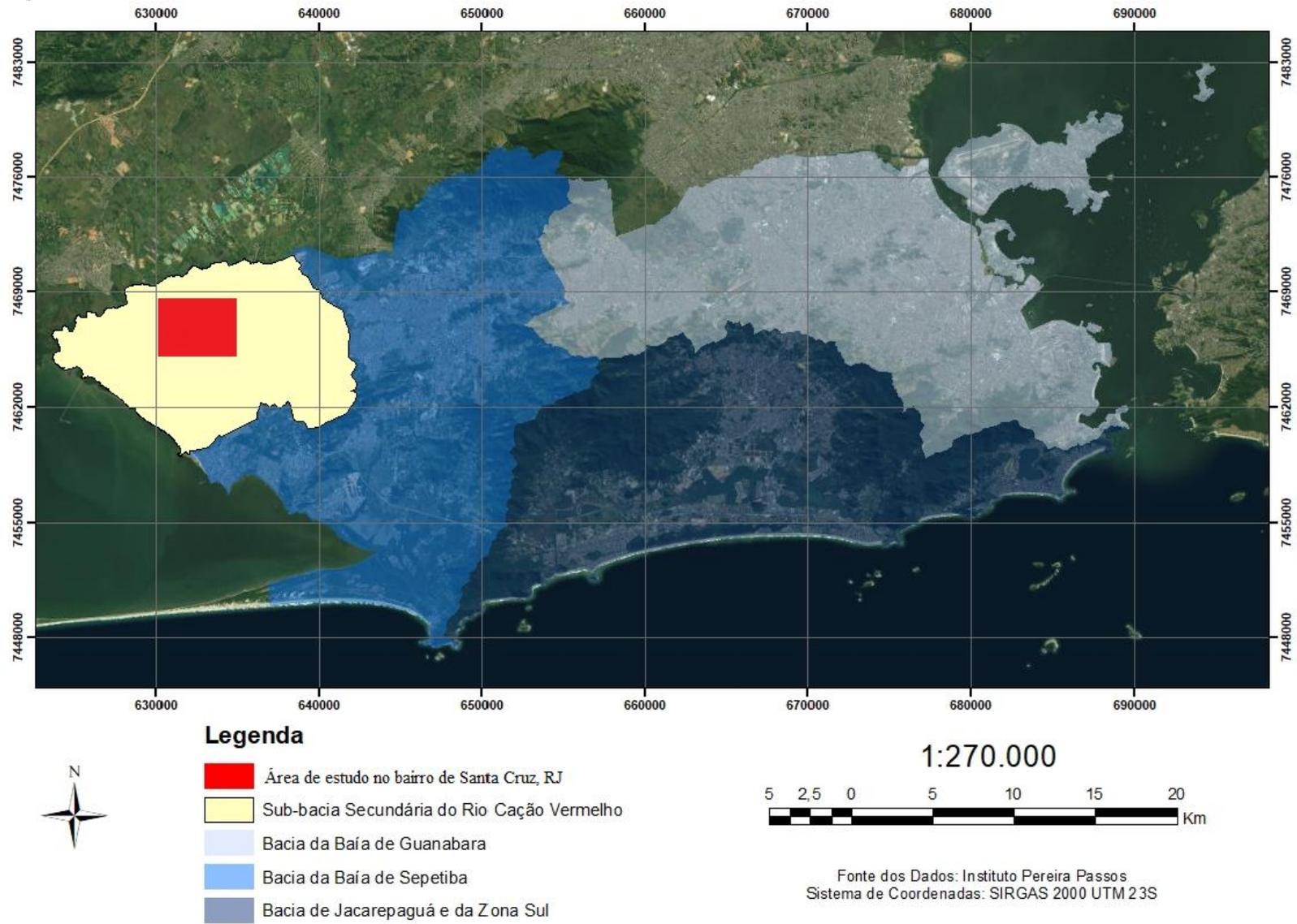
A macrorregião da bacia de Sepetiba¹ caracteriza-se pela baixa ocupação urbana sendo possível observar a existência de áreas agrícolas. Contudo, a expansão da área urbanizada vem promovendo a construção de conjuntos habitacionais, a abertura de loteamentos e a criação de zonas industriais, destacando-se que diversos loteamentos são irregulares com problemas ambientais, dentre os quais as inundações se destacam.

4.1 Área de Estudo

O bairro de Santa Cruz está localizado na zona oeste do município do Rio de Janeiro, conforme observado nas figuras 7 e 8. A área de estudo contém conjuntos habitacionais, loteamentos, favelas, entre outros. Entre os conjuntos habitacionais, convém destacar o Conjunto Habitacional São Fernando (CHSF), este está inserido em uma área próxima à rodovia Rio-Santos (aproximadamente no quilometro 4); a outros conjuntos ao longo da estrada/Canal de São Fernando (Favela Luís Fernando Victor Filho, Conjunto Novo Mundo e Conjunto Alvorada); ao Canal de São Francisco e ao Canal São Fernando.

¹ No Plano Municipal de Saneamento básico da Cidade do Rio de Janeiro - Manejo de Águas Pluviais (RIO, 2008) consta as Macrorregiões de drenagem da Cidade do Rio de Janeiro (Baía de Guanabara, Oceânica e Baía de Sepetiba).

Figura 7 – Localização da área de estudo no bairro de Santa Cruz



Fonte: O autor, 2019.

Figura 8 – Mapa da localização da área de estudo no bairro Santa Cruz



Fonte: O autor, 2019.

4.2 Canal São Fernando

O Canal São Fernando, conforme observado nas figuras 9 e 10, tem aproximadamente 6,3 quilômetros de extensão e drena uma área de 6,9 km² (MAGALHÃES, 2012).

Figura 9 - Canal São Fernando



Fonte: O autor, 2019

Figura 10 - Canal São Fernando



Fonte: O autor, 2019.

4.3 Canal de São Francisco

O Canal de São Francisco, conforme observado nas figuras 11 e 12, é um dos principais aquíferos localizados no estado do Rio de Janeiro. É responsável pelo abastecimento das indústrias localizadas em sua proximidade, sendo um importante fator para o desenvolvimento econômico da região. Este canal desemboca na baía de Sepetiba, fazendo parte da Segunda Região Hidrográfica do Rio de Janeiro (RH-2), inserida, também, na Bacia do rio Guandu. O canal é o trecho final do rio Guandu, cujo curso é retificado, totalizando 48 quilômetros².

Há uma grande influência da maré e uma forte estratificação vertical, sendo caracterizado pela presença da cunha salina. Esta ocorre devido à força da maré em relação da água a montante, fazendo com que não haja mistura devido às diferenças de salinidade. Segundo Lacerda et al. (2007) a vazão no canal é controlada principalmente pela transposição das águas do Paraíba do Sul para o rio Guandu, que resulta em uma vazão média de 108 m³s. A vazão final depende, no entanto, da descarga da usina hidrelétrica Pereira Passos, que passa

² Comitê Guandu. Disponível em: <<http://www.comiteguandu.org.br/rio-guandu.php>> Acesso em: 22 set. 2018.

então a controlar o total de água que deságua na Baía de Sepetiba e a ter grande relevância sobre a penetração da cunha salina (Pereira, 2006). Isto é, para não permitir que a cunha salina avance pelo canal é necessário que seja garantida determinada vazão na foz.

Figura 11 - Canal de São Francisco a montante



Fonte: O autor, 2019.

Figura 12 - Canal de São Francisco à jusante



Fonte: O autor, 2019.

Convém destacar que a macrodrenagem local (Canal de São Francisco, Canal São Fernando, Canal do Guandu, entre outros) é constituída por canais com elevado grau de retificação.

4.4 Clima

O clima da região sudeste brasileira é diversificado, devido a fatores estáticos (latitude e relevo) e dinâmico (circulação atmosférica). Segundo Nimer (1989) a região sudeste sopra ventos E a NE (Sistema de Correntes de Nordeste a Leste) provenientes das altas pressões subtropicais, isto é, do anticiclone semifixo do Atlântico Sul. Esta massa de ar tropical apresenta temperaturas mais ou menos elevadas, proveniente da intensa radiação solar e das latitudes tropicais por onde se desloca, além de forte umidade fornecida pela acentuada evaporação marítima, que fica em geral limitada à camada superficial, o que lhe confere um caráter de homogeneidade e estabilidade, mantendo o tempo estável e geralmente ensolarado.

O município do Rio de Janeiro caracteriza-se pelo clima tropical, quente e úmido, e suas variações³. As precipitações situam-se entre 1100 e 2100 mm anuais com estação chuvosa no verão e seca no inverno. A estação mais chuvosa corresponde ao período entre novembro a abril, com precipitações médias mensais máximas alcançando 222 mm. Os meses de junho a agosto são mais secos, com precipitações médias mensais mínimas de até 30,7 mm (ERM, 2005).

O bairro de Santa Cruz se enquadra no cenário descrito, contudo apresenta algumas variações, pois as médias, no período de maior precipitação, variam entre 109,1 mm a 196,65 mm e no período de menor precipitação varia entre 37,21 mm a 48,84 mm, conforme observado na tabela 1. Os dados foram extraídos da estação (Santa Cruz - 22) que mede os níveis de precipitação. A estação está localizada no endereço IBECOMB – Praça Ruão, S/N, (Latitude: - 22,90944°) e (Longitude - 43,68444°), a uma cota de 15 metros. A instalação ocorreu em 01/01/1997. Seus dados de chuva são um instrumento importante para o monitoramento da Zona Oeste. Na tabela 1 é possível analisar os dados pluviométricos entre 1997 e 2019.

³ No Plano Municipal de Saneamento básico da Cidade do Rio de Janeiro - Manejo de Águas Pluviais (RIO, 2008) consta as Macrorregiões de drenagem da Cidade do Rio de Janeiro (Baía de Guanabara, Oceânica e Baía de Sepetiba).

Tabela 1 - Precipitação acumulada entre 1997 a 2019 na estação de Santa Cruz.

Ano	Precipitação (mm)													
	Total	Média anual	Jan.	Fev.	Marc.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
1997	877,9	73,15	237,7	25,9	89,2	45,9	60,1	29,2	9,3	38,5	26,8	64	136,3	115
1998	1399,5	116,62	154,1	287,4	153,9	78,9	107,8	34,2	59,8	23,3	118,3	162,8	103	116
1999	788,8	65,73	136,3	62,6	98,6	32,4	38,4	82,5	33,3	21,9	61,2	22,4	142,9	56,3
2000	1165,4	97,1	242,4	144,6	115,4	65,9	45	1	77,6	80,5	60	36,6	165,4	131
2001	1140,4	95	52,2	107	118,6	130,6	96,8	42,6	76,8	16,8	37,2	106	87,4	268,4
2002	1001,2	83,4	71,6	159,4	58,6	20,8	144,4	46,8	20,4	16,8	97,4	65,8	150,6	148,6
2003	1432,2	119,4	328,2	17	333	39,2	62,2	3,8	14	118,4	67	174,4	178,2	96,8
2004	1258,2	104,9	161,8	180	101,4	158,6	79,2	62,8	109,8	6,2	23,6	110,4	132	132,4
2005	1306,6	108,9	161	40,6	182	136	77,4	32,8	127,8	8,8	112,2	81,6	144,4	202
2006	1278,6	106,6	246	171,6	88,2	94,4	103,4	39,6	36,4	64,6	87	80,8	127,8	138,8
2007	1215,2	101,3	137,8	164,6	22,8	86,2	93,2	52,4	68,2	18	17,6	224,6	112,8	217
2008	1337,2	111,4	163,6	206,2	215	147,4	62,6	54,6	10,6	77,2	65,4	76	117,8	140,8
2009	1441	120,1	229,4	119,4	105	113,8	48,6	56,2	75,6	43,4	86,2	132	114	317,4
2010	1358,8	113,2	98,6	172,6	251,2	275,2	52,8	39,2	55,6	15,6	55,4	82,2	94,6	165,8
2011	969,2	80,8	53	29,4	89,4	200,4	107,6	34,4	15	23,6	13,8	122,8	97	182,8
2012	1051	87,6	198,4	64	125,6	128	63	107,8	36,2	22,4	108	69	77,6	51
2013	1754,2	146,2	481,4	186,4	281,4	142,4	93,4	46,8	134	2	55,6	71	152,6	107,2
2014	880,6	73,4	80,4	40,4	224	68,6	48,6	55,4	80	55,4	52,4	14,2	61,4	99,8
2015	1179,2	98,3	168,6	148,2	216,6	59,6	53,8	64,8	17	4,4	80,8	25,6	228,4	111,4
2016	923,6	76,96	225	121	74,2	14,2	38,2	71,4	1,4	51,8	23,2	41,2	143,8	118,2
2017	1004,4	83,7	107	24,6	193,6	155,4	57,2	74,2	19,6	39	11,4	78,6	165,8	78
2018	2949,4	245,78	354	179,4	77,8	110,8	44,8	42	29,2	70,2	62,8	128	187,6	48,2
2019	904	226	86,6	256,2	356,6	204,6	86,8	-	-	-	-	-	-	-
Média	1244,2	110,24	181,52	196,65	155,3	109,1	71,75	48,84	50,34	37,21	60,15	89,54	132,79	138,31

Fonte: Alerta Rio, 2019.

4.5 Geologia

A geologia da região é constituída por rochas do embasamento cristalino do Proterozóico superior e médio, rochas intrusivas alcalinas e básicas do Mesozóico e do Cenozóico e por rochas sedimentares quaternárias (ERM, 2005).

Nas regiões de baixadas dominam a planície sedimentar com sedimentos do Terciário (raras ocorrências) e do Quaternário (GOMES, 2004). Na baixada de Sepetiba há sedimentos do período do Quaternário de origem aluvionar, depósitos de sistemas fluviais e sedimentos de preenchimento de canal, concedendo potencialidade para a extração de areia para a construção civil no estado do Rio de Janeiro (MELLO, 2012). Além de depósito Flúvio-Lagunares, constituída por Areias e lamias sobrejacentes a camadas de areias biodetríticas e/ou sedimentos lamosos de fundo lagunar, e ocorrências de turfas. Nos depósitos associados ao canal fluvial (depósitos residuais de canais) ocorrem areias e cascalhos (SILVA et al. 2001).

A Bacia Hidrográfica da Baía de Sepetiba⁴ apresenta rochas do embasamento cristalino que são constituídas por Gnaisses do Meso a Neoproterozóico, Granitos Sitectônicos do Neo Proterozóico, Granitóides tarditectônicos (SILVA et al. 2001). As rochas graníticas e gnáissicas preenchem uma parcela significativa da MRA - 2, de modo que estas sustentam tanto relevos montanhosos e escarpados como suave e morrotes e colinas que ocorrem no Planalto e na Baixada.

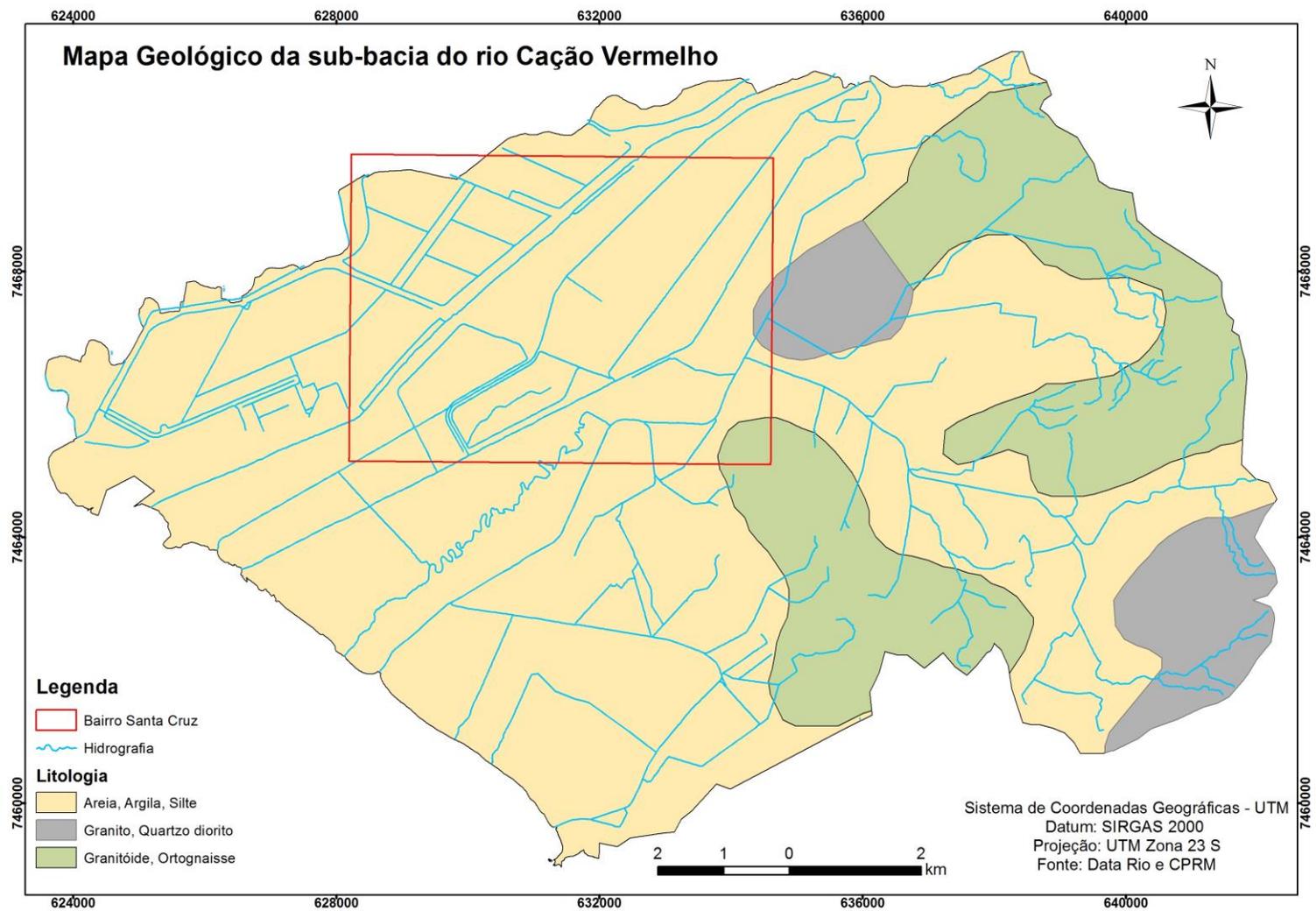
Os depósitos cenozóicos estão representados por uma série de ambientes de sedimentação quaternária, associados a sistemas de deposição de origem continental, transicional e marinho. A parte interna da planície é marcada pelos vales de fundo plano, preenchidos por sedimentos fluvial grossos, que intercalam com depósitos coluvionares de sopé de encosta, compondo um amplo sistema de leques aluviais coalescentes que nas suas porções distais se interdigitam com sedimentos deltaicos, lagunares e marinhos (ERM, 2005).

Os depósitos Colúvio-Aluvionares que caracterizam o ambiente de sedimentação continental, em suas fácies próximas apresentam matacões, cascalhos, areias e lamias provenientes da ação de processos de fluxo gravitacionais e aluviais de transporte de material de alteração das vertentes. Na área mais distantes destes depósitos ocorrem sedimentos arenosos e lamosos, localizados em regiões de baixa declividade e ao longo das drenagens. São geralmente bem estratificados, refletindo deposição por fluxos torrenciais canalizados e não canalizados. A alteração dessas rochas pode resultar na formação de solos areno-siltosos ou argilo-siltosos e micáceos, sendo que o teor de areia e silte variam em consequência do teor de quartzo e feldspato das rochas (ERM, 2005).

Na figura 13 é possível analisar o embasamento da área de estudo, segundo a delimitação da sub-bacia do Rio Cação Vermelho.

⁴ A Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMADS) atual INEA, em sua publicação *Bacias Hidrográficas e Rios Fluminenses. Síntese informativa por macrorregião ambiental* (2001) define as Macrorregiões Ambientais designadas pela sigla MRA. A MRA -2 corresponde a Bacia Hidrográfica da Baía de Sepetiba, Microbacias da Restinga da Marambaia e Microbacias Insulares da Baía de Sepetiba.

Figura 13 - Mapa geológico da sub-bacia do Rio Cação Vermelho com destaque para a área de estudo no bairro de Santa Cruz



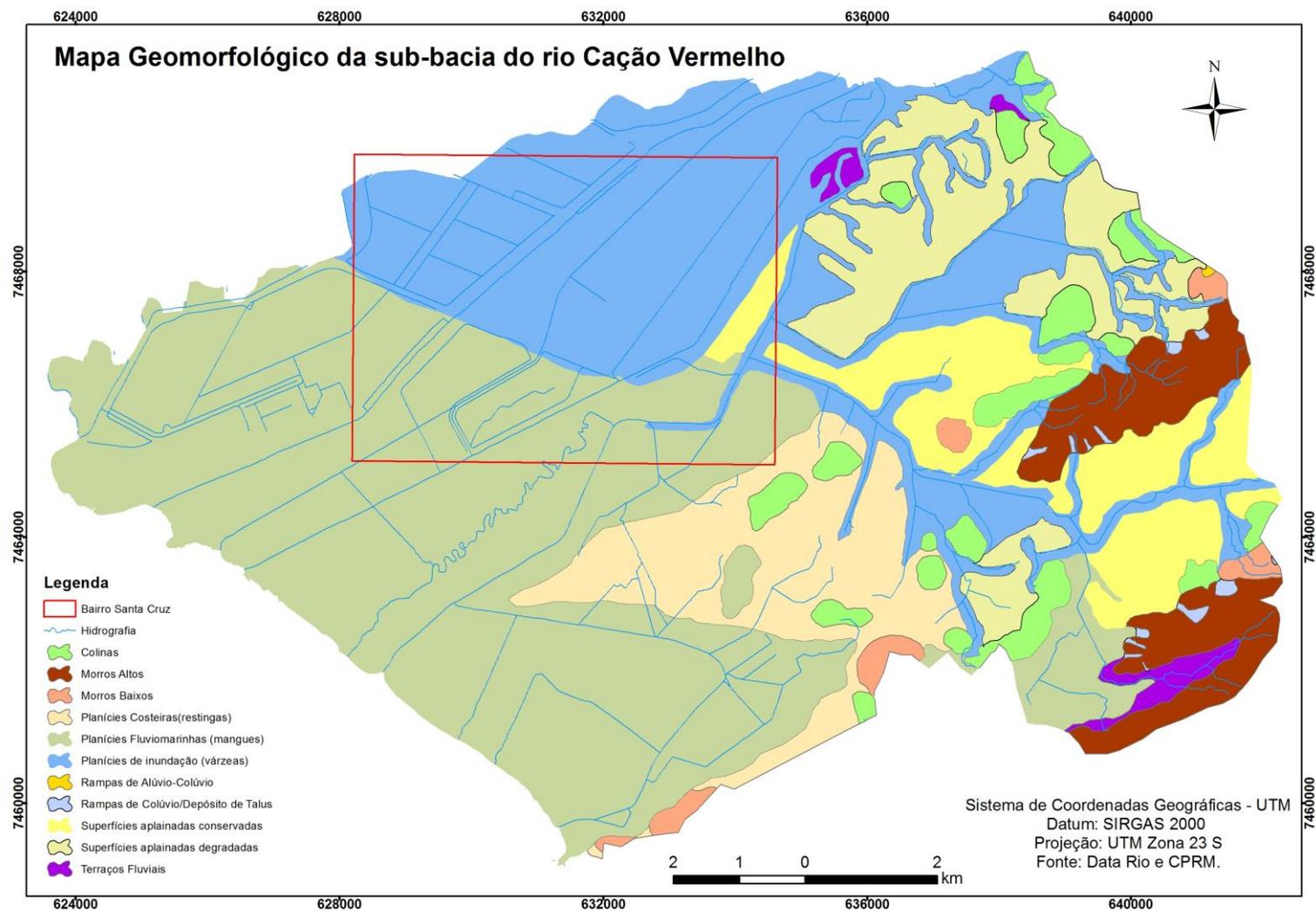
Fonte: O autor, 2019.

4.6 Geomorfologia

A diversidade do cenário geomorfológico do estado do Rio de Janeiro é fruto da singular interação entre os aspectos tectônicos e climáticos, que atuam delineando a atual morfologia (DANTAS, 2000). O referido autor na obra “*Mapa de unidades geomorfológicas do estado do Rio de Janeiro*”, destaca que a área de estudo está inserida na baixada de Sepetiba, no Domínio Morfoestrutural planície Flúvio-marinha. Esta bacia sedimentar do período Cenozóico apresenta um relevo de agradação, caracterizado por (terrenos argilosos orgânicos de fundo de baías ou enseadas, ou deltas dominados por maré). Superfícies planas, de interface com os sistemas deposicionais continentais e marinhos. Terrenos mal drenados com padrão de canais bastante meandranes e divagantes, sob influência de refluxo de marés.

A planície Flúvio-marinha é constituída por sedimentos quaternários que dão origem a relevo do tipo: planície costeira, planície colúvio – alúvio – marinha da baixada e planície Flúvio-marinha, que formam a maior parte da baixada de Sepetiba. Esses relevos apresentam altitudes de 0 a 15 metros (ERM, 2005). Essas planícies são compostas por areia, silte, argila com cascalho fluvial e flúvio-marinhos, associados a lagos, planícies fluviais e depósitos de tálus, areia quartzosas homogêneas marinhas e areais de praias com retrabalhamento eólico e silte, argila e matéria orgânica de planície de maré. Na figura 14 é possível analisar a geomorfologia da região.

Figura 14 - Mapa geomorfológico da sub-bacia do rio Cação Vermelho com destaque para a área de estudo no bairro de Santa Cruz



Fonte: O autor, 2019.

4.7 Solos

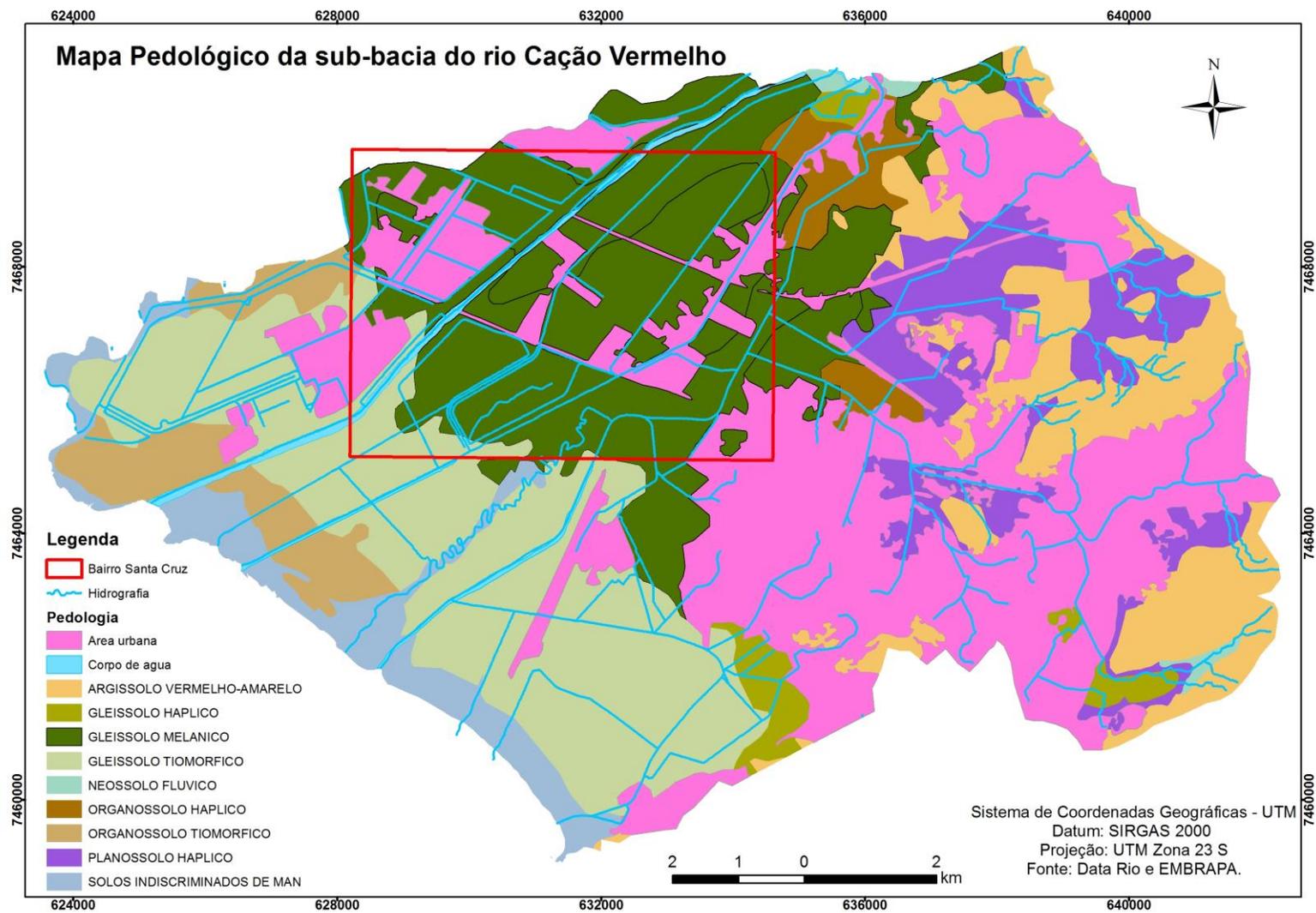
A sub-bacia do Rio Cação Vermelho apresenta os seguintes solos: Argissolo Vermelho-Amarelo, Gleissolo Háptico, Gleissolo Melânico, Gleissolo Tiomórfico, Neossolo Flúvico, Organossolo Háptico, Organossolo Tiomórfico, Planossolo Háptico e solos indiscriminados (figura 13).

Os conjuntos habitacionais estão sobre uma área que predomina Gleissolo Melânico. O Gleissolo é característico de áreas alagadas ou sujeita a alagamento (margens de rio, ilhas, grandes planícies entre outros). Costumam apresentar cores acinzentadas, azuladas ou esverdeadas, dentro de 50 cm da superfície. Podem ser de alta ou baixa fertilidade natural em praticamente todas as regiões brasileiras, ocupando principalmente as planícies de inundação de rios e córregos (IBGE, 2007).

No Estudo de Impacto Ambiental (EIA) da Companhia Siderúrgica do Atlântico (CSA) (ERM, 2005) é ressaltado as potencialidades e fragilidades dos solos, e esses foram descritos como solos mal drenados com problemas freáticos elevados e sujeito a inundações. São solos ácidos devido ao elevado teor de matéria orgânica. Baixa coesão e apresentam limitações quanto a trafegabilidade. Inadequados para disposição de efluentes, aterros sanitários, lagos de decantação devido à alta vulnerabilidade à contaminação do freático. Podem se prestar para as culturas de arroz, hortícolas e para pastagem quando tem caráter sódico. Alguns solos apresentam potencial para cerâmica.

Os sedimentos quaternários da planície Flúvio-marinha da baixada de Sepetiba apresentam condições hidrogeológicas variáveis, pois sua permeabilidade, em consequência da granulometria dos sedimentos, é considerada baixa com valores médio de 10^{-5} a 10^{-6} cm/s (ERM, 2005). A posição do lençol freático apresenta variação, comumente está próximo a superfície e acompanha as suas inclinações, havendo também oscilação da profundidade conforme a estação do ano. Na figura 15 é apresentado o mapa pedológico da sub-bacia do Rio Cação Vermelho.

Figura 15 - Mapa pedológico da sub-bacia do rio Cação Vermelho com destaque para a área de estudo no bairro de Santa Cruz



Fonte: O autor, 2019.

5 DA FAZENDA AO BAIRRO: UMA ANÁLISE HISTÓRICA DO PROCESSO DE USO E OCUPAÇÃO DE SANTA CRUZ

O presente capítulo tem como objetivo abordar o processo histórico de uso e ocupação do bairro de Santa Cruz, destacando as transformações no sistema de drenagem, mudança do uso agrícola para o industrial e o seu impacto no contexto local. Neste sentido, inicia-se com uma breve apresentação do processo histórico de ocupação de Santa Cruz, em que a atividade rural era predominante, passando por transformações mais intensas a partir da família real no Rio de Janeiro. A análise do local destaca a implantação do Matadouro de Santa Cruz, inaugurado em 1881, e a instituição da Zona industrial de Santa Cruz, no final da década de 1970, finalizando com a atividade siderúrgica.

O bairro de Santa Cruz apresenta baixos índices relacionados à qualidade de vida da população, dentre os quais se destacam o acesso ao saneamento básico, a qualidade das habitações, expectativa de vida e escolaridade da população. Essa situação não é fruto do acaso, resulta do longo processo de estímulo a múltiplas atividades econômicas que não foram acompanhadas pelo desenvolvimento da população, ou seja, o crescimento das atividades econômicas, não necessariamente, conduziram a melhora da comunidade do bairro de Santa Cruz.

5.1 A Fazenda Santa Cruz: do início ao fim da atuação Jesuítica e o seu reflexo nas transformações no sistema de drenagem

A origem da fazenda de Santa Cruz remonta ao século XVI, contudo, seu desenvolvimento deu-se no século XVII sob a administração dos padres da Companhia de Jesus. A história da fazenda tem início no próprio nome: Santa Cruz, pois segundo Gama (1875) os padres jesuítas mandaram erguer uma grande cruz de madeira no pátio externo e fronteiro à sua residência, onde a escravaria se reunia para seus festejos.

A região do atual bairro de Santa Cruz, que até meados do século XVII era ocupada por aldeias indígenas, teve seu povoamento iniciado no século XVI com Cristóvão Monteiro,

e posteriormente doada à Capitania de São Vicente⁵. Em 1718 o local foi ocupado por missionários da Companhia de Jesus, que constituíram um latifúndio conhecido como a Fazenda de Santa Cruz, tendo como principais atividades a criação de gado e os cultivos, inclusive de cana-de-açúcar⁶.

Cortada pelos rios Itaguaí, Guandu e Guandu-Mirim, a fazenda de Santa Cruz apresentava excelente localização, pois proporcionava alternativas para escoar os produtos até a capital, garantindo aos Jesuítas extrema importância no abastecimento do Rio de Janeiro. Segundo Teles (1992), além de suprir as suas necessidades e a do Colégio do Rio de Janeiro, a fazenda ainda produzia um excedente de alimentos e mão de obra que era aproveitada pela cidade e até mesmo exportada para outras regiões da colônia.

A atuação jesuítica na fazenda de Santa Cruz foi extremamente exitosa, contudo, para alcançar tal êxito foi necessário um conjunto de ações que a elevassem a esse patamar. As condições impostas pelo ambiente dificultavam o desenvolvimento agrícola na região, pois a planície de maré inviabilizava o desenvolvimento de atividades agropecuárias, além de propagar doenças como a malária. Sendo assim, para viabilização de uma fazenda produtiva seria necessário intervir no sistema de drenagem, controlando os rios existentes por meio de diversas obras de engenharia hidráulica. Essas ações, de certa forma, foram possíveis, pois havia um conjunto de saberes técnicos que iam de encontro ao nível técnico avançado para os padrões da época. Segundo Gama (1875) utilizando-se de técnicas holandesas, do início do século XVII, os padres jesuítas executaram obras monumentais de saneamento, suportadas pela mão de obra escrava, para drenar as enchentes anuais do rio Guandu e transformar as planícies pantanosas em campos para pastagens. Assim, o terreno foi cortado em canais e valas niveladas gradualmente para que o excesso de água fosse escoado para o mar.

Para Goes (1942) muito fizeram os padres da Companhia de Jesus para tornar aquelas terras, então inóspitas, pantanosas e improdutivas, em glebas férteis e saudáveis, que lhes dessem recursos para sua obra de catequese. Ainda sobre o assunto, Carelli (2012) observa que há por trás das obras de barragens e plantações uma nova concepção de natureza, pois os jesuítas deixaram de enxergá-la apenas como fonte de contemplação e passaram dinamizá-la e a controlá-la.

Os jesuítas executaram inúmeras obras de engenharia em Santa Cruz, construindo canais, drenando brejos e os transformando em pastagens férteis, isso possibilitou que a

⁵ Fundação para o Desenvolvimento da Região Metropolitana do Rio De Janeiro, 1976, P. 61.

⁶ Fundação Para O Desenvolvimento Da Região Metropolitana Do Rio De Janeiro, op. cit., p. 65.

pecuária torna-se a principal atividade econômica da fazenda, complementada, em segundo plano, pela cultura de arroz, feijão, mandioca e algodão (SANTOS, 1977 apud MARQUESE 1997). Contudo, há indícios que a relevância da fazenda se deu pela política de mão de obra escrava.

Segundo Carelli (2012) a ponte dos jesuítas datada de 1752 que fazia parte do complexo sistema de drenagem, irrigação e barragem das águas do rio Guandu, é um testemunho de que os padres foram os primeiros que alteraram o sistema fluvial da área circundada pela baía de Sepetiba. Na figura 16 é possível identificar o testemunho histórico da ponte dos Jesuítas.

Figura 16 - Ponte dos Jesuítas em Santa Cruz, RJ



Fonte: Carreli, 2012.

As inundações no terreno eram constantes, por isso, para garantir que o terreno não voltasse a ser pântanoso, foi realizado uma obra de engenharia e de arte, na abertura de um canal profundo entre o rio Itaguaí e rio Guandu, conhecido como Ponte dos Jesuítas. Segundo Leite (1938) trata-se de uma ponte de contaria com arcos desiguais que possuía um sistema de comportas. Quando a enchente era grande, as comportas fechavam e obrigava a água a refluir sobre si, percolando pelo canal até chegar ao rio Itaguaí, e, deste, para o mar.

O rio Guandu, sinuoso e estreito, nos meses de enchente, inundava e destruía os leitos dos rios. Segundo leite (1938) abriu-se então uma vala larga e funda como um rio, e em vez

de um rio, ficaram dois. O comprimento do novo rio era de dez quilômetros, denominada vala do Itá, por possuir leito pedregoso. Para Gama (1875) essa vala dava vida ao comércio entre o centro da fazenda e os pescadores do litoral. Para Teles (1992) além das valas foram construídos quilômetros de taipas que protegiam os pontos mais vulneráveis às inundações. Eram muralhas muito sólidas feitas de barro, pedra (na parte voltada para as águas) e areia (na parte voltada para o campo). A mais famosa denominada do Frutuoso, que mais tarde tornou-se vasto pasto.

As obras realizadas tiveram resultado esperado pelos jesuítas. Assim, o terreno da fazenda de Santa Cruz deixou de ser pantanoso e passou a ser um campo apropriado para a criação de animais (CARRELI, 2012).

As obras implementadas na rede de drenagem, tais como: retificação e transposição dos rios, contribuíram na modificação da dinâmica de transporte e erosão nos cursos d'água. Segundo Carelli (2012), ao comparar os mapas do século XVII a XIX, ou seja, 1627 a 1888, é possível constatar uma redução significativa na dimensão retratada do cordão arenoso, o que pode estar relacionado à intensificação das atividades agropecuárias no entorno da Baía de Sepetiba e as obras de engenharia executadas no local com intuito de minimizar os alagamentos e inundações, isto é, com as obras implementadas no sistema de drenagem, em alguma dimensão, são estabelecidas uma possível relação de causa e efeito na redução do cordão arenoso da restinga da Marambaia.

Os Jesuítas, durante dois séculos, foram os proprietários da fazenda e isso foi possível graças a sua forma peculiar de administração da propriedade, ou seja, os mesmos estabeleceram relações mais harmônicas com indígenas e africanos. Eles podiam casar livremente entre eles, possuíam moradia individual, roças para as quais dedicavam um período da semana, pois três dias eram destinados ao trabalho na Fazenda, um dia dedicado à igreja e um dia de descanso. Seus filhos eram alimentados, vestidos e educados pelos Jesuítas. Além disso, as crianças eram alfabetizadas, aprendiam música e um ofício (FRIDMAN, 1999). Segundo Freitas (1985) a vasta relação dos ofícios exercidos pelos Jesuítas eram ensinados aos índios e aos escravos com mais habilidades e aptidões para determinado ofício. Essa relação se refletiu na importância da Fazenda, pois a transformou na mais importante fazenda do Brasil.

A propriedade, em meados do século XVIII, alcançou dimensões de 48 km². A Fazenda de Santa Cruz exerceu o papel de uma das mais prósperas propriedades pertencentes à ordem em terras brasileiras. No período de dois séculos a Fazenda ficou sob o domínio dos Jesuítas e isso possibilitou que a mesma alcançasse destaque na produção de gêneros

alimentícios, tornando a maior produtora de alimentos para o abastecimento do Rio de Janeiro, até que em 1759 foram expulsos do território brasileiro e, todas as suas propriedades, incluindo a Fazenda de Santa Cruz, passaram a pertencer à Coroa portuguesa. Segundo Carelli (2012) a partir daí, a fazenda de Santa Cruz passou a fazer parte do Patrimônio Real da Coroa Portuguesa, passando a ser conhecida como Fazenda Real, Fazenda Imperial ou Fazenda Nacional de Santa Cruz. Teles (1992) observa que no mesmo ano da expulsão, os jesuítas ainda executaram mais um de seus bem-sucedidos trabalhos de drenagem, a interminada vala do Piloto, que transformaria os brejos de São João Grande e São João Pequeno em pastagens.

5.2 Da Fazenda Real ao Matadouro de Santa Cruz: uma análise dos fatores indutores e degradantes do bairro

Após a expulsão dos jesuítas a fazenda é anexada aos bens da Coroa e ficou submetida diretamente ao vice-rei pela Carta Régia de 16 de outubro de 1761, passando sua produção por um período de decadência (BRASIL, 2017). A partir de 1790 que seu desenvolvimento recebeu destaque da metrópole, não exclusivamente como relação à crise que o sistema colonial passava, contudo também pelo aumento da demanda de alimentos resultante do crescimento do Rio de Janeiro. Assim, “a plantação de cana-de-açúcar e a construção de engenhos foram incentivadas, mas não houve o resultado esperado e a produção passou por novo declínio, com a conseqüente venda de terrenos.” (BRASIL, 2007, p.7). Com carta régia de 7 de novembro de 1803, foram desmembradas de sua propriedade os engenhos de Itaguaí e Pirai, o que acentuou a situação de declínio da Fazenda de Santa Cruz, cuja pequena renda era obtida pela exploração dos arrendamentos, pastos e extração de madeira.

A fazenda passou a abrigar a residência de verão da Família Real, assim, teve início uma ocupação de caráter urbano na região, percebendo-se inúmeros melhoramentos, com o estabelecimento de povoados ao longo de toda Estrada Real de Santa Cruz (FRIDMAN, 1999). Com a construção da Real Fábrica de Tecidos Santo Agostinho, em 1815, gerida por Sebastião Fábregas Suriqué, a Fazenda tornou-se palco de experiências industriais.

O primeiro registro de disposição legal para medição da Fazenda foi determinado em 1820, pelo decreto de 19 de outubro, tendo sido nomeado o desembargador da Casa da suplicação e juiz do tombo, João Ignácio da Cunha para sua execução (BRASIL, 1987, p. 204 *apud* BRASIL 2017). Pelo tratado da independência e “pela indenização dos bens

pertencentes aos príncipes portugueses, (a Fazenda de Santa Cruz), passou ao domínio do Estado, com usufruto da coroa, em virtude do artigo 115, da Constituição de março de 1824” (BRASIL, 1820, p. 91 apud BRASIL 2017, p. 8). Até 1822, ficou sob inspeção do Erário Régio, quando, pela decisão n.39, de 2 de maio, foi transferida para a estrutura da Casa Real e incorporada aos bens pessoais de d. Pedro I.

Em 1830, a partir do decreto de 25 de novembro, determina-se que somente compreendessem a Fazenda Imperial de Santa Cruz os terrenos em cuja efetiva e legítima posse se achava de d. Pedro I por ocasião da Constituição de 1824. Já os terrenos que lhe foram anexados por medição, ou a eles tinham direito, ou seus legítimos sucessores, em favor dos quais a nação renunciava a qualquer direito (BRASIL, 2017).

Fridman (1999) observa que a sua organização, bem como as fontes de renda, não sofreram grandes alterações durante o período imperial, tendo continuado a ser administrado por um superintendente, sendo os afloramentos sua principal fonte de renda

Em 20 de setembro de 1843 é apresentado à Câmara Municipal do Rio de Janeiro o Relatório Beaurepaire, neste constava “o estado de abandono em que se encontra o interior do município, em contraposição à sua importância comercial de alguns sítios como Guaratiba e Santa Cruz”⁷, recomendando a criação de um órgão para inspeção e manutenção de estradas.

Em meados do século XIX, o país passou a sofrer diversas transformações, o que se sente primordialmente no Rio de Janeiro, que reside o principal porto exportador e concentra riqueza e poder. As transformações políticas, econômicas e sociais ocorridas neste período são imensas, com enfoque na modernização do Brasil ainda que em uma sociedade escravocrata.

O empobrecimento das terras do Vale do Paraíba e a queda na lucratividade da produção escravagista (e, ao fim, a abolição da escravatura) induziram o declínio da economia do café na província do Rio de Janeiro, cujo capital será deslocado para cidade de investimento em atividades urbanas, manufatureiras e industriais (RABHA, 2008). Importante mudança foi a promulgação da lei de Terras em 1850, que permitiu a formação de um mercado capitalista de terras por meio da desvinculação do uso efetivo à posse (FURTADO, 1988), bem como a promulgação de um Código Comercial.

A área central do Rio de Janeiro, que passou a ser beneficiada com obras de arruamento, calçamento, saneamento, apresentava significativo adensamento populacional (SCHULTZ, 2008), fruto do fluxo migratório interno das áreas degradadas da população

⁷ Fundação para o Desenvolvimento da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, 1976, p. 61.

cafeeira, da imigração de trabalhadores estrangeiros não qualificados e, posteriormente, de escravos libertos, resultando em inúmeros cortiços (moradias precárias e intensamente povoadas).

A questão habitacional do Rio de Janeiro, em especial da área central, que já havia começado com a chegada da família real ao Brasil intensifica-se (RABHA, 2008). E, “no período compreendido entre 1850-1870, a crise habitacional, entendida como escassez e carestia das habitações para gente pobre, emergiu como um dos traços mais característicos e recorrentes da via urbana do Rio de Janeiro.” (BENCHIMOL, 1992, p. 124).

Por outro lado, as ferrovias, também, possibilitaram a expansão da cidade por meio da indução da ocupação das freguesias suburbanas e das áreas que não estavam integradas à cidade e que se mantinham com características rurais (RABHA, op. cit).

A integração cada vez maior do país na divisão internacional do trabalho impôs a necessidade de diminuição constante do tempo e custo da circulação de mercadorias, objetivo que foi facilitado pela abundância de capitais estrangeiros que procuram fontes adicionais de reprodução, e que financiaram não apenas a construção de ferrovias por todo país, como também a execução de melhoramentos portuários diversos (ABREU, 1996, p. 17).

Convém destacar que “embora as linhas ferroviárias não tenham sido destinadas prioritariamente ao transporte de passageiros, o acesso a este serviço transforma antigas zonas rurais em bairros residenciais, como decorrência do febril retalhamento da força de trabalho.” (RABHA, 2008, p. 36) resultando em uma transformação na paisagem de muitas cidades brasileiras, em especial no Rio de Janeiro.

A estrada de Ferro D. Pedro II, depois denominada de estrada de Ferro Central do Brasil, iniciou-se em 1855, com a “constituição de uma companhia a partir da concessão de direitos e privilégios para construção de uma ferrovia ligando a corte às provinciais de São Paulo e Minas Gerais”, e “sua criação é concretizada quando se faz necessário facilitar o escoamento da produção agrícola destinada à exportação e ao abastecimento interno do país.” (FURTADO, 1998, p.2).

As estações do Ramal de Santa Cruz da Estrada de Ferro Central do Brasil foram inauguradas em 1878, sendo decisivas para o crescimento populacional da região e alteração das características do solo de Santa Cruz (FROES et al. 2004), que, ao encerrar do século XIX, encontra-se estagnada, sofrendo os efeitos da abolição da escravatura, e conseqüentemente falta de braços para lavoura, do abandono de terras, da obstrução dos rios, das más condições de saneamento e de um surto de malária. Ressalta-se que a população residente em Santa Cruz em 1838 era de 3.677 habitantes e em 1870 de 3.445 apresentando

uma redução de 6% no número de habitantes. Para o declínio da atividade rural no local, contribuiu ainda, a construção de um ramal da Estrada de Ferro Central do Brasil que possibilitou o desvio da produção do café para São Paulo.

Neste contexto, em 1881, foi inaugurado o Matadouro de Santa Cruz (unidade de abastecimento de carne do Rio de Janeiro, além de ser ponto de descanso para o gado que era abatido), substituindo o Matadouro de São Cristóvão. Segundo Rabha (2008, p. 94):

A preocupação quanto aos efeitos que a degradação das condições de habitação e salubridade podem causar, faz com que o Estado tome algumas iniciativas como a transferência do matadouro público de São Cristóvão para Santa Cruz, em 1881, e a concessão de benefícios às indústrias para construção de casas populares higiênicas – com fossas e boa aeração.

A mudança para Santa Cruz foi proposta no primeiro Relatório da Comissão de Melhoramentos, tendo em vista que “na medida em que são ampliados os limites da cidade, os chamados ‘usos sujos’ vão sendo deslocados do seu centro” (FROES et al. 2004, p. 41), ressalta-se a expressão ‘usos sujos’ com referência às funções urbanas exercidas na área central, que por serem marcadas por poluição sonora, visual, entre outras, acabam sendo retidas em certos trechos, caracterizando um “território de desvalorização” ou “uma área degradada” (RABHA, op. cit).

Em 1889 ocorre a proclamação da República e a Fazenda passou a denominar-se Fazenda Nacional de Santa Cruz, quando foi integrado ao domínio da administração pública e nomeado um novo superintendente. Em 1891, é apresentado o relatório ministerial e este apresenta um pequeno balanço de sua situação, sinalizando sobre o conflito entre os ministérios da Guerra, da Fazenda e do Interior acerca da administração daquela área, ocupada em parte pelo 5º Regimento de Artilharia (BRASIL, 2017). Contudo, a Fazenda de Santa Cruz, apesar do mau estado de conservação, ainda possuía relevância, sendo capaz de gerar considerável renda. Apesar da decadência e do abandono da lavoura, possuía mais de mil foreiros e arrendatários e o matadouro público.

Em 01 de setembro de 1903 o prefeito Pereira Passos emite uma mensagem ao Conselho Municipal que ilustrava os efeitos adversos do funcionamento do Matadouro, pois “aponta como fator determinante para a insalubridade pelo Rio Itá, o não aproveitamento de sangue que, abandonados pelos comerciantes, corre livremente pela sarjeta do local.” (IBID, p. 147). A alternativa apresentada é que o Conselho Municipal proclame uma lei que obrigue o aproveitamento de sangue, tal como ocorre em países europeus.

Ao relacionar a expansão física da cidade com os usos mencionados, Abreu (2008, p. 37) observa:

Um crescimento que segue a direção das ‘frentes pioneiras urbanas’ já esboçadas desde o século XVIII, mas que é agora qualitativamente diferente, já que os usos e classes nobres tomam a direção dos bairros serviços por bondes (em especial aqueles da zona sul), enquanto que para o subúrbio passam a se deslocar os usos ‘sujos’ e as classes menos privilegiadas.

Neste sentido, ao final do século XIX, tem-se um bairro com uma população residente estimada de 3445⁸ habitantes, economicamente estagnada, com pouca infraestrutura urbana, contudo servida por um ramal da linha de trem e que abriga o matadouro municipal, responsável por promover uma situação de insalubridade. Segundo Abreu (2008, p. 11): “o alto grau de estratificação social do espaço metropolitano do Rio de Janeiro, na atualidade, é apenas a expressão mais acabada de um processo de segregação das classes populares que vem se desenvolvendo no Rio há bastante tempo”, do qual Santa Cruz não se distâcia desta lógica já no final do século XX.

5.3 A intensificação da atividade industrial no século XX e a manutenção da lógica de degradação no bairro de Santa Cruz

O século XX tem início uma intensa atividade de parcelamento do solo, em especial nas áreas predominantemente rurais, tal como a zona oeste do Rio de Janeiro, culminando com o espraiamento da cidade e, também, com o aprofundamento da crise das habitações populares. Abreu (2008, p. 72) sintetiza o cenário do início do século XX:

De um lado, os Governos da União e do Distrito Federal, representando as classes dominantes, atuam preferencialmente na esfera do consumo, incentivando a continuidade do processo de renovação urbana da área central e de embelezamento da zona sul. As cirurgias urbanas se sucedem, afetando, como sempre, os bairros pobres da cidade. Por outro lado, e não contando com qualquer apoio do Estado, as indústrias se multiplicam na cidade e começam a se expandir em direção aos subúrbios, criando novas áreas, dotando-as de infraestrutura e, principalmente, gerando empregos.

Ao lado dos grandes investimentos públicos realizados nas áreas habitadas pelas classes mais abastadas, principalmente no centro e na zona sul, tem-se a intensificação da ocupação dos subúrbios, com reduzida presença de planejamento estatal, sem infraestrutura urbana adequada.

⁸ O número refere-se ao ano de 1870. Importante destacar que o bairro possui uma taxa de crescimento negativa de 6%, em relação ao ano de 1838, no qual sua população residente era de 3.677 habitantes. Ibid, p. 39.

O setor industrial, neste início de século XX, concentrava-se na região de São Cristóvão, pois situava-se próximo ao porto, e as empresas de pequena porte ainda preferiam a região central. Contudo, “o desenvolvimento industrial da cidade nessa época, feito praticamente sem qualquer apoio do Estado, não tardou a atrair um grande número de migrantes, na sua maioria provenientes do antigo Estado do Rio de Janeiro.” (ABREU, 2008, p. 80).

O processo de crescimento demográfico e industrial intensificou-se especialmente a partir de 1930, sendo que “O Estado passa a intervir no processo de localização industrial, surgindo dessa iniciativa o Decreto-lei 6.000/37, que definiu pela primeira vez uma zona industrial na cidade” (IBID, p.99).

Convém destacar que em 1932, a Fazenda de Santa Cruz passou para a jurisdição do Departamento Nacional do Povoamento subordinado à Diretoria do Domínio da União. Este ato desapropriava, por utilidade pública, os terrenos aforados e que não estivessem aproveitados em exploração agrícola ou pastoril, consolidando um projeto político para ocupação de suas terras em pequenos lotes, transferindo diretamente ao trabalhador rural (BRAISL, 1933 apud Brasil, 2017). A área se beneficiou também das ações da Comissão de Saneamento da Baixada Fluminense (CSBF), que propunha o saneamento e a drenagem dos terrenos, o que garantia o aproveitamento econômico e o povoamento da extensa área. Esta recomendação foi um importante suporte à política econômica do governo Vargas, onde a Baixada Fluminense constitui-se como um ponto relevante para a expansão urbano-industrial do Rio de Janeiro enquanto centro político e econômico (FERNANDES, 2015).

Na década de 1960, com a intensificação do processo de deslocamento da indústria do centro para periferia, decorrente da necessidade de mais espaço e da pressão oriunda do crescimento urbano, começa-se a pensar em Santa Cruz, uma área então dita ociosa, como um dos vetores de expansão (DOMINGUEZ, 2007). A região da zona oeste “era compreendida como um locus adequado para instalar um polo industrial e futuramente gerar um novo núcleo de ocupação populacional descomprimindo as já saturadas zonas sul e centro.” (IBID, p. 216).

Com o objetivo de estimular o desenvolvimento industrial na década de 1960, o então governador Lacerda criou a Companhia de Progresso da Guanabara (COPEG), em 23 de outubro de 1961, que, ao longo de seu mandato, recebeu cerca de 2% dos investimentos realizados no seu governo (DOMINGUEZ, 2007). Destacando as vantagens locacionais Dominguez (2007, p. 215) descreve a opção pela criação de zonas industriais, inspiradas na experiência de Juscelino Kubitschek na cidade industrial de Belo Horizonte:

Com uma pequena parte dos próprios recursos adquiriu e loteou dois distritos industriais na avenida Brasil e em Santa Cruz. Este último era um local privilegiado, disposto numa extensão planície, com as águas do rio Guandu, do rio Paraíba e do canal de São Francisco atravessando toda região, próximo a hidrelétricas da Light, com vias de acesso para o escoamento da produção, podendo atingir a via Dutra através de Itaguaí sem entrar em perímetro urbano ou utilizando o ramal de Mangaratiba da Rede Ferroviária.

O estímulo dado à criação de zonas industriais gerou resultados distintos, pois o distrito localizado na avenida Brasil teve todo terreno vendido, porém o distrito de Santa Cruz, que dispunha de 7,2 milhões de metros quadrados, somente vendeu 5% dos lotes. E, sobre os resultados dessa política de Lacerda, que se perpetuou nos dois governos subsequentes (Negrão de Lima e Chagas de Freitas), Perez (2007, p. 218) afirma:

Apesar da insistência com que Lacerda falava da atuação da Copeg em seus discursos, apesar de ela representar um esforço planejado e organizado para reativar a indústria no Rio de Janeiro, a sua participação foi muito tímida, embrionária. Havia recursos, mas a prioridade do governo era claramente a infraestrutura urbana, e não era possível alocá-los em abundância neste projeto. A parcela aplicada foi empregada de uma forma dispersa e os resultados, o efetivo crescimento industrial, ficaram muito aquém do desejado. Não se conseguiu atrair indústrias, sobretudo as de base ou transformação, não se gerou um polo multiplicador e não se alterou, como se pretendia, o perfil econômico carioca.

Convém destacar que, no estudo viário Plano Doxiadis, publicado em 1965 desenhou-se três eixos de desenvolvimento para a cidade:

O eixo norte-sul, ao longo do início da avenida Brasil e da via Dutra, como foco de desenvolvimento industrial e de conexão com outros estados; o eixo leste-oeste, que partia desde a Rio-Santos, zona industrial de Santa Cruz e Porto de Sepetiba, com a construção da Cosigua e da usina termelétrica da Chevap, passando por Campo Grande, Madureira, até o Méier, Radial Oeste e o centro da cidade; um terceiro eixo, interno, que ligaria Jacarepaguá à avenida Brasil, facilitando a comunicação entre as grandes comunidades.

Salienta-se que “os interesses da industrialização a ser promovida no Estado da Guanabara indicam a criação de distritos industriais na Avenida Brasil e em Santa Cruz, e incentivos aos conjuntos habitacionais destinados aos trabalhadores” (RABHA, 2006, p. 164) e que, na: “Administração Chagas Freitas, ao contrário, recuperando as recomendações contidas no plano Doxiadis, a escala do estado foi contemplada para induzir a expansão rumo à zona oeste, expandir o uso da indústria pesada em Jacarepaguá e Santa Cruz, tendo como ponto de atração o Porto de Sepetiba” (IBID, p.182).

No Programa de Governo de Desenvolvimento Urbano, organizado pelo Estado da Guanabara, em 1974, consta que:

A região caracterizou-se inicialmente por uma tendência agropecuária. Com o desenvolvimento e crescimento dos aglomerados que foram se expandindo na região, surgiram pequenas indústrias, comércios e blocos residenciais, perdendo,

pouco a pouco aquela região, suas tendências iniciais de região agropastoril. [...] O matadouro regional polarizou durante muito tempo todas as potencialidades regionais. A interferência do Poder Público criando a zona industrial, deu nova perspectiva à região, gerando necessidade de diversificar as atividades regionais (GUANABARA, 1974, p. 12).

Com referência à Zona Industrial de Santa Cruz, no mesmo programa de Governo de Desenvolvimento Urbano do Estado da Guanabara, de 1974, observa-se: “A Zona Industrial de Santa Cruz vai se constituir no principal polo de atividade secundária do Estado. A conclusão de sua infraestrutura básica está prevista para meados de 1974. O início da operação da COSIGUA e da White Martins marcaram o início das atividades da Zona Industrial de Santa Cruz.” (GUANABARA, 1974, p. 13).

Em 1976 ocorreu o Seminário do Plano Urbanístico básico da Cidade do Rio de Janeiro (PUB-Rio), este contou com a participação de instituições públicas e privadas. Nesse seminário foi apresentado a política de desenvolvimento para a região metropolitana do Rio de Janeiro e as “diretrizes socioeconômicas e físico-urbanísticas, que vem orientando efetivamente as ações com vistas à elevação da qualidade de vida da população” e, dentre as primeiras, aponta-se a de:

Promover a implantação de indústrias dinâmicas que, pelos seus efeitos de germinação no próprio setor manufatureiro e no terciário, transcendem o âmbito regional, assumindo dimensão nacional. Indústria siderúrgica, indústria petroquímica, indústria de componentes eletrônicos etc. Desse modo, serão potencializadas as vantagens locacionais da Região Metropolitana – conexão fácil com sistemas de transporte rodoferroviário, marítimo e aeroviário, permitindo acessibilidade franca aos mercados de produtos finais e de matérias-primas. Tendo em vista a compensar a menor capacidade de absorção de mão-de-obra de algumas das manufaturas chamadas dinâmicas, incentivar a expansão e modernizar o perfil administrativo-tecnológico, da pequena e média indústria, particularmente no município do Rio de Janeiro, explorando, inclusive, a dinâmica dos mercados internacionais. Essa diretriz está perfeitamente coerente com a política nacional do setor. Apenas, o Rio de Janeiro procura trazer para si o máximo (RIO DE JANEIRO, 1976, p. 238).

Nesse seminário, o presidente da Companhia de Distritos Industriais do Estado do Rio de Janeiro (CODIN) expôs a política estadual de incentivos para as indústrias em relação à área de estudo, assim:

A última alternativa [ao longo da Av. Brasil, em direção de Santa Cruz] é a que nos parece a mais viável, tendo em vista não só o forte poder de indução dos grandes empreendimentos que estão se localizando em Santa Cruz e Itaguaí, fazendo com que diversas indústrias já estejam se implantando na região, como também a existência de áreas virgens (Campo Grande e Santa Cruz) com um pequeno adensamento urbano, permitindo a elaboração de um planejamento que viesse equilibrar e expandir a economia do município, com reflexos positivos para toda a população... A nossa proposição é que a região contígua à zona industrial existente em Santa Cruz (ZI-2) que, pelo atual código de obras é considerada Zona Residencial (ZR-5), fosse declarada zona industrial. O Município teria, assim, uma reserva de aproximadamente 36.000.000 m² de área bruta para fins industriais.

Entretanto, levando em consideração que, dentro do novo zoneamento proposto, já existem pequenas áreas industriais regulamentadas, bem como áreas militares e pequenos acidentes geográficos que impossibilitam o seu aproveitamento, a área útil seria de aproximadamente 18.000.000 m² (RIO DE JANEIRO, 1976, p. 238).

Adiante, o mesmo expositor ressalta a necessidade de se elaborar um plano diretor destinado a dotar a região de infraestrutura física adequada (água, esgoto, comunicação entre outros) e infraestrutura social (habitação, saúde, educação, lazer entre outros), “evitando o caos de uma área superindustrializada sem o complemento necessário ao bem viver.” (RIO DE JANEIRO, loc. cit.) e, finaliza “que já está ocorrendo um descompasso entre as indústrias que estão se implantando na Zona Oeste e o setor de serviços, hiato este, que tende a aumentar se não forem tomadas rápidas providências” (RIO DE JANEIRO, loc. cit).

A urgência de se criar condições de infraestrutura que comportasse e/ou atendesse a população, naquele contexto, já se observara como sendo necessário, pois poderia ocorrer um descompasso socioambiental que refletisse no bem estar do cidadão que residisse no bairro de Santa Cruz.

Convém destacar, entretanto que as indústrias eram tidas como essenciais para o crescimento econômico e, por isso, a opção pelas zonas industriais não era exclusividade do Município do Rio de Janeiro. Segundo Perez (op. cit. p. 219):

Se lotear terrenos e dar crédito não bastava para atrair indústria, é preciso concluir que o crescimento do Rio de Janeiro teria de se pautar por outro modelo que levasse em conta as especificidades dos agentes econômicos locais e aproveitasse os pontos fortes já existentes na economia carioca. Mas não podemos exigir do passado a perspectiva que só o presente fornece: naquele momento, as zonas industriais eram unanimidade entre especialistas.

Na década de 1970 foi construído o Porto de Sepetiba, este, inaugurado em 1982, localiza-se no município de Itaguaí. A construção porto está inserida na lógica do estímulo à indústria nacional, bem como infraestrutura que atendesse as demandas locais. O Porto de Sepetiba foi

Projetado para abastecer a indústria siderúrgica, na época da construção do porto havia também estudos visando a implantação da Companhia Estadual de Gás em Itaguaí (com utilização de carvão a vapor também movimentado pelo porto), da usina CSN II e uma Coqueria Central ao lado do pátio de estocagem do carvão, bem como de um terminal ‘roll-on/roll-off’ para embarque de reatores atômicos fabricados na NUCLEP (SANTOS, 1999, p. 75).

A partir do contexto histórico anteriormente descrito, é possível afirmar que houve um estímulo do Estado para induzir e/ou introduzir empreendimentos indústrias nas áreas mais periféricas da Cidade do Rio de Janeiro. Esse movimento estava inserido dentro de uma lógica nacional de estímulo à indústria e, é fruto da disponibilidade de grandes espaços vazios,

interligando as saídas do Município com: portos, rodovias e ferrovias, e pela ausência da população que se fizesse ouvir pelas autoridades públicas e privadas responsáveis pelo projeto. É de se observar, mesmo nos discursos, que a população ficou à margem do processo e com exceções participou do processo de estímulo a atividade industrial no bairro de Santa Cruz.

5.4 A atuação siderúrgica e os seus reflexos no bairro de Santa Cruz

Após décadas de estímulo a atividade industrial, o bairro de Santa Cruz vem sofrendo um intenso processo de contaminação, que tem início com a instalação das primeiras indústrias, como a Companhia Mercantil Industrial Ingá, que resultou em um passivo ambiental. Freitas et al. (2006, p. 107), observam que a:

Contaminação da baía de Sepetiba, no Rio de Janeiro, por metais pesados como o chumbo, cádmio e zinco, que, em doses elevadas, podem afetar o sistema nervoso, a medula óssea e os rins, produzindo vários tipos de doenças. Cádmio e zinco foram produzidos até 1997 pela falida Companhia Mercantil Industrial Ingá e a contaminação ambiental pelos mesmos tem sido observada através da análise de pescado (peixes, moluscos e crustáceos), sedimento e água.

A companhia Ingá Mercantil se fixou na Baía de Sepetiba em 1962, onde iniciou as atividades de processamento de minérios para produção de zinco de alta pureza. Desde o início das suas atividades, a companhia depositava pilhas de materiais tóxicos a céu aberto. Em 1984 foi construído um dique argiloso para contenção dos resíduos. Além disso, instalaram-se tanques de acumulação de águas, estações de tratamento e outros sistemas de controle. No ano de 1996, em decorrência das fortes chuvas, o dique de contenção rompeu, contaminando com metais pesados diversos pontos da Baía de Sepetiba e em 1998, foi decretada a falência da companhia.

Pereira et al. (2014) observam que a companhia deixou um passivo ambiental estimado em 20 milhões de reais. Calcula-se ainda que 10 milhões de toneladas de zinco e cádmio foram despejados na Baía de Sepetiba nos 20 anos que antecederam a falência da companhia. Os autores ressaltam que em 2003, o dique chegou ao seu limite de armazenamento, demandando atuação emergencial da SERLA para obras na contenção. A obra foi custeada pelo Governo do Estado do Rio de Janeiro e pela prefeitura de Itaguaí. A

despeito disso, há diversas denúncias de vazamento do dique e conseqüentemente mortandade de peixes na região.

O EIA da CSA (ERM, 2005) sinaliza o alto índice de poluição do local e que a área em questão encontra-se contaminada, conforme se verifica nas informações apresentada pela extinta FEEMA:

Dessa forma, considerando essas informações pode-se concluir que a biota da baía de Sepetiba vem sendo progressivamente ameaçada pela contaminação de cádmio e zinco provenientes do passivo ambiental do Ingá e possíveis acidentes que ainda poderão ocorrer enquanto medidas mais concretas não sejam tomadas.

A qualidade da água da região hidrográfica da baía de Sepetiba reflete o acelerado crescimento urbano e industrial dos últimos 30 anos. O crescimento urbano sem a implantação dos equipamentos de infraestrutura adequados, como saneamento básico e resíduos sólidos, vem contribuindo para o aumento da carga orgânica nesses corpos d'água devido ao aporte de efluentes domésticos.

Ficou também evidenciada a influência da descarga dos rios na região da Baía de Sepetiba, adjacente à foz do rio da Guarda e canais do São Francisco e Guandu. O crescimento industrial, caracterizado principalmente pela implantação de metalúrgicas, siderúrgicas e indústrias de bebidas e alimentos, tem contribuído para a expressiva contaminação dos corpos d'água locais por efluentes industriais, destacando-se a poluição por metais pesados. Esta, embora seja difusa, tem como principal compartimento acumulador a baía de Sepetiba, uma vez que os rios estão entre as principais vias de transporte desses poluentes para a mesma.⁹

Com referência ao diagnóstico da qualidade do ar, por meio das estações de monitoramento, o Parecer Técnico avalia:

Os resultados obtidos nesse monitoramento mostram que, com relação aos poluentes Partículas Totais em Suspensão, Partículas Inaláveis e Ozônio, já existe, atualmente, um comprometimento da qualidade do ar naquela área. Foram registrados valores de concentração superiores a 50% dos padrões primários de qualidade do ar estabelecidos pela legislação. O poluente NO₂ também apresentou valores de concentração que podem ser considerados expressivos, pois alcançaram 21% do padrão.

[...]

Com o início da operação, as concentrações médias dos poluentes nesses locais sofreriam um acréscimo de cerca de 25% para o material particulado e de cerca de 50% para o NO_x, considerando-se apenas as emissões da CSA. Para o SO₂, as concentrações aumentariam mais de 1000%.

Há que se levar em conta que outras atividades de grande potencial poluidor do ar já se encontram ali instaladas e que naquela região está prevista a implantação de empreendimentos industriais de grande porte considerando-se, portanto, abusivo, um único empreendimento ocupar tamanho percentual do padrão de qualidade do ar numa região¹⁰.

Como observado, ao analisar a transferência do matadouro municipal para Santa Cruz, é ressaltado os usos sujos, isto é, que provocam incômodos ou prejuízos, de todo tipo, aos

⁹ Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (RJ), 2006b, p. 8-9.

¹⁰ Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (RJ), 2006b, 13-15. Contudo, na sua conclusão, o Parecer Técnico observa que os sistemas de controle da poluição do ar propostos são adequados e atendem aos padrões estabelecidos na legislação vigente (p. 60).

moradores próximos ao local, bem como desvalorizam, ainda mais, as localidades. Anteriormente com o matadouro municipal e atualmente com as grandes indústrias, o bairro parece assumir o papel de abrigo de atividades com características degradantes, o que tem gerado um local intensamente poluído e contaminado.

Esse cenário remete ao conceito de zonas de sacrifício, muito utilizado pelo Movimento de Justiça Ambiental, com o intuito de designar áreas, em regra, de moradias de baixa renda, nas quais são instaladas as empresas e atividade de maior impacto socioambiental. Segundo Acselrad (2004, p. 12-13):

Certas localidades destacam-se por serem objeto de uma concentração de práticas ambientalmente agressivas, atingindo populações de baixa renda. Os moradores dessas áreas convivem com a poluição industrial do ar e da água, depósitos de resíduos tóxicos, solos contaminados, ausência de abastecimento de água, baixos índices de arborização, riscos associados a enchentes, lixões e pedreiras. Nestes locais, além da presença de fontes de risco ambiental, verifica-se também uma tendência a sua escolha como sede da implantação de novos empreendimentos de alto potencial poluidor. Tais localidades são chamadas, pelos estudiosos da desigualdade ambiental, de ‘zonas de sacrifício’ ou ‘paraísos de poluição’, onde a desregulação ambiental favorece os interesses econômicos predatórios, assim como as isenções tributárias o fazem nos chamados ‘paraísos fiscais’.

O bairro de Santa Cruz, neste contexto, carrega uma conjuntura, historicamente construída, de um local que se destinou e se destina a determinados usos impactantes, muito associado a sua condição econômica e também a baixa capacidade de resistência e luta frente a grandes empreendimentos industriais. Segundo Acselrad (2004, p. 41) a região estudada se enquadra nas zonas de sacrifício do Estado, nas quais “observa-se a conjunção das decisões de localização de instalações ambientalmente danosas com a presença de agentes políticos e econômicos empenhados em atrair para o local investimentos de todo tipo, qualquer que seja seu custo social e ambiental”.

Nesse sentido a participação popular nas decisões de instalação e autorização do funcionamento das indústrias potencialmente poluidoras não desfrutam da devida legitimação social local (PEREIRA et al. 2014). As denúncias apresentadas evidenciam a ausência de voz ativa por parte da comunidade afetada pela indústria, a deslegitimação imposta pelas autoridades fluminenses e a conseqüente imoralidade da implantação da atividade industrial da forma como foi concebida. Pereira et al. (2014) e Pinto (2016) são uníssonos em um ponto a reduzida participação popular na tomada de decisão sobre a implantação do empreendimento industrial. Um caminho possível para explicar essa ausência de participação na tomada de decisão pode ser explicado pela fragilidade socioeconômica.

Sobre o tema, é possível apoiar-se nos ensinamentos de Beck (2010), ao destacar as grandes indústrias estrangeiras potencialmente poluidoras que se utilizam da desinformação

das populações mais pobres e das promessas progressivas para legitimarem as condutas nefastas que não conseguem perpetrar em seus territórios de origem:

Regulamentos de proteção e segurança não foram suficientemente desenvolvidos, sendo que, quando existem, são com frequência letra morta. A “ingenuidade industrial” da população local, que no mais das vezes é incapaz de ler ou escrever, quanto mais de usar adequadamente roupas de proteção, oferece aos administradores das empresas possibilidades insuspeitas. Há muito indisponíveis nos círculos mais sensíveis ao risco dos países industriais, de manipulação legitimatória dos riscos: sabendo da impossibilidade de que se façam adotar regulamentos de segurança, podem-se isentar de cumpri-los. Dessa forma, eles podem “lavar as mãos” e, com a consciência tranquila e com baixos custos, transferir a responsabilidade pelos acidentes e casos de morte e “cegueira” cultural da população em relação aos riscos. No caso de catástrofes, o emaranhado de competências e as posições de interesse nos países pobres oferecem boas oportunidades para uma política de contenção definitiva, de minimização e de encobrimento dos efeitos desastrosos. Condições de produção favoráveis em termos de custos, imunes as restrições legitimatórias, atraem os conglomerados industriais como ímãs, e acabam vinculando-se ao interesse próprio dos países em superar a carência material e em alcançar a autonomia nacional numa combinação explosiva, no mais verdadeiro sentido da palavra: o diabo da fome é combatido com o belzebu da potenciação do risco. Indústrias de risco particularmente elevado são transferidas para os países pobres da periferia. A pobreza do Terceiro Mundo soma-se o horror das impetuosas forças destrutivas da avançada indústria do risco (BECK, 2010, p. 223-227).

O esforço adotado pelo Poder Público e Privado catalisou determinados usos que colidem com o uso tradicional dado pela população, que, ao que tudo indica, ficou e/ou fica a margem dos processos decisórios. O local, em função do distanciamento das áreas escolhidas pela população mais abastada, foi considerado como um espaço propício para implantação de atividades ou empresas, que geram incômodos aos moradores, o que parece ter se refletido na escolha da decisão de implantação do empreendimento TKCSA.

A siderúrgica, no contexto local, promoveu uma série de intervenções que alteraram o cotidiano e a dinâmica local. Essas intervenções se refletem na emissão de material particulado, mudança do curso do Canal São Fernando, aterro de áreas de mangue, expansão do terminal portuário, impacto no trânsito local, entre outros, que afetam direta e/ou indiretamente os conjuntos habitacionais em seu entorno.

A Thyssenkrupp Companhia Siderúrgica do Atlântico (TKCSA), vendida para a Ternium no ano de 2017 em um acordo de € 1,5 bilhão¹¹, é um empreendimento fruto do conglomerado transnacional de origem alemã Thyssenkrupp e da empresa transnacional de origem brasileira Vale S. A. O empreendimento, como já destacado e corroborado por Cavallieri et al. (2011), está localizado no bairro de Santa Cruz em uma das regiões de mais baixo Índice de Desenvolvimento Social (IDS) do município do Rio de Janeiro.

¹¹ Disponível em <https://oglobo.globo.com/economia/ternium-compra-100-da-siderurgica-csa-da-thyssenkrupp-20961385>. Acesso em 17 de abril de 2019.

No ano de 2014, de acordo com a assessoria de imprensa da companhia, a produção anual da planta siderúrgica foi de 4,1 milhões de toneladas de placas de aço; 90% da produção da empresa era exportado pelo porto privado da companhia no segundo semestre de 2015 (PINTO, 2015). Segundo o Aço Brasil (2015) a corporação, em 2014, produziu 62% da produção nacional deste produto siderúrgico.

Essa relevância no cenário nacional a elevou à uma condição de grande contribuidora da política econômica brasileira, bem como do cenário político e econômico do estado do Rio de Janeiro, cuja perspectiva fomenta a multiplicação de parques industriais nas periferias (PINTO, 2015). A referida autora destaca que o empreendimento veio endossado pelo próprio governo do estado do Rio de Janeiro, através da doação de um terreno público onde viviam setenta e cinco famílias ligadas ao Movimento dos Trabalhadores Rurais sem Terra. O terreno público doado à companhia continha uma reversa de 160 hectares de mangue, dos quais foram desmatados 23 hectares. O empreendimento ocupa uma parcela de 9 km² e está em uma área de relevante interesse ecológico, isto é, a Baía de Sepetiba¹².

A siderúrgica, mesmo com esse destaque nacional, consome em demasia muitos recursos naturais e promoveu poluição capaz de comprometer a saúde humana e os ecossistemas. Ao analisar os impactos a saúde e o meio ambiente provocados pela siderúrgica, Freitas et al. (2006, p. 100), observam: “A siderurgia também é conhecida pelo elevado potencial de produção de poluentes atmosféricos, pelo uso intensivo de energia e água, pelo índice elevado de acidentes e doenças ocupacionais em alguns setores, em especial o chamado benzenismo.”

Houve alguns registros de emissão de material particulado, como exemplo, na figura 17 é possível destacar o caso de ‘chuva de prata’ ocasionado pelo armazenamento contínuo de ferro gusa em poços ao ar livre.

¹² Para ver a lista completa de Áreas de Relevante Interesse Ambiental na cidade do Rio de Janeiro acesse: <<http://www.rio.rj.gov.br/web/smac/exibeconteudo?article-id=2812668>>. Acesso em 17 abril. 2019.

Figura 17 - Registro de emissão de material particulado da Companhia Siderúrgica do Atlântico (CSA)



Fonte: PACS, 2015.

Pereira et al. (2014) observam que por causa do descontrole, a TKCSA foi multada em 1,8 milhão de reais pelo Instituto Estadual do Meio Ambiente (INEA), no ano de 2010, e não recorreu da decisão.

Pinto (2016) observa que a ‘chuva de prata’ começou a chamar atenção um mês após se iniciarem as atividades do primeiro alto-forno, em agosto de 2010. A referida autora observa que voltou a acontecer em dezembro daquele ano, tendo a companhia por isso sido multada mais uma vez, em janeiro de 2011, no valor de 2,8 milhões de reais.

Os reflexos e a atuação paradoxal da siderúrgica, ora produzindo impacto socioambiental, ora gerando empregos e ações compensatórias no contexto local, como a construção da colégio estadual Eric Walter Heine, promovem discussões sobre qualquer ação correlacionada a ela. Essa afirmativa tem como base os registros de alagamento no conjunto habitacional São Fernando como possível resultado da mudança no curso do Canal São Fernando promovido pelo empreendimento. A comunidade responsabiliza os registros de alagamento pelo desvio do Canal São Fernando. Sobre o assunto Pinto (2016, p. 4-5) destaca:

O remanejamento dos aquíferos em favor da lógica siderúrgica e em detrimento da vontade política de moradoras/es em especial trabalhadoras/es da pesca, é um dos conflitos da Siderúrgica do Atlântico. Ele foi um dos mais citados durante entrevistas realizadas entre julho e setembro de 2015 nos arredores da avenida João XXIII, onde ficam as portarias da TKCSA. Mas pessoas que tiram o sustento da pesca não foram/são as únicas impactadas pelas mudanças nos cursos de rios e canais dali.

No conjunto habitacional São Fernando, o remanejamento dos aquíferos teve consequências emblemáticas. De acordo com relatos colhidos, por volta de 2010 e 2011, a área residencial foi tomada por várias enchentes. Muitas casas ficaram alagadas acima da altura dos joelhos. Perderam-se sofás, camas, estantes, geladeiras, fogões. Pessoas precisaram ir dormir na casa de parentes fora dali; e quem não tinha para onde ir foi acolhida/o por igrejas e escolas.

Alguns anos antes, a Thyssenkrupp CSA desviara a rota do canal do São Fernando, aquífero que dá nome ao conjunto habitacional de 21 ruas, próximo à reta João XIII. A empresa desviou o canal sob a justificativa de que ele passava dentro do terreno doado pelo estado. Depois da intervenção humana, ele deixou de desaguar diretamente na baía.

Então, quando a enchente aconteceu e dezenas de pessoas ficaram temporariamente desalojadas, a CSA enviou colchonetes e bombas de drenagem ao conjunto habitacional; mas, de acordo com a comunicação da empresa, esse foi um gesto de boa fé, não implicou em admissão de qualquer responsabilidade pelo ocorrido.

Ao abordar o mesmo assunto Guimarães (2011, p. 73) ressalta:

De acordo com notícias veiculadas na mídia, a população reclama da poluição gerada pela instalação e operação da empresa, além do barulho dos trens que transportam minério de ferro que passam perto das casas na Avenida João XXIII, sem qualquer espécie de cobertura que evite a produção de poluição. Verificam-se, ainda, reclamações de produtores de aipim sobre o alagamento das áreas destinadas à lavoura, por conta das obras de desvio do Canal de São Fernando pela empresa.

A frágil composição do tecido social associado a baixa capacidade de participação e/ou exclusão na tomada de decisão alinhado ao histórico de uso degradante no bairro de Santa Cruz, desde o matadouro municipal de Santa Cruz até a atuação siderúrgica, conferem ao bairro múltiplos ‘usos sujos’ e uma zona de sacrifício do município do Rio de Janeiro. O caráter degradante da atividade industrial, em especial da siderúrgica TKCSA (atual Ternium) concedem a este ator um caráter poluidor, ainda que constantemente mitigado por medidas compensadoras.

Os relatos de alagamento efetuados pela comunidade tendem a responsabilizar a siderúrgica. Esta imputação tem como base as transformações ocorridas na planta industrial, em especial a mudança do curso do Canal São Fernando.

As transformações e os impactos que determinadas áreas do bairro de Santa Cruz presenciaram está associada ao histórico de incentivo estatal para a instalação de indústrias. Este incentivo, em sua parcela, marginaliza a participação popular e promove danos à saúde, bem estar, entre outros, aos moradores mais frágeis, socioeconomicamente, do tecido social.

5.5 Registros de alagamentos no Conjunto Habitacional São Fernando

O Conjunto Habitacional São Fernando (CHSF) é caracterizado como um conjunto de baixa renda e é o mais distante da avenida principal (av. João XXIII), os mais próximos à avenida são o Conjunto Alvorada, Novo Mundo e a Favela Luís Fernando Victor Filho. A área caracteriza-se em uma rua principal (Rua Álvaro Fausto de Souza) e 08 (oito) transversais cruzando a principal para os dois lados. Cada rua transversal possui galeria de drenagem no centro da rua e dois coletores de esgotos um em cada lado da rua, convergindo

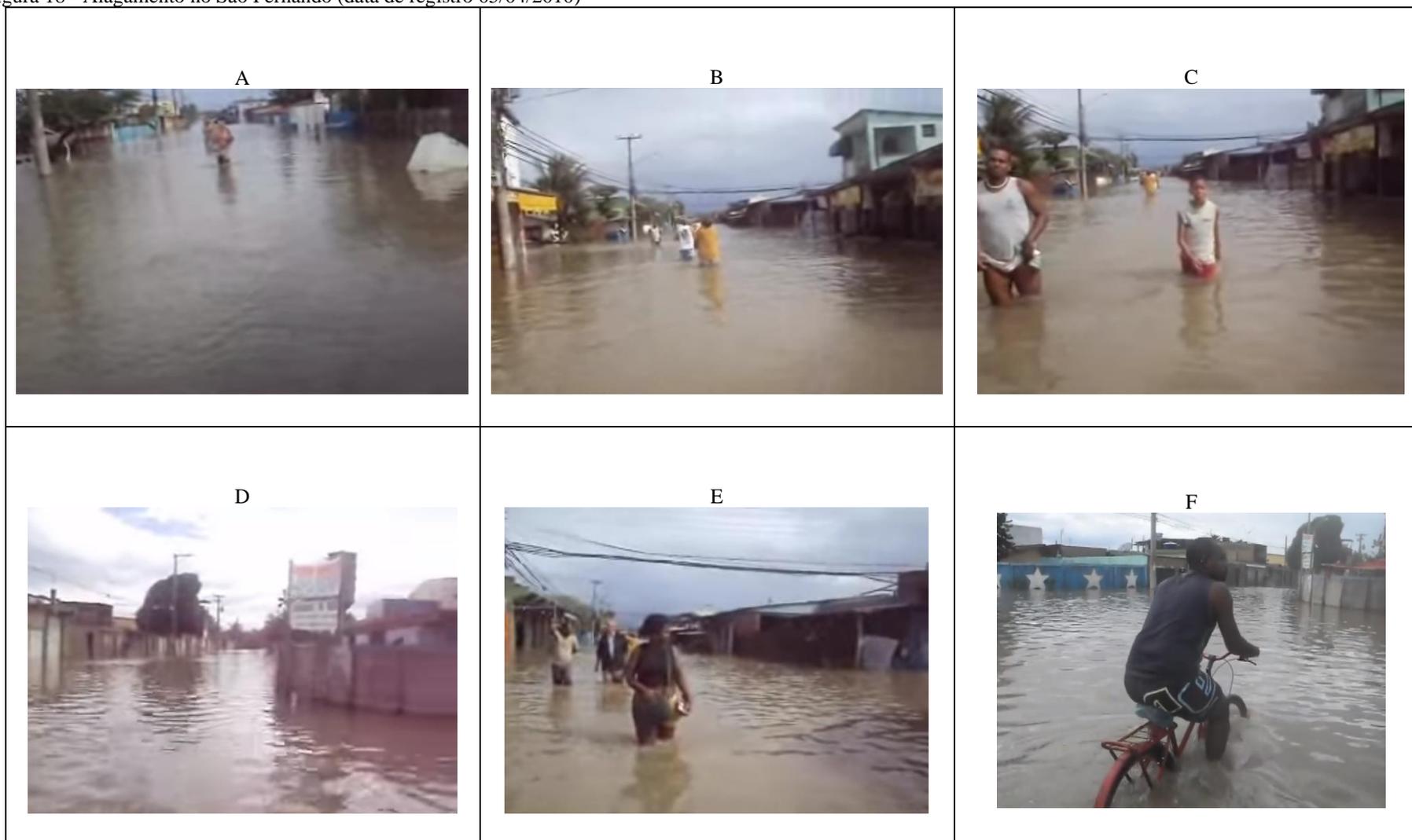
para a rua principal, onde são interligados a uma galeria de drenagem pluvial existente, que, por fim, lança no Canal São Fernando (COHIDRO, 2011).

Nos anos de 2010 e 2011 (como observado na figura 18 e 19) o conjunto foi assolado por uma série de registros de alagamentos e as ocorrências, mesmo após a construção de obras corretivas no local (coletores de esgoto sanitário, elevatória e estação de tratamento de esgotos a nível secundário, implantação de nova rede de drenagem em substituição à rede existente), ainda se manifestam no ano de 2019 (como observado na figura 20).

Os registros foram deflagrados no CHSF (montante do canal São Fernando) e não foram evidenciados nos conjuntos a jusante (Conjunto Alvorada, Novo Mundo e a Favela Luís Fernando Victor Filho).

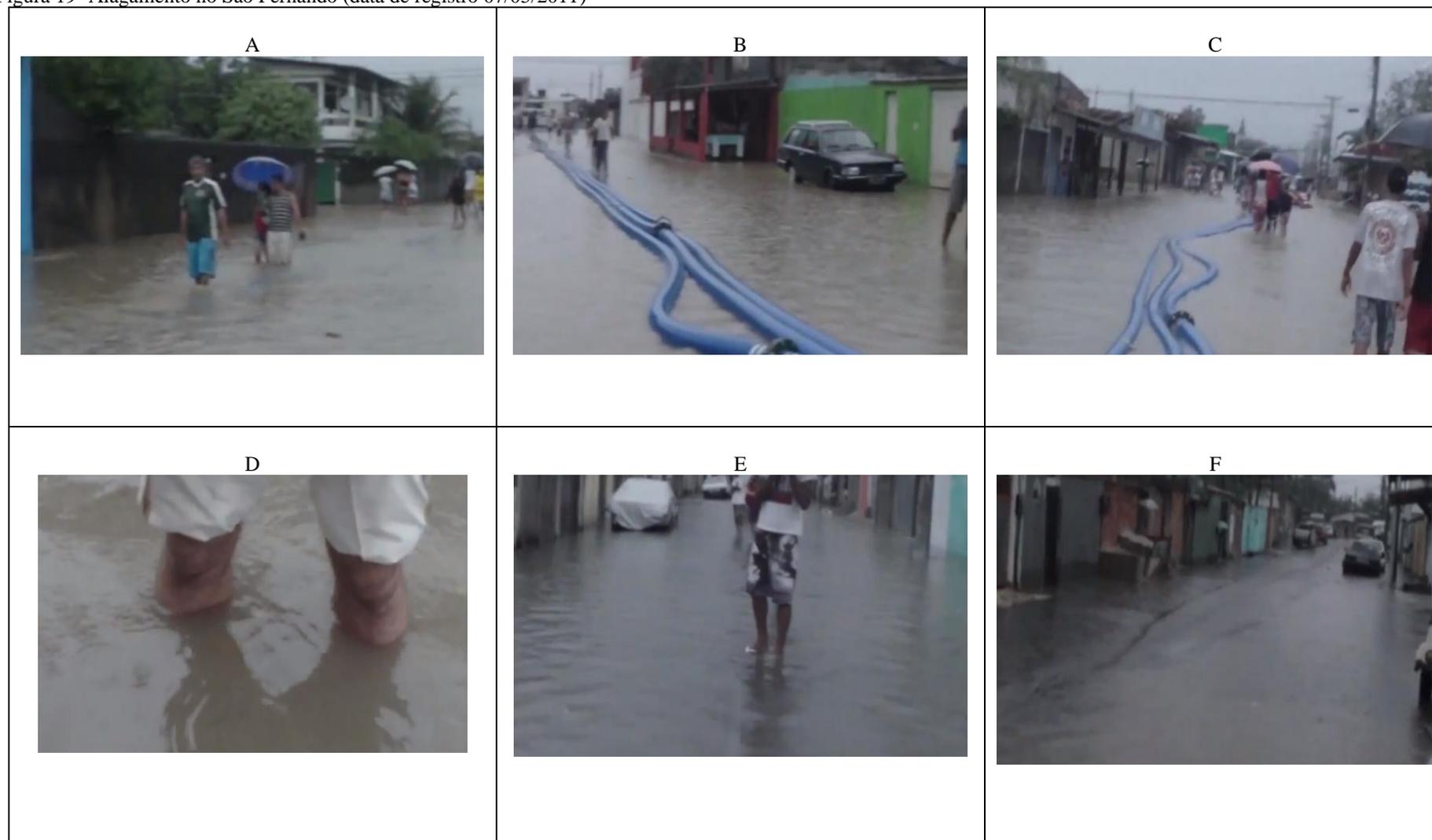
Na próxima seção (resultados e discussões) serão abordados e discutidos os possíveis agentes responsáveis por atuarem e/ou influenciarem nos registros.

Figura 18 - Alagamento no São Fernando (data de registro 05/04/2010)



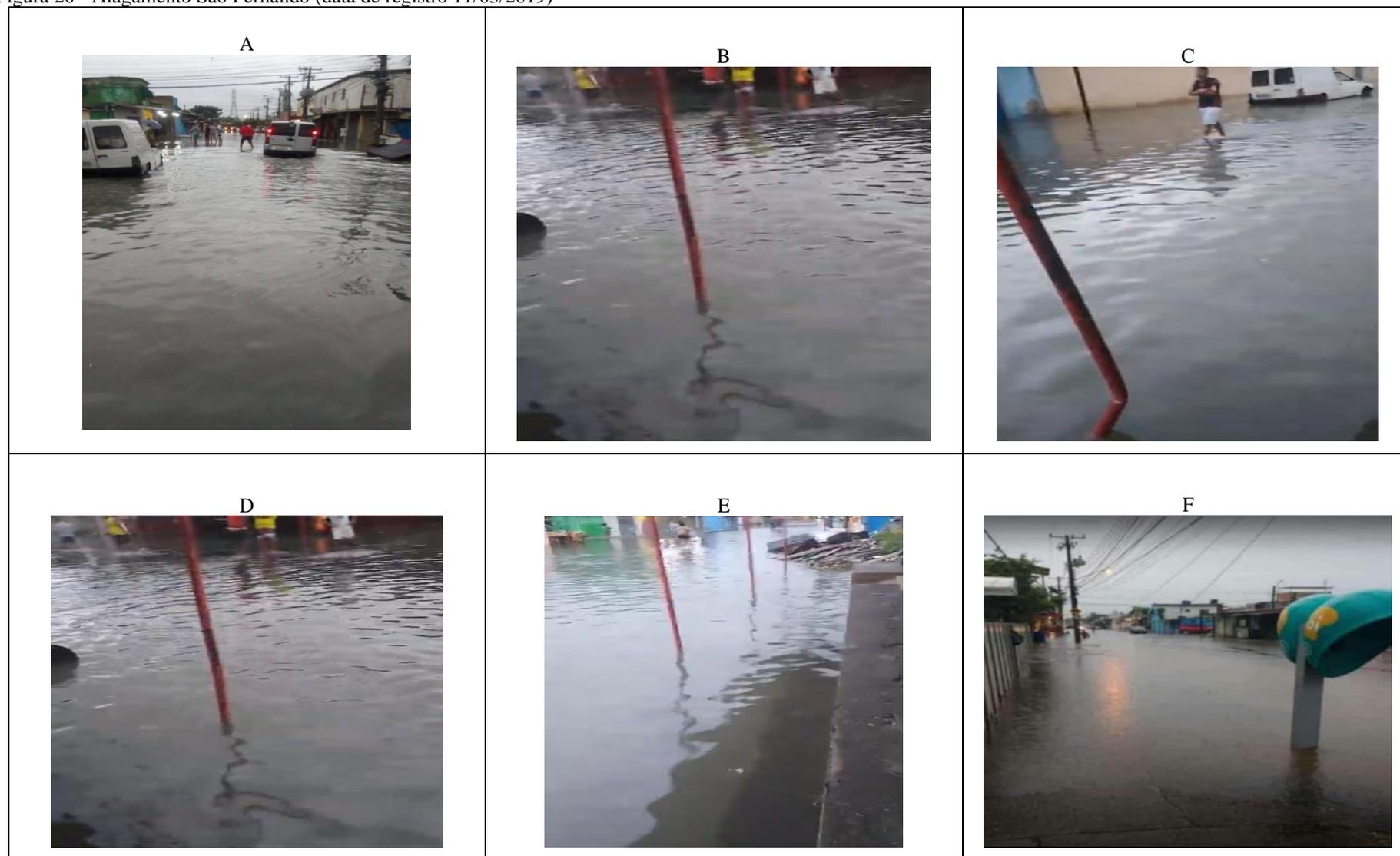
Fonte: LAMOGLIA, Raquel. Enchente São Fernando. Youtube, 9 abril, 2010. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=WMIJ3NIPWFY&t=5s>> Acesso em: 08 maio 2019.

Figura 19- Alagamento no São Fernando (data de registro 07/05/2011)



Fonte: Cel st. Tv Cel - Enchente São Fernando. Youtube, 7 maio 2011. Disponível em
<<https://www.youtube.com/watch?v=gCR8r3ClErM&lc=UgznAZ137h50Cp6Tx14AaABAg>> Acesso em: 08 maio 2019.

Figura 20 - Alagamento São Fernando (data de registro 11/03/2019)



Fonte: Youtube, 11 março 2019. Disponível em < <https://www.youtube.com/watch?v=zyxSGFJqgeI> > Acesso em: 08 maio 2019.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estímulo a instalação de empreendimentos industriais não resultou na melhora da qualidade de vida dos moradores, ao contrário, promoveu elevado índice de poluição e degradação ambiental, afetando, em muitos casos, a saúde e o bem estar da população.

O bairro de Santa Cruz não apresenta um dos maiores índices relacionados às condições mínimas de vida e seus reflexos são evidenciados na expectativa de vida e renda da população do município do Rio de Janeiro. No Índice de Desenvolvimento Social de 2000, calculado pelo Instituto Pereira Passos (IPP), com base nos índices de saneamento básico, habitação, qualidade habitacional e renda, o bairro de Santa Cruz ocupou a 147ª posição dos 158 bairros analisados (IPP, 2008).

No Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de 2000 e 2010, calculado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), é possível identificar os desníveis do IDHM no próprio bairro, revelando, ainda mais, a fragilidade de determinada parcela do bairro. Na tabela 2 é possível analisar os dados do IDHM de 2000 e 2010¹³.

Tabela 2 - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) das espacialidades no bairro de Santa Cruz entre 2000 e 2010.

Espacialidade	Esperança de vida ao nascer (em anos)		Expectativa de anos de estudo		Renda Per capita		Índice de Longevidade		Índice de Educação		Índice de Renda			IDH Municipal
	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010
Rio de Janeiro (RJ)	70,26	75,69	9,51	9,39	1187,08	1492,63	0,754	0,845	0,607	0,719	0,803	0,840	0,716	0,799
Santa Cruz / Centro	76,16	79,59	11,40	10,93	1323,35	1528,09	0,853	0,91	0,769	0,830	0,821	0,844	0,814	0,861
João XXIII / Conjunto Miécimo da Silva / Conjunto Novo Mundo	68,32	70,68	8,50	8,84	365,11	447,04	0,722	0,761	0,506	0,601	0,614	0,647	0,608	0,666

Fonte: IDHM, 2019.

O IDHM considera as três dimensões do IDH Global – longevidade, educação e renda e vai além: adequa a metodologia global ao contexto brasileiro e à disponibilidade de indicadores nacionais. Embora meçam os mesmos fenômenos, os indicadores levados em conta no IDHM são mais adequados para avaliar o desenvolvimento dos municípios e regiões

¹³ Índice de Desenvolvimento Humano Municipal. Disponível em http://www.pnud.org.br/pdf/Tabela%206.2.22%20IDH%20bairro%2091_00-15_12_03.xls. Acesso em 16 de abril de 2019.

metropolitanas brasileiras. O IDHM é ordenado em faixas de desenvolvimento humano em: muito alto (0,800 – 1,000), alto (0,700 – 0,7999), médio (0,600 – 0,699), baixo (0,500 – 0,599) e muito baixo (0,000 – 0,499).

Em todos os indicadores (esperança de vida ao nascer, expectativa de anos de estudo, renda per capita, índice de longevidade, índice de educação, índice de renda e no próprio IDH municipal) as espacialidades João XXIII, Conjunto Miécimo da Silva e Conjunto Novo Mundo (inseridos no bairro de Santa Cruz e próximos ao conjunto habitacional São Fernando (CHSF), podendo deduzir que o conjunto mencionado apresente os mesmos índices ou até inferiores, pois o conjunto caracteriza-se como de baixa renda) apresentam os indicadores inferiores nos anos de 2000 e 2010 em comparação a Santa Cruz / Centro e ao município do Rio de Janeiro.

No ranking do município do Rio de Janeiro calculado pelo PNUD a espacialidade Santa Cruz / Centro ocupa a posição 232º, enquadrada com o IDHM muito alto. As espacialidades João XXIII, Conjunto Miécimo da Silva e Conjunto Novo Mundo ocupam a posição 1769º, enquadrada com o IDHM médio.

Essa característica e disparidade entre as espacialidades analisadas no mesmo bairro revelam a distância socioeconômica presente no bairro Santa Cruz. A fragilidade do tecido social de uma espacialidade tende a ser maior em relação a outra, não por engano que a atuação siderúrgica, além da disponibilidade espacial, também se dá pelo baixo poder de participação e luta nas decisões locais da população mais vulnerável.

Essa característica socioeconômica pode ser um indício que explique os alagamentos no CHSF, pois as falhas de execução na obra do conjunto interferiram e interferem no registro dos alagamentos. Os estudos preliminares, de reconhecimento e levantamento topográfico executados acusam que grande parte da área situa-se em cota de nível muito próxima aos níveis operacionais das cheias do Canal São Fernando, para onde são escoadas as águas pluviais e esgotos sanitários do conjunto. A área sofre com as marés altas quando o Canal São Fernando alcança níveis superiores aos níveis de lançamento do sistema de coleta existente que, impossibilitados de lançamento no rio, causam refluxo remansando para a própria rede (COHIDRO, 2011).

O levantamento topográfico evidencia as seguintes informações: cota do pavimento no ponto final da galeria (média 2,55m), nível de água mínimo no Canal São Fernando (0,40 m), nível de água máximo diário do Canal São Fernando 1,35 m. Há regiões da área com cotas na ordem de 1,55 m, ou seja, muito próximo a cota máxima diária do Canal São Fernando. O que

indica a ocorrência de inundações de áreas internas pela elevação do nível do Canal São Fernando (COHIDRO, 2011).

A população age potencializando o processo, pois em visita realizado no dia 08 de abril de 2019 foi possível retratar a disposição irregular de resíduos urbanos e de construção civil, lançamento de esgoto domiciliar no Canal São Fernando e sedimentação do mesmo. Nas figuras (21, 22, e 23) é possível observar os processos descritos.

A limpeza dos logradouros é rotineiramente feita, principalmente para o controle de lixo e consecutivamente a redução da fauna sinantrópica. A limpeza ocorre 3 (três) vezes na semana (terça-feira, quinta-feira e sábado), sendo efetuada pela Companhia de Limpeza Urbana - Comlurb.

Figura 21 – Disposição irregular de resíduos na estrada/Canal São Fernando



Fonte: O autor, 2019.

A varredura de sólidos grosseiros é de grande importância para se prevenir que, numa tempestade, eles sejam removidos para a rede de micro e macrodrenagem, causando obstrução e/ou assoreamento da seção de escoamento; a remoção das partículas de menores dimensões é, em geral, de grande importância em termos de melhoria da qualidade de água do escoamento superficial (CARNEIRO et al. 2011).

Figura 22 - Resíduo de construção civil na borda do Canal São Fernando



Fonte: O autor, 2019.

Figura 23 - Canal São Fernando assoreado



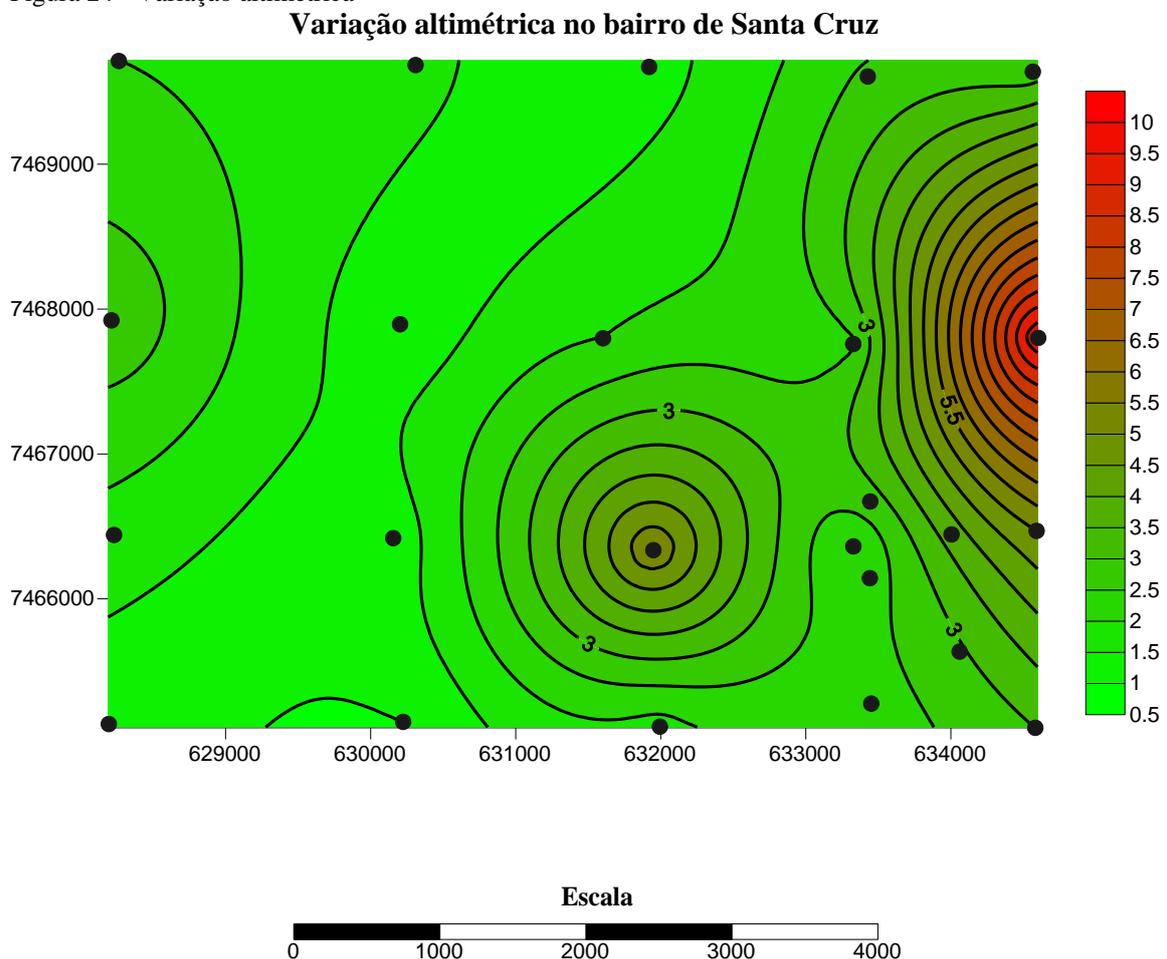
Fonte: O autor, 2019.

No cenário físico (geomorfológico e pedológico) é possível constatar (conforme as figuras 14 e 15) que na área de estudo prevalece a área de planície de inundação (várzea) e

Fluviomarinha (mangue) com a correlação de solo Gleissolo Melânico. Essa combinação revela um ambiente sensível a ocupação, sendo necessário criar uma infraestrutura que suplante as características naturais.

O bairro de Santa Cruz, por ter tradição agrícola, apresenta diversas áreas sujeitas à expansão urbana. Essa característica exige a atenção do setor público e privado, pois além do cenário físico ainda há a reduzida variação altimétrica, o que exige, em muitos casos, medidas que elevem o nível altimétrico, senão, é possível que novos casos como o CHSF se repliquem. Na figura 24 é possível avaliar a variação altimétrica (0,5 a 10 metros) e na figura 25 as áreas com vazios urbanos e sujeitas à expansão urbana.

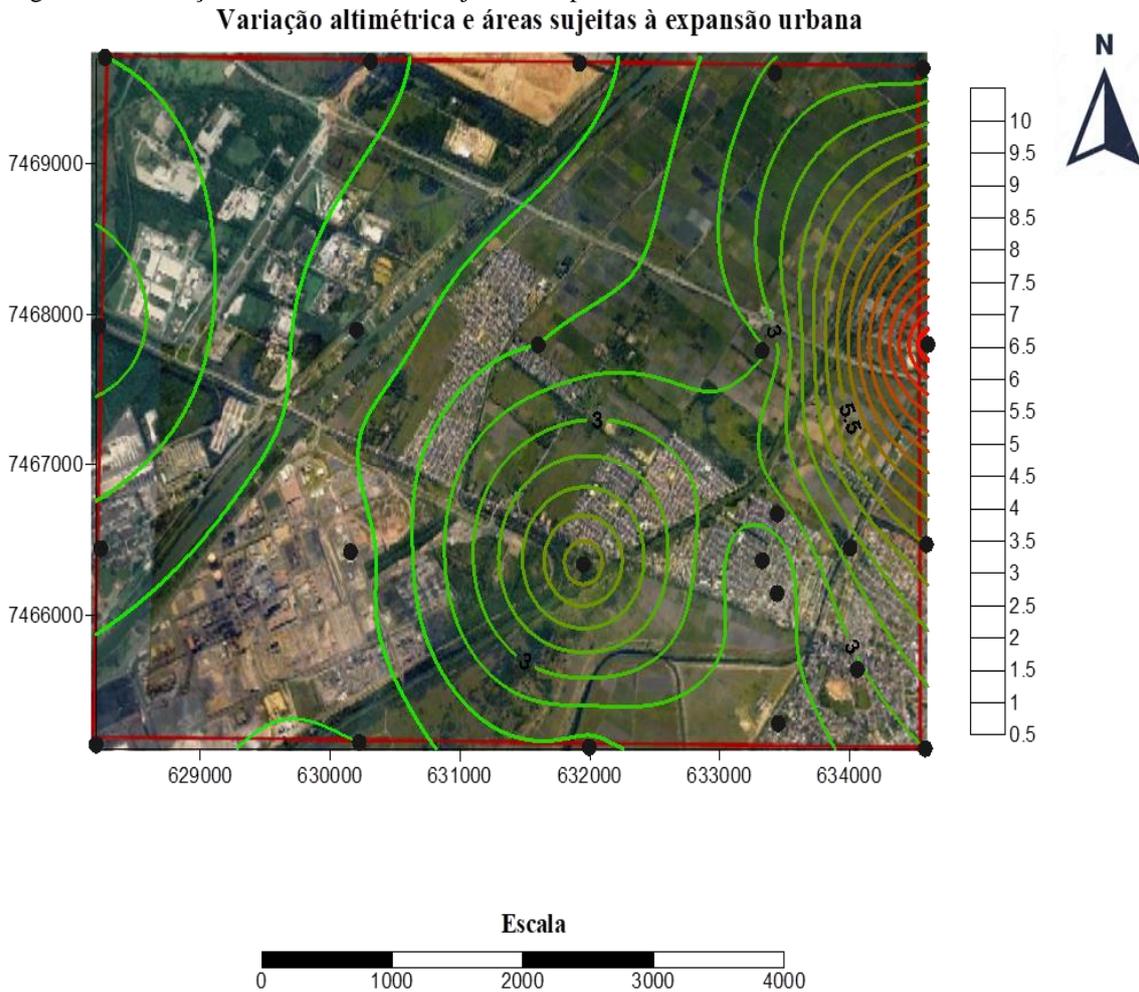
Figura 24 - Variação altimétrica



Fonte de dados: IPP (1997) e Google Earth.

Fonte: O autor, 2019.

Figura 25 - Variação altimétrica e áreas sujeitas à expansão urbana



Fonte de dados: IPP (1997) e Google Earth.

Fonte: O autor, 2019.

No cenário hidrológico convém destacar os estudos sobre o Canal São Fernando (MAGALHÃES, 2012) e o Canal de São Francisco (AEDIN, 2015), pois fornecem elementos para as denúncias da comunidade frente aos alagamentos no CHSF.

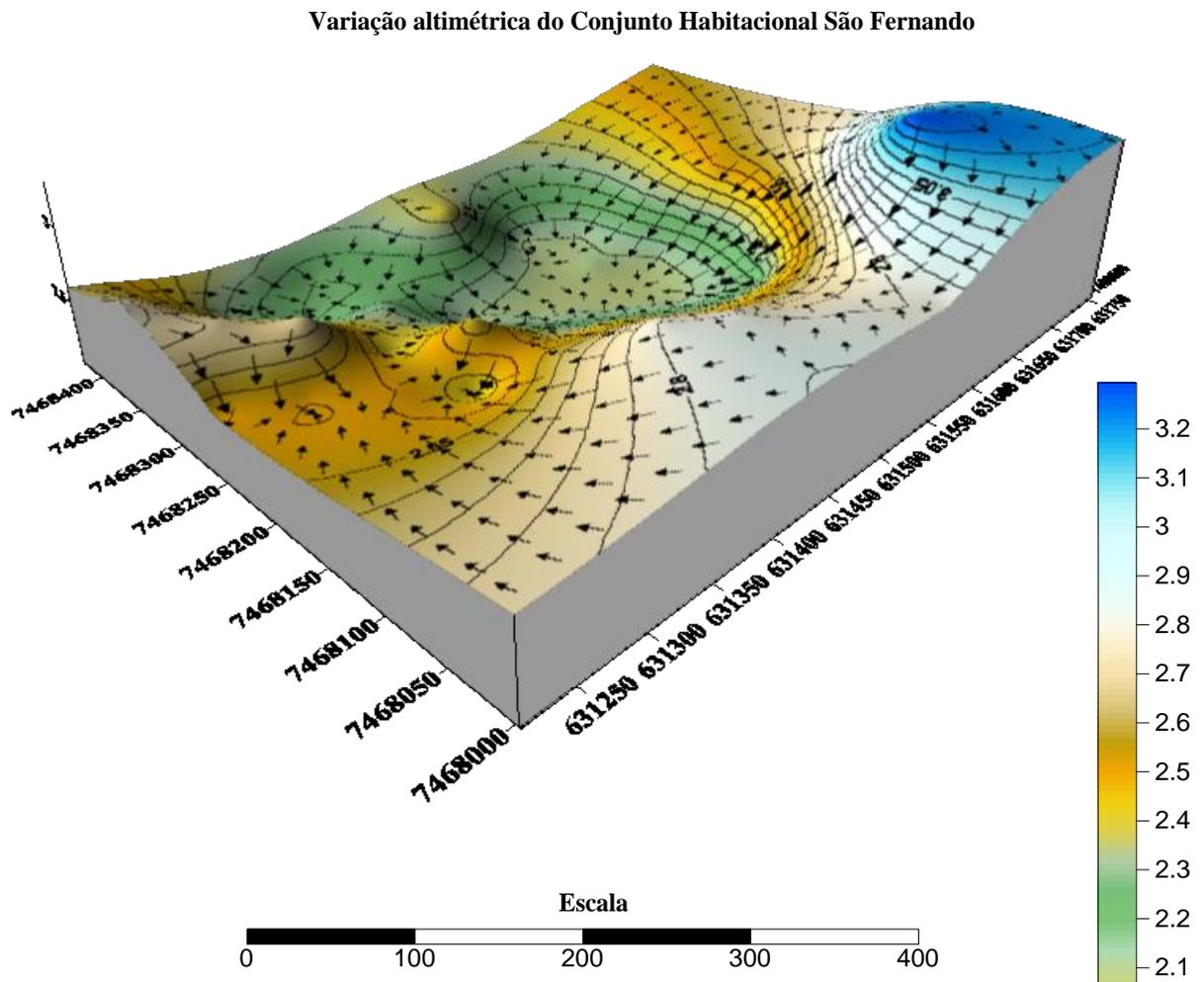
Para Magalhães (2012) o comportamento hidrodinâmico do canal São Fernando revela que sua cheia, resultante de 25 anos de recorrência, não extravasa da calha principal do rio. A cota máxima alcançada é de 2,45 m e a margem do canal encontra-se na cota de 2,80 m. Ou seja, não promove mancha de inundação para a área decorrente de uma chuva de tempo de recorrência de 25 anos.

No estudo intitulado “*Soleira Submersa no Canal de São Francisco*”, desenvolvido pela COPPE, é apresentado o estudo hidrodinâmico com séries temporais de níveis d’água ao longo do Canal de São Francisco para cenários com vazão hidráulica de 30 m³/s, 120 m³/s e

850 m³/s. Em nenhum dos cenários apresentados foi capaz de produzir inundações que afetassem os conjuntos habitacionais em seu entorno (AEDIN, 2015).

Os resultados obtidos por meio da utilização do software Surfer 8.0 revelam que o escoamento superficial no CHSF partem das áreas mais elevadas em direção as mais baixas, ou seja, da estrada José Cid. Fernandes em direção à rua principal do conjunto Álvaro Fausto de Souza. Essa característica evidencia maior retenção de água nos pontos de menor cota altimétrica (2,1 m) e revela o escoamento das extremidades para dentro do conjunto, isto é, interferindo no processo de alagamento.

Figura 26 – Variação altimétrica e direção do escoamento no Conjunto Habitacional São Fernando

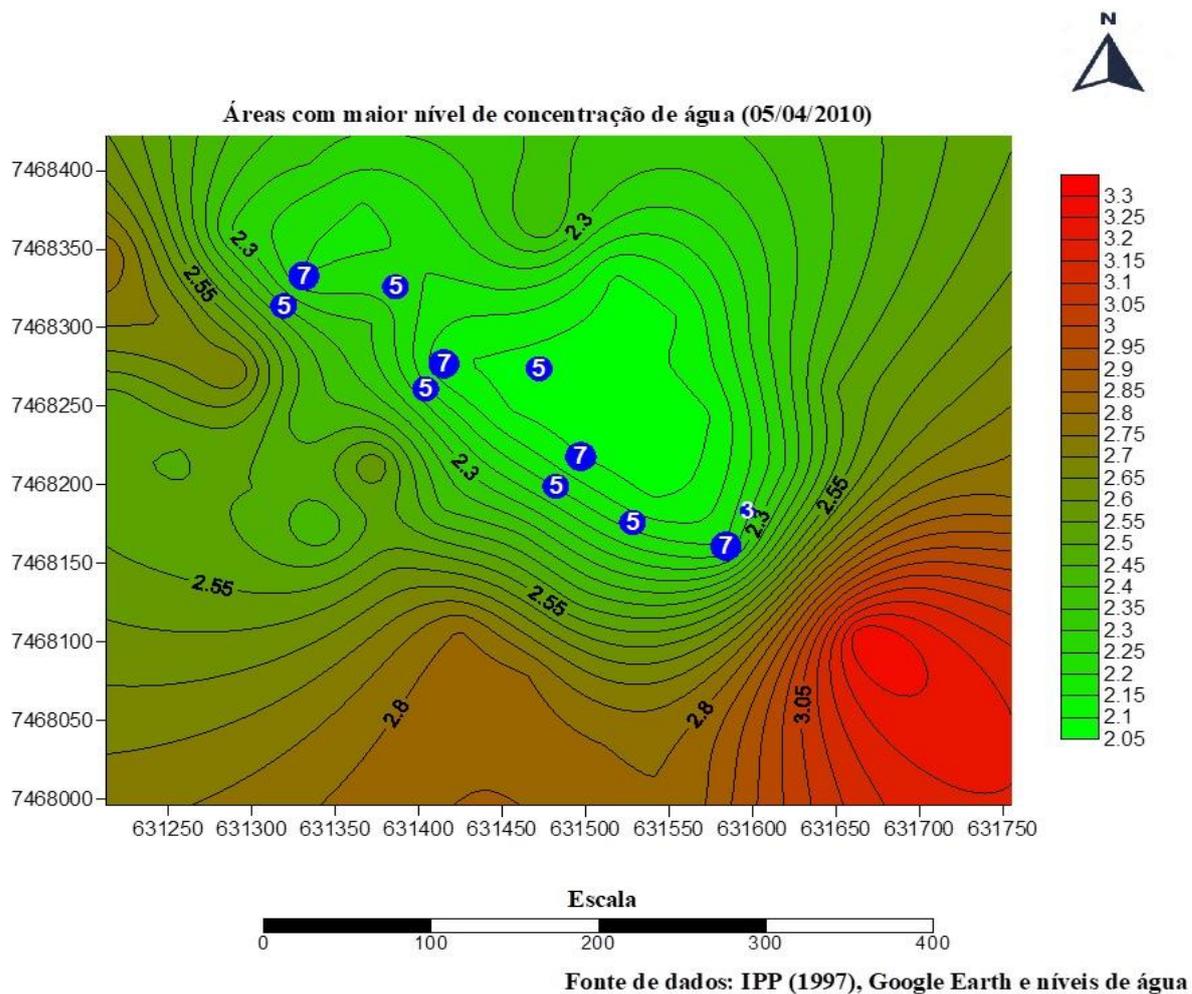


Fonte de dados: IPP (1997), Google Earth.

Fonte: O autor, 2019.

O evento registrado no dia (05/04/2010) apresentou um volume precipitado de 44,6 mm¹⁴ (horário de registro 18h). O volume precipitado concentra-se nas áreas de menor cota altimétrica, provocando danos a comunidade. Houve pontos com 70 cm de acúmulo de água. O cenário expresso na figura 27 revela a união entre as menores cotas e os maiores níveis (70 centímetros) de concentração de água e a figura 28 expressa as áreas com registro de alagamento.

Figura 27 - Pontos com maior concentração de água



Fonte: O autor, 2019

A tabela 3 evidencia os dados utilizados para gerar o produto da figura 27, assim expressa o volume precipitado, as coordenadas UTM E e UTM N, nível de água, a cota altimétrica e a soma da cota com o nível de água.

¹⁴ Dados extraídos do Alerta Rio, estação Santa Cruz. Disponível em: < <http://alertario.rio.rj.gov.br/>> Acesso em 16 de abril de 2019.

Tabela 3 - Registro de alagamento do dia 05/04/2010.

Tabela de registro de alagamento no Conjunto Habitacional São Fernando (CHSF) - 1º Cenário														
Data	Pontos	Precipitação acumulada (96h) horário de registro (18h)	Precipitação acumulada (24 h)	Precipitação acumulada (96 h)	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5	UTM E	UTM N	Nível d'água	Cota	Cota + Nível
					0	1 a 19 (cm)	20 a 39 (cm)	40 a 59 (cm)	60 a 80 (cm)					
05/04/2010	1	44.6 mm	102.6 mm	128.8 mm	X					631637,00	7468126,00	0	2,8	2,8
05/04/2010	2	44.6 mm	102.6 mm	128.8 mm					X	631584,00	7468161,00	0,7	2,2	2,9
05/04/2010	3	44.6 mm	102.6 mm	128.8 mm			X			631583,00	7468141,00	0,3	2,3	2,6
05/04/2010	4	44.6 mm	102.6 mm	128.8 mm			X			631597,00	7468183,00	0,3	2,1	2,4
05/04/2010	5	44.6 mm	102.6 mm	128.8 mm					X	631539,00	7468192,00	0,7	2,1	2,8
05/04/2010	6	44.6 mm	102.6 mm	128.8 mm				X		631528,00	7468176,00	0,5	2,3	2,8
05/04/2010	7	44.6 mm	102.6 mm	128.8 mm				X		631554,00	7468214,00	0,5	2	2,5
05/04/2010	8	44.6 mm	102.6 mm	128.8 mm					X	631497,00	7468218,00	0,7	2,1	2,8
05/04/2010	9	44.6 mm	102.6 mm	128.8 mm				X		631512,00	7468241,00	0,5	2	2,5
05/04/2010	10	44.6 mm	102.6 mm	128.8 mm				X		631482,00	7468199,00	0,5	2,2	2,7
05/04/2010	11	44.6 mm	102.6 mm	128.8 mm					X	631455,00	7468247,00	0,7	2,1	2,8
05/04/2010	12	44.6 mm	102.6 mm	128.8 mm				X		631472,00	7468274,00	0,5	2	2,5
05/04/2010	13	44.6 mm	102.6 mm	128.8 mm				X		631444,00	7468229,00	0,5	2,2	2,7
05/04/2010	14	44.6 mm	102.6 mm	128.8 mm					X	631415,00	7468277,00	0,7	2,1	2,8
05/04/2010	15	44.6 mm	102.6 mm	128.8 mm				X		631427,00	7468295,00	0,5	2,2	2,7
05/04/2010	16	44.6 mm	102.6 mm	128.8 mm				X		631404,00	7468261,00	0,5	2,4	2,9
05/04/2010	17	44.6 mm	102.6 mm	128.8 mm					X	631373,00	7468305,00	0,7	2,2	2,9
05/04/2010	18	44.6 mm	102.6 mm	128.8 mm				X		631386,00	7468326,00	0,5	2,2	2,7
05/04/2010	19	44.6 mm	102.6 mm	128.8 mm				X		631363,00	7468289,00	0,5	2,4	2,9
05/04/2010	20	44.6 mm	102.6 mm	128.8 mm					X	631331,00	7468333,00	0,7	2,2	2,9
05/04/2010	21	44.6 mm	102.6 mm	128.8 mm				X		631345,00	7468357,00	0,5	2,2	2,7
05/04/2010	22	44.6 mm	102.6 mm	128.8 mm				X		631319,00	7468314,00	0,5	2,4	2,9
05/04/2010	23	44.6 mm	102.6 mm	128.8 mm				X		631286,00	7468362,00	0,5	2,3	2,8

Fonte: Alerta Rio, Google Earth, LAMOGIA, Raquel. Enchente São Fernando, IPP (1997), modificado pelo autor, 2019.

Figura 28 - Área com ocorrência de alagamento (05/04/2010)



Fonte dos dados: IPP (1997), Google Earth.

Fonte: O autor, 2019.

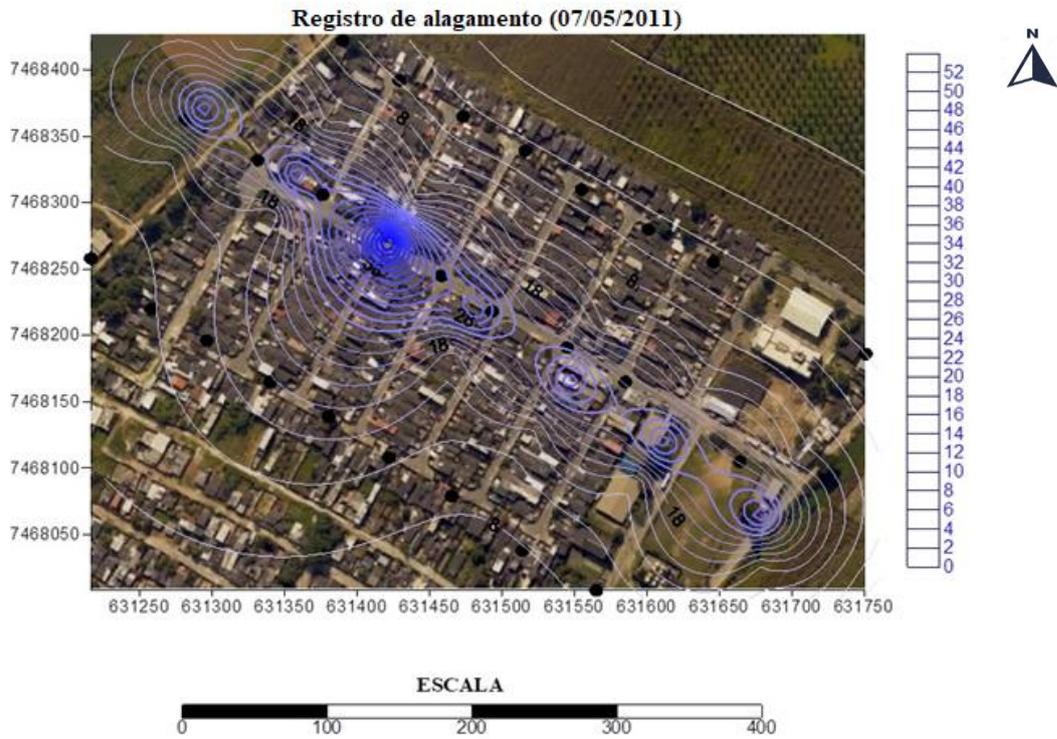
No ano de 2011 os eventos se repetiram, porém com um atenuante (representado na figura 19). Houve intervenções que forçaram a drenagem local e isso interferiu no volume concentrado, porém repetindo o mesmo padrão. Houve pontos com concentração de 50 cm (figura 29) e área mais afetada é expressa na (figura 30).

Tabela 4 - Registro de alagamento (07/05/2011)

Data	Pontos	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5	UTM E	UTM N	Nível d'água	Cota	Cota + Nível
		0	1 a 19 (cm)	20 a 39 (cm)	40 a 59 (cm)	60 a 80 (cm)					
07/05/2011	1	X					631637,00	7468126,00	0	2,8	2,8
07/05/2011	2			X			631584,00	7468161,00	0,3	2,2	2,5
07/05/2011	3		X				631583,00	7468141,00	0,1	2,3	2,4
07/05/2011	4		X				631597,00	7468183,00	0,1	2,1	2,2
07/05/2011	5			X			631539,00	7468192,00	0,3	2,1	2,4
07/05/2011	6		X				631528,00	7468176,00	0,1	2,3	2,4
07/05/2011	7		X				631554,00	7468214,00	0,1	2	2,1
07/05/2011	8			X			631497,00	7468218,00	0,3	2,1	2,4
07/05/2011	9		X				631512,00	7468241,00	0,1	2	2,1
07/05/2011	10		X				631482,00	7468199,00	0,1	2,2	2,3
07/05/2011	11			X			631455,00	7468247,00	0,3	2,1	2,4
07/05/2011	12		X				631472,00	7468274,00	0,1	2	2,1
07/05/2011	13		X				631444,00	7468229,00	0,1	2,2	2,3
07/05/2011	14				X		631415,00	7468277,00	0,5	2,1	2,6
07/05/2011	15		X				631427,00	7468295,00	0,1	2,2	2,3
07/05/2011	16			X			631404,00	7468261,00	0,3	2,4	2,7
07/05/2011	17			X			631373,00	7468305,00	0,3	2,2	2,5
07/05/2011	18		X				631386,00	7468326,00	0,1	2,2	2,3
07/05/2011	19		X				631363,00	7468289,00	0,1	2,4	2,5
07/05/2011	20			X			631331,00	7468333,00	0,3	2,2	2,5
07/05/2011	21		X				631345,00	7468357,00	0,1	2,2	2,3
07/05/2011	22		X				631319,00	7468314,00	0,1	2,4	2,5
07/05/2011	23		X				631286,00	7468362,00	0,1	2,3	2,4

Fonte: Google Earth, Cel st. Tv Cel - Enchente São Fernando, IPP (1997), modificado pelo autor, 2019.

Figura 30 - Registro de alagamento (07/05/2011)



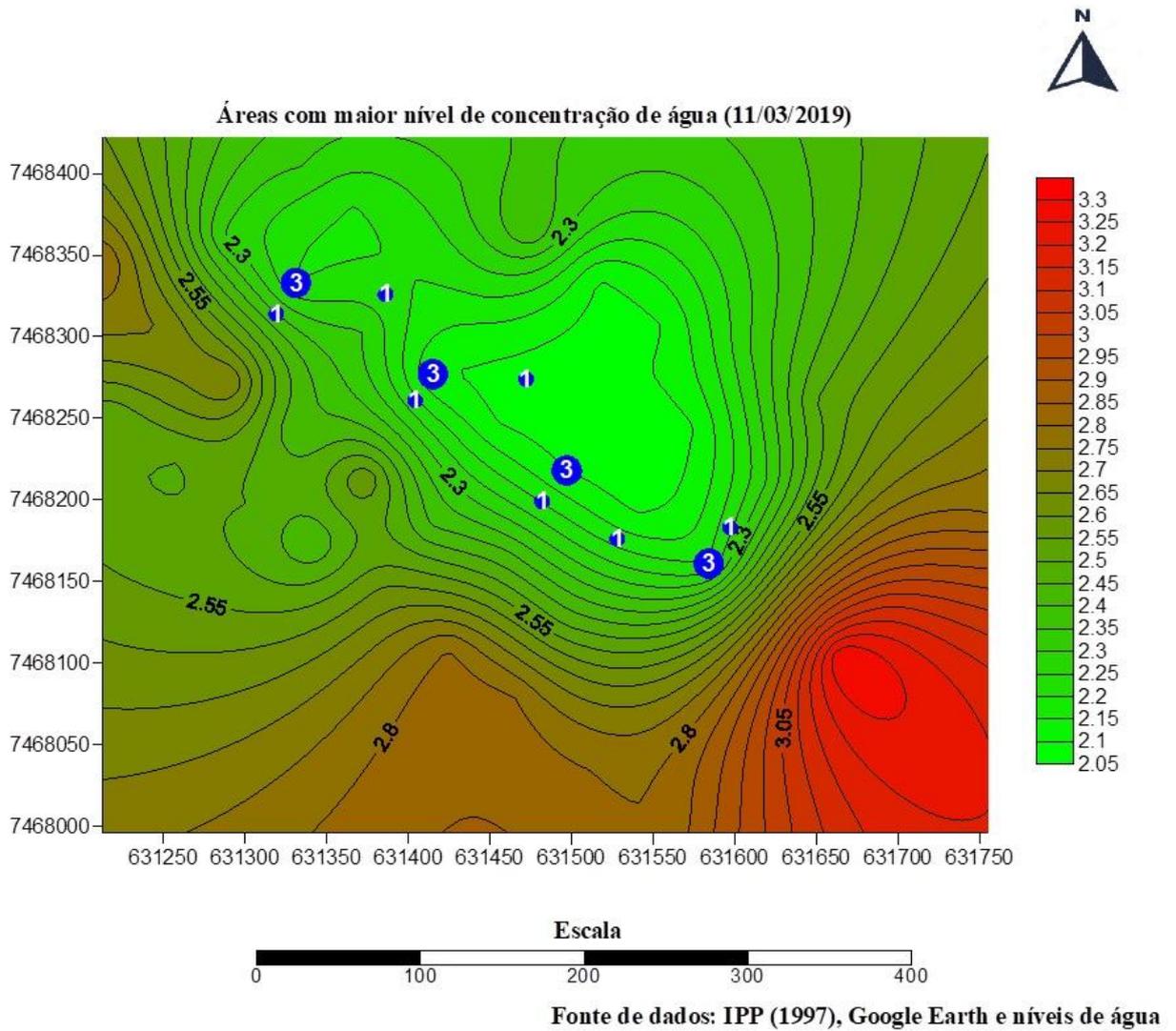
Fonte dos dados: IPP (1997). Google Earth.

Fonte: O autor, 2019.

No ano de 2019, mesmo após diversas intervenções na microdrenagem (rede de drenagem, coletores de esgoto, estação elevatória e estação de tratamento de esgoto), vê-se a ocorrência de alagamento. Após 71 mm de precipitação foi possível provocar, em menor volume, concentração local (32 cm) e mantendo o mesmo padrão expressos nas figuras 31 e 32.

A tabela 5 expõe as coordenadas, nível d'água, cota e a soma da cota mais o nível, esses dados foram utilizados para gear os modelos.

Figura 31- Pontos com maior concentração de água (11/03/2019)



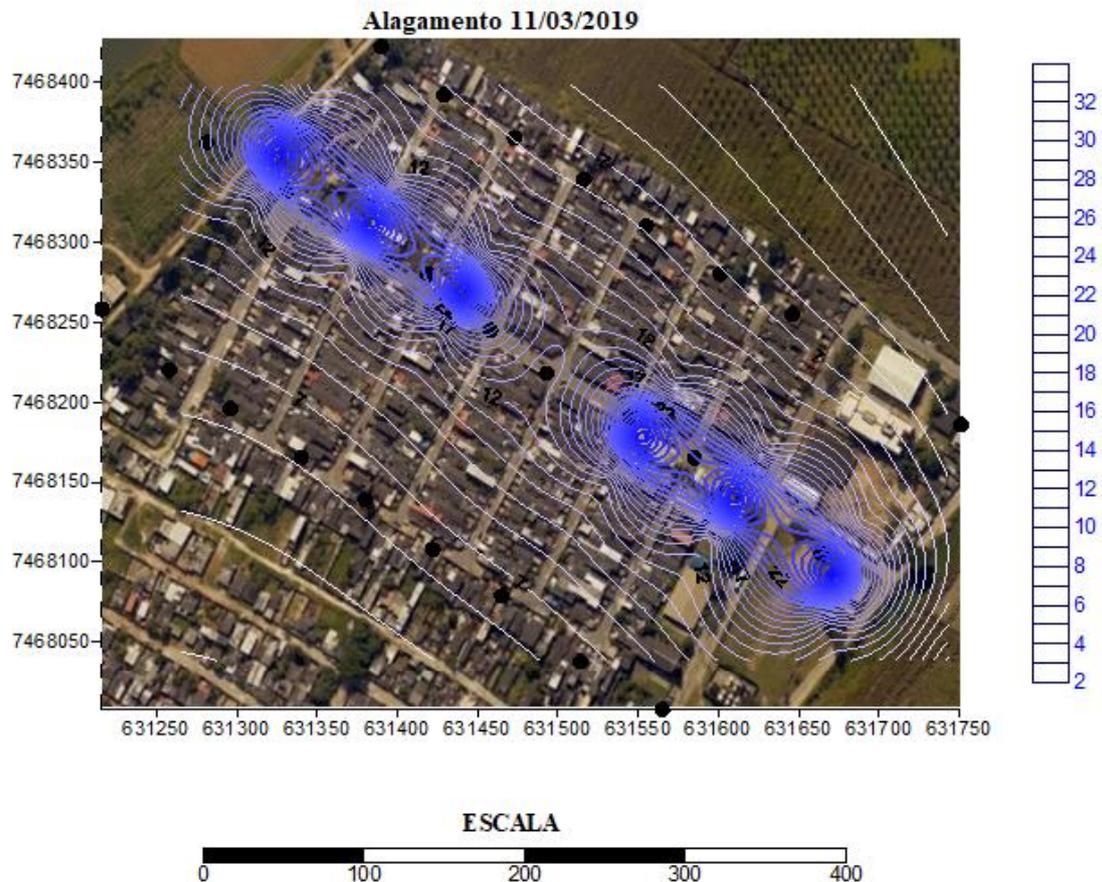
Fonte: o autor, 2019.

Tabela 5 -Registro de alagamento (11/03/2019)

Data	Pontos	Precipitação acumulada (96h) Horário de registro (18h)	Precipitação acumulada (24 h)	Precipitação acumulada (96 h)	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5	UTM E	UTM N	Nível d'água	Cota	Cota + Nível
					0	1 a 19 (cm)	20 a 39 (cm)	40 a 59 (cm)	60 a 80 (cm)					
11/03/2019	1	71.0 mm	71.0 mm	71.0 mm	X					631637,00	7468126,00	0	2,8	2,8
11/03/2019	2	71.0 mm	71.0 mm	71.0 mm			X			631584,00	7468161,00	0,3	2,2	2,5
11/03/2019	3	71.0 mm	71.0 mm	71.0 mm		X				631583,00	7468141,00	0,1	2,3	2,4
11/03/2019	4	71.0 mm	71.0 mm	71.0 mm		X				631597,00	7468183,00	0,1	2,1	2,2
11/03/2019	5	71.0 mm	71.0 mm	71.0 mm			X			631539,00	7468192,00	0,3	2,1	2,4
11/03/2019	6	71.0 mm	71.0 mm	71.0 mm		X				631528,00	7468176,00	0,1	2,3	2,4
11/03/2019	7	71.0 mm	71.0 mm	71.0 mm		X				631554,00	7468214,00	0,1	2	2,1
11/03/2019	8	71.0 mm	71.0 mm	71.0 mm			X			631497,00	7468218,00	0,3	2,1	2,4
11/03/2019	9	71.0 mm	71.0 mm	71.0 mm		X				631512,00	7468241,00	0,1	2	2,1
11/03/2019	10	71.0 mm	71.0 mm	71.0 mm		X				631482,00	7468199,00	0,1	2,2	2,3
11/03/2019	11	71.0 mm	71.0 mm	71.0 mm		X				631455,00	7468247,00	0,1	2,1	2,2
11/03/2019	12	71.0 mm	71.0 mm	71.0 mm		X				631472,00	7468274,00	0,1	2	2,1
11/03/2019	13	71.0 mm	71.0 mm	71.0 mm		X				631444,00	7468229,00	0,1	2,2	2,3
11/03/2019	14	71.0 mm	71.0 mm	71.0 mm			X			631415,00	7468277,00	0,3	2,1	2,4
11/03/2019	15	71.0 mm	71.0 mm	71.0 mm		X				631427,00	7468295,00	0,1	2,2	2,3
11/03/2019	16	71.0 mm	71.0 mm	71.0 mm		X				631404,00	7468261,00	0,1	2,4	2,5
11/03/2019	17	71.0 mm	71.0 mm	71.0 mm			X			631373,00	7468305,00	0,3	2,2	2,5
11/03/2019	18	71.0 mm	71.0 mm	71.0 mm		X				631386,00	7468326,00	0,1	2,2	2,3
11/03/2019	19	71.0 mm	71.0 mm	71.0 mm		X				631363,00	7468289,00	0,1	2,4	2,5
11/03/2019	20	71.0 mm	71.0 mm	71.0 mm			X			631331,00	7468333,00	0,3	2,2	2,5
11/03/2019	21	71.0 mm	71.0 mm	71.0 mm		X				631345,00	7468357,00	0,1	2,2	2,3
11/03/2019	22	71.0 mm	71.0 mm	71.0 mm		X				631319,00	7468314,00	0,1	2,4	2,5
11/03/2019	23	71.0 mm	71.0 mm	71.0 mm		X				631286,00	7468362,00	0,1	2,3	2,4

Fonte: Rio Águas, Google Earth, LAMOGLIA, Raquel. Enchente São Fernando, IPP (1997), modificado pelo autor, 2019.

Figura 32 - Alagamento (11/03/2019)



Fonte dos dados: IPP (1997), Google Earth.

Fonte: O autor, 2019.

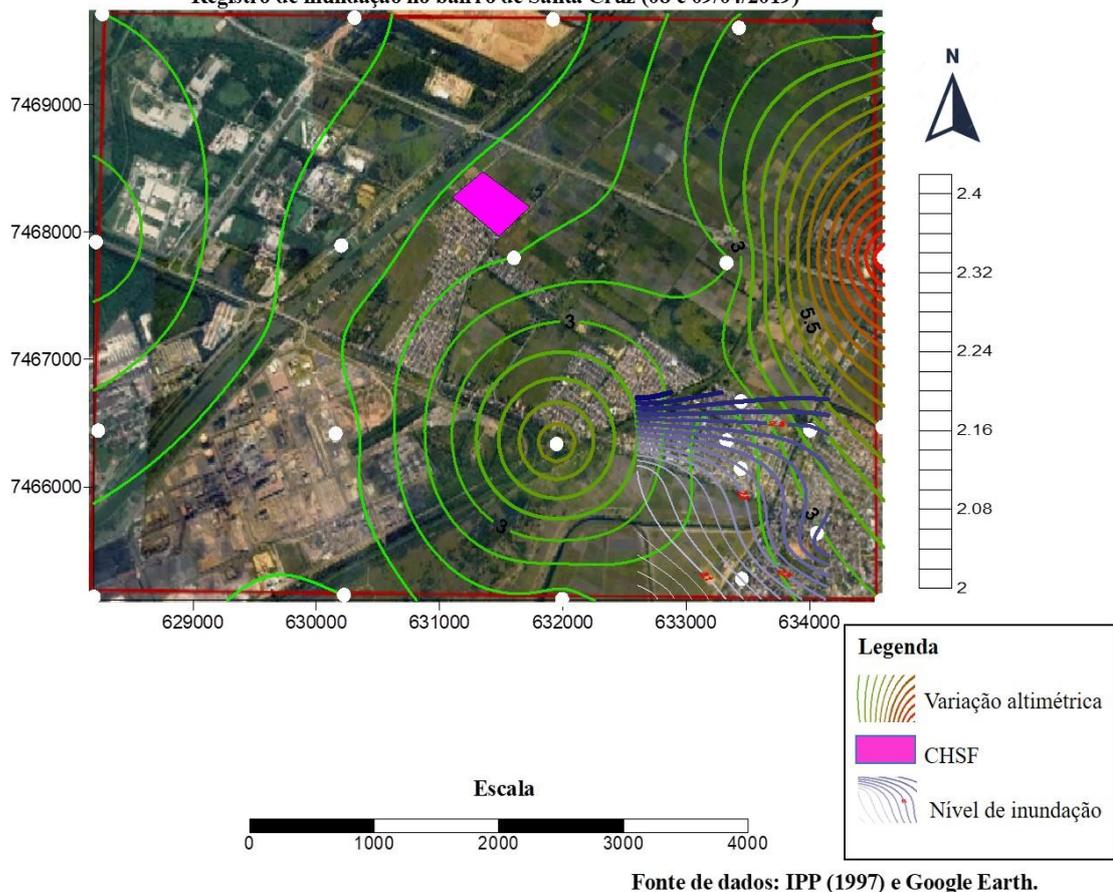
O equívoco na execução da obra do CHSF, isto é, construindo em níveis muito próximo ao de operação do canal São Fernando revela-se um dos elementos preponderantes no contexto local, se o conjunto habitacional tivesse sido construído em cotas mais elevadas, os alagamentos não provocariam danos a comunidade.

Nos dias 08 e 09 de abril de 2019 a Cidade Rio de Janeiro foi assolada por diversos registros de alagamento, enchente e inundação que se manifestaram em diversos pontos da cidade. No bairro de Santa Cruz não foi diferente, em alguns pontos do bairro (segundo relato de moradores) houve registros no conjunto (João XXIII, Favela João XXIII, favela Vala do Sangue e Jardim Itá). Esses registros (expresso na figura 33) revelam a associação entre reduzidas cotas altimétricas (entre 2 a 2,4) e conjuntos habitacionais próximos aos canais Dom Pedro II e do Itá. As populações que residem próximo ao canais colocam-se em situação de risco, pois eventos com elevado índice pluviométrico deflagram inundações, promovendo

dano e perda à sociedade. Os dias mencionados registraram um acumulado de 187.8 mm¹⁵, em apenas 24h (dia 08) houve o registro de 136 mm e o dia 09 registrou 51.8 mm.

Apesar dos elevados índices de precipitação, o CHSF não apresentou alagamento, revelando a eficiência das intervenções hidráulicas e a dependência em relação a elas. A tabela 6 expressa os conjuntos com registro de alagamento no bairro de Santa Cruz e a figura 33 expressa a área no bairro com registro de alagamento.

Figura 33 -Registro de inundação no bairro de Santa Cruz (08 e 09/04/2019)
Registro de inundação no bairro de Santa Cruz (08 e 09/04/2019)



Fonte: O autor, 2019.

O processo de uso e ocupa o, historicamente construído, revelam um procedimento de transforma o do cenário original para atender as necessidades de ocupa o. Do período jesuítico até a atua o siderúrgica local houve transforma o na rede de drenagem, estímulo a atua o industrial e diversos desdobramentos oriundos dos movimentos de transforma o do espaço.

¹⁵ Dados extraídos do Alerta Rio, esta o Santa Cruz. Disponível em: < <http://alertario.rio.rj.gov.br/>> Acesso em 16 de abril de 2019.

A expansão urbana, inserida na lógica de crescimento da cidade, deve atentar-se as características físicas locais e implementar medidas que reduzam quaisquer danos futuros. O caso CHSF deve ser utilizado como exemplo, pois, assim, futuros danos serão impedidos.

Tabela 6 - Tabela de registro de alagamento no bairro de Santa Cruz (08 e 09/04/2019)

Data	Pontos	Espacialidade	Precipitação acumulada (24 h) 08/04	Precipitação acumulada (24 h) 09/04	Precipitação acumulada (96 h)	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5	Nível 6	UTME	UTM N	Nível d'água	Cota	Cota + Nível
						0	1 a 19 (cm)	20 a 39 (cm)	40 a 59 (cm)	60 a 80 (cm)	Acim a80 cm					
08 e 09/04/19	1	Conjunto São Fernando	136.0 mm	51.8 mm	187.8 mm	X						631637,00	7468126,00	0	2,8	2,8
08 e 09/04/19	2	Favela Luís Fernando Vitor Filho	136.0 mm	51.8 mm	187.8 mm	X						631306,00	7467891,00	0	2,4	2,4
08 e 09/04/19	3	Conjunto Novo Mundo	136.0 mm	51.8 mm	187.8 mm	X						630696,27	7467121,19	0	3	3
08 e 09/04/19	4	Conjunto Alvorada	136.0 mm	51.8 mm	187.8 mm	X						630883,57	7466998,97	0	3,1	3,1
08 e 09/04/19	5	Conjunto Rio Grande	136.0 mm	51.8 mm	187.8 mm	X						631609,00	7467665,00	0	2	2
08 e 09/04/19	6	Conjunto Miécimo da Silva	136.0 mm	51.8 mm	187.8 mm	X						632383,00	7466963,00	0	2,4	2,4
08 e 09/04/19	7	Conjunto Estrada do Guandu	136.0 mm	51.8 mm	187.8 mm	X						632838,00	7467040,00	0	2	2
08 e 09/04/19	8	Conjunto João XXIII	136.0 mm	51.8 mm	187.8 mm			X				633444,00	7466672,00	0,3	2,4	2,7
08 e 09/04/19	9	Favela João XXIII	136.0 mm	51.8 mm	187.8 mm				X			634004,48	7466444,47	0,3	2,3	2,6
08 e 09/04/19	10	Favela Vala do Sangue	136.0 mm	51.8 mm	187.8 mm					X		633451,00	7465277,00	0,7	2	2,7
08 e 09/04/19	11	Jardim Itá	136.0 mm	51.8 mm	187.8 mm				X			634060,00	7465636,00	0,5	2,3	2,8
08 e 09/04/19	12	Favela Coréia	136.0 mm	51.8 mm	187.8 mm	X						634505,71	7465546,64	0	4,2	4,2
08 e 09/04/19	13	Favela Chatuba	136.0 mm	51.8 mm	187.8 mm	X						630022,00	7467352,00	0	5	5
08 e 09/04/19	14	João XXIII (2)	136.0 mm	51.8 mm	187.8 mm						X	633441,64	7466142,64	1	2,1	3,1

Fonte: Rio Águas, Google Earth, IPP (1997), moradores do bairro, modificado pelo autor, 2019.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de urbanização no Brasil vem provocando impactos significativos na população e no ambiente. Esses impactos têm deteriorado a qualidade de vida da população, através do aumento da ocorrência de processos hidrológicos (enchente, inundação e alagamento), redução da qualidade de água e o aumento de materiais sólidos nos corpos hídricos.

Esse processo é desencadeado principalmente pela forma como as cidades se desenvolveram nas últimas décadas. A tendência existente em termos de planejamento de sistemas de drenagem tem sido drenar a água o quanto antes (revelando um cenário de transferência) sem compreender de forma sistêmica e/ou inter-relacionada os processos pertinentes as bacias hidrográficas no contexto urbano. Essa filosofia de escoamento da água precipitada o mais rápido possível para fora da área projetada tem progressivamente sido modificada, revelando a necessidade de uma compreensão sistêmica dos processos inseridos no contexto urbano.

A drenagem, nesse sentido, deve assumir uma dimensão social e um papel de destaque, pois alterações na rede de drenagem podem afetar drasticamente a sociedade ocasionando perdas e danos. Assim, promover intervenções hidráulicas, como medida de transferência de águas, sem levar em consideração o seu reflexo dever ser abandonada enquanto prática.

A drenagem inserida em ambientes urbanos sofre grande influência e intervenção do processo de urbanização, especialmente das consequências advindas do uso e ocupação do solo. No que tangem ao sistema de drenagem é possível perceber as consequências no agravamento das cheias, redução das vazões de estiagem, deterioração da água e dos sistemas fluviais. Assim, a drenagem assume um papel de destaque e relevância para a organização e dinâmica das cidades, pois sistemas que não comportam ou não estão dimensionados para atender as demandas locais podem promover consequências não esperadas.

A população, em muitos casos, destituída de um aparato econômico é empurrada para espaços que apresentam deficiência na drenagem e/ou que exigem maior intervenção para receber loteamento urbano sem gerar prejuízo.

Os conjuntos habitacionais, loteamentos, entre outros, da Cidade do Rio de Janeiro, em especial do bairro de Santa Cruz, tendem a se desenvolverem a margem da fiscalização e/ou controle do estado. A ocupação ocorre desprezando muitas recomendações técnicas que

regulam o uso e as edificações. Esse processo, em muitos casos, promove uma relação desarmônica com a drenagem e, a consequência é sabida, pois gera danos constantes a essa camada da sociedade.

O que se pode notar no Conjunto Habitacional São Fernando é a negligência na sua execução, ausência de fiscalização e/ou acompanhamento do cumprimento das normas e um intenso processo de degradação do sistema de drenagem, potencializando novos registros de alagamentos.

A elaboração de um zoneamento urbano responsável por classificar o solo em áreas de possível expansão urbana, suscetíveis à inundação e enchente, proibidas de edificação, áreas com necessidade de aterro apropriado etc., pode ser um instrumento necessário para nortear e orientar a expansão nas áreas periféricas da cidade do Rio de Janeiro.

Os cenários expostos no ano 2019 revelam a dependência das obras implementadas no conjunto (galerias de drenagem, reservatório de bombeamento que funciona como uma estação elevatória e estação de tratamento de esgoto), logo, caso essas fracassem a população estará sujeita a repetição de novos alagamentos. Há a necessidade de um esforço contínuo de funcionamento e manutenção da estação elevatória e da estação de tratamento de esgoto, pois ambas direcionam o volume (água e esgoto) para o canal São Fernando. As medidas mitigadoras dão conta de drenar e reduzir os alagamentos, porém sem solucionar o cerne do problema, isto é, a construção do conjunto em nível próximo a operação do canal São Fernando.

REFERÊNCIAS

- ABREU, Mauricio de A. *Evolução Urbana do Rio de Janeiro*. 4ª ed. 1ª reimp. Rio de Janeiro: IPP, 2008. ABREU, Mauricio de A. *Pensando a cidade no Brasil passado* In Castro e Correa (Org.). *Brasil. Questões atuais da reorganização do território*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.
- ACSELRAD, Henri. De “bota-foras” e “zonas de sacrifício” – um panorama dos conflitos ambientais no Estado do Rio de Janeiro. In ACSELRAD, Henri (Org.). *Conflito social e meio ambiente no Estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Relume Dumará: Fase, 2004.
- AEDIN. *Crise Hídrica na Bacia do Rio Paraíba do Sul: Soleira submersa do Canal de São Francisco*. Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.comiteguandu.org.br/conteudo/apresentacao-aedin.pdf>>. Acesso em: 21 Fev. 2019.
- AMARAL, Rosangela do; RIBEIRO, Rogério Rodrigues. Inundações e enchentes. In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. DO; INSTITUTO GEOLÓGICO (SÃO PAULO, BRAZIL) (ORGS.). **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. 1ª. ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.
- BARREDO, J. I. *Major flood disasters in Europe: 1950-2005*. *Natural Hazards*, Holanda, v 42, n 1, p. 125-148, jul., 2006. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/nl46740140626181/fulltext.pdf>>. Acesso em: 21 Fev. 2019.
- BECK, Ulrich. *Sociedade de risco rumo a uma outra modernidade*. São Paulo: Ed. 34, 2010. P. 50-51.
- BENCHIMOL, Jayme Larry. *Pereira Passos: um Hausmann tropical*. Rio de Janeiro: Secretaria Municipal de Cultura, Turismo e Esportes, DGDI, 1992.
- BIDONE, F. R. A.; TUCCI, C. E. M. *Microdrenagem*. In: Carlos Eduardo Tucci. (Org.). *Drenagem Urbana*. 1ª ed. Porto Alegre, RS: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul/ABRH, 1995, v. Unico, p. 77-91.
- BRANDÃO, A. M. P. M. *Clima urbano e enchentes na cidade do Rio de Janeiro*. In: Guerra, Antônio José Teixeira; da Cunha, Sandra Batista. (Org.). *Impactos Ambientais Urbanos no Brasil*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001, v. 1, p. 47-109.
- BRASIL. **Fazenda Nacional de Santa Cruz (EM) 1612 a 1912: Inventários dos documentos textuais**. Rio de Janeiro: o Arquivo, 2017.
- CANHOLI, A. P. **Drenagem urbana e controle de enchentes**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.
- CARELLI, S. G. *Relevância da ocupação jesuítica durante o século XVII como um possível fator modificador do relevo da restinga de Marambaia, litoral sul do rio de janeiro*. In: II encontro da rede Braspor, 2012, Paraty. II encontro da rede Braspor, 2012.

CARNEIRO, Paulo Roberto Ferreira; MIGUEZ, Marcelo Gomes. **Controle de Inundações em bacias hidrográficas metropolitanas**. Rio de Janeiro: Annablume, 2011.

CARVALHO, Macedo & Ogura, organizadores. 2007. *Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios*. Brasília, Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), 176 pp.

CASTRO, Antônio Luiz Coimbra de; CALHEIROS, Lelio Bringel; CUNHA, Maria Inês Resende; BRINGEL, Maria Luiza Nova da Costa. Manual de Desastres Naturais – Volume I. Ministério da Integração Nacional. Brasília, 2003, 174p. CECH, T. Recursos hídrico: história, desenvolvimento, política e gestão: LTC, 2013.

_____. *Manual de desastres: desastres naturais*. Brasília, Ministério da Integração Nacional – Secretaria Nacional de Defesa Civil, 2005.

CECH, T. V. Recursos Hídricos: história, desenvolvimento, política e gestão. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

Cel st. Tv Cel - Enchente São Fernando. Youtube, 7 maio 2011. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=gCR8r3CIerM&lc=UgznAZ137h50Cpp6Tx14AaABAg>> Acesso em: 08 maio 2019

CERRI, L. E. S.; NOGUEIRA, F. R.; CARVALHO, C. S.; MACEDO, E. S.; AUGUSTO FILHO, O. Mapeamento de riscos em assentamentos precários no município de São Paulo, SP. Geociências (São Paulo), v. 26, p. 143-150, 2007.

CHRISTOFOLETTI, A. (1976). Geometria Hidráulica. São Paulo. Notícia Geomorfológica, 16 (32): 3-37.

_____. Geomorfologia. 2ª. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1980.

CONSTITUIÇÃO (1988). **Constituição** da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988, 292 p.

COHIDRO, Consultoria estudos e projetos. Sistema de esgotamento sanitário do bairro São Fernando em Santa Cruz Rio de Janeiro/RJ. COHIDRO. 2011

COSTA, Helder. **Enchentes no Estado do Rio de Janeiro: Uma Abordagem Geral**. Rio de Janeiro: SEMADS, 2001.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Processos hidrológicos: inundações, enchentes, enxurradas e alagamentos na geração de risco. Curso de capacitação de técnicos municipais para prevenção e gerenciamento de riscos de desastres naturais. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Serviço Geológico do Brasil. Vitória/ES, 2017.

DANTAS, Marcelo Eduardo. Geomorfologia do Estado do Rio de Janeiro. 2000.

DOMINGUEZ PEREZ, Maurício. Lacerda na Guanabara: a reconstrução do Rio de Janeiro nos anos 1960. Rio de Janeiro: Odisséia Editorial, 2007.

ERM. Relatório de impacto ambiental - RIMA. Companhia Siderúrgica do Atlântico CSA. Rio de Janeiro - BR. ERM Brasil Ltda. 2005.

FREITAS, Carlos Machado de; PORTO, Marcelo Firpo. Saúde, ambiente e sustentabilidade. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2006.

FERNANDES, Leonardo Jefferson. Estado e mudança ambiental: a 'nova orientação' do saneamento da Baixada Fluminense nos anos 1930. Disponível em: <<http://unuhospedagem.com.br/revista/rbeur/index.php/anais/article/viewFile/2241/2192>> Acesso em: 2 abril 2019.

FRIDMAN, Fania. Donos do Rio em nome do rei: uma história fundiária da cidade do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. Jorge Zahar Ed. garamond, 1999.

_____. As cidades e o café. Artigo apresentado no XI Encontro Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Olanejamento Urbano e Regional - ANPUR. Salvador, 2005.

FROES, José Nazareth de Souza e GELABERT, Odaléa Ranauro Enseñat. Rumo ao Campo Grande por trilhas e caminhos. 2ª ed. Rio de Janeiro: (s.n.), 2004.

FURTADO, Fernanda. O papel do transporte ferroviário na suburbanização da Zona Oeste. Rio de Janeiro: UFRJ/IPPUR, 1988.

GAMA, José Saldanha da. História da Imperial Fazenda de Santa Cruz, Primeira Parte. Revista do Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro, tomo 38, parte II, p. 165-225, 1875.

GENZ, F. (1994). Parâmetros para previsão e controle de cheias urbanas. Porto Alegre: Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul 40 p.

GOES, Hildebrando de Araújo. A Baixada de Sepetiba. Rio de Janeiro: 1942 ,335 p.

GOMES, João Bosco V; LUMBRERAS, José Francisco; PALMIERI, F.; ZARONI, M. J.; OLIVEIRA, Ronaldo P. de; BHERING, S. B.; CALDERANO, S. B.; SANTOS, Humberto G. dos; CUNHA, T. J. F.; AGLIO, M. L. D. Atualização do levantamento semidetalhado de solos do município do Rio de Janeiro, RJ. In: José Francisco Lumbreras; João Bosco Vasconcelos Gomes. (Org.). **Mapeamento pedológico e interpretações úteis ao planejamento ambiental do Município do Rio de Janeiro, RJ**. 1ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004, v. 1, p. 1-270.

GUANABARA (Estado). Programa de Governo de Desenvolvimento Urbano, 1974.

GUIMARÃES, Virgínia Totti. O licenciamento ambiental prévio e a localização de grandes empreendimentos. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional) – Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2011, 126 p.

INSTITUTO MUNICIPAL DE URBANISMO PEREIRA PASSOS. Índice de Desenvolvimento Social. Comparando realidades microurbanas da cidade do Rio de Janeiro. Abril de 2008. Disponível em:

http://www.armazemdedados.rio.rj.gov.br/arquivos/2247_%EDndice%20de%20desenvolvimento%20social%20_%20ids.PDF, p. 12. Acesso em: 01 abril. 2019.

Índice de Desenvolvimento Humano Municipal. Disponível em http://www.pnud.org.br/pdf/Tabela%206.2.22%20IDH%20bairro%2091_00-15_12_03.xls. Acesso em 16 de abril de 2019.

LEITE, SERAFIM. 1938 História da Companhia de Jesus no Brasil. Tomo II. Porto: Tipografia Porto Médico, 1938. 458p.

LAMOGLIA, Raquel. Enchente São Fernando. Youtube, 9 abril, 2010. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=WMIJ3NIPWFY&t=5s>> Acesso em: 08 maio 2019

_____. Enchente São Fernando. Youtube, 11 março 2019. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=zyxSGFJqgeI>> Acesso em: 08 maio 2019

MANUAL técnico de pedologia. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. 316 p.

MAGALHÃES, P. C.; G.; SOUSA; RIBEIRO, L. B. F. Estudo de Cheias do Canal São Francisco, para Avaliação de Inundações no Conjunto Habitacional São Fernando, Santa Cruz, Rio de Janeiro, RJ. 2012.

MARQUESE, Rafael de Bivar. A administração do Trabalho escravo nos manuais de fazendeiro do Brasil império, 1830-1847. *REVISTA DE HISTÓRIA - Portal de Revistas USP*, n.137, dez. 1997.

MARTINS, J. R. S. Obras de Macrodrenagem. In: Carlos Eduardo Morelli Tucci; Rubem La Laina Porto. (Org.). Drenagem Urbana. 1ed.Porto Alegre: ABRH/Editora da Universidade/UFRGS, 1995, v. 1, p.

MELLO, Fernando Machado de. Análise estrutural aplicada aos estudos geoambientais no Sub-Gráben Guandu-Sepetiba-RJ. In: FILHO, Décio Tubbs (Orgs.); ANTUNES, Julio Cesar Oliveira (Orgs.); VETTORAZZI, Janaina Silva (Orgs.). **Bacia hidrográfica dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim. Experiências para a gestão dos recursos hídrico.** Instituto Estadual do Ambiente. Rio de Janeiro, 2012, 339 p.

MORETTI, R.S. Transformações em uso nas cidades brasileiras e seus impactos na qualidade da água no meio urbano. In: MENDONA, F. A. (Org.). **Impactos socioambientais urbanos.** Curitiba: ed. Da UFPR, 2004.

NIMER, Edmon. Climatologia do Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de JANEIRO, 1989.

PEREIRA, R. L.; Miranda, D. L. O Caso Da Baía De Sepetiba: O Desrespeito ao Meio Ambiente e a Falta de Legitimação das Decisões Governamentais. *Revista Científica Semana Acadêmica*, V. 1, P. 1-12, 2014.

PINHEIRO, Adilson. Enchente e Inundação. In: SANTOS, Rosely Ferreira. **Vulnerabilidade Ambiental. Desastres naturais ou fenômenos induzidos?** Brasília: MMA, 2007, 192 p.

PINTO, Janaína Bezerra. **O papel da Responsabilidade Social Empresarial em cenários de conflitos ambientais siderúrgicos - O caso da TKCSA na periferia carioca de Santa Cruz.** Porto Alegre, RS, 2016, 11 p.

_____. Relatório de violações de direitos humanos na siderurgia nacional: caso TKCSA. **Instituto Políticas Alternativas para o Cone Sul (PACS) Justiça Global.** Rio de Janeiro, 2017, 92 p.

PORTO, Rubem; FILHO, Kamel Zahed; TUCCI, Carlos E. M; BIDONE, Francisco. Drenagem Urbana. In: TUCCI, C. E. M. (ORG.). **Hidrologia ciência e aplicação.** 2. ed. Porto Alegre: Editora UFRGS: ABRH, 2001.

RABHA, Nina Maria de Carvalho Elias (Coord.). Planos urbanos – Rio de Janeiro – Século XIX. Rio de Janeiro: IPP, 2008. RABHA, Nina Maria de Carvalho Elias. Centro do Rio: perdas e ganhos na história carioca. Rio de Janeiro: PPGG/UFRJ, 2006.

_____(Coord.). Planos urbanos – Rio de Janeiro – Século XIX. Rio de Janeiro: IPP, 2008. RIO DE JANEIRO. MUNICÍPIO. Seminário do Plano Urbanístico Básico da Cidade do Rio de Janeiro – PUB/RIO. Rio de Janeiro. 1976.

SANTOS, Renato Emerson Nascimento dos. O Porto de Sepetiba: novos discursos para velhos projetos. Rio de Janeiro: UFRJ/IPPUR, 1999

SILVEIRA, André L. L. da. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. In: TUCCI, C. E. M. (ORG.). **Hidrologia ciência e aplicação.** 2. ed. Porto Alegre: Editora UFRGS: ABRH, 2001. SILVA, L.C da; CUNHA, Hélio Canejo da Silva (Org.). Geologia do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: CPRM, 2001. v. 1. 85p

SOUZA, C.R. de G. Suscetibilidade morfométrica de bacias de drenagem ao desenvolvimento de inundações em áreas costeiras. **Revista Brasileira de Geomorfologia.** v. 6, n. 1, 2005, p. 45-61.

TELLES, Maria Laura Mariani da Silva. A Forma e a Imagem: Arte e Arquitetura Jesuítica no RJ Colonial. PUC - RIO, RJ, 1992.

TUCCI, C.E.M. Inundações e drenagem urbana. In: TUCCI, C.E.M., BERTONI, J.C. (orgs.). Inundações urbanas na América do Sul. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídrico, 2003, p. 45-150.

_____. Escoamento superficial. In: TUCCI, C. E. M. (ORG.). **Hidrologia ciência e aplicação.** 2. ed. Porto Alegre: Editora UFRGS: ABRH, 2001.

_____; MENDES, Carlos André. Avaliação Ambiental Integrada de Bacia Hidrográfica. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, 2006, 302 p.

_____; Controle do Impacto da Urbanização. In: Carlos E. M. Tucci; Rubem La Laina Porto; Mário T. de Barros. (Org.). Drenagem urbana. 1ed. Porto Alegre: Editora da Universidade (UFRGS) - ABRH Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1995, v. 1, p. 277-347.

VIEIRA, V. T.; CUNHA, S. B. Mudanças na rede de drenagem urbana de Teresópolis (Rio de Janeiro). In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S.B. (Org.). *Impactos Ambientais Urbanos no Brasil*. 4ªed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001, v., p. 111-145.

VILLELA, S.M.; Mattos, A. *Hidrologia Aplicada*. In: *Ciclo Hidrológico*. Villela, S.M., Mattos, A. 1936 (eds.). p.: 1-5.

ZUFFO, Antônio Carlos. Drenagem Urbana. In: SANTOS, Rozely Ferreira dos (Orgs.). **Vulnerabilidade ambiental. Desastres naturais ou fenômenos induzidos?** Brasília, MMA, 2007. 107 - 121 p.