UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

MARCUS VINÍCIUS OLIVEIRA SARTÓRIO

DESNATURALIZAÇÃO DOS SISTEMAS FLUVIAIS URBANOS: O caso do canal da Costa e do canal Bigossi, Vila Velha (ES)

VITÓRIA

2018

MARCUS VINÍCIUS OLIVEIRA SARTÓRIO

DESNATURALIZAÇÃO DOS SISTEMAS FLUVIAIS URBANOS: O caso do canal da Costa e do canal Bigossi, Vila Velha (ES)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, em nível de Mestrado, da Universidade Federal do Espírito Santo, sob a orientação do Professor Dr. André Luiz Nascentes Coelho.

VITÓRIA

2018

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Central da Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)
Bibliotecária: Maria Aparecida da Costa Pereira Akabassi–CRB6-ES-43/O

Sartório, Marcus Vinícius Oliveira, 1992-
S251d Desnaturalização dos sistemas fluviais urbanos : o caso do Canal da Costa e do Canal Bigossi, Vila Velha (ES) / Marcus Vinícius Oliveira Sartório. – 2018.
169 f. : il.

Orientador: André Luiz Nascentes Coelho.
Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Humanas e Naturais.

1. Rios - Vila Velha (ES). 2. Crescimento urbano - Costa, Canal da (Vila Velha, ES). 3. Crescimento urbano - Bigossi, Canal (Vila Velha, ES). 4. Meio ambiente. 5. Inundações. 6. Geografia física. I. Coelho, André Luiz Nascentes, 1971-. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Humanas e Naturais. III. Título.

CDU: 91

"DESNATURALIZAÇÃO DOS SISTEMAS FLUVIAIS URBANOS: O CASO DO CANAL DA COSTA E DO CANAL BIGOSSI, VILA VELHA (ES) . ."

MARCUS VINÍCIUS OLIVEIRA SARTÓRIO

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Espírito Santo como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Aprovada em 02 de abril de 2018.

Prof. Dr. **André Luiz Nascentes Coelho** (Prof. Orientador-UFES)

Prof.ª. Drª. **Cláudia Câmara Do Vale** (UFES)

Prof. Dr. **Giovanilton André Carretta Ferreira** (UVV)

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer inicialmente a Deus por ter me concedido a vida e a oportunidade de me tornar alguém muito maior do que poderia sonhar. Agradeço também a minha família que me apoiou em todos os momentos para minha formação pessoal e profissional;

À minha esposa e companheira, conselheira e amiga Sarah Gonçalves Patrocínio Sartório, pelo apoio, carinho e compreensão, no decorrer dessa etapa de nossas vidas;

Ao meu orientador André Luiz Nascentes Coelho, que me acompanhou e apoiou no meu percurso acadêmico desde minha iniciação científica. Agradeço também pela amizade e pela confiança no meu trabalho;

Ao Programa de Pós Graduação em Geografia, pelo acolhimento, em especial à secretária Izadora Ramos, pela atenção e profissionalismo;

Aos professores do PPGG que contribuíram para minha formação como geógrafo em suas diferentes áreas;

Aos colegas do mestrado que me apoiaram, direcionaram e me deram suporte nas disciplinas e nas longas horas de estudos;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela bolsa de mestrado;

Agradeço também aqueles que contribuíram indiretamente para realização desse trabalho;

RESUMO

Notadamente os rios urbanos vêm sofrendo intervenções em razão da expansão urbana dos grandes centros. Apesar da relação íntima entre as cidades e os rios através dos tempos, os conflitos gerados pela urbanização têm trazido à tona uma redução do valor de sua presença, passando a serem vistos como um obstáculo ao crescimento das cidades. O que observou-se na cidade de Vila Velha, no estado do Espírito Santo, foi a completa desnaturalização do sistema fluvial em detrimento da expansão da cidade e à manutenção dos eventos de inundação que ocorrem na planície costeira onde está situada. Diante deste cenário o objetivo central da pesquisa é investigar o processo evolutivo da desnaturalização do sistema fluvial dos canais da Costa e Bigossi com base em uma abordagem sistêmica, identificando a relação entre o crescimento da cidade de Vila Velha e as modificações realizadas nos canais e em sua bacia de drenagem. Sob a visão sistêmica buscou-se identificar os aspectos geomorfológicos que caracterizam a área de estudo, e os elementos inseridos pelo homem, responsáveis pela modificação do sistema inicial. Estes novos elementos na dinâmica fluvial foram identificados como a canalização dos rios, a criação de novos canais e a impermeabilização da bacia de drenagem. Verificou-se que as modificações realizadas nos rios e na planície não somente desconsideraram a dinâmica natural do ambiente no qual estão situadas, como também foram responsáveis pela completa descaracterização dessas áreas, transformando o estado de equilíbrio do sistema que consiste em uma planície de inundação, gerando um ambiente mais vulnerável às inundações.

Palavras-chave: rios urbanos; sistema fluvial; desnaturalização; abordagem sistêmica.

ABSTRACT

Notably, urban rivers have been affected by urban sprawl in big cities. Despite the intimate relationship between cities and rivers over time, the conflicts generated by urbanization have brought down the value of their presence, and they have come to be seen as an obstacle to the city growth. What was observed in the city of Vila Velha in the state of Espírito Santo was the complete denaturalization of the river system in detriment to the expansion of the city and the maintenance of the flood events that occur in the plain where it is located. In this scenario, the central objective of the research is to investigate the evolutionary process of denaturation of the fluvial system of the Costa and Bigossi channels based on a systemic approach, identifying the relationship between the growth of the city of Vila Velha and the modifications made in the channels and in its drainage basin. Under the systemic vision we sought to identify the geomorphological aspects that characterize the study area, and the elements inserted by the man, responsible for the modification of the initial system. These new elements in the fluvial dynamics were identified as the channeling of the rivers, the creation of new canals and the waterproofing of the drainage basin. It was verified that the modifications made in the rivers and the plain not only disregarded the natural dynamics of the environment to which they are located, but also, they were responsible for the complete loss of characteristics of these areas, transforming the state of equilibrium of the system which consists of a floodplain, creating an environment more vulnerable to flooding.

Keywords: urban rivers; fluvial systems; denaturalization; systemic assumption.

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE GRÁFICOS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE SIGLAS

CESAN – Companhia Espírito Santense de Saneamento

CPRM – Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais

DNOS – Departamento Nacional de Obras e Saneamento

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ETA – Estação de Tratamento de Água

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IEMA - Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

IJSN – Instituto Jones dos Santos Neves

IPHAN-ES – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico do Espírito Santo

MDT – Modelo Digital do Terreno

PMVV – Prefeitura Municipal de Vila Velha

RMGV – Região Metropolitana da Grande Vitória

SIG – Sistemas de Informações Geográficas

SRTM - Shuttle Radar Topography Mission

UTM – Universal Transversa de Mercator

ZCAS – Zonas de Convergência do Atlântico Sul

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO

Os grandes e pequenos rios representam um marco na história humana. Ao longo do tempo os caminhos percorridos pelos rios e pelas sociedades se entrecruzaram em complexas interações. Suas águas fornecem base material e simbólica para a constituição da sociedade e são em seus leitos e em suas margens que o ser humano exerce suas mais diversas atividades.

As águas são também reveladoras dos embates entre essas sociedades e seus sítios. Apesar da relação íntima entre as cidades e os rios através dos tempos, os conflitos gerados pela urbanização têm trazido à tona uma redução do valor de sua presença, passando a serem vistos como um obstáculo à expansão das cidades.

Por todo o território as ocupações humanas sobrepuseram a organização herdada pela natureza, interferindo no equilíbrio dos sistemas naturais a partir de intervenções diretas no ambiente.

Esta não é apenas uma realidade local, tampouco das cidades brasileiras. De fato, da mesma forma como a modernidade trouxe a possibilidade de aglomerações humanas em diversos locais, as demandas sobre os recursos naturais foram acentuados, e a água, como elemento de subsistência da vida, sofreu intensos impactos, sendo canalizada para abastecimento das cidades e agriculturas, além de ser utilizada como duto para os rejeitos produzidos.

O conflito entre a expansão urbana e a conservação do meio vem sendo agravado principalmente a partir da segunda metade do século XX quando, segundo Font (2003), a partir da década de 1970, o mundo passou a observar uma nova organização espacial urbana em consequência de processos de expansão acelerada das cidades. Processos esses que vêm levantando novos problemas para os quais os instrumentos tradicionais de planejamento e gestão não têm se mostrado eficazes.

Nas cidades brasileiras, por exemplo, se observa os rastros dessa expansão *in situ*. Não são raras as vezes em que encontramos grande quantidade de lixo e esgoto sanitário lançado diretamente nos rios urbanos, isso quando, em muitos trechos, os mesmos são sequer vistos pois estão cobertos sob vias públicas.

Na realidade, as contradições acerca da “utilidade” dos rios estão presentes no interior das cidades. As opiniões divergem sobre a questão. Há aqueles que defendem a canalização dos rios como uma solução para os problemas de mau cheiro, infestações de insetos e inundações, enquanto há os que reconhecem que as soluções de cunho estruturais são medidas paleativas e defendem uma restauração dos rios para reinseri-los no cotidiano da cidade.

Este segundo grupo, infelizmente, parece corresponder à minoria. As técnicas que avançam de maneira exponencial para promover intervenções, seguem em sentido de realizar novas obras para “controlar” a natureza, enquanto a visão de harmonia entre a sociedade e seu sítio é deixada de lado e tida como um retrocesso.

Obras de transposição de bacias, supressão de leitos e canalização de rios são alguns exemplos das intervenções observadas nas cidades. A necessidade de alcançar novas áreas para o desenvolvimento do mercado imobiliário faz com que as várzeas sejam completamente drenadas, dando lugar a uma malha impermeabilizada de concreto e asfalto.

A afirmação de que são necessárias mais obras de intervenção são especialmente enfatizadas quando ocorrem eventos de inundações. Exige-se dos governos atitudes para “controlar” os rios e as inundações. E assim são construídos mais diques, barragens, e canais artificiais para drenar o “excesso” de água.

Essa desnaturalização dos sistemas fluviais, tal como do ambiente urbano, tornou-se um paradigma das cidades modernas. A dificuldade de se tratar o assunto reside, sobretudo, no descompasso entre o desenvolvimento e a preservação, que, por sua vez, reflete na dificuldade de gerir os conflitos ambientais gerados neste cenário já consolidado.

O sistema fluvial dos canais Da Costa e Bigossi, objeto de estudo deste trabalho, é um exemplo desse cenário apresentado. Situados sobre a planície de inundação do baixo curso do rio Jucu, os canais encontram-se em uma área onde historicamente iniciou-se a ocupação urbana do município de Vila Velha, próximo do centro da cidade, e hoje se configura como uma importante área, por onde passam diariamente milhares de pessoas e veículos.

Ao observarmos a morfologia da cidade, percebemos que o entorno dos canais configurou-se em um intenso centro urbano. Contudo, a cidade encontra-se sobre uma planície costeira que tem altitudes próximas ao nível médio relativo do mar e está sujeita à inundações naturais, como as que ocorreram nos anos de 1922, 1938, 1940, 1960[1] quando a cidade ainda não havia se expandido de forma proeminente. Apesar disso, estes fenômenos de inundação ora foram desconsiderados no processo de expansão urbana, ora tentou-se adotar estratégias para a contenção das águas a partir de obras estruturais nos rios e nas áreas de várzeas.

Reflexos dessas estratégias são distribuídos por todo o território. Numa rápida observação da área, logo se percebe rios canalizados, bacias transpostas para outras, diques de contenção das águas e estações de bombeamento espalhados pelo território vilavelhense.

Certamente estas intervenções não surtiram os efeitos desejados, principalmente por tratar os problemas de forma fragmentada e adotar medidas pontuais. Assim, a cada evento de inundação, contrariando os gestores e a população, as águas tornam a cobrir suas várzeas agora ocupadas pela impermeável malha urbana, gerando impactos com maior intensidade e causando prejuízos materiais e de vidas para a população.

Dessa forma, julgamos que avaliar as condições do meio de forma que não se considere a complexidade dos aspectos físicos e sociais da área em questão, resultará em medidas ineficazes que sucederão em gastos desnecessários à máquina pública enquanto se perpetuam os problemas.

As pesquisas acerca de rios urbanos sob diferentes enfoques têm se tornado cada vez mais frequentes na Geografia, do mesmo modo que em outras ciências como a Hidrologia, a Arquitetura e as Engenharias. A razão para a ampliação dos estudos como estes, de maneira geral, advém da constatação de que cada vez mais os rios estão sofrendo influência direta das práticas de degradação do meio por onde correm e por intervenções em suas margens e em seu leito.

---

[1] Fonte das datas: D'ALCÂNTARA, E, A. Ensaios Sobre os Alagamentos do Município de Vila Velha. 2012. Disponível em: <http://www.morrodomoreno.com.br/materias/ensaios-sobre-os-alagamentos-do-municipio-de-vila-velha-.html>. Acesso em: junho de 2017.

Ainda assim, grande parte dos trabalhos se desenvolve em linhas muito específicas como estudos sobre aporte de sedimentos, comportamento hidrológico, qualidade da água, escoamento superficial, dentre outros, enquanto estudos de caráter integrador são ainda muito pontuais.

O olhar fragmentado sobre este campo se torna arriscado na medida em que se perdem informações fundamentais presentes não em suas frações, mas no todo. A visão técnica unilateral de planejadores e gestores sobre o funcionamento dos rios acaba por conferir uma visão reducionista do tratamento desses diante das novas demandas apresentadas pelo crescimento urbano. Essa desconsideração das conexões e das complexidades dos elementos e dos fenômenos que compõem os sistemas naturais resultou, ao longo do tempo, em uma intensa degradação ambiental dos rios e suas margens.

As problemáticas, sobretudo em áreas urbanas, se apresentam cada vez mais complexas devido às sobreposições de fenômenos e sujeitos atuantes no ambiente. Portanto, este trabalho pretende apresentar a problemática sob uma visão holística e integradora dos elementos que compõem o sistema fluvial, abarcando não somente características físicas de cunho estrutural e morfodinâmicas, mas elementos sociais e políticos que, inevitavelmente, fazem parte do sistema – sobretudo no que diz respeito aos sistemas fluviais urbanos.

Este trabalho não se trata de um estudo meramente analítico dos fenômenos que se apresentam na paisagem urbana. A adoção de uma abordagem sistêmica pressupõe que o todo não é uma simples soma de seus elementos componentes, mas que o sistema só pode ser explicado a partir de sua totalidade (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Ao mesmo tempo em que a complexidade dos fenômenos se apresenta diante do pesquisador, também é apresentada a urgência de se tratar o assunto.

A realidade dos rios urbanos nas cidades torna-se cada vez mais crítica e o que se observa é uma tendência a se continuar alterando os sistemas fluviais em áreas onde ainda não foram afetados. Assim, este trabalho segue em um esforço para que a realidade observada nos rios urbanos, a exemplo dos canais da Costa e Bigossi, não seja reproduzida em outros lugares.

Lamenta-se, entretanto, o modo como estes rios são vistos. A descabida forma com que são canalizados e soterrados apresenta a face do “desenvolvimento” que desconsidera a riqueza natural em favor da riqueza monetária. Afinal de contas, uma rodovia parece ser mais rentável do que um braço de rio que corta a cidade.

Dessa forma, consideramos que a conscientização sobre a importância da preservação dos rios deve ser priorizada na formação dos indivíduos desde sua formação básica. Trata-se, portanto, de uma questão que vai além da reinserção desses rios na paisagem urbana. A preservação e conservação desses compreende uma reaprendizagem da sua importância para a vida, não só dos seres vivos que ali habitavam, mas das pessoas que sobreviviam dos recursos que eram oferecidos gratuitamente pelas suas águas.

Acredita-se, portanto, que a partir do conhecimento dos sistemas fluviais, assim como de suas mudanças, sejam elas naturais ou antropogênicas, será possível alcançar uma melhor gestão territorial por órgãos públicos, comitês de bacias e autoridades relacionadas, diante dos problemas que surgem em decorrência da má utilização desses sistemas.

OBJETIVOS

Como objetivo central desta pesquisa busca-se investigar o processo evolutivo da desnaturalização do sistema fluvial dos canais Bigossi e da Costa com base em uma abordagem sistêmica.

Para se alcançar este objetivo, faz-se necessário identificar como ocorreu o crescimento urbano da cidade de Vila Velha diante das intervenções realizadas na planície costeira e na própria estrutura dos rios, por meio de uma perspectiva espaço-temporal.

Como objetivos específicos, pretende-se:

- Investigar temporalmente a relação entre o crescimento da cidade de Vila Velha e a desnaturalização do sistema fluvial dos canais da Costa e Bigossi;

- Identificar as modificações realizadas diretamente nos canais da Costa e Bigossi, e as modificações indiretas realizadas em sua bacia de drenagem;

- Identificar espacialmente a morfologia dos canais da Costa e Bigossi em seus distintos setores, assim como a qualidade ambiental de suas margens;

CAPÍTULO 1 – ÁREA DE ESTUDO

Por tratar-se de uma pesquisa de caráter integrador, há que se procurar entender o que ocorre nos rios de Vila Velha a partir de uma visão geral do município sob diferentes aspectos, principalmente no que concerne ao seu substrato geológico-geomorfológico e a sua organização fluvial que caracterizam seu território. Da mesma forma, as relações socioespaciais que se desenvolveram sobre esse substrato – e foram impressas na morfologia da cidade e em seus rios – são subsídio para o entendimento da atual configuração fluvial. O que vemos hoje é reflexo de um processo de ocupação e modificação das condições naturais que pode ser entendido a partir da percepção das relações de uso da terra que foram estabelecidas historicamente no território ora estudado.

O objeto de estudo trabalhado nesta pesquisa é o pequeno sistema fluvial dos canais da Costa e Bigossi, que juntos compõe a bacia de drenagem que leva o nome de bacia do canal da Costa e Bigossi. Localizada entre as coordenadas UTM: 363112 e 366817 Sul: 7751998 e 7746503 Oeste, a bacia abrange uma área de 9,57km², compreendendo 20 bairros, no município de Vila Velha que faz parte da Região Metropolitana da Grande Vitória – RMGV, no estado do Espírito Santo (Figura 1).

Às margens da baía de Vitória, dos sistemas fluviais do rio Marinho e Aribirí, e do oceano Atlântico, a bacia do canal da Costa e Bigossi corresponde a 4,5 % do município de Vila Velha, ao mesmo tempo em que comporta uma das áreas de maior adensamento populacional do município.

A delimitação da bacia foi estabelecida a partir das atuais condições físico/hidrológicas dos canais que a compõe. O rio da Costa que outrora ziguezagueava na planície de Vila Velha apresentava dinâmica fluvial diferente da atual, portanto, com dimensões também diferentes. Dessa forma, a delimitação da bacia de drenagem[2] corresponde justamente à área drenada por estes dois canais na malha urbana que se encontra às suas margens atualmente.

[2] De drenagem, pois não se caracteriza como o modelo clássico de uma bacia hidrográfica.

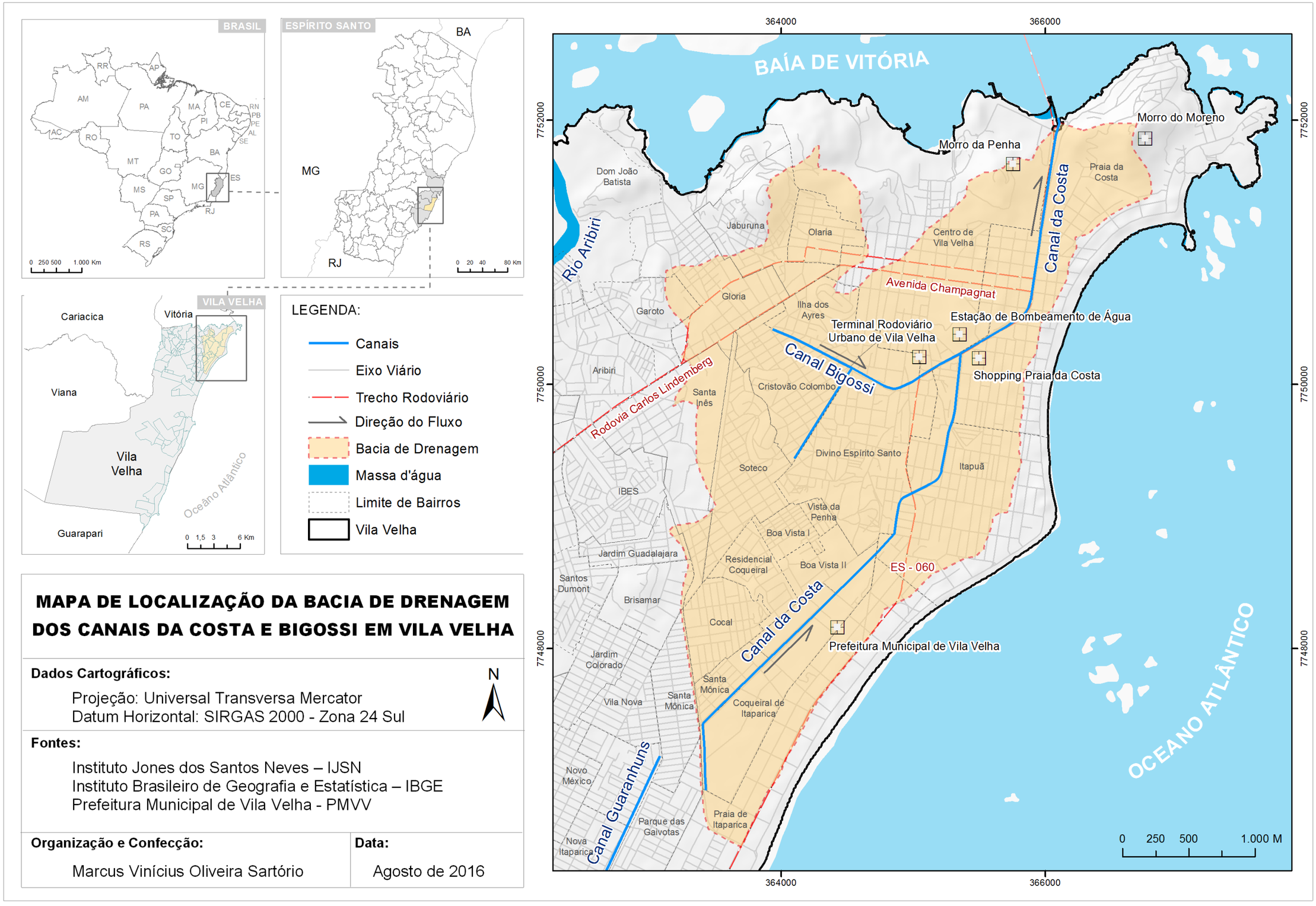


Figura 1 - Mapa de Localização da Bacia de Drenagem do canal da Costa em Vila Velha – ES
Elaborado pelo autor.

Em um contexto mais abrangente, a bacia apresenta uma escala espacial reduzida frente aos grandes rios que cortam o Espírito Santo, como o rio Doce, o rio Jucu, o rio Itapemirim, o rio São Mateus, dentre outros. Porém, sua escala espacial de poucos quilômetros quadrados, não equivale à escala dos problemas encontrados na mesma. Por estarem situados inteiramente em área urbana, os canais da Costa e Bigossi sofreram e sofrem tanto mais adversidades quanto os grandes rios.

O canal da Costa segue em sentido sul/norte até desaguar entre o morro do Moreno e o morro do convento da Penha. Sua estrutura, completamente canalizada dá espaço à importantes instrumentos viários e equipamentos urbanísticos como as avenidas Luciano das Neves, a avenida Champagnat, a Prefeitura Municipal de Vila Velha - PMVV, a rodovia ES-060, o Terminal Rodoviário Urbano de Vila Velha, e os Shoppings Vila Velha e Praia da Costa, por exemplo.

As águas servidas dos bairros do entorno dão origem ao canal da Costa, que segue 4,1 quilômetros até se encontrar com o canal Bigossi nos fundos do Shopping Praia da Costa como é observado na Figura 1. Este segundo não correspondia a um rio como o da Costa, mas foi criado com o intuito de drenar as áreas baixas da região em que está situado. O canal Bigossi, desde sua criação, estava inserido em um contexto de degradação semelhante ao rio da Costa, tanto no que se refere às alterações que se realizaram – processo de canalização – quanto ao seu destino e função.

Ora escondidos sobre os muros de concreto que os cercam, ora ocultos em galerias sob a malha urbana, os canais da Costa e Bigossi passam, muitas vezes, despercebidos por aqueles que não observam cuidadosamente para os cursos os quais foram estreitados. Apesar dessa desatenção, são bem notados por todos quando em eventos de intensa precipitação, que podem coincidir com a maré de sizígia[3], as águas extravasam suas margens em um evento natural de inundação, preenchendo grande parte da planície de inundação da qual fazem parte.

Um dos aspectos mais intrigantes da desnaturalização desses sistemas fluviais é que os mesmos não assemelham-se à rios com características naturais. Hoje, ao

[3] Maré cujas amplitudes correspondem aos valores mais altos e mais baixos em relação ao nível médio do mar local, que se produzem, respectivamente, durante a lua cheia e a lua nova (SUGUIO, 1998)

aproximar-se do que seria a “nascente” do canal da Costa é encontrado uma manilha (Figura 2), evidenciando sua completa desnaturalização e descaracterização.

Figura 2 - Atual "nascente" do canal da Costa
Fotografia por: Marcus Vinícius Oliveira Sartório. Data: Fevereiro de 2017.

O lamentável panorama da atualidade reflete a forma de apropriação do solo experienciado também em rios urbanos espalhados pelo Brasil em suas grandes capitais. Será visto adiante neste trabalho como essa apropriação da natureza pelas técnicas estruturais, que acompanhou e subsidiou o crescimento da cidade, refletiu na dinâmica natural dos sistemas fluviais que ali existiam e as modificaram, levando a população residente a sujeitar-se a riscos.

Por hora serão apresentadas as características da área de estudo, como em um olhar de sobrevoo, a partir de alguns aspectos importantes para o seu entendimento.

1.1. ASPECTOS CLIMÁTICOS

A área de estudo está localizada no litoral sudeste brasileiro, caracterizada por uma considerável diversidade climática. Dentre os fatores que influenciam nesta diversidade podemos considerar a latitude, a maritimidade, a topografia e a atuação das massas de ar que operam sobre o continente. Dentre estes, destaca-se a importância da influência das massas de ar no controle das características

atmosféricas das áreas onde atuam. (SILVA, 2013; DEINA, 2013; DEINA e COELHO, 2015).

As características das formas de relevo e extensão continental da América do Sul proporcionam a existência de um número reduzido de massas de ar continentais, predominando, portanto, as massas oceânicas, propiciando ao continente a formação de ambientes climáticos com considerável umidade (MONTEIRO, 1949).

Mendonça e Dani-Oliveira (2007) apontam as cinco massas de ar, derivadas de seus respectivos sistemas, que atuam no Brasil (Figura 3). São elas: Massa Tropical Atlântica (mTa), Massa Equatorial Continental (mEc), Massa Polar Atlântica (mPa), Massa Tropical Continental (mTc) e a Massa Equatorial Atlântica (mEa), porém, esta última atua principalmente sobre o nordeste do país e não chega a alcançar a área de estudo.

A mTa é uma das principais massas que atuam sobre o sudeste brasileiro. Sua origem nas altas pressões subtropicais do Atlântico faz com que esta massa apresente características de temperatura e umidade elevadas. Sua atuação ocorre durante todo o ano principalmente no litoral, trazendo ventos predominantemente em direção leste e nordeste.

A mEc é originada na Amazônia e apresenta temperatura e umidade elevadas decorrentes da sua proximidade com o equador, assim como a presença de uma densa vegetação e extensa rede de drenagem. Também considerada como uma célula de divergência dos alísios, a mEc atua principalmente no verão, época em que o ar quente encontra mais facilidade de deslocamento em direção sul, devido aos sistemas depressionários do interior do continente.

Dentre as massas de ar, a mTc apresenta uma atuação menos notável para efeito desta pesquisa. Localizada na região central da América do Sul, ela interage com o ar de outras localidades, apresentando uma condição de divergência atmosférica, que dá origem a uma massa de ar quente e seca no início da primavera, e nas demais estações, funcionando como uma área de atração de massas de ar.

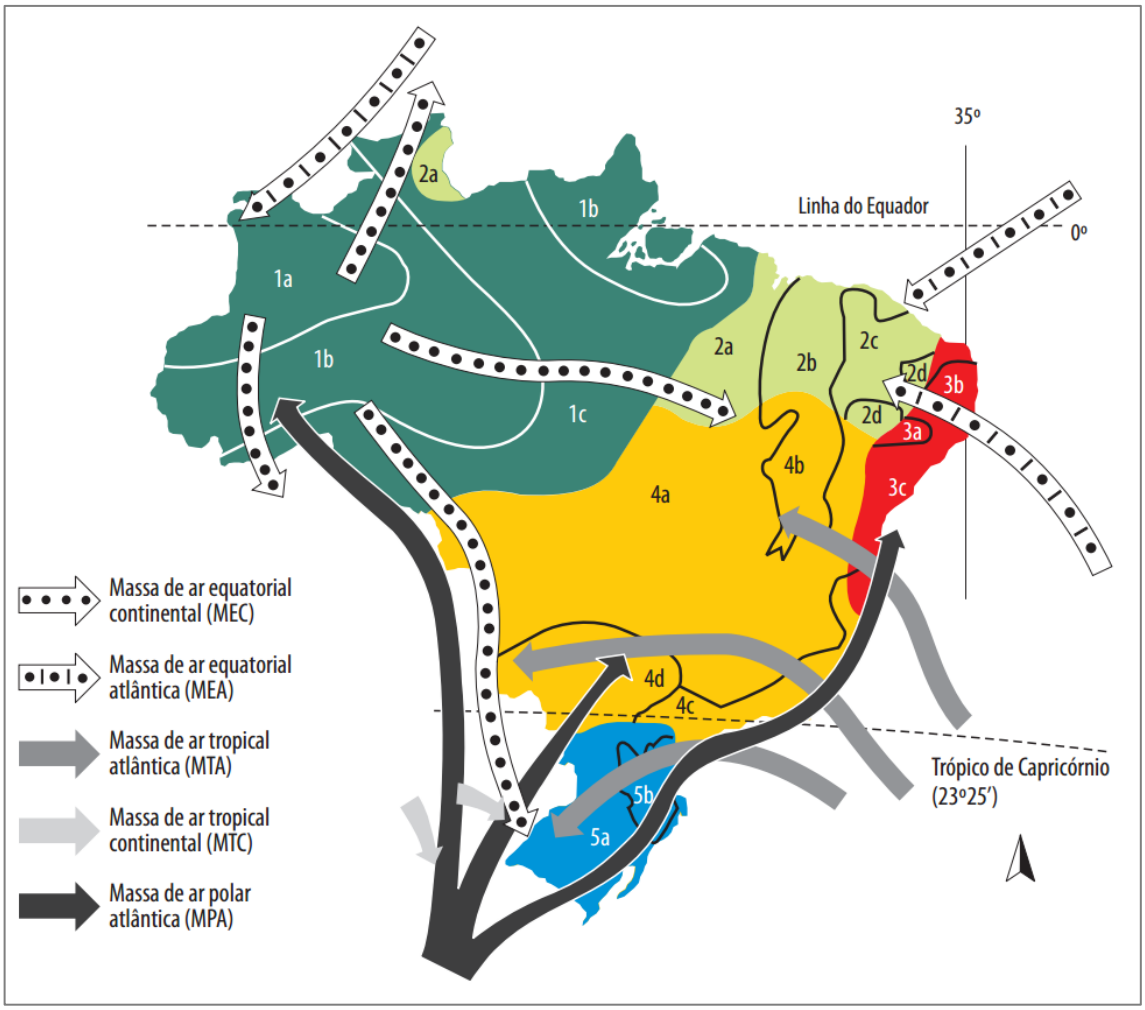


Figura 3 - Distribuição das massas de ar na América do Sul com destaque para o Brasil. Fonte: Mendonça e Danni-Oliveira (2007).

A mPa, por sua vez, apresenta temperaturas baixas e ar seco devido a sua origem no extremo sul da América do Sul. Atraída pelas baixas pressões tropicais e equatoriais, a mPa atinge toda a porção centro-sul-leste do Brasil, podendo avançar para o norte no inverno em função de eventos extremos, causando fenômenos de friagem. Os ventos da mPa predominam em sentido sul e sudeste, e ao se encontrarem com o ar quente tropical formam uma zona de descontinuidade caracterizada por uma instabilidade atmosférica, alternância de tipo de tempo e importantes eventos de precipitação na área de estudo. Este fenômeno é conhecido como frente fria.

As frentes frias afetam o tempo sobre o Brasil durante todo o ano, principalmente na região sul e sudeste do país. Sua gênese está relacionada ao deslocamento de uma massa de ar com características homogêneas em direção a outra com características

distintas, gerando uma instabilidade no tempo do local por onde passa (AYOADE, 2012).

Durante os meses de verão as frentes frias não chegam a alcançar latitudes baixas, porém, são fundamentais para a ocorrência de um fenômeno meteorológico na região sudeste, a Zona de Convergência do Atlântico Sul – ZCAS. A ZCAS exerce um papel preponderante no regime de chuvas na área de estudo, acarretando em altos índices pluviométricos (DEINA e COELHO, 2015).

Este fenômeno é caracterizado pela persistência de uma banda de nebulosidade orientada no sentido noroeste-sudeste, que se estende desde o centro-sul da Amazônia, regiões Centro-Oeste e Sudeste, centro-sul da Bahia, norte do Paraná, e estendendo-se em direção ao oceano Atlântico sudoeste (FERREIRA, SANCHES e SILVA DIAS, 2004).

Segundo Amarante (2009), o relevo do estado também está entre os fatores decisivos na determinação climática, apresentando temperaturas mais baixas na região serrana, e temperaturas mais elevadas na planície costeira. De fato, o Espírito Santo é dividido em duas regiões climáticas: a primeira apresenta um clima tropical quente e úmido e a segunda um clima tropical de altitude (mesotérmico), onde as temperaturas são mais amenas.

Excetuando-se a região serrana, há uma predominância de temperaturas elevadas em grande parte do estado durante todo o ano, onde são registradas temperaturas médias anuais acima de 22ºC, caracterizado pelo clima Tropical Quente e Úmido. Principalmente na região litorânea, onde este clima é predominante, a temperatura mínima é superior a 18ºC. As temperaturas quentes alcançam desde as planícies litorâneas até cotas de 300m nos vales que dissecam as serras e as encostas (VALE, 2004).

O clima Tropical de Altitude (Mesotérmico) é mais característico na região serrana do estado e apresenta as menores temperaturas, com médias abaixo de 10ºC no período de inverno. Nesta porção também os verões apresentam temperaturas mais amenas em função da altitude.

A maritimidade e a continentalidade não irão influenciar de modo significativo na temperatura, porém no litoral, a proximidade com o mar promove uma amplitude

térmica ligeiramente menor proporcionando um clima mais ameno e um verão mais fresco. No interior, onde ocorre o efeito da continentalidade observa-se uma maior amplitude térmica.

De acordo com os dados da Agência Nacional das Águas – ANA (2016), a precipitação é, por outro lado, distribuída de forma diferenciada no estado, tanto no que se refere ao regime quanto ao total alcançado. Na região serrana observa-se um regime de chuva mais homogêneo durante o ano e uma precipitação total alta chegando a alcançar 1400 mm/a. Nesta região, o relevo apresenta-se como um fator que interfere tanto na temperatura quanto na precipitação. O regime de chuva nas encostas é mais frequente devido à ação do relevo nas chuvas orográficas, sendo mais frequente no verão, mas também presentes no inverno, chegando à ordem de 1400-1600 mm/a.

Na região de planície, o regime de chuva é marcado por uma sazonalidade com verões mais chuvosos e invernos mais secos. Entretanto, no litoral, devido à maritimidade e à entrada de massas de ar fria no inverno, proporcionando chuvas frontais mais distribuídas e com baixa intensidade, a estação seca não é tão pronunciada como em Cachoeiro de Itapemirim e Colatina, por exemplo (PINHEIRO, 2011).

Em virtude da ausência de dados climáticos do município de Vila Velha, e considerando sua “proximidade” com a estação meteorológica da capital, iremos considerar, para fins de análise, os dados climatológicos de Vitória disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

Assim como descrito anteriormente, a área de estudo localiza-se na planície costeira do Espírito Santo, e é contemplada pelas características climáticas supracitadas correspondente à um clima Tropical Quente e Umido. Os gráficos obtidos juntos ao INMET apresentados na Figura 4 e na Figura 5 representam a média e os valores máximos e mínimos da temperatura e a média de precipitação e umidade para a estação de Vitória entre os períodos de 1961 a 1990.

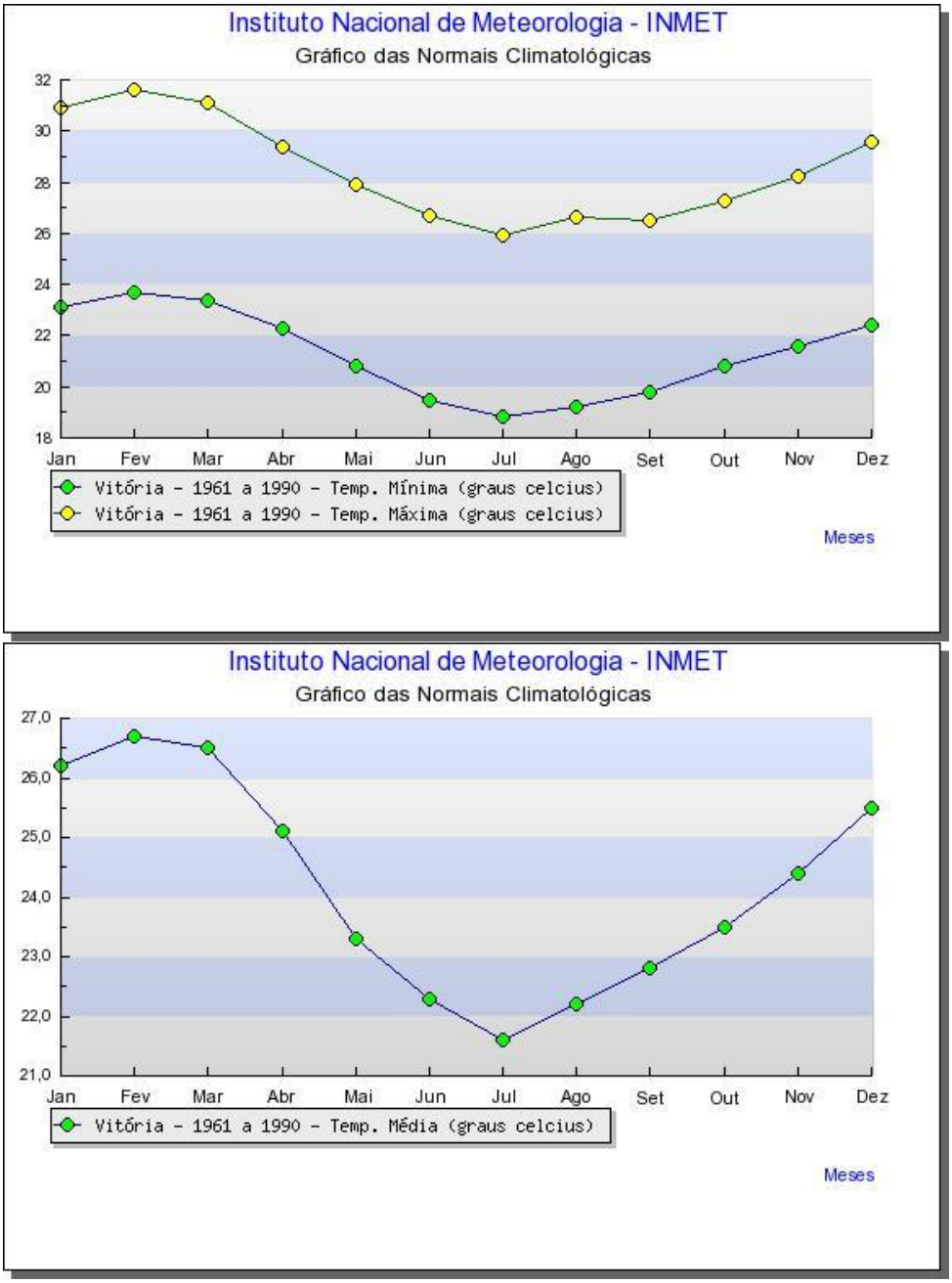


Figura 4 - Dados climatológicos de temperatura em Vitória para os anos de 1961 a 1990
Fonte: INMET – Disponível em: http://www.inmet.gov.br/html/clima/graficos/.

Observando os valores acima, percebe-se que a variação da temperatura acompanha o ciclo sazonal com verões mais quentes alcançando 32ºC e invernos mais amenos com mínimas de 19ºC. Nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, a temperatura média encontra-se próximo a 26ºC enquanto em junho, julho e agosto a média fica em torno de 22ºC.

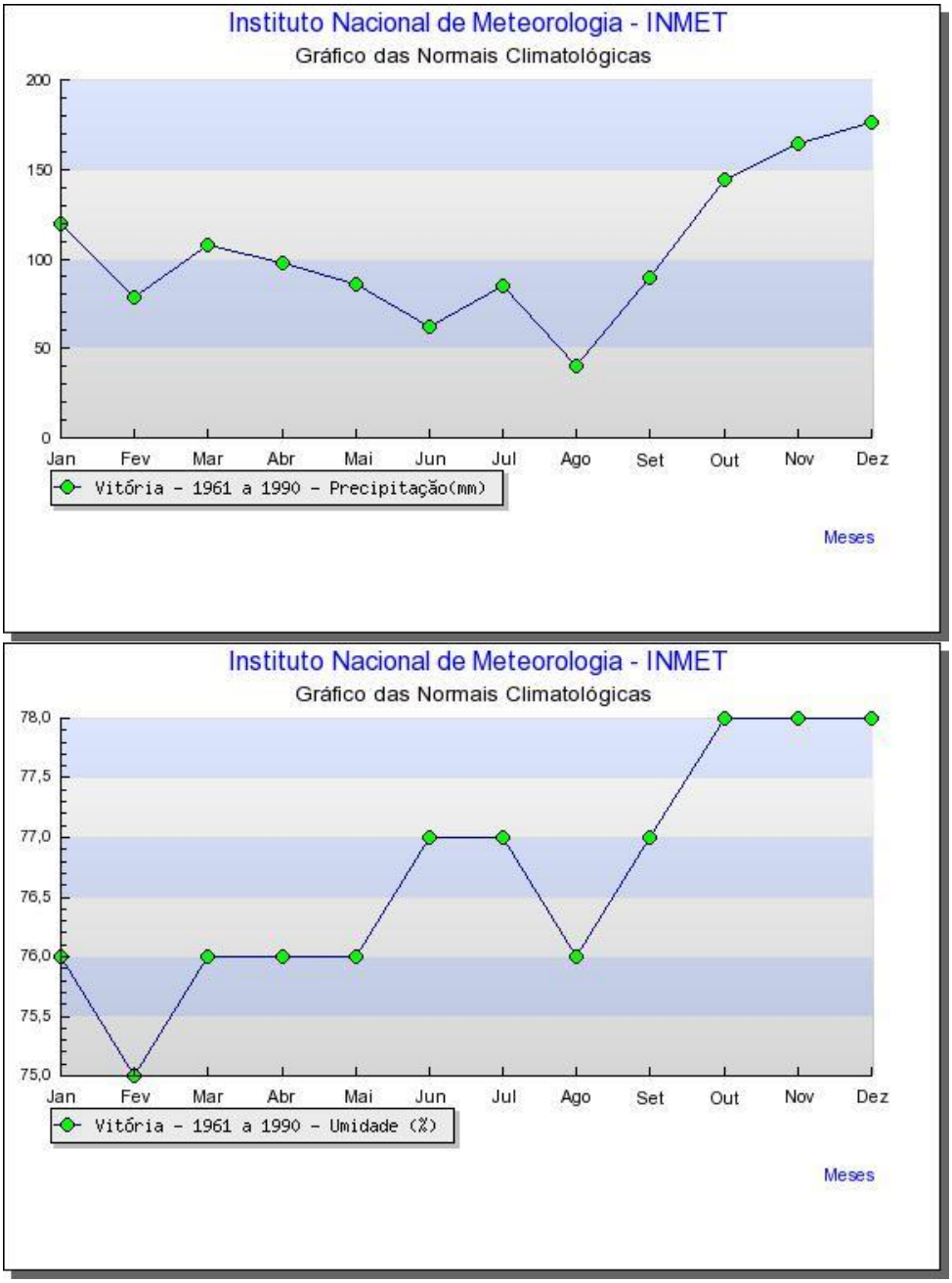


Figura 5 - Dados climatológicos de Precipitação e Umidade em Vitória para os anos de 1961 a 1990
Fonte: INMET – Disponível em: http://www.inmet.gov.br/html/clima/graficos/.

A precipitação apresenta um regime mais intenso no período entre outubro e dezembro, onde se observam valores superiores a 150mm, enquanto os meses de junho e agosto foram registrados como os de menor precipitação respectivamente, com aproximadamente 60 e 40 mm.

De maneira geral, a precipitação acompanha o nível de umidade na atmosfera. Essa correspondência é mais facilmente observada entre outubro e dezembro onde a umidade alcança 78%. Porém, não se pode tomar como base tal afirmação, pois a

presença de umidade na atmosfera não corresponde necessariamente a um mês mais chuvoso, assim como apresentado nos meses de junho e julho para as médias calculadas.

É necessário também considerar sistemas como as ZCAS e a influência que este sistema representa na região sudeste do país, considerando sua alta concentração pluvial em um curto período de tempo, caracterizando chuvas torrenciais.

1.2. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

Segundo o mapeamento geomorfológico realizado pelo IJSN (2012)[4], no que corresponde ao Espírito Santo, são reconhecidas três unidades morfoestruturais distintas. São eles: os depósitos sedimentares, a Faixa de Dobramentos Remobilizados e os Maciços Plutônicos.

Os Maciços Plutônicos representam a menor fração dentre as três morfoestruturas, correspondem a uma estreita faixa que percorre a região noroeste do estado, destacando-se pela ocorrência de grandes massas intrusivas com idades diferentes. É composta principalmente de granitos e gnaisses, remanescentes da serra da Mantiqueira, alcançando altitude superior a 2000 metros com seu ponto mais alto, a 2980 metros, representado pelo Pico da Bandeira, localizado na divisa com o estado de Minas Gerais.

As faixas de Dobramentos Remobilizados compreendem 51% da área do estado, principalmente na região Sul e Central além de uma área ao norte, que se caracterizam pela evidência de movimentos crustais, com marcas de falhas, apresentando nítido controle estrutural sobre a morfologia atual. Segundo RADAMBRASIL (1983), o controle estrutural pode ser evidenciado pela observação das extensas linhas de falha, escarpas de grandes dimensões e relevos alinhados, coincidindo com os dobramentos originais e com falhamentos mais recentes que não foram obliterados com os processos morfoclimáticos.

[4] O mapeamento foi elaborado em uma parceria entre equipes técnicas da UFES e IJSN, com o objetivo de realizar um refinamento sobre o mapeamento geomorfológico realizado pelo projeto RADAMBRASIL (1970-85), utilizando materiais e métodos mais modernos em relação à época.

Os depósitos sedimentares que compreendem basicamente toda a faixa litorânea do estado são representados por sedimentos arenosos e argiloarenosos continentais da Formação Barreiras e da Formação Macacu, atribuídos ao Terciário Superior e ao Quaternário, e por sedimentos de origem marinha, fluvial, fluviomarinha, lacustre, eólica e coluvionar acumulados durante o Quaternário (RADAMBRASIL, 1983).

Essas morfoestruturas são subdivididas, a partir da classificação taxonômica, em seis regiões geomorfológicas, cada qual individualizada pelas formas de relevo características. Os depósitos sedimentares são divididos em duas regiões geomorfológicas: Os Piemontes Inumados e as Planícies Costeiras.

As planícies Costeiras terão aqui maior destaque devido à sua presença destacada na área de estudo. Sua denominação se justifica pelo fato de que suas feições planas estão situadas próximo à costa.

As características geomorfológicas das planícies costeiras refletem a diversidade de ambientes e processos genéticos e evolutivos que resultaram em dois subsistemas principais: as planícies litorâneas e os complexos deltaicos dos grandes rios (Figura 6). Na classificação taxonomia estas feições correspondem ao nível das Unidades Geomorfológicas – taxon de menor grandeza (RADAMBRASIL, 1983; IJSN, 2012).

No estado, essas planícies encontram-se descontinuamente distribuídas na costa, separadas por maciços, colinas e tabuleiros. A evolução das Planícies Costeiras está relacionada com as variações eustáticas ocorridas no período Quaternário.

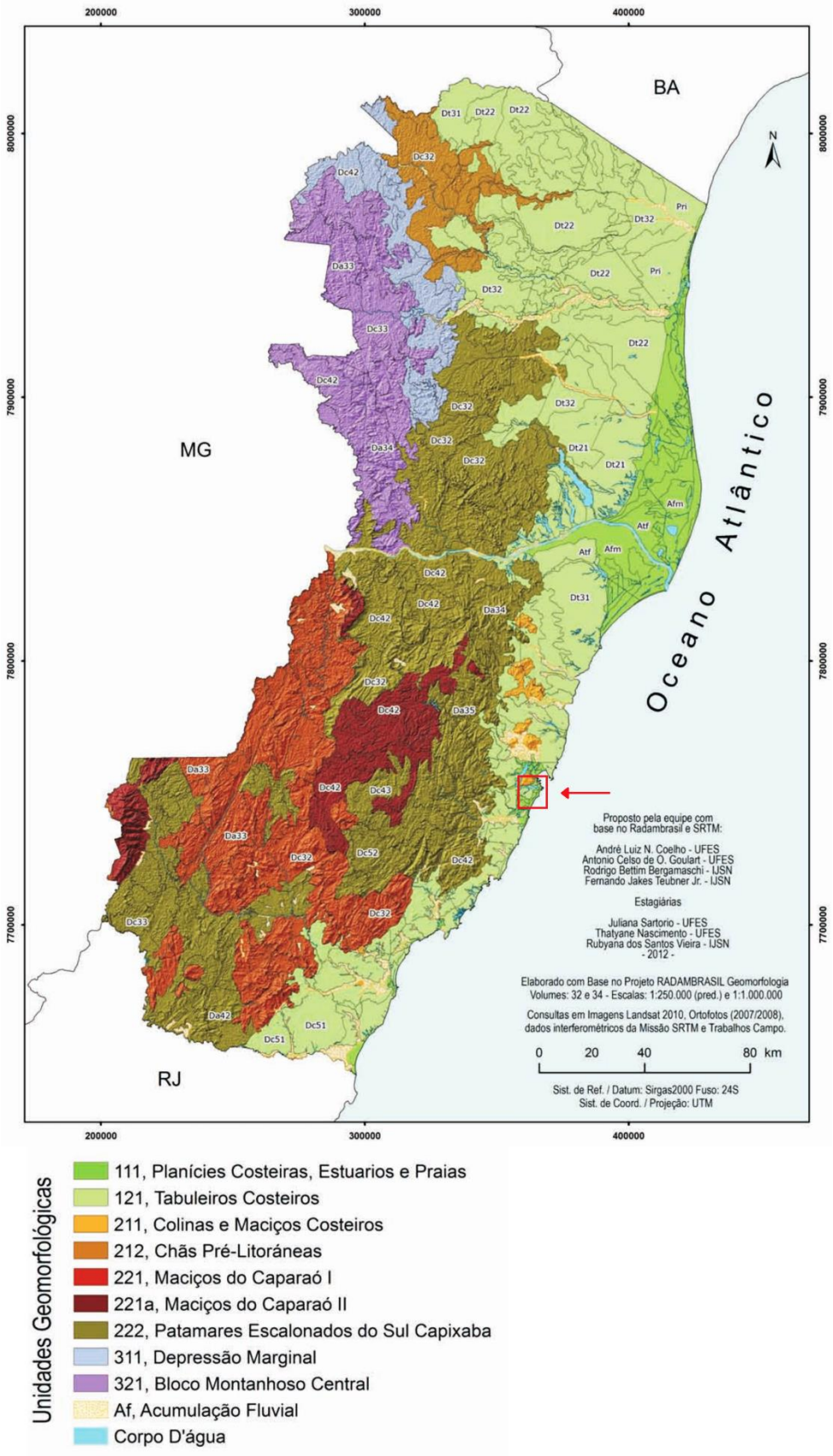


Figura 6 - Unidades Geomorfológicas do estado do Espírito Santo, com destaque em vermelho para área de estudo
Fonte: UFES e CGeo-IJSN, 2012. Disponível em: www.ijsn.es.gov.br

As variações do nível médio relativo do mar foram, segundo Dominguez, Bittencourt e Martin (1981), responsáveis pela evolução das planícies costeiras quaternárias da costa leste do Brasil. Os autores elaboraram um esquema evolutivo das planícies litorâneas em função dessas variações do Quaternário, apresentado na Figura 7, dividido em oito estágios.

O estágio A corresponde a fase de deposição da Formação Barreiras durante o Plioceno, quando o clima era mais seco e o nível do mar mais baixo que o atual. O estágio B representa a interrupção da deposição de sedimentos, ocasionado, possívelmente, pelas condições mais úmidas do clima. No estágio C ocorre a transgressão marinha mais antiga. Após o máximo alcançado por essa transgressão e durante a regressão que se seguiu, o clima voltou a adquirir características semi-áridas, ocasionando a formação de novos depósitos continentais de leques aluviais.

O estágio D corresponde ao nível máximo alcançado pela penúltima transgressão, também conhecida como Transgressão Cananéia, ocorrida a 120.000 anos A.P. Esta transgressão erodiu parte dos sedimentos continentais e formou falésias e estuários. O estágio E corresponde ao evento regressivo subsequênte à transgressão anterior. Nesta época foram construídos os terraços marinhos pleistocênicos. No estágio F ocorre a ultima trangressão, chamada de Trangressão Santos, que erodiu e afogou as planícies costeiras. As desembocaduras fluviais foram invadidas pelo mar, da mesma forma que foram escavados alguns vales na Formação Barreiras, dando origem a estuários e ilhas-barreiras.

No estágio G as desembocaduras fluviais formam deltas intralagunares atrás dessas ilha-barreiras. No ultimo estágio ocorre o abaixamento do nível relativo do mar, que seguiu ao máximo transgressivo a 5100 A.P., traduziu-se na formação de terraços marinhos, a partir da ilha barreira original, com a progradação da linha de costa.

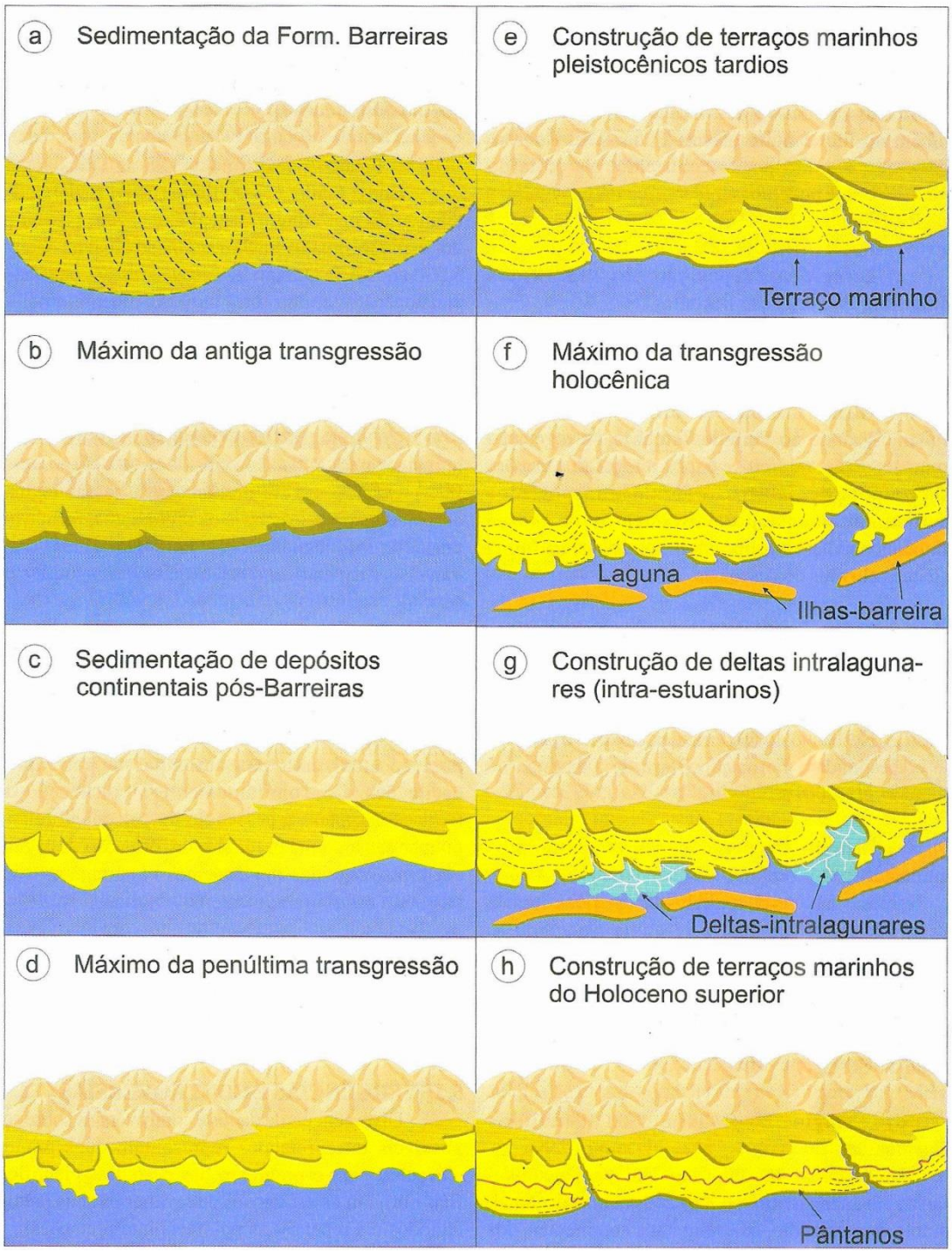


Figura 7 - Estágios de evolução das planícies costeiras por mecanismo eustáticos, desde o fim do Terciário até o presente
Fonte: Dominguez, Bittencourt e Martin (1981), modificado por Souza (2005).

Ao analisar a região costeira capixaba, Albino, Paiva e Machado (2001), a subdividem em três setores[5]: Litoral nordeste, onde os depósitos quaternários são limitados pelas

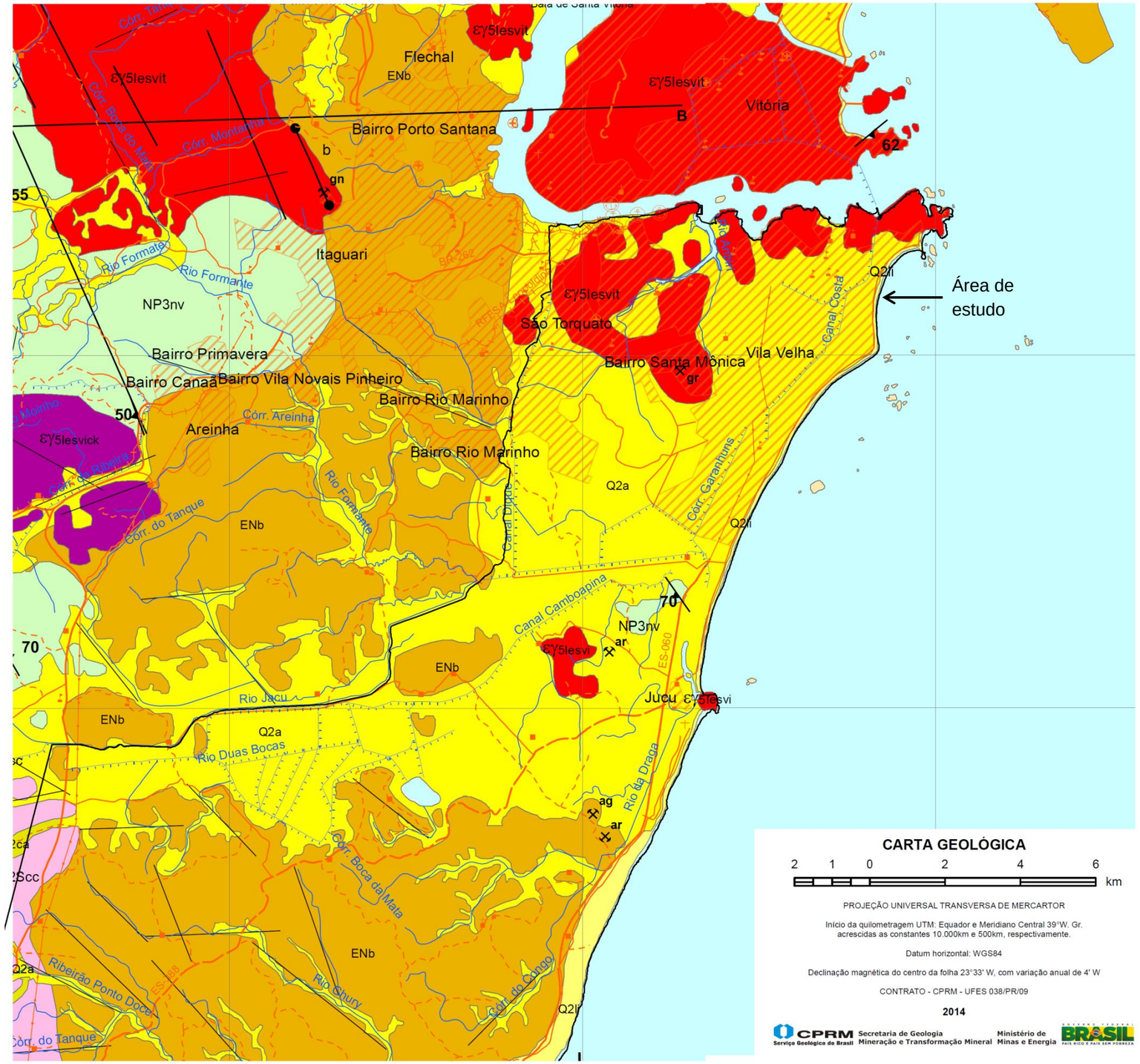
[5] Os autores utilizaram como base para a setorização do litoral capixaba a subdivisão do trecho do litoral capixaba e norte do Rio de Janeiro realizada por Martin L. *et al* (1997).

falésias da Formação Barreiras; litoral central, onde os afloramentos atingem a costa e o litoral; e litoral sudeste, onde as falésias voltam a aflorar na linha de costa, sendo localmente precedidas por depósitos quaternários pouco desenvolvidos.

De acordo com a classificação apresentada, a área de estudo se enquadra no litoral central entre a baía de Vitória e a desembocadura do rio Itapemirim, apresentando características específicas que a difere das demais áreas do entorno. Este trecho apresenta afloramentos de rochas cristalinas pré-cambrianas que entram em contato direto com os depósitos quaternários e afloram, em alguns pontos, junto à linha de costa em contato com o mar. Também pode-se encontrar neste trecho, alguns afloramentos da Formação Barreiras, mas não tão desenvolvidos quanto no setor litoral nordeste, por exemplo. Esta formação aparece a oeste da área de estudo, ocasionalmente sob forma de colinas mais distantes do litoral.

A partir do mapeamento realizado pela Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais – CPRM em 2014, representado na Figura 8, é possível notar a presença de uma planície formada pelos sedimentos quaternários próximos ao litoral, bem como trechos da Formação Barreiras situadas entre estes depósitos holocênicos, as formações pré-cambrianas do Maciço Central de Vitória e o complexo Nova Venécia.

O mapeamento, realizado na escala 1:100.000, nos oferece maior detalhamento das estruturas geológico-geomorfológicas da área de estudo, possibilitando distinguir elementos que não são percebidos no mapeamento realizado, por exemplo, no projeto RADAMBRASIL em escala 1:250.000. Dentre esses elementos destacamos os afloramentos rochosos que se encontram junto à costa e à baía de Vitória.



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

FOLHA SF-24-V-B-I VITÓRIA

RELAÇÕES ESTRATIGRÁFICAS
COBERTURAS SUPERFICIAIS

ERA	PERÍODO	ÉPOCA	IDADE (Ma)	CONTINENTE
CENOZOICO	Neógeno	Holoceno		Q2a Depósitos aluvionares; Q2ca Depósitos colúvio-aluvionares; Q2li Depósitos marinhos litorâneos recentes
			0,0115	
		Pleistoceno	1,806	
		Plioceno	5,332	
		Mioceno	23,03	ENb Grupo Barreiras
	Paleógeno		65,5	

FANEROZOICO
CENOZOICO
NEÓGENO (N)
Holoceno

Q2a Depósitos aluvionares: sedimentos fluviais recentes, depósitos de areia, argila e cascalho da planície aluvionar do Rio Doce.

Q2li Depósitos marinhos litorâneos recentes: depósitos de praia, marinho e/ou lagunar, sedimentos arenosos.

Q2ca Depósitos colúvio-aluvionares: cascalho, areia e lama resultantes da ação de processos de fluxso gravitacionais e aluviais de transporte de material de alteração das vertentes.

PALEÓGENO (E)

ENb Grupo Barreiras: depósitos detríticos pobremente selecionados, com granulometria cascalho, areia, e argila, geralmente contendo horizontes lateríticos.

FANEROZOICO
PALEOZOICO
CAMBRIANO (ε)
Magmatismo Pós-Colisional
Suíte Intrusiva Espírito Santo

εγ5lesvi gr ck Maciço Viana: granito alcalino de granulação fina a média por vezes porfirítico, tipo I (gr); Charnockito-enderbito porfirítico, metaluminoso, calcioalcalino de alto K (ck).

εγ5lesvit Granito Vitória: granito alcalino de granulação fina a média or vezes porfirítico, tipo I.

PROTEROZOICO
NEOPROTEROZOICO
EDIACARIANO (NP3)

Magmatismo Sin-Colisional

NP3γ2Scc Suíte Carlos Chagas: granada-biotita leucogranito (cc) 576 Ma U-Pb.

Sequência Metassedimentar

NP3nv Complexo Nova Venécia: silimanita-granada-cordierita-biotita gnaisse bandado com intercalações de calcissilicáticas 631 Ma Pb-Pb.

CARTA GEOLÓGICA

2 1 0 2 4 6 km

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCARTOR

Início da quilometragem UTM: Equador e Meridiano Central 39°W. Gr. acrescidas as constantes 10.000km e 500km, respectivamente.

Datum horizontal: WGS84

Declinação magnética do centro da folha 23°33' W, com variação anual de 4' W

CONTRATO - CPRM - UFES 038/PR/09

2014

CPRM Serviço Geológico do Brasil — Secretaria de Geologia Mineração e Transformação Mineral — Ministério de Minas e Energia — BRASIL

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

Aeroporto
Cemitério
Escola
Hospital
Igreja
Localidade
Porto
Propriedade rural
Vila
Barragem
Linha de transmissão
Caminho
Estr. não pav. tráf. periódico
Estr. não pav. tráf. permanente
Estrada de ferro
Estrada pavimentada
Pista de pouso
Ponte
Limite Municipal de Vila Velha
Canal
Curso de água perene
Lagoa intermitente
Lagoa perene
Área Urbana

Figura 8 - Mapeamento geológico realizado pela CPRM de Vitória e arredores - FOLHA SF-24-V-B-I VITÓRIA
Fonte: CPRM - Disponível em: http://geobank.cprm.gov.br/ - Modificado pelo autor.

Em sua tese, Vale (2004) apresenta uma breve descrição das características geomorfológicas concordando com a classificação apresentada acima:

> A região do entorno da Baía de Vitória, abrangendo vários municípios, apresenta uma grande complexidade geológica e geomorfológica, onde se encontra o relevo esculpido nas estruturas do pré-Cambriano, ora compondo faixas contínuas mais afastadas do mar, ora pontilhando a planície costeira em contato direto com o mar ou com as águas da baía (p. 184).

Dois exemplos desta formação cristalina que se sobressaem na paisagem capixaba são os morros do Moreno e do Convento. Ambos encontram-se no limite do município de Vila Velha com a baía de Vitória (Figura 9) formando um vale entre eles onde desagua o canal da Costa. Além de importantes elementos geomorfológicos, os promontórios representam grande importância turística para Vila Velha.

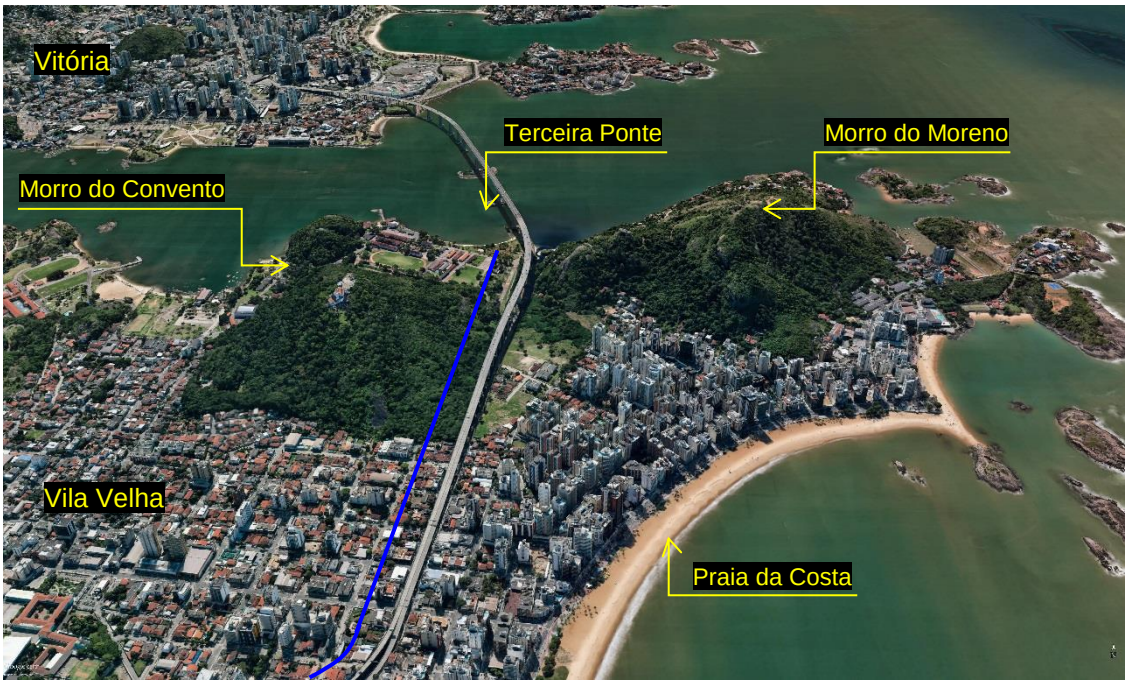


Figura 9 - Morros do Moreno e do Convento dispostos às margens da foz do canal da Costa. No segundo plano vê-se a Baía de Vitória e a Ilha de Vitória
Fonte: Captura de tela do programa Google Earth (2017) – Adaptado pelo autor.

A planície que se estende para o sul destes é composta por sedimentos de origem fluvial e marinha, que integram um conjunto de áreas inundáveis planas e dinâmica condicionada à dinâmica de cheias do rio Jucu, ao regime pluviométrico e à oscilação das marés. Sua extensão compreende uma grande parcela norte e central do município de Vila Velha até o limite do bairro Morada do Sol, pertencente à regional administrativa 5 de Vila Velha, a aproximadamente 17 km da foz do canal da Costa.

Este trecho de planície corresponde também ao baixo curso da bacia hidrográfica do rio Jucu: principal afluente que drena uma área aproximada de 2200 km², segundo o Comitê de Bacias Hidrográficas do Espírito Santo[6], desde o município de Domingos Martins, desaguando na altura do Parque Natural Municipal de Jacarenema no bairro Barra do Jucu, em Vila Velha.

A planície que se estende no baixo curso do Jucu corresponde a uma planície de depósitos quaternários associados a terraços arenosos Pleistocénicos e Holocénicos, marcados por alinhamentos de cristas de praia localizadas junto ao mar, cuja formação resultou da deposição de sedimentos marinhos e fluviais, caracterizando-se assim, por uma planície flúvio-marinha (MARTIN, et. al, 1997).

Atualmente grande parte das características originais dos sedimentos depositados na planície encontra-se suplantada pela malha urbana que cria uma camada impermeabilizada e remobiliza o solo na execução de obras de aterramentos e terraplanagens. Parte desses sedimentos, a exemplo dos depósitos de areia, foram também extraídos de seu local de origem, sobretudo para suprir as demandas da construção civil que se intensificaram na segunda metade do século XX desdobrando-se por décadas.

Desta forma, torna-se hoje inviável identificar algumas características pedológicas e morfológicas originais deste ambiente senão por levantamentos como os realizados por Martin e outros (1996), que identificaram os depósitos quaternários do litoral sul do Espírito Santo em maior detalhamento, e de estudos mais recentes como os de Machado (2014), apresentado na Figura 10.

[6] Informações relacionadas às bacias hidrográficas se encontram no sítio: <http://www.cbh.gov.br/DataGrid/GridEspiritoSanto.aspx>. Acesso em Janeiro de 2017.

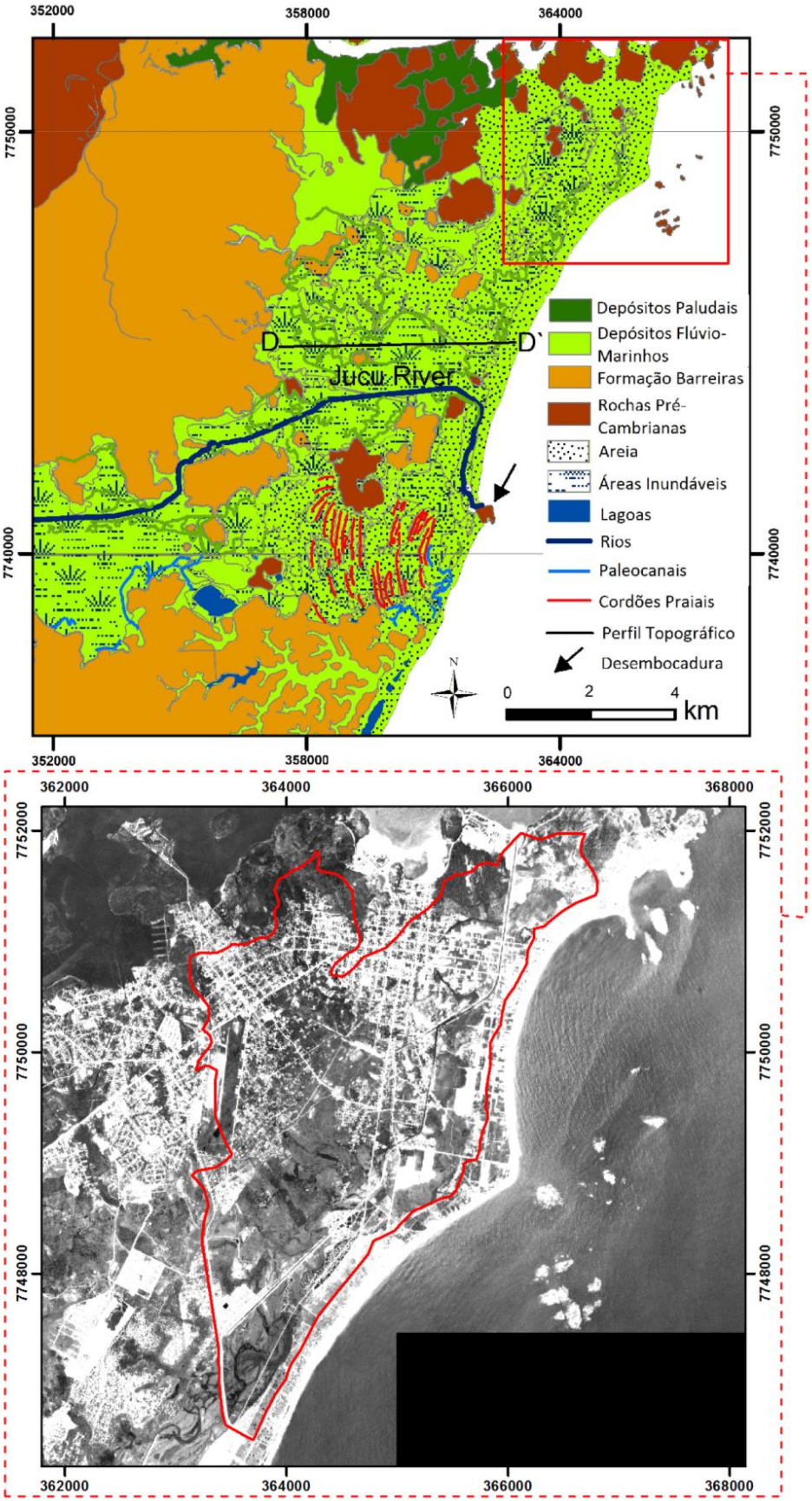


Figura 10 - Mapa geomorfológico da planície de Vila Velha em escala de detalhe, com fotografia aérea do ano de 1970 com destaque para a área de estudo
Fonte: Modificado de Machado (2014) no prelo.

Nestes mapeamentos de Machado (2014), é possível reconhecer que a planície tratada comporta depósitos quaternários fluviais e marinhos. Ao analisar mapas topográfico e geomorfológico baseado na interpretação da fotografia aérea da área do ano de 1970, Machado (2014) identificou que ocorrem depósitos de areia paralela à linha de costa e que a planície que se estende por detrás desses depósitos está ligeiramente deprimidaa e forma zonas úmidas mais recentes do que os cordões praiais. Em síntese, os depósitos fluviais do rio Jucu foram acumulados entre os cordões arenosos, de origem marinha, e os depósitos terciários da Formação Barreiras, formando assim, uma planície flúvio-marinha.

Outra característica ligada a essa dinâmica refere-se às inundações ocorridas neste trecho da bacia do Jucu[7], envolvendo toda a planície, incluindo o sistema fluvial estudado neste trabalho. Será discutido mais profundamente sobre as inundações e os elementos atenuadores destas no capítulo de Discussão e Integração deste trabalho, porém, é importante salientar que o sistema fluvial dos canais da Costa e Bigossi sofrem influência direta das dinâmicas flúvio-marinhas responsáveis pelas inundações em toda a planície citada.

1.3. ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS

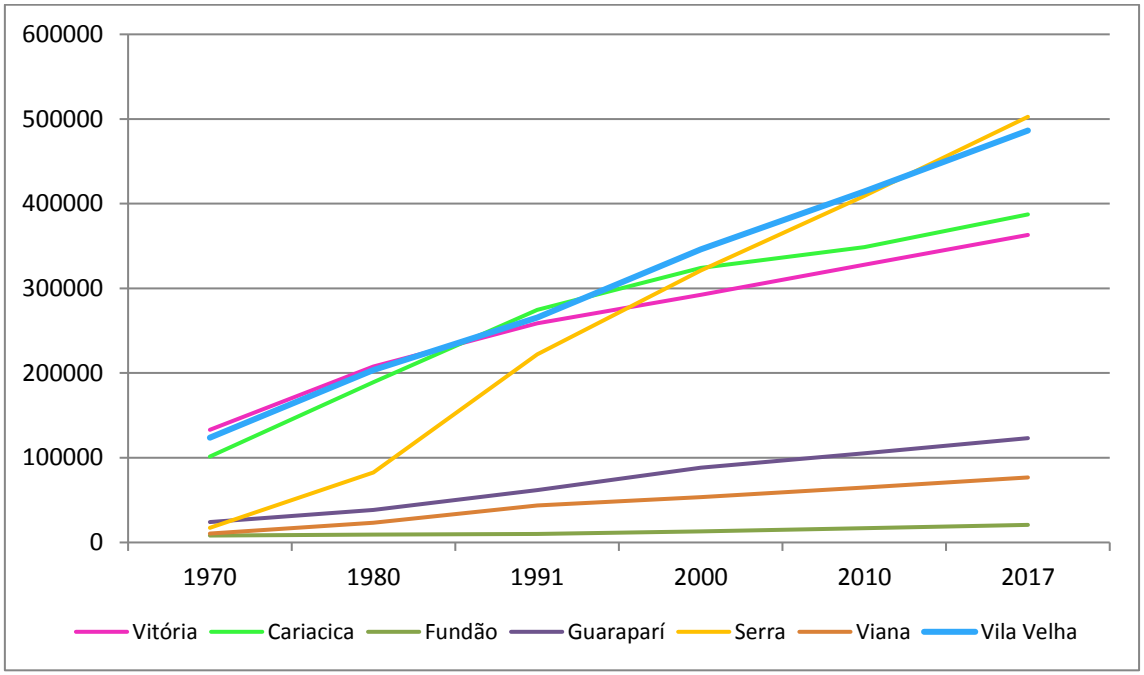
Segundo levantamento realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, o estado do Espírito Santo apresentou em 2010 uma população de 3.514.952 habitantes distribuídos em 78 municípios. Em 2017 estima-se que esta população tenha aumentado para 4.016.356. Com uma representação de 1,9% da população brasileira, o Espírito Santo é o décimo quarto estado mais populoso da federação. Contudo, seu crescimento de 13,6% registrado nos últimos dez anos é maior do que a dos demais estados da Região Sudeste, inclusive da média nacional (12,5%).

Além do crescimento geral da população, foi observado também um maior crescimento em áreas urbanas correspondente a 19,1% entre 2000 e 2010. Segundo o índice, 2,93 milhões de pessoas residem nas áreas urbanas do estado, enquanto pouco mais de 583 mil vivem em áreas rurais. Vale ressaltar que no mesmo período

[7] Informações mais detalhadas sobre a bacia do rio Jucu, assim como seu comportamento hidrológico e as alterações promovidas em seu baixo curso, podem ser encontradas no trabalho de Deina (2013).

citado a população rural apresentou um declínio de 7,9% (IJSN, 2011). Esses dados nos ajudam a entender o contexto do movimento da população para os centros urbanos, principalmente para a RMGV, que segundo o Gráfico 1, evidencia franco crescimento há pelo menos quatro décadas.

Gráfico 1 - Crescimento populacional dos municípios da RMGV entre o período de 1970 a 2017.



Fonte: IBGE, 2017 – Elaborado pelo autor.

O Espírito Santo é dividido em dez microrregiões: I - Metropolitana; II - Central Serrana; III - Sudoeste Serrana; IV - Litoral Sul; V - Central Sul; VI - Caparaó; VII - Rio Doce; VIII - Centro-Oeste; IX - Nordeste; e X – Noroeste. O objetivo de se estabelecer estas microrregiões, segundo o artigo 5 da Lei 9.768 de 2011, é uma maior integração da dinâmica econômica dos municípios pertencentes além de promover maior eficiência no processo de organização das ações do setor público.

Dentre as regiões citadas será destacada a região metropolitana que circunda a capital capixaba: Vitória. A RMGV corresponde a um importante recorte territorial e regional de gestão, pois encerra características que englobam os municípios pertencentes a ela, tanto historicamente em sua formação – principalmente quanto a seu processo de adensamento industrial e, por consequência, populacional e urbano

– quanto às dinâmicas atuais de fluxos de pessoas (movimentos pendulares) e de serviços.

Do contingente populacional capixaba, 48,7% residem na RMGV. Esta concentração alicerçada na absorção significativa do contingente populacional de outras regiões do estado e do próprio país, reflete, primariamente, uma demanda de mão de obra para os chamados “grandes projetos de impacto”, também chamados de “grandes projetos industriais” instalados principalmente nos municípios da RMGV[8] dentre as décadas de 1970 e 1980 (IJSN, 2005)[9]. Esses projetos representaram um marco na mudança no perfil econômico capixaba do padrão agroexportador, baseado na cultura cafeeira – para o perfil industrial exportador, baseado na minero-siderurgia (OLIVEIRA, 2008; SIQUEIRA, 2001).

Segundo os dados do IJSN (2003), entre o período de 1986 a 1991 a RMGV recebeu um grande número de imigrantes, que se concentraram principalmente nos municípios de Serra, com 23.339, Vila Velha com 6.935, Vitória com 17.076 e Cariacica com 14.102 imigrantes.

A concentração das atividades nos municípios de Vitória, Vila Velha, Serra, Cariacica e Viana neste período, colaborou com o intenso fluxo migratório e aumento do número de habitantes desses municípios que ainda não possuíam infraestrutura para acomodar a nova demanda habitacional. As áreas que dispunham de infraestrutura necessária à instalação de seus moradores eram ocupadas por aqueles que detinham um maior poder aquisitivo, enquanto os mais pobres foram relegados às áreas ambientalmente frágeis como encostas, várzeas, áreas de restinga e manguezais.

Além dos rastros de degradação ambiental, é evidente que o setor industrial representou importante papel no crescimento econômico desses municípios nos anos que se sucederam. Com efeito, o setor ainda tem representação na participação econômica da região, ao lado do setor de comércios e serviços, que a partir dos anos 2000 passou a ser indutor da economia dos municípios da RMGV, inclusive no

---

[8] Nesta época os municípios de Fundão e Guarapari ainda não faziam parte da RMGV.

[9] Segundo Siqueira (2001), a concretização da instalação dos “Grandes Projetos Industriais” representou a terceira fase das mudanças da economia capixaba. A primeira fase correspondeu ao predomínio da cafeicultura desde o início do século XX até os anos 1960. A segunda fase, por sua vez, correspondeu à intensificação do processo de industrialização ocorrida nos anos 1960 até a década de 1970.

município de Vila Velha, onde representa 58,17% da participação setorial (IJSN, 2005). Atualmente o PIB do município *per capta* é de R$ 23.486,97, sendo em 13º município com maior PIB per capta do estado (IBGE, 2014).

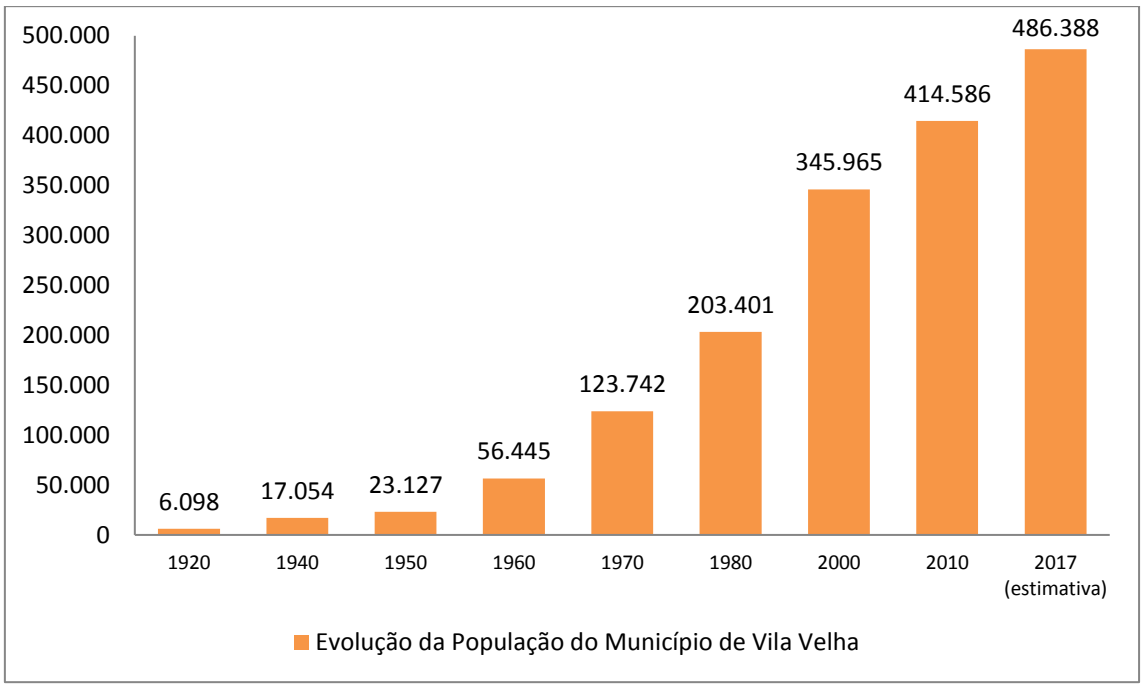
Neste contexto evidenciamos Vila Velha como o segundo município com maior contingente populacional do estado. Com 486.388 habitantes, segundo a estimativa do IBGE para 2017, representando aproximadamente 12% da população estadual, Vila Velha fica atrás apenas do município de Serra, com uma população estimada de 502.618 habitantes. A partir do Gráfico 2 podemos perceber que a população de Vila Velha apresentou um crescimento considerável no período apresentado de 1920 até 2017.

Sua população foi ampliada em vinte vezes, tendo passado de 23 mil em 1950 para 486 mil em 2017. No cenário regional, Vila Velha apresentou sua maior participação na população da RMGV no ano de 1970 quando representou 32,06%. A partir dessa década, os demais municípios da região passaram a ter maior representação no contingente, reduzindo a significância de Vila Velha neste quesito (ASEVILA, 2010). Apesar dessa redução, Vila Velha ainda é o segundo município mais populoso da RMGV.

Em uma área de 209 Km², a densidade populacional é de 1.976 hab/Km², porém, em uma extensa porção sul o município é predominantemente rural, concentrando a população às margens de Vitória, de Cariacica e da orla, seguindo em direção sul às margens da BR-101. No entanto, trata-se de uma população essencialmente urbana, pois 2011 pessoas residem em área rural, enquanto 412.575 residem em área urbana, representando 99,52**%**, segundo o censo demográfico de 2010 (IBGE, 2010).

As mudanças no perfil socioeconômico de Vila Velha estão diretamente ligadas à dinâmica da região metropolitana. As transformações no âmbito econômico da região subsidiaram também o papel (vocação) de Vila Velha neste processo de transformação que se desdobrou a partir dos anos 1970.

Gráfico 2 - Crescimento populacional do município de Vila Velha entre o período de 1920 a 2010



Fonte: IBGE, Censo Demográfico e Plano de Desenvolvimento Sustentável de Vila Velha - 2010 Organizado pelo autor.

Em sua tese, Mattos (2008) trata Vila Velha como uma região tipicamente habitacional, sendo este o município da RMGV com maior número de bairros, 91 ao todo. Um dos fatores que a autora aponta como influência para a expansão populacional do município são os programas habitacionais governamentais outrora implementados, cujo propósito era diminuir a pressão populacional sobre a capital Vitória, que à época comportava 133 mil habitantes. Ressalta-se, porém, que Vila Velha não era apenas uma “cidade dormitório”, pois possuía importante papel no ramo industrial e portuário.

O destaque para o setor portuário no contexto do desenvolvimento do município é proporcionado pela sua localização geográfica, próxima à capital e à baia de Vitória. Segundo os dados da Agência Nacional de Transportes Aquaviários - ANTAQ (2012), o Porto de Vitória possui quatorze berços de atracação, concernente a ambos os municípios, voltados para a movimentação de diversos tipos de cargas, porém Vila Velha detém a maioria dos terminais do Porto, com grande diversidade de mercadorias movimentadas, com destaque para os cais de Capuaba e de Paul.

Ressalta-se, porém, que atualmente o município vem passando por transformações de cunho econômico consideráveis, abrindo espaço para atividades comerciais, de agro e ecoturismo. Os polos de confecções, a exemplo do polo da Glória, vêm perdendo o foco industrial e se voltando mais para o comercial, transfigurando-se em um arranjo produtivo local de serviço. A atividade agroturística, por sua vez, ainda é pouco explorada, centralizada e sem muita atratividade para, até mesmo, os munícipes. Em contrapartida, o ecoturismo vem ganhando destaque com os parques municipais Jacarenema, Manteigueira e Penedo, além das praias (MACIEL,2010; SILVA, 2012 apud PATROCÍNIO, 2016).

Também o setor da construção civil apresenta importante destaque econômico em Vila Velha, com um contínuo crescimento e destaque sobre os demais municípios da RMGV. Segundo o Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado do Espírito Santo, Vila Velha é responsável por 33% dos empreendimentos imobiliários, residenciais e coorporativos, da RMGV no ano de 2010, e chega aos 50% no ano de 2015, com mais de 130 empreendimentos (SINDUSCON-ES, 2015).

O município está dividido em 5 regionais administrativas, estabelecida pela Lei nº 4.707 de 10 de setembro de 2008. Dentre elas: Regional 1 – Grande Centro; Regional 2 – Grande Ibes; Regional 3 – Grande Aribiri; Regional 4 – Grande Cobilândia; Regional 5 – Grande Jucu. Como se pode observar na Figura 11, os bairros pertencentes à bacia de drenagem em estudo correspondem a 16 dos 17 bairros da regional 1, além de 3 pertencentes à regional 2 e 1 pertencente à regional 3. Essa correspondência nos ajuda a realizar uma análise mais detalhada do recorte espacial, tendo em vista que os bairros do entorno do Centro de Vila Velha apresentam características similares e foram os primeiros a surgir em fins do século XIX e início do XX.

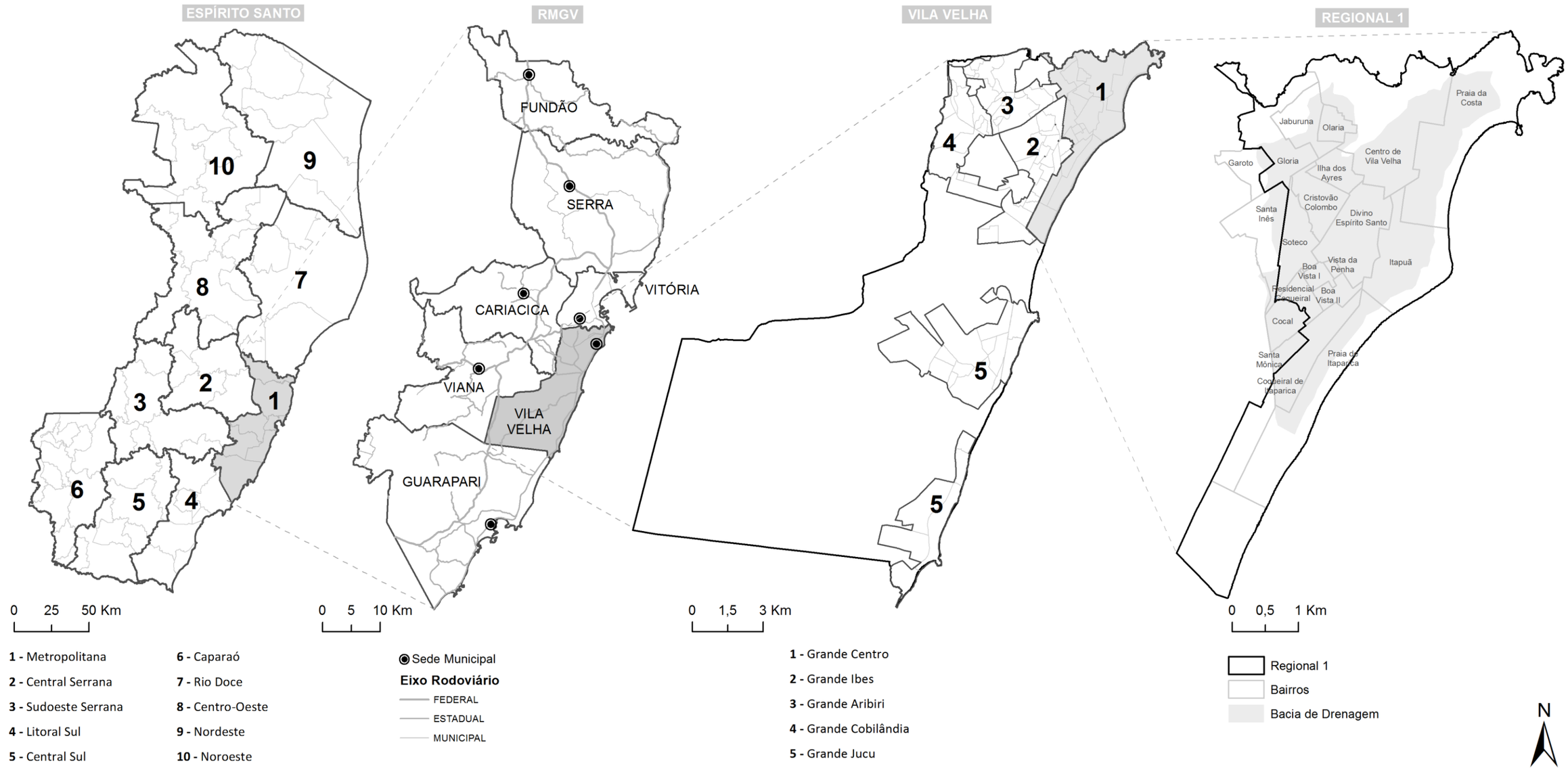


Figura 11 – Mapa de aproximação da área de estudo, evidenciado as regionais estaduais e municipais.
Fonte: IJNS e Prefeitura Municipal de Vila Velha
Elaborado pelo Autor.

De maneira geral observa-se que a regional 1 comporta o maior número de habitantes (147.279) ao mesmo tempo em que corresponde à regional com maior densidade populacional (9,73 hab./Km²). Os bairros Praia da Costa, Itapuã e Coqueiral de Itaparica – inseridos na regional 1 e na bacia de estudo – são os bairros mais populosos do município, com respectivamente 31.083, 22.808 e 13.696 habitantes. Esse destaque para os bairros da regional 1 é melhor observado na Tabela 1 que apresenta uma classificação dos 30 bairros com maior população no município de Vila Velha (SEMPLA, 2013).

Tabela 1 - Listagem decrescente dos bairros de Vila Velha com maior número de habitantes e sua regional correspondente, com destaque para os bairros da regional 1 em amarelo

	REGIONAL	BAIRRO	**POPULAÇÃO**	DENSIDADE (hab/Km²)
1	Regional 1	Praia da Costa	**31.083**	11,44
2	Regional 1	Itapuã	**22.808**	21,20
3	Regional 1	Coqueiral de Itaparica	**13.696**	17,388
4	Regional 5	Barramares	**12.405**	3,755
5	Regional 1	Praia de Itaparica	**11.648**	7,279
6	Regional 4	Rio Marinho	**11.377**	7,015
7	Regional 3	Aribiri	**10.222**	14,066
8	Regional 4	Vale Encantado	**10.047**	53,1
9	Regional 3	Vila Garrido	**8.338**	12,803
10	Regional 1	Soteco	**8.189**	17,022
11	Regional 1	Divino Espírito Santo	**8.031**	6,435
12	Regional 4	Cobilândia	**8.003**	5,855
13	Regional 1	Glória	**7.900**	10,103
14	Regional 1	Centro	**7.880**	3,074
15	Regional 4	Jardim Marilândia	**7.822**	10,94
16	Regional 5	Ulisses Guimarães	**7.271**	9,435
17	Regional 4	Alvorada	**6.904**	10,785
18	Regional 1	Cristóvão Colombo	**6.835**	13,831
19	Regional 2	Santa Inês	**6.786**	8,184
20	Regional 2	Ibes	**6.677**	12,823
21	Regional 3	Ataíde	**6.600**	5,913
22	Regional 4	Alecrim	**6.573**	9,965
23	Regional 1	Praia das Gaivotas	**6.282**	19,388
24	Regional 3	Ilha das Flores	**5.889**	3,455
25	Regional 1	Jaburuna	**5.836**	9,307
26	Regional 3	Primeiro de Maio	**5.598**	21,713
27	Regional 3	Santa Rita	**5.526**	26,3
28	Regional 2	Araçás	**5.351**	8,768
29	Regional 4	São Torquato	**5.288**	8,833
30	Regional 3	Paul	**5.277**	14,016
⋮				

Fonte: Perfil Socioeconômico por Bairros – SEMPLA (2013) - Organizado pelo autor.

Da mesma forma observa-se que a área em questão compreende um estreito recorte com poucos quilômetros quadrados, mas que possui uma densidade e contingente populacional significativo frente às demais regionais conforme é observado na Tabela 2. O destaque para a regional 1 se dá também por apresentar a maior renda média dentre as demais regionais.

Tabela 2 - População total, densidade média e renda média das regionais de Vila Velha

	POPULAÇÃO TOTAL	DENSIDADE MÉDIA (hab/Km²)	RENDA MÉDIA (R$)
Regional 1	147.278	9,73	1.881,36
Regional 2	69.551	6,85	1.347,57
Regional 3	68.635	1,02	951,92
Regional 4	65.970	7,36	1.107,24
Regional 5	59,38	2,24	1.148,24

Fonte: Perfil Socioeconômico por Bairros – SEMPLA (2013) - Organizado pelo autor.

Considera-se que este cenário apresentado, que se construiu historicamente foi modificado e se modifica conforme a dinâmica populacional e econômica, também perpassa questões políticas e administrativas que, ao menos em partes, direcionou o desenvolvimento regional e local dessas atividades.

CAPÍTULO 2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. O CONCEITO DE SISTEMAS

Uma das principais dificuldades da Geografia foi, e continua sendo, o problema de desvendar a relação entre o homem e a natureza, sobretudo a respeito das mudanças ambientais, bem como a repercussão das ações humanas sobre o meio. Ao nível mais geral da Geografia Física ou da Geografia como ciência integradora, as produções científicas têm tentado trabalhar sob a orientação da "dialética da natureza", mas de maneira muito incipiente e insatisfatória, como afirma Mendonça (1998).

Segundo Mendonça (op. cit.), uma das abordagens que têm se mostrado mais satisfatórias metodologicamente na Geografia Física moderna e contemporânea, é a abordagem sistêmica e suas derivações metodológicas mais específicas como a "noção de paisagem", "geossistemas" e a "ecogeografia".

Vale (2004) considera que os sistemas já eram estudados há séculos por muitos nomes ilustres. As abordagens do conceito, porém, eram distintas às que Bertalanfy fez ao propor a Teoria Geral dos Sistemas - TGS. A TGS, postulada, de fato, por Bertalanfy, ou o próprio "pensamento sistêmico", elaborado por tantos cientistas ao longo do tempo, abriu caminho não apenas para mais uma "teoria", mas para uma nova visão de mundo, cujos princípios são os da totalidade, da abrangência das partes, de uma visão "holística" [10].

A visão sistêmica é, dessa forma, uma visão que concebe a natureza de forma integrada, onde nada pode ser entendido separadamente, no qual vários campos de estudos podem ser complementados.

A teoria foi criticada como rótulo de pseudociência, mas não era senão um modo de considerar as coisas do ponto de vista holístico. As objeções feitas à teoria foram aos poucos sendo derrubadas, e a partir dos anos 1950 percebeu-se que a teoria começava a ter uma aceitação maior por parte da comunidade científica (VALE, 2012).

---

[10] O princípio holístico na abordagem sistêmica representa o oposto do elementarismo, que encara o total como a soma das partes individualizadas. O holismo diz respeito à concepção de que todos sistemas se compõe de subsistemas e seus elementos estão inter-relacionados. Isso significa que o todo não é uma simples soma das partes e que o próprio sistema só pode ser explicado como uma globalidade, conforme aponta Christofoletti, 1979.

Aplicado a princípio aos estudos de termodinâmica e biologia, somente bem mais tarde sua aplicação se fez presente na Geografia, introduzida pelos trabalhos de Strahler (1950,1952). Porém, Christofoletti (1980) considera os trabalhos desenvolvidos por Hack (1960), Chorley (1962) e Howard (1965) basilares para a problemática sistêmica nesta ciência. Na Geografia Física, a abordagem dos conceitos sistêmicos para as redes fluviais e bacias hidrográficas, com o trabalho de Chorley e Hagget (1974), abriram caminho para estudos mais específicos de sistemas fluviais.

Dentre as definições de sistemas que foram refinadas a partir de então, Thornes e Brusden (1977), citados por Christofoletti (1979, p.5) consideram como um “conjunto de objetos ou atributos e das suas relações, que se encontram organizadas para executar uma função particular”, enquanto Miller (1965) assinala que “um sistema é um conjunto de unidades com relação entre si. A palavra ‘conjunto’ implica que as unidades possuem propriedades comuns. O estado de cada unidade é controlado, condicionado ou dependente do estado das outras unidades”.

Os sistemas apresentam entradas (*inputs*) e saídas (*outputs*). A entrada é composta por aquilo que o sistema recebe, por exemplo, um rio que recebe água da precipitação e sedimentos fornecidos pela vertente; a Terra que recebe energia solar, e assim por diante (Figura 12). Cada sistema é alimentado por determinados tipos de entrada.

As entradas recebidas pelo sistema sofrem transformações em seu interior e depois são encaminhadas para fora do mesmo. Assim, todo produto fornecido pelo sistema representa um tipo de saída.

A estrutura do sistema é constituída pelos elementos (unidade básica do sistema) e suas relações, expressando-se através do arranjo de seus componentes. Em determinado nível de tratamento estas unidades correspondem a entidades, sendo indivisíveis. Quando é alterado o nível de tratamento, passando para outra escala analítica, a unidade anteriormente mencionada pode passar a ser considerada como um sistema no qual é possível estabelecer seus componentes e as suas relações.

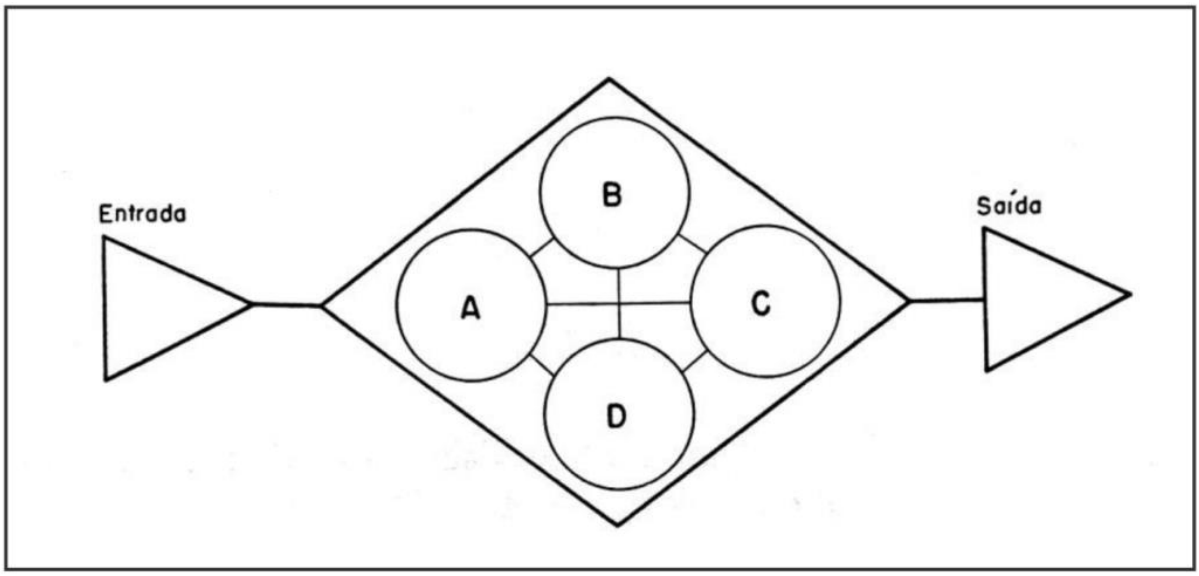


Figura 12 - Representação esquemática de um sistema, assinalando os elementos (A, B, C, D) e suas ralações, assim como o evento de entrada e o produto saída
Fonte: Christofoletti (1979).

> Um rio é elemento no sistema hidrográfico, mas pode ser concebido como sistema em si mesmo; a vertente é elemento no sistema de bacia de drenagem, mas pode ser sistema em sí mesmo; um automóvel é um elemento no sistema trânsito, mas pode representar um sistema completo em sua unidade (CHRISTOFOLETTI, 1979, p.13).

Ainda segundo Christofoletti (op. cit.), as estruturas de um sistema apresentam três características principais, são elas: seu tamanho – delimitado pelo número de unidades que compõem o sistema; correlação – o modo pelo qual as variáveis de um sistema se relacionam; e causalidade – que mostra qual é a variável independente, que controla a variável dependente, a qual apenas passa por modificações se a primeira se alterar.

Quanto à classificação dos sistemas, esta pode ser feita de acordo com o critério funcional ou conforme sua complexidade estrutural. A partir de sua funcionalidade os sistemas distinguem-se entre sistemas isolados e sistemas não isolados abertos ou fechados. A maior parte dos sistemas naturais são sistemas abertos, a exemplo de uma bacia de drenagem, uma vertente, um organismo e muitos outros, onde estes mantêm relações com os demais sistemas do universo onde ocorrem constantes trocas de energia e matéria, tanto recebendo quanto perdendo (CHRISTOFOLETTI, 1979; FIERZ, 2008).

A partir da complexidade estrutural, Chorley e Kennedy (1974), citado por Christofoletti (1979), apresenta onze tipos de sistemas, porém, à esta pesquisa interessam quatro:

1. Sistemas Morfológicos – São compostos somente pela associação das propriedades físicas do fenômeno (geometria, composição, etc.), constituindo os sistemas menos complexos das estruturas naturais. Correspondem às *formas* sobre as quais se pode escolher diversas variáveis a serem medidas;

2. Sistemas em Sequência – São compostos por cadeia de subsistemas, possuindo tanto magnitude espacial quanto localização geográfica, que são diretamente relacionados por uma cascata de matéria e energia. O posicionamento dos subsistemas é contíguo e nesta sequência a saída (*output*) de matéria e energia torna-se a entrada (*input*) para o subsistema seguinte, a exemplo da sequência apresentada na Figura 13;

3. Sistemas de Processos-respostas – São formados pela combinação de sistemas morfológicos (indicando formas) e sistemas em sequência (indicando processos). A ênfase maior está em identificar o processo e a formas que dele resultam. Por consequência pode-se estabelecer um equilíbrio entre o processo e a forma de modo que qualquer alteração no sistema em sequência será refletida por alterações na estrutura do sistema morfológico (na forma), através de reajustamento das variáveis, em vista a alcançar um novo equilíbrio, estabelecendo uma nova forma. Por outro lado, as alterações ocorridas nas formas podem alterar a maneira pela qual o processo se realiza;

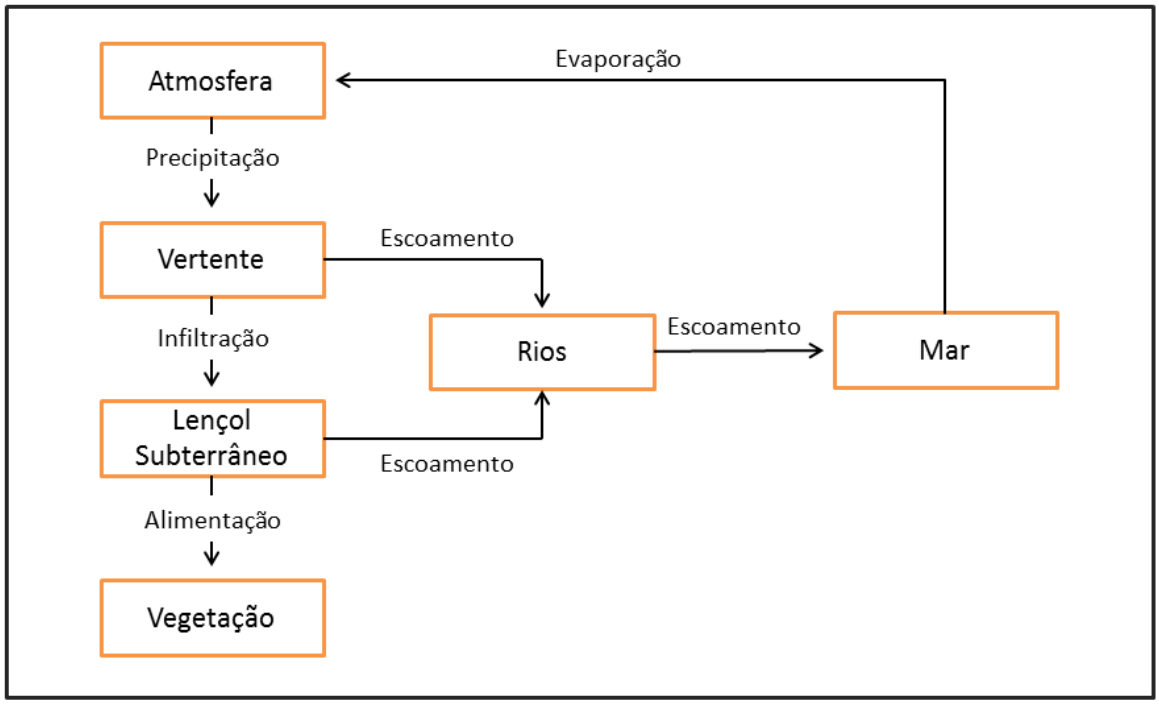


Figura 13 - Relacionamento sequencial entre vários subsistemas
Fonte: Adaptado de Christofoletti (1979).

4. <u>Sistemas Controlados</u> – São aqueles que apresentam a atuação do homem sobre os sistemas de processos-respostas. Neste sistema, a complexidade é aumentada pela intervenção humana nas chaves ou válvulas que irão interferir na distribuição de matéria e energia dentro dos sistemas em sequência e, consequentemente, influenciar nas formas que com ele está relacionada;

Este último sistema pode ser exemplificado a partir da intervenção antrópica nos rios de uma bacia de drenagem. Ao canalizar o baixo curso de um rio, os processos erosivos e de transporte no alto e médio curso são intensificados, pois a maior velocidade das águas a jusante incide sobre os trechos a montante. Assim, quando os sedimentos atingem menores declividades estes são depositados causando um assoreamento do trecho canalizado, isso é, uma modificação na forma (CUNHA, 2012).

Outro exemplo, citado por Carneiro e Miguez (2011) pode ser dado quando a capacidade de infiltração de uma determinada área em uma bacia de drenagem é modificada pela ação humana (implantação de vias, edificações em alvenaria, etc). Quando a água da chuva é impedida de infiltrar e escoa sobre a superfície impermeabilizada, a taxa de infiltração decresce enquanto o escoamento superficial é aumentado. Neste caso, o tempo que a água leva para atingir os cursos d'água é

reduzido devido ao aumento da velocidade do fluxo superficial, fazendo com que uma maior quantidade de água atinja os rios em um período curto de tempo, modificando o equilíbrio do rio.

Em todos os casos, observa-se encadeamento na ação, assinalando que os eventos são dependentes uns dos outros. Um efeito desencadeado por um acontecimento gera uma sequência de fenômenos cujas consequências voltam a atuar no objeto ou fato inicial. Esse conjunto de interação que ocorre nos sistemas é conhecido como mecanismo de retroalimentação (*feedback*).

É notável que ambas situações exemplificadas levem a uma provável situação de inundação caso a área esteja em um ambiente favorável a ocorrência desse evento. Neste caso é necessário considerar que a estruturação do sistema parte também das noções relacionadas com os atributos de análise implicitamente básicas à abordagem. Uma dessas noções é o ambiente em que o sistema se encontra.

O ambiente representa um sistema de ordem mais elevado no qual um sistema que está sendo examinado é uma parte. De maneira geral, os sistemas encontram-se incorporados em conjuntos maiores, mantendo conexões de matéria e energia, e isso constitui seu ambiente (CHRISTOFOLETTI, 1979).

Quando consideramos o ambiente em que se encontra a área de estudo, assim como seus atributos, percebemos que somente as modificações antrópicas na estrutura dos canais e na impermeabilização do solo não geram, por si só, uma condição favorável a eventos de inundação, mas, considerando o ambiente que a bacia dos canais da Costa e Bigossi encontram-se - uma planície costeira formada pelos depósitos aluvionáres do baixo curso da bacia do rio Jucu e da deposição de sedimentos marinhos -, teremos assim uma condição maior de que ocorra tais eventos.

Nessa perspectiva, Christofoletti (1980) também considera as bacias como sistemas não isolados, pois envolvem uma série de subsistemas, como por exemplo o sistema vertente, o sistema dos canais fluviais e as planícies de inundação, em que ocorre troca de matéria e energia constantemente.

A própria bacia de drenagem corresponde a um subsistema, pois faz parte de uma das etapas do ciclo da água na Terra. Poderíamos então classificar a bacia de

drenagem como um sistema subsequente[11] ao do ciclo hidrológico, e ao mesmo tempo antecedente do sistema dos canais fluviais, sem esquecer, no entanto, que não há um encadeamento linear sequencial entre os sistemas, como se eles constituíssem uma corrente composta por elos ininterruptos.

> Praticamente a totalidade dos sistemas que interessam ao geógrafo não atua de modo isolado, mas funciona dentro de um ambiente e faz parte de um universo maior. Esse conjunto maior no qual se encontra o conjunto particular que se está estudando, pode ser denominado de universo, o qual compreende o conjunto de todos os fenômenos e eventos que, através de suas mudanças e dinamismo, apresentam repercussões no sistema focalizado, e também de todos os fenômenos e eventos que sofrem alterações e mudanças por causa do comportamento do referido sistema particular. (CHRISTOFOLETTI, 1979. p.3).

Dessa forma, como esses sistemas não permanecem isolados, os fluxos de matéria e energia ocorrem constantemente entre eles, possibilitando um ajustamento no estado de equilíbrio. Quando um elemento ou fator é inserido ou modificado neste sistema causando um desequilíbrio, o mesmo apresenta uma capacidade de se recuperar do impacto causado até voltar a um estado de equilíbrio pretérito. Esse efeito é chamado de resiliência do sistema. Quando o limite de recuperação do sistema é atingido ele procura um novo estado de equilíbrio adaptando-se às novas condições (Figura 14).

Essas modificações e as suas repercussões no equilíbrio do sistema serão vistos no subcapítulo 2.3 deste trabalho, quando serão apresentadas as formas como o homem pode alterar os sistemas fluviais a partir de obras pontuais, a exemplo da canalização e retificação dos rios além de modificações na superfície da bacia, a exemplo da impermeabilização do solo.

Diante do exposto, entendemos que antes de prosseguir é necessário apresentar as condições naturais em que os sistemas fluviais se configuram sem, no entanto, tratar das interferências produzidas pelo homem, para que, em seguida, seja possível analisar como essas interferências causam desequilíbrio nos sistemas fluviais.

---

[11] Dentro do universo, pode-se estabelecer uma ordem classificatória ao considerar os primeiros como sistemas antecedentes, ou controlantes, e os seguintes como sistemas subsequentes, ou controlados (CHRISTOFOLETTI, 1979).

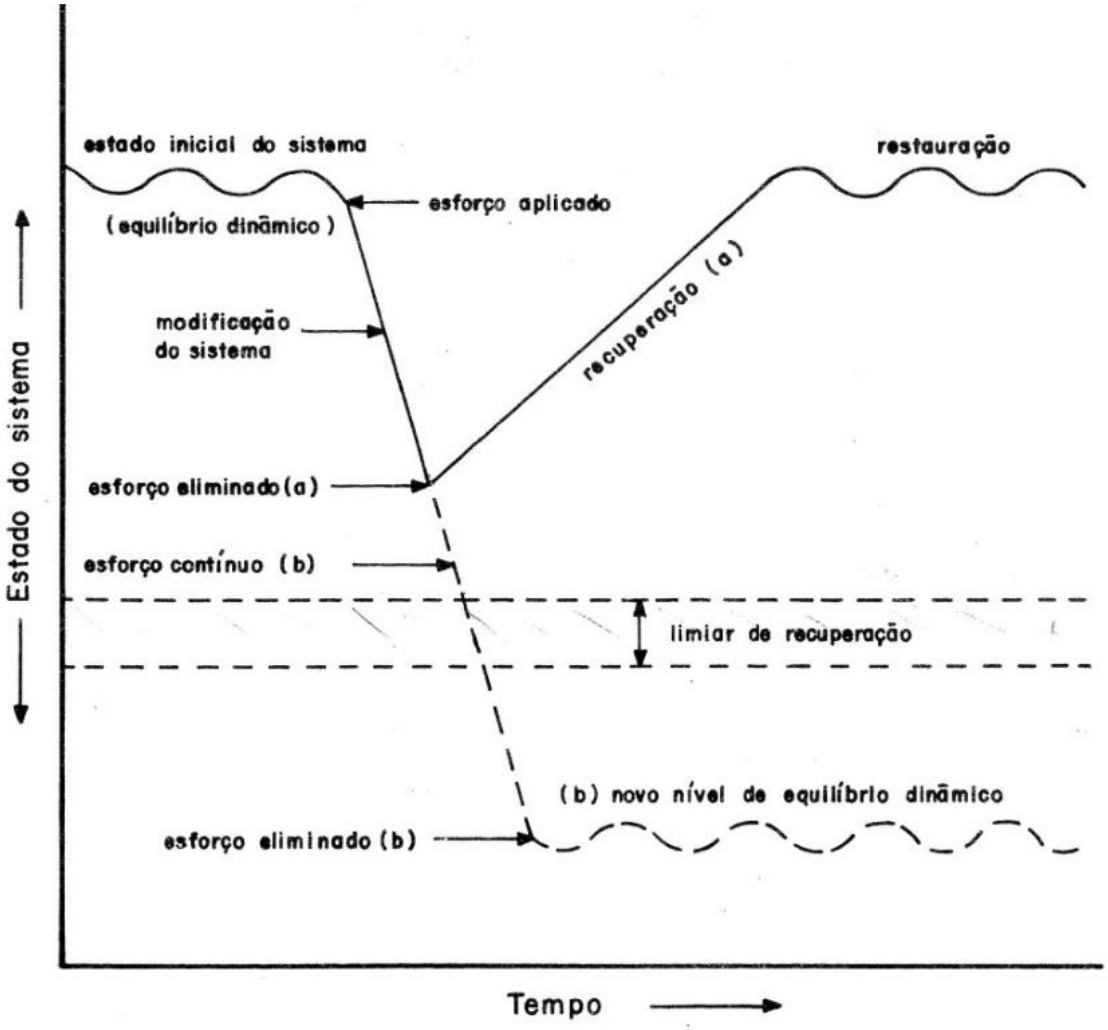


Figura 14 - Relação de um sistema ambiental perante um esforço ou tensão que lhe é imposto; (a) com a cessação do esforço antes do nível limite há condições para a sua recuperação; (b) ao ultrapassar o limiar de recuperação não há condições de o sistema voltar ao estado natural. Quando há eliminação do esforço, a estabilização ocorre em um novo nível de equilíbrio. Fonte: Drew (1986).

2.2. GEOMORFOLOGIA FLUVIAL

De acordo com Cunha (2001, 2011) a Geomorfologia Fluvial tem sido responsável pelos estudos das formas e das dinâmicas dos rios e canais. Tradicionalmente, a visão geográfica envolve o método baseado na observação de campo, no reconhecimento das relações entre os processos atuantes nos rios e canais e as formas resultantes, e nas relações entre os tipos de mudanças e as variáveis ambientais locais.

O estudo mais específico sobre os cursos d’água se detém nos processos fluviais e nas formas resultantes do escoamento das águas, enquanto as considerações sobre

as condicionantes do regime hidrológico que envolvem aspectos geológicos, as formas de relevo e os processos geomorfológicos, as características hidrológicas e climáticas, a biota e o uso e ocupação da terra, correspondem mais diretamente ao estudo de bacias.

Dentro do grande campo da ciência geomorfológica, Wohl (2014) aponta que a Geomorfologia Fluvial representou grande destaque, servindo de temática preferida dentre os geomorfólogos a ponto de, ao longo da história, deter a maior produção científica dessa área do conhecimento. É a partir dos anos 1970 que as pesquisas neste campo se intensificaram, com ênfase nos processos e nos mecanismos observados no canal fluvial, adquirindo uma visão mais ampla, adotando uma perspectiva temporal para as mudanças fluviais.

2.2.1. A água até chegar aos canais

A água assume diferentes estados e trajetórias ao longo de seu ciclo. Segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007), ela pode se apresentar em forma gasosa, líquida ou sólida. Sua concentração nos rios, lagos e oceanos correspondem a uma das fases do ciclo hidrológico, o qual representa o processo de transformação da água no percurso realizado entre a atmosfera e a superfície.

Silveira, citado por Botelho e Silva (2004), considera o ciclo hidrológico como um fenômeno de circulação da água entre a atmosfera e a superfície terrestre, considerando também que em escala local, assim como para abordagem de bacias de drenagem, o ciclo da água é um sistema aberto, pois o volume de chuva precipitado em determinada região pode ter origem em diversas outras áreas.

Dentre as etapas que compõe o ciclo hidrológico (evaporação; evapotranspiração; precipitação; interceptação; infiltração; escoamento superficial), destaca-se, a princípio, a evaporação, em que a água deixa seu estado líquido em oceanos, rios, lagos, etc., para se tornar gasoso e tornar a fazer parte da atmosfera, aonde posteriormente, por consequência de baixa temperatura e presença de núcleos de condensação, venha a precipitar novamente em seu estado líquido (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Segundo Coelho Netto (2011), a partir do momento que a água em estado líquido é condensada e precipita ela pode ser parcialmente evaporada durante o percurso. O restante, então, atingirá a superfície e se comportará de acordo com as características do mesmo.

> Sua entrada nos sistemas terrestres, abrangendo a biosfera, a litosfera, a pedosfera e a própria hidrosfera, na forma de precipitação, desencadeia uma série de processos e possíveis trajetórias, que dependem não só das características da precipitação propriamente, mas também e, sobretudo dos atributos e condições das diferentes esferas por onde irá circular (BOTELHO, 2011, p.71).

A Figura 15 apresenta esquematicamente os movimentos da água, no ciclo hidrológico, destacando as possíveis trajetórias ao alcançar o solo.

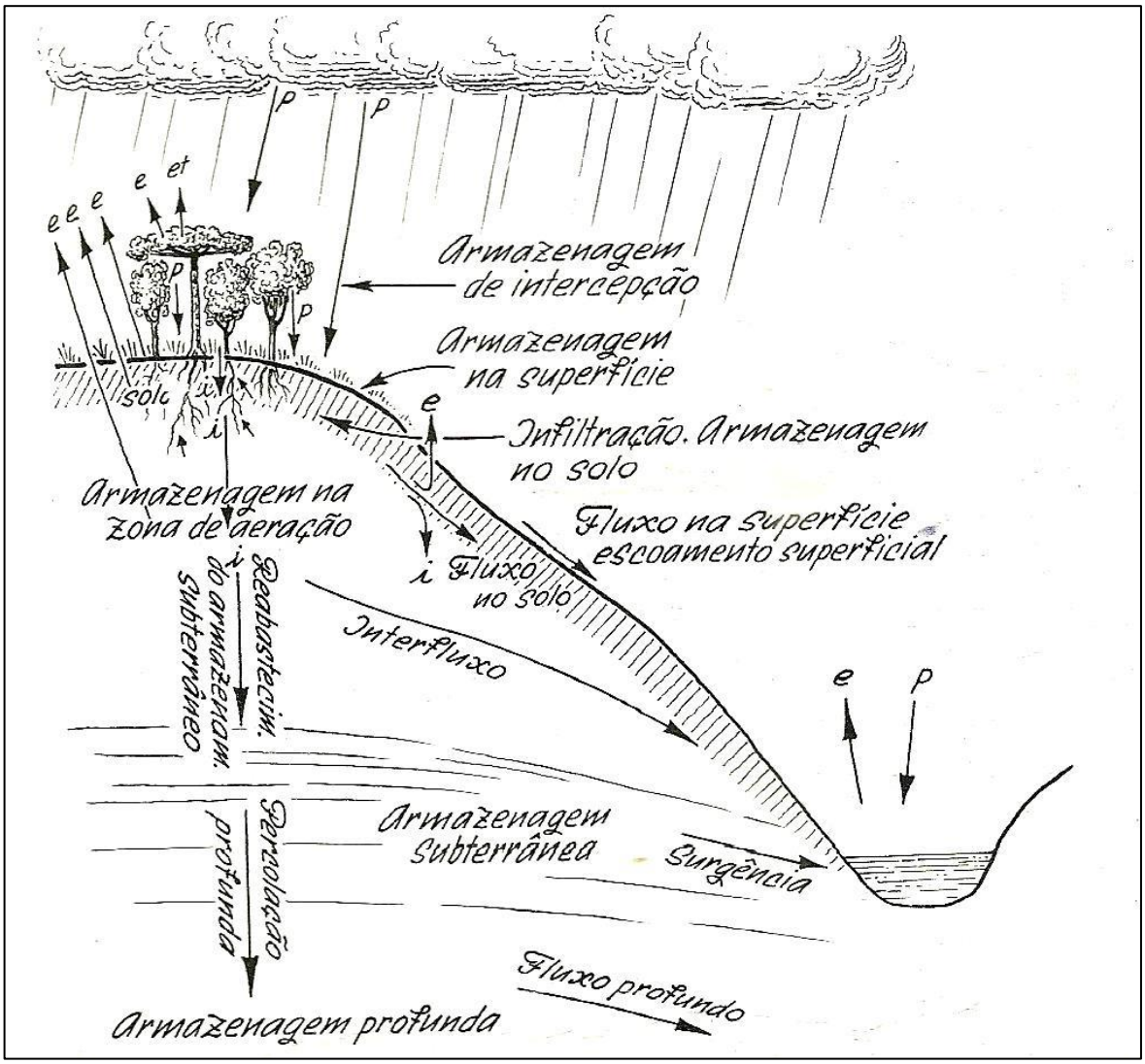


Figura 15 - Caminhos seguidos pela água no ciclo hidrológico.(p) precipitação; (e) evaporação; (et) evapotranspiração; (i) infiltração.
Fonte: Suguio e Bigarella (1990).

Botelho (2011) também considera que ao atingir a superfície, a água pode assumir diferentes caminhos de acordo com os elementos ali presentes. Quando é interceptada pela vegetação a água pode ser armazenada nas copas e depois perdida para a atmosfera a partir da evaporação, ou escorrer pelo tronco até atingir o solo. No caso de haver serapilheira, seu comportamento é semelhante ao anterior, podendo a água ser parcialmente armazenada e parcialmente escoada.

A partir do momento em que a água atinge o solo seu comportamento estará determinado pelas condições de declividade, rugosidade do terreno, porosidade, impermeabilização, e outros fatores que estarão condicionando à água uma maior infiltração ou escoamento.

Horton (1933)[12], citado por Coelho Netto (2011), afirma que sob determinadas condições o solo possui uma taxa máxima de absorção de água denominada capacidade de infiltração. Segundo o autor, o que define a quantidade de água infiltrada no solo é a relação entre a intensidade da chuva e a capacidade de infiltração, assim, quando a intensidade da chuva ultrapassa a capacidade de infiltração do solo, o excedente precipitado escoa sobre a superfície em direção aos canais. Por outro lado, quando a intensidade da chuva é menor do que a capacidade de absorção, então, a taxa de infiltração é igual à taxa de chuva.

Quando a água absorvida pelo solo não retorna à atmosfera por evapotranspiração das plantas, ela recarrega o reservatório de água subsuperficial ou subterrânea, convergindo lentamente para as correntes de fluxos. Segundo Coelho Netto (2011), estes reservatórios constituem fontes de água muito importantes para manter os canais fluviais durante longos períodos de estiagem.

As precipitações e os fluxos do lençol subterrâneo influem sobre as características do deflúvio dos rios. De acordo com o fornecimento de água os rios podem ser efêmeros, intermitentes ou perenes. Segundo Suguio e Bigarella (1990), os rios efêmeros permanecem secos a maior parte do ano, pois são alimentados pelo lençol subterrâneo que contém água somente durante e após a chuva. Os intermitentes recebem água a partir do lençol freático quando este encontra-se suficientemente alto, fazendo com que estes rios contenham água em certas épocas do ano e apresentam-

[12]HORTON, R. E. The role of infiltration in the hydrological cycle; Trans. Am. Geophys.Union, 14, 446-460, 1933.

se secos noutra. Os rios que sempre apresentam água no seu canal, sendo alimentados por um fluxo mais estável do lençol subterrâneo, são chamados de perenes.

De acordo com Christofoletti (1980), os rios funcionam como canais de escoamento:

> O escoamento fluvial faz parte integrante do ciclo hidrológico e sua alimentação se processa através das águas superficiais e das subterrâneas. O escoamento fluvial compreende, portanto, a quantidade de água que alcança os cursos d'água, incluindo o escoamento pluvial que é imediato, e a parcela das águas precipitadas que só posteriormente, e de modo lento, vai se juntar a eles através da infiltração (p.65).

Ainda segundo Christofoletti (1981), o escoamento nos canais fluviais apresenta diversas características dinâmicas que se tornam responsáveis pelas qualidades atribuídas aos processos fluviais.

2.2.2. Processos fluviais

Na Geomorfologia Fluvial a dinâmica do escoamento ganha significado na atuação exercida pela água sobre os sedimentos do leito fluvial no transporte dos mesmos, nos mecanismos deposicionais e na esculturação da topografia do leito (CHRISTOFOLETTI, 1981).

Um fator importante a se considerar na atuação exercida pela água é, segundo Cunha (2011), a sua velocidade. Em um rio/canal, a velocidade pode ser mensurada a partir de fatores como o volume da água, o perfil transversal, o coeficiente de rugosidade do leito e a viscosidade da água. Estes fatores fazem com que a velocidade tenha variações nos diversos setores do canal e em diferentes pontos do perfil transversal, modificando a eficiência do fluxo. Cunha (2011) ainda destaca que essa eficiência também pode ser alterada a partir de obstáculos no canal. Assim, quanto mais lisa for a calha, maior será a eficiência do fluxo.

A capacidade de erosão das margens, bem como o transporte e deposição da carga do rio depende, dentre outros fatores, da velocidade. Dessa forma, o comportamento da velocidade da água irá relacionar-se com o trabalho que o rio executa sobre a carga sedimentar, possibilitando seu transporte a partir da suspensão, saltação e rolamento,

de acordo com a granulação das partículas e as características da própria corrente (SUGUIO e BIGARELLA, 1990; CUNHA, 2011).

Hjustrom (1935) citado por Christofoletti (1981) apresenta em um gráfico o relacionamento entre a erosão, o transporte e a deposição dos detritos em função do diâmetro das partículas e da velocidade crítica (Figura 16).

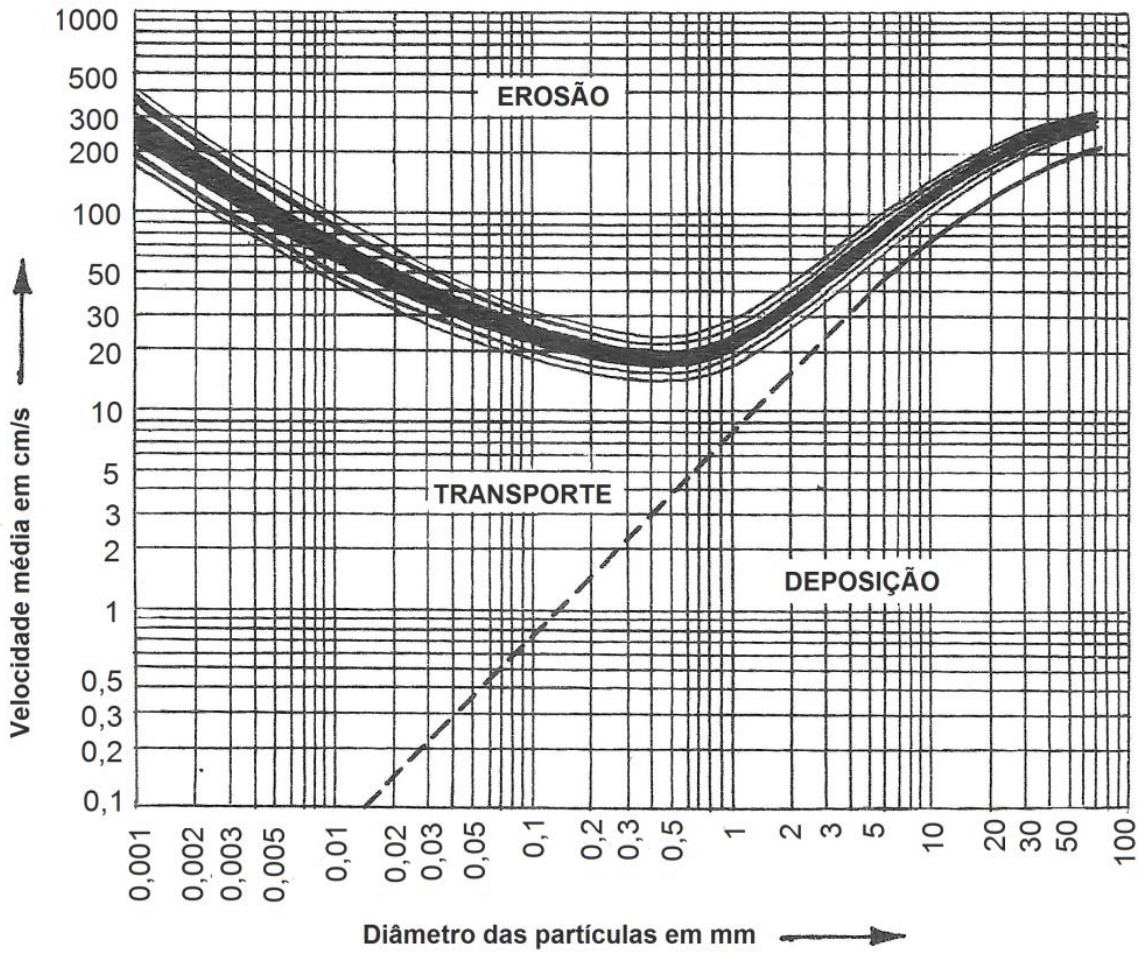


Figura 16 - Efeito da velocidade da corrente (cm/s) sobre sedimentos de diferente granulometria (mm) em relação aos processos de erosão, transporte e deposição
Fonte: Adaptado de Hjulstrom (1935) citado por Christofoletti (1981).

A partir de uma ótica sistêmica esses processos estão em equilíbrio no rio, refletindo em uma condição estável em seu balanço entre a descarga líquida, o transporte de sedimentos, a erosão e a deposição. Suguio e Bigarella (1990) consideram ainda que estes processos não podem ser considerados separadamente, pois são interdependentes dentro de relações constantemente mutáveis do fluxo e da carga existente, de modo que qualquer alteração nas condições de vazão fluvial irá refletir

em novos ajustamentos das variáveis: largura, profundidade média, velocidade média das águas, rugosidade do leito e concentração de sedimentos.

Em síntese, Coelho (2007, p.21) faz a colocação de que a morfologia dos canais fluviais é “em grande parte, o reflexo da concentração e da quantidade dos sedimentos que fluem e se distribuem ao longo da calha”.

Segundo Christofoletti (1981), as formas de relevo originadas em ambientes fluviais estão relacionadas aos processos supracitados, notadamente os de erosão e deposição. Nos ambientes aluviais, por exemplo, as formas resultantes estão intimamente associadas aos processos deposicionais, enquanto outro grupo de formas topográficas encontra-se ligado aos processos erosivos atuantes nos canais fluviais, resultando do ajustamento de forças exercidas pelo fluxo sobre as formas rochosas.

O entrelaçamento dessas ações produz complexos de formas topográficas que surgem no sistema fluvial, reflexo não somente da ação fluvial, como também na interferência de outros fatores, como o marinho, o lacustre, o topográfico e outros que condicionam a fisiografia desses.

2.2.3. Tipologia de leito, de canal e padrão de drenagem

A fisiografia de um rio é expressa sob três parâmetros: o tipo de leito, tipo de canal e a rede de drenagem.

Um leito corresponde ao espaço ocupado pelo escoamento das águas e dos materiais transportados por ela. Segundo a classificação elaborada por Tricart (1966) citado por Cunha (2011), os leitos podem assumir a seguinte classificação: leito de vazante, leito menor, leito maior e maior excepcional, apresentados na Tabela 3 e na Figura 17. Ressalta-se, porém, que a falta de nitidez entre os limites de cada leito dificulta a sua observação em campo, podendo haver diferenças significativas de um curso de água para o outro ou até mesmo de um setor a outro do mesmo rio.

Tabela 3 - Características dos tipos de leitos proposta por Tricart (1966)

TIPOS DE LEITOS	CARACTERÍSTICAS
Leito de Vazante	Equivale à parte do canal ocupada durante o escoamento das águas baixas. Suas águas divagam dentro do leito menor seguindo o talvegue (linha de máxima profundidade ao longo do leito).
Leito Menor	Corresponde à parte do canal ocupada pelas águas e cuja frequência impede o crescimento de vegetação. Este tipo de leito é delimitado por margens bem edificadas.
Leito Maior	Também é denominado leito maior periódico ou sazonal. É regularmente ocupado pelas cheias, pelo menos uma vez ao ano.
Leito Maior Excepcional	É ocupado pelas águas durante grandes cheias, no decorrer das enchentes. A frequência do escoamento das águas nesse tipo de leito obedece a intervalos irregulares, que podem se estender a algumas dezenas de anos.

Fonte: Cunha (2011) - Organizado pelo autor.

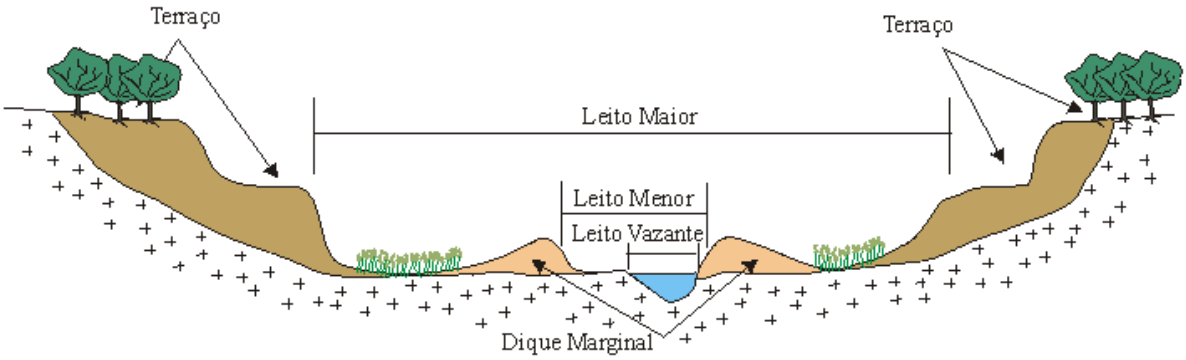


Figura 17 - Os tipos de leitos fluviais
Fonte: Reis (2001).

Os rios também são classificados a partir do tipo de canal. Enquanto o leito é analisado em um perfil transversal do rio, o tipo de canal é observado em sua fisionomia ao longo de seu perfil longitudinal. Segundo Cunha (2011), em uma bacia pode-se encontrar diferentes tipos de canais (padrões de drenagem), espacialmente setorizados ou em um mesmo setor, durante a evolução do seu sistema fluvial.

Diversos foram os autores que classificaram os tipos de canais. Leopold e Wolman (1957) reuniram as informações básicas a respeito dos três principais padrões de drenagem, considerados: retilíneos, anastomosados e meândricos. Porém, na natureza existe uma série de padrões intermediários a estes. Dentre as classificações,

Cunha (2011) destaca os trabalhos de Schumm (1963), Dury (1969), Chitale (1970) e Kellerhals *et al*. (1976).

Além das fisiografias produzidas pelos processos fluviais, as planícies de inundação correspondem a um importante elemento nesse sistema. Aqui daremos uma maior atenção a este, pois corresponde diretamente à tipologia de relevo encontrada na área de estudo. Como foi dito no capítulo anterior, o sistema fluvial dos canais da Costa e Bigossi encontra-se sobre uma planície deposicional de origem flúvio-marinha localizada no baixo curso da bacia do rio Jucu, entre os sedimentos da formação Barreiras e o mar, que é inundada em eventos extremos de precipitação na referida bacia e com o aumento da maré devido a tempestades ou eventos de sizígia.

2.2.4. Planícies de inundação

As planícies de inundação são formas de relevo associadas essencialmente a um ambiente deposicional, assim como os deltas, os cones aluviais e as formações sedimentares, por exemplo. Essas planícies, que também são conhecidas como *várzeas* na toponímia popular, constituem a forma mais comum de sedimentação fluvial em rios de todas as grandezas.

Segundo a definição de Christofoletti (1980, p.76), “a planície de inundação é a faixa do vale fluvial composta de sedimentos aluviais, bordejando o curso d’água, e periodicamente inundada pelas águas de transbordamento proveniente do rio”. A designação apresentada é apropriada, pois nas enchentes toda a área é inundada, tornando-se o leito do rio. Em uma situação de vazante, o escoamento encontra-se restrito ao leito menor, enquanto nas cheias, a elevação do nível da água faz com que as parcelas marginais, para além dos diques, sejam inundadas.

Segundo o Dicionário Geomorfológico (GUERRA, 1993), as planícies onde ocorrem acumulações aluvionáres apresentam formas alongadas, e são produzidas pelos depósitos deixados pelos rios dos sedimentos trazidos de montante. Os sedimentos arrancados das margens e das vertentes são levados em suspensão pelos canais e depositados quando encontram um ambiente de menor turbulência. Estas planícies encontram-se distribuídas ao longo dos cursos dos rios, mas é em ambiente costeiro que se distribuem em forma de leques.

No caso estudado, a presença desses depósitos está ligada à dinâmica de acumulação do baixo curso do rio Jucu, que, por apresentar menor declividade e velocidade da água, possibilita uma acumulação dos sedimentos trazidos de montante para o baixo curso da bacia, compondo um relevo típico de planície costeira.

Não se pode, porém, deixar de mencionar que a deposição de sedimentos fluviais em ambientes costeiros configura-se a partir da dinâmica marinha em relação à desembocadura dos rios no que se refere às flutuações do nível do mar e à formação de deltas preenchendo as depressões entre o continente e os depósitos arenosos de origem marinha (DOMINGUEZ, BITTENCOURT e MARTIN, 1981; MARTIN, SUGUIO e FLEXOR, 1996; MACHADO, 2014).

2.3. A AÇÃO ANTRÓPICA SOBRE OS SISTEMAS FLUVIAIS

Como foi dito anteriormente, um sistema não possui delimitações fíxas, mas de acordo com a abordagem que se quer dar, e a partir dos princípios da teoria sistêmica, podemos identificar distintos sistemas que interagem entre si, dentre eles podemos citar: o ciclo hidrológico, a bacia hidrográfica e de drenagem, o próprio canal fluvial e a planície de inundação. Esses sistemas estão em interação a partir do mecanismo de retroalimentação (*feedback*), permitindo que sistemas subsequentes possam voltar a exercer influência sobre os antecedentes, numa perfeita interação entre o todo.

Portanto, é importante frisar que as alterações promovidas em um dos elementos do sistema fluvial, podem causar alterações nos demais sistemas associados, gerando assim, um desequilíbrio na dinâmica natural do ambiente (DREW, 1986).

Outras preocupações como a ação antrópica sobre o ambiente fluvial, em especial sobre as modificações realizadas com a construção de obras de engenharia ou usos indevidos da bacia e uso do solo, têm levado à estudos mais voltados aos impactos provenientes dessas modificações nos cursos d’água e em suas bacias, notadamente em interfaces com um campo mais recente da Geomorfologia, a Urbana (GUERRA, 2011).

Sobretudo quando observamos os estudos voltados para rios ou canais urbanos são colocados em evidência os problemas decorrentes do encontro destes com as

cidades. Procura-se entender como esta relação, que, segundo Saraiva (1999) tem se estabelecido mais recentemente a partir de uma degradação e sujeição, gera modificações no equilíbrio natural desses sistemas, potencializando eventos catastróficos significativos à população.

Veremos a seguir que as alterações promovidas pelo homem são responsáveis, sobretudo nas cidades, por uma quebra no equilíbrio desses sistemas, gerando um consequente agravamento das condições naturais, levando à população residente nestes locais a uma situação de risco diante dos eventos que se desdobram.

2.3.1. Ambientes urbanos

Os assentamentos humanos sempre estiveram ligados a rios e córregos, e muitas cidades devem seu nascimento, desenvolvimento e crescimento à presença desses elementos. Atreladas aos cursos d'água, se não diretamente debruçadas em suas margens, as cidades dependem diretamente das atividades desenroladas nos rios e em suas planícies de inundação, a exemplo da agricultura, pesca, locomoção, dentre outros. As águas influíram na forma e na paisagem urbana na medida em que passaram a ser incorporadas à sua estrutura, sendo exploradas de várias maneiras (PASSOS, 2015).

Segundo Saraiva (1999), as modificações sobre os ambientes naturais foram empreendidas desde a Antiguidade, visando o controle da natureza para o aproveitamento de seus recursos e dos potenciais oferecidos, com a finalidade de sustentar o desenvolvimento da sociedade. A intensificação dessas modificações, por volta dos séculos XVII e XVIII, caracterizou-se por uma fase de controle e domínio do homem, a partir das modernas técnicas no controle dos sistemas naturais, quando se passou a visar à maximização dos benefícios advindos da exploração dos recursos e a redução e controle dos riscos ambientais.

Mais recentemente, a relação de degradação e sujeição do meio pelo homem passa a ser agravada a partir de atitudes chamadas por Saráiva (op. cit.) como "predatórias" e "dilapidadoras", ultrapassando os limites de regeneração e suporte dos sistemas naturais. Os impactos causados nos rios modificam seus regimes de escoamento e

passam a demandar constantes intervenções visando corrigir problemas gerados pelas intervenções pretéritas.

Dessa forma, ao contrário de essas águas qualificarem o espaço urbano, elas acabam por se colocar como reveladoras dos embates entre as cidades e o meio, trazendo como consequência a redução do valor de sua presença nesse espaço.

O cenário urbano construído a partir desses preceitos segue repetindo o padrão de ocupação do território, sem considerar suas características e estados naturais, resultando nas condições urbanas atuais, segundo as quais a natureza segue dominada pela técnica. Os rios passam a sofrer com a reprodução desse padrão de urbanização, tendo suas margens e planícies de inundação ocupadas e desnaturalizadas, as suas águas deterioradas pela poluição com seus cursos e leitos modificados em padrões que suplantam suas formas e dinâmicas (PASSOS, 2015).

No cenário nacional, houve um agravamento das condições ambientais urbanas decorrentes da expansão das cidades sem o devido planejamento, evidenciado pelos impactos sobre o meio hídrico e por diversos problemas com os quais a sociedade brasileira convive atualmente.

Segundo Tucci (1997), a expansão populacional não foi acompanhada da criação de infraestruturas adequadas para atender aos novos contingentes urbanos, como os sistemas de abastecimento de água, de coleta e tratamento de esgoto pluvial e cloacal, ausências que impactaram negativamente a qualidade dos rios urbanos.

Como consequência desses impactos observa-se a deterioração da qualidade das águas, o acentuado assoreamento dos rios e a intensificação das inundações urbanas. Tais impactos têm como causa, principalmente, o aumento da velocidade e do volume de escoamento das águas drenadas, a impermeabilização acentuada do solo paralela à diminuição de sua cobertura vegetal, as alterações estruturais dos rios, a grande produção de resíduos sólidos urbanos, que ficam sem a devida coleta e destinação final, a poluição, provocada por ligações indevidas de esgoto na rede de drenagem urbana, entre outras diversas obras de infraestrutura que têm dificultado a manutenção do sistema fluvial (TUCCI, 1997).

As intervenções nos rios, e sua degradação, que se processaram a partir de então, notadamente nas grandes cidades brasileiras, geraram um novo quadro urbano, com novos elementos e nova dinâmica.

Botelho (2011) aponta que este quadro atual surge primeiramente a partir da necessidade de expansão da área urbana e a busca por novos espaços de ocupação, sobretudo em planícies fluviais e costeiras. E para que esta expansão seja viabilizada, surge a necessidade de drenar as áreas pantanosas e eliminar os meandros dos rios[13]. Para fazer isso, foram adotadas técnicas estruturais como a canalização e a retificação, aumentando a velocidade das águas e diminuindo o espaço físico ocupado pelos rios, eliminando os meandros e permitindo a ocupação de suas margens.

As onerosas obras estruturais para confinar os cursos d'água possibilitaram que suas margens fossem drenadas e ocupadas, beneficiando o mercado imobiliário. Porém, a ocupação dessas áreas ambientalmente sensíveis levou, na verdade, a uma maior exposição da população a uma situação de risco diante dos eventos de inundação desses rios.

Segundo Tucci e Bertoni (2003), a ocupação humana no leito maior dos rios (normal e excepcional) ocorre em virtude de as inundações terem uma distribuição irregular ao longo dos anos (via expansão irregular das áreas urbanas e especulação imobiliária). O tempo transcorre, a memória se dissipa, e a população habita as áreas inundáveis desconsiderando os riscos inerentes a esse tipo de ocupação. Com isso, muitas vezes, nas cidades e comunidades ribeirinhas, as águas atingem as moradias, as vias públicas (ruas, rodovias e passeios), as áreas de lazer, o comércio e a indústria, entre outros.

Este cenário é bem retratado no documentário chamado: "Entre Rios: A urbanização de São Paulo" [14], que mostra como a urbanização da metrópole de São Paulo alterou de forma marcante sua relação com os rios Tamanduateí, Pinheiros e Tietê, que outrora foram fundamentais para o estabelecimento da mesma e, aos poucos, tornaram-se obstáculos para seu crescimento, sobretudo diante dos projetos viários

[13] Associado à expansão urbana, há também a necessidade de controle da progradação de doenças de veiculação hídrica.
[14] Documentário dirigido por Caio Silva Ferraz, SENAC - São Paulo, 2009.

que se instalavam (Figura 18). Como consequência dessas alterações, São Paulo sofre constantemente com inundações em sua área urbana.

Figura 18 - Obras de canalização no curso do rio Tamanduateí, na capital paulista em 1980
Disponível em: <http://acervo.estadao.com.br/noticias/ lugares,rio-tamanduatei,8349,0.htm>.
Acesso em: Julho de 2017.

Uma das características da grande metrópole são suas vias arteriais instaladas sobre o leito dos rios cobertos em fundos de vales e em suas margens, o que reforça sua característica viária em detrimento dos sistemas fluviais.

Este é apenas um exemplo do cenário brasileiro atual, talvez um dos mais enfáticos devido à sua extensão e o impacto causado sobre os inúmeros rios que já foram suprimidos. O problema de inundações urbanas tornou-se crônico e cada vez mais frequente nesta e em muitas outras cidades, o que reforça a afirmação de Perez Filho (2006) e outros, de que cada vez mais cresce o número de pessoas afetadas pelas inundações mesmo durante eventos não tão extremos.

De maneira geral, os estudos críticos que tratam dessa problemática não são atuais. A vasta bibliografia sobre urbanização e supressão de rios foi amplamente debatida a partir dos anos 1970 em países tidos hoje como desenvolvidos, a exemplo dos

Estados Unidos e Inglaterra[15] (CHIN, 2006). Os trabalhos sintetizados em capítulos de livros, como os de Gregory (1977), Lewin (1981), Morisawa (1985), dentre outros, mostram como há mais de quarenta anos as pesquisas acerca dessa temática tem representado grande preocupação por parte dos pesquisadores.

Ao realizar um levantamento dos principais trabalhos produzidos sobre as transformações urbanas e as consequências nas paisagens fluviais ao redor do globo, Chin (2006) identificou que o número de estudos multiplicou-se em resposta ao crescimento da população mundial, que somente no terceiro quarto do século XX cresceu 100% ao redor do mundo e 200% em regiões menos desenvolvidas (Figura 19).

Torna-se evidente que com este contingente populacional passando a ocupar um espaço reduzido, notadamente nos centros urbanos, o número e a intensidade dos impactos causados sobre o sistema fluvial cresce exponencialmente.

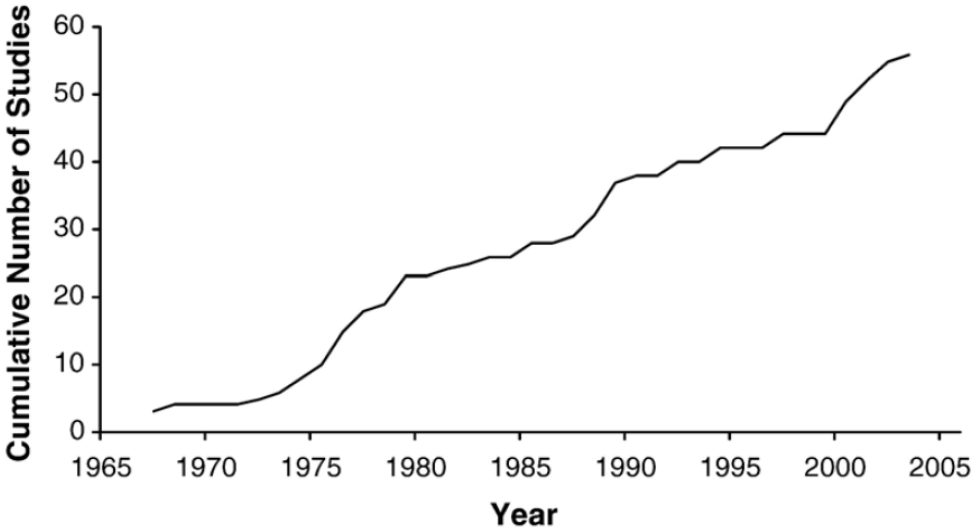


Figura 19 - Número acumulado de estudos (em língua inglesa) relativos a alterações morfológicas em rios urbanos de 1965 a 2005
Fonte: Chin (2006).

Diante disso, Park (1981) e Knighton (1981) apresentam duas principais maneiras que ocorrem mudanças no sistema fluvial em ambientes urbanos: A partir das modificações no próprio curso dos rios e a partir da impermeabilização do solo pela

[15] Vale ressaltar que estes estudos evoluiram paralelamente aos estudos sobre as formas e dinâmicas dos rios naturais (Ver WOHL, 2014).

malha urbana. Estas não estão dissociadas, mas serão aqui tratadas em suas especificidades.

2.3.2. Impermeabilização do solo

Como foi apresentado anteriormente, a entrada da água nos sistemas terrestres através da precipitação desencadeia uma série de processos e possíveis trajetórias, que dependem, sobretudo, das condições das esferas por onde ela irá circular. Nesse sentido, é evidente que as condições da superfície do solo irão influenciar nesta etapa do ciclo hidrológico, ao menos em escala local.

Segundo Botelho e Silva (2004), ao atingir o solo, a água pode tomar diversos caminhos até chegar ao canal fluvial, sendo escoada superficialmente ou subsuperficialmente, de acordo com as condições locais. Vale lembrar que há uma parcela de água que fica retida na superfície e retorna para a atmosfera por evaporação.

Diferentemente de ambientes florestados ou de atividades agrárias, nas cidades, esta etapa do ciclo apresenta funcionamento distinto quanto à entrada de água no solo (Figura 20). Devido aos elementos adicionados pelo homem, o grau de infiltração da água é reduzido drasticamente causando um desequilíbrio nesse sistema, gerando assim, um aumento do escoamento superficial[16] ao mesmo tempo em que diminui a infiltração da água no solo (BOTELHO e SILVA, 2004; BOTELHO, 2011; CARNEIRO e MIGUEZ, 2011).

> O grau de infiltração está relacionado ao tipo de cobertura da superfície. Nas áreas urbanas sua taxa é de difícil definição, mas, de forma geral, verifica-se uma redução da infiltração das águas em função do aumento da impermeabilização da superfície pelas calçadas, ruas, coberturas das casas e edifícios, entre outros (CUNHA, 2008, p,336).

[16] De acordo com Tucci (2003), o escoamento superficial é definido pela parcela do ciclo hidrológico em que a água se desloca na superfície da bacia até encontrar uma calha definida.

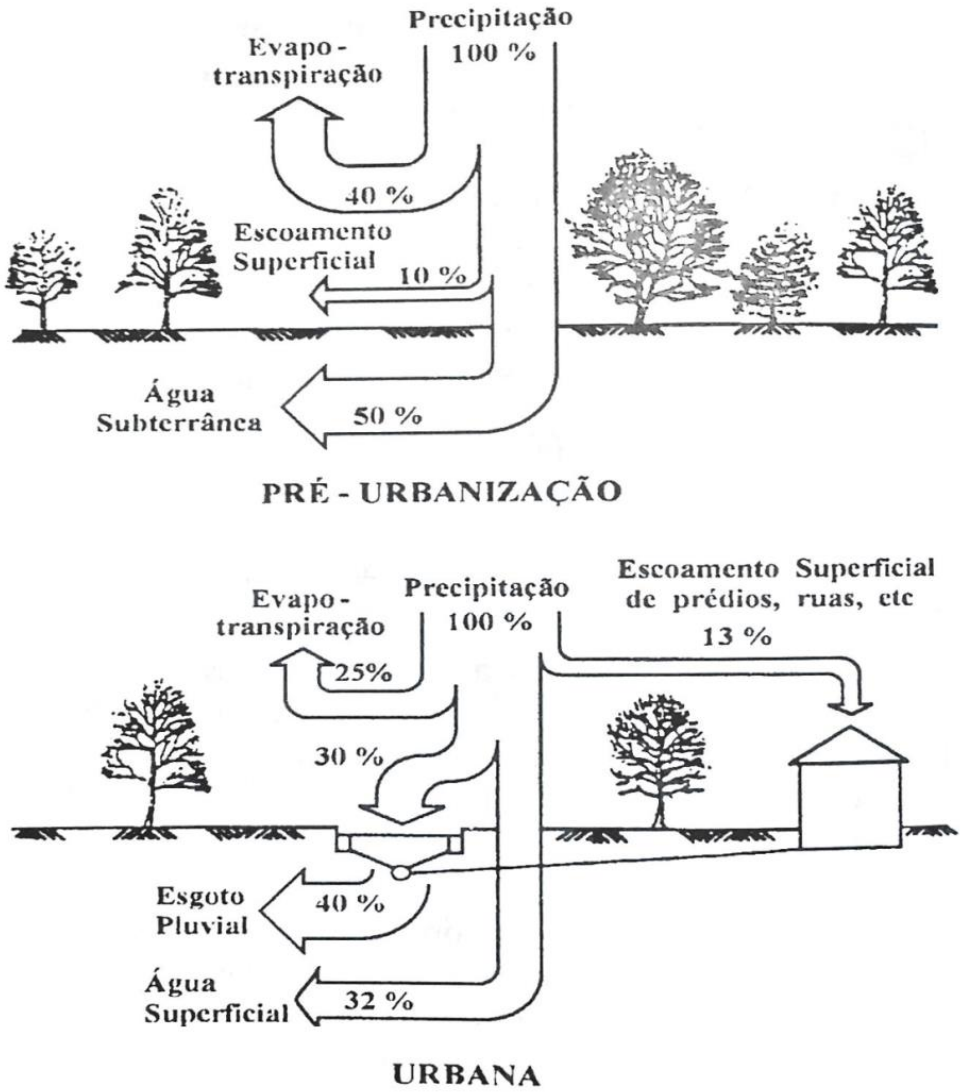


Figura 20 - Características do balanço hídrico em uma bacia urbana
Fonte: OECD, 1986 apud Tucci e Genz, 1995.

Da mesma forma, Botelho (2011) considera que as áreas urbanas são marcadas fundamentalmente pela diminuição do tempo de concentração devido ao aumento do escoamento das águas precipitadas na área urbanizada e pelo aumento dos picos de cheias.

Na medida em que o tempo necessário para escoar a água que cai na superfície diminui, maior é o pico de vasão. A parcela de água das chuvas que é impedida de infiltrar-se no solo, escoa sobre a nova superfície e alimenta os canais fluviais mais rapidamente. Assim, o tempo entre a precipitação e o pico de cheia de uma bacia torna-se menor à medida em que sua área é impermeabilizada (LEOPOLD, 1968).

O processo indicado é representado na ilustração de Schueler (1987), citado por Carneiro e Miguez (2011, p.36), através de um hidrograma onde há uma situação de agravamento das condições de escoamento em uma bacia urbanizada (Figura 21). Nesse, é possível observar o pico de vazão causado pelo aumento da velocidade do fluxo superficial ocorrendo em um período de tempo mais curto do que em uma bacia não urbanizada.

Geralmente, em um sistema mais preservado, a água tem maior percentual de infiltração e interceptação pela cobertura vegetal, levando um tempo maior para atingir os canais fluviais, diminuindo assim os picos de cheia e os riscos de uma inundação mais repentina (VITTE E GUERRA, 2004).

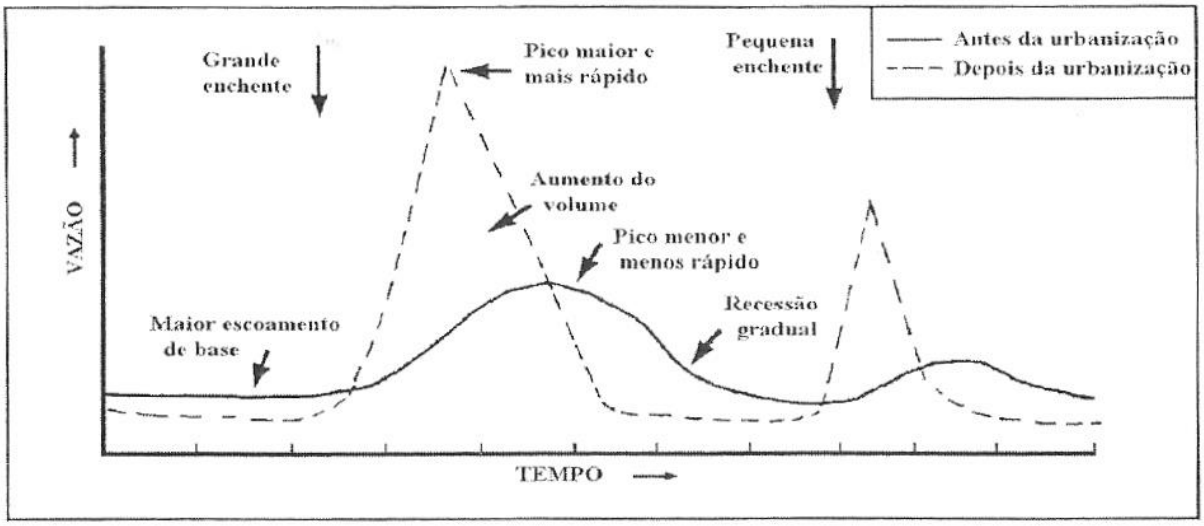


Figura 21 - Efeito da urbanização no hidrograma de uma bacia de drenagem
Fonte: Schueler (1987), adaptado por Carneiro e Miguez (2011).

Portanto, o resultado dessa modificação tende a aumentar e adiantar o pico de uma cheia, tendo em vista que mais água fica disponível para escoar e as retenções naturais da vegetação, como árvores e vegetação rasteiras, são removidas no processo de urbanização, fazendo a água escoar mais rapidamente. Da mesma forma, com um maior volume de água convergindo para os fundos de vale, a dinâmica fluvial é alterada, causando desequilíbrio entre os processos de erosão, transporte e deposição de sedimentos na calha fluvial.

Leopold (1968) estimou o impacto da urbanização na vazão média de inundações por milha quadrada com base na relação entre a percentagem de alteração da drenagem e na percentagem de área impermeável de uma pequena bacia urbana (Figura 22).

As isolinhas no gráfico mostram que o pico de descarga pode aumentar até sete vezes em condições de intensa urbanização.

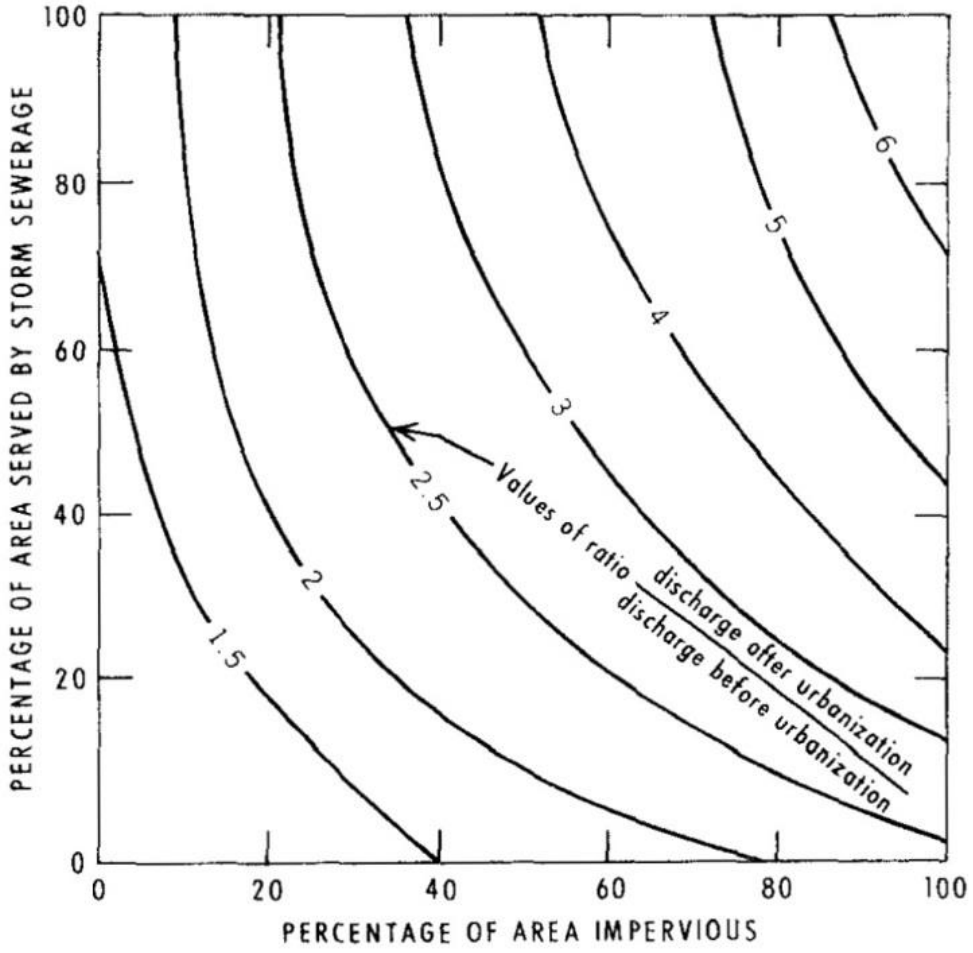


Figura 22 - Efeito da urbanização na média anual de inundações em bacia urbana
Fonte: Leopold (1968).

Em geral, a maneira como ocorre a urbanização interfere nos padrões das inundações, que ocorrem de maneira natural no ambiente, alterando sua magnitude e frequência de ocorrência. Uma vez eliminado o espaço que deveria ser deixado livre para a acomodação das grandes enchentes, as águas acabam procurando outros caminhos, se espalhando e atingindo áreas que antes não alagavam naturalmente, tornando maior o nível de risco associado a esses eventos, no que concerne à presença de pessoas, construções e atividades econômicas (CARNEIRO e MIGUEZ, 2011).

2.3.3. Canalização e desnaturalização

Depois dos impactos gerados pelas modificações do uso do solo, a canalização aparece com um dos principais métodos para escoar rapidamente as águas, substituindo os caminhos naturais por galerias e canais artificiais de maior capacidade de vasão.

No controle de enchentes e inundações urbanas[17], a canalização é a medida mais tradicional, com o objetivo essencial de aumentar a velocidade e a vasão dos rios visando promover um escoamento mais rápido do grande volume de água que atinge os canais devido ao rápido escoamento superficial nesses ambientes, além de possibilitar a ocupação de suas margens (BOTELHO e SILVA, 2004; TUCCI, 2003).

A demanda por interferências nos rios e córregos aparece na medida em que a malha urbana se expande. Muitas vezes também, a canalização é adotada para atender as necessidades de um crescimento urbano “desordenado”, que ocorre de maneira rápida e sem um planejamento prévio. Nesses casos são levados em consideração somente problemas isolados e, para estes, soluções pontuais.

Naturalmente percebeu-se que com o aumento da área urbana, essas medidas tradicionais não resolviam o problema das inundações, apenas as transferiam de um ponto a outro da bacia, focando apenas na capacidade da rede de drenagem ao invés de tratar o problema de maneira integrada (CARNEIRO e MIGUEZ, 2011).

Segundo Brookes (1985), a canalização envolve todas as obras de engenharia praticadas no canal fluvial, com a finalidade de controle das inundações. Essas obras compreendem o alargamento e aprofundamento da calha fluvial, remoção de obstruções no canal, retificação e construção de canais artificiais e construção de diques artificiais (Tabela 4).

Vale destacar que essas obras exigem constante manutenção da capacidade do canal, envolvendo dragagem, devido ao acelerado acúmulo de sedimentos, e remoção das obstruções.

---

[17] Considera-se como enchente o aumento temporário do nível da água no canal de drenagem devido ao aumento da vazão, atingindo a cota máxima do canal. É considerada inundação quando o volume de água não se limita a calha principal do rio e extravasa para as áreas marginais ocupando a planície adjacente.

Além das tradicionais obras de canalização, Martins (1995) acrescenta que normalmente são instaladas estruturas auxiliares para controle, dispersão de energia, amortecimentos de picos, proteção contra assoreamento, incluindo estações de bombeamento.

Tabela 4 - Principais obras de canalização realizadas em rios urbanos

Obra	Objetivo	Procedimentos
Alargamento e aprofundamento da calha	Aumentar a capacidade de escoamento da água no canal, de modo a conter a água que escoa na planície	Consiste na ampliação da seção transversal do canal através do alargamento e aprofundamento da calha
Retificação dos canais e construção de canais artificiais	Reduzir a altura do nível das cheias pelo aumento do gradiente do leito e, por conseguinte, a velocidade da vazão	Consiste na redução da extensão do curso de água pela construção de canais artificiais e eliminação de meandros
Construção de diques	Aumentar a capacidade do canal e proteger cidades adjacentes ao rio	Consiste na elevação artificial das margens do rio através de estruturas de contenção
Remoção de obstáculos do canal	Diminuir a resistência hidráulica e aumentar a velocidade dos débitos pela remoção das obstruções	Consiste na remoção das irregularidades no fundo do canal e de plantas aquáticas que se proliferam impedindo o escoamento das águas

Fonte: Cunha (2013), adaptado pelo autor.

Em todas as partes do mundo, a maioria dessas obras tem envolvido mais de um processo. Cada “problema” do rio é tratado como uma questão específica pelos engenheiros, que em geral procuram a solução mais eficiente a partir de cálculos complexos das variáveis que regem a dinâmica das águas e dos sedimentos fluviais (CHOW, 1959 apud CUNHA, 2013).

Todavia, ao aplicar o processo de canalização sem considerar os preceitos básicos de funcionamento de um rio, regido pelos processos hidrológicos e geomorfológicos de erosão, transporte e deposição, seu equilíbrio é quebrado gerando, muitas vezes, um efeito reverso ao desejado.

Esta abordagem evidentemente reflete os traços de uma visão fragmentada sobre os elementos do sistema, que tem, por consequência, efeitos negativos de ordem hidrológica, geomorfológica e biológica, gerados no trecho alterado, a jusante deste e

na planície de inundação. Cunha (1991a, 1991b, 1992 e 1995) sumarizou as principais consequências geradas pela canalização nesses trechos e na planície:

a) No trecho:

É no trecho canalizado que os efeitos das modificações se mostram mais evidentes. A princípio destaca-se o aumento da amplitude das descargas locais (efeito desejado) juntamente com o aumento da velocidade do fluxo. Por sua vez ocorre a elevação nos picos de descargas nos tributários, elevando os débitos e o pico de descarga no canal principal.

Mudanças no regime hidrológico ocorrem como consequência direta da perda do armazenamento na planície de inundação. Também o padrão de escoamento é modificado com a remoção de obstáculos e consequente diminuição da turbulência.

b) À jusante:

O setor do rio após o trecho canalizado, em que ainda são preservadas as características naturais, oferece resistência à descarga da água que vem de jusante. A consequente diminuição da velocidade do escoamento favorece a ocorrência de cheias esporádicas ligadas a eventos torrenciais.

Os sedimentos resultantes da erosão no canal retificado, em conjunto com a excessiva carga de sedimentos posta em suspensão durante a dragagem e na fase imediata após a construção, originam a formação de depósitos fluviais de curta duração que em seguida são erodidos, vindo a formar bancos axiais e depósitos de sedimentos marginais.

c) Na planície de inundação:

A principal mudança ocorrida na planície de inundação é a descida do lençol freático e a consequente drenagem da planície, promovida pelas obras de aprofundamento do leito do rio.

No baixo curso de uma bacia, pode ser acentuada a contaminação do lençol freático pala salinidade das águas, através do fenômeno de penetração da cunha salina durante marés altas.

Como foi apresentado anteriormente, essas obras são consideradas “tradicionais” no controle de inundações urbanas e foram usadas por diversas sociedades ao longo de milênios, em especial a construção de diques de contenção ao longo de grandes rios ao redor do mundo (CARNEIRO e MIGUEZ, 2011; CUNHA, 2013).

Essa concepção mais tradicional de projeto vem sendo substituídas por conceitos mais recentes buscando resgatar padrões de escoamento próximos daqueles anteriores à urbanização e agregando preocupações de qualidade e de controle da quantidade de água. Esses novos conceitos buscam soluções sistêmicas da bacia, entendendo-a como unidade integrada, fugindo do eixo exclusivo gerado pela observação direta da rede de canais e dos problemas pontuais de um trecho ou de um afluente (CARNEIRO e MIGUEZ, 2011).

Embora tenha transcorrido algum tempo, o homem finalmente se deu conta dessa situação e tem reformulado suas políticas e formas de intervenções nos rios urbanos. Uma nova visão originou novos pressupostos que marcam a drenagem urbana moderna, que tem colocado em xeque as obras hidráulicas até então exaltadas como soluções necessárias e tem advogado em prol de uma menor intervenção e até mesmo da renaturalização dos rios urbanos (BOTELHO, 2011).

Portanto, diante dos mais variados problemas de drenagem encontrados nas cidades por consequência de intervenções nos canais fluviais, percebe-se uma maior necessidade de gestão destes visando uma melhoria nas condições de uso e ocupação da terra, principalmente em ambientes frágeis onde há maior possibilidade de eventos de inundação devido ao comportamento natural do rio.

CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA

Os estudos de caráter sistêmico têm sido utilizados para melhor explicar as interações existentes entre os elementos do meio físico e a sociedade, bem como as complexidades expressas sob as modificações causadas pelas sociedades sobre o ambiente natural. Os estudos que partem dessa perspectiva requerem uma sistemática organizacional capaz de abranger de maneira satisfatória as distintas características que se sobrepõe à área estudada.

Assim, para se alcançar a proposta deste trabalho, a metodologia adotada teve por base a divisão dos quatro níveis da pesquisa geográfica denominadas por Libault (1971), a saber: o nível compilatório, o nível correlatório, o nível semântico e o nível normativo. Esses níveis preconizam uma ordem lógica de encaminhamento e desenvolvimento das etapas do trabalho, proporcionando melhor compreensão e adequação dessas atividades ao longo da pesquisa.

Vale ressaltar, de acordo com o autor, que o limiar de cada nível não fica sempre nítido, pois haverá interferência de um nível para outro, além do contínuo intercâmbio entre as atividades de cada um deles. Porém, a ordem lógica é essencial para que o estudo não sofra acusação de arbitrário e para que possa levar a conclusões úteis para o progresso da pesquisa.

3.1. OS QUATRO NÍVEIS DA PESQUISA GEOGRÁFICA DE LIBAULT

O nível compilatório corresponde à etapa inicial da pesquisa em que ocorre o levantamento, coleta e compilação dos dados pré-existentes. É fundamental que esta etapa ocorra no princípio da pesquisa, pois ela é de ordem geo-histórica: as bases do conhecimento científico da área de estudo dão fundamento para pesquisas atuais: fundamentação teórica.

Também os dados os quais Libault (op. cit.) refere-se correspondem a dados institucionais e estatísticos, os quais hoje pode-se relacionar também aos dados cartográficos, dados de licenciamentos e dados digitais, que podem ser extraídos através de sites institucionais, bibliotecas públicas e levantamentos de campo. Esta etapa insere-se no que classificamos como “atividades de gabinete I” e “atividades de campo”, que serão detalhadas nos subcapítulos seguintes.

No nível Correlatório desenvolve-se as atividades de inter-relação dos dados obtidos na etapa anterior. Este nível exige uma reconsideração cuidadosa das variáveis simples ou combinadas dos mesmos: as variáveis devem ser dispostas conforme uma sistemática, sendo ordenadas de forma espacial e cronológica, evitando possíveis falsas-correlações entre diferentes informações e dados.

É necessário se realizar a revisão nesta fase, antes de passar para uma análise definitiva, no próximo nível, em razão das diferentes escalas encontradas em dados distribuídos espacialmente ou temporalmente. Essa revisão poderia ser realizada juntamente no primeiro nível, porém, como afirma Libault, algumas incidências somente aparecerão depois de constituir os conjuntos agrupados de variáveis.

Esta afirmação justifica a necessidade de relacionar os dados compilados, tanto em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas – SIG, quanto em relação às contribuições teóricas apresentadas por diferentes autores em diferentes momentos sobre uma determinada temática, por exemplo.

É no nível semântico que as interpretações sobre os elementos são estabelecidas para que se chegue às conclusões. Os níveis precedentes apenas significam uma determinação dos fatos, enquanto neste pode-se atingir a abordagem do raciocínio geográfico utilizando-se de uma combinação sintética das variáveis elementares.

Neste trabalho esta etapa corresponde à averiguação e interpretação do material cartográfico produzido e dos dados sintetizados culminando nas avaliações finais, em que se coloca em evidência o quadro ambiental da área em questão.

Nessa altura, devemos considerar que a avaliação semântica já realizou uma abordagem racional da concepção do problema. Porém, mesmo com as variáveis sintetizadas, há ainda uma etapa importante para se extrair a totalidade dos dados aproveitáveis.

Desse modo, o papel do último nível, chamado normativo, é de se traduzir os resultados em normas aproveitáveis e aplicáveis, seja para sustentar a estrutura geral da ciência geográfica, seja para estabelecer diretrizes e normas gerais capazes de serem aplicadas a diferentes áreas, como um modelo.

Devemos admitir que depois de todas as resoluções para a questão em destaque, as conclusões revelam-se como um estágio probatório para o conjunto de fatores que integram a problemática, possibilitando que este modelo seja aplicado a outras áreas gerando, assim, aprimoramentos das diretrizes de uso e ocupação da terra, estratégias de desenvolvimento mais sustentáveis e direcionamentos jurídicos frente à relação com os sistemas fluviais.

A partir da metodologia adotada, foi elaborado um fluxograma (Figura 23) que apresenta todas as etapas descritas neste capítulo.

3.2. ATIVIDADES DE GABINETE I

Em primeira mão as atividades de gabinete I compreenderam o levantamento, coleta e compilação dos dados pré-existentes em bancos de dados, bibliotecas e instituições de pesquisa. Nesta fase iniciou-se a investigação bibliográfica direcionada ao tema central desta pesquisa em livros, artigos de periódicos científicos, teses, dissertações e monografias.

Dessa forma foram levantadas bibliografias de diferentes temas sobre rios e canais, tais como morfologia dos canais; tipos de leitos e padrões de drenagem; processos e dinâmica fluvial; ambientes associados ao sistema fluvial; dentre outros. A bibliografia consultada foi de grande importância para criar uma base conceitual sólida que desse suporte às análises e discussões posteriores.

Para que se alcançasse uma visão mais panorâmica das características da área, foram levantadas informações geomorfológicas, climáticas, socioeconômicas (populacionais, econômicos) para elaboração da caracterização geral da área de estudo – apresentada no primeiro capítulo dessa pesquisa.

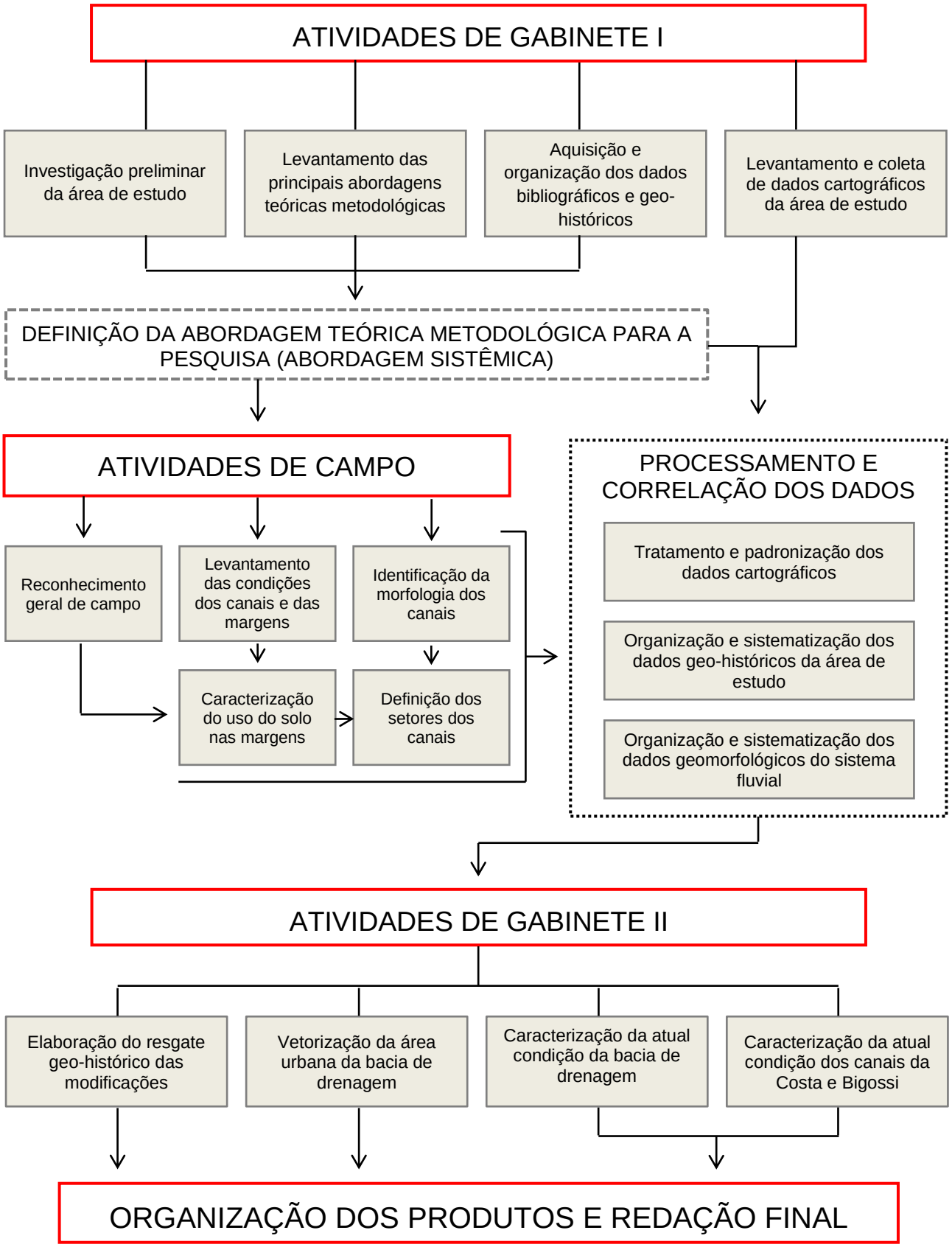


Figura 23 – Fluxograma das atividades e etapas metodológicas da pesquisa
Elaborado pelo autor.

Estas informações foram extraídas de relatórios como indicadores sociais produzidos pelo Instituto Jones dos Santos Neves – IJSN, e pela PMVV, censos demográficos realizados pelo IBGE nos anos de 2010 e estimativas para o ano de 2017. Além de mapeamentos geomorfológicos também produzidos pelo IJSN, pelo CPRM e pelo projeto RADAMBRASIL em sua carta 23/24 – Rio de Janeiro/Vitória.

A pesquisa bibliográfica direcionou-se especialmente à trabalhos que lançam mão das abordagens sistêmica e integradas, envolvendo, principalmente, os escritos de Christofoletti (1979, 1980, 1981) e suas derivações no campo da Geografia Física. Para tanto, foram consultadas referências sobre o histórico do pensamento geográfico e sistêmico tal como trabalhos direcionados à uma retrospectiva epistemológica do tema.

Foram realizados levantamentos de artigos e trabalhos direcionados à aplicação da visão sistêmicas em estudos de casos centrados em bacias hidrográficas e de drenagem, planícies costeiras, rios e canais, visando uma melhor adaptação da Teoria Geral dos Sistemas para ambientes semelhantes ao tratado neste trabalho.

Nesta etapa inicial foram também realizados levantamentos de dados espaciais georreferenciados a serem trabalhados em ambiente SIG, possibilitando a elaboração dos mapas e modelos. Estes materiais, apresentados na Tabela 5, discriminam-se em duas categorias de dados espaciais: os dados em estrutura vetorial – que se traduzem em pontos, linhas e polígonos, que utiliza um sistema de coordenadas para sua representação – e os dados em estrutura matricial (*raster*) – que é representada por uma matriz composta por linhas e colunas formando imagens, que podem ser geradas a partir de sensores remotos ou escanerização (FITZ, 2010).

As principais fontes desses dados cartográficos foram instituições públicas como o IJSN, Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – IEMA, Serviço Geológico dos Estados Unidos - USGS e IBGE. Todos estes são disponibilizados gratuitamente através da interface digital *online* de cada instituição.

A partir das imagens aéreas, cartas topográficas e dos planos de informação vetoriais, foi possível a elaboração e manipulação de dados espaciais pelo autor, complementando as análises posteriores em etapa de síntese.

Tabela 5 - Planos de Informações (PIs) utilizados para elaboração dos mapas

ARQUIVOS VETORIAIS	
DADOS	**FONTE**
Área Efetivamente Urbanizada do ES	IJSN
Eixo de Logradouro do ES	IJSN
Limite entre Bairros nos Municípios do ES	IJSN
Limite Macrorregiões do ES	IJSN
Limite Microrregiões do ES	IJSN
Limite Municipal do ES	IJSN
Sistema Rodoviário do ES	IJSN
Cursos d'água	IEMA
Limite político Brasil	IBGE
Curvas de nível – Vila Velha – 5m	CESAN - PMVV

ARQUIVOS MATRICIAIS	
DADOS	**FONTE**
Imagens de 1970, 1978, 1998, 2008 e 2013	IJSN
Modelo Digital do Terreno - MDT (30m)	USGS
Carta Topográfica – 1970 Folha SF-24-V-B-I-4 (Vitória)	IBGE

Organizado pelo autor.

Estes dados formam o que Fitz (2010). apresenta como dados portadores de registros referenciados a um sistema de coordenadas conhecido que vinculam-se a pontos reais dispostos no terreno. Por estarem distribuídos sobre um sistema de referência, os dados inseridos em um SIG podem relacionar-se entre sí, possibilitando uma visão de conjunto.

As potencialidades dessa ferramenta vão para além da ciência geográfica, possibilitando aplicações incontáveis, vinculadas ao planejamento, à gestão, ao monitoramento, ao manejo, à caracterização de espaço em diversas ciências e órgãos multidisciplinares.

Os SIGs possibilitaram o armazenamento, recuperação, transformação e visualização dos dados espaciais obtidos, assim como a criação de novos dados a partir dos pré-existentes ou de campanhas de campo.

3.3. TRABALHOS DE CAMPO

A princípio é necessário afirmar que as campanhas de campo foram distribuídas durante todo o percurso do trabalho, hora com maior frequência – em etapas iniciais no nível compilatório – hora com menor frequência – no nível normativo, com propósitos diferentes para cada etapa.

Durante o levantamento dos dados, o trabalho de campo compreendeu visitas à bacia de drenagem conforme o cronograma pré-estabelecido. Por tratar-se de uma bacia com poucos quilômetros quadrados, é possível percorrer os canais e analisar suas características em todo o trecho desde as “nascentes” até a foz.

As principais características observadas na primeira etapa da campanha de campo corresponderam à identificação das condições do leito dos canais e do tipo de uso e cobertura da terra no entorno destes. Nesta etapa procurou-se também analisar as variações do relevo na bacia – que se mostrou muito sutil – e as condições das margens dos canais, observando onde os mesmos encontram-se canalizados, expostos ou cobertos. Estas características tornaram-se critério para segmentação dos canais em trechos de observação.

Para a realização do mapeamento espacial da morfologia dos canais e suas margens, foram verificadas a largura e as condições de margens em cada trecho. As informações foram registradas a partir de fotografias, croquis e anotações, que, em momento seguinte, foram organizadas e plotadas.

Para efetuar a medição dos canais foi utilizado um metro digital a laser da marca RoHS, modelo RZA60, com capacidade de medir distâncias de até 60 metros (Figura 24). O metro é capaz de medir a distância a partir de seu topo, do meio ou de sua base, de acordo com a necessidade do usuário. Para medir a distância de uma margem a outra foi utilizada a configuração que mede a partir de sua base.

Em cada ponto foram feitos três registos e, em momento posterior, retirado a média entre estes para obter um valor mais preciso. Em determinados trechos onde a largura apresentava diferença dentro do próprio setor, foram feitas mais de uma medida para este. Todas as informações foram registradas em campo e passadas em formato de planilha para o software Excel 2016®, da Microsoft.

Figura 24 - Metro digital utilizado para efetuar as medições nos canais
Fonte: <http://www.rohsguide.com/> Acesso em jun. 2017.

Nos setores canalizados, onde as margens são concretadas, a medição foi feita de uma parede a outra do canal, conforme mostra a Figura 25. Em trechos não canalizados, as margens configuram-se de maneiras distintas, com declividades e alturas diferentes em ambas as margens, necessitando de um parâmetro para definir o posicionamento do metro. Nestes casos a medição foi feita a partir da parte da vertente onde foi possível notar o início da variação de declividade para dentro do canal, com o uso de uma barreira para apoiar o equipamento na vertical e focalizar o laser na outra margem.

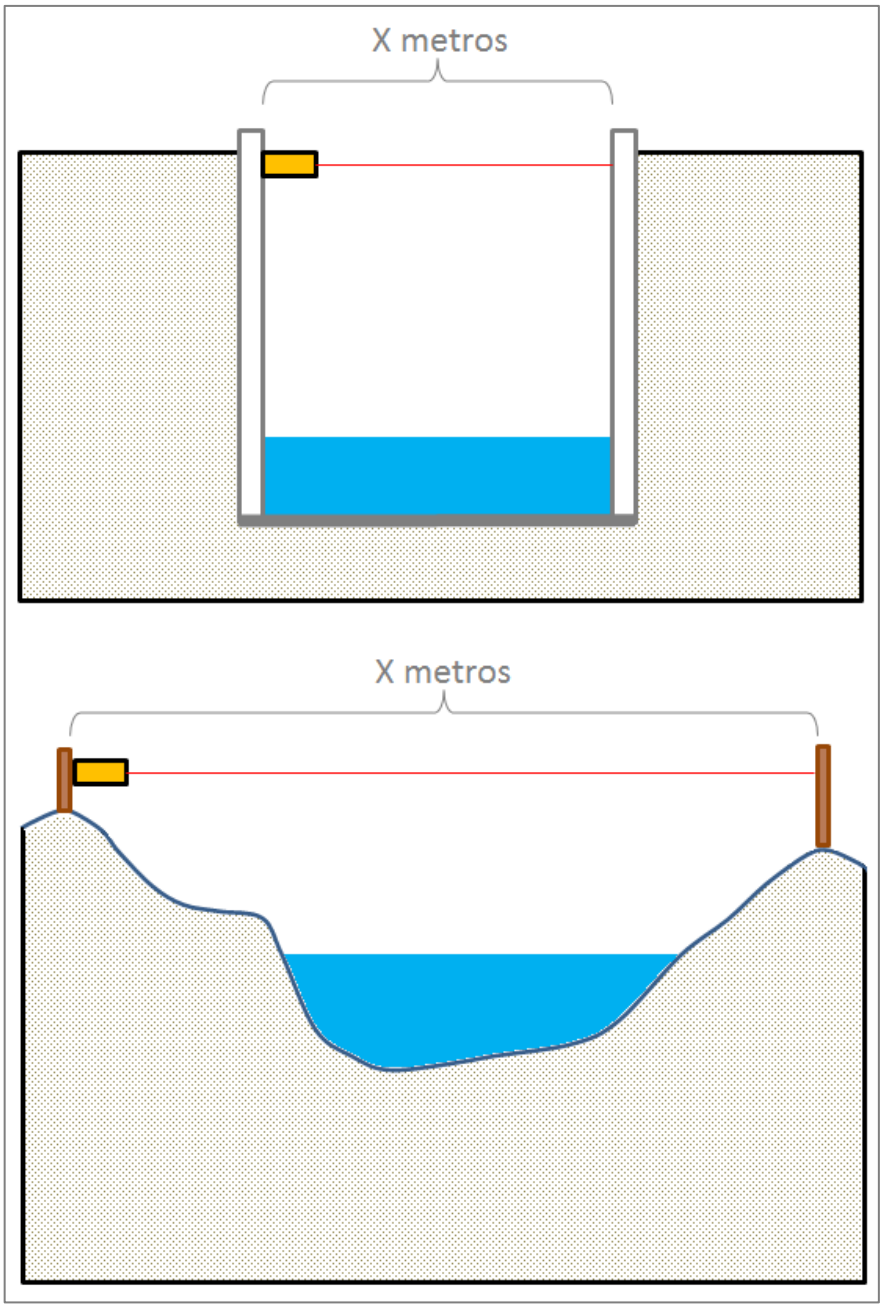


Figura 25 - Representação dos parâmetros para medição da largura dos canais com paredes concretadas e não concretadas
Fonte: Elaborado pelo autor.

3.4. ATIVIDADES DE GABINETE II

O trabalho subsequente à coleta dos dados corresponde à etapa correlatória das informações obtidas, no qual foram estabelecidas às inter-relações das informações teóricas, geo-históricas e cartográficas a fim de se estabelecer uma ordenação cronológica e espacial das informações.

Os dados cartográficos (Arquivos vetoriais e matriciais) foram padronizados e modificados no sistema de coordenadas Universal Transversa de Mercator – UTM, no fuso 24 K, e o datum de referência utilizado foi o SIRGAS 2000 – atual sistema geodésico de referência utilizado no Brasil desde 25 de fevereiro de 2015 segundo o IBGE. Para isto foi utilizado nesta pesquisa o software ArcGIS™ 10.3 desenvolvido pela empresa norte-americana ESRI.

Para a realização do mapeamento do crescimento da área urbana na bacia de drenagem e identificação dos vetores de expansão, levou-se em consideração o processo de ocupação da cidade para um período de 43 anos, sendo analisado a expansão dessas áreas a partir de fotografias aéreas dos anos de 1970, 1978, 1998, 2008 e 2013, conforme apresentado na Figura 26.

Na confecção do material optou-se pela técnica de vetorização manual em tela da área urbanizada com o aplicativo ArcMap (pacote ArcGIS). Esta técnica foi adotada devido à pequena escala cartográfica da área em estudo e a impossibilidade de realizar uma classificação automatizada devido às características intrínsecas das imagens aéreas.

No que se refere às informações de uso e ocupação da terra e características da área urbana para cada setor dos canais, foram utilizados como base: a imagem aérea mais recente de 2013, disponível pelo IJSN, a ferramenta gratuita Google Earth™, pois possui imagens de satélite mais recentes da área de estudo, e sobretudo as campanhas de campo com registros fotográficos.

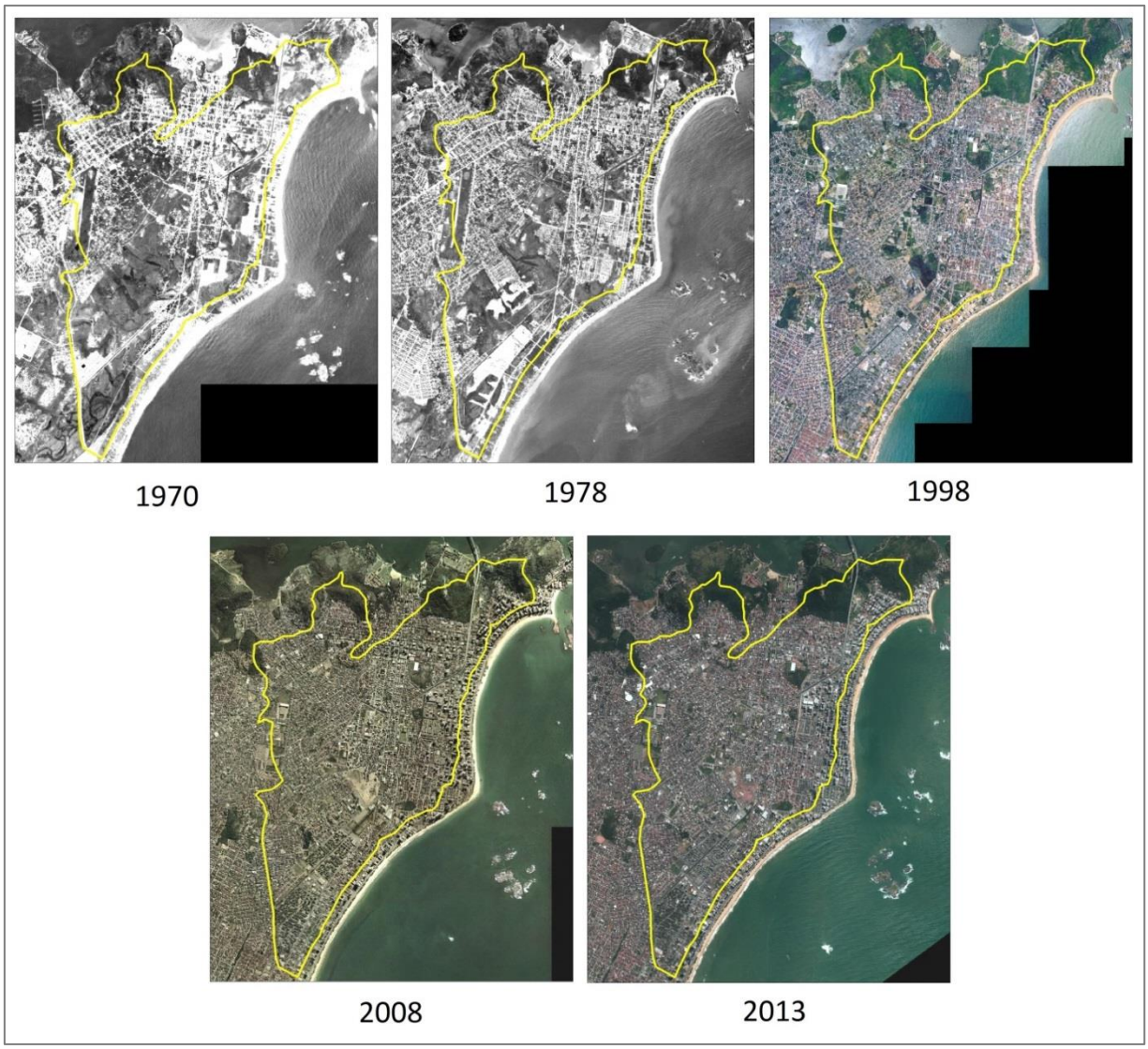


Figura 26 - Fotografias aéreas históricas da área correspondente à bacia dos canais da Costa e Bigossi nos anos de 1970, 1978, 1998, 2008 e 2013
Elaborado pelo autor.

CAPÍTULO 4 – SISTEMA FLUVIAL DO CANAL DA COSTA E BIGOSSI

As reflexões apresentadas até o presente capítulo representam um esforço em elaborar um substrato teórico-metodológico coerente para se realizar uma abordagem sistêmica para a problemática desta pesquisa: desnaturalização dos sistemas fluviais urbanos.

Segue a diante uma integração e discussão das informações e dados coletados, conforme a metodologia de Libault (1971). Nesta etapa semântica, serão feitas as inter-relações sobre a base conceitual, a base de dados histórico-geográficas e os dados de campo processados em ambiente SIG, culminando nas avaliações finais.

O capítulo se estrutura em duas partes. O subcapítulo 4.1 apresenta um resgate geo-histórico das modificações realizadas na planície costeira onde está localizado o objeto de estudo desta pesquisa, identificando as modificações diretas e indiretas no sistema. No subcapítulo 4.2 serão apresentadas as avaliações morfológicas dos canais e suas margens, nos setores definidos.

4.1. UM RESGATE GEO-HISTÓRICO DAS MODIFICAÇÕES NOS SISTEMAS FLUVIAIS

O contexto geo-histórico das modificações dos sistemas fluviais da área em estudo ultrapassa os limites da bacia para além do município onde esta se encontra. Trata-se de um processo histórico e político que se desdobrou até o atual momento, passando por diversas fases. Para que se consiga entender o que ocorreu nos canais da Costa e Bigossi é necessário, portanto, um olhar mais amplo em escala espacial e temporal dos eventos que ocorreram no território capixaba e influenciaram direta e indiretamente nesse processo de desnaturalização.

Não é, porém, objetivo desta pesquisa esgotar a história dessas modificações, pois se estenderia para além dos objetivos propostos. O que se pretende, porém, é destacar os principais pontos que influenciaram nesse processo, a exemplo das transposições de bacias realizadas na planície costeira, as canalizações dos principais sistemas fluviais desse ambiente, o processo de crescimento urbano

ocorrido mais intensamente entre as décadas de 1950 e 1990 e a influência dos projetos rodoviários.

Desde já justifica-se que a escolha pela abordagem sistêmica não só considerou os elementos componentes e a dinâmica do mesmo, mas também a interface que existe entre os diferentes sistemas que compõe o ambiente, isso é, os sistemas que influenciam mais diretamente sobre o funcionamento do sistema fluvial dos canais da Costa e Bigossi.

Em maior escala destaca-se a planície de inundação do baixo curso do rio Jucu, já citada nos capítulos anteriores desse trabalho. Segundo Martin e outros (1996) e Machado (2014), a referida planície compreende uma extensa área costeira onde atua predominantemente o processo deposicional de sedimentos trazidos pelo rio Jucu. Aproximadamente 78% de sua área está inserida no município de Vila Velha, onde também foram realizadas a maior parte das obras de desnaturalização dos sistemas fluviais.

Por situar-se em ambiente costeiro, o substrato dessa planície é composto pelos depósitos quaternários de sedimentos fluviais (trazidos pelo rio Jucu) e pelos depósitos marinhos de idade também quaternária, conforme foi apresentado no capítulo 1.2 desta pesquisa.

A bacia do rio Jucu é totalmente localizada em território capixaba e apresenta uma extensão de 2.221km² com uma alta densidade de drenagem, abrangendo seis municípios do Espírito Santo: Cariacica, Domingos Martins, Guarapari, Marechal Floriano, Viana e Vila Velha. O rio Jucu é formado por dois afluentes principais: o rio Jucu Braço Norte e o rio Jucu Braço Sul, que confluem na divisa de Domingos Martins e Viana, formando o Rio Jucu que flui 22,15km até a foz (Figura 27).

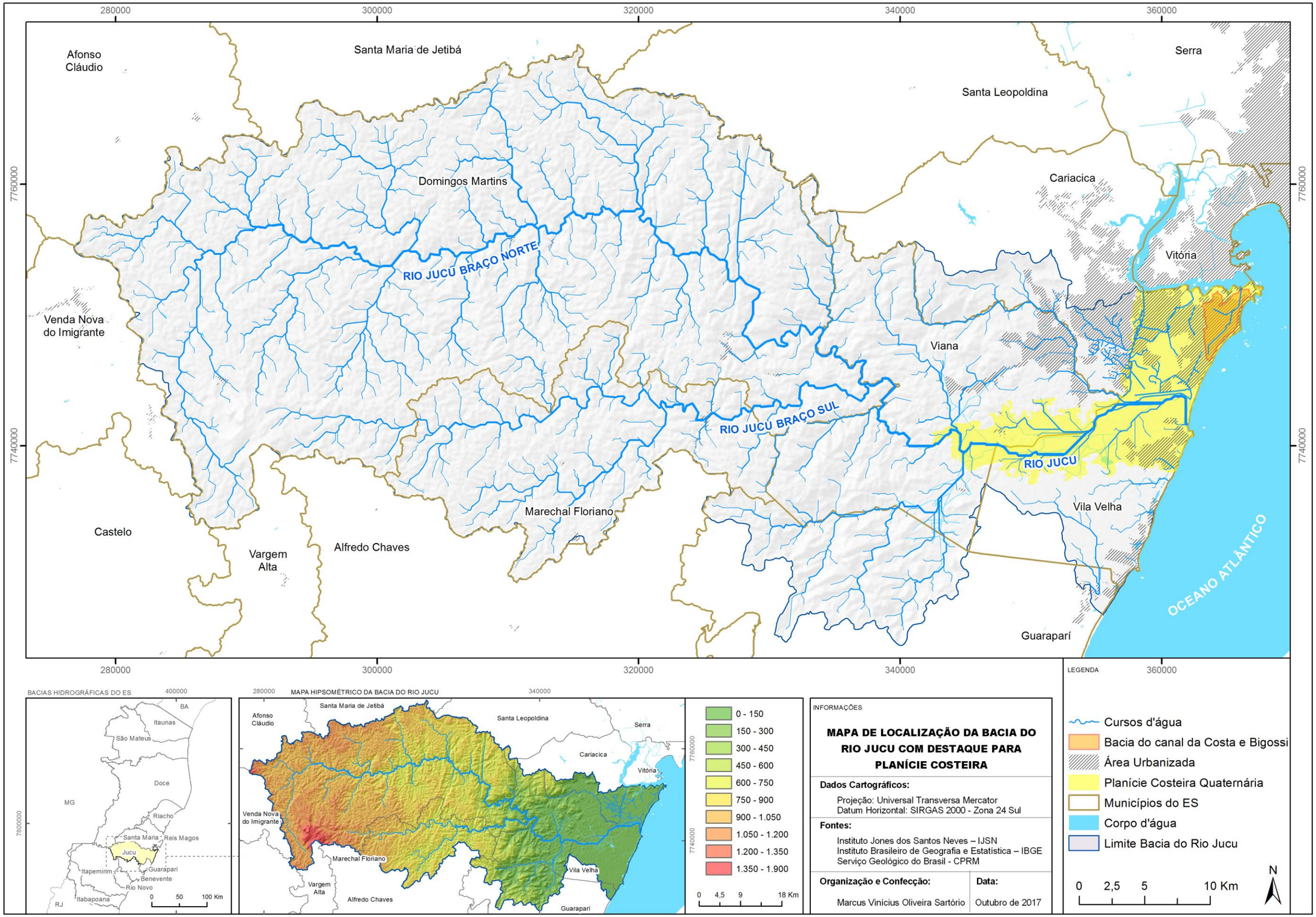


Figura 27 - Localização da bacia do rio Jucu com destaque para a planície costeira e para bacia de drenagem dos canais da Costa e Bigossi
Elaborado pelo autor.

A 26,15km da foz é identificada uma diminuição do grau hipsométrico do rio, apontando o trecho que se estende deste ponto à foz como o baixo curso da bacia onde prevalece o processo deposicional de sedimentos (Figura 28). Segundo Caus (2012), o rio Jucu apresentava grande migração do canal neste trecho inferior da bacia, e os ventos fortes de sentido norte e nordeste levavam grande quantidade de sedimentos à calha do rio, causando obstruções.

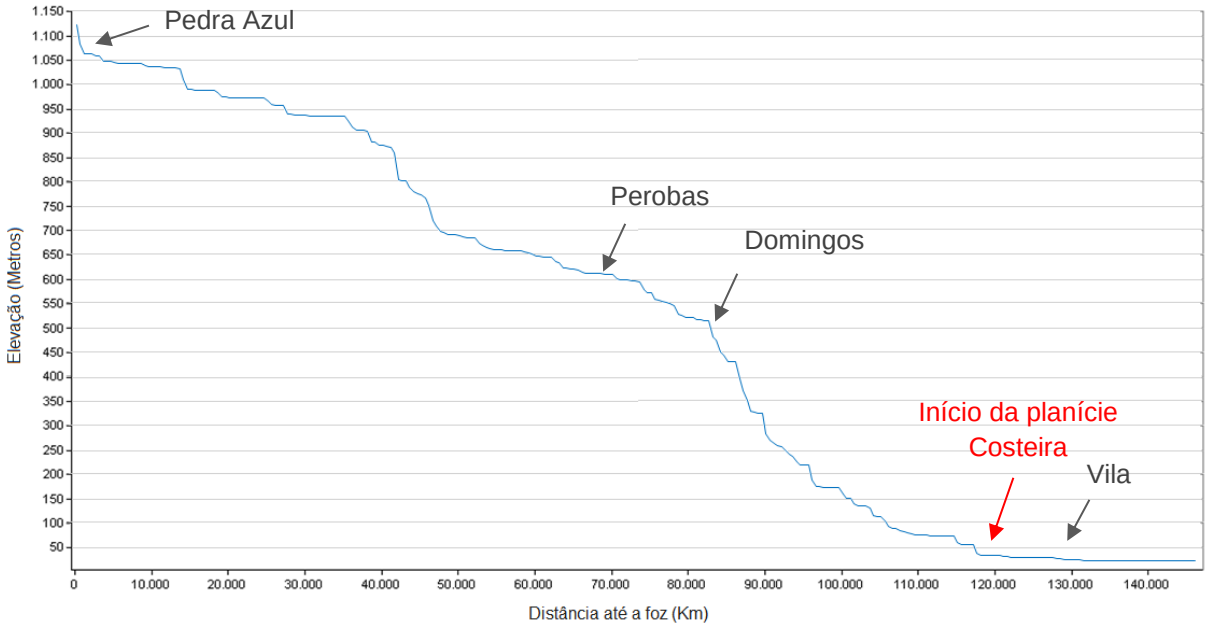


Figura 28 - Perfil hipsométrico do curso principal do rio Jucu com indicação de localidades no percurso do rio e destaque para o início da planície costeira
Elaborado pelo autor.

Ainda segundo Caus (2012), existem quatro pontos de controle importantes que interferem na migração do baixo curso do rio sobre a planície: O morro da Concha, na Barra do Jucu, que evita que a foz do rio continue migrando sua foz em sentido norte-sul; a garganta localizada próxima do começo do Canal das Neves; e dois promontórios cristalinos, um em Caçaroca, próximo à captação da CESAN, e outro em Itaputera, antes da travessia da rodovia do Sol.

Outros de origem antrópica são os diques de Guaranhuns, construído na margem esquerda do rio Jucu (depois de canalizado), e o de Santa Inês, que dividiu a bacia do rio da Costa.

Mesmo que o objeto de estudo desta pesquisa não seja a planície costeira, tampouco a bacia do rio Jucu, é importante considerar que o sistema fluvial dos canais da Costa e Bigossi, assim como dos outros sistemas fluviais dos rios Aribiri e Marinho estão inseridos nesta planície e, portanto, sofrem influência direta das dinâmicas existentes na mesma.

O rio Marinho, o Rio Aribirí e o rio da Costa (atual canal da Costa) correm em sentido sul-norte sobre a planície costeira de Vila Velha e desagua na baía de vitória. Esses sistemas compartilham também outras características como a dinâmica de marés que influenciam diretamente nos eventos de inundação da planície.

A planície costeira do baixo curso do rio Jucu compreende uma área de 142Km² e tem como característica terras baixas com altitudes que variam de 0 a 10 metros. Nela encontram-se promontórios cristalinos isolados, como apresentados na caracterização da área de estudo. Estes promontórios alcançam alturas acima de 100 metros, com destaque para o morro do Moreno, com 158 metros.

Uma das principais características dessa planície são os constantes eventos de inundação, estudados mais profundamente por Holz (2011), Deina (2013), Deina e Coelho (2013, 2015 e 2017). Estes eventos atingem extensas áreas da planície, sobretudo a área de estudo desta pesquisa. Portanto, a dinâmica das inundações que ocorrem no sistema fluvial dos Canais da Costa e Bigossi tem influência direta do sistema antecedente a este: a planície de inundação, que por sua vez, tem influência das dinâmicas das chuvas da bacia hidrográfica do rio Jucu (Sistema antecedente à planície costeira).

Considerando as definições acima, será feita uma abordagem das modificações realizadas nesses sistemas, considerando, a princípio, as que foram realizadas na planície de inundação, para em seguida, analisar mais de perto as modificações feitas no sistema fluvial dos canais da Costa e Bigossi.

Para este trabalho não foram avaliadas as modificações de uso da terra e as intervenções nos canais fluviais em toda a bacia do rio Jucu, pois considerou-se que as principais modificações que influenciaram na dinâmica da área de estudo estão localizadas na planície.

4.1.1. As intervenções diretas nos sistemas fluviais

Parece-nos plausível que o principal processo responsável pela desnaturalização dos sistemas fluviais tenha sido a urbanização. De fato, a urbanização foi, e em muitos lugares ainda é, um processo que desconsidera a presença dos rios em sua estrutura, ou quando os “tolera”, estes são usados como elementos da macrodrenagem urbana.

A desnaturalização dos sistemas fluviais na planície costeira, porém, ocorreu em um período anterior à urbanização. As intervenções remetem ao período da colonização do território espiritossantense, quando a necessidade de escoar a produção de uma das maiores fazendas da capitania (Fazenda Araçatiba), localizada no interior do atual município de Vila Velha, próxima ao Rio Jucu, levou os Jesuítas a fazerem a primeira transposição de bacias hidrográficas do Brasil no ano de 1740 (BALESTRERO, 2012; AMPC, 2007).

O grande desafio à época era levar a produção da fazenda Araçatiba à ilha de Vitória de forma mais rápida, pois neste período não havia estradas e os rios eram a melhor forma de transporte. A transposição consistiu na construção de um canal de aproximadamente 1500 metros, entre o rio Jucu ao leito de um pequeno rio que sofria forte influência marinha, conhecido como rio Marinho na altura de onde hoje se encontra o bairro Caçaroca, no bairro de Cariacica.

Neste período o rio Marinho era um modesto braço de manguezal que conectava alguns pequenos córregos à baía de Vitória em um trecho pouco maior que sete quilômetros. Devido a forte influência da maré que sofria, o rio apresentava características estuarinas (ACQUATOOL CONSULTORIA, 2009).

O Rio Formate, um importante tributário da bacia do Rio Jucu, desaguava no Jucu poucos quilômetros a montante da transposição feita pelos jesuítas, porém, após a obra, grande parte do volume de água e sedimentos trazidas pelo Formate passou a desaguar não somente no Rio Jucu, mas também no rio Marinho, modificando a dinâmica fluvial deste.

Um longo tempo se passou até que na década de 1950 a região do baixo curso do rio Jucu voltou a sofrer intervenções. Em 1949, um importante órgão foi criado no âmbito federal para realizar obras de drenagem, irrigação e defesa contra inundações em cooperação com os governos estaduais e municipais. Tal órgão, chamado

Departamento Nacional de Obras e Saneamento – DNOS, realizou diversas intervenções no baixo curso do rio Jucu, com a finalidade de melhorar o fluxo do rio, sanar os problemas de enchentes[18], além de drenar áreas agricultáveis, aumentando a fronteira agrícola e ampliar a área para ocupação urbana em Vila Velha (CAUS, 2012). A primeira grande obra realizada nesta área foi a retificação e o aprofundamento da calha do rio Jucu.

> Os trabalhos de canalização foram concluídos por volta de 1956. O trecho inicial da ponte para cima, numa extensão de 1.500 metros, teve 60 metros de largura de fundo, com 4 metros de profundidade. O trecho adiante, com extensão de 4.100 metros, tinha largura de fundo de 40 metros. Da sua foz até próximo à atual ponte na Rodovia do Sol, sua extensão beirava 2 mil metros (CAUS, 2012, p.137).

Com a retificação do baixo curso do rio Jucu, a ligação feita pelos jesuítas ligando-o ao rio Marinho foi desfeita, e o rio Formate, que até então desaguava no Jucu, passaria a desaguar também no rio Marinho, formando conexão entre essas bacias (ACQUATOOL CONSULTORIA, 2009). Outras intervenções, ainda na década de 1950, reforçaram a afluência do rio Formate ao rio Marinho através de obras de retificação de rios promovidas pelo DNOS (COMDEVIT, 2010).

No mesmo ano da retificação do rio Jucu o DNOS abriu um canal ligando novamente a bacia do Jucu à bacia do rio Marinho, em um trecho mais a montante, chamado Canal das Neves, com o intuito de aumentar a capacidade de escoamento e minimizar as enchentes no baixo curso da bacia.

O mapa da Figura 29 apresenta um panorama das modificações promovidas na planície. Neste, é possível notar que a maior parte dos rios localizados na planície costeira passaram por algum processo de desnaturalização, como também alguns foram suprimidos.

[18] O termo enchente foi aqui utilizado mantendo-se o termo utilizado na lei 819, de 19 de setembro de 1949, que instituiu o regime de cooperação do órgão.

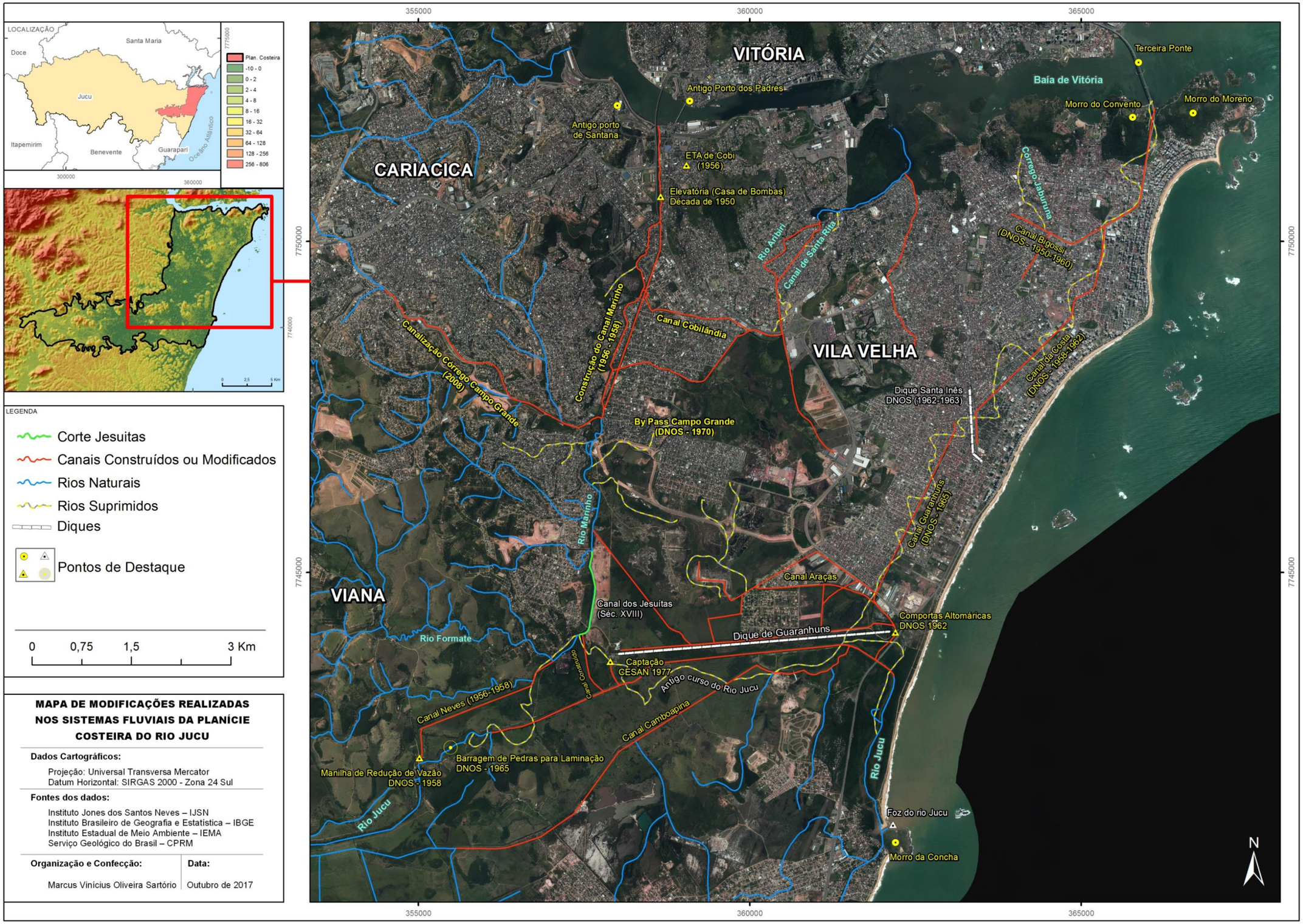


Figura 29 - Modificações nos sistemas fluviais da planície costeira da bacia do rio Jucu
Fonte: Elaborado pelo autor, com base nos trabalhos de ACQUATOOL CONSULTORIA (2009); COMDEVIT (2010); Caus (2012); Deina (2013); Belo (2014).

Em época de estiagem, as obras de retificação do rio Jucu reduziam a vazão no canal dos jesuítas para o Marinho. Nesse sentido, o Canal das Neves também tinha o objetivo de elevar o nível do rio Marinho para veicular água suficiente para alimentar a estação de tratamento de água – ETA de Cobi, construída também no mesmo ano a 1500 metros da foz do rio Marinho (ACQUATOOL CONSULTORIA, 2009 e CAUS, 2012).

Na época em que o DNOS executava a retificação no Jucu, a Grande Vitória já demandava mais água para consumo humano. O manancial existente em Duas Bocas, responsável por abastecer toda a região, demonstrava ser insuficiente para atender à crescente demanda.

A ETA de Cobi foi construída com o objetivo de melhorar a qualidade da água distribuída na região e reforçar o abastecimento para suprir a crescente demanda de água. Para tanto, foi necessário realizar obras no rio Marinho para que se tornasse viável a captação de água neste.

Assim, realizou-se a construção do Canal Marinho (Figura 30), que objetivava servir de canal de tratamento auxiliar e tomada de captação para o sistema de abastecimento de água para a região realizada agora pela ETA de Cobi. Esta obra foi de significativa importância econômica no período que compreendeu o início do ciclo de urbanização de Vila Velha, promovendo o desenvolvimento do município (ACQUATOOL CONSULTORIA, 2009).

Como consequência dos altos índices de poluição, causando a queda da qualidade da água, tornou-se inviável a utilização do Canal Marinho como manancial para a estação de tratamento. Assim, na década de 1970 foi desativada a ETA de Cobi juntamente com o Canal Marinho, deixando de servir ao objetivo primeiro e passou a ser mais um canal esquecido na malha urbana (CAUS, 2012).

Figura 30 - Vista aérea do Canal Marinho desaguando ao fundo na baia de Vitória na década de 1980. Ao lado esquerdo da imagem observa-se o antigo curso do rio Marinho
Fonte: www.morrodomoreno.com.br

Caus (2012) apresenta a situação do rio Marinho no período em que foi desativado:

> O processo de crescimento da Grande Vitória continuava acelerado. O Marinho não era só insuficiente para atender à população. A qualidade de suas águas e do Rio Formate que desaguava no Marinho, tornava-se imprópria para consumo humano, principalmente pela presença de esgoto e pelo processo de urbanização da região. O crescimento desordenado da cidade, a falta de investimentos em infraestrutura e saneamento, e o desrespeito pelo meio ambiente fizeram com que o rio Marinho fosse destruído (CAUS, 2012, p. 143).

Neste sentido, a CESAN, fundada em 1967, passara a alterar, a partir dos anos 1970, os sistemas de captação de água em mananciais próximos às cidades para mananciais mais distantes onde as águas apresentavam menor índice de degradação. Tal iniciativa exigiu um grande esforço diante das dificuldades operacionais e de manutenção, além de investimentos na construção de longas redes adutoras (CAUS, 2012).

A aceleração do processo de crescimento urbano nessa década gerou também uma crescente produção de esgoto, que começou a ameaçar a qualidade das águas do rio

Jucu, principalmente as águas do rio Formate que desaguava muito próximo do local de captação, devido à construção de um canal ligando novamente o rio Jucu ao rio Marinho.

> Para reduzir os efeitos desta contaminação se passou a reverter as águas do rio Formate para o Marinho mediante a uma barragem de enrocamento localizada no leito principal do rio Jucu, localizada a jusante do canal de adução da captação (ACQUATOOL CONSULTORIA. 2009, p.99).

Além das alterações mostradas anteriormente, uma obra de drenagem mais recente foi promovida no sistema do rio Marinho e do rio Aribiri: a criação de um canal chamado Vala Marinho, também conhecido como Canal Cobilândia. Este compreende um canal artificial construído conjuntamente a um sistema de comportas automáticas para controle de inundação no lado direito do rio Marinho, ligando-o ao rio Aribiri, cortando o bairro de Cobilândia, em Vila Velha.

Figura 31 - Vala Marinho no bairro Cobilândia
Fotografia por: Marcus Vinícius Oliveira Sartório. Data: Maio de 2017.

O sistema funciona drenando o excesso de água do rio Marinho, caso os níveis da água subam além dos limites suportados pelo rio, drenando o excedente de água para o Rio Aribiri. Todavia, o sistema também funciona com o fluxo invertido, drenando água do Rio Aribiri para o rio Marinho caso a magnitude do escoamento do primeiro supere a do segundo. Isto é possível devido a leve conformação altimétrica identificada entre estes dois rios (COMDEVIT, 2010).

Pode-se dizer que o histórico das intervenções executadas nesses sistemas fluviais, foram realizadas, sobretudo, para solucionar os problemas de inundação, mas também é possível conjecturar que o crescimento urbano notado a partir da década de 1950 influenciou, em certa medida, para a realização dessas obras.

Segundo as informações dos engenheiros envolvidos nas obras do DNOS, os trabalhos de canalização realizadas no baixo Jucu, principalmente na década de 1950 em diante, representam uma das mais complexas intervenções realizadas em uma região flúvio-marinha no território brasileiro.

O período entre os anos 1950 e 1960 foi marcado por um boom populacional em Vila Velha, impulsionado pela demanda de novas áreas para habitação devido aos programas habitacionais implementados - como foi apresentado no capítulo 1.3 deste trabalho. Com o avanço das técnicas construtivas e a pressão imobiliária, as planícies de várzeas foram drenadas e os rios canalizados, dando espaço à expansão da malha urbana de Vila Velha sobre a planície costeira.

Apesar de essa região apresentar um histórico de desastres relacionados à inundações que remete às primeiras vilas que se estruturaram ali, esse fato não coibiu a expansão da área urbana sobre esses espaços. A canalização do rio da Costa foi um importante passo para que essa expansão ocorresse.

Foi no ano de 1958 que o rio da Costa passou a ser canalizado a partir de seu baixo curso. Santos (1999) o descreveu assim:

> O rio da Costa, mais propriamente um braço-de-mar que adentrava pela barrinha, estava localizado ao pé dos morros do Moreno e Convento, na extremidade leste da praia de Piratininga. Contornava o morro do Convento, aproximava-se da cidade e seguia paralelo à rua Luíza Grinalda, atravessando a avenida General Brandão Júnior (Atual Champagnat), na divisa do sítio do Batalha, onde está hoje o colégio Nossa Senhora da Penha (irmãos maristas), e prosseguindo na direção sul, por trás do morro do batalha (p.64).

Segundo o autor, a população que ali vivia era composta de pessoas pobres e humildes que buscavam na pesca e no artesanato o seu sustento. O rio da Costa, nesse contexto se constituía de rica fonte de alimento para os moradores de Vila

Velha, principalmente nos períodos de marés baixas, onde era farta a pesca e cata de caranguejos, guaiamuns e aratus (Figura 32).

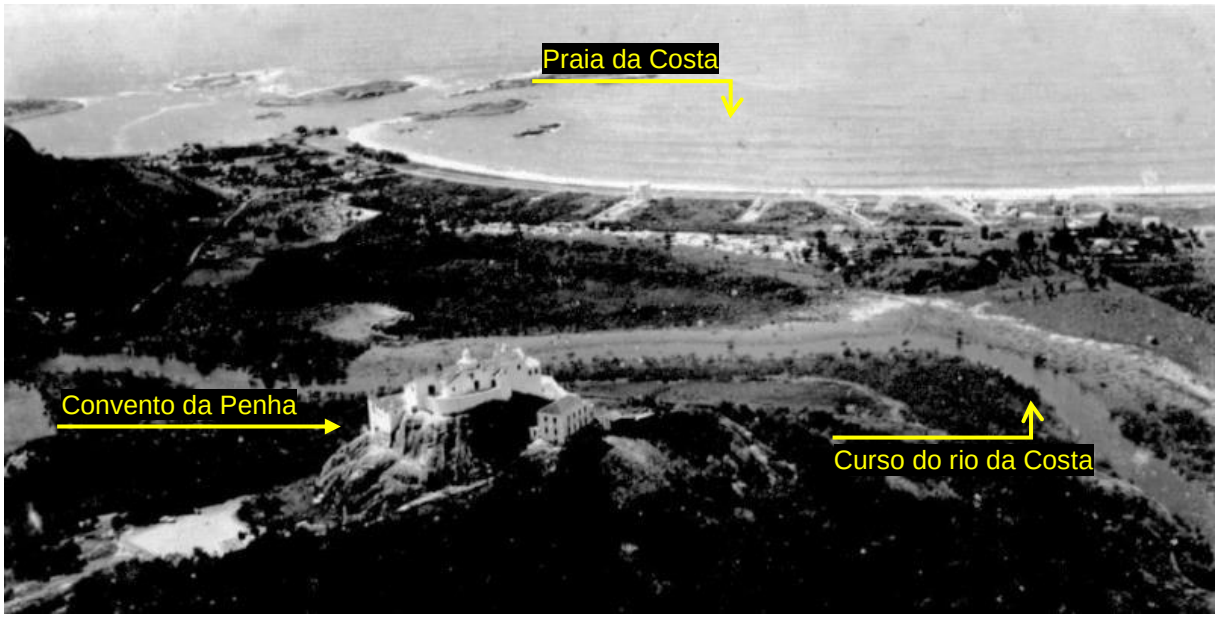


Figura 32 - Antigo curso do rio da Costa passando por entre o morro do convento e a praia da Costa na década de 1950
Fonte: Site Morro do moreno. Disponível em: http://www.morrodomoreno.com.br/materias/o-rio-da-costa.html – Modificado pelo autor.

Após a grande inundação que ocorreu em março do ano de 1960, gerando extensas perdas além da destruição da ponte sobre a principal via (Champagnat), imediatamente foi continuada a construção do atual canal da Costa pelo DNOS, juntamente com o Departamento de Obras da Prefeitura Municipal.

De acordo com Setúbal (2001), a enchente histórica de 1935 foi registrada como a de maior intensidade, porém a ocorrida no ano de 1960 foi considerada a mais devastadora na região devido ao maior número de perdas humanas e materiais (Figura 33).

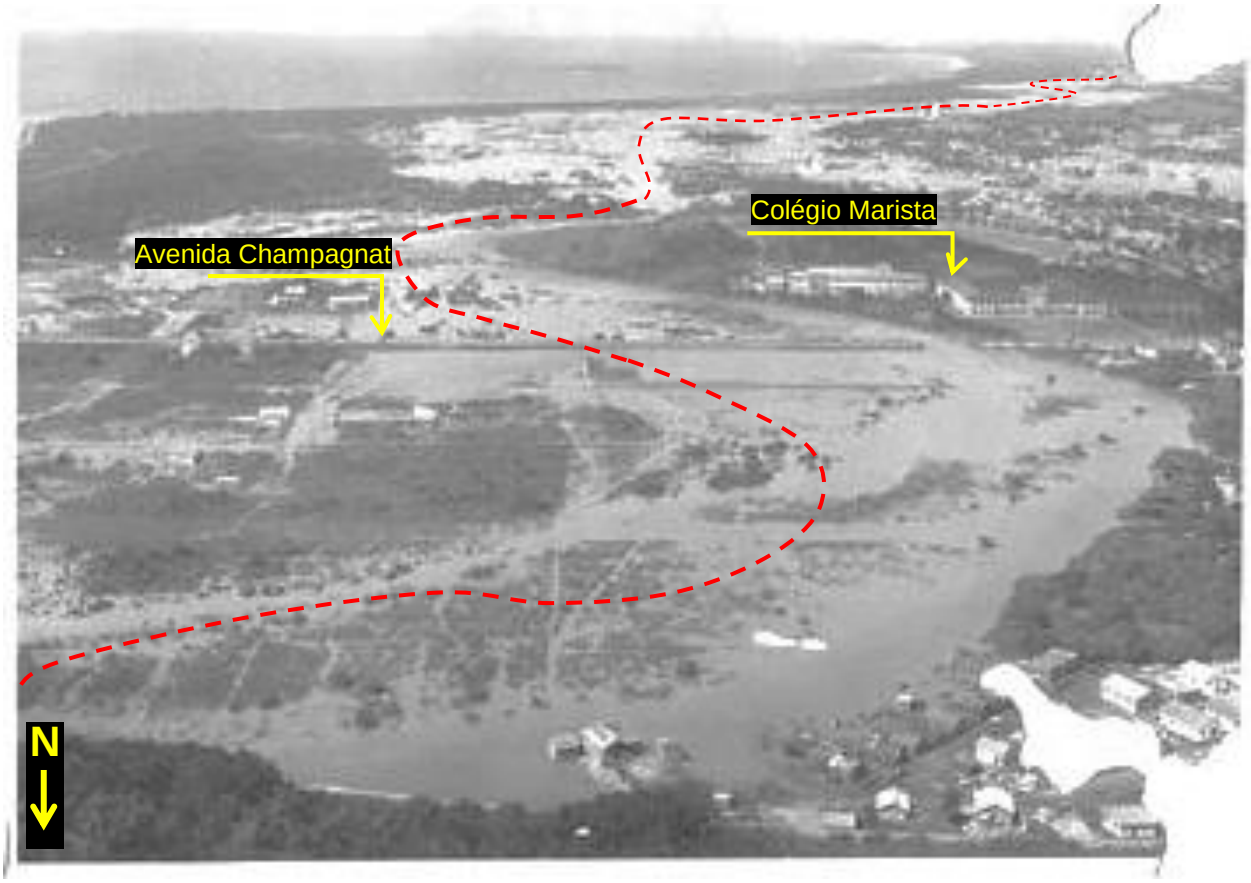


Figura 33 - Fotografia da área inundada na planície de Vila Velha com destaque para o antigo curso do rio da costa (traçado vermelho)
Fonte: IJSN – Biblioteca fotográfica (1964) – Modificado pelo autor.

Em 1963 foi construído o dique de Santa Inês para proteger o centro de Vila Velha de outros eventos como o que ocorreu. O dique prolongou-se do bairro Santa Inês até a atual Rodovia do Sol, na altura do bairro Itaparica (Figura 29), dividindo o rio da costa, desconectando-o do rio Jucu.

Neste novo cenário o rio da Costa já canalizado, passou a se chamar canal da Costa, no trecho do dique até a baía de Vitória (Figura 34). O outro trecho, que se liga ao rio Jucu passou a ser chamado de canal Guaranhuns. Na Figura 35 ainda é possível notar o antigo curso do rio da Costa, mesmo com as obras de canalização e construção do dique finalizadas na década de 1970.

Outro dique de dimensão maior do que o de Santa Inês foi construído na margem oeste do Jucu, com intuito de proteger não somente o centro de Vila Velha, mas também as outras áreas que já estavam sendo ocupadas à época. O dique de Guaranhuns compreende uma extensão de cinco quilômetros, desde a atual rodovia do Sol até próximo à captação de água da CESAN, em Araçás (CAUS, 2012).

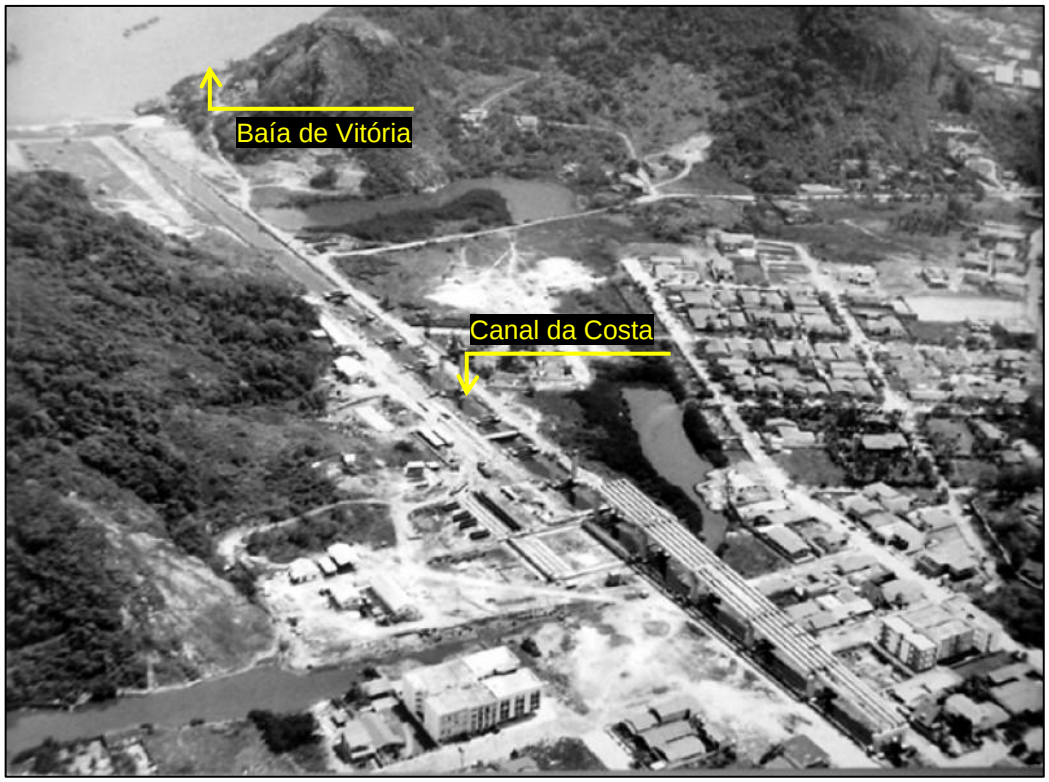


Figura 34 - Fotografia da foz do canal da costa na década de 1970
Fonte: Fotografia de Elson Gatto Filho. Disponível em: http://www.morrodomoreno.com.br/materias/barrinha-a-foz-do-rio-da-costa-.html - Modificado pelo autor.

Figura 35 - Imagem aérea com destaque para trecho onde foi construído o dique de Santa Inês dividindo o canal da Costa e o canal Guaranhuns na década de 1970
Fonte: IJSN, 1970 - Modificado pelo autor.

Desde sua construção o dique de Guaranhuns passou por diversas reformas devido ao recalque do terreno e do próprio dique. Sua altura de 3,5 metros ficou acima do nível de algumas inundações que ocorreram nos anos seguintes (CAUS, 2012), porém, isso não impediu que a água do Jucu atingisse as áreas adjacentes ao dique em eventos extremos futuros.

Apesar dos intensos esforços para conter as inundações em Vila Velha, as medidas estruturais adotadas se mostraram insuficientes, como se pode observar em uma fotografia aérea da inundação ocorrida em início de 2012 (Figura 36). Neste cenário, pode-se observar que o dique não impediu que as águas do rio Jucu inundassem as áreas ao norte do dique, incluindo os bairros próximos ao centro de Vila Velha.

Figura 36 - Fotografia da área inundada no baixo curso do rio Jucu no ano de 2012
Fonte: Caus (2012) - Modificado pelo autor.

Com o rio da Costa canalizado na década de 1960, as condições da paisagem que outrora condicionavam a ocupação humana foram modificadas pela técnica, e impulsionada pelo avanço imobiliário. As áreas alagadas foram drenadas dando início a um crescimento urbano que se desdobrou por décadas, extinguindo o curso natural dos rios e exigindo a criação de novos canais artificiais.

Um desses canais artificiais criados foi o canal Bigossi (Figura 37). Segundo Belo (2014), a obra de construção do canal Bigossi iniciou-se com o antigo Departamento Nacional de Endemias Rurais, e teve como objetivo o controle de vetores de doenças que se espalhavam na região, por tratar-se de uma área de alagado. Em 1950 o DNOS assumiu as obras e ampliou o canal.

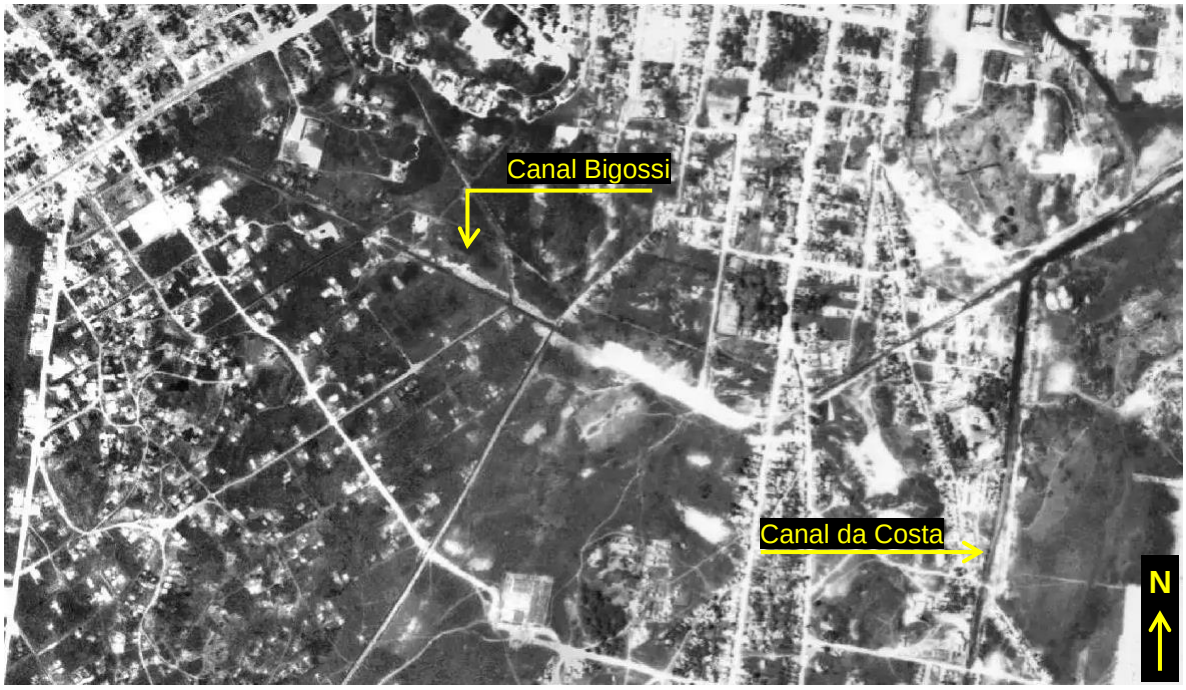


Figura 37 - Fotografia do canal Bigossi na década de 1970 após a conclusão das obras de construção do canal
Fonte: IJSN, 1970 - Modificado pelo autor.

A vegetação das áreas ao redor do canal Bigossi era composta por mangues e o terreno não permitia a construção de edificações, pois sofria forte influência da maré. A expansão da urbanização sobre essa área também foi outro fator que impulsionou a construção do canal. Com a drenagem da área e a destruição da vegetação, logo as primeiras moradias surgiram e, por conseguinte, os instrumentos viários.

Depois da extinção do DNOS o Bigossi ainda passou por modificações em sua estrutura até recentemente, quando o canal foi substituído por manilhas cobertas para construção de ciclovias e avenidas vicinais (Figura 38).

Figura 38 - Obras no canal Bigossi em 2012
Fonte: Arquivo de Ronald Mansur. Disponível em: <http://vitrinecapixaba.blogspot.com.br/2012/12/eu-e-minha-sony-141.html> Acesso em ago. 2017.

O esquema da Figura 39, apresentado a seguir, demostra em uma sequência cronológica as obras executadas na planície costeira desde a transposição realizada pelos jesuítas até o atual momento.

Diante deste contexto no qual os canais da Costa e Bigossi encontram-se, é notável a completa desnaturalização do ambiente flúvio-marinho da planície costeira. A interferência nos fluxos de matéria e energia dos sistemas que trabalhavam em um estado de equilíbrio romperam com a dinâmica natural desses, dando origem a um novo equilíbrio, ainda sensível aos eventos extremos que possam ocorrer.

As transformações realizadas nos rios são apenas parte do processo de desnaturalização. É necessário considerar que no sistema fluvial inclui-se também as margens e as áreas adjacentes aos rios.

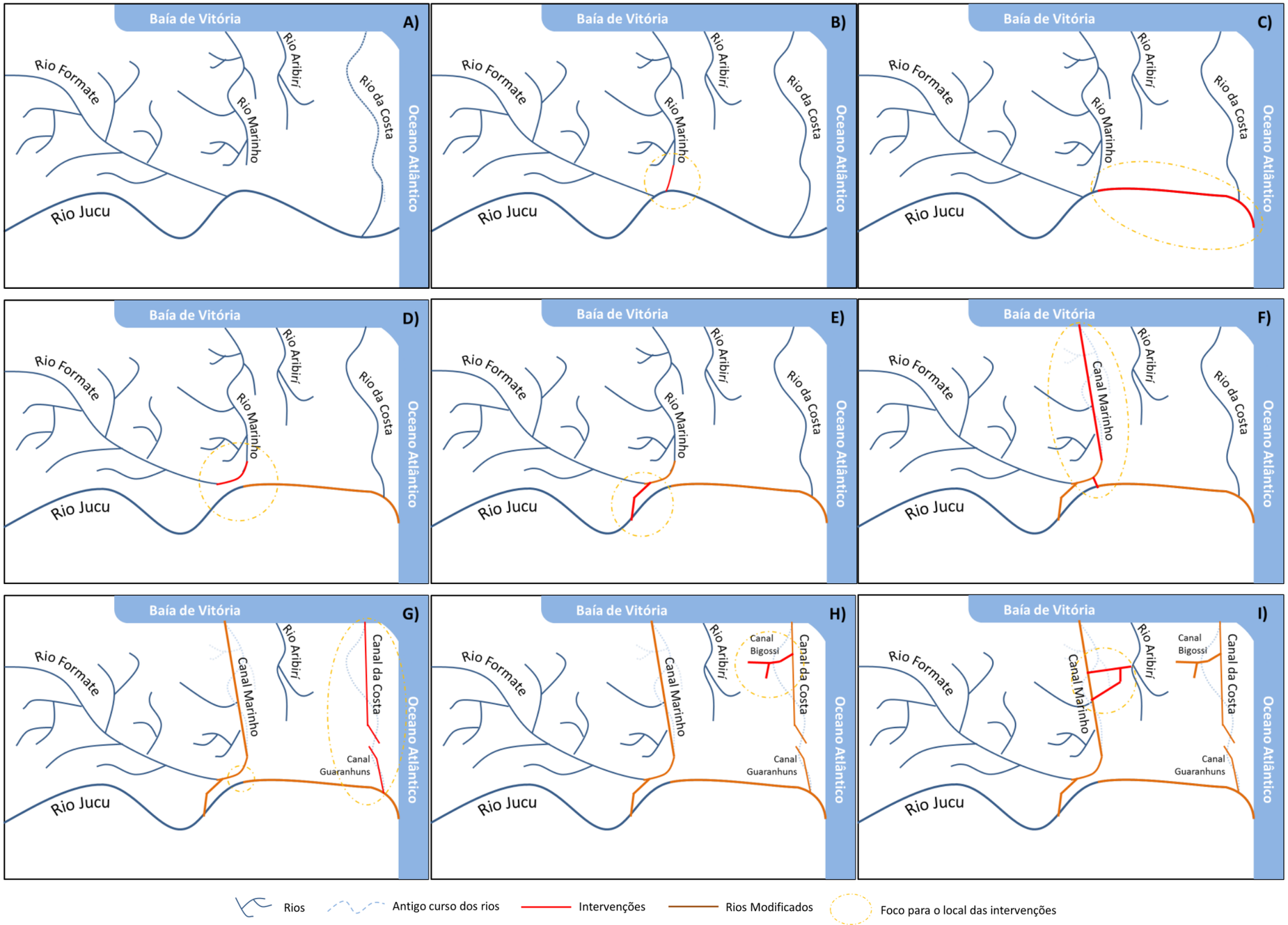


Figura 39 - Esquematização das modificações realizadas nos sistemas fluviais da planície costeira do baixo Jucu; a) Estado anterior às modificações; b) Construção do canal ligando o Rio Jucu ao rio Marinho pelos jesuítas; c) Canalização do baixo curso do rio Jucu
Elaborado pelo autor, com base em Sartório (2015).

Diante disso, Park (1981) e Knighton (1984) consideram que as mudanças fluviais podem ser introduzidas de maneira direta ou indireta. Até então foram apresentadas as mudanças realizadas diretamente nos sistemas fluviais.

As mudanças indiretas, que resultam das atividades realizadas fora das áreas dos canais e que modificam o comportamento da descarga líquida e sólida do rio, dizem respeito ao uso da terra. Essas mudanças indiretas incluem as diversas formas de uso das terras drenadas pelas obras de canalização, como lavouras e pastos, porém, a urbanização é o principal elemento que interfere na dinâmica da área de estudo (CUNHA, 2008; 2011).

Além dos impactos causados pela impermeabilização do solo e do acréscimo de sedimentos introduzida nos rios pela construção civil, deve-se considerar que para toda essa área ser ocupada foi necessário o desmatamento da vegetação nativa, principalmente de manguezais e vegetação de restinga.

No subcapítulo a seguir, será realizado o levantamento geo-histórico do crescimento da área urbana sobre a atual bacia dos canais da Costa e Bigossi. Destacam-se inicialmente três fatores cruciais dentre as mudanças indiretas realizadas no sistema para que se alcançasse a atual condição: A supressão da vegetação, os projetos viários no direcionamento dos vetores de expansão urbana, e as construções de edificações.

4.1.2. Vetores do crescimento urbano sobre a bacia

A pequena vila que passou a existir após o período de colonização em 1535, e passou de sede da capitania para uma vila de pescadores e artesãos em 1551 - quando foi nomeada de Vila Velha (ESPÍRITO SANTO, 2011), permaneceu sem grandes alterações durante 300 anos tanto no que confere a investimentos públicos de infraestrutura, quanto do setor privado e do setor imobiliário.

Entre o fim do século XIX ao início do século XX a cidade de Vila Velha que se apresentava de forma modesta em um estreito sítio compreendido entre a Prainha e a praça Duque de Caxias, tinha seus limites circundados pelos sítios das famílias tidas como grandes proprietárias de terras (SANTOS, 1999).

Como observado na Figura 40, a organização espacial e territorial de Vila Velha, estava de certa forma condicionada aos fatores naturais da paisagem como os rios que adentravam as terras como o rio da Costa e o rio Aribirí, o rio Santa Maria que forma a baía de Vitória ao norte e o oceano a leste.

Figura 40 - Organização territorial do entorno da cidade de Vila Velha em fins do século XIX
Fonte: Desenho de Jair Santos, 1999.

Nesse processo, que é histórico, observamos que a relação da cidade com os rios se deram de maneiras distintas, onde em um primeiro momento estes sistemas fluviais tinham seus potenciais explorados para o crescimento da cidade, proporcionando meio de transporte, abastecimento de água e alimento através da pesca, dentre outros. Este primeiro momento deu-se desde a colonização até meados do século XX. Como foi dito anteriormente, a área urbana não sofreu alterações significativas durante um longo período de tempo.

O princípio da expansão urbana sobre a bacia de drenagem iniciou-se pelo baixo curso do canal da Costa, próximo à foz. A ocupação começou com o loteamento das terras pertencentes à família Motta por volta de 1940, que logo se estendeu para as terras da família Ferraz, entre a praia da Costa e o rio da Costa.

Neste segundo momento dois personagens importantes: Albuquerque e Clodomir de Sá Adnet, que vieram de Vitória, fundaram a Sociedade Imobiliária Nossa Senhora da Penha em 1950, e deram início ao crescimento imobiliário de Vila Velha a partir dessa década (SANTOS, 1999).

As transformações ocorridas na paisagem de Vila Velha, dos anos 1950 em diante, se deram a partir de várias modificações empreendidas durante o processo de crescimento urbano em detrimento à paisagem natural existente. Neste processo também as áreas de pasto, que existiam nos arredores da área urbana do município, deram lugar à expansão da mancha urbana.

Este momento evidencia uma nova fase onde os rios deixam de ser explorados para o transporte e para pesca e passam a ser obstáculo ao crescimento da cidade. A atual situação dos canais da Costa e Bigossi se apresenta como testemunho do processo geo-histórico deste segundo momento.

Neste contexto, as considerações que seguem, apresentam o cenário de expansão na bacia neste segundo momento apresentado, onde observa-se maior intensidade das modificações do uso do solo. Cabe destacar que para a análise dos vetores de crescimento na área de estudo, foi utilizado o atual limite da bacia de drenagem, mesmo em uma época em que a condição morfológica do sistema fluvial apresentava uma configuração diferente.

Estão sendo consideradas as imagens aéreas dos anos 1970, 1978, 1998, 2008 e 2013, para a observação do uso e ocupação da terra, conforme mencionado na metodologia deste trabalho (Figura 41).

O ano de 1970 já apresenta uma extensa área já urbanizada correspondente a 4,05Km² da bacia, principalmente nos perímetros da rodovia Champagnat em sentido ao litoral. Nota-se ainda na imagem do ano 1970 que muitas estradas ainda não haviam sido asfaltadas, e na medida em que estas se afastavam do centro, tornavam-se mais dispersas.

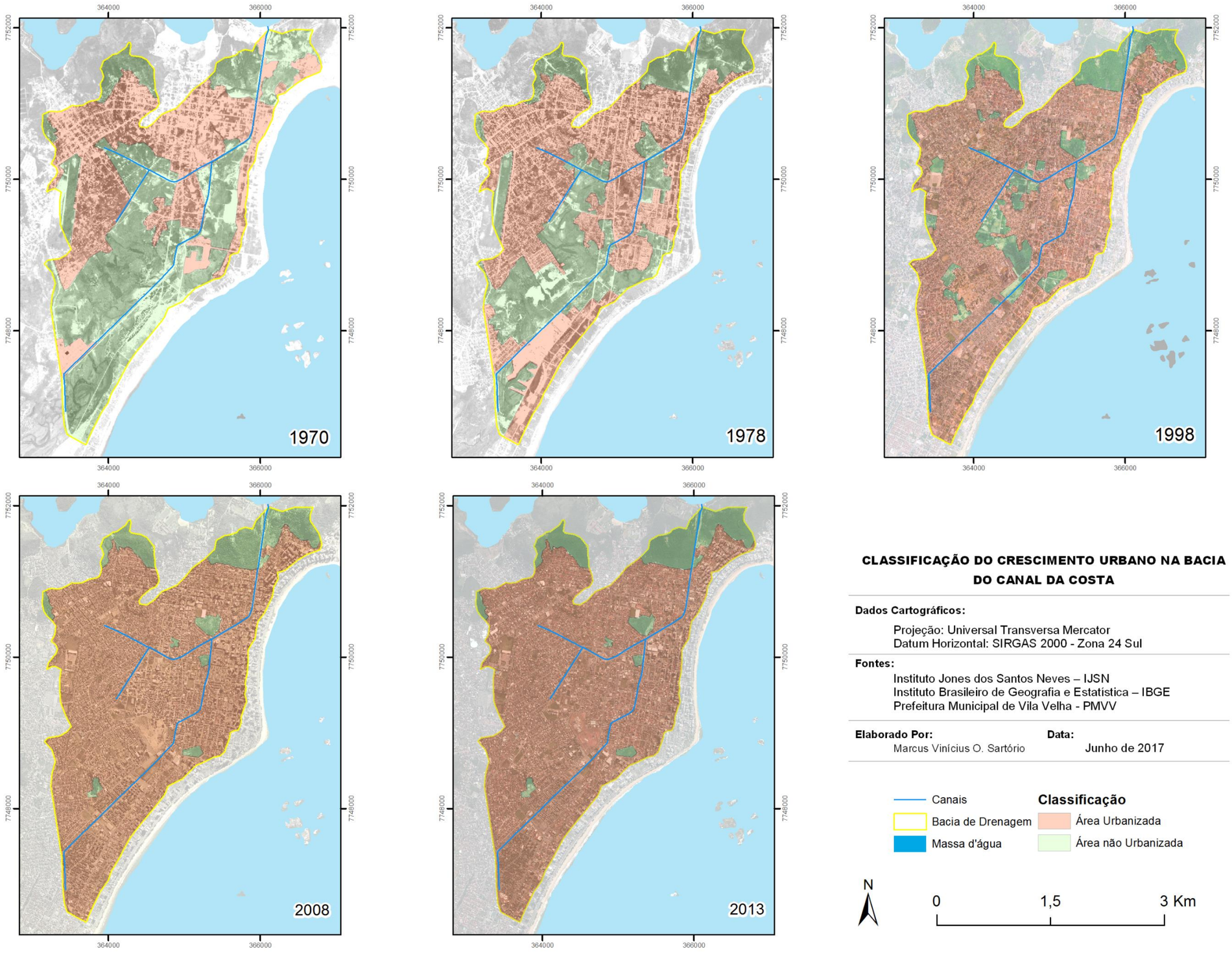


Figura 41 - Classificação da área urbanizada na bacia para os anos de 1970, 1978, 1998, 2008 e 2013
Elaborado pelo autor.

Com 42% da bacia ocupada, os maiores bairros à época eram os bairros da Gloria, que se estendia até o centro de Vila Velha, o Centro e o bairro Praia da Costa. Neste período o rio da Costa já havia sido canalizado, porém, apenas alguns trechos em seu médio curso margeava a área urbana. Cabe informar aqui que os limites dos bairros no período em questão eram mais extensos do que os atuais, envolvendo outras áreas onde hoje fazem parte de outros bairros (Figura 42).

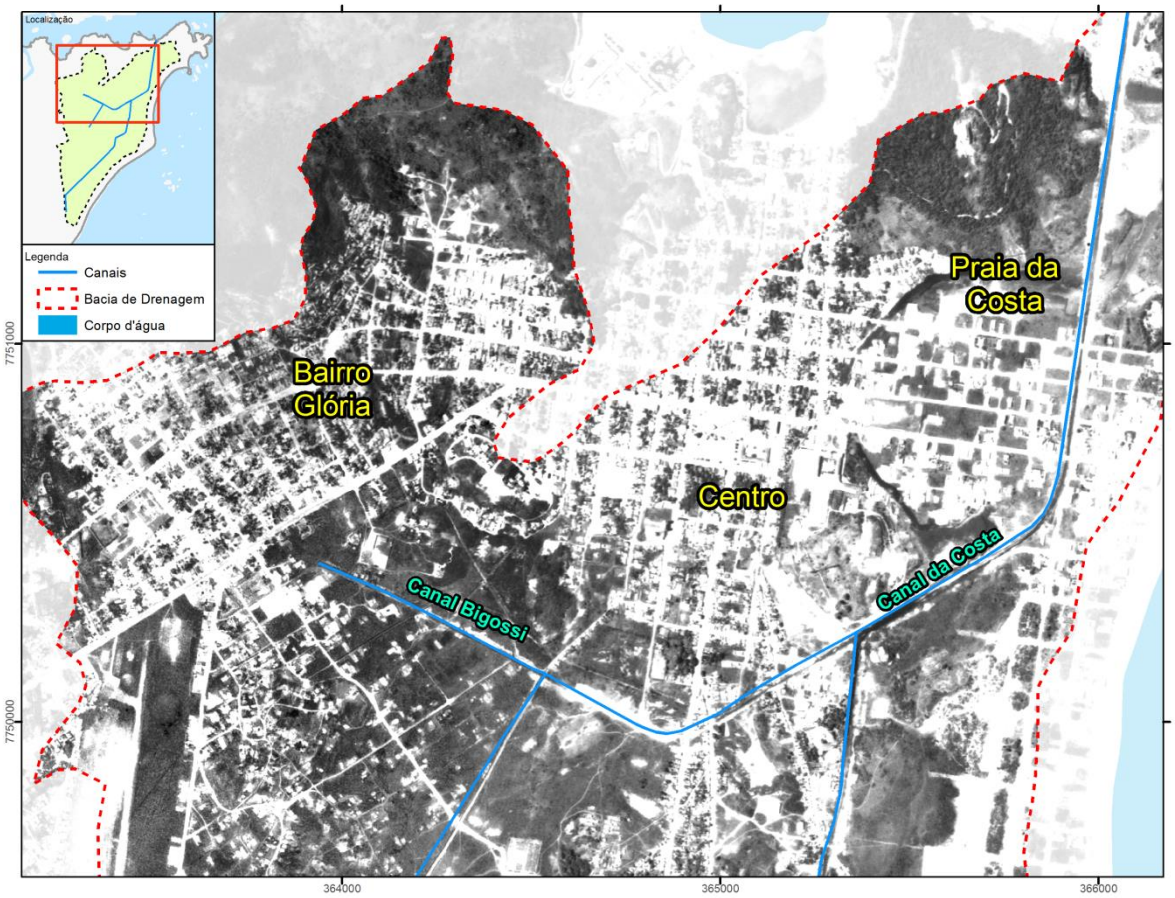


Figura 42 - Organização da área urbana na bacia de drenagem nos anos 1970
Elaborado pelo autor.

Na carta topográfica elaborada pelo IBGE (1980) com base em dados aerofotogramétricos de 1974, é possível notar que a expansão da área urbana na bacia ainda estava direcionada pelas principais vias de Vila Velha: a Avenida Carlos Lindemberg, a Avenida Champagnat e a rodovia ES-060, convergindo todas para o Centro (Figura 43).

Os bairros Praia da Costa e Praia de Itapuã ainda apresentavam um crescimento incipiente. Na carta topográfica é possível notar que ainda estavam sendo loteados os terrenos de Itapuã em meados dessa década.

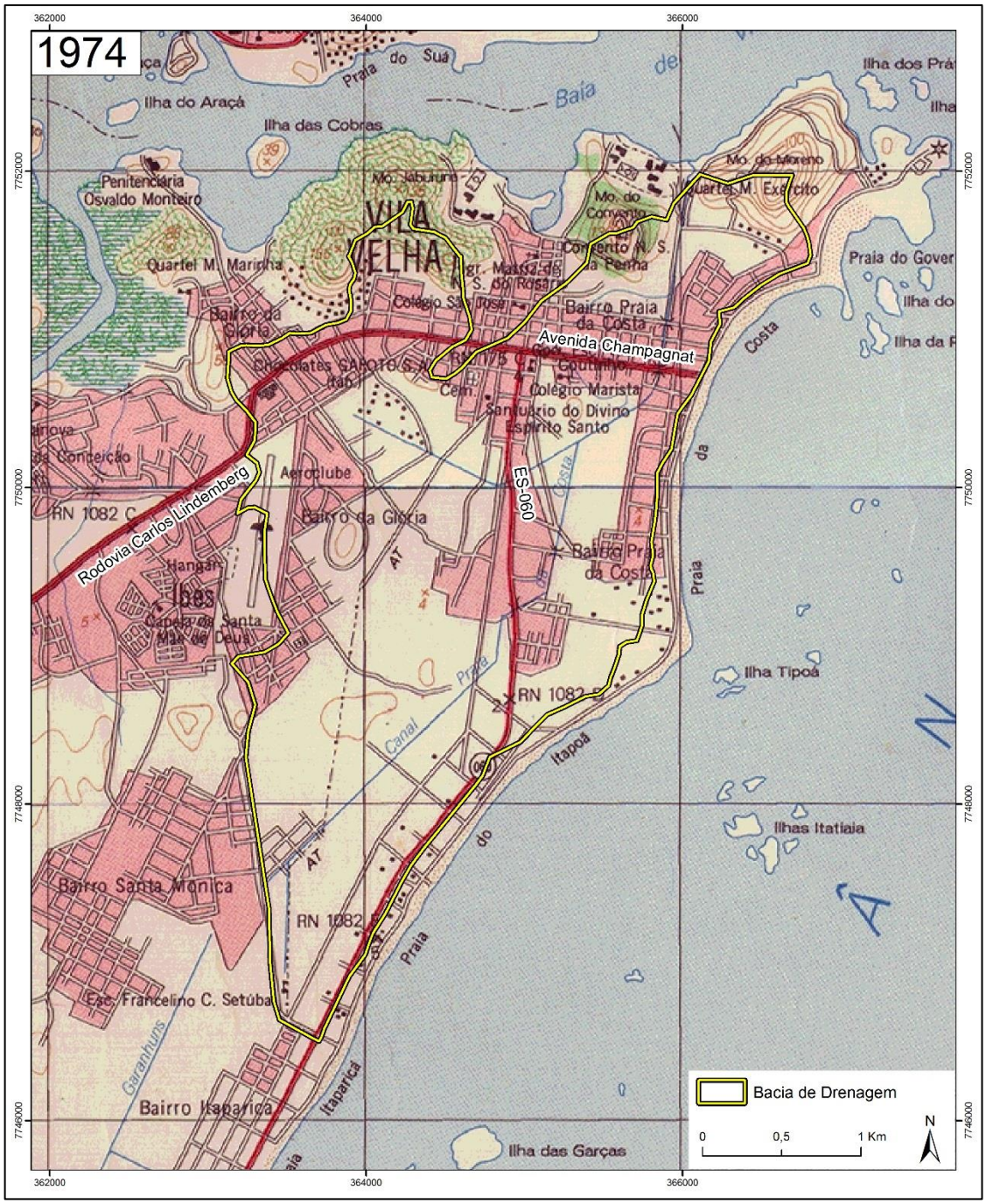


Figura 43 - Organização espacial da área urbana na bacia de drenagem para o ano de 1974
Fonte: IBGE (1980), adaptado pelo autor.

Em um período de apenas oito anos, já é possível observar um avanço da área urbana sobre áreas rurais da bacia. Na imagem aérea de 1978, nota-se que a área urbana cresce de maneira considerável avançando em direção sul, pelo litoral, e em áreas próximas às principais vias do município.

Neste breve período observou-se um crescimento de 4,05Km² para 5,70Km², correspondente à um acréscimo de 28,9% da área urbana. No mapa da Figura 45, é

possível visualizar essas novas áreas em destaque. O surgimento de novos loteamentos também foi consequência do acréscimo populacional identificado neste período entre os anos 1970 e 1980 (Gráfico 2).

A Figura 44 apresenta o bairro Itapuã e Itaparica, no limite sul da bacia, no fim da década de 1970. É possível notar que o padrão de urbanização à época consistia em construções baixas, e estradas ainda não pavimentadas. Essas áreas ainda passavam pelo processo de parcelamento do solo, e portanto, ainda havia muitos espaços vazios.

Em 1978, com um aumento expressivo da população, chagando a 200 mil habitantes, a área urbana já consolidada também passou por modificações. Os bairros que em 1970 apresentavam baixa densidade foram adensados, principalmente nos arredores do Centro.

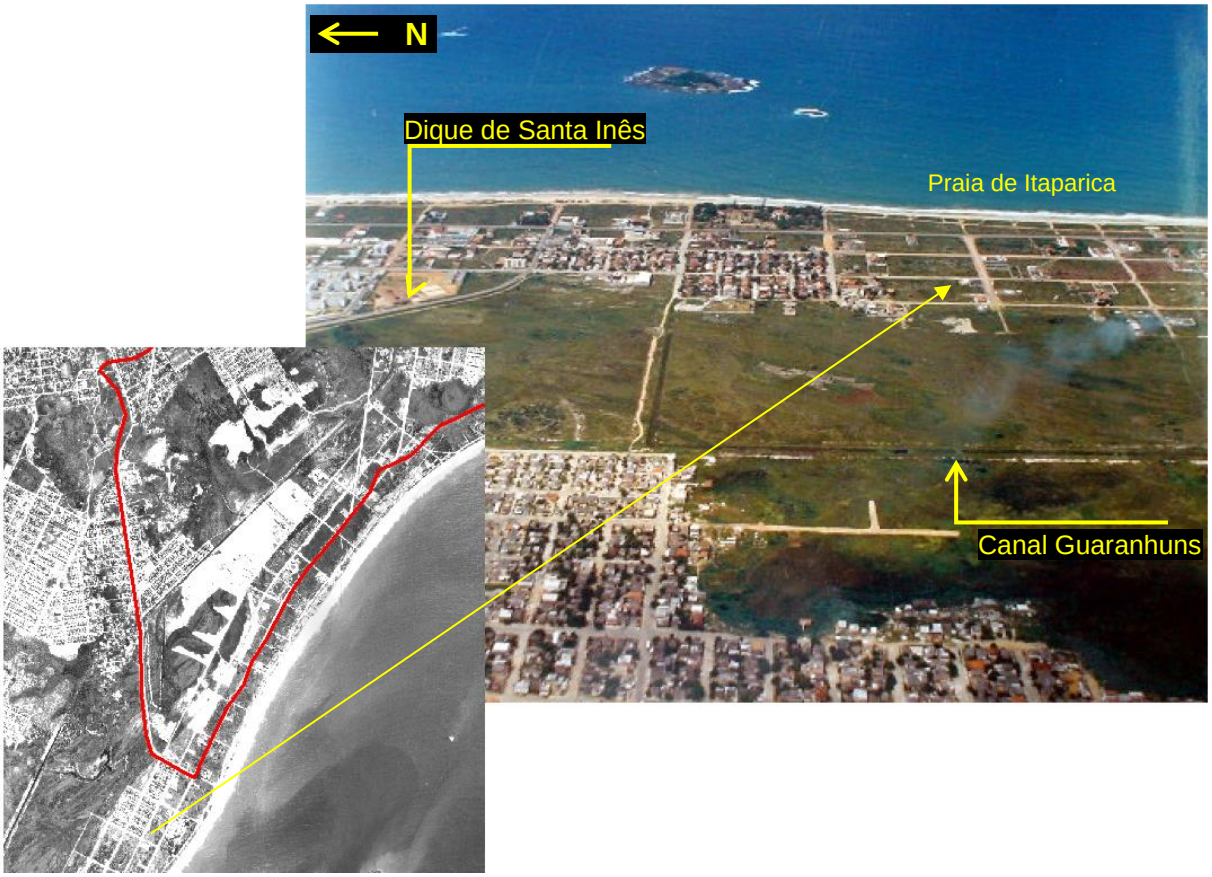


Figura 44 - Organização espacial da área urbana ao sul da bacia no final da década de 1970
Fonte: Fotografia cedida por Elson Gatto Filho e IJSN. Adaptado pelo autor.

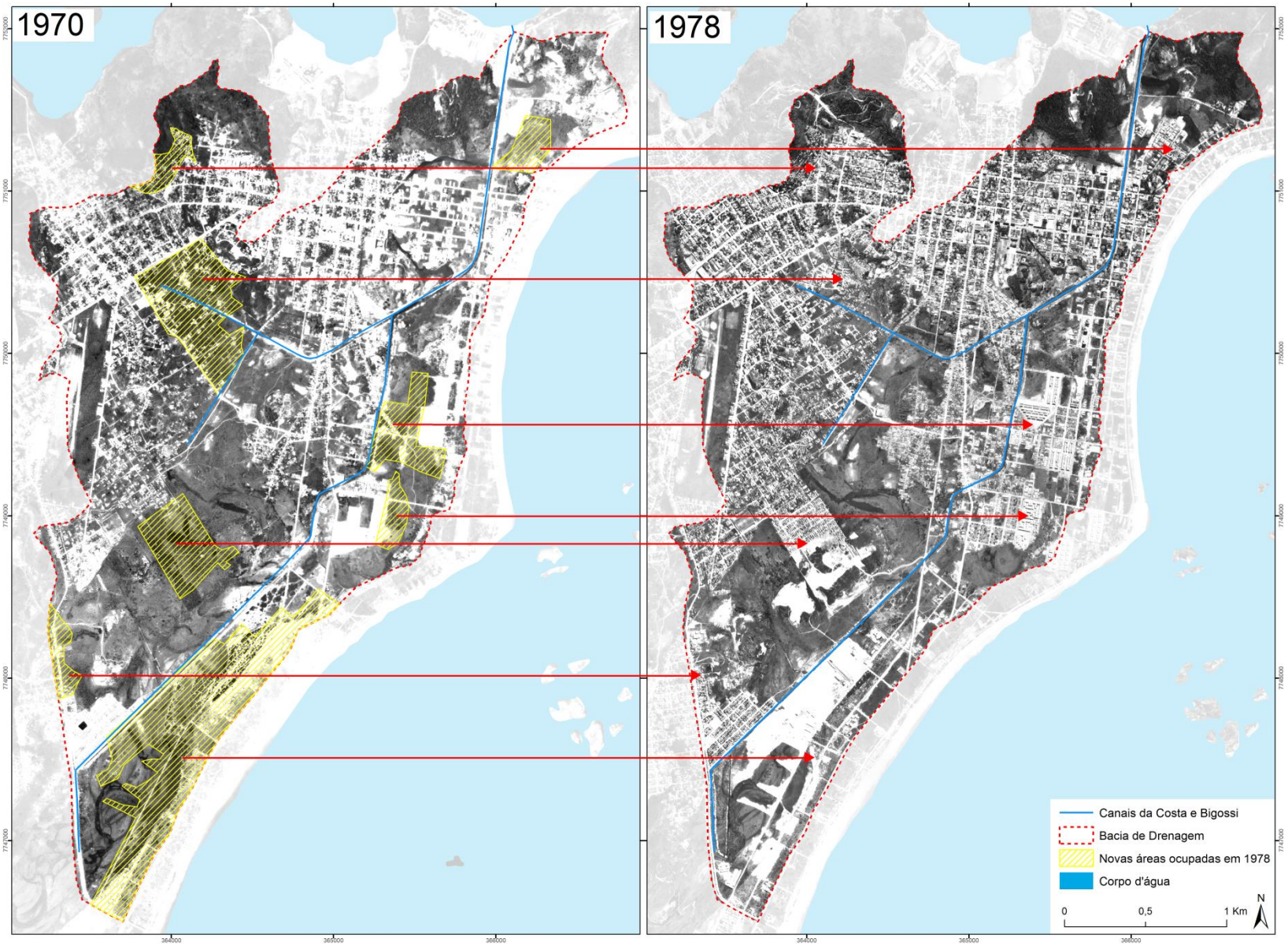


Figura 45 - Expansão da área urbana e modificações no uso do solo entre os anos de 1970 e 1978 na bacia
Elaborado pelo autor.

Apesar de apresentar um franco crescimento da área urbana no período supracitado, foi na década de 1980 em que houve as principais transformações no uso do solo na área da bacia. Na fotografia aérea da Figura 46, já é possível notar um considerado avanço da área urbana sobre a região.

Até a década de 1980 a única ligação viária que existia entre Vila Velha e a capital Vitória eram as pontes Florentino Avidos - 1928, e a Ponte do Príncipe - 1979, também conhecida como Segunda Ponte. A primeira liga os bairros, São Torquato, pertencentes à Vila Velha e Ilha do Príncipe, pertencente à Vitória. A segunda foi construída aproximadamente 300 metros acima da primeira, liga os municípios de Vila Velha e Cariacica à capital.

Um dos principais instrumentos que impulsionou o desenvolvimento urbano do município na década de 1980, e especialmente a área de estudo, foi a construção da ponte Darcy Castelo de Mendonça, inaugurada em fins da década de 1980, conhecida como Terceira Ponte (Figura 47).

Sobre a ponte, Moreira (2015), citado por Patrocínio (2016), diz que por meio dela outra perspectiva se apresentava para o mercado imobiliário de Vila Velha, de modo que a ocupação do município iria seguir uma nova orientação: a da orla marítima. Tratava-se de um novo eixo de expansão urbana e adensamento populacional, uma mais fácil interligação entre a Região Norte do Estado com o Litoral Sul em escala estadual, e também uma via mais rápida de acesso a capital Vitória.

O autor ainda considera que a Rodovia Carlos Lindemberg, juntamente com a Avenida Jerônimo Monteiro, até o ano de 1989, eram os principais eixos de ocupação do município.

Campos Junior (2005) afirma que a construção civil teve então um incentivo maior para atravessar a ponte, estender-se de Vitória até Vila Velha e percorrer as orlas das praias da Costa, de Itapuã e de Itaparica, estabelecendo um contínuo imobiliário único entre os dois municípios.

Mesmo com este cenário, observa-se que o tipo de edificação predominante ainda era de casas com poucos andares. Somente na orla das praias eram encontradas edificações de maior porte.

Figura 46 - Fotografia da área de estudo no ano de 1986, com destaque para o crescimento urbano às margens dos canais da Costa e Bigossi
Fonte: Fotografia cedida por Elson Gatto Filho – Modificado pelo autor.

Figura 47 - Fotografia no ano de 1987, com destaque para o crescimento urbano às margens dos canais da Costa e Bigossi e das obras de construção da Terceira Ponte
Fonte: Fotografia cedida por Elson Gatto Filho – Modificado pelo autor.

Em 1998 o contraste se evidencia tanto no que diz respeito a área urbanizada quanto ao contingente populacional chegando a quase 345 mil habitantes. O bairro Praia da Costa apresenta um vetor de crescimento em sentido ao morro do Moreno enquanto o bairro Itapuâ expande-se em sentido ao primeiro. Os bairros Olaria e Ilha dos Ayres se encontram completamente consolidados à margem do Centro de Vila Velha.

Também os bairros Soteco e Boa Vista expandem-se em sentido sul até os bairros Santa Mônica e Coqueiral de Itaparica. As áreas ainda não urbanizadas correspondem principalmente a frações dos bairros Divino Espírito Santo, e Cocal, além dos morros do Convento e do Moreno (Figura 48).

Ao comparar as imagens aéreas dos anos 1978 e 1998, percebe-se que os vetores da expansão predominam em sentido sul, e preenchendo os espaços ainda não urbanizados, próximos ao centro. Pouco restou da área verde em fins da década de 1990.

Neste período, entre as imagens dos anos de 1978 e 1998, observou-se um crescimento de 4,70Km² para 7,92Km², correspondente à um acréscimo de 40,6% da área urbana. A área verde da bacia foi reduzida de 3,86Km² para 1,64Km², o que corresponde a uma redução de 57,5%.

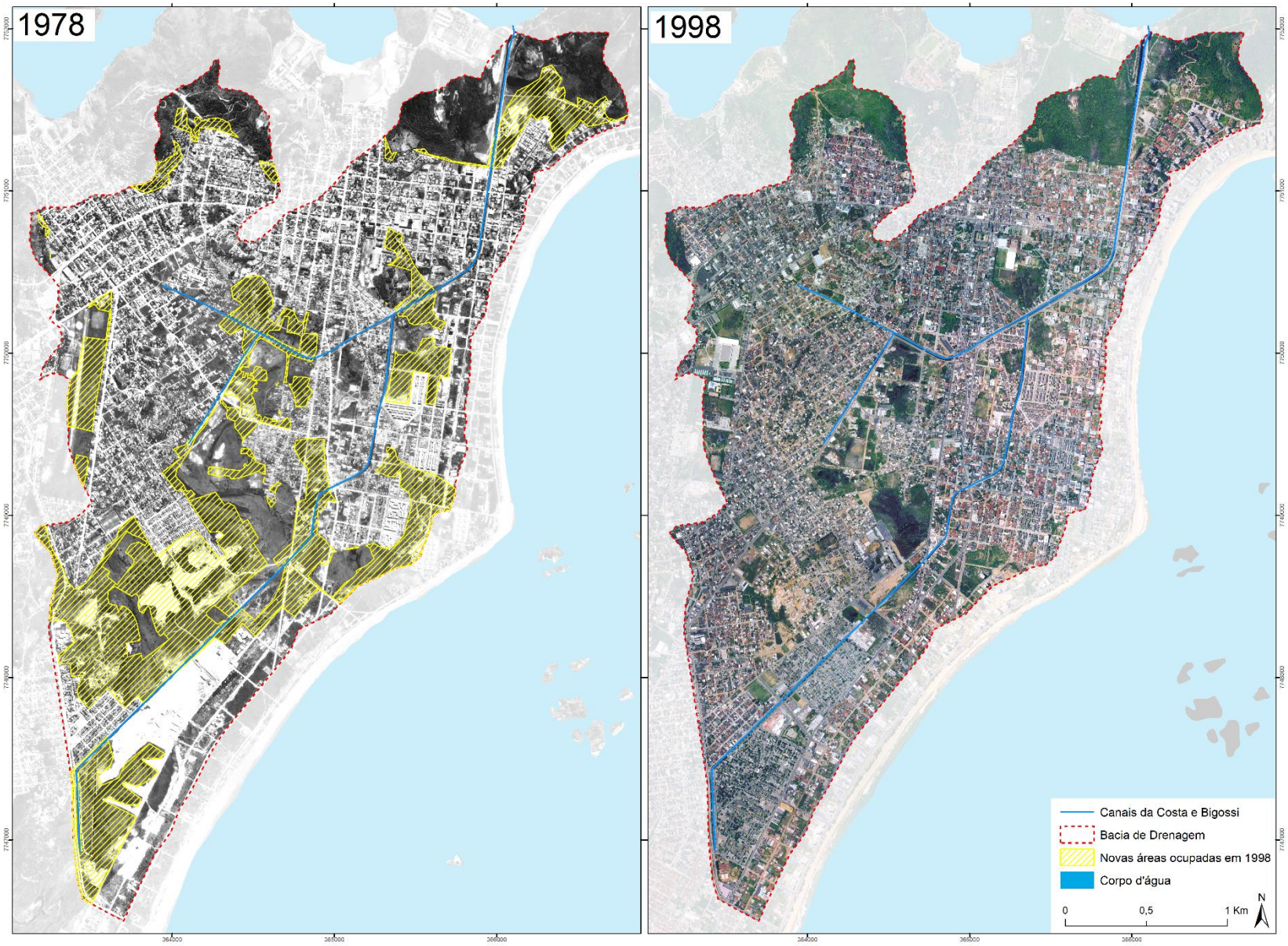


Figura 48 - Expansão da área urbana e modificações no uso do solo entre os anos de 1978 e 1998 na bacia. Destaque para áreas
Elaborado pelo autor

Com a redução das áreas verdes, o aumento da construção de novas edificações em novas áreas e o asfaltamento de grande parte das vias, percebe-se que o equilíbrio entre a infiltração e o escoamento superficial da água na bacia é reduzido consideravelmente.

A imagem aérea de 2008 apresenta a expansão urbana consolidada em toda sua margem (Figura 49). As poucas áreas verdes restantes encontram-se fragmentadas em praças e nas bordas dos morros. Neste momento considera-se que o canal da costa perdera todas as características natural de um sistema fluvial. Suas margens encontram-se canalizadas e seu curso, por vezes, desaparece sob a malha urbana, reaparecendo quarteirões à frente. Também é em 2008 que suas margens estão completamente inseridas na malha urbana, restando sequer o vestígio de áreas verdes adjacentes a elas.

Considera-se o crescimento dos bairros Jaburuna, Santa Inês, Praia da Costa, Praia de Itapuã, Boa Vista I e principalmente no bairro Divino Espírito Santo, sobre as áreas remanescentes da bacia, restando somente praças e alguns terrenos vazios fragmentados.

Apesar de o crescimento da área urbana ter desacelerado em relação às décadas anteriores, algumas modificações em menor escala são notadas na paisagem da bacia. A escala da classificação das áreas de expansão, representada na Figura 49, não permite notar a considerável redução da vegetação em pequenos lotes. Árvores em calçadas e quintais de casas foram removidas. Muitas casas deram espaço a prédios e calçadas de terra foram pavimentadas (Figura 50).

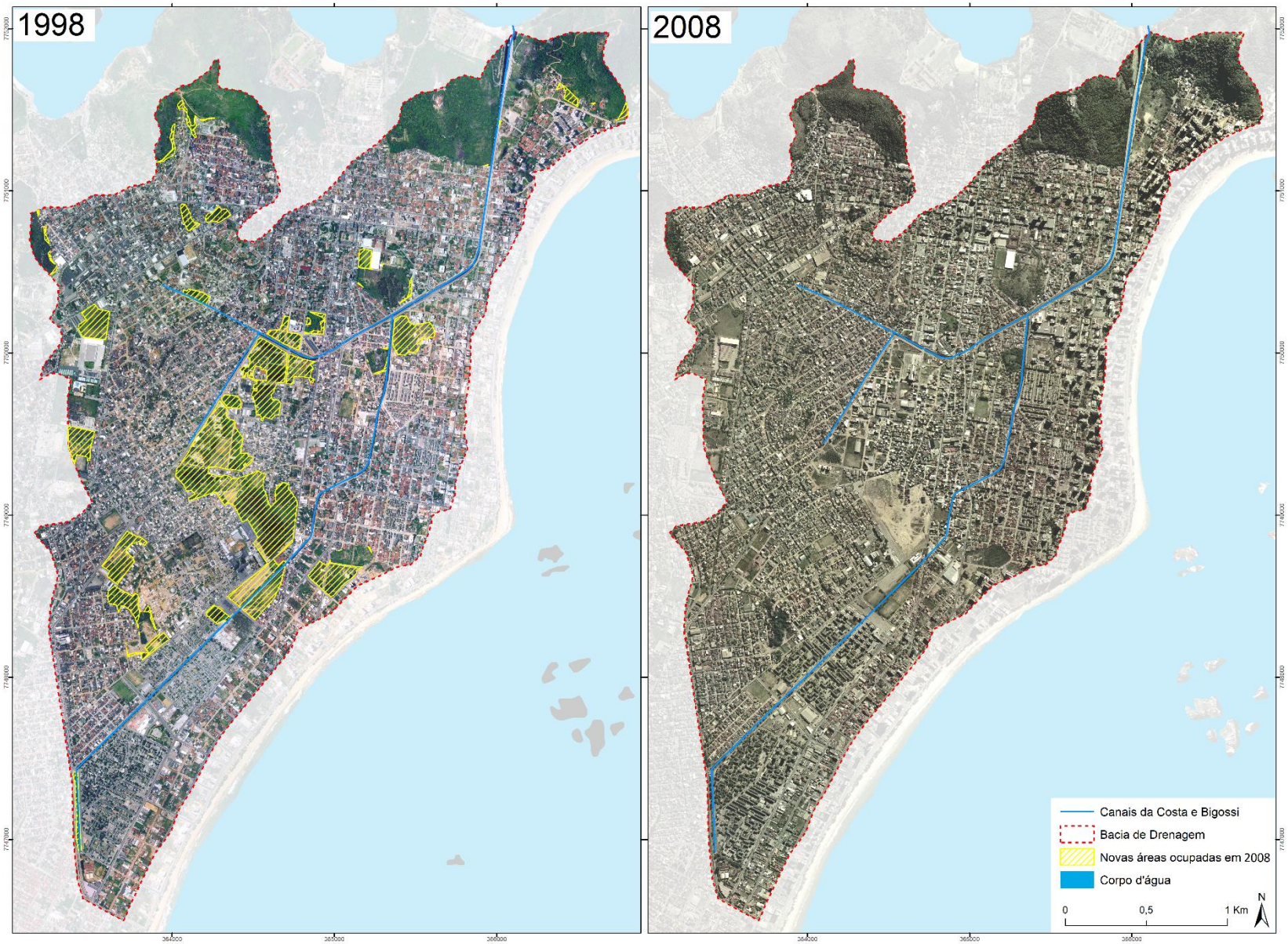


Figura 49 - Expansão da área urbana e modificações no uso do solo entre os anos de 1978 e 1998 na bacia. Destaque para áreas
Elaborado pelo autor.

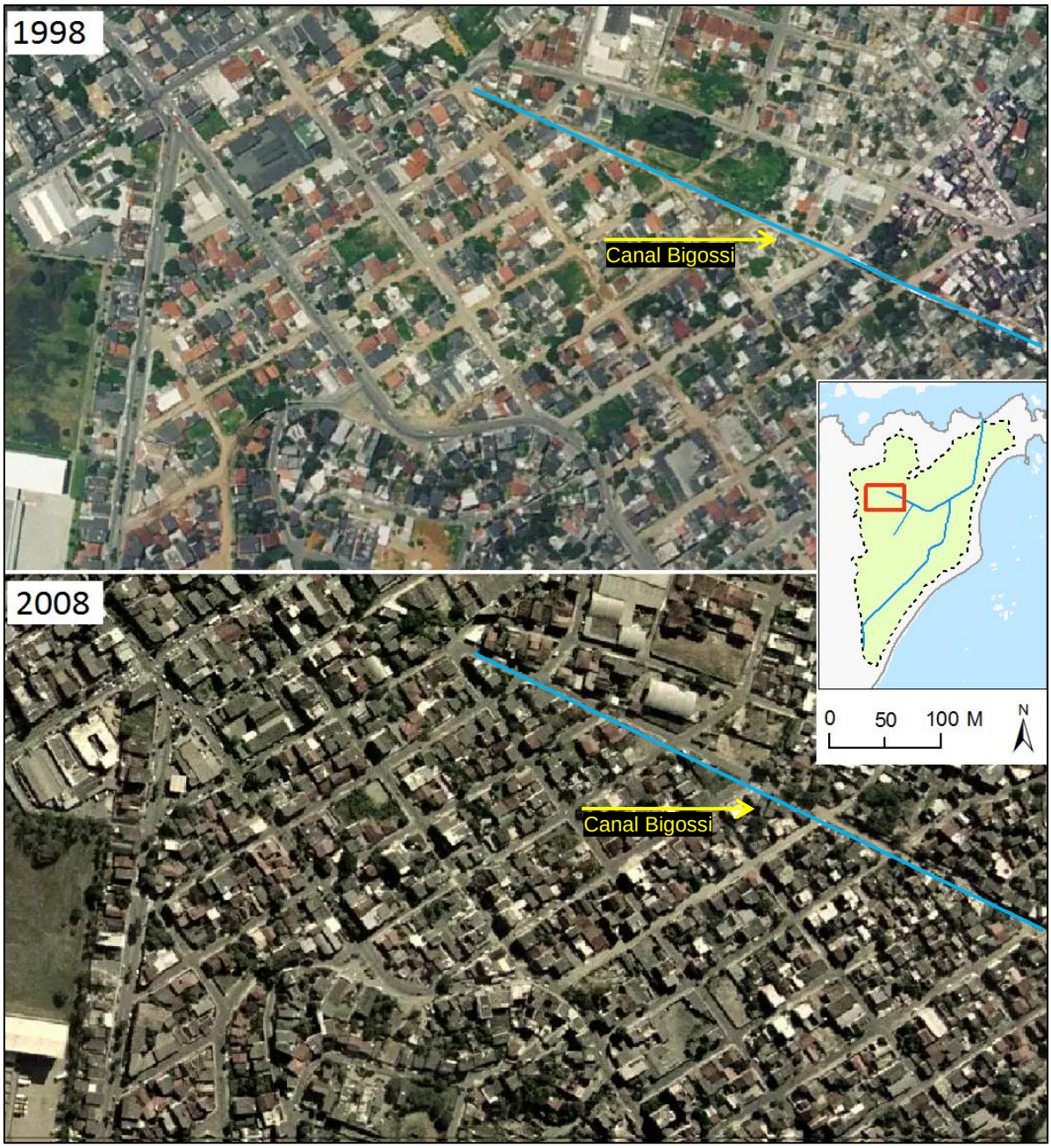


Figura 50 - Comparação entre as imagens aéreas de 1998 e 2008 em um setor da bacia
Fonte: Mapa elaborado com dados do IJSN. Elaborado pelo autor.

Em 2013, pouco se observa no crescimento da área urbana. Apesar de a população do município apresentar um aumento nos cinco anos entre as imagens de 2008 a 2013, as áreas verdes encontram-se inalteradas, evidenciando que os vetores do crescimento da área urbana no município de Vila Velha encontram-se fora da área da bacia em análise, projetando-se mais ao sul do município. O mapa da Figura 51, apresenta a expansão da área urbana de modo sequencial a partir da classificação das imagens aéreas.

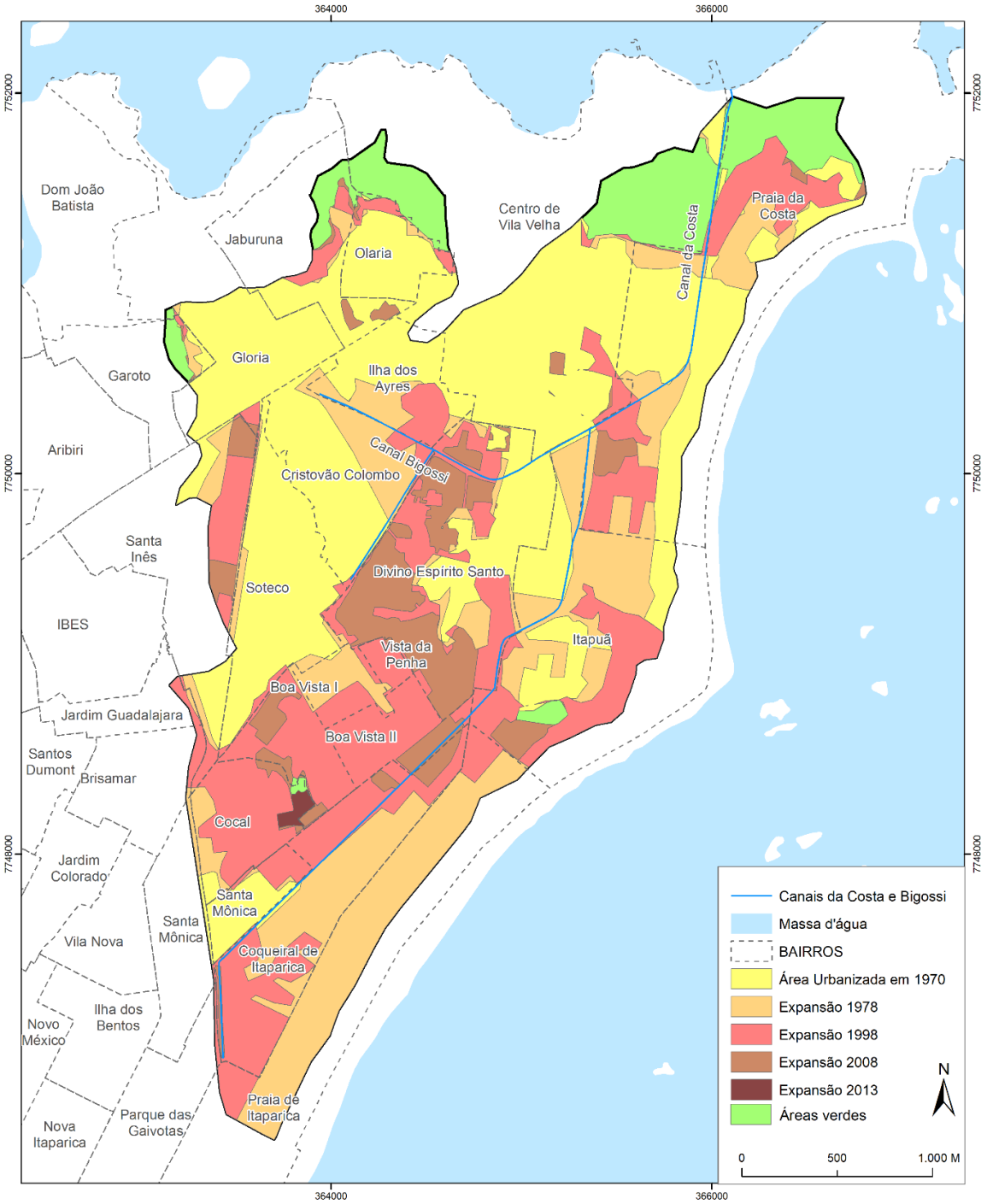


Figura 51 - Vetores de expansão da área urbana na bacia do canal da Costa e Bigossi entre os anos de 1970 a 2013
Elaborado pelo autor.

Considera-se, neste momento, a área da bacia como consolidada ao mesmo tempo em que as áreas verdes restantes permaneceram protegidas do avanço urbano, como os morros do moreno e do convento, ao norte da bacia. Mesmo consolidada, esta área ainda evidencia mudanças contínuas na estrutura urbana: Casas deram lugar a prédios de maior porte próximo às áreas centrais da bacia e ao longo do litoral;

habitações precárias em áreas próximas ao canal Bigossi foram desocupadas para construção de uma avenida arterial ligando o centro aos bairros Glória e Soteco, chamada Avenida Gonçalves Lêdo.

Ao mesmo tempo, nota-se uma característica incomum ao padrão de ocupação das áreas marginais dos canais. Os bairros que se consolidaram na bacia dos canais da Costa e Bigossi, não correspondem ao padrão observado em grande parte das referências de trabalhos acadêmicos sobre rios urbanos, em que a população mais pobre fica relegada às áreas ambientalmente frágeis nas bordas dos rios e canais urbanos.

Este padrão de ocupação apresentado acima não é observado em toda a bacia, pois esta compreende bairros que possuem a maior renda per capta do município, além de concentrar a maior parte dos investimentos em infraestrutura, ao mesmo tempo em que abrange bairros mais precários.

Além disso, alguns bairros possuem diferenças internas em que parte da população mais pobre localiza-se em áreas chamadas de “invadidas” enquanto os mais ricos concentram-se em áreas mais próximas às praias. Este é o caso do bairro Itapuã, que será analisado mais a diante quando serão apresentadas as condições atuais dos canais da Costa e Bigossi.

Dessa forma, o próprio canal da Costa corta diferentes áreas com diferentes situações sociais das populações que vivem ao seu redor. Essa constatação em campo contribuiu para uma melhor perspectiva de segmentação dos setores dos canais.

Em trabalhos de campo também foi possível visualizar a partir de outro ângulo as condições dos canais e do uso do solo na bacia. Alguns aspectos, como a liberação de esgoto diretamente nos canais, as condições precárias das margens e a quantidade de resíduos sólidos lançado em suas margens e em seu leito foram verificadas em diferentes setores.

4.2. A ATUAL ORGANIZAÇÃO DO SISTEMA FLUVIAL DO CANAL DA COSTA E BIGOSSI

A avaliação de sistemas fluviais em ambientes urbanos requer uma abordagem que extrapola uma análise dos processos e da fisionomia natural de rios. A dinâmica morfológica, relacionada à vazão, o fluxo das águas, a erosão, o transporte e deposição de sedimentos – consideradas como premissas básicas de entendimento do sistema fluvial (CUNHA, 1992; SUGUIO e BIGARELLA, 1990; CHRISTOFOLETTI, 1980 e 1981) – não são suficientes para entender a nova configuração do sistema, que em sua maior parte demonstra reflexos das intervenções antrópicas em maior proporção do que os aspectos naturais dos sistemas fluviais.

Como foi visto anteriormente, o sistema fluvial dos canais da Costa e Bigossi foram completamente desnaturalizados, e confinados em uma estreita malha urbana, ora cobertos, ora expostos, com margens canalizadas e cobertas e revestidas por concreto. Essas mudanças na dinâmica do sistema reconfiguraram sua fisionomia e seus processos. Novos elementos, como esgoto *in* natura e resíduos sólidos foram inseridos, transformando a qualidade ambiental das águas enquanto suas margens foram impermeabilizadas, impedindo a infiltração natural da chuva.

Os resultados preliminares das atividades de campo mostram que ocorrem mudanças consideráveis na forma e na largura dos canais ao longo de seu curso, gerando estrangulamento em sua largura em pontos críticos da bacia. Essa mudança morfológica representa também mudanças na seção transversal do canal, que por consequência altera sua capacidade.

Apesar de possuir apenas 6,1 km de extensão (canal da Costa) e 2,4 km (canal Bigossi), essas mudanças supracitadas levaram à necessidade de segmenta-los em 12 trechos para uma avaliação das condições atuais dos mesmos.

Tanto o padrão de drenagem quanto a tipologia do leito, parâmetros que definem a morfologia dos rios, foram modificadas. Quanto ao padrão de drenagem, considera-se a supressão dos meandros do canal da Costa, alterando seu grau de sinuosidade característico de áreas de planícies deposicionais para um padrão retilíneo, ajustados à malha urbana e não mais às condições existentes na paisagem natural.

Quanto ao leito do canal, considera-se três tipologias que intercalam-se nos trechos. A tipologia que mais assemelha-se às características de um canal natural compreende um leito de vazante sem margens concretadas. Esta tipologia é encontrada nos setores 1, 4 e 5. Nos setores 2, 6, 7, 8 e 10 o canal encontra-se canalizado com margens concretadas, definindo o leito de vazante. Os demais setores encontram-se cobertos (Figura 52).

Ressalta-se que em nenhum dos setores foi encontrado leito maior e leito excepcional. Conforme foi apresentado na fundamentação teórica deste trabalho, estas tipologias de leito são importantes para amortizar as águas que ultrapassam o limite do leito de vazante do canal. Dessa forma, quando a água do canal transborda da calha definida pela canalização, as águas invadem as áreas adjacentes ocupadas por vias e edificações.

Ao mesmo tempo, a impermeabilização do solo na área urbana, gera um fluxo superficial de água mais intenso em direção aos canais devido a incapacidade de penetração da água no solo. O aumento da velocidade e do volume total de água que atinge os canais gera um pico de cheia potencializando as inundações.

Soma-se às águas decorrentes do escoamento superficial, as águas trazidas pelos sistemas de microdrenagem ligados aos canais através de manilhas em diversos pontos. A água que cai sobre os telhados das casas e nas ruas é coletada pelo sistema de condutos pluviais ou canais a nível de loteamento ou de rede primária urbana, que por sua vez são ligadas aos canais principais da bacia.

O subdimensionamento desses sistemas de microdrenagem somado ao seu contínuo entupimento causa também alagamentos[19] em diversos pontos da bacia quando ocorre chuva local.

[19] É o acúmulo momentâneo de águas em determinados locais da bacia por deficiência no sistema de drenagem.

Figura 52 - Setorização dos canais Da Costa e Bigossi de acordo com a morfologia do canal e suas margens
Elaborado pelo autor. Fotografias por Marcus Vinícius Oliveira Sartório. Data: Junho de 2017.

Dessa forma, para iniciar a avaliação das novas características do sistema, os canais foram segmentados a partir do critério das condições do leito e das margens, sendo em cada um deles destacadas as características morfológicas do canal e o uso do solo em suas margens esquerda e direita, conforme foi apresentado na metodologia deste trabalho.

A Tabela 6 apresenta uma síntese das informações morfológicas dos canais que serão apresentadas a diante.

Tabela 6 - Características da atual morfologia dos setores dos canais da Costa e Bigossi

CANAL	SETOR	COMPRIMENTO (metros)	LARGURA MÉDIA (metros)	CONDIÇÕES DOS CANAIS
Canal da Costa	1	896,6	15,75	Não Coberto
	2	1189,3	10,65	Não Coberto
	3	571,1	-	Coberto
	4	1187,3	11,2	Não Coberto
	5	386,3	10,5	Não Coberto
	6	1450,2	4,5	Não Coberto
	7	506,8	3	Não Coberto
TOTAL		6,18 Km		
Canal Bigossi	8	348,2	5	Não Coberto
	9	211,0	-	Coberto
	10	370,6	5	Não Coberto
	11	668,0	-	Coberto
	12	811,9	-	Coberto
TOTAL		2,40 Km		
TOTAL GERAL		8,58 Km		

Elaborado pelo autor.

4.2.1. Canal da Costa: Setor 1

O primeiro setor do Canal da Costa possui uma extensão de 896,6 metros e corresponde ao trecho desde o limite sul do morro do convento à foz do canal, que se encontra na vertente oeste do morro do Moreno. Devido a sua localização, entre duas áreas de proteção ambiental, e por estar quase totalmente inserido em uma área de

proteção militar, este setor apresenta as melhores condições ambientais dentre os demais trechos (Figura 53).

Foi observado em campo que mesmo tendo sido modificado pela canalização e pelas obras de construção da Terceira Ponte, este setor se assemelha consideravelmente com um rio de condições naturais, pois sua margem esquerda encontra-se quase inalterada com vegetação densa, correspondendo a uma área com maior declividade, fazendo parte do morro do convento (Figura 53 – A e B).

Figura 53 - Setor 1 do canal da Costa
Elaborado pelo autor. Fotografias por: Marcus Vinícius Oliveira Sartório. Data: Junho de 2017.

Em sua margem direita encontra-se uma estrada de chão que segue paralela ao canal desde o início do trecho até a foz. Também encontram-se lotes com baixa densidade de ocupação e remanescente de áreas verdes, com vegetação de baixo porte, o que favorece a infiltração de água no solo neste setor.

A montante do setor, a largura do canal corresponde a 12,57 m enquanto próximo à foz, sua largura é de 18,93 m. Esse aumento de 33,59% da largura do canal em uma

distância de 896,6 metros, representa a capacidade do rio de retomar uma configuração mais próxima de sua morfologia natural em um trecho não canalizado.

No leito do canal são encontrados resíduos sólidos trazidos pelo fluxo da água. Esses resíduos, somados à carga sedimentar contribuem para o assoreamento do fundo do leito. Os pilares que sustentam a Terceira Ponte apresentam-se como obstáculos ao fluxo da água, pois encontram-se dentro do leito (Figura 53 - A e B).

Não foram encontrados vestígios de resíduos sólidos em suas margens, porém, a qualidade da água é baixa, com odor forte e constante de esgoto. Vale considerar que todo o efluente lançado nos canais da Costa e Bigossi converge para este ponto do canal.

4.2.2. Canal da Costa: Setor 2

O segundo setor diferencia-se do primeiro sob o aspecto morfológico e de condições de suas margens. Com uma extensão de 1189,3 metros, este setor encontra-se canalizado com a calha concretadas em formato reto em todo seu trecho. A distância entre as suas margens varia de 10,30 a 11 metros, de montante a jusante.

A maior parte do trecho está sobre a estrutura viária da terceira ponte, conforme mostra a Figura 54 - A, e em alguns pontos encontra-se coberto, conforme pode ser observado na Figura 54 - B. No trecho inicial do setor, o canal corre paralelo aos dois sentidos da Avenida Carioca, que convergem para a ponte. Neste trecho, o canal encontra-se aberto, com as margens verticais rentes à avenida (Figura 54 - C).

Este setor está inserido totalmente dentro do bairro Praia da Costa, que possui a maior densidade de população dentre os bairros de Vila Velha, com mais de 31 mil habitantes distribuídos em 271,56 ha, além de possuir a maior renda per capta dentre os municípios de Vila Velha - 4.571,90 per capta (SEMPLA, 2013).

Figura 54 - Setor 2 do canal da Costa
Elaborado pelo autor. Fotografias por: Marcus Vinícius Oliveira Sartório. Data: Junho de 2017.

Apesar de estar totalmente inserida na área urbana, com uso do solo característico de áreas densamente ocupadas, o padrão de edificações varia em suas margens. Na margem esquerda do canal as edificações apresentam menor porte, com casas de poucos andares e poucos prédios enquanto na margem direita encontra-se um padrão de urbanização mais denso com predomínio de prédios residenciais (Figura 55).

Figura 55 - Padrões de urbanização nos bairros Praia da Costa e Centro
Fotografia por: Marcus Vinícius Oliveira Sartório. Data: Junho de 2017.

4.2.3. Canal da Costa: Setor 3

O terceiro setor corresponde ao trecho do canal da Costa anterior à confluência deste com o canal Bigossi. Neste trecho, o canal da Costa encontra-se coberto com placas de concreto, impossibilitando o contato com suas águas. Este tamponamento foi uma das obras mais recentes realizadas neste sistema fluvial, juntamente com a instalação de duas estações de bombeamento de água, uma localizada na confluência entre os dois canais e outra a menos de cem metros de distância na margem oposta à avenida Carioca (Figura 56 e Figura 57).

Figura 56 - Estação de bombeamento de águas pluviais EBAP3 Sítio Batalha
Fotografia por: Marcus Vinícius Oliveira Sartório. Data: Maio de 2017.

Figura 57 - Estação de bombeamento de águas pluviais EBAP2 Canal da Costa
Fotografia por: Marcus Vinícius Oliveira Sartório. Data: Maio de 2017.

As estações funcionam com comportas que são fechadas durante as chuvas intensas e a água do canal é bombeada no sentido da foz. Segundo a secretaria de obras de Vila Velha, as estações EBAP2 Canal da Costa e EBAP3 Sítio Batalha, possuem dez e três bombas, respectivamente, com capacidade de bombear 15m²/s, e 2,6m²/s, nesta ordem.

Segundo o prefeito Rodney Miranda, em anúncio do investimento “A Estação de Bombeamento do Canal da Costa faz parte de um conjunto de ações para minimizar o sofrimento do cidadão no período de chuvas. A entrega vai beneficiar milhares de moradores que residem nos bairros cortados pelo canal, que tem uma extensão de sete quilômetros” (NOVAES, 2015).

Destaca-se, porém, que a obra representa uma medida paliativa e pontual para impedir que impactos maiores sejam causados pela subida do nível da água a montante da bacia.

O setor possui uma extensão de 571 metros, tendo no seu entorno os bairros Praia da Costa e Itapuã, com habitações de alto padrão sobretudo em sua margem direita, onde encontram-se prédios comerciais e condomínios fechados (Figura 58 - A e B).

Trecho interrompido pela alça da terceira ponte: mais uma obra de grande porte desarticulada com os rios e que não atende ao transporte coletivo. O trecho coberto representa um aparente interesse imobiliário em atender ao empreendimento do shopping, que cria um espaço desarticulado com o entorno, pois não é via, não é espaço público apropriado e infraestruturado, não é área privada (apesar da apropriação por estacionamentos privados), inseguro e abandonado.

Ao lado esquerdo do canal, encontra-se uma pequena área ambiental com afloramento rochoso. Toda a área ao seu redor permanece impermeabilizada com ruas e construções em alvenaria.

Figura 58 - Setor 3 do canal da Costa
Elaborado pelo autor. Fotografias por: Marcus Vinícius Oliveira Sartório. Data: Junho de 2017.

4.2.4. Canal da Costa: Setor 4

O setor 4 do canal da Costa compreende um extenso trecho com 1187 metros, desde o bairro Praia da Costa até o início do bairro Praia de Itaparica. Este setor presenta infraestrutura inferior aos apresentados anteriormente, com trechos canalizados e não canalizados, variando de tal forma que não seria conveniente dividi-los em mais setores. Em campo foram verificadas variações tanto na forma do canal quanto em suas margens. A jusante – próximo ao setor 3 – o canal corta uma área de baixa infraestrutura com ocupações precárias, construídas às margens do canal (Figura 59 - A). Neste trecho, o canal encontra-se aberto com as margens naturais, apresentando 11,2 metros de largura.

Figura 59 - Setor 4 do canal da Costa
Elaborado pelo autor. Fotografias por: Marcus Vinícius Oliveira Sartório. Data: Junho de 2017.

A nítida diferença entre o padrão de urbanização e a qualidade da infraestrutura urbana entre este trecho do setor 4 e do setor 3 parece refletir diretamente no tratamento dado ao canal da Costa. Enquanto o canal permanece em uma condição mais próxima do natural, no primeiro, parece que ele deve ser escondido da população que reside e frequenta uma área mais nobre, como no caso do setor 3. Em poucos metros de distância, fica evidente a negação do canal no meio urbano.

Não se trata de que a população mais pobre tolere mais o mau cheiro e os problemas de transbordamento das águas poluídas do canal. Ocorre que a falta de infraestrutura urbana neste trecho, onde as moradias são mais simples e a população mais carente, reflete também no tratamento que o canal recebe no mesmo (Figura 60).

Figura 60 - Ponte de madeira sobre o canal da Costa no setor 4
Fotografia por: Marcus Vinícius Oliveira Sartório. Data: Junho de 2017.

Foram encontrados resíduos sólidos nas margens do canal, assim como canos despejando esgoto diretamente das residências (Figura 61). Uma tela de proteção foi instalada no canal criando uma barreira para o lixo, que fica retido neste setor e não desce a jusante.

Mais a montante foi encontrado um forte estrangulamento no canal, que passa a ter uma largura de aproximadamente 4 metros, próximo a um nó viário no cruzamento entre a rodovia ES-060 e a avenida Jair de Andrade no bairro Itapuã. Na Figura 62 podemos observar que o rio passa a correr em um estreito entre habitações construídas precariamente a poucos metros de seu curso.

Figura 61 - Resíduos sólidos lançados no canal da Costa
Fotografia por: Marcus Vinícius Oliveira Sartório. Data: Junho de 2017.

Figura 62 - Estreitamento do canal da Costa – Setor 4
Fotografia por: Marcus Vinícius Oliveira Sartório. Data: Junho de 2017.

Um pouco mais a montante, o canal volta a correr entre margens concretadas, com uma largura de 8 metros entre as bordas do canal (Figura 59 - B e C). Este fato reflete uma desproporcionalidade no perfil transversal do canal que deveria apresentar um aumento em sua largura a jusante.

4.2.5. Canal da Costa: Setor 5

O setor 5 do Canal da Costa possui uma extensão de 386 metros e divide os bairros Coqueiral de Itaparica e Boa Vista II, passando por detrás do Fórum de Vila Velha. Este setor não apresenta bordas concretadas, porém, apresenta melhores condições ambientais do que o setor 4 em seus trechos não canalizados.

A largura do canal varia entre 10 a 11 metros, o que corresponde a um alargamento por não ter suas margens concretadas, diferente dos trechos a jusante. Isso faz com que haja novamente uma desproporcionalidade entre o perfil longitudinal do canal e seu perfil transversal. Tal característica justifica um transbordamento das águas a jusante no ponto estrangulado do canal (Figura 63).

Figura 63 – Transbordamento das águas do canal no setor 5
Fotografia por: Marcus Vinícius Oliveira Sartório. Data: Junho de 2017.

Em sua margem direita encontra-se um padrão menos denso de urbanização, com terrenos ainda não ocupados por edificações e ruas asfaltadas, permitindo a infiltração da água no solo e reduzindo o escoamento superficial neste trecho do canal. Esta área pública apresenta um potencial para uso não imobiliário, diferente dos demais setores, por ainda não conter edificações.

Tal fato, porém, não contribui para a qualidade da água, pois em campo foram observadas manilhas despejando efluentes diretamente no canal assim como resíduos sólidos depositados em suas margens.

A margem esquerda apresenta uma faixa não impermeabilizada que varia de 2 a 3 metros ao longo do setor. Após essa faixa, corre paralela ao canal a avenida Délio Silva Brito. Nesta margem ainda há lotes vazios, porém, com grande possibilidade de uso, pois encontra-se em um local valorizado, próximo ao Fórum e ao shopping Vila Velha (Figura 64 - A e B).

Figura 64 - Setor 5 do canal da Costa
Elaborado pelo autor. Fotografias por: Marcus Vinícius Oliveira Sartório. Data: Junho de 2017.

4.2.6. Canal da Costa: Setor 6

O setor 6 do canal da Costa destaca-se por ser o mais extenso, com 1450 metros de comprimento, passando por dentro do bairro Coqueiral de Itaparica. Neste setor o canal segue em uma extensa linha reta cercado por condomínios fechados em ambas as margens.

A monofuncionalidade e a inexistência de fachadas atividades, devido aos muros cegos dos condomínios, cria uma dinâmica completamente diferenciada neste setor que apesar das condições favoráveis para maior apropriação por usuários (largura/paisagismo) que não é aproveitada. A característica retilínea com vias ao longo de todo trecho - fluxo de alta velocidade - gera insegurança para pedestres, além da inexistência de calçadas e a utilização para estacionamento, pode inibir pedestres e ciclistas, reforçando o distanciamento do canal.

No setor, as paredes do canal são concretadas com largura de 5 metros a jusante e 4 metros no trecho central e montante. Novamente identifica-se uma diferença brusca na largura do canal em trechos onde as paredes do canal são concretadas ou não, considerando que o setor 5 apresenta o dobro de largura logo assim que finda suas margens canalizadas (Figura 65 – A, B e C).

Figura 65 - Setor 6 do canal da Costa
Elaborado pelo autor. Fotografias por: Marcus Vinícius Oliveira Sartório. Data: Junho de 2017.

Em alguns trechos do setor foi observado um trabalho de paisagismo, com árvores distribuídas paralelamente ao canal e gramíneas (Figura 65 - C). Um estreito trecho que varia de 2 a 5 metros de largura foi destinado à este paisagismo, que mesmo permitindo a infiltração da água, esta não chega ao canal por este possuir paredes e fundo concretado. Notadamente o objetivo não foi amortizar um eventual transbordamento do canal, mas apenas trazer alguns elementos paisagísticos para próximo deste.

4.2.7. Canal da Costa: Setor 7

O último setor do canal da costa corresponde ao que seria sua nascente. Este setor possui um comprimento de 506 metros com 3 metros de largura, dividindo os bairros Santa Mônica Popular, Praia das Gaivotas e Coqueiral de Itaparica, além de correr paralelo ao dique de Santa Inês, que encontra-se atualmente sob a avenida João Mendes, em sua margem esquerda.

O padrão de ocupação neste setor é denso em ambas as margens e não foi observado vestígios de vegetação e áreas impermeáveis para além das margens próximas ao canal. Da mesma forma que foi observado no setor 6, o canal encontra-se confinado entre paredes concretadas, gerando um aspecto totalmente artificial, mesmo cercado de um trabalho paisagístico com árvores e vegetação rasteira (Figura 66 - A e B).

Figura 66 - Setor 7 do canal da Costa
Elaborado pelo autor. Fotografias por: Marcus Vinícius Oliveira Sartório. Data: Junho de 2017.

Sabe-se que o atual ponto onde se inicia o canal da costa não configura-se como uma nascente, pois o mesmo estava ligado ao rio Jucu até ser construído o dique de Santa

Inês. Portanto não se pode considerar este ponto como uma nascente, a princípio por não haver exfiltração da água. Em campo foram identificadas manilhas ligadas ao canal neste ponto (Figura 67).

Figura 67 - Local de início do canal da Costa, no setor 7
Fotografia por: Marcus Vinícius Oliveira Sartório. Data: Junho de 2017.

4.2.8. Canal Bigossi: Setor 8

O setor 8 corresponde ao trecho do canal Bigossi que liga-se ao canal da Costa próximo às estações de bombeamento. O setor possui uma extensão de 348 metros com uma largura de 5 metros em todo o trecho.

Neste, o canal encontra-se exposto, porém, com as margens concretadas. Notou-se que o canal apresenta uma maior profundidade em relação aos demais setores. A medição de sua profundidade, assim como a dos demais setores não foi possível pois o equipamento utilizado não consegue identificar a água como limite de mensuração, gerando uma mensagem de erro no equipamento.

Para sustentar as paredes do canal foram instaladas estruturas horizontais ligando suas margens a cada 3 metros em um trecho de 230 metros (Figura 68 - A e B). O canal faz limite com as duas vias da avenida Carioca, ligando o centro de Vila Velha à terceira ponte.

Figura 68 - Setor 8 do canal da Bigossi
Elaborado pelo autor. Fotografias por: Marcus Vinícius Oliveira Sartório. Data: Junho de 2017.

Em sua margem direita encontra-se o bairro Itapuã, com edificações baixas e alguns terrenos vazios com potencial a serem trabalhados para uma aproximação da cidade com o canal. Enquanto na margem esquerda, no bairro Centro, os lotes estão mais adensados, com menor presença de vegetação e áreas permeáveis. Em campo foi possível notar que a principal área verde encontrada nas proximidades faz parte do terreno do colégio Marista, que mantem uma área de 52 mil metros quadrados de área preservada, também conhecida como morro do Marista, a jusante deste setor.

A montante, o canal penetra por debaixo do tecido urbano através de galerias. Este trecho foi classificado como Setor 9, que será analisado a diante.

4.2.9. Canal Bigossi: Setor 9

O setor 9 encontra-se completamente coberto sob a malha urbana. Seus 211 metros de extensão encontram-se sobre a avenida Carioca, em um dos principais cruzamentos no limite entre os bairros Centro e Divino Espírito Santo (Figura 69 - A e

B). Por sobre o canal cruzam a Avenida Luciano das Neves e a Rua Antônio Ataíde: importantes vias que ligam o centro ao sul do município.

Em ambas as margens encontra-se uma área urbana densa, com edificações voltadas principalmente para o setor comercial. A montante do setor encontra-se o mais antigo terminal rodoviário de Vila Velha, que recentemente passou por reformas para ampliação. O terminal é também um importante ponto de conexão metropolitana e sua localização reforça a influência do setor viário nesta área. O entroncamento das vias supracitadas é um grande nó viário que liga o antigo centro histórico aos bairros adjacentes, além de coletar o fluxo de algumas vias. Nesta circulam centenas de automóveis por dia, pois é um dos principais acessos à capital Vitória.

Figura 69 - Setor 9 do canal da Bigossi
Elaborado pelo autor. Fotografias por: Marcus Vinícius Oliveira Sartório. Data: Junho de 2017.

Ao mesmo tempo, pouco se percebe da presença do canal ali, sob a avenida. Porém, em eventos extremos quando as águas do canal Bigossi ultrapassam a sua cota máxima, esta é a área mais afetada pela inundação na bacia (Figura 70).

Figura 70 - Rua Antônio Ataíde, próximo ao Terminal Rodoviário de Vila Velha - Inundação ocorrida em março de 2013
Fonte: Redação Multimídia Gazeta *online.*

4.2.10. Canal Bigossi: Setor 10

No setor 10 o canal encontra-se novamente exposto com as margens concretadas. Sua largura de 5 metros é mantida em todo o trecho, que compreende uma extensão de 370 metros desde o Terminal Rodoviário de Vila Velha até o cruzamento entre as vias Avenida Gonçalves Lêdo e a Avenida Capixaba, no bairro Divino Espírito Santo (Figura 71). Cabe ressaltar que este trecho recebeu obra viária recente, que mantém a lógica excludente e segregadora entre cidade e os seus recursos hídricos.

Em sua margem direita encontram-se lotes vazios e edificações espaçadas. Apesar da proximidade com o centro, essa área foi pouco ocupada, e recentemente vem sendo valorizada com a instalação de prédios comerciais na proximidade. Na margem esquerda a área urbana encontra-se mais consolidada, com edificações mais antigas, porém com alguns espaços vazios.

Neste setor, o canal recebeu um paisagismo em sua margem direta, com implantação de vegetação rasteira, assim como foi feito no setor 7 do canal da Costa. Para os motoristas que passam pela avenida paralela ao canal, o mesmo parece desaparecer por detrás da vegetação implantada. Porém, o mesmo não ocorre ao observarmos a área em uma fotografia oblíqua, conforme apresentado na Figura 72.

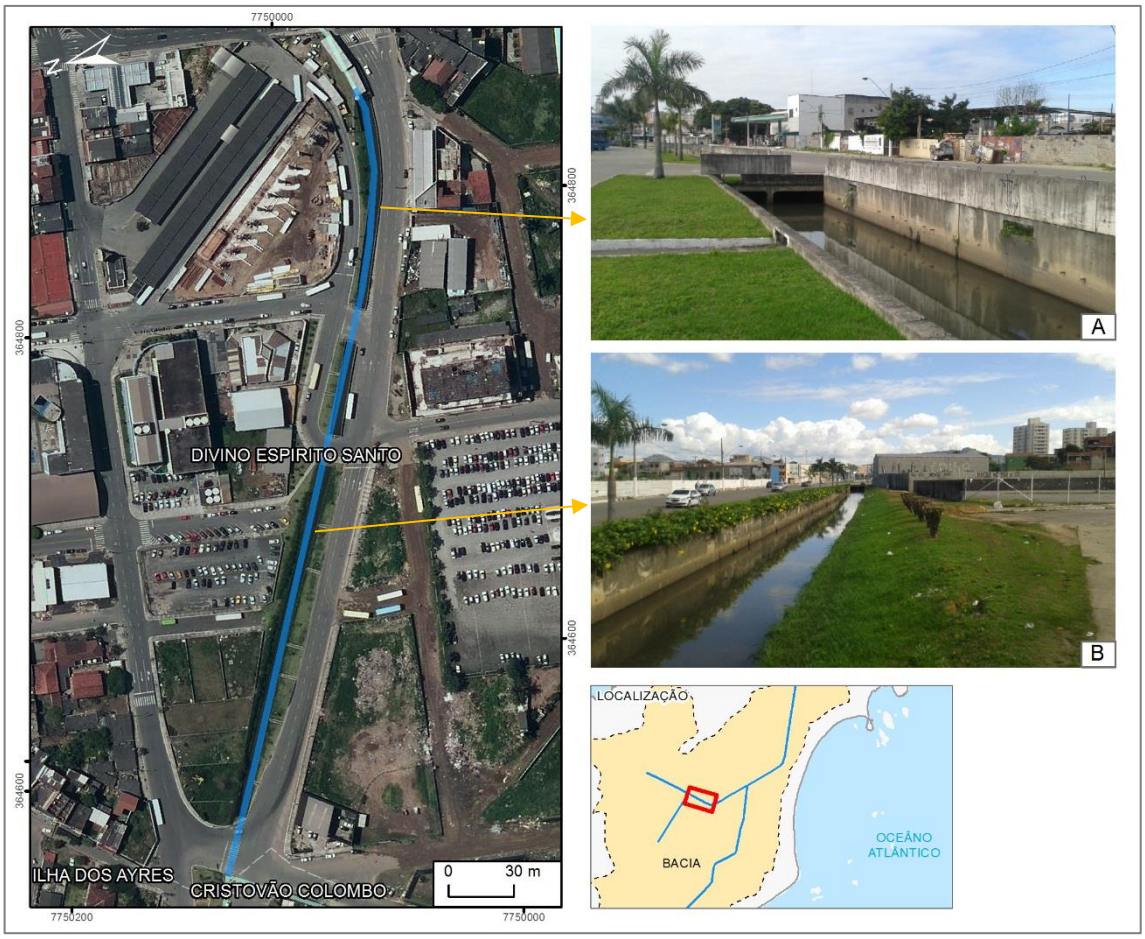


Figura 71 - Setor 10 do canal da Bigossi
Elaborado pelo autor. Fotografias por: Marcus Vinícius Oliveira Sartório. Data: Junho de 2017.

Figura 72 - Fotografia dos setores 10 – em primeiro plano, e 11 – em segundo plano
Fotografia por: Marcus Vinícius Oliveira Sartório. Data: Novembro de 2016.

4.2.11. Canal Bigossi: Setor 11

O setor 11 passou recentemente por obras para a construção da alça que liga a terceira ponte à Avenida Carlos Lindemberg, e encontra-se atualmente coberto e possui uma extensão de 668 metros (Figura 73 - A e B). Nas obras o canal foi coberto para dar espaço à uma ampla área gramada que ainda não foi utilizada para nenhum fim específico. Novamente percebe-se a valorização dos projetos viários em detrimento aos rios e canais presentes na paisagem da cidade.

Um dos poucos vestígios que foi deixado da presença do canal foi a divisão entre os bairros Ilha dos Ayres e Cristóvão Colombo, que ainda tem o canal como limite. Ambos os bairros possuem alta densidade de edificações com avenidas asfaltadas.

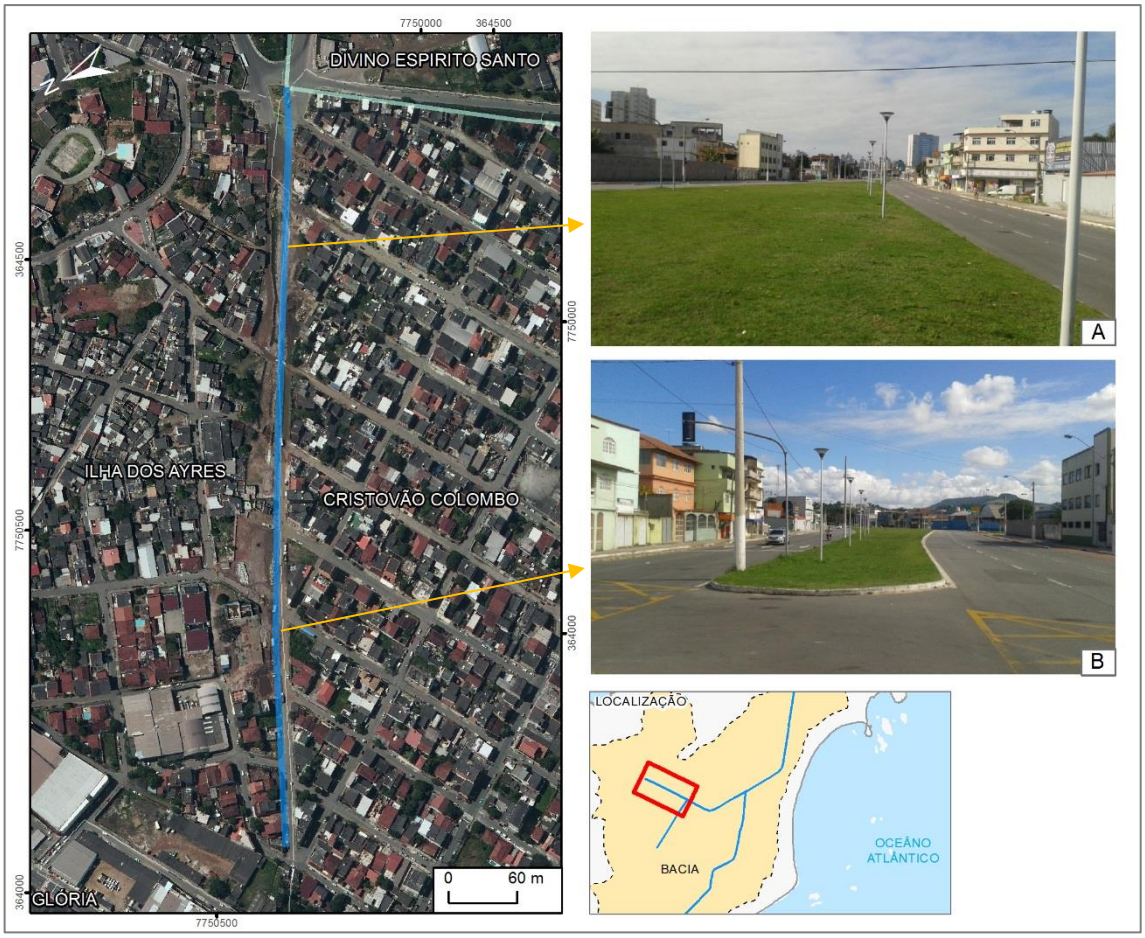


Figura 73 - Setor 11 do canal da Bigossi
Elaborado pelo autor. Fotografias por: Marcus Vinícius Oliveira Sartório. Data: Junho de 2017.

4.2.12. Canal Bigossi: Setor 12

Da mesma forma, o setor 12 passou por obras de tamponamento em toda sua extensão de 812 metros. Sobre o curso do canal foi construída uma ciclovia que ainda está em processo de ampliação (Figura 74 – A e B). Paralelamente, a Avenida Capixaba que segue o canal em sua margem direita foi asfaltada. Este trecho do canal está entre os bairros Divino Espírito Santo e Cristóvão Colombo, que possuem padrões de ocupação distintos, onde o primeiro apresenta ainda muitos lotes vazios com galpões e prédios comerciais sendo construídos, enquanto o segundo apresenta uma malha urbana mais densa composta por edificações mais precárias.

Figura 74 - Setor 12 do canal da Bigossi
Elaborado pelo autor. Fotografias por: Marcus Vinícius Oliveira Sartório. Data: Junho de 2017.

As informações apresentadas acima ratificam a afirmação de que os rios urbanos foram, e ainda são deixados de lado na paisagem dessas áreas, predominando a lógica viária e da valorização imobiliária do entorno. Seu uso quase que exclusivo para despejo de efluentes e águas pluviais reforça ainda mais a necessidade de esconde-los em galerias e manilhas.

Como exemplo dessa afirmação, pode-se citar a valorização dos imóveis próximos ao canal Bigossi no setor 12 após as obras de tamponamento realizadas, sobretudo no bairro Cristóvão Colombo. Essa visão unilateral desconsidera as potencialidades de reinserir esses canais no ambiente urbano, com propósitos que vão além do paisagismo e da valorização das áreas adjacentes, onde é possível amortecer os efeitos das inundações.

CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa buscou compreender como ocorreu o processo evolutivo da desnaturalização do sistema fluvial dos canais da Costa e Bigossi diante das intervenções realizadas ao longo do tempo na planície em que está situada e em sua própria estrutura.

Nesse sentido, o trabalho discutiu a princípio as características físicas da área de estudo, pois considera-se que o sistema fluvial encontra-se em um ambiente vulnerável à inundações devido às condições naturais da própria planície costeira. Notou-se durante a pesquisa que este fato não impediu que ocorresse expansão da área urbana sobre essas áreas.

Constatou-se que as obras estruturais implantadas, não somente na bacia dos canais da Costa e Bigossi, mas em toda a planície do baixo rio Jucu, pelo DNOS nas décadas de 1950 até sua extinção, primavam por um controle das condições naturais supracitadas a partir das técnicas de engenharia. Essas técnicas, porém, não apresentaram os resultados esperados pois não foram capazes de impedir que os eventos de inundação, que sucederam nas décadas seguintes às instalações, atingissem a área urbana.

Tais intervenções, como a criação do canal Bigossi e a construção de diques de contenção também refletiram em ineficácia dessa técnica. A atual condição de risco em que grande parte da população vilavelhense encontra-se reflete a confluência entre a expectativa de que essas obras outrora poderiam permitir que a área urbana se expandisse sem grandes problemas e o dilatado espaço de tempo entre eventos extremos, que contribuiu para um “esquecimento” de que esses eventos tornariam a ocorrer em tempos futuros. Dessa forma, considera-se que os episódios de inundação foram também desconsiderados no processo de expansão urbana nessas décadas. Prova disso foi a intensa expansão da área urbana entre os anos 1978 e 1998.

Contudo, percebe-se que estas medidas estruturais não geraram senão uma situação paliativa do controle natural das inundações. Diante disso, esta pesquisa confirma também a afirmação, apresentada na introdução, de que uma visão unilateral sobre o funcionamento dos rios acaba por conferir uma visão reducionista do tratamento

destes. As novas características do meio, inseridas pela intervenção humana, alteram o estado de equilíbrio dos processos naturais, convergindo para uma nova organização dos elementos daquele sistema, e um novo estado de equilíbrio.

No decorrer da pesquisa notou-se que a desconsideração de fatores importantes como a morfologia da planície, a dinâmica fluvial dessa área e o tipo de uso e ocupação do solo, acabam por conferir uma abordagem parcial diante da complexidade dos fenômenos naturais e sociais que estão presentes. Dessa forma justifica-se a utilização de um pressuposto sistêmico que possibilita observar não somente os elementos da paisagem de forma não fragmentada, mas observa-la a partir de sua totalidade.

A abordagem sistêmica, nesse sentido, apresentou-se como uma possibilidade de observar a problemática dos rios urbanos, viabilizando uma contribuição da Geografia para estudos urbanos, principalmente no que diz respeito aos aspectos físicos desse ambiente tão complexo.

Ao investigar temporalmente a relação entre o crescimento da cidade de Vila Velha e a desnaturalização do sistema fluvial dos canais da Costa e Bigossi, constatou-se que houve uma redução do valor da presença dos rios, passando a serem vistos como um obstáculo à expansão urbana a partir do momento em que aumentou a demanda por áreas a serem ocupadas.

Constatou-se o quadro de extrema falta de valorização/inserção dos canais na paisagem urbana e do mau tratamento dado aos cursos d’água na cidade, identificando problemas comuns à maioria das cidades brasileiras que possuem córregos e rios dentro dos seus limites. Pode-se dizer que esse cenário é reflexo da relação contraditória e conflituosa entre o ambiente natural e o ambiente construído nas cidades.

Todavia, notou-se também que, diferente de muitas cidades brasileiras, as modificações nos sistemas fluviais iniciaram-se anteriormente à expansão da área urbana e não posteriormente ou concomitantemente. Contudo, essas modificações permaneceram em execução na medida em que a área urbana expandia-se sobre a planície.

A análise das imagens aéreas da área de estudo para os anos de 1970, 1978, 1998, 2008 e 2013, relacionando-as às informações bibliográficas e históricas do crescimento do contingente populacional neste período, foram de grande auxilio para identificação de como esse processo ocorreu na bacia. Percebeu-se que áreas inundadas foram drenadas e a vegetação suprimida para possibilitar o loteamento de novas áreas. Da mesma forma foi possível visualizar a supressão de meandros que ainda restavam na paisagem da bacia nos anos 1970 e em 1978 já não existiam mais.

Neste processo o ambiente natural configurou-se em um cenário artificial. Os vetores do crescimento urbano avaliados no capítulo final desse trabalho mostraram que a expansão da área urbana se deu a partir do bairro Centro que historicamente não havia sido modificado devido às características físicas da área. Notou-se que a expansão se deu sobretudo pelas avenidas principais do município que ligavam esta área à capital e ao sul do estado. Apesar de ter havido um refreamento da expansão urbana, esta ainda passa por modificações em sua estrutura interna, com mudanças no padrão de construção.

Um dos objetivos que resultou em uma avaliação inconteste para esta pesquisa foi a avaliação da morfologia dos canais e das condições atuais de suas margens a partir de setores. Nesta escala de detalhes foi inicialmente identificado mudanças na fisionomia do canal ocorridas em função das modificações antrópicas neste, que não existiriam em um ambiente não modificado.

A avaliação dos segmentos definidos, associado ao trabalho de campo, possibilitou enxergar as nuances que inicialmente não são possíveis de serem apreendidas em escalas maiores. Da mesma forma observou-se as distintas características da área urbana pela qual os canais passam.

Em todo o trecho dos canais da Costa e Bigossi, percebemos o quanto estes estão subjugados na malha urbana, servindo como local de despejo de lixo e esgoto, assim como, em geral, suas margens estão ocupadas por avenidas e edificações que escondem sua presença. Em alguns trechos o canal pode sequer ser visto pois encontra-se coberto em galerias sob a malha urbana, o que evidencia ainda mais a negação de sua presença.

Neste cenário, fica evidente que não estão sendo realizados progressos na inserção desses canais no cotidiano da cidade. Parece que o movimento iniciado há mais de meio século ainda perpetua-se na mentalidade de gestores que ainda procuram submeter a dinâmica natural do ambiente às técnicas estruturais. Um exemplo disso foi a recente instalação das estações de bombeamento junto aos canais.

As tentativas de remediar os problemas de inundação em um cenário onde se consolidou um centro urbano parece, ao menos em curto prazo, as únicas medidas cabíveis para proteger a população que ali está inserida. Trata-se de um problema de difícil solução, que requer vontade política e um esforço de reconfiguração da estrutura urbana para adaptar-se às condições naturais sobre a qual está construída.

Muitos países ao redor do mundo aprenderam a lidar com as suas águas. Já não são recentes as evidências de que é possível restaurar as condições de convívio entre a população urbana e os rios. Então o que está faltando para que se alcance tal harmonia? E como se dará esta revitalização do sistema fluvial diante desse cenário? Certamente este é um problema difícil de ser solucionado em curto prazo!

Esta discussão, traçada a partir da relação entre os resultados alcançados e a abordagem teórica revela apenas uma parte da complexidade que permeia a interação entre as dinâmicas naturais e sociais no âmbito dos sistemas fluviais, tendo em vista que a compreensão dessa interação faz parte de um sistema maior que se conecta-se a diferentes escalas.

Ademais, o que se pretende não é somente apresentar as consequências geradas por um processo de urbanização que desconsidera os aspectos naturais, mas também repensar o modelo de desenvolvimento urbano menos degradante e nocivo, que vá além das ações de conservação desses ambientes, mas reorientando o modelo de expansão das cidades em relação aos seus sítios.

REFERÊNCIAS

ANA - Agência Nacional de Águas. **Bacias Hidrográficas do Atlântico Sul – Trecho Leste:** Sinopse de informações do Rio de Janeiro, Espírito Santo, Bahia e Sergipe. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br/cd4/index.htm>. Acesso em Março de 2016.

ALBINO, J; PAIVA, D. S.; MACHADO, G. M. **Geomorfologia, tipologia, vulnerabilidade erosiva e ocupação urbana das praias do litoral do Espírito Santo, Brasil**. Revista Geografares, Vitória, n. 2. p.63 – 69, 2001.

AMARANTE, O. A. C. do. **Atlas Eólico: Espírito Santo** / Odilon A. C. do Amarante, Fabiano de Jesus Lima da Silva, Paulo Emiliano Piá de Andrade. Vitória (ES): ASPE - Agência de Serviços Públicos de Energia do Estado do Espírito Santo, 2009. 100 p.

AMPC – Associação dos Moradores da Praia da Costa. Rio Marinho. **O caminho das águas. Disponível** em: < http://www.ampc.org.br/index.php?option=com_ content&task=view&id=125&Itemid=117>. Acesso em: 13 jan. 2015.

ANA - Agência Nacional de Águas. **Bacias Hidrográficas do Atlântico Sul – Trecho Leste: Sinopse de informações do Rio de Janeiro, Espírito Santo, Bahia e Sergipe.** Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br/cd4/index.htm>. Acesso em: 26 jul. 2016.

ANTAQ - Agência Nacional de Transportes Aquaviários. **Porto de Vitória**. 2012. Disponível em: <http://www.antaq.gov.br/portal/pdf/Portos/2012/Vitoria.pdf>. Acesso em: Outubro de 2016.

ASEVILA – Associação dos Empresários de Vila Velha. **Plano de Desenvolvimento Sustentável de Vila Velha**. 120p. 2010

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil. 16ª Ed, 2012.

BALESTRERO,H. L. A **Obra dos Jesuítas no Espírito Santo**. 2ª ed. Coleção Heribaldo Lopes Balestrero. Viana - ES. 2012

BOTELHO, R. G. M. **Bacias Hidrográficas Urbanas**. In: GUERRA, A. J. T. (Org.) Geomorfologia Urbana. Rio de Janeiro; Bertrand Brasil, 2011.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, Antônio S. da. **Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental,** in: VITTE, Antônio C.; GUERRA, A. J. T. (Orgs.) Reflexões Sobre a Geografia Física no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

BROOKES, A. **River Channelization**: Traditional Engineering Methods, Physical Consequences and Alternative Pratices. Progress in Physical Geography, Vol 9, Issue 1, 1985.

CAMPOS JÚNIOR, C. T. **Transformações da construção imobiliária em Vitória e Vila Velha**. In: Anais do VIII Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional - ANPUR, 1999.

CARNEIRO, P. R. F.; MIGUEZ, M. G. **Controle de inundações em bacias hidrográficas urbanas**. Annablume. São Paulo, 2011.

CHIN, A. **Urban transformation of river landscapes in a global context**. Geomorphology, v.79, n.3, p. 460-487, 2006.

CHITALE, S.V. **River channel patterns**. Journal of the Hydraulics Division, v.96, n.1, p. 201-221, 1970.

CHORLEY, R. J. **Geomorphology and General System Theory**. U.S.Geol. Survey Prof. Paper, 500-b: 1-10. 1960.

CHORLEY, R. J., HAGGETT, P. **Modelos Integrados em Geografia**. Livros Técnicos e Científicos S.A. e Editora da USP. Rio de Janeiro, 1974.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em geografia: introdução**. Editora Hucitec, Editora da Universidade de São Paulo, 1979.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgar Blucher. 2ª ed. 1980.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Edgar Blucher. 1ª ed. 1981.

COELHO, A. L. N. **Alterações Hidrogeomorfológicas no Médio-Baixo Rio Doce/ES.** Niterói 2007. 227 f. (Tese de Doutorado) Departamento de Geografia da Universidade Federal Fluminense.

_____. **SIG Aplicado em Inundações Urbanas**: Estudo de Caso no Município de Vitória-ES (Brasil). Ciência Geográfica - Bauru - XX - Vol. XX - (1): Janeiro/ Dezembro. 2016.

COELHO NETO, A. L. **Hidrologia de encosta na interface com a Geomorfologia**. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. (Orgs.). Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

CUNHA, S. B. **Impactos potenciais das obras de engenharia na dinâmica do canal e planície de inundação do rio São João**, RJ, Brasil. Anais V Simpósio Luso-brasileiro de Hidráulica e Recursos Hídricos, IX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 4:110-121, 1991a.

_____. **Retificação do Rio São João**: efeitos na morfologia do canal e na ecologia. Finisterra, XXVI, 51, 1991b.

_____. **River Channel Change**: The Case Study of São João River, Brasil. Abstracts, 27th International Geographycal Congress. 130, 1992.

_____. **Impactos das obras de engenharia sobre o ambiente biofísico da bacia do rio São João (Rio de Janeiro) Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Instituto de Geociências, UFRJ, 1995.

_____. **Canais Fluviais e a Questão Ambiental.** In: CUNHA, S. B.; GUERRA, J. T. (Org) A questão ambiental: diferentes abordagens. Bertrand Brasil, 2003.

_____. **Morfologia dos Canais Urbanos**. In: POLETO, C. (Org.) Ambientes e Sedimentos. Porto Alegre: ABRH, 2008.

_____. **Geomorfologia Fluvial**. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.) Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos. 10 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

_____. **Rios Desnaturalizados**. In: BARBOSA, J.L. LIMONAD, E. Ordenamento territorial e ambiental. Niteroi: Editora da UFF, 2013.

DEINA, M. A. **Alterações hidrogeomorfológicas no baixo curso do rio Jucu (ES)**. 2013. Dissertação (Geografia) – Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória-ES.

DEINA, M. A.; COELHO, A. L. N. **A Influência da Zona Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) nos Eventos de Inundação no Baixo Jucu em Vila Velha (ES)**. Geografia (Londrina), v. 24, n. 2, p. 05-23, 2015.

_____ ; _____. **Fragilidade Emergente a Inundações na Bacia Hidrográfica do Rio Jucu/ES**. In: XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2017, Santos - SP. Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 2017. v. 1. p. 150-157.

_____ ; _____. **Análise das Áreas Inundáveis no Baixo Rio Jucu em Vila Velha (ES) com Imagens Temporais CBERS 2B/CCD**. In: XV Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2013, Vitória - ES. Anais do Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Vitória - ES, 2013. v. 1. p. 39-47.

DOMINGUEZ, J.M.L., BITTENCOURT, A.C.S.P.; MARTIN L. **Esquema evolutivo da sedimentação quaternária nas feições deltáicas dos rios São Francisco (SE/AL), Jequitinhonha (BA), Doce (ES) e Paraíba do Sul (RJ)**. 1981. Revista de Geociências, IG-USP, São Paulo, n.11, pp. 227-237, 1981.

DREW, D. **Processos interativos homem-meio ambiente**. São Paulo: DIFEL – Difusão Editorial, 1986.

DURY, G. H. **Relation of morphometry to runoff frequency**. In: CHORLEY, R. J. Water, Earth and Man. Mthuen & Co. Londres, 1971.

FERREIRA, N.J.; SANCHES, M.; SILVA DIAS, M. A. F. **Composição da Zona de Convergência do Atlântico Sul em Períodos de El Niño e La Niña**. Revista Brasileira de Meteorologia, v.19, n.1, 89-98, 2004.

FIERS, M. S. M. **As abordagens sistêmicas e do equilíbrio dinâmico na análise da fragilidade do litoral do estado de São Paulo**: contribuição àgeomorfologia das planícies costeiras. (Tese de Doutorado). FFLCH.São Paulo, 2008. 394p.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. Oficina de Textos, 2008.

FONT, Antonio (org.). **Planeamiento urbanístico**: de la controversia a la renovación. Barcelona: Diputació Barcelona, 2003. 255p.

GREGORY, K. J. River channel changes. John Wiley & Sons, United Kingdom, 1977.

GUERRA, A. T. **Dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia, 3ª Ed. 1993.

GUERRA, A. T. (Org.). **Geomorfologia urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

HACK, J. T. **Interpretation of Erosional Topography in Humid Temperare Regions**. American Journal of Science, v. 258-A: 80-97. 1960.

HOWARD, A. D. **Geomorphological System**: Equilibrium and Dynamics. American Journal of Science, v. 263 (4), p. 302-312, 1965.

HOLZ, I. H. **Urbanização e Impactos Sobre Áreas de Preservação Permanente**: O Caso do Rio Jucu – ES. (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Vitória, 2012. 210p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Banco de dados agregados** (Dados Populacionais do Espírito Santo. 2010). Disponível em: <www.sidra.ibge.govbr>. Acesso em: 05 set. 2016.

_____. Carta Topográfica de Vitória. Folha SF-24-V-B-I 3/4. Diretoria de Geodésia e Cartografia, 1980.

IEMA/ES - Instituto Estadual De Meio Ambiente E Recursos Hídricos. **Fotografias aéreas ortorretificadas** do (2007/2008).

IJSN - Instituto Jones dos Santos Neves. **Movimentos Migratórios no estado do Espírito Santo – 1986-1991.** Vitória, 2003.

_____. **Região Metropolitana da Grande Vitória – RMGV**: Sistema gestor de informações básicas. Vitória, 2005.

_____. **Distribuição Populacional no Espírito Santo: Resultados do Censo Demográfico 2010**. Ano IV – Nº 27 – Maio de 2011. Pesquisado em: <http://www.ijsn.es.gov.br/Sitio/attachments/958_2011-27_.pdf>. Acesso em: 08 out. 2012.

IJSN - Instituto Jones dos Santos Neves, et al. **Mapeamento Geomorfológico do** Estado do Espírito Santo. Vitória, ES, 2012.

KELLERHALS, R.; BRAY, D. I.; CHURCH, M. **Classification and analysis of river processes**. Journal of the Hydraulics Division, v. 102, n. 7, p. 813-829, 1976.

KNIGHTON, D. **Fluvial forms and process**. Edward Arnold. Londres, 1981.

LEOPOLD, L. B. Hydrology of urban planning – A gude book on the hydrologic effects on urban land use. USGS circ. 554, 1968.

LEOPOLD, L. B.; WOLMAN, M. G. **River channel patterns: braided, meandering, and straight**. US Government Printing Office, 1957.

LEWIN, J. **British Rivers**. George Allen & Unwin. Londres, 1981.

LIBAULT, A. **Os quatro níveis da pesquisa geográfica**. Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia, 1971.

MACHADO, Giseli Modolo Vieira. **Sedimentologia e estratigrafia quaternária dos depósitos costeiros da região de Vitória, ES**. Vitória, 2014, 285 f. Tese (Doutorado em Oceanografia Ambiental) da Universidade Federal do Espírito Santo.

MARTIN, L. ; SUGUIO, K. ; FLEXOR, J. M. ; ARCHANJO, J. D. **Coastal Quaternary formations of the southern part of the State of Espírito Santo (Brazil)**. Anais da Academia Brasileira de Ciências, v. 68, p. 389-404, 1996.

MARTIN, L. et al. **Geologia do Quaternário costeiro do litoral norte do Rio de Janeiro e do Espírito Santo**. CPRM, Belo Horizonte, 1997.

MARTINS, J. R. S. **Obras de Macrodrenagem**. In: TUCCI, C. E. M; PORTO, R. L.; BARROS, M. T. (Org.) Drenagem Urbana. ABRH, Porto Alegre - RS, 1995.

MATTOS, R. F. da S. **Desigualdade Sócio-Espacial e Violência Urbana:** A Região Metropolitana da Grande Vitória. Tese de Doutorado (Ciências Sociais) – Pontifícia Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: < http://www.sapientia.pucsp.br/tde_arquivos/8/TDE-2008-11-13T12:25:01Z-6763/Publico /Rossana%20Ferreira%20da%20Silva%20Mattos.pdf>. Acesso em 19 de Junho de 2016.

MENDONÇA, F. **Geografia Física: ciência humana?**. 6 ed. São Paulo: Contexto, 1998.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M.. **Climatologia: Noções Básicas e Climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MILLER, J. G. **Living Systems**: Basic Concepts, Behavioral Science, v. 10: 193-237. 1965.

MONTEIRO, C. A. F. Clima. In: **Geografia do Brasil. Grande Região Sul**. Rio de Janeiro, Fundação IBGE, vol. 5, 1949.

MORISAWA, M. **Rivers**: form and process. Geomorphology texts. Longman Londres. n. 7, 1985.

NOVAES, L. **Canal da Costa ganhará estação de bombeamento para evitar alagamentos**. 2015. Disponível em: http://www.vilavelha.es.gov.br/noticias/2015/10/canal-da-costa-ganhara-estacao-de-bombeamento-para-evitar-alagamentos-7322. Acesso em: 10 dez. 2017.

OLIVEIRA, J. T. de **História do Estado do Espírito Santo.** Vitória: Arquivo Público do Estado do Espírito Santo: Secretaria de Estado da Cultura, 2008.

PARK, C. C. **Man-induced changes in stream channel capacity**. In: BROOKES, A. River Channel Changes. John Wiley and Sons, 1981.

PASSOS, R. de M. **Rede hídrica e urbanização**: o Córrego Jucutuquara na paisagem urbana de Vitória-ES. 2015. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Espírito Santo.

PATROCINIO, S. G. A **Expansão e Ocupação Urbana de Vila Velha – ES**: Um Estudo de Caso da Implantação dos Principais Eixos Viários do Município. Monografia (Ciências Econômicas) – Universidade Federal do Espírito Santo, 2016.

PEREZ FILHO, A. et al, **Monitoramento e Gerenciamento de Bacias Urbanas Associados a Inundação**: Diagnose da Bacia do Ribeirão Quilombo na Região Metropolitana de Campinas Utilizando Geotecnologias. Revista do Departamento de Geografia, v.19, p. 44-54, 2006.

PINHEIRO, C. A. K. **Contribuição Geográfica ao Estudo das Unidades de Conservação sob o Enfoque Sistêmico**: O Caso do Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila Velha (ES). Dissertação (Geografia) – Universidade Federal do Espírito Santo, 2011.

RADAMBRASIL, Projeto; DE RECURSOS NATURAIS, **Levantamento. Geologia, Geomorfologia, Solos, Vegetação e Uso Potencial da Terra**. v. 32, Folhas SF 23/24 Rio de Janeiro/Vitória. Rio de Janeiro: IBGE/Ministério das minas e energia–Secretaria Geral, 1983.

REIS, F. A. G. V; **Curso de Geologia Ambiental via Internet**. Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/interacao/inter11.html>. Acesso em: Março de 2017.

ROSGEN, D. L. **A Classification of Natural Rivers**, CATENA, v. 22. 1994.

SANTOS, J. **Vila Velha: Onde Começou o Estado do Espírito Santo**: Fragmentos de uma História. Ed. do autor, 1999.

SARAIVA, M. da G. A. N. **O rio como paisagem**: gestão de corredores fluviais no quadro do ordenamento do território. Lisboa: FundaçãoCalouste Gulbenkian: Fundação para a Ciência e a Tecnologia, Ministério da Ciência e da Tecnologia, 1999.

SARTÓRIO, M. V. O. **Processo de Urbanização em Bacias de Drenagem**: Estudo de Caso da Bacia do Rio Marinho – ES. Monografia (Geografia) – Universidade Federal do Espírito Santo, 2015.

SEMPLA - Secretaria Municipal de Planejamento Orçamento e Gestão de Vila Velha. **Perfil Sócioeconômico por Bairros**. Revisão Nº2. 2013.

SETÚBAL, José Ancheita de. **Ecos de Vila Velha**. Apoio: Prefeitura Municipal de Vila Velha/Secretaria Municipal da Cultura Instituto Histórico e Geográfico do Espírito Santo. Vila Velha, 2001.

SILVA, G. M. **A Zona de Convergência do Atlântico Sul e a Precipitação Pluvial do Município de Vila Velha (ES)**: Repercussões Sobre as Inundações. 2013. Monografia - Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória-ES.

SCHUMM, S. A. **Sinuosity of alluvial rivers on the Great Plains**. Geological Society of America Bulletin, v. 74, n. 9, p. 1089-1100, 1963.

SINDUSCON-ES. **28º Censo Imobiliário**. Abril de 2015. Disponível em: < http://www.sinduscones.com.br/v2/upload/682015110453_Apresentacao_Censo_Abril_2015_Atual.pdf>. Acesso em: 06 de Dezembro de 2015.

SIQUEIRA, M. P. S. **Industrialização e empobrecimento urbano: O caso da Grande Vitória – 1950-1980.** Vitória: EDUFES, 2001.

SOUZA, C. R. G. et. al. **Quaternário do Brasil**. Holos Editora, 2005.

STRAHLER, A. N. **Equilibrium Theory of Erosional Sloopes Approached by Frequency Distribution Analysis**. American Journal of Science, v. 248 (10), p. 673-696, e v. 248 (11), p. 800-814. 1950.

STRAHLER, A. N. **Dinamic Basis of Geomorphology**, Geological Society of America Bulletin. v.63, p. 923-938. 1952.

SUGUIO, K. **Dicionário de geologia sedimentar e áreas afins**. Ed. Bertrand, Rio de Janeiro, 1998.

SUGUIO, K.; BIGARELLA, J. J. **Ambientes fluviais**. Universidade Federal de Santa Catarina. Editora da UFSC, 1990.

THORNES, J. B., BRUNSDEN, D. **Geomorphology and Time**. Methuen & Co. Londres. 1977.

TUCCI, C. E. M. **Água no meio urbano**.In: Rebouças, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Org.) Águas Doces do Brasil: capital ecológico, uso e conservação, p. 475-508, 1997.

TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J. C. (Org). **Inundações urbanas na América do Sul.** Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003.

TUCCI, C. E. M.; GENZ, F. **Controle do impacto da urbanização**. In: TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L. L.; BARROS, M. T. (Org.) Drenagem Urbana - ABRH, Porto Alegre - RS, p. 277-347, 1995.

VALE, C. C. **Séries geomórficas costeiras do estado do Espírito Santo e os habitats para o desenvolvimento dos manguezais**: **uma visão sistêmica.** São Paulo, 2004, 386 f. Tese (Doutorado em Geografia Física) Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo.

_____. **Teoria geral do sistema**: histórico e correlações com a Geografia e com o estudo da paisagem. ENTRE-LUGAR, v. 3, n. 6, p. 85-108, 2013.

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 Urbanos no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 111-145, 2001.

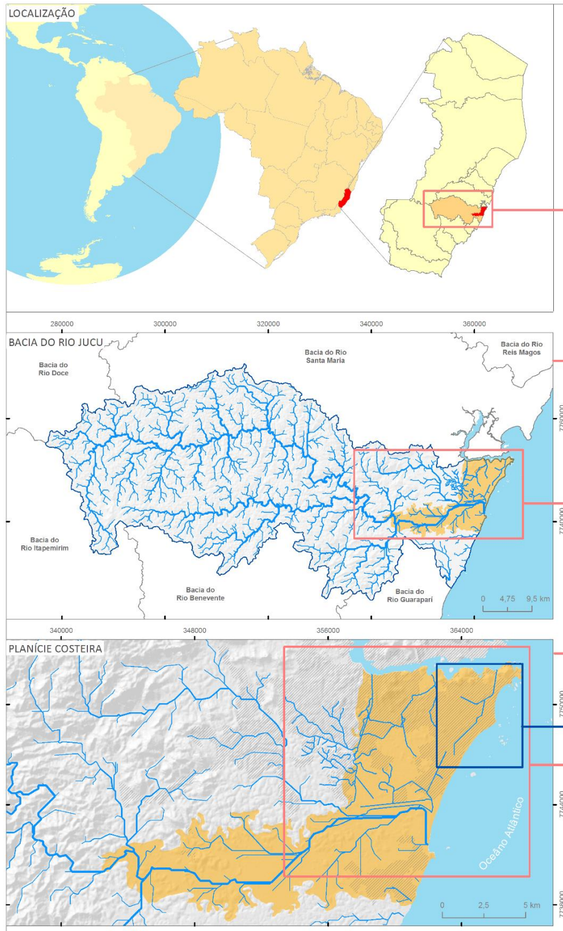
VITTE A. C.; GUERRA, A. J. T. (Org). **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

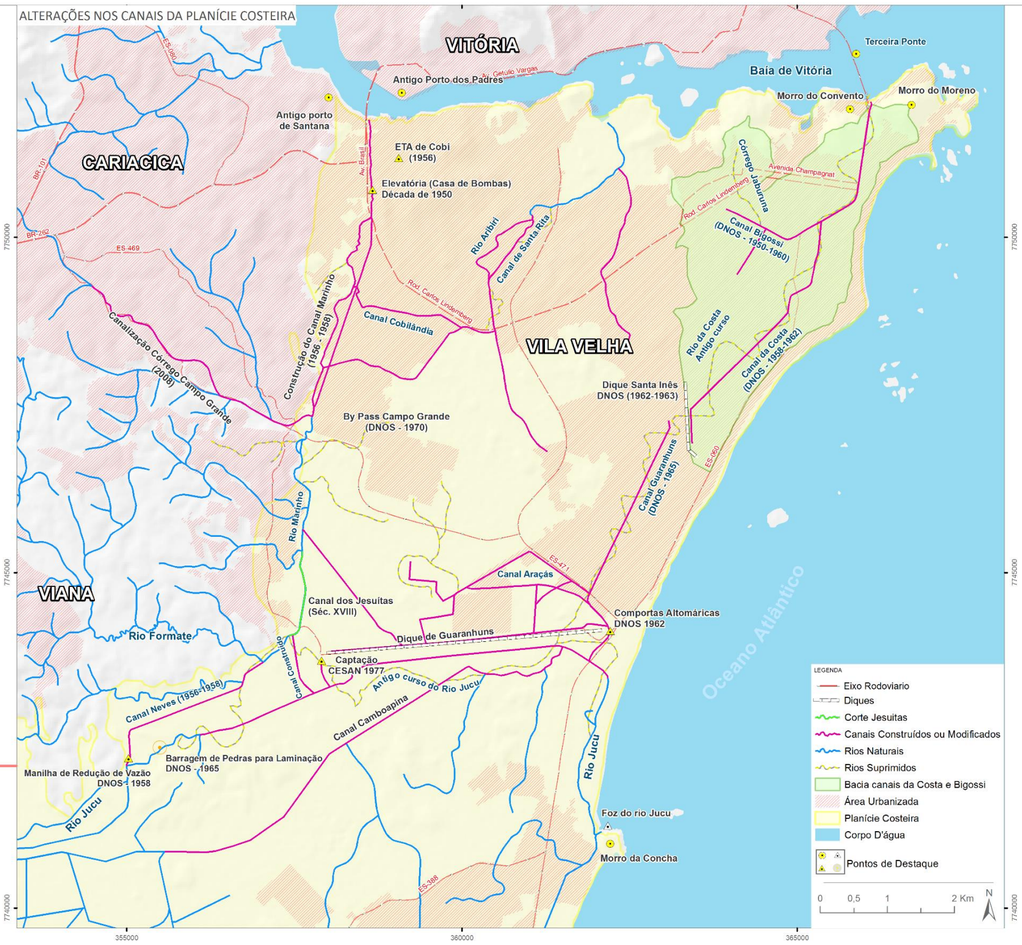
VILA VELHA (Município). **Lei nº 4.707 de 10 de setembro de 2008**. Vila Velha 2008. Disponível em: <http://www.vilavelha.es.gov.br/legislacao/Arquivo/Documents /legislacao/html/L47072008.html>. Acesso em: 27 set. 2016.

WOHL, E. **Time and the river flowing**: Fluvial Geomorphology since 1960. Geomorphology, v.216, p.263-282, 2014

ANEXO

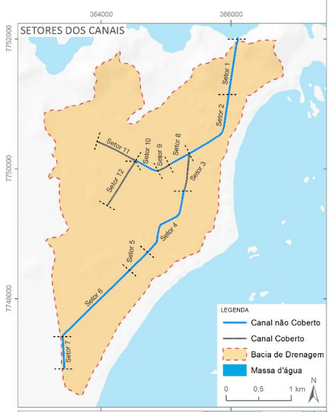
MAPA SÍNTESE

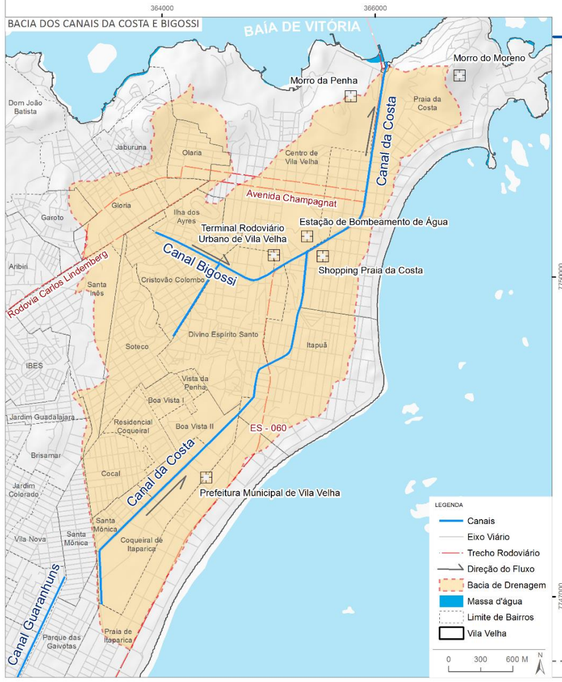


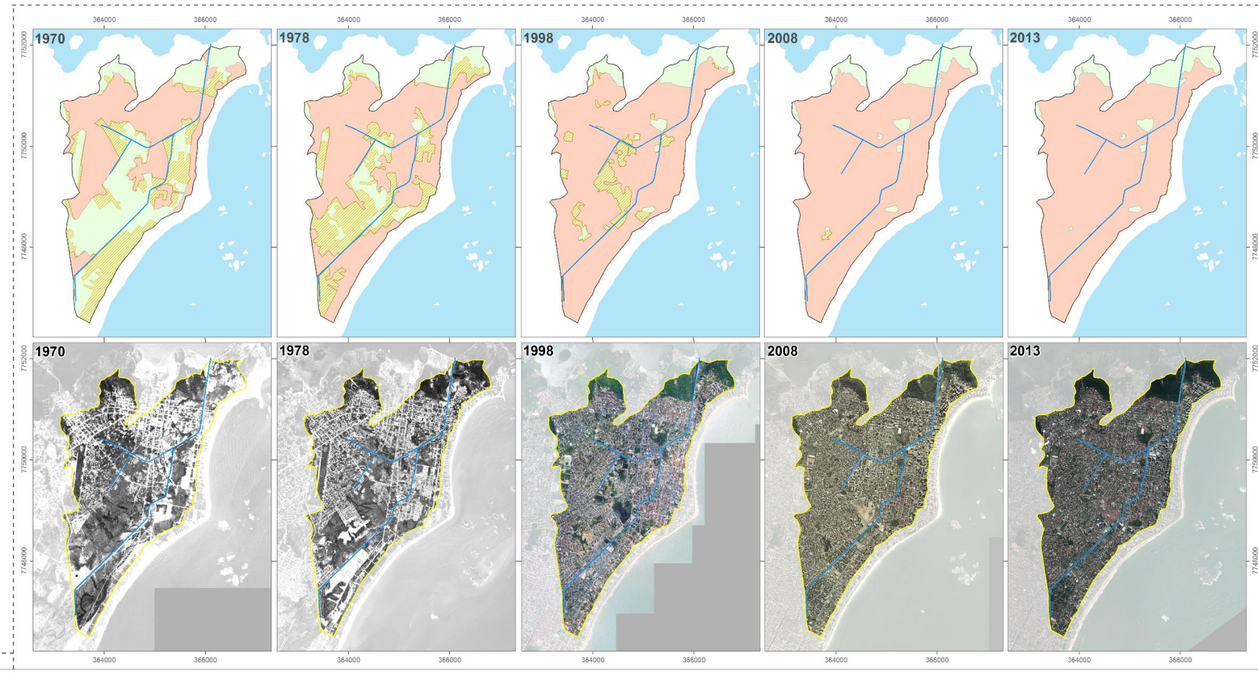


Características da atual morfologia dos setores dos canais da Costa e Bigossi

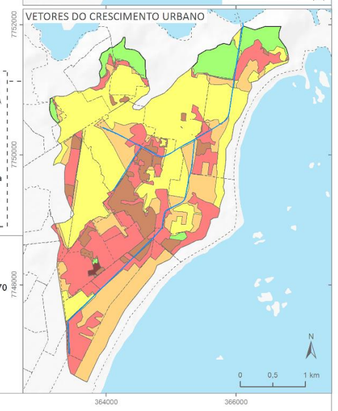
CANAL	SETOR	COMPRIMENTO (metros)	LARGURA MÉDIA (metros)	CONDIÇÕES DOS CANAIS
Canal da Costa	1	896,6	15,75	Não Coberto
	2	1189,3	10,65	Não Coberto
	3	571,1	-	Coberto
	4	1187,3	11,2	Não Coberto
	5	386,3	10,5	Não Coberto
	6	1450,2	4,5	Não Coberto
	7	506,8	3	Não Coberto
Canal Bigossi	8	348,2	5	Não Coberto
	9	211,0	-	Coberto
	10	370,6	5	Não Coberto
	11	668,0	-	Coberto
	12	811,9	-	Coberto
MÉDIA		716,4	8,2	---







MAPAS DE EVOLUÇÃO DA MANCHA URBANA SOBRE A BACIA (1970 A 2013)



DESNATURALIZAÇÃO DOS SISTEMAS FLUVIAIS URBANOS:
O caso do canal da Costa e do canal Bigossi, Vila Velha (ES)

Dados Cartográficos:

Projeção: Universal Transversa Mercator - UTM
Datum Horizontal: SIRGAS 2000 - Zona 24 K (Sul)

Fonte de Dados:

Instituto Jones dos Santos Neves - IJSN
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE
Prefeitura Municipal de Vila Velha - PMVV
Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA

Organização e Geoprocessamento:

Marcus Vinícius Oliveira Sartório

Data: Março de 2018

Impressão: Papel A1 1/1