

EXPANSÃO DA MANCHA URBANA, DESNATURALIZAÇÃO E INUNDAÇÕES NA BACIA DE DRENAGEM DO CANAL DA COSTA E DO CANAL BIGOSSO EM VILA VELHA – ES

Marcus Vinícius Oliveira Sartório¹

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)
Belo Horizonte, MG, Brasil

André Luiz Nascentes Coelho²

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)
Vitória, ES, Brasil

Enviado em 21 dez. 2020 | Aceito em 10 ago. 2021

Resumo: Este artigo apresenta uma análise da desnaturalização dos canais da Costa e Bigossi inseridos em um ambiente de intenso processo de urbanização no município de Vila Velha, estado do Espírito Santo. A fim de identificar a extensão e o impacto das modificações causadas no leito e na planície de inundação, partiu-se com um levantamento histórico dos vetores de crescimento da cidade na bacia, a morfologia dos canais e a ocorrência das inundações. Os resultados evidenciaram o crescimento e adensamento da área urbana do município na bacia de drenagem nas últimas cinco décadas, constatando total desnaturalização do leito em um curso fluvial retificado, marcado pela impermeabilização de concreto, asfalto e por trechos cobertos/tamponado, ampliando consideravelmente áreas de inundações em importantes corredores viários.

Palavras-chave: Bacia de Drenagem; Urbanização; Canalização.

EXPANSION OF THE URBAN AREA, DENATURALIZATION AND FLOODING IN THE DRAINAGE BASIN OF CANAL DA COSTA AND CANAL BIGOSSO IN VILA VELHA – ES - BRAZIL

Abstract: This article presents an analysis of the denaturalization of the Costa and Bigossi channels inserted in an environment of intense urbanization process in the municipality of Vila Velha, state of Espírito Santo - Brazil. In order to identify the extent and impact of changes caused to the river bed and the floodplain, it was considered to carry out a historical survey of the growth vectors of the city in the basin, the morphology of the channels and the occurrence of floods. The results evidenced the growth and densification of the urban area in the drainage basin in the last five decades, evidencing total denaturalization of the bed in a rectified river course, marked by the waterproofing of concrete, asphalt, and covered sections, considerably expanding flood areas in important corridors roads.

Keywords: Drainage basin; Urbanization; Inundation.

EXPANSIÓN URBANA, DENATURALIZACIÓN E INUNDACIONES EN LA CUENCA DE DRENAJE DE CANAL DA COSTA Y CANAL BIGOSSO EN VILA VELHA – ES – BRASIL

Resumen: Este artículo presenta un análisis de la desnaturalización de los canales Costa y Bigossi insertados en un entorno de intenso proceso de urbanización en el municipio de Vila Velha, estado de Espírito Santo - Brasil. Para identificar la extensión e impacto de los cambios provocados en el cauce y en la llanura aluvial, se partió de un relevamiento histórico de los vectores de crecimiento de la ciudad en la cuenca, la morfología de los cauces y la ocurrencia de las inundaciones. Los resultados mostraron el crecimiento y densidad del área urbana del municipio en la cuenca hidrográfica en las últimas cinco décadas, con una desnaturalización total en un curso de río rectificado, marcado por la impermeabilización de concreto y asfalto ampliando considerablemente las áreas inundables.

Palabras clave: Cuenca de drenaje; Urbanización; Inundación.

1. Mestre em Geografia pela Universidade Federal do Espírito Santo. Doutorado em Geografia Física pela Universidade Federal de Minas Gerais. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1307-8782>. E-mail: marcus.sartorio@gmail.com.

2. Doutor em Geografia pela Universidade Federal Fluminense. Professor associado da Universidade Federal do Espírito Santo. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9068-495X>. E-mail: alnc.ufes@gmail.com.

Introdução

É comum em médias e grandes cidades ocorrer um crescimento da malha urbana em áreas impróprias para edificações ao mesmo tempo em que as relações sociais presentes nestas apresentam comportamentos ligados à degradação ambiental (OLIVEIRA JORGE, 2011). Acompanhados a esse crescimento, são claras as modificações na paisagem urbana, sobretudo nas áreas metropolitanas, onde se observa o equilíbrio ambiental mais profundamente afetado. Em países como o Brasil, esse cenário é o mais comumente encontrado. A tardia industrialização e o rápido movimento do homem do campo para a cidade nas últimas décadas do século passado fizeram com que áreas como fundos de vales, planícies costeiras, áreas ribeirinhas e encostas fossem ocupadas de forma legal via criação de bairros e/ou através de ocupações dessas áreas (CARNEIRO e MIGUEZ, 2011).

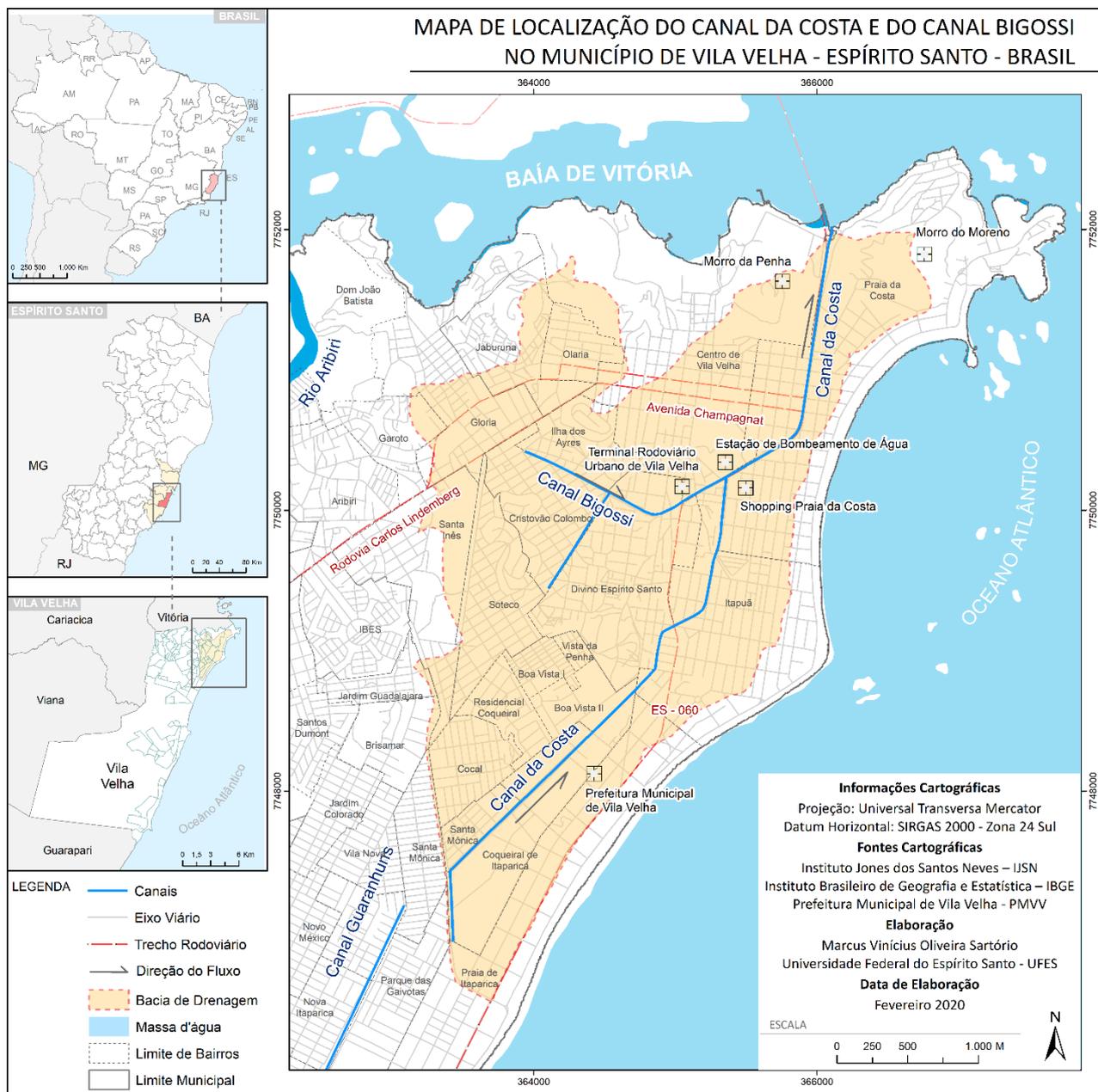
Font (2003) corrobora com esta afirmação ao apontar que a partir da década de 1970, o mundo passou a observar uma nova organização espacial urbana em consequência de processos da expansão acelerada das cidades. Expansão esta que vem levantando novos problemas para os quais os instrumentos de planejamento e gestão dessas áreas não têm se mostrado plenamente eficazes. Notadamente os problemas correspondem aos processos naturais das áreas a qual a cidade passa a se expandir, levando gestores a buscar soluções para contornar as dificuldades inerentes aos aspectos morfológicos, fluviais e climáticos que envolvem a área em questão. Nesse cenário, os rios passaram a se tornar empecilho para a expansão urbana, e seu valor é invertido na paisagem local em função de uma nova lógica espacial que se organiza em seus meandros. A necessidade de alcançar novas áreas para o desenvolvimento do mercado imobiliário faz com que as várzeas sejam drenadas, dando lugar a uma malha impermeabilizada de concreto e asfalto, e, assim, nesse processo, os rios passam a ser desnaturalizados³ e confinados em canais de drenagem pluvial e elementos da macrodrenagem urbana.

É neste contexto que está inserida a bacia de drenagem do Canal da Costa, objeto de estudo, constituída por dois canais: Costa e Bigossi. Localizada entre as coordenadas UTM: 363112 e 366817 Sul: 7751998 e 7746503 Oeste – zona 24 k, a bacia abrange uma área de 9,57 km², 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). É importante destacar que a bacia está inserida em uma planície costeira composta de sedimentos de origem fluvial e marinha, que integram um conjunto de áreas inundáveis condicionada à dinâmica de cheias do rio Jucu⁴ e à dinâmica marinha.

³ O conceito de desnaturalização, apresentado por Cunha (2013) corresponde a um processo de transformação da calha fluvial de um rio a partir da retificação e canalização do leito a partir de obras estruturais. Comumente este processo está vinculado à re-significação do rio na paisagem, transformando-o em um elemento de drenagem.

⁴ A planície flúvio-marinha (MARTIN, et al, 1997), onde encontra-se a área de estudo, corresponde também ao baixo curso da bacia hidrográfica do rio Jucu, que drena uma área de 2200km² no estado do Espírito Santo.

Figura 1 - Localização dos canais da Costa e Bigossi no município de Vila Velha – ES, destacando os limites da bacia de drenagem e indicação da direção dos fluxos da água



Fonte: Elaborado pelos autores

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 atualmente encontra-se completamente canalizada cedendo espaço a importantes eixos viários e equipamentos urbanísticos como as avenidas Luciano das Neves e Champagnat, a rodovia ES-060, a Prefeitura Municipal de Vila Velha – PMVV, o Terminal Rodoviário Urbano de Vila Velha, os Shoppings Vila Velha e Praia da Costa, além de residências. Às margens da baía de Vitória, do Oceano Atlântico, e dos sistemas fluviais do rio Marinho e Aribiri, e a bacia do canal da Costa corresponde a 4,5 % do município de Vila Velha, ao mesmo tempo em que comporta uma das áreas de maior adensamento populacional do município.

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 os cursos os quais foram estreitados. Apesar dessa desatenção, são bem notados por todos quando em eventos de intensa precipitação, que podem coincidir com maré de sizígia ou eventos de tempestades costeiras, as águas extravasam suas margens em um evento natural de inundação, preenchendo grande parte da planície costeira da qual fazem parte. Uma das características mais notáveis do canal é que este perdera a morfologia natural de um rio na medida em que obras de canalização e retificação do leito foram realizadas.

Partindo do exposto, e com base em estudos recentes em intervenções nos sistemas fluviais urbanos de cidades como São Paulo (GOUVEIA e RODRIGUES, 2017; RODRIGUES et. al, 2019) e Rio de Janeiro (CUNHA e CUNHA, 2015; SOUZA et. al, 2014), percebe-se a necessidade de ampliar os estudos desses processos nos ambientes urbanos de diversas cidades. A metodologia sustentada em processos históricos de transformação da paisagem (FERREIRA, 1998) oferece uma possibilidade de abordagem juntamente com a utilização de ferramentas de geotecnologias como os Sistemas de Informações Geográficas – SIG (SAUSEN e NARVAES, 2015; FITZ, 2008; JENSEN, 2009), fornecendo um panorama das transformações espaciais materializadas na área de estudo.

Nesse contexto, o objetivo central desta pesquisa é investigar, por meio de uma perspectiva espaço-temporal, a ampliação da mancha urbana e o processo de desnaturalização dos canais da Costa e Bigossi inseridos na bacia urbana do Canal da Costa e os efeitos das inundações. Como objetivos específicos: Realizar um levantamento dos vetores de crescimento da cidade sobre os canais; destacar a atual morfologia dos canais da Costa e Bigossi; e a ocorrência das inundações.

Metodologia

Para que os objetivos fossem alcançados, o estudo foi dividido em duas principais etapas, iniciando com compilação do referencial bibliográfico sobre o assunto seguido do acesso a informações do ambiente físico e socioeconômicas (populacionais, econômicos) para a caracterização geral da área de estudo, extraídas de relatórios como indicadores sociais do Instituto Jones dos Santos Neves – IJSN, e PMVV, censos demográficos realizados pelo IBGE nos anos de 2010 e estimativas para o ano de 2020, além de cartografia geomorfológica produzida também pelo IJSN, CPRM e pelo projeto RADAMBRASIL em sua carta 23/24 – Rio de Janeiro/Vitória. Nesta etapa inicial também foram realizados levantamentos de dados vetoriais e matriciais em instituições públicas como o Instituto Jones dos Santos Neves - IJSN, Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – IEMA, Serviço Geológico dos Estados Unidos - USGS e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Todos os dados estão disponibilizados gratuitamente através da interface digital online de cada instituição.

O processamento dos dados vetoriais e matriciais foi realizado no SIG ArcGIS 10.5 ajustados, quando necessário, no sistema de projeção UTM, Datum SIRGAS-2000, Zona 24 Sul (IBGE, 2005), com todo o mapeamento elaborado seguindo a padronização cartográfica segundo propostas de Fitz (2008); Lo e Yeung (2007); Menezes e Fernandes (2013) e Slocum *et. al.* (2008) no intento de desenvolver uma comunicação cartográfica eficiente e objetiva.

Em etapa posterior, foram realizadas campanhas de campo com a identificação das condições do leito dos canais e do tipo de uso e cobertura da terra no entorno destes, e as condições das margens dos canais. O trabalho subsequente à coleta dos dados correspondeu à etapa correlatória⁵ das informações obtidas, no qual foram estabelecidas interrelações das informações

⁵No nível correlatório, segundo Libout (1971), é desenvolvida a inter-relação dos dados obtidos na etapa anterior, exigindo uma reconsideração cuidadosa das variáveis simples ou combinadas. O processo é executado conforme uma sistemática,

teóricas, históricas e cartográficas a fim de se determinar uma ordenação cronológica e espacial das informações. 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 2013⁶.

Na confecção dos mapas dos vetores de crescimento urbano optou-se pela técnica de vetorização manual em tela devido à escala cartográfica da área em estudo. No que se refere à validação das informações de uso e cobertura da terra e características da área urbana para cada setor dos canais, foram utilizados como base a imagem aérea de 2013 conjuntamente com a ferramenta gratuita Google Earth, e, sobretudo, com incursões a campo e registros fotográficos.

Vetores do crescimento urbano sobre a bacia

A cidade de Vila Velha, entre o fim do século XIX ao início do século XX, era caracterizada por um estreito sítio compreendido entre a localidade de Prainha e a Praça Duque de Caxias, com seus limites circundados pelos sítios das famílias tidas como grandes proprietárias de terras (SANTOS, 1999). Nesse processo histórico a relação da cidade com os rios se deu 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.

O princípio da expansão urbana para além do Centro iniciou-se pelo baixo curso do canal da Costa, próximo à foz com o parcelamento de terras pertencentes à família Motta na década de 40, estendendo-se 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 potencializaram a expansão imobiliária de Vila Velha (SANTOS, 1999).

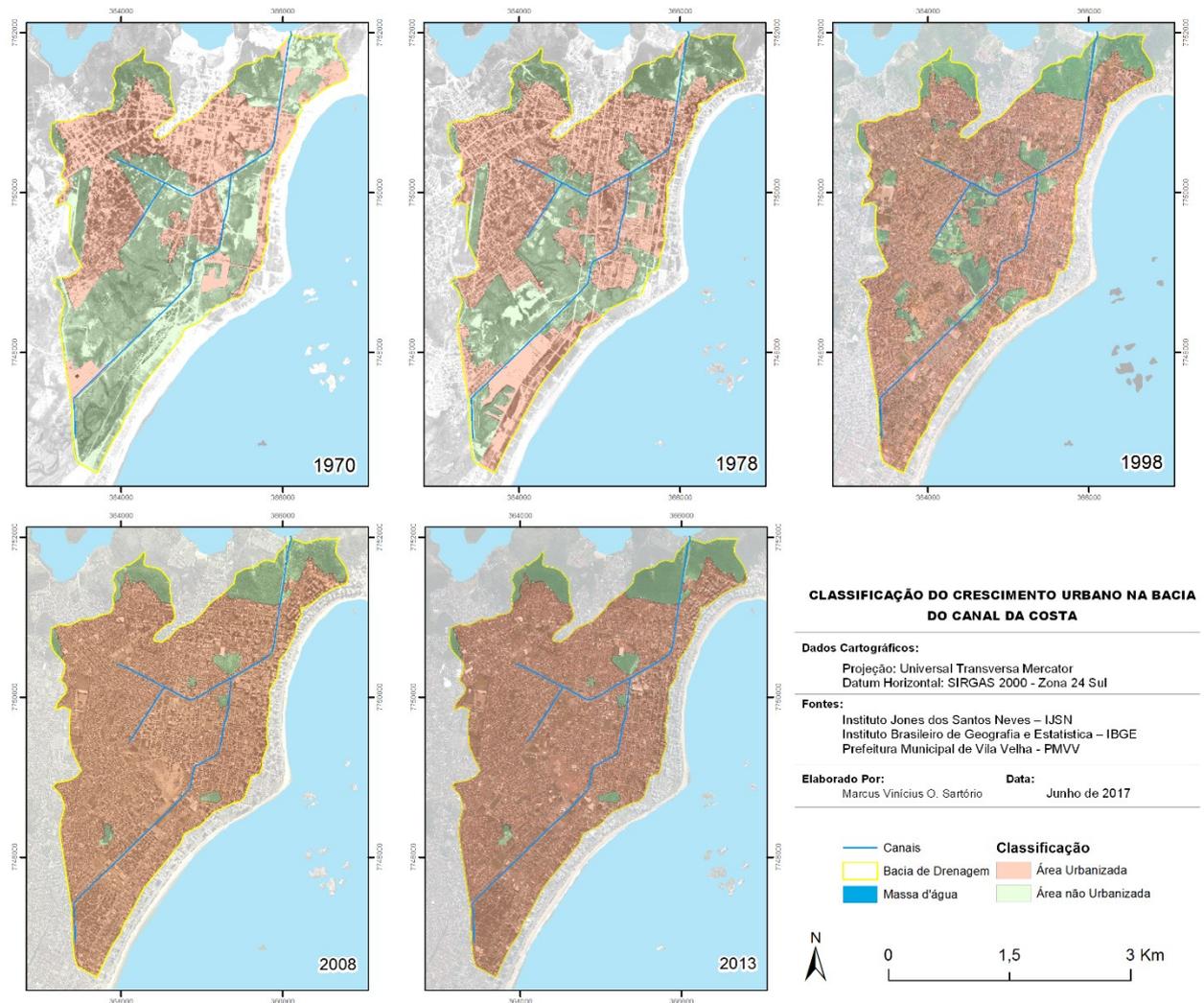
As transformações ocorridas na paisagem de Vila Velha, dos anos 1950 até os fins da década de 60, se deram a partir de várias modificações empreendidas durante o processo de crescimento urbano em detrimento à paisagem natural e as áreas de pasto existentes, evidenciando uma nova fase no qual os rios deixam de ser explorados para o transporte e para pesca e passam a ser um obstáculo ao crescimento da cidade.

No ano de 1970, a área urbanizada do município correspondia a uma importante parcela do território, ocupando uma área correspondente a 42% da bacia, estendendo por bairros como Glória e Centro, em uma área de 4 km². As imagens aéreas apontam um vetor de expansão da mancha urbana direcionado pela avenida Champagnat, em sentido ao litoral, perpassando pelos bairros supracitados em direção à praia da Costa. Nesta década o médio curso do rio da Costa já se encontrava canalizado em seu trecho que margeava a área urbana (Figura 2).

sendo os dados ordenados de forma espacial e cronológica, evitando possíveis falsas-correlações entre diferentes informações e dados.

⁶ Levantamento aéreo de 1970 – Escala 1:25.000, realizado pelo Instituto Brasileiro do Café (IBC); 1978 – Escala 1:20.000, realizado pela empresa executora Esteio.; 1998 – Escala 1:10.000, realizada pela empresa executante Fóton Imagens, Convênio SETR/IJSN - TRANSCOL - Contrato 07/98; 2008 – Escala 1:25.000, realizado pela empresa Hiparc Geotecnologia a serviço do Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – IEMA; 2013 - Escala 1:25.000, realizado pela empresa Hiparc Geotecnologia a serviço do Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – IEMA. Imagens de 1970, 1978 e 1998 disponíveis na Biblioteca Online IJSN <<http://www.ijsn.es.gov.br/bibliotecaonline>>. Acesso em abr. 2020. Imagens de 2008 e 2013 disponíveis na plataforma Geobases <<https://geobases.es.gov.br/>>. Acesso em abr. 2020.

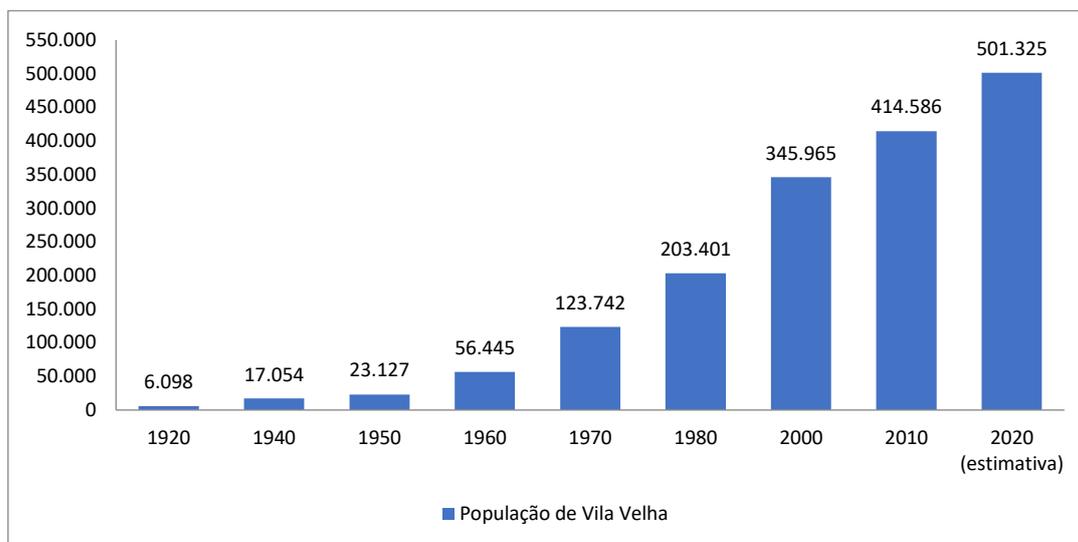
Figura 2 - Expansão urbana na bacia para os anos de 1970, 1978, 1998, 2008 e 2013



Fonte: Elaborado pelos autores

Já em 1978, é possível constatar o avanço da mancha urbana sobre as áreas ainda não parceladas da bacia, expandindo de forma considerável em direção sul, avançando pelo litoral, e em áreas próximas às principais vias do município, com acréscimo de 1,2 km². O vertiginoso incremento populacional identificado neste período (Figura 3), entre os anos 1970 e 1980 conforme censo do IBGE (1980) alcançando 200 mil habitantes no município corrobora com uma rápida mudança do cenário urbano do município. A análise das imagens aéreas (Figura 2) revelou também que a área urbana consolidada, que apresentava construções dispersas, foi adensada, principalmente nos arredores do Centro.

Figura 3 - Crescimento populacional do município de Vila Velha no período entre 1920 a 2020



Fonte: IBGE, Censo Demográfico e Plano de Desenvolvimento Sustentável de Vila Velha – 2010
Organizado pelos autores

Uma das principais obras de infraestrutura viária que impulsionou o desenvolvimento urbano do município na década de 1980, e especialmente a área de estudo, foi à construção da ponte Darcy Castelo de Mendonça, inaugurada em fins da década de 1980, conhecida como Terceira Ponte (

Figura 4). Moreira (2015), citado por Patrocínio (2016), diz que por meio desse novo acesso viário, 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 urbano e adensamento populacional, com melhor interligação entre a Região Norte do Estado com o Litoral Sul em escala estadual, e, também, uma via mais rápida de acesso à capital Vitória.

Figura 4 - Fotografia da foz do Canal da Costa e início da construção da Terceira Ponte

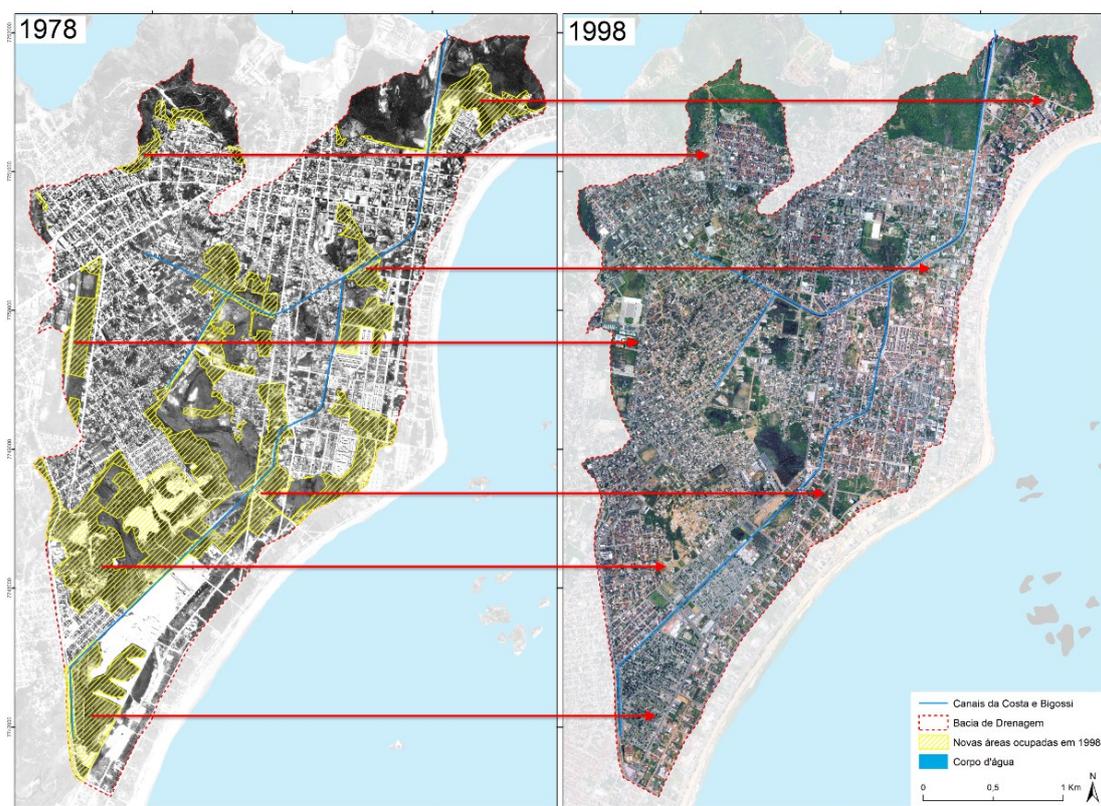


Fonte: Acervo de Elson Gatto Filho. Disponível em: <http://www.morrodomoreno.com.br>

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 (1999) 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. Neste cenário o tipo de edificação predominante era de casas com poucos andares, e somente na orla das praias era possível encontrar maior verticalização.

Dez anos depois, em 1998, o contraste se evidencia tanto no que diz respeito à área urbanizada quanto ao contingente populacional chegando a quase 345 mil habitantes (IBGE, 2000). O bairro Praia da Costa apresenta um vetor de crescimento em sentido ao morro do Moreno enquanto o bairro Itapuã 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. Ao comparar as imagens aéreas dos anos 1978 – escala 1:25.000 – e 1998 – escala 1:10.000 –, 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 (Figura 5).

Figura 5 - Expansão da área urbana e modificações no uso e cobertura da terra entre os anos de 1978 e 1998 na bacia. Destaque para áreas marcadas.



Fonte: Elaborado pelos autores

Neste período, entre as imagens dos anos de 1978 e 1998, observou-se um crescimento da mancha urbana de 4,70km² para 7,92km², correspondente a um acréscimo de 40,6%. A área verde da bacia foi reduzida de 3,86km² para 1,64km², o que corresponde a uma redução de 57,5%. Com a

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

Em 2008 a expansão urbana encontrava-se consolidada em toda sua margem, conforme apresentado na Figura 2. As poucas áreas verdes restantes encontram-se fragmentadas em praças e nas bordas dos morros. Neste andamento considera-se que o canal da Costa perdera todas as características natural de um sistema fluvial a exemplo do trecho nas adjacências dos bairros Divino Espírito Santo e Itapoá (

Figura 6). Suas margens, completamente inseridas na malha urbana, encontram-se totalmente canalizadas e seu curso, por vezes, desaparece sob a malha urbana em galerias, reaparecendo quarteirões à frente.

Figura 6 - Trecho do canal da Costa com suas margens canalizadas



Fonte: Elaborado pelos autores

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. Árvores em calçadas e quintais de casas foram removidas e

calçadas de terra foram pavimentadas. 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 (GEOBASES, 2015), as áreas verdes encontram-se inalteradas, evidenciando que os vetores do crescimento da área urbana no município encontram-se fora da área da bacia em análise, projetando-se mais ao sul do município.

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 (Figura 7).

Figura 7- Trecho do canal Bigossi tamponado por sob a avenida arterial



Fonte: Elaborado pelos autores

Ao mesmo passo, 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 sobre rios

urbanos, em que a população mais pobre fica relegada às áreas ambientalmente frágeis nas bordas dos rios e canais. Este padrão de ocupação não é observado em toda a bacia, pois os canais cortam bairros que possuem a maior renda per capita do município, além de concentrar a maior parte dos investimentos em infraestrutura, ao mesmo tempo em que também 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 quadras mais próximas às praias, como ocorre no bairro Itapuã. Dessa forma, o próprio canal da Costa percorre 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 de análise dos canais.

Em campo também foi possível visualizar, a partir de outro ângulo, as condições dos canais e do uso e cobertura da terra na bacia. Alguns aspectos, como o despejo 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, enquanto em outros, os canais encontram-se invisíveis sob a malha urbana, manilhados, evidenciando, sobretudo, os diferentes contrastes sociais por onde passam.

Da desnaturalização as inundações na bacia e em vila velha

Atual morfologia dos Canais da Costa e Bigossi

A avaliação de bacias urbanas requer uma abordagem que ultrapasse a análise dos processos e 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, 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. Essas mudanças na dinâmica do sistema reconfiguraram sua fisionomia e seus processos. Novos elementos, como esgoto *in natura* e resíduos sólidos são inseridos, transformando a qualidade das águas enquanto a calha e suas margens são impermeabilizadas, impedindo a infiltração natural da chuva e o abastecimento pelo lençol freático.

Apesar do canal da Costa possuir apenas 6,1 km de extensão e o canal Bigossi, 2,4 km, essas mudanças supracitadas levaram à necessidade de segmentá-los em 12 trechos conforme as condições atuais dos mesmos, partindo do critério das condições do leito e das margens, sendo, em cada um deles, destacadas as características morfológicas do canal e o uso e ocupação da terra em suas margens esquerda e direita sintetizadas na Figura 8 e na Tabela 1.

Figura 8 - Setorização dos canais da Costa e Bigossi de acordo com a morfologia do canal e suas margens



Fonte: Elaborado pelos autores

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, ajustado à malha urbana e não mais aos elementos morfológicos de controle existentes na paisagem natural.

Tabela 1 - 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		

Fonte: Elaborado pelos autores

Quanto ao leito do canal consideram-se três tipologias que se intercalam 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 manilhados e cobertos.

Ressalta-se que em nenhum dos setores foi encontrado leito maior e leito excepcional. Dessa forma, quando a água do canal transborda da calha definida pela canalização, as águas avançam sobre 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 à 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.

Somam-se às águas decorrentes do escoamento superficial, as 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 de drenagem. O subdimensionamento desses sistemas de microdrenagem somado ao seu contínuo entupimento somam-se também aos fatores de alagamento⁷ em diversos pontos da bacia quando ocorre chuva local.

Inundações em Vila Velha e nos Canais da Costa e Bigossi

Parece plausível considerar que o principal processo responsável pela desnaturalização dos rios 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. Contudo, na planície costeira onde encontram-se os canais da Costa e Bigossi, as alterações fluviais remetem ao período anterior à essa expansão, e estão vinculadas ao controle de inundações na planície.

Os canais da Costa e Bigossi, nesse contexto, são dois dos muitos rios que sofreram intervenções localmente. 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 da bacia hidrográfica do rio Jucu, com a finalidade de melhorar o fluxo do rio, sanar os problemas de enchentes⁸, 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.

Outros rios foram retificados pelo mesmo órgão, a exemplo do rio Marinho, que se tornou um canal para abastecimento de água para a região, localizado também na planície costeira. Também o rio Formate, que originalmente desaguava no Jucu sofreu alterações e foi transposto para o Marinho, diminuindo, assim, a vazão no baixo curso do Jucu, direcionando para outra foz. Destaca-se que grande parte das intervenções executadas pelo DNOS nesses sistemas fluviais tinha como propósito solucionar os problemas de inundação, mas também é possível conjecturar que o crescimento

⁷ É o acúmulo momentâneo de águas em determinados locais da bacia por deficiência no sistema de drenagem.

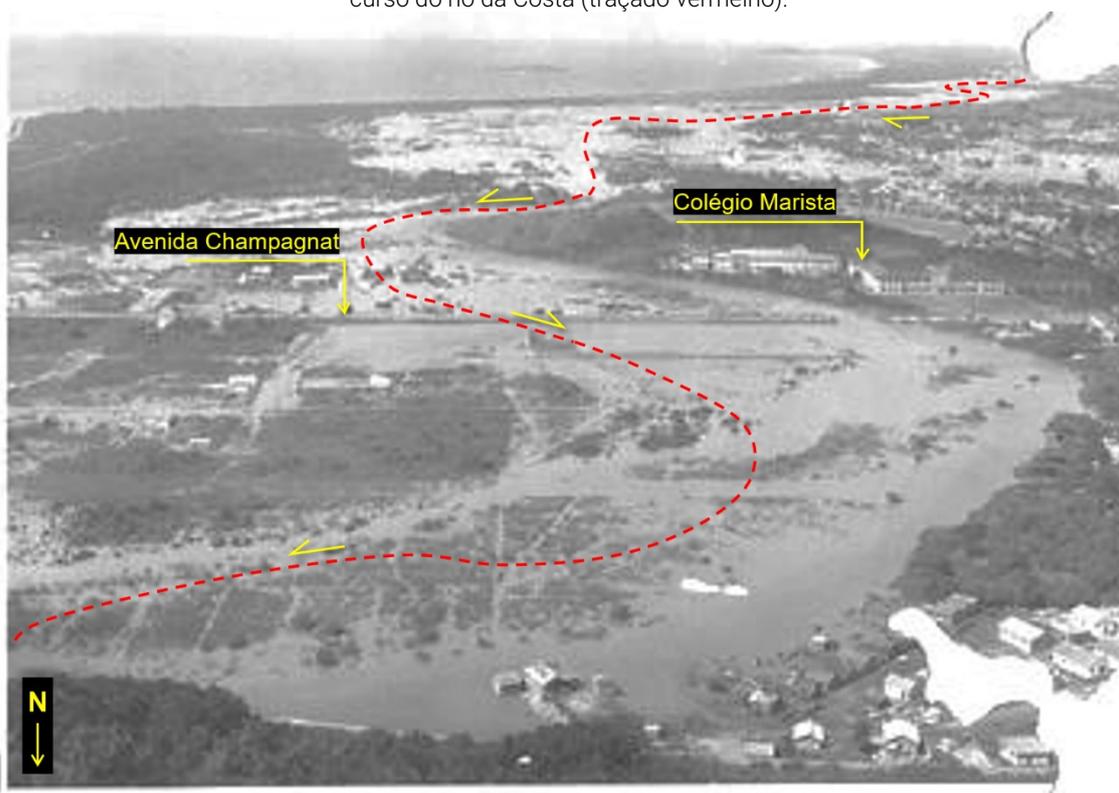
⁸ O termo enchente foi aqui utilizado mantendo-se o utilizado na lei nº 819, de 19 de setembro de 1949, que instituiu o regime de cooperação de obras de saneamento pelo DNOS, vinculado ao ministério da viação e obras públicas.

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 realizados no baixo Jucu, principalmente na década de 1950 em diante, representam uma das mais complexas intervenções realizadas em uma região fluviomarina no território brasileiro. Apesar da região apresentar um histórico de desastres relacionados a 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.

Após a grande inundação que ocorreu em março do ano de 1960, gerando extensas perdas além da destruição da ponte sobre a principal via, a avenida 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 9).

Figura 9 - Fotografia da área inundada na planície de Vila Velha com destaque para o antigo curso do rio da Costa (traçado vermelho).



Fonte: Acervo da biblioteca fotográfica do Instituto Jones dos Santos Neves – 1964
Modificado pelos autores

Em 1963 foi construído o dique de Santa Inês para proteger o centro de Vila Velha de outros eventos como o que ocorreu no ano de 1960. O dique prolongou-se do bairro Santa Inês até a atual Rodovia do Sol, na altura do bairro Itaparica, 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 10). O outro trecho, que permanece ligado ao rio Jucu passou a ser

chamado de canal Guaranhuns. Na Figura 10 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.

Figura 10 - 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: Acervo da biblioteca fotográfica do Instituto Jones dos Santos Neves – Modificado pelos autores

Outro dique de maior dimensão que o de Santa Inês foi construído na margem norte do Jucu, com intuito de proteger não somente o centro de Vila Velha, mas também as outras áreas que já estavam sendo ocupadas mais ao sul. O dique de Guaranhuns tem uma extensão de cinco quilômetros, desde a atual rodovia do Sol até próximo à captação de água da CESAN, no bairro Araçás (CAUS, 2012).

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 no ano de 2012 (Figura 11). Neste cenário, em que a vazão do Jucu chegou a $192,93\text{m}^3/\text{s}$, 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 (DEINA e COELHO, 2015).

Figura 11 - Fotografia da área inundada no baixo curso do rio Jucu no ano de 2012



Fonte: Caus, 2012 - Modificado pelos autores

A inundação do verão de 2013 ocorrida entre os dias 18 e 20 de dezembro, considerada também a de maior impacto social, reforçou a necessidade de conten o e escoamento das águas provenientes das cheias do rio Jucu, ao passo que evidenciou a fragilidade desses sistemas artificiais. As chuvas que geraram o volume expressivo de vazão atingiram também outros 50 municípios, gerando impacto   milhares de famílias que ficaram desabrigadas ou desalojadas. O destaque para Vila Velha se d  em fun o da abrangência espacial da inunda o sobre o território vilavelhense atingindo todos os bairros do município e levando a declara o de situa o de emergência conforme Decreto n  255/2013 (ESPÍRITO SANTO, 2013).

A expansão urbana sobre o território vilavelhense somado   concentra o populacional na planície costeira e as interferências nos sistemas fluviais do município, já destacadas pelo Plano Municipal de Defesa Civil (VILA VELHA, 2019), refletiram de modo significativo no impacto causado pela inunda o. Segundo o decreto supracitado, na inunda o de 2013, 15 mil pessoas ficaram desalojadas enquanto 220 ficaram desabrigadas, de modo que também as áreas ao norte do município foram atingidas pela inunda o. Com a impermeabiliza o do solo urbano por edifica es e vias pavimentadas, o volume de água extrapolou a capacidade de escoamento dos sistemas de microdrenagem urbana, levando ao acúmulo de água e lentidão para escoar o montante acumulado.

A bacia de drenagem dos canais da Costa e Bigossi foi igualmente impactada de tal modo que foram construídas três esta es de bombeamento de águas pluviais (EBAP) dentro da área de abrangência da bacia de drenagem. A EBAP do Canal da Costa, localizada sob a alça da terceira ponte,

possui 10 bombas de alta potência com capacidade de 15 mil litros de água por segundo. As outras duas estão localizadas na confluência do canal da Costa com o Bigossi, na bifurcação entre o setor 3 e o setor 8 da bacia - EBAP Sítio Batalha - e no canal Guaranhuns - EBAP de Guaranhuns - localizada no bairro de mesmo nome, próximo ao dique de Santa Inês.

Com a instalação das EBAPs esperou-se que o bombeamento da água para o mar ocorresse de forma mais efetiva na bacia. Contudo, falhas na execução da obra levaram a uma pane no sistema de bombeamento no evento de intensa precipitação subsequente à inauguração da EBAP Sítio Batalha, levando a necessidade de realizar obras provisórias de reparo e readequação do sistema de bombeamento (FOLHA VITÓRIA, 2018). Após o reparo, contudo, as estações de bombeamento possibilitam maior vazão de água para o mar em situações em que o nível da maré não ultrapasse a cota da própria estação de bombeamento. Desse modo, a efetividade do bombeamento está condicionada à oscilação da maré, tornando esta medida de caráter parcial, assim como as anteriormente adotadas na bacia.

Considerações finais

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, demonstraram resultados parciais 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, a construção de diques de contenção e a implantação de estações de bombeamento são exemplos dessas medidas estruturais, que encaram o problema de forma pontual, transferindo a água de um ponto a outro da bacia.

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 possível “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, visto a intensa expansão da área urbana entre os anos 1978 e 1998.

Assim, percebe-se que estas medidas estruturais não geraram senão uma situação paliativa do controle natural das inundações em uma planície costeira naturalmente sujeita a esses eventos. Diante disso, notamos que uma abordagem unilateral sobre o funcionamento dos rios acaba por conferir uma visão reducionista do tratamento destes diante de eventos extremos. 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, gerando desequilíbrio dos processos. As modificações na calha fluvial e a impermeabilização do solo pela malha urbana, nesse sentido, podem ser consideradas como potencializadoras dos impactos causadas.

Ao investigar temporalmente a relação entre o crescimento da cidade de Vila Velha e a desnaturalização dos canais da Costa e Bigossi, constatou-se que houve uma redução do valor da presença dos rios, os quais passaram a ser vistos como um obstáculo à expansão urbana a partir do momento em que aumentou a demanda por áreas a serem ocupadas. Cenário este que reflete a 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, cenário este onde predomina a lógica viária e da valorização imobiliária do entorno. 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.

Nesta conjuntura fica evidente que não estão sendo realizados progressos na inserção desses canais no cotidiano da cidade. Parece-nos que o movimento iniciado há mais de meio século ainda é perpetuado nas pautas de gestores que ainda procuram submeter a dinâmica natural do ambiente às técnicas estruturais ultrapassadas que desconsideram uma visão sistêmica do meio. As tentativas de remediar os problemas de inundação em um cenário onde se consolidou um centro urbano parecem, ao menos em curto prazo, as únicas medidas cabíveis para proteger a população que ali está inserida. Contudo, há de se considerar medidas adotadas em diversas cidades ao redor do mundo que, ao considerar as dinâmicas naturais dos rios, conseguiram alcançar maior equilíbrio entre o rio e a cidade. Trata-se de um problema de laboriosa solução que requer vontade política e um esforço de reconfiguração da estrutura urbana para adaptar-se às condições naturais sobre a qual está construída.

Referências

- BRASIL. (1949) Lei nº 819, de 19 de setembro de 1949. Institui o regime de cooperação para a execução de obras de saneamento. Disponível em < <https://www2.camara.leg.br>>. Acesso em Junho de 2020.
- CAMPOS JÚNIOR, C. T. (1999) 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. Porto Alegre- RS.
- CARNEIRO, P. R. F.; MIGUEZ, M. G. (2011) Controle de inundações em bacias hidrográficas urbanas. São Paulo: Annablume. 300 p.
- CAUS, C. L. (2012) Das fontes e chafarizes às águas limpas: evolução do saneamento no Espírito Santo. Vitória: Cesan. 527 p.
- CHRISTOFOLETTI, A. (1981) Geomorfologia Fluvial. 1ª ed. São Paulo: Edgar Blucher. 297 p.
- CUNHA, C. D.; CUNHA, S. B. (2015) Inundações urbanas e a impermeabilização do solo: avaliação do compartimento da bacia hidrográfica da Baía de Guanabara. Revista Equador, Teresina, PI, v. 4, n.3, p. 783-790.
- CUNHA, S. B. (1992) River Channel Change: The Case Study of São João River, Brasil. Abstracts, 27th International Geographical Congress. Washington. p. 130.
- CUNHA, S. B. (2013) Rios Desnaturalizados. In: BARBOSA, J. L.; LIMONAD, E. (orgs.) Ordenamento territorial e ambiental. Niterói: Editora da UFF. p. 171-191.
- DEINA, M. A.; COELHO, A. L. N. (2015) A Influência da Zona Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) nos Eventos de Inundação no Baixo Jucu em Vila Velha (ES). Revista Geografia (Londrina), v. 24, n. 2, p. 05-23.
- ESPÍRITO SANTO. (2013) Decreto Nº 255/2013. Declara em situação anormal, caracterizada como situação de emergência, as áreas do Estado afetadas por enxurradas - 1.2.2.0.0 (COBRADE) e dá outras providências. Diário Oficial dos Poderes do Estado. Vitória, Espírito Santo, 23 de dezembro de 2013.
- FERREIRA, M. J. (1998) O espaço-tempo e a geohistória. Revista da Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Lisboa, Editora Colibri, n. 12. p. 215-227.
- FITZ, P. R. (2008) Geoprocessamento sem complicação. São Paulo: Oficina de Textos. 160 p.
- FOLHA VITÓRIA. (2018) Falha em obra de estação de bombeamento de Vila Velha causou problema durante a chuva. Vitória, 17 abril. 2018. Disponível em: <<https://www.folhavitoria.com.br/geral/noticia/04/2018/falha-em-obra-de-estacao-de-bombeamento-de-vila-velha-causou-problema-durante-a-chuva>>. Acesso em: 20 out. 2020.
- FONT, A. (2003) Planeamiento urbanístico: de la controversia a la renovación. Barcelona: Diputació Barcelona. 255 p.
- GEOBASES (2015). Fotografia Aérea do município de Vila Velha, na escala 1:25.000. Disponível em: <<https://geobases.es.gov.br/links-para-mapas1215>>. Acesso em: 12 set. 2018.
- GOUVEIA, I. C. M.; RODRIGUES, C. (2017) Mudanças morfológicas e efeitos hidrodinâmicos do processo de urbanização na bacia hidrográfica do rio Tamanduateí - RMSP. GEOUSP (USP), São Paulo, v. 21, p. 257-283.
- IBGE (2000) – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2000. Disponível em em: < <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=783>>. Acesso em: 20 ago. de 2016.
- IBGE (2010) – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2010. Disponível em em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=320520&search=espírito-santo|vila-velha>> Acesso em: 15 ago. de 2016.
- IBGE (1980) – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Carta Topográfica do Brasil: Folha Vitória SF-24-V-B-I-3/6 – Esc. 1:50.000.

- IJSN (2011) - Instituto Jones dos Santos Neves. 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: 2 jun. 2017.
- JENSEN, J. R. (2009) Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres. São José dos Campos, SP: Parêntese. 598 p.
- LIBAULT, A. (1971) Os quatro níveis da pesquisa geográfica. In: Métodos em Questão 1, São Paulo, SP: IGEOG-USP. p. 1-23.
- LO, C. P.; YEUNG, A. K. W. (2007) Concepts and techniques of geographic information systems. 2. ed. Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Prentice Hall. 492 p.
- MARTIN, L. *et al.* (1997) Geologia do Quaternário costeiro do litoral norte do Rio de Janeiro e do Espírito Santo. Belo Horizonte, MG: CPRM. 104 p.
- MENEZES, P. L.; FERNANDES, M. C. (2013) Roteiro de Cartografia. São Paulo: Oficina de Textos. 288 p.
- OLIVEIRA JORGE, M. C. (2011) Geomorfologia Urbana: conceitos, metodologias e teorias. In: GUERRA, A. J. T. (Org.) Geomorfologia Urbana. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. P. 117-156.
- PATROCÍNIO, S. G. (2016) A Expansão e Ocupação Urbana de Vila Velha – ES: Um Estudo de Caso da Implantação dos Principais Eixos Viários do Município. 65 f. Monografia (Ciências Econômicas) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória - ES.
- RODRIGUES, C.; *et al.* (2019) Antropoceno e Mudanças Geomorfológicas: sistemas fluviais no processo centenário de urbanização de São Paulo. Revista do Instituto Geológico, São Paulo – SP, v. 4, p. 105-123.
- SANTOS, J. (1999) Vila Velha, Onde Começou o Estado do Espírito Santo: Fragmentos de uma História. Vila Velha: Editora do Autor. 230 p.
- SAUSEN, T. M.; NARVAES, I. S. (2015) Sensoriamento Remoto Para Inundação e Enxugada. In: SAUSEN, M, T.; LACRUZ, M. S. P. Sensoriamento Remoto Para Desastres. São Paulo: Oficina de Textos, p. 118-147.
- SETÚBAL, J. A. (2001) Ecos de Vila Velha. Vila Velha: Instituto Histórico e Geográfico do Espírito Santo.
- SLOCUM, T. A.; MCMASTER, R. B.; KESSLER, F. C.; HOWARD, H. H. (2008) Thematic cartography and geovisualization. 3. ed. Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Prentice Hall. 561 p.
- SOUZA, V. S.; ALVES, L. A.; MIRO, J. M. R.; CUNHA, S. B. (2014) As intervenções antropogênicas no uso e ocupação da terra no subsistema São Bento em Campos dos Goytacazes/RJ. Revista Geonorte, Manaus – AM, v. 10, p. 123-127.
- SUGUIO, K.; BIGARELLA, J. J. (1990) Ambientes fluviais. 2. ed. Santa Catarina: Editora da UFSC. 183 p.
- VILA VELHA. (2019) Plano Municipal de Proteção e Defesa Civil. Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil. Vila Velha, 2019. Disponível em: <<https://defesacivil.es.gov.br/Media/defesacivil/Plano%20de%20Conting%C3%Aancia/Vila%20Velha.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2020.