

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

MARCUS VINÍCIUS OLIVEIRA SARTÓRIO

**PROCESSO DE URBANIZAÇÃO EM BACIAS DE DRENAGEM: ESTUDO DE
CASO DA BACIA DO RIO MARINHO - ES**

VITÓRIA

2015

MARCUS VINÍCIUS OLIVEIRA SARTÓRIO

PROCESSO DE URBANIZAÇÃO EM BACIAS DE DRENAGEM: ESTUDO DE CASO
DA BACIA DO RIO MARINHO - ES

Monografia apresentada ao Departamento de Geografia do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo como requisito para obtenção do grau de Bacharelado em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. André Luiz Nascentes Coelho

VITÓRIA

2015

MARCUS VINÍCIUS OLIVEIRA SARTÓRIO

PROCESSO DE URBANIZAÇÃO EM BACIAS DE DRENAGEM: ESTUDO DE CASO
DA BACIA DO RIO MARINHO - ES

Monografia apresentada ao Departamento de Geografia do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo como requisito para obtenção do grau de Bacharelado em Geografia.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. André Luiz Nascentes Coelho
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador

Prof. Dr. Eberval Machioro
Universidade Federal do Espírito Santo

Prof. Dr. Antônio Celso de Oliveira Goulart
Universidade Federal do Espírito Santo

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela sabedoria e perseverança para nunca desistir de meus objetivos na vida.

Agradeço de modo especial aos meus pais Edson e Ana por sempre me apoiarem em meus estudos e por terem me incentivado desde o princípio a me tornar uma pessoa melhor.

À minha noiva Sarah, que me deu forças e me apoiou nas decisões difíceis. Pela paciência e por nunca me deixar vacilar diante das dificuldades.

Ao meu professor e orientador André Luiz Nascentes Coelho que me ensinou a pesquisar desde o segundo semestre em meu projeto de iniciação científica. Pelas orientações e parceria no percurso deste trabalho.

A todos os professores que tive a oportunidade de conhecer ao longo do curso de graduação. Por me ensinarem a enxergar o mundo de forma diferente e pela contribuição para minha formação como geógrafo.

Aos amigos que caminharam ao meu lado fazendo com que os dias fossem mais felizes.

Agradeço também a todos aqueles que contribuíram indiretamente para a realização deste trabalho.

RESUMO

A bacia do rio Marinho tem passado por diversas alterações em sua morfologia fluvial, gerando significativos desequilíbrios na dinâmica natural dos rios e intensificando os problemas de inundações que já ocorriam naturalmente nas áreas de planície. Estes processos refletem o avanço urbano evidenciado na bacia ao longo das décadas. Diante deste cenário, o objetivo central desta pesquisa consistiu em avaliar as alterações do uso e cobertura da terra na bacia do rio Marinho e as alterações promovidas no próprio curso do rio, relacionando-as aos problemas de drenagem e suas consequências para a cidade. Para a realização deste trabalho, buscou-se identificar através das imagens históricas dos anos de 1978, 1998 e 2008, pesquisa bibliográfica e campanhas de campo, como se deu estas alterações na área urbana da bacia frente às consequências geradas por elas. O uso de técnicas de classificação em ambiente SIG proporcionaram resultados satisfatórios na análise do uso e cobertura da terra, possibilitando uma abordagem mais detalhada dos avanços da urbanização e da impermeabilização do solo consequente desta. Constatou-se que as alterações promovidas no ambiente da bacia apresentam correlação com a intensificação das inundações observadas na mesma, e que se faz necessário a adoção de medidas que se pautam em uma visão sistêmica e integrada da bacia de drenagem.

ABSTRACT

The river basin Marinho has undergone several changes in its fluvial morphology, generating significant imbalances in the natural dynamics of rivers and intensifying the problems of floods that have already occurring in lowland areas. These processes reflect the advanced the urban progress evidenced in the basin along the decades. Facing this scenario, the central objective of this research was to evaluate the changes in land use and land cover in the basin of river Marine and the changes introduced in the course of the river itself, reflecting in the drainage problems and its consequences for the city. For this work, we seek to identify through the historical images of the years 1978, 1998 and 2008, bibliographic researches and field campaigns, how did these changes occurred in the urban areas in front of the consequences generated by these changes. Using techniques classification in GIS environment provided satisfactory results in the analysis of land use and land cover, enabling a more detailed discussion of the progress of urbanization and consequent soil sealing this. It was found that the changes introduced in the basin environment is correlate with the intensification of floods observed in it, and that the adoption of measures which are based on a systemic and integrated view of the drainage basin is necessary.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização e rede de drenagem da Bacia do rio Marinho na Região Metropolitana da Grande Vitória	13
Figura 2 - Efeito da urbanização no hidrograma de uma bacia.....	20
Figura 3 - Conversão do modelo de elevação para modelo de triangulação da região do baixo rio Marinho. a) visualização do modelo digital de elevação b) Geração do modelo digital de triangulação	26
Figura 4 - Fluxograma com a síntese das principais etapas da pesquisa	30
Figura 5 - Municípios pertencentes à bacia do rio Marinho	32
Figura 6 - Mapa geológico da região da Bacia do rio Marinho	35
Figura 7 - Mapa geomorfológico da região da Bacia do rio Marinho	36
Figura 8 - Mapa pedológico da região da Bacia do rio Marinho	37
Figura 9 - Mapa hipsométrico da bacia do rio Marinho – ES	38
Figura 10 - Gráfico de crescimento populacional dos municípios da RMGV.....	41
Figura 11 - Vista aérea do Canal Marinho desaguardo ao fundo na baía de Vitória na década de 1980. Ao lado esquerdo da imagem observa-se o antigo curso do rio Marinho	43
Figura 12 - Modificações nas bacias dos rios Marinho, Formate e Jucu. a) Estado anterior às modificações. b) Construção do canal ligando o Rio Jucu ao rio Marinho pelos jesuítas. c) Desligamento e desvio do Rio Formate ligando-o ao Marinho. d) Construção do Canal das Neves nos anos 1950. e) Construção do Canal Marinho pela CESAN	45
Figura 13 - Localização da Vala Marinho ligando o rio Marinho ao Rio Aribiri destacado em vermelho	46
Figura 14 - Bairros pertencentes à Bacia do rio Marinho com destaque para os bairros Jardim Botânico e Cobilândia	49
Figura 15 - Crescimento da urbanização no bairro Jardim Botânico ao longo do tempo	51

Figura 16 - Desenvolvimento da urbanização no bairro Cobilândia ao longo do tempo	52
Figura 17 - Classificação do uso e cobertura da terra na bacia para o ano de 1978	54
Figura 18 - Classificação do uso e cobertura da terra na bacia para o ano de 1998	55
Figura 19 - Classificação do uso e cobertura da terra na bacia para o ano de 2008	56
Figura 20 - Esquema de classificação para áreas permeáveis e impermeáveis	59
Figura 21 - Classificação por permeabilidade na bacia do rio Marinho.....	60
Figura 22 - porcentagem da permeabilidade da terra na bacia do rio Marinho..	61
Figura 23 - Ponte sobre o rio Marinho entre a avenida Rio Marinho e a avenida Iraci Cortelete, apresentando construções em seu entorno	62
Figura 24 - Casas próximas ao rio Marinho em seu médio curso na Av. Iraci Cortelete	63
Figura 25 - Lançamento de esgoto in natura por manilhas ao longo do médio curso do rio entre os bairros de Cobilândia, Rio Marinho, Sotelândia e Bandeirantes	64
Figura 26 - Lixo e entulho às margens do rio Marinho.....	64
Figura 27 - Baixo curso do Rio Marinho na altura do bairro Cobi de Baixo, apresentando margens com maior densidade de vegetação	65
Figura 28 - Casa com baixa infraestrutura a poucos metros do curso do Rio Marinho no bairro Cobi de Baixo, próximo à foz do rio	66
Figura 29 - Bairro Cobi de Baixo localizado às margens do Rio Marinho. Fotografado sobre a 2ª Ponte	66
Figura 30 - Enchente de escala regional registrada no ano de 1960, em Vila Velha, registrada pelo fotógrafo Josias Soares	67
Figura 31 - Inundação ocorrida em março de 2013 no bairro Jardim Marilândia em Vila Velha	68
Figura 32 - Inundação no bairro rio Marinho em Cariacica	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Arquivos digitais vetoriais e matriciais utilizados para elaboração do trabalho	24
Tabela 2 - Chave de classificação do Uso e Ocupação da Terra para bacia do rio Marinho nos anos de 1978, 1998 e 2008.....	28
Tabela 3 - Normais climatológicas (1961-1990) da Precipitação acumulada na Estação Vitória – ES	33
Tabela 4 - População dos municípios de Vila Velha e Cariacica e da RMGV entre 1970 e 2014	40
Tabela 5 - Classificação do uso e cobertura da terra na bacia do rio Marinho.....	58
Tabela 6 - Área e porcentagem da permeabilidade da terra na bacia do rio Marinho	61

LISTA DE SIGLAS

CESAN - Companhia Espírito Santense de Saneamento

COMDEVIT - Conselho Metropolitano de Desenvolvimento da Grande Vitória

CPRM - Serviço Geológico do Brasil

CST - Companhia Siderúrgica de Tubarão

CVRD - Companhia Vale do Rio Doce

DNOS - Departamento Nacional de Obras e Saneamento

ETA - Estação de tratamento de água

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FPA - Frente Polar Atlântica

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IEMA - Instituto Estadual de Meio Ambiente

IJSN - Instituto Jones dos Santos Neves

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

MDE - Modelo Digital de Elevação

PDM - Planos Diretor Municipal

RMGV - Região Metropolitana da Grande Vitória

SIG - Sistema de Informações Geográficas

SRTM - Shutter Radar Topography Mission

TIN - Triangulated Irregular Network

UTM - Universal Transversa Mercator

ZCAS - Zona de Convergência do Atlântico Sul

ZCPS - Zona de Convergência do Pacífico Sul

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E CONCEITUAL	15
1.1. BACIA HIDROGRÁFICA / DE DRENAGEM	15
1.2. EQUILÍBRIO FLUVIAL	17
1.3. CICLO HIDROLÓGICO E BACIAS URBANAS	18
1.4. RIOS DESNATURALIZADOS	21
1.4.1. OBRAS DE DRENAGEM	22
2. METODOLOGIA	24
2.1. ALTIMETRIA E LIMITE DA BACIA	25
2.2. RECORTE ESPACIAL DOS BAIRROS DA BACIA	26
2.3. CLASSIFICAÇÃO DO USO E COBERTURA DA TERRA	27
3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	31
3.1. A BACIA DE DRENAGEM DO RIO MARINHO	31
3.2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA	33
3.2.1. ASPECTOS CLIMÁTICOS	33
3.2.2. ASPECTOS GEOLÓGICOS	34
3.2.3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	35
3.2.4. ASPECTOS PEDOLÓGICOS	36
3.2.5. ALTIMETRIA DA BACIA	38
3.3. HISTÓRICO DE OCUPAÇÃO	39
3.4. ALTERAÇÕES NO RIO MARINHO	41
4. ANÁLISE E DISCUSSÃO	48
4.1. BAIRROS DA BACIA	48
4.2. MUDANÇA NO USO E COBERTURA DA TERRA (1978/1998/2008)	53
4.2.1. MUDANÇA NA PERMEABILIDADE DA TERRA	58
4.3. CENÁRIO ATUAL DA BACIA	61
4.3.1. INUNDAÇÕES E A NECESSIDADE DE GESTÃO	67
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	71
REFERÊNCIAS	74

INTRODUÇÃO

É de fundamental importância conhecer o espaço urbano, suas características e seu crescimento como subsídio a um entendimento mais amplo de como se deu o processo de ocupação em contraponto às condições oferecidas pelo meio a essa atividade. Frequentemente são realizados estudos que mostram que o crescimento das cidades é um processo dinâmico, que invade constantemente áreas que não são adequadas para ocupação (SOARES et al, 2009).

É muito comum em grandes e médias cidades ocorrer um crescimento desordenado devido a um rápido desenvolvimento 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 em grandes metrópoles, onde se observa o equilíbrio ambiental mais profundamente afetado.

Em países em desenvolvimento econômico e social, 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 fizeram com que áreas como planícies de inundação, áreas ribeirinhas e encostas, fossem ocupadas (CARNEIRO; MIGUEZ, 2011).

Estas áreas passam então por um processo de impermeabilização do solo devido ao crescimento da malha urbana sem o devido planejamento de áreas onde a água possa infiltrar, gerando assim um aumento no risco de inundações, principalmente se a urbanização ocorre em planície.

De acordo com Polivanov e Barroso (2011), essas planícies, em geral, correspondem a áreas inundáveis exercendo o papel de regulador hídrico ao absorver o volume excedente de água e sedimentos que o rio pode transportar. Os autores também consideram que essas áreas deveriam ser conservadas no processo de urbanização, pois:

Essas áreas inundáveis são caracterizadas por relevo plano, formado principalmente por aluviões, terraços e solos hidromorfológicos e que, em geral, apresenta comportamento geotécnico crítico: baixa resistência, alta deformabilidade, conferindo ao terreno uma baixa capacidade de suportar cargas, além de permeabilidades baixas, dificultando sua capacidade de drenagem vertical (POLIVANOV; BARROSO, 2011 p.163).

Nesse contexto, observa-se que as cidades vêm se tornando palco de problemas mais severos de drenagem, contribuindo para a queda na qualidade de vida urbana principalmente das populações pobres que residem em áreas mais precárias e possuem menor infraestrutura.

A bacia hidrográfica do rio Marinho compreende um desses ambientes onde a ação do homem como agente modelador da paisagem alterou o equilíbrio natural através do processo de urbanização, instalando-se em um ambiente que apresenta áreas impróprias para moradia e modificando os elementos ali presentes. Localizada em região predominantemente de planície, sua extensão territorial é de 35,79km² abrangendo parte de dois municípios da Região Metropolitana da Grande Vitória: Cariacica e Vila Velha. Ressalta-se também que o rio Marinho compreende o limite entre os dois municípios (Figura 1).

Por estar localizada em uma região de planície próximo à costa e possuir áreas significativas abaixo do nível médio de maré, além de estar situada em uma região de grande influência climática da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), os problemas de inundações ocorrem em grande frequência nesta, levando prejuízos aos habitantes das áreas mais críticas da bacia.

Dessa forma, o estudo aqui apresentado tem grande importância no entendimento de como se deu o crescimento urbano na bacia do rio Marinho, as consequências das intervenções feitas em seu curso para a população que reside nas áreas adjacentes, e elucidar a necessidade de gestão integrada entre o urbano e o ambiental ultrapassando os limites administrativos municipais da região da bacia.

Portanto, o objetivo central deste trabalho consiste em avaliar as alterações do uso e cobertura da terra na bacia do rio Marinho, relacionando-as aos problemas de drenagem e suas consequências para a cidade.

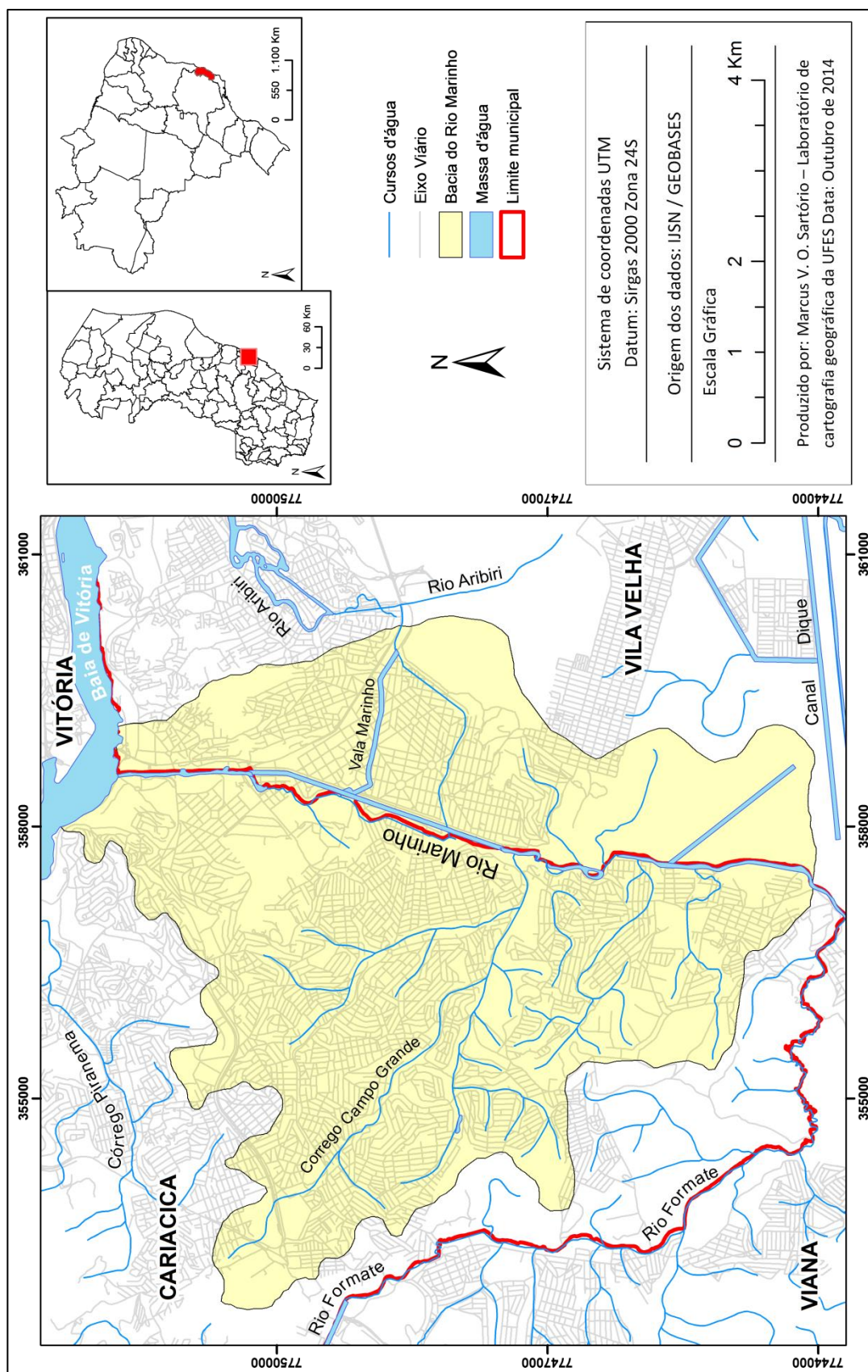


Figura1 - Localização e rede de drenagem da Bacia do rio Marinho na Região Metropolitana da Grande Vitória

Como objetivo específico, pretende-se identificar através das imagens históricas dos anos de 1978, 1998 e 2008, a forma como se desenvolveu a mancha urbana da bacia tendo em vista definir áreas permeáveis e impermeáveis.

O trabalho foi organizado em cinco capítulos que de forma conjunta constroem a análise do objeto de estudo. O primeiro capítulo traz uma revisão teórica, onde são apresentados os principais conceitos trabalhados pelo tema referente à bacia de drenagem, ciclo hidrológico e equilíbrio fluvial sob a ótica de comportamento natural dos recursos hídricos. Paralelamente são tratados conceitos de bacias urbanas e a desnaturalização dos rios a partir da ação antrópica alterando o equilíbrio natural daqueles através de intervenções.

O segundo capítulo refere-se aos materiais e métodos da pesquisa. Neste são apresentados os dados cartográficos e populacionais obtidos junto a instituições como o Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), além dos Planos Diretor Municipal - PDM obtidos junto às prefeituras de Cariacica e Vila Velha. É apresentada também a metodologia adotada de classificação do uso e cobertura da terra juntamente com as chaves de interpretação extraídas das próprias imagens da região.

O terceiro capítulo traz um levantamento geral dos aspectos físicos da bacia: clima, geologia, geomorfologia e pedologia, além do histórico de intervenções hidrológicas promovidas tanto no rio Marinho quanto em seu entorno. O capítulo apresenta também uma análise do crescimento populacional de ambos os municípios da bacia, a partir de dados do IBGE.

O quarto capítulo descreve o processo de ocupação e organização urbana que se desenvolveu na bacia em dois recortes espaciais selecionados a partir de suas singularidades. O capítulo também trás um diagnóstico do processo de impermeabilização do solo a partir das imagens conjuntamente com uma discussão relacionando a necessidade de gestão da bacia em contraponto com o atual estado em que esta se encontra.

Por fim, são apresentadas as conclusões da pesquisa.

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E CONCEITUAL

1.1. BACIA HIDROGRÁFICA / DE DRENAGEM

A Bacia Hidrográfica é entendida como unidade espacial na Geografia física desde os anos 60, todavia, sua utilização nos trabalhos e pesquisas realizadas passou a apresentar uma significativa expressão somente nas ultimas décadas.

“Atualmente, é uma das referências espaciais mais comuns nos estudos e projetos pelo fato de estar presente em grande parte da legislação vigente no que diz respeito ao meio ambiente, fazendo parte do planejamento territorial e ambiental no Brasil” (COELHO, 1997). Nessa perspectiva, observa-se um aumento da preocupação com a qualidade e o uso dos recursos naturais, práticas de manejo, conservação dos solos e dos recursos hídricos, e junto com tais preocupações, também constata-se um grande crescimento do valor da Bacia Hidrográfica como célula básica de análise e planejamento (BOTELHO; SILVA, 2004).

O conceito de bacia hidrográfica tem sido usado de maneira mais sistêmica, envolvendo elementos que vão além da própria estrutura da bacia, principalmente quando considerado a ação antrópica e as estruturas biofísicas que a compõe. Essa definição parte inicialmente de uma concepção mais abrangente da bacia, onde o clima, vegetação, solo, fauna e a ação antrópica, são considerados elementos que se relacionam entre si, formando um sistema integrador (LORANDI; CANÇADO, 2005).

Todavia, não se pode perder de vista que o conceito de bacia hidrográfica parte da consideração de que os recursos hídricos são elemento base componente da mesma, sendo estas, muitas vezes consideradas "bacia de drenagem". Autores como Coelho Neto (2001) apresentam definições fundamentais para o entendimento do conceito. A autora define bacia de drenagem como uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum, num determinado ponto em um canal fluvial, e também aponta que seus limites são delimitados por divisores de águas, podendo a bacia se apresentar em diferentes escalas e tamanhos, variando desde a bacia do Rio Amazonas até bacias com menos de um quilômetro de diâmetro. Portanto, neste trabalho adotaremos o

conceito de bacia de drenagem, devido a sua melhor adequação à problemática que será abordada.

Embora na definição encontremos o limite espacial de bacia de drenagem caracterizada pelos divisores de água, Botelho e Silva (2004), Pires, Santos e Del Prette (2005) apontam que a delimitação de uma bacia pode ser feita a partir do que se pretende analisar, sendo assim, indeterminada de uma dimensão fixa e taxativa. Desse modo, a bacia de drenagem é passível de abordagens em escalas variadas, privilegiando os objetivos que se pretendem alcançar ao se analisar numa determinada região.

No Brasil, a crescente demanda pelos recursos naturais foi acompanhada por estudos voltados à conservação dos elementos de suporte à vida tanto no meio rural quanto no urbano: recursos hídricos, conservação das terras e ordenamento territorial considerando a preocupação com a correta utilização e ocupação da terra, são alguns exemplos que demonstram a potencialidade de se considerar bacia de drenagem como unidade de planejamento tanto no meio rural quanto no urbano (BOTELHO; SILVA, 2004).

Dessa forma, cresceu enormemente o valor da bacia [...] como unidade de análise e planejamento ambientais. Nela é possível avaliar de forma integrada as ações humanas sobre o ambiente e seus desdobramentos sobre o equilíbrio hidrológico [...] (BOTELHO; SILVA, 2004, p. 155).

Assim, no processo de caracterização da bacia de drenagem deve-se incluir também as condições sociais, principalmente em áreas urbanas onde a dinâmica das águas e dos elementos naturais ali componentes são alterados pela ocupação humana, especialmente quando esta se dá sem um planejamento adequado (KLEIMAN; KAUFFMAN apud GALVÃO, 2014, p.19).

Portanto, faz-se necessário um maior entendimento de como esses processos de ocupação em bacias se dão e quais as consequências ocasionadas por estes através de um acompanhamento das alterações feitas em seus canais sem perder de vista as características naturais e os fenômenos que estes apresentam anteriores à ação do homem.

1.2. EQUILÍBRIO FLUVIAL

A rede de drenagem em uma bacia é composta por um conjunto de canais de escoamento interligados que representam a principal via de exportação de água, sedimentos e elementos solúveis através de seus canais fluviais, podendo ser efêmeros ou intermitentes de acordo com as características do ambiente a montante, onde são abastecidos principalmente pela água da chuva.

Alguns elementos possuem fundamental importância na dinâmica da rede de drenagem dentro de uma bacia, são eles: a topografia, a cobertura vegetal, tipo de solo, a litologia e a estrutura geológica, sendo este último o principal fator determinante da disposição espacial dos rios na bacia (CUNHA, 1994 e CUNHA, 2003).

Todos estes elementos atuam juntos na manutenção dos canais fluviais, permitindo o desenvolvimento de um perfil longitudinal dinâmico em constante busca de um equilíbrio entre o balanço de descarga líquida, erosão, transporte e deposição de sedimentos (CHRISTOFOLETTI, 1981).

Quando um rio encontra-se em equilíbrio, ele expressa em sua morfologia um aspecto de igualdade entre as ações apontadas anteriormente, mantendo a proporcionalidade do tamanho de sua calha e apresentando um perfil côncavo com declividades maiores em direção à nascente que se atenuam à medida que se aproxima do nível de base ou de um rio afluente (CUNHA, 1994).

A partir do momento que o homem passa a causar intervenções nos rios através da remoção da vegetação ciliar nas bordas e nascentes dos mesmos, a partir da construção de barragens e expansão da malha urbana em uma área de uma bacia de drenagem, este equilíbrio fluvial é alterado, gerando uma ruptura de seu perfil original e uma consequente busca a um novo equilíbrio.

As consequências geradas pela ação humana afetam não somente o canal, mas seus afluentes e por consequência a bacia de drenagem como um todo por esta ser uma unidade integrada.

1.3. CICLO HIDROLÓGICO E BACIAS URBANAS

A água está presente no ambiente por decorrência das propriedades físicas que possui. 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 (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Silveira, citado por Botelho e Silva (2004, p.161), também 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 aberto, pois o volume de chuva precipitado em determinada região pode ter origem em diversas outras áreas.

A água assume diferentes estados e trajetórias ao longo de seu ciclo. Nas etapas percorridas (evaporação; evapotranspiração; precipitação; interceptação; infiltração; escoamento superficial), destaca-se, a princípio, a evaporação: deixando 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 no estado líquido (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Apesar de se manifestar em todo planeta, o ciclo hidrológico possui diferente intensidade em alguns ambientes. Em determinados locais, observa-se uma baixa taxa de evaporação, pelo meio não disponibilizar uma quantidade significativa de água, ou pela falta de energia solar imposta sobre este, como também se observa a situação oposta, quando o ambiente possui uma capacidade elevada de evaporação. Dessa forma, entende-se que para haver um ciclo, a água depende de fatores externos, sendo assim, passivo de influências do meio em que esta se apresenta (BOTELHO; SILVA, 2004).

Também se considera como etapa fundamental do ciclo hidrológico o processo de precipitação, onde a água deixa seu estado gasoso na atmosfera e aglutina em pequenas gotículas que se fundem e precipitam, gerando as chuvas. Esse processo pode ser intensificado por fenômenos atmosféricos a exemplo das frentes frias e das ZCAS.

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 (COELHO NETO, 2001).

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).

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 precipitada, 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. Atingindo o solo, seu comportamento estará determinado pelas condições de declividade, rugosidade do terreno, porosidade do solo, impermeabilização do solo, e outros fatores que estarão condicionando à água uma maior infiltração ou escoamento.

Diferentemente de ambientes florestados ou de atividades agrárias, as bacias de drenagem em ambiente urbano apresentam funcionamento distinto quanto à entrada de água no solo. Devido aos elementos adicionados pelo homem, como edificações, pavimentação, canalização e retificação dos rios, a infiltração da água é reduzida drasticamente causando um desequilíbrio nesse sistema, gerando assim, um aumento do escoamento superficial ao mesmo tempo em que diminui a infiltração da água no solo (BOTELHO; SILVA, 2004, BOTELHO, 2011, CARNEIRO; MIGUEZ, 2011).

De acordo com Tucci (2004), 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. Todavia sua representação mais detalhada seja difícil ao se considerar a grande variabilidade das condições físicas das bacias, quando se considera bacias em áreas urbanas, as condições passam a ser regidas pelas interferências do homem através de superfícies impermeáveis e sistemas de esgoto.

Quando a água da chuva é impedida de infiltrar e escoar sobre a superfície impermeabilizada, o tempo que leva para atingir os cursos d'água é reduzido devido ao aumento da velocidade do fluxo superficial. Essa redução do tempo faz com que uma maior quantidade de água atinja os rios em um período curto de tempo, levando a um transbordamento da água além do limite de sua calha podendo causar inundações de grandes proporções, dependendo da intensidade e da duração das chuvas (BOTELHO; SILVA, 2004).

“Deve-se mencionar que o processo de extravasamento do corpo hídrico para além dos limites dos canais fluviais principais é um processo natural que ocorre quando a vazão é superior à capacidade de descarga do canal” (POLIVANOV; BARROSO, 2011). Contudo, para Botelho (2011), as bacias de drenagem urbanas são marcadas fundamentalmente pela diminuição do tempo de concentração devido ao aumento do escoamento das águas precipitadas na região urbanizada e pelo aumento dos picos de cheias gerando enchentes de maior magnitude.

O processo indicado anteriormente é representado na ilustração de Schueler, 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. 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 (Figura 2).

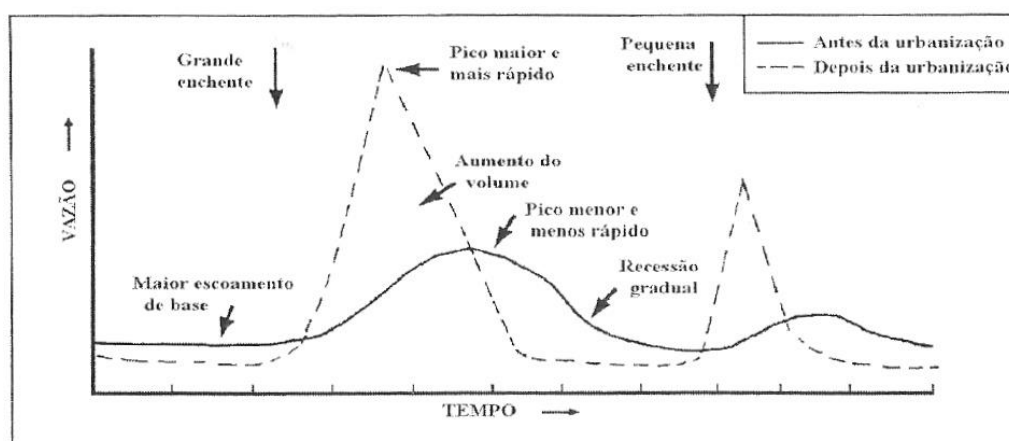


Figura 2 – Efeito da urbanização no hidrograma de uma bacia.
Fonte: Shueler (1987), apud Carneiro e Miguez (2011)

Botelho (2011) também considera, nesse sentido, a presença das águas “servidas” de uso doméstico, industrial e comercial, onde por vezes, são despejadas juntamente com as águas pluviais nos cursos dos rios causando um volume ainda maior de água que será lançada nos mesmos. Nas palavras de CUNHA (2003, p.220): “Sem dúvida, as extremas mudanças no uso [e cobertura] da terra têm influenciado nas alterações da dinâmica fluvial, fornecendo maior volume de vazão e/ou carga excessiva de sedimentos para os rios e canais”.

1.4. RIOS DESNATURALIZADOS

Os cursos d’água têm sido alvo de intervenções a fim de suprir necessidades básicas como a dessedentação, irrigação e navegação há milhares de anos. Todavia, em períodos históricos mais recentes as alterações nesses recursos vêm se tornando crescente à medida que novas necessidades emergem. Fatores como a produção de energia elétrica, aumento de área para ocupação humana e projetos de drenagem têm sido os maiores responsáveis pela alteração do curso dos rios (BOTELHO, 2011).

As alterações nos rios a partir de obras de drenagem foram utilizadas, sobretudo para atender as necessidades do crescimento urbano que se dá, muitas vezes, de forma rápida e desordenada. Nestes casos, foram levados em consideração somente problemas aparentemente isolados e, para estes, soluções pontuais (BAPTISTA, 2005, apud GALVÃO, 2014, p.22).

As intervenções podem abordar diferentes níveis de degradação atingindo desde a estrutura biológica de um determinado canal até modificações morfológicas a partir de canalizações e impermeabilizações no canal. Essas últimas, com maior destaque pela magnitude das alterações, são classificadas como de maior nível de degradação tendo em vista que afetam o funcionamento da bacia hidrográfica e são de difícil reversibilidade (TANAGO; JALÓN, 2004, apud CUNHA, 2013, p.71).

De acordo com Cunha (2013), diversos autores têm estudado as alterações nos cursos d’água nos últimos 50 anos e apontado alterações não somente nos canais, mas também na qualidade da água. Alterações estas que podem atingir larga

abrangência espacial e afetar tanto a bacia de drenagem quanto as populações que dependem desses recursos hídricos. Nesse sentido, a autora também aponta as planícies de inundações como alvo da degradação, por estas estarem diretamente ligadas à dinâmica fluvial e corresponderem a sistemas cujas dinâmicas são interdependentes.

Ocorrendo sobretudo em meio urbano, estudos de degradação fluvial e alterações nos cursos d'água podem ser amplamente encontrados na bibliografia nacional desde autores que perpetraram análises mais gerais e conceituais do tema a diversos estudos de caso. E não é por acaso que estes trabalhos estão relacionados a desastres naturais ligados a inundações em meio urbano.

1.4.1. OBRAS DE DRENAGEM

Na drenagem urbana, as principais intervenções são feitas a partir do alargamento e aprofundamento da calha, retificação do rio, construção de canais fluviais, construção de diques e remoção de obstáculos no canal, sendo as obras de canalização o recurso mais comum para o controle das cheias urbanas. Esse recurso consiste em: “obras de engenharia praticadas no canal fluvial, com a finalidade de controle de enchentes, melhoria da drenagem, manutenção da navegação, redução da erosão das margens ou desvio para construção de estradas” (CUNHA, 2013. p.172).

Essas obras objetivam, sobretudo, aumentar a velocidade e a vazão 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; SILVA, 2004).

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 um efeito reverso. Botelho (2011) esclarece que ao canalizar o baixo curso de um rio, os processos erosivos e de transporte nos 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. No momento das chuvas, poderá voltar a ocorrer o transbordamento das águas dos canais e a inundação das áreas marginais, principalmente se houver lixo jogado diretamente no canal e em suas margens.

Dessa forma, as metas almejadas através destes projetos de drenagem nem sempre são alcançadas, pois estes vêm tratando os problemas com uma visão parcial, sem que haja uma abordagem integrada de bacia, envolvendo, muitas vezes, obras de grande custo e grande possibilidade de impacto ambiental (CARNEIRO; MIGUEZ, 2011).

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 (CARNEIRO; MIGUEZ, 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.

2. METODOLOGIA

Com o intuito de atingir os objetivos propostos nesta pesquisa, inicialmente foi feito um levantamento teórico e conceitual dos temas abordados referentes à bacia de drenagem e a interferência antrópica na mudança do comportamento hidrológico e desestabilização do sistema natural. Esta etapa objetivou criar uma base conceitual sólida que permitisse uma melhor análise e discussão dos resultados.

Para analisar o crescimento da ocupação na bacia, utilizaram-se dados cartográficos e de população obtidos de instituições públicas como, IJSN e IBGE além de documentos das prefeituras dos municípios de Vila Velha e Cariacica. Também foram obtidos dados do Instituto Estadual de Meio Ambiente (IEMA), Embrapa e do Serviço Geológico do Brasil (CPRM), para caracterização física da área de estudo (Tabela 1).

Dentre os dados obtidos tem-se:

Tabela 1 - Arquivos digitais vetoriais e matriciais utilizados para elaboração do trabalho

Arquivos Vetoriais	
Limites estaduais	IJSN
Limites municipais	IJSN
Bairros	IJSN
Cursos d'água	IJSN
Massa d'água	IJSN
Unidades Geomorfológicas	IJSN - UFES
Unidades Geológicas	CPRM
Solos	EMBRAPA

Arquivos Matriciais	
Imagens de 1978, 1998 e 2008	IJSN
Modelo Digital de Elevação	IEMA
Carta Topográfica - 1970	IBGE

Foi utilizado a 3ª edição do Manual Técnico de Uso da Terra elaborado pelo IBGE (2013) como suporte para a metodologia adotada na classificação do uso e cobertura da terra em etapa seguinte. Também foi consultado o mapeamento

geomorfológico do Espírito Santo, elaborado pelo IJSN em parceria com a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) para suporte na caracterização da área de estudo.

Os conceitos de enchente, alagamento e inundação, fundamentais para a discussão da problemática aqui trabalhada, foram retirados do Plano de Contingência de Vila Velha 2013 - 2015 disponibilizado no site da prefeitura municipal.

As considerações a respeito do histórico de intervenções executadas na bacia do rio Marinho e a caracterização física realizada contaram com o apoio do relatório intitulado “Estudos para Desassoreamento e Regularização dos Leitos e Margens dos Rios Jucu, Formate e Marinho na Região Metropolitana da Grande Vitória”, desenvolvido pela Empresa Acquatool Consultoria LTDA (2009), mediante contrato firmado com o Instituto Jones dos Santos Neves e com relatórios do Conselho Metropolitano de Desenvolvimento da Grande Vitória - COMDEVIT, também ligado ao IJSN através da secretaria executiva deste.

Os mapas presentes neste trabalho foram elaborados em ambiente SIG com o auxílio do software ArcGIS™ 10.2 (ESRI, 2012) no Laboratório de Cartografia Geográfica e Geotecnologias vinculado ao departamento de Geografia da UFES. Os dados cartográficos (Arquivos vetoriais e matriciais) foram padronizados no sistema de coordenadas Universal Transversa Mercator (UTM) e datum de referência Sirgas 2000, 24 Sul.

2.1. ALTIMETRIA E LIMITE DA BACIA

Para que fosse estabelecido o limite da bacia, utilizou-se do Modelo Digital de Elevação (MDE) obtido através do IEMA. Este modelo matricial apresenta os valores numéricos para cada pixel correspondentes à altimetria do terreno correspondente, portanto, se faz útil na identificação dos divisores de água e nos fundos de vale: elementos fundamentais na identificação dos limites de bacias de drenagem. O MDE foi produzido no ano de 2008 e possui resolução espacial de 30 metros.

A partir deste arquivo foi possível extrair um modelo digital de triangulação (TIN) através do ArcGIS™ 10.2 por meio da ferramenta *Arc Toolbox > 3D Analyst tools >*

Conversion > From Raster > Raster to Tin (Figura 3). Com este modelo inúmeras informações, tais como elevação tridimensional, declividade e face do relevo passaram a ser passíveis de ser visualizadas, proporcionando uma melhor orientação para delimitação da bacia.

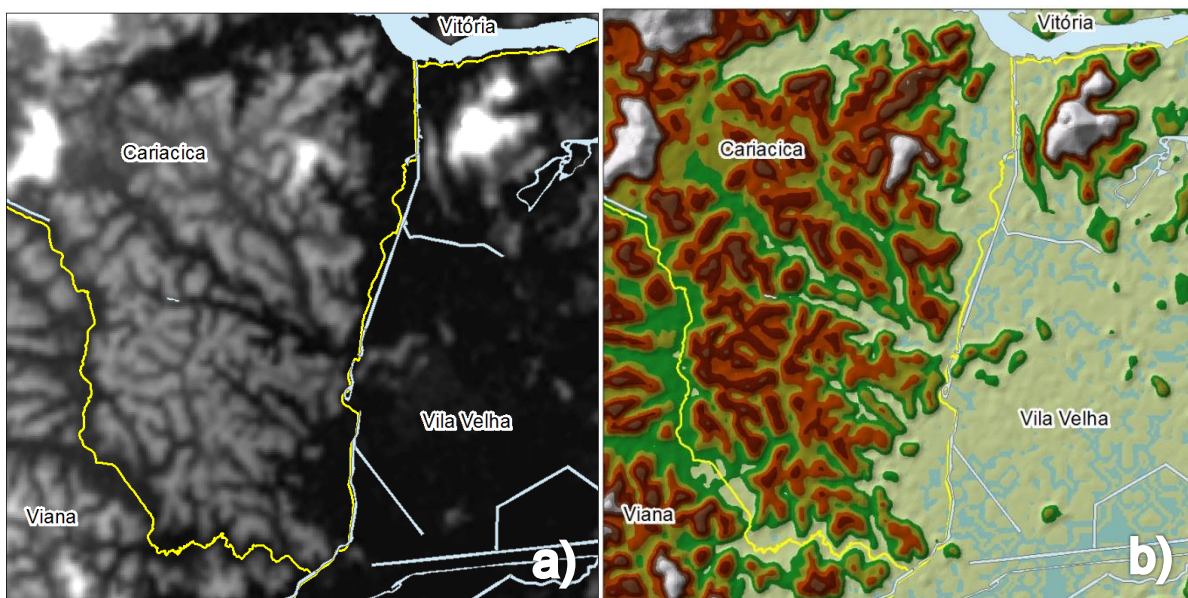


Figura 3 - Conversão do modelo de elevação para modelo de triangulação da região do baixo rio Marinho. a) visualização do modelo digital de elevação b) Geração do modelo digital de triangulação

Alem do TIN, o ArcGISTM 10.2 possibilita extrair curvas de nível do MDE através da ferramenta *Contour* disponível no *Arc Toolbox*. As curvas de nível auxiliam na identificação dos divisores de água e foram de fundamental importância para a visualização do comportamento do terreno. Assim, em posse destes produtos, foi possível estabelecer os limites da bacia do rio Marinho.

2.2.RECORTE ESPACIAL DOS BAIRROS DA BACIA

Para tratar da problemática da urbanização em áreas sensíveis à alteração da dinâmica fluvial, como no caso da bacia em estudo, adotou-se uma metodologia de análise do uso e cobertura da terra para diferentes períodos de tempo, observando a evolução destes processos na bacia.

Em virtude do intenso processo de expansão da área urbana e do adensamento populacional no interior da bacia ocorrer em diferentes períodos de tempo, e, em condições particulares, identificou-se uma possibilidade de analisar este curso em recortes espaciais que proporcionasse esta diferenciação a partir da análise das imagens dos anos 1978, 1998 e 2008.

Para tanto, foram selecionados dois bairros amostrais inseridos na bacia: bairro Jardim Botânico no município de Cariacica e bairro Cobilândia no município de Vila Velha, que representam dois processos distintos de urbanização.

2.3. CLASSIFICAÇÃO DO USO E COBERTURA DA TERRA

Para um estudo mais detalhado da área urbana da bacia, adotou-se um processo de classificação da mesma a partir de diferentes níveis de urbanização (esparsa, moderada e densa) proporcionando, também, a classificação destas áreas como permeáveis e impermeáveis.

A metodologia foi adotada do estudo de caso trabalhado por Renata Galvão, doutora pela Universidade Federal Fluminense, em sua tese “Gestão de Bacias Hidrográficas Urbanas: Niterói (RJ)”, adaptando-se às especificidades encontradas na bacia em estudo.

A metodologia consiste em uma análise qualitativa das imagens aéreas e ortofotos da área estudada a fim de classificar o processo de urbanização em três níveis. Além destes três níveis, foi estabelecida outra classe chamada “Vegetação” correspondente a áreas onde não se observa presença de elementos urbanos.

Com o limite da bacia estabelecido, foi possível realizar o processo de classificação do uso e cobertura da terra dos anos de 1978, 1998 e 2008, levando em consideração as seguintes chaves para classificação para os respectivos anos (Tabela 2): Área Urbana Densa, Área Urbana Moderada, Área Urbana Esparsa e Vegetação.

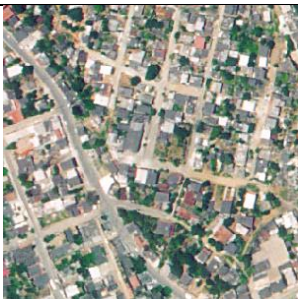
- Área urbana densa: Área com maiores níveis de aglomeração e grande quantidade de construções e vias pavimentadas.

- Área Urbana Moderada: Área de ocupação intermediária e pequeno espaçamento entre as construções.
- Área Urbana Esparsa: Áreas com baixa aglomeração e grandes espaços entre construções e presença de terrenos vazios.
- Vegetação: Área coberta por vegetação rasteira, floresta e pastagens, sem a presença de elementos urbanos.

Desse modo, pôde ser feita a vetorização das classes anteriormente listadas para uma melhor comparação visual e quantitativa (em área) do processo de ocupação da bacia¹.

Tabela 2 - Chave de classificação do Uso e Ocupação da Terra para bacia do rio Marinho nos anos de 1978, 1998 e 2008

Área Urbana Densa		
1978	1998	2008
		

Área Urbana Moderada		
1978	1998	2008
		

¹ Para realizar o processo de classificação em ambiente SIG das imagens dos anos supracitados, adotou-se o processo de vetorização das classes de maneira manual: vetorização sobre a tela. Somente foi possível adotar esta metodologia devido a alta resolução espacial das imagens.

Área Urbana Esparsa		
1978	1998	2008
		

Vegetação		
1978	1998	2008
		

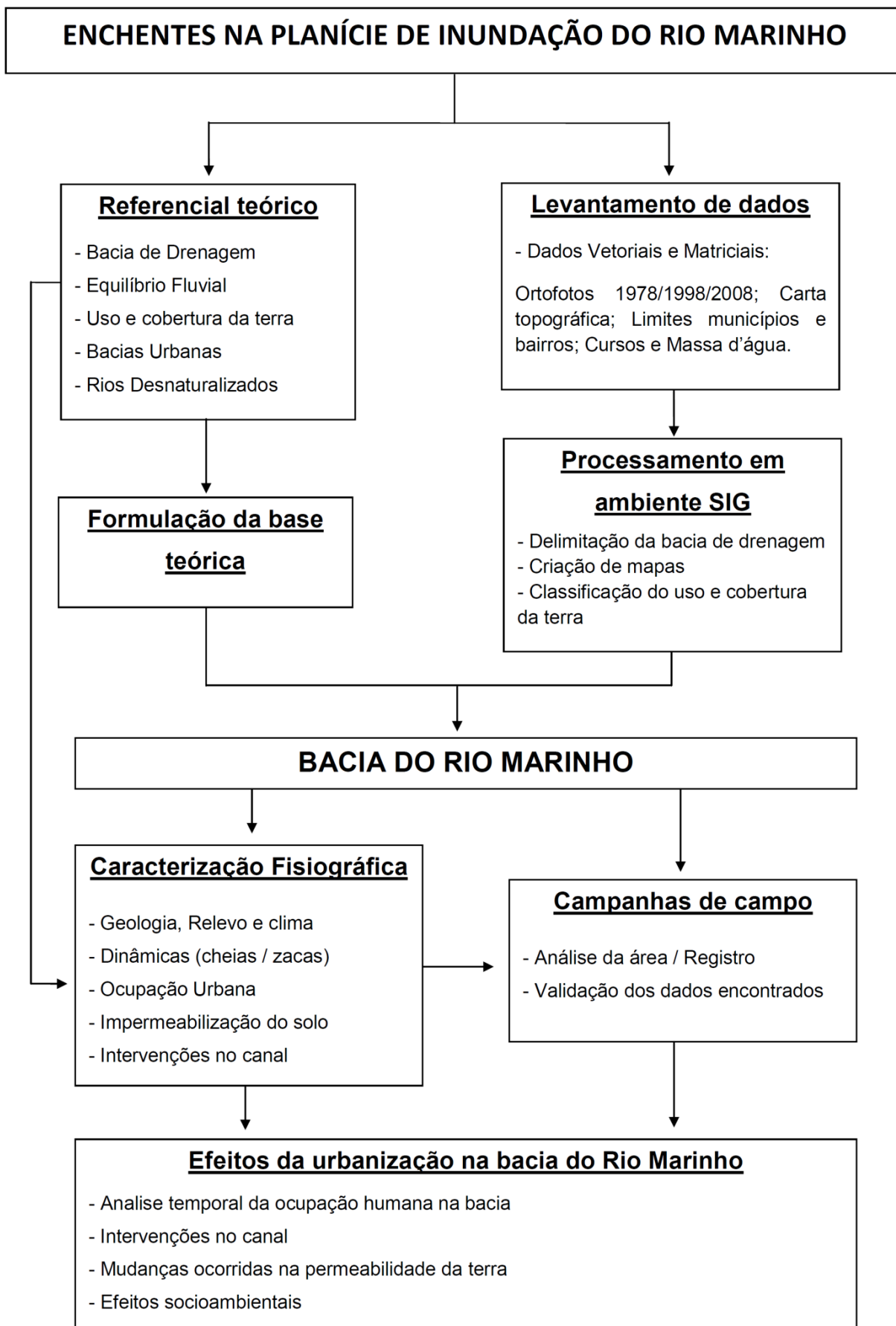


Figura 4 - Fluxograma com a síntese das principais etapas da pesquisa

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Este capítulo apresenta a princípio uma avaliação geral das características da bacia e alguns aspectos físicos como o clima, geologia, geomorfologia e pedologia. O capítulo também traz a análise do crescimento populacional observado a partir dos anos 1970 com a mudança no setor produtivo da região com destaque à promoção do setor secundário. Em seguida é feito um levantamento das alterações hidrológicas promovidas na bacia desde o período colonial, com a transposição da mesma, até atualmente, com obras de contenção de enchentes.

3.1. A BACIA DE DRENAGEM DO RIO MARINHO

Localizada no litoral do Estado do Espírito Santo, a bacia do rio Marinho apresenta uma superfície de 35,64km² e está inserida em dois municípios capixabas: Vila Velha e Cariacica (Figura 5). O município de Cariacica detém 24,29km², correspondente a 68,1% da área total da bacia, enquanto o município de Vila Velha detém 11,34km², correspondendo a 32,1%.

O rio principal, que dá nome a bacia, é também divisor destes dois municípios, porém, com o limite municipal definido anteriormente à retificação do rio Marinho, identifica-se que a divisão política entre estes segue o antigo curso do rio que hoje se encontra muito assoreado e com importantes obstruções, e não o curso canalizado, atualmente o principal curso da bacia. O trecho do rio inserido na bacia em questão corresponde a 8,23km e escoar em sentido sul-norte, desaguardo na baía de Vitória na altura dos bairros Jardim América no município de Cariacica e São Torquato em Vila Velha.

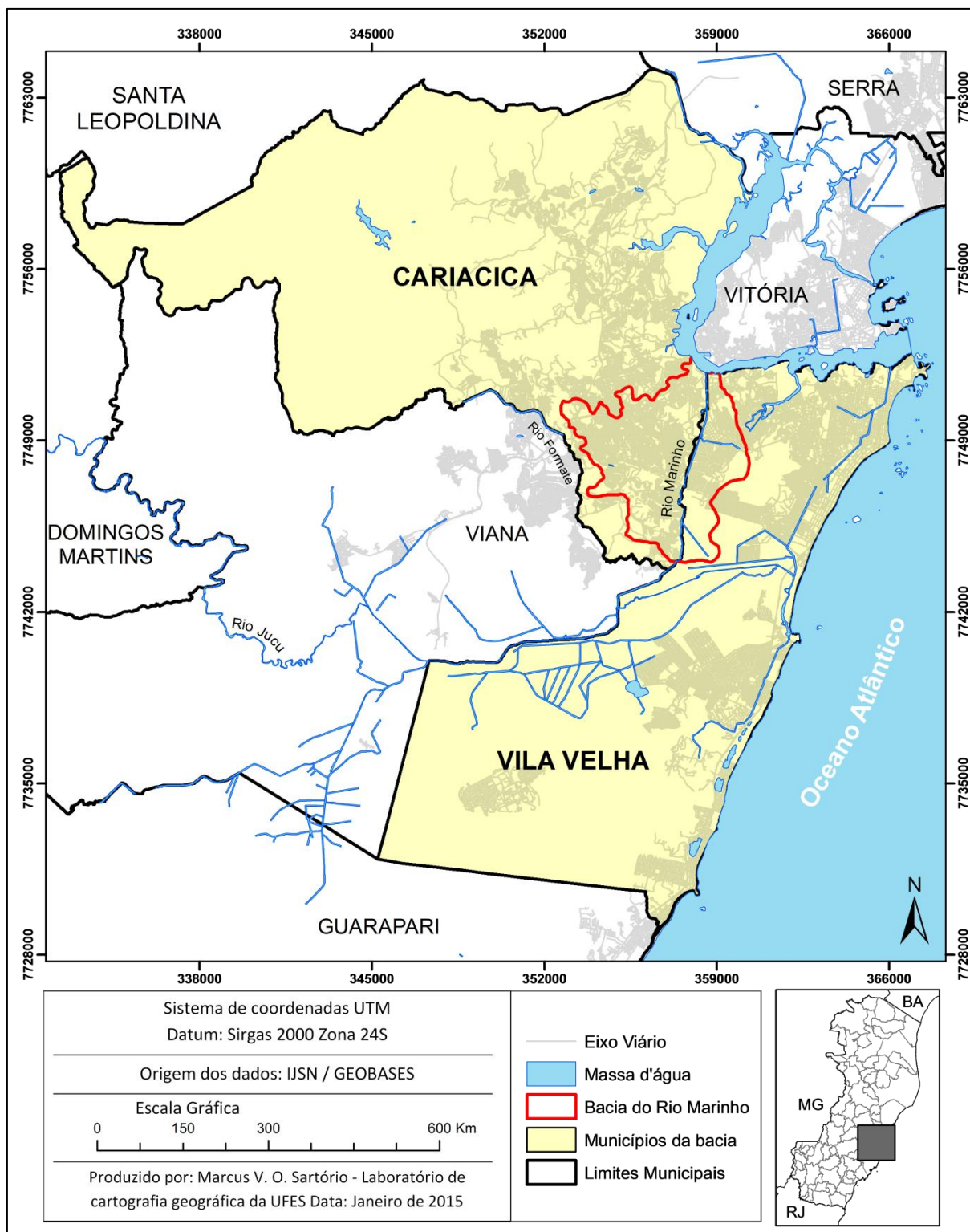


Figura 5 - Municípios pertencentes à bacia do rio Marinho

3.2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

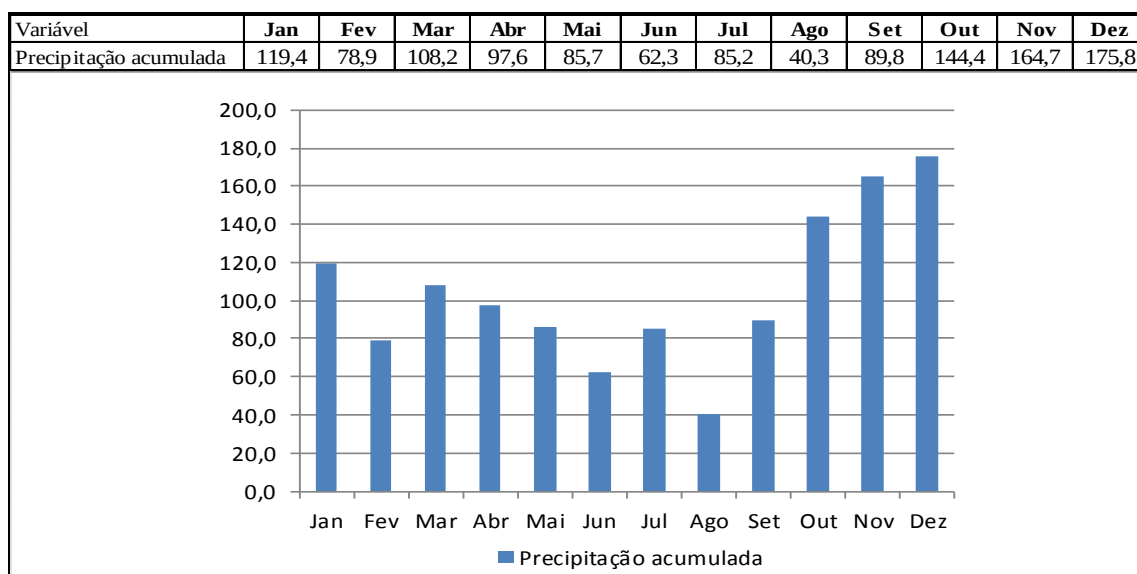
3.2.1. Aspectos Climáticos

A bacia encontra-se na zona intertropical onde a maritimidade e a circulação atmosférica exercem fundamental influência na caracterização climática do local. De acordo com Correa (2011) e Mendonça e Danni-Oliveira (2007), as temperaturas médias giram em torno de 24°C, com verões mais quentes e úmidos atingindo temperaturas de 28°C e invernos mais amenos e secos com temperaturas médias de 23°C.

Devido à proximidade com o litoral, umidade relativa do ar apresenta uma média anual de 77% e a precipitação anual oscila de 1100 a 1300 mm. A época chuvosa ocorre no verão e a estiagem no inverno, seguindo parcialmente a linha de umidade (ACQUATOOL CONSULTORIA, 2009; DEINA, 2013). Tais afirmações também podem ser verificadas a partir das Normais Climatológicas disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), apresentadas nas tabelas 3.

A região também sofre influência do sistema ZCAS, responsável por grande quantitativo de precipitação nas regiões centro-oeste e sudeste do país, principalmente no período de outubro a abril correspondente à primavera e verão estendido (CORREA; ALBUQUERQUE; 2012).

Tabela 3 - Normais climatológicas (1961-1990) da Precipitação acumulada na Estação Vitória - ES



De acordo com Abreu (1998), citado por Correa e Albuquerque (2012, p. 796), este fenômeno é descrito como uma associação entre a Frente Polar Atlântica (FPA) e a convecção tropical, principalmente proveniente da região amazônica, sendo que a orientação noroeste – sudeste predominante da ZCAS é influenciado pela FPA.

Também Rocha e Gandu (2013) afirmam que:

[...] este é um dos mais importantes fenômenos na escala intra-sazonal, que ocorre durante o verão na América do Sul, com episódios de estiagem prolongada e inundações que atingem diversas regiões do país. Os mecanismos que originam e mantêm a ZCAS não estão ainda totalmente definidos, porém, estudos observacionais e numéricos indicam que este sistema sofre influências tanto de fatores remotos quanto locais. As influências remotas indicam relações com a convecção na Zona de Convergência do Pacífico Sul (ZCPS), que modulam o início, duração e localização da ZCAS. As influências locais relacionam-se ao papel da convecção na região Amazônica (apud DEINA, 2013. p. 84).

Portanto é cabível afirmar que este evento representa grande influência nas precipitações observadas na região de análise gerando cheias decorrentes do volume precipitado na bacia e nos afluentes do rio Marinho.

3.2.2. Aspectos Geológicos

De acordo com o Serviço Geológico do Brasil (CPRM), a bacia do rio Marinho tem sua Geologia representada fundamentalmente pelas seguintes unidades geológicas (Figura 6):

- Grupo Barreiras: Com idade terciária, é formado por sedimentos dispostos ao longo da costa (depósitos detríticos pobremente selecionados), estendendo-se descontinuamente por trás das formações arenosas quaternárias.
- Depósitos Aluvionares: Constituído basicamente por sedimentos fluviais de deltas dominados por processos fluviais e aluvionares, esta unidade tem idade quaternária, isto é, mais recente do que a formação barreiras.

Na bacia também é encontrado uma fração da unidade Nova Venécia, que corresponde a rochas que sofreram metamorfismo regional, além de fragmentos

litológicos semelhantes ao maciço de Vitória, que apresentam estrutura granítica de origem plutônica do período cambriano, isto é, com idade que varia de 495 a 545 milhões de anos, portanto de origem pretérita aos domínios que os cercam.

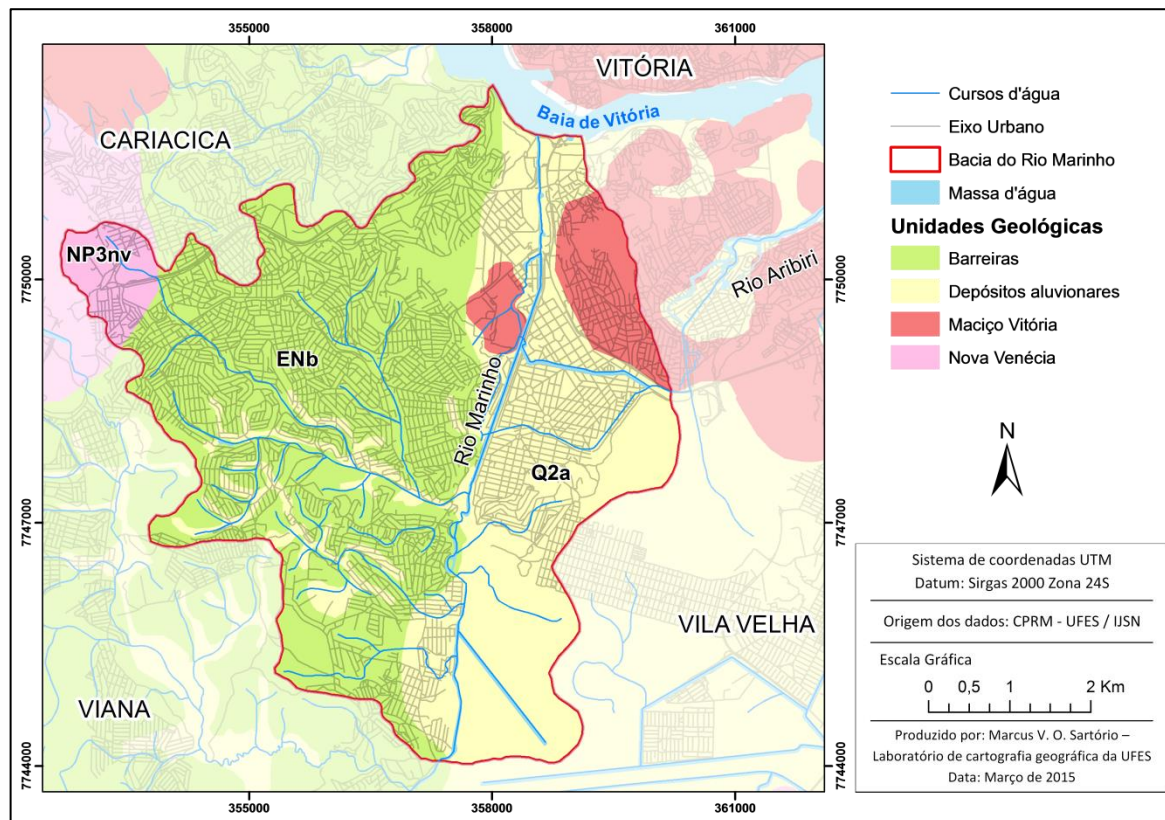


Figura 6 - Mapa geológico da região da Bacia do rio Marinho

3.2.3. Aspectos Geomorfológicos

Do ponto de vista geomorfológico, a região em questão está situada no domínio dos depósitos sedimentares caracterizando-se pela ocorrência de sedimentos arenosos e argilosos do Grupo Barreiras depositados no período Cenozóico (IJSN, 2012). As unidades geomorfológicas (Figura 7) presentes na bacia correspondem, em maior representação, a tabuleiros costeiros compreendidos por relevos dissecados, podendo estar ou não recebendo o efeito da erosão marinha, apresentando, de maneira geral, baixas altitudes e material sedimentar. Também se identifica uma estreita faixa de planícies costeiras. Estas correspondem a uma extensão do terreno mais ou menos plano que se distribuem irregularmente entre o Oceano Atlântico e

os tabuleiros costeiros onde os processos de deposição de material superam o de erosão (RADAMBRASIL, 1983).

Na porção mais ocidental da bacia encontra-se também uma pequena área caracterizada pelos patamares escalonados do sul capixaba, todavia, considerando-se a suave transição de unidade e também à sua estreita dimensão na bacia, a representação desta se faz irrisória.

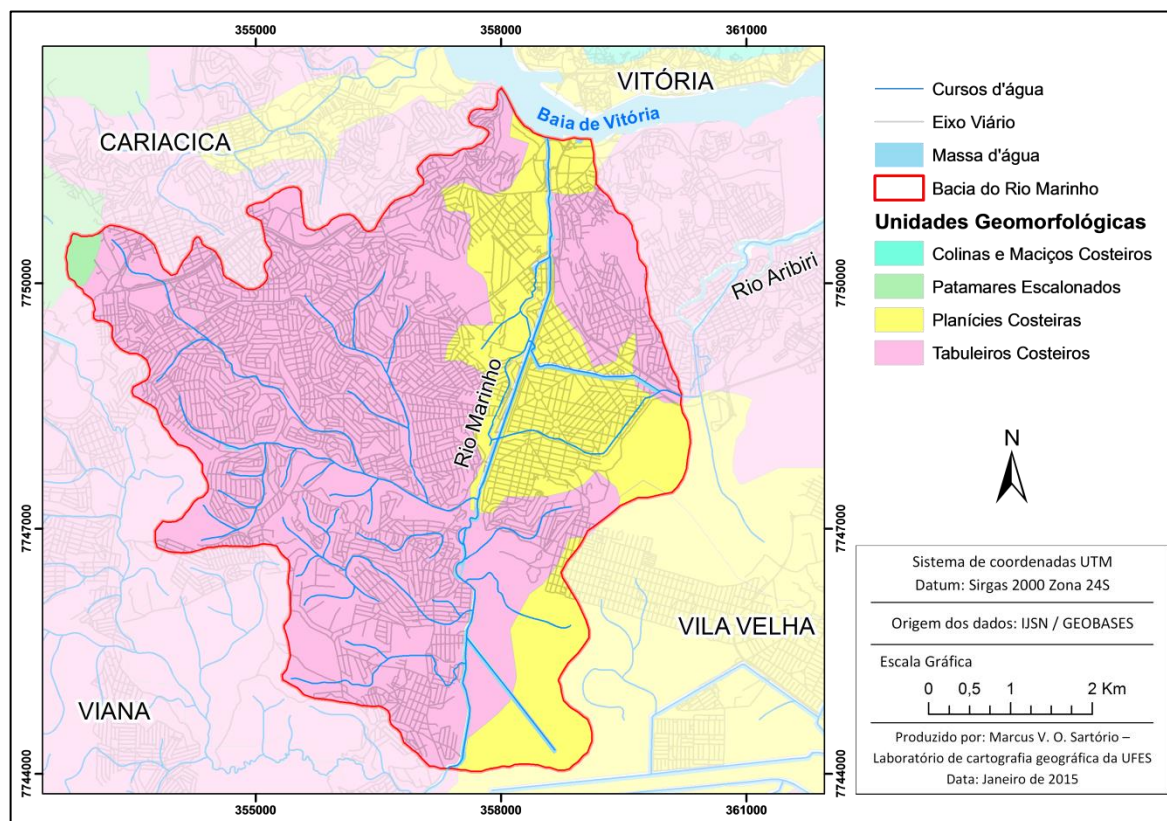


Figura 7 - Mapa geomorfológico da região da Bacia do rio Marinho

3.2.4. Aspectos Pedológicos

A pedologia da bacia do rio Marinho (Figura 8) corresponde a três classes de solo: Latossolo Vermelho-Amarelo, Neossolo Flúvico e Neossolo Quartizarenico.

O Latossolo Vermelho-Amarelo é um solo com avançado estágio de intemperização, como resultado de energéticas transformações no material constitutivo, fazendo com que este seja um solo profundo. É um solo pobre em nutrientes e sua drenagem varia de fortemente a bem drenado. Este solo está mais presente na região serrana, correspondentes às áreas mais elevadas a oeste da bacia (EMBRAPA, 2006).

O Neossolo Flúvico é um solo derivado de sedimentos aluviais que apresentam caráter flúvico, isto é, formado sob forte influência de sedimentos de natureza aluvionar trazidos pelos corpos d'água. Este solo está presente em boa parte do baixo curso do Rio Jucu, devido aos eventos de enchentes que ocorrem na planície. Na bacia, este solo representa uma pequena fração a montante do rio Marinho (EMBRAPA, 2006).

O Neossolo Quartzarenico está presente em quase toda a planície do município de Vila Velha e é caracterizado por solos essencialmente quartzosos, composto por areias quartzosas marinhas, não hidromórficas ou hidromórficas sem contato lítico dentro de 50 cm de profundidade da superfície. Normalmente, são profundos a muito profundos, com textura areia ou areia franca ao longo de pelo menos 150 cm de profundidade ou até o contato lítico. São excessivamente drenados, com menos de 4% de minerais primários facilmente intemperizáveis e pouco desenvolvidos (EMBRAPA, 2006).

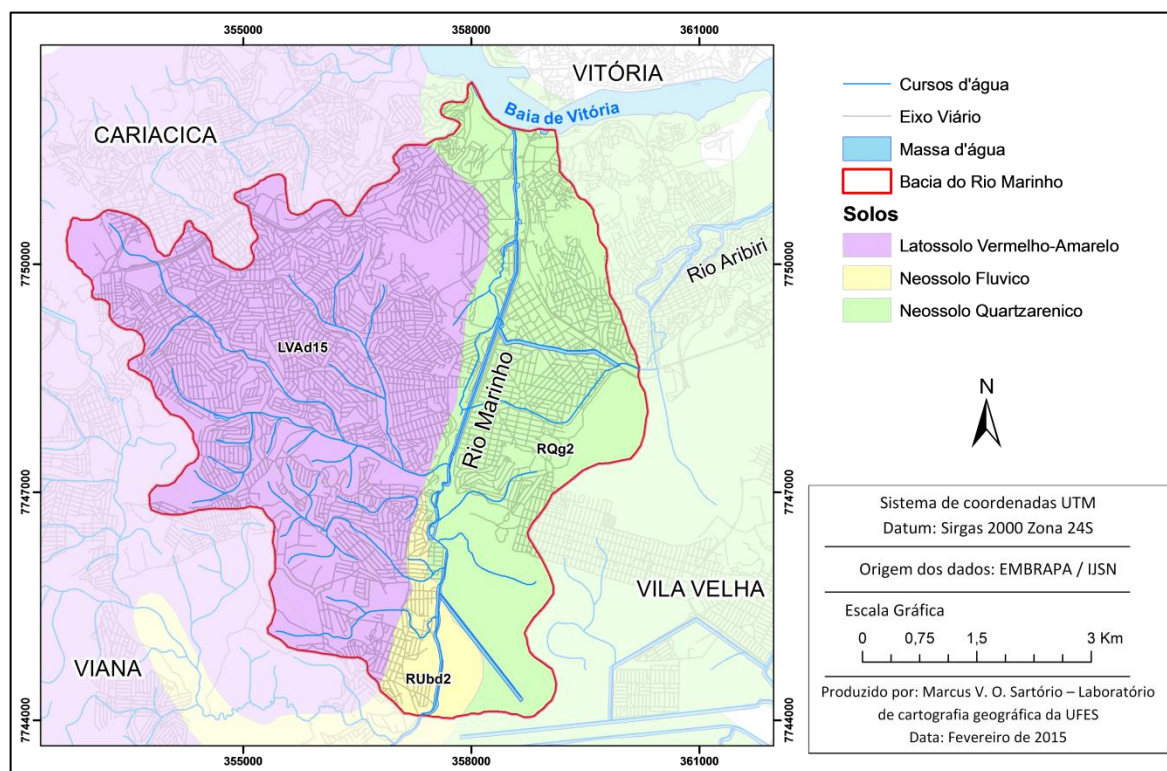


Figura 8 - Mapa pedológico da região da Bacia do rio Marinho

3.2.5. Altimetria da Bacia

A ocorrência de inundações em áreas urbanas e rurais na região ao entorno do rio Marinho é fato recorrente e faz parte do cotidiano das populações que vivem nestes locais. Assim como a região do baixo Rio Jucu e adjacências do Rio Formate, o rio Marinho encontra-se em um ambiente de planícies compreendendo áreas com altimetrias próximas ao nível do mar sob forte influência marinha.

A partir do mapa hipsométrico (Figura 9) é possível analisar mais detalhadamente as características do relevo da bacia que variam de 256,5 metros a -2,3 metros. Observa-se que a região em questão apresenta cotas altimétricas negativas, indicando que determinadas áreas, principalmente na margem direita da bacia, município de Vila Velha, encontra-se abaixo do nível médio de maré.

A oeste do rio Marinho observa-se, de modo geral, cotas altimétricas superiores indicando uma característica de relevo diferente da encontrada na margem direita do rio. Este lado da bacia, correspondente ao município de Cariacica, é também o lado menos afetado pelas inundações.

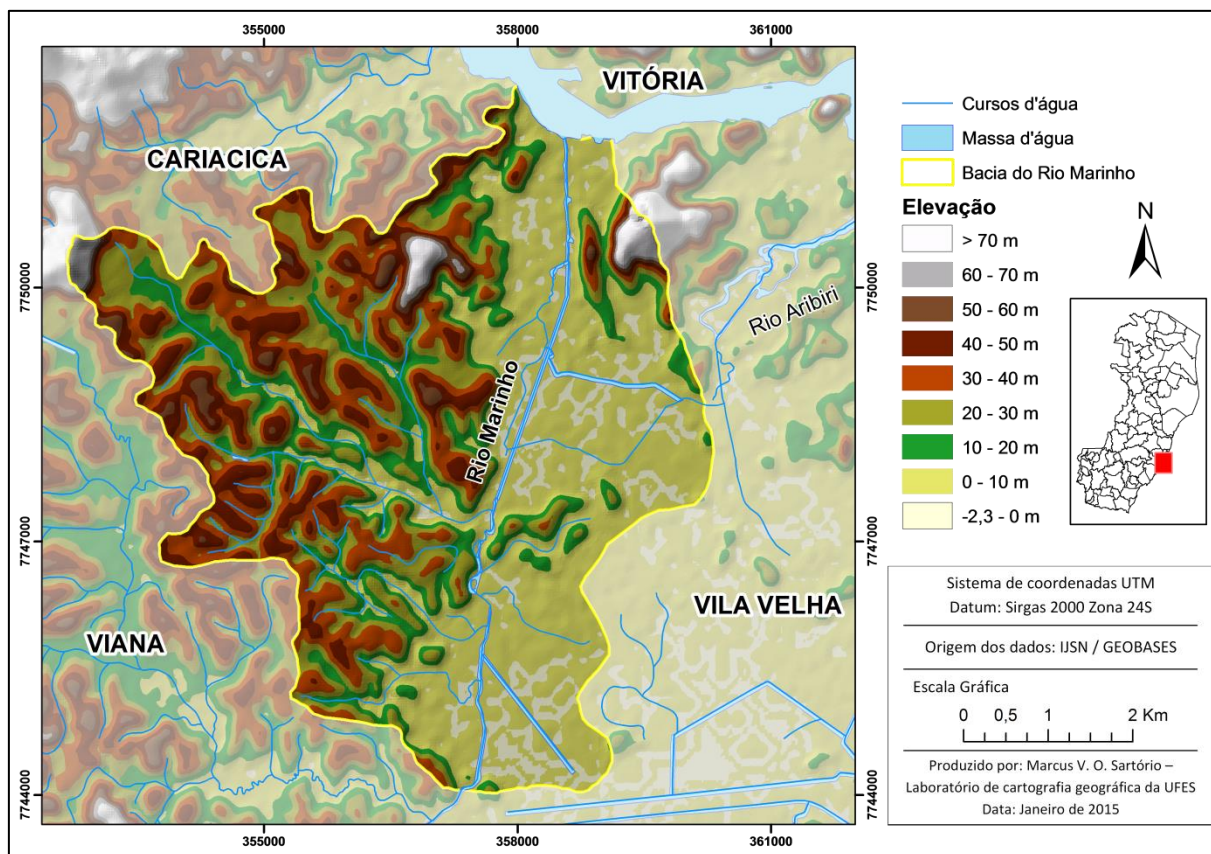


Figura 9 - Mapa hipsométrico da bacia do rio Marinho - ES

De maneira geral o percurso do rio Marinho segue em sentido sul-norte apresentando uma variação altimétrica que não passa dos 5 metros devido à conformação suave do terreno. Observa-se, também, que o comportamento de escoamento na bacia está totalmente condicionado ao relevo de planícies costeiras onde a variação altimétrica apresenta, em grande parte, uma conformidade.

3.3. HISTÓRICO DE OCUPAÇÃO

Com base nos dados do IBGE, o Espírito Santo conta com um total estimado de 3.885.049 habitantes (2014) distribuídos em 46.096km², sendo o décimo quinto Estado mais populoso do Brasil e o menos populoso da região sudeste.

Dentre os 78 municípios que compõe o Estado, Vila Velha e Cariacica, correspondentes à região de estudo, representam o segundo e o terceiro município mais populoso respectivamente, ambos situados na Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV). A capital Vitória, devido à limitação espacial e à leis que protegem as áreas de preservação, tem sua expansão comprometida horizontalmente, e é o quarto mais populoso, ficando atrás dos municípios listados anteriormente e do município de Serra (IBGE, 2014).

Até a década de 1960 a estrutura produtiva da região em destaque e em todo o Estado estava assentada sobre o setor primário representado pela monocultura cafeeira. Com o declínio desta atividade, a economia do Estado passaria a se estruturar no setor secundário, sobretudo, por meio da industrialização baseada na implantação de grandes projetos produtivos voltados para exportação.

A maior parte destes projetos foi realizada na região de influência imediata da cidade de Vitória determinando o crescimento e a concentração das atividades produtivas sobre esta região. A implantação da Companhia Vale do Rio Doce (CVRD) e a Companhia Siderúrgica de Tubarão (CST) nos anos 1970 e início de 1980 gerou um rápido processo de urbanização e concentração populacional, trazendo à RMGV um grande contingente populacional das outras regiões do Estado e do país (IJSN, 2005).

Em 1970 esta região já era responsável por 24,1% da população estadual. Uma década depois, passou a concentrar 34,9%, e em 2005, 47,5% da população residia em um espaço que ocupa pouco mais de 5% da área total do Estado.

Na década de 1970, a população residente nos dois municípios somava pouco mais de 225 mil habitantes (Tabela 4). Nos anos de 1980, esta população aumentou para 392.500 habitantes. Já em 1991 a população atingiu 540.118, e nos anos 2000 o número de habitantes aumentou para 670.250. Na década seguinte, a população dos municípios chega a 763.290 habitantes. Na estimativa de 2014, Cariacica e Vila Velha, juntos, correspondem a 44,8% de toda população da RMGV, com 844.605 habitantes.

Tabela 4 - População dos municípios de Vila Velha e Cariacica e da RMGV entre 1970 e 2014

Municípios	1970	1980	1991	2000	2010	2014
Vila Velha	123.742	203.401	265.586	345.965	414.586	465.690
Cariacica	101.422	189.099	274.532	324.285	348.738	378.915
RMGV	385.998	706.244	1.136.842	1.337.187	1.687.704	1.884.096

Fonte: IJSN. 2011; IBGE. 2014 - Censo Demográfico/Estimativas

O crescimento da população de ambos os municípios aumentou consideravelmente nos últimos 40 anos. Tal fato pode ser observado na Figura 10, onde é apresentado o crescimento populacional dos municípios da RMGV. O município de Vila Velha teve um acréscimo de mais de 341 mil habitantes neste período representando um aumento de 376,3%. Cariacica, por sua vez, cresceu 373,6% com um incremento de 277.493 habitantes.

Vale ressaltar que em ambos os municípios a população urbana tem crescido mais exponencialmente do que a rural em todos os períodos apontados anteriormente. O censo demográfico de 2010 apontou que 96,8% da população de Cariacica vive em meio urbano, assim como 99,5% da população de Vila Velha (IBGE, 2010).

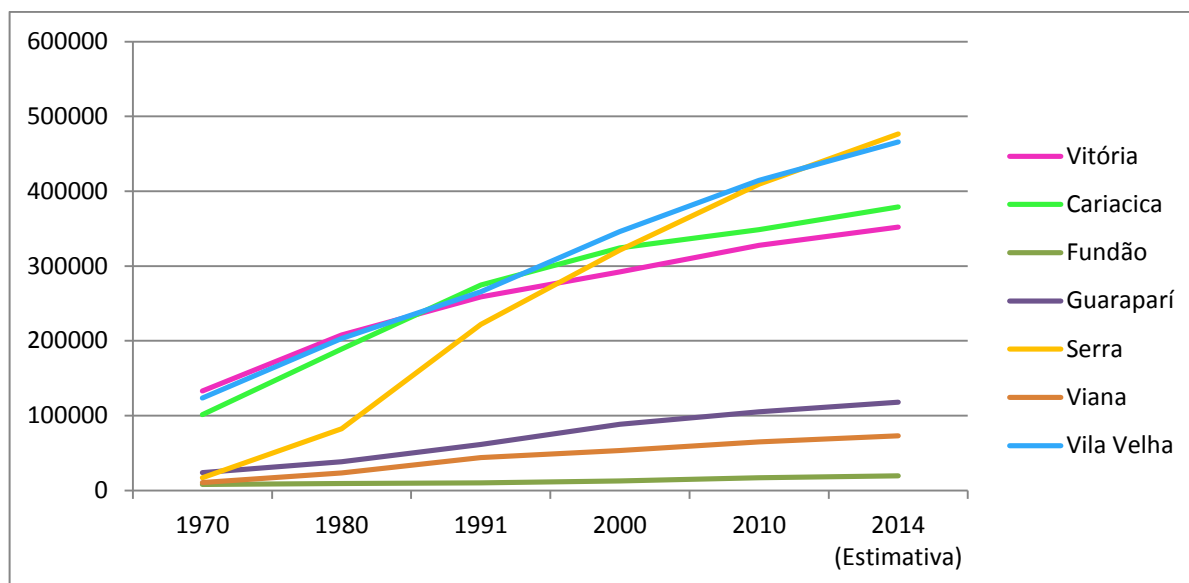


Figura 10 - Gráfico de crescimento populacional dos municípios da RMGV

3.4. ALTERAÇÕES NO RIO MARINHO

O histórico de intervenções na bacia remete ao período da colonização quando a necessidade de escoar a produção de uma das maiores fazendas da capitania (Fazenda Araçatiba), localizada no interior de Vila Velha próximas ao Rio Jucu, levou os Jesuítas a fazerem a primeira transposição de bacias hidrográficas do Brasil. 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 locomoção (AMPC, 2007).

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 em Cariacica.

Neste período o rio Marinho era um modesto braço de manguezal que conectava alguns 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, o que mais a frente veio a ser um importante fator econômico às populações que ali habitavam (ACQUATOOL CONSULTORIA. 2009).

O Rio Formate, um importante tributário da bacia do Rio Jucu, desaguava nestes poucos quilômetros a montante da transposição feita pelos jesuítas, porém, com a obra de transposição, grande parte do volume de água e sedimentos trazidas pelo Formate passou a desaguar não somente no Rio Jucu, mas também no rio Marinho. Outras intervenções, já na década de 1950, reforçaram a afluência do rio Formate ao rio Marinho através de obras de retificação promovidas pelo Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS) (COMDEVIT, 2010).

Grandes obras estruturais foram executadas nos canais fluviais desta região na década 1950, dentre elas têm-se a retificação do baixo curso do rio Jucu, desligando-o do rio Marinho, e desvio do rio Formate, que a partir de então passava a desaguar exclusivamente no rio Marinho, e não mais no Jucu, formando uma bacia independente (ACQUATOOL CONSULTORIA. 2009).

Em 1956 o DNOS abriu um canal ligando novamente a bacia do Rio Jucu à bacia do rio Marinho chamado Canal das Neves com o intuito de aumentar a capacidade de escoamento e minimizar as enchentes no baixo vale do Rio Jucu. 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).

Para que não houvesse transbordamento do Canal Marinho em períodos de cheias do Jucu, foram instaladas três manilhas a jusante do canal onde este se ligava ao rio Formate. As manilhas funcionam como limitador da vazão, controlando o volume de água que agora chegaria dos rios Formate e Jucu (CAUS, 2012).

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 11), 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 da região promovendo o desenvolvimento da mesma (ACQUATOOL CONSULTORIA. 2009).

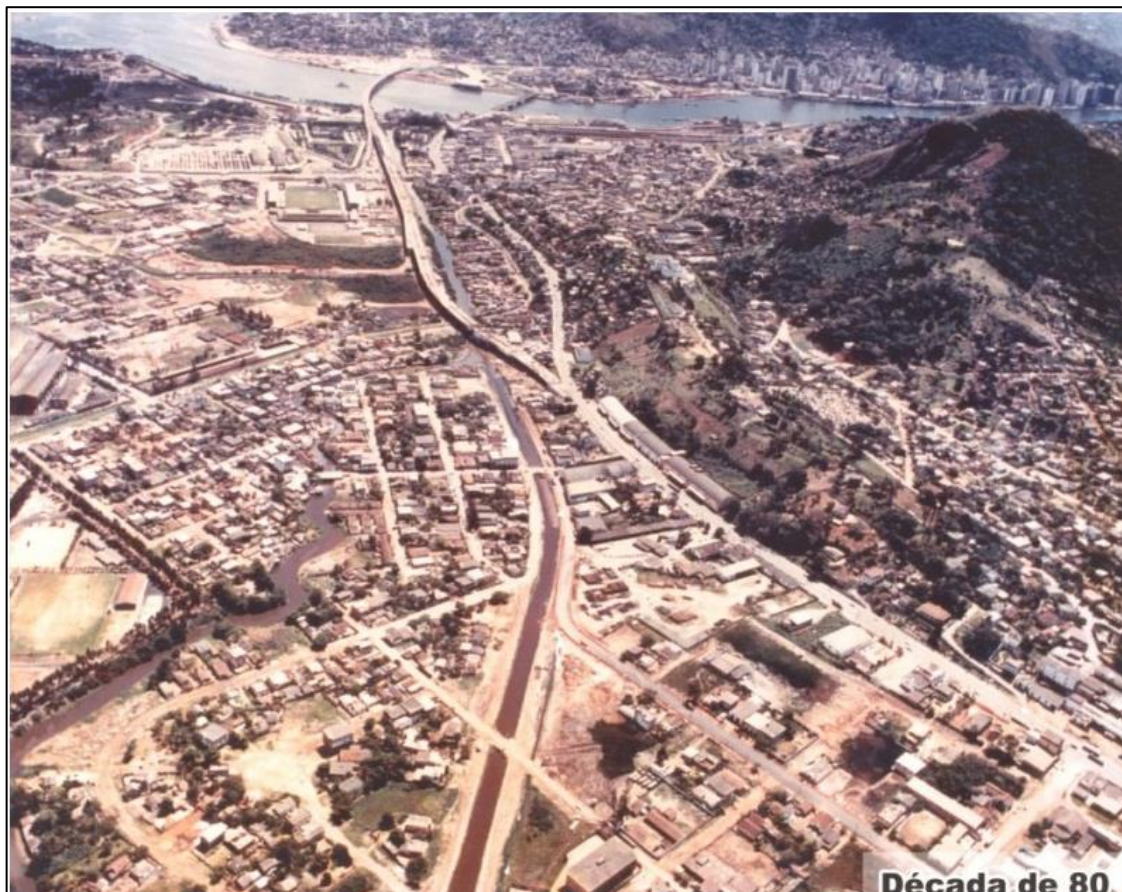


Figura 11 - Vista aérea do Canal Marinho desaguardo ao fundo na baía de Vitória na década de 1980. Ao lado esquerdo da imagem observa-se o antigo curso do rio Marinho
Fonte: www.morrodomoreno.com.br

Como consequência dos altos índices de poluição, causando a piora da qualidade da água, tornou-se inviável a utilização do Canal Marinho como manancial para a estação de tratamento. Assim, nos anos de 1970 foi desativada a ETA de Cobi juntamente com o Canal Marinho, deixando de servir ao objetivo primeiro e passou a ser o principal curso d'água da bacia (CAUS, 2012).

Em seu livro sobre a história da Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN), 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).

O esquema apresentado na Figura 12 ilustra as etapas de modificações ocorridas na bacia do rio Marinho e por consequência nas bacias do Rio Formate e Jucu até a década de 1980.

Além das alterações mostradas anteriormente, uma obra de drenagem mais recente foi promovida na bacia na última década: a criação de um canal denominado Vala Marinho, também conhecido como Canal Cobilândia (Figura 13). Este compreende um canal artificial construído conjuntamente a um sistema de comportas automáticas para controle de inundação no lado direito da bacia cortando o bairro de Cobilândia, em Vila Velha.

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).

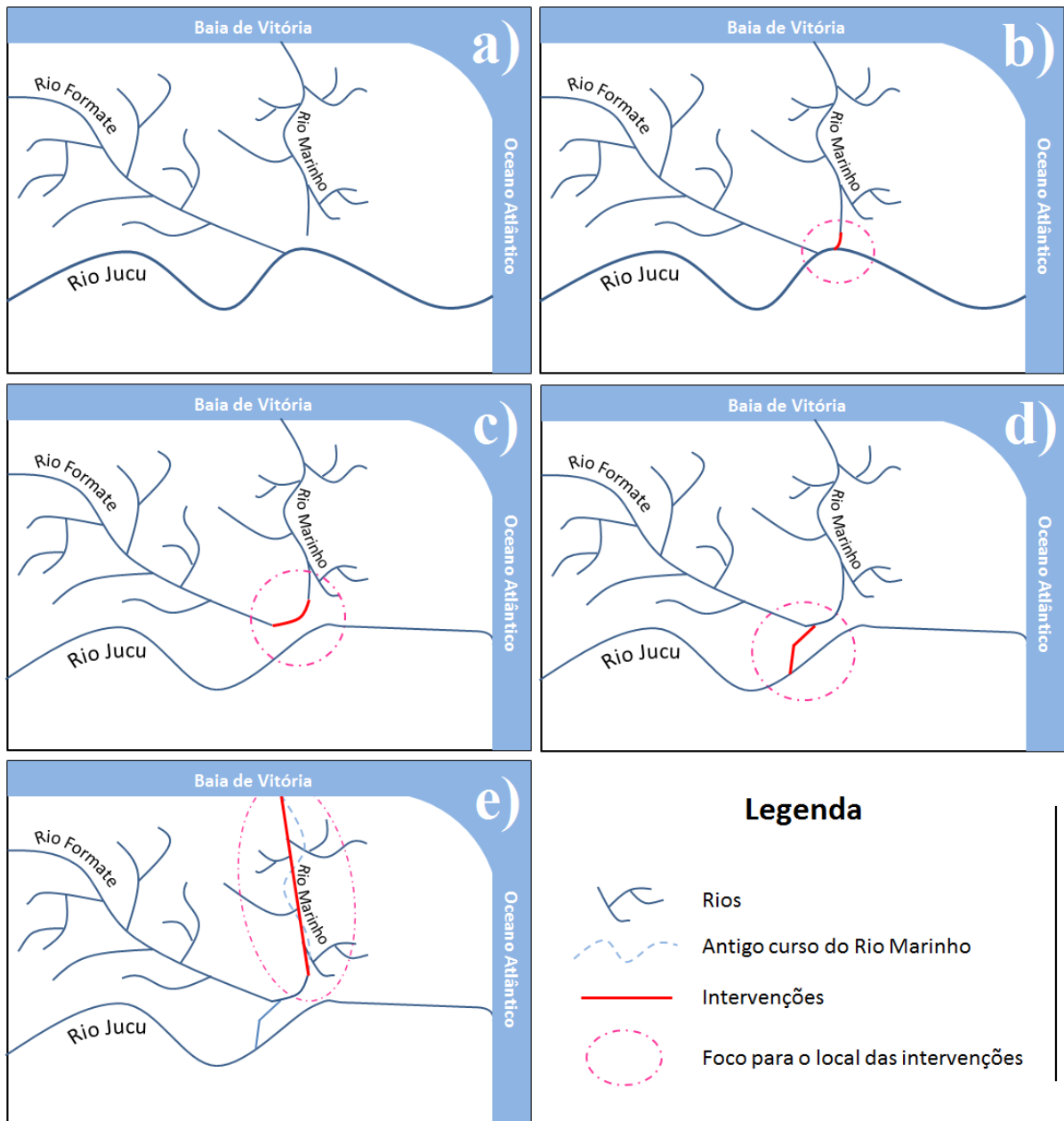


Figura 12 - Modificações nas bacias dos rios Marinho, Formate e Jucu. a) Estado anterior às modificações. b) Construção do canal ligando o Rio Jucu ao rio Marinho pelos jesuítas. c) Desligamento e desvio do Rio Formate ligando-o ao Marinho. d) Construção do Canal das Neves nos anos 1950. e) Construção do Canal Marinho pela CESAN
Elaboração: Marcus Vinícius O. Sartório

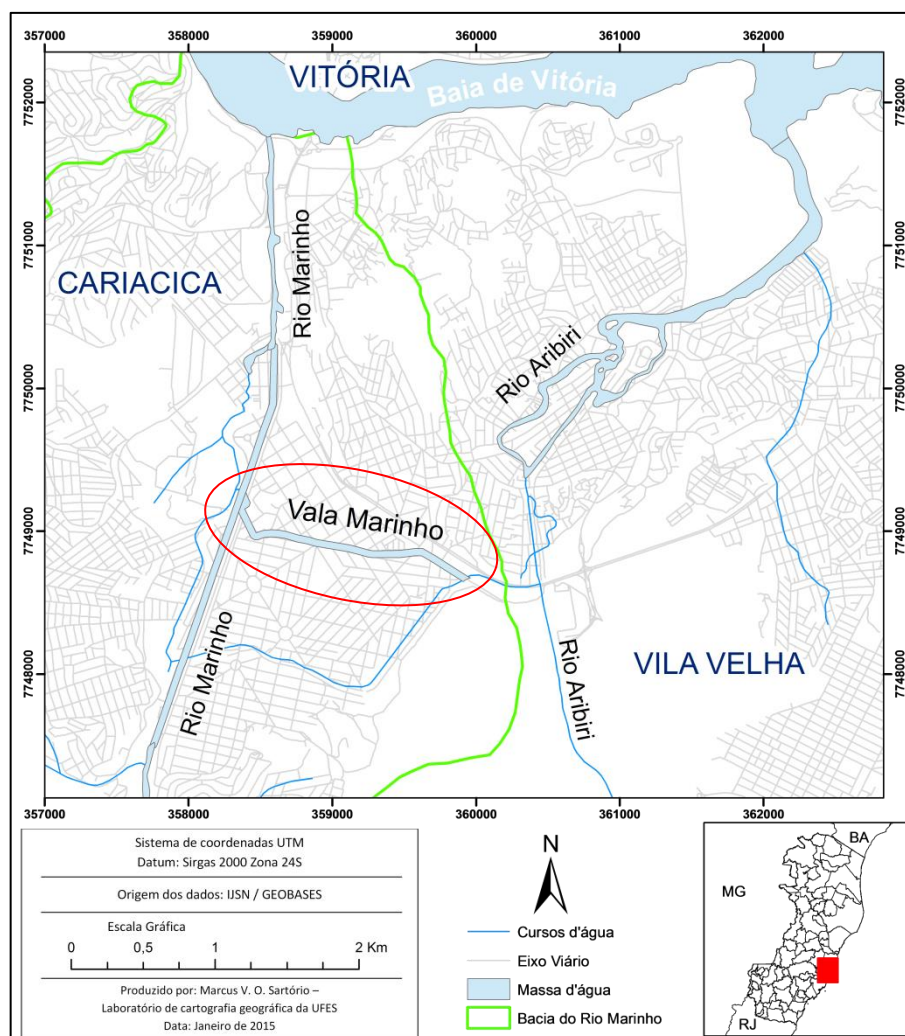


Figura 13 - Localização da Vala Marinho ligando o rio Marinho ao Rio Aribiri destacado em vermelho

As alterações promovidas na bacia do rio Marinho comprometeram sua dinâmica natural e dificultaram a tarefa de delimitar a mesma haja vista que a bacia do Rio Formate compõe a do rio Marinho, sendo comumente chamada de Bacia do Rio Formate/Marinho devido à transposição, além da canalização e, mais recente, ligação feita com o Rio Aribiri na margem direita da bacia.

Ressalta-se também que nos últimos 20 anos ocorreu um acelerado crescimento de assentamentos residenciais desordenados e carentes de saneamento nas margens do rio Marinho. Este fator, ligado à carga de poluição doméstica e industrial trazida do Rio Formate, comprometeu ainda mais a sensível situação que o rio se encontra fazendo com que se tornasse impróprio para abastecimento humano e sem condições de vida aquática (COMDEVIT, 2010).

Atualmente, novas obras de drenagem nas bacias do rio Marinho, Formate e Jucu estão em fase de estudo e aprovação apresentando soluções para a deficiência de drenagem observada nos municípios de Cariacica, Vila Velha e Viana. Dentre os projetos apresentados, aponta-se a implantação de barragens e ampliação da calha do rio Marinho que inferem diretamente na dinâmica fluvial da bacia em questão.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO

Este capítulo apresenta uma análise do crescimento urbano na bacia do rio Marinho a partir de dois recortes espaciais demonstrando como processo de urbanização ocorreu de forma distinta nestas. Também é feito um diagnóstico do processo de impermeabilização do solo na bacia a partir da metodologia apresentada no capítulo 2 utilizando-se das imagens. O capítulo também trás uma análise do cenário atual da bacia a partir das campanhas de campo realizadas e das enchentes ocorridas no decorrer dos anos. Por fim, o capítulo apresenta uma discussão relacionando as considerações feitas por Carneiro e Miguez (2011) apontando a necessidade de gestão em bacias urbanas, com a bacia do rio Marinho.

4.1. BAIRROS DA BACIA

O intenso processo de adensamento populacional no entorno do rio Marinho e nos municípios de uma maneira geral levaram áreas que outrora não foram alteradas pela ação antrópica a sofrerem intensa ocupação. Este processo levou a criação de diversos bairros em ambos os lados do rio que se expandiram ao ponto de “sufocar” suas margens. No total, somam-se 64 bairros pertencentes à bacia: 13 pertencentes ao município de Vila Velha e 51 ao município de Cariacica (Figura 14).

Apesar do grande número de bairros inseridos em uma área pouco menor que 36 Km², ressalta-se que grande parte destes não apresentam sua área completamente inserida na bacia, restando, em alguns casos, frações tão pequenas que não correspondem a 10% da área do bairro.

Até 1978 muitos bairros que hoje apresentam avançado processo de urbanização com vias asfaltadas e construções em alvenaria não haviam se consolidado ou sequer existiam em alguns pontos dentro do perímetro da bacia. Áreas de vegetação e pastos passaram a ser ocupadas em função do avanço da urbanização, dando lugar a crescente malha urbana que passava a expandir principalmente após os anos de 1970 na região.

Assim, foram selecionados dois recortes espaciais representativos onde pode-se observar o processo de adensamento mais claramente evidenciado a partir das

imagens dos anos 1978, 1998 e 2008 (IJSN) objetivando apresentar localidades onde ocorreram mudanças significativas no uso da terra.

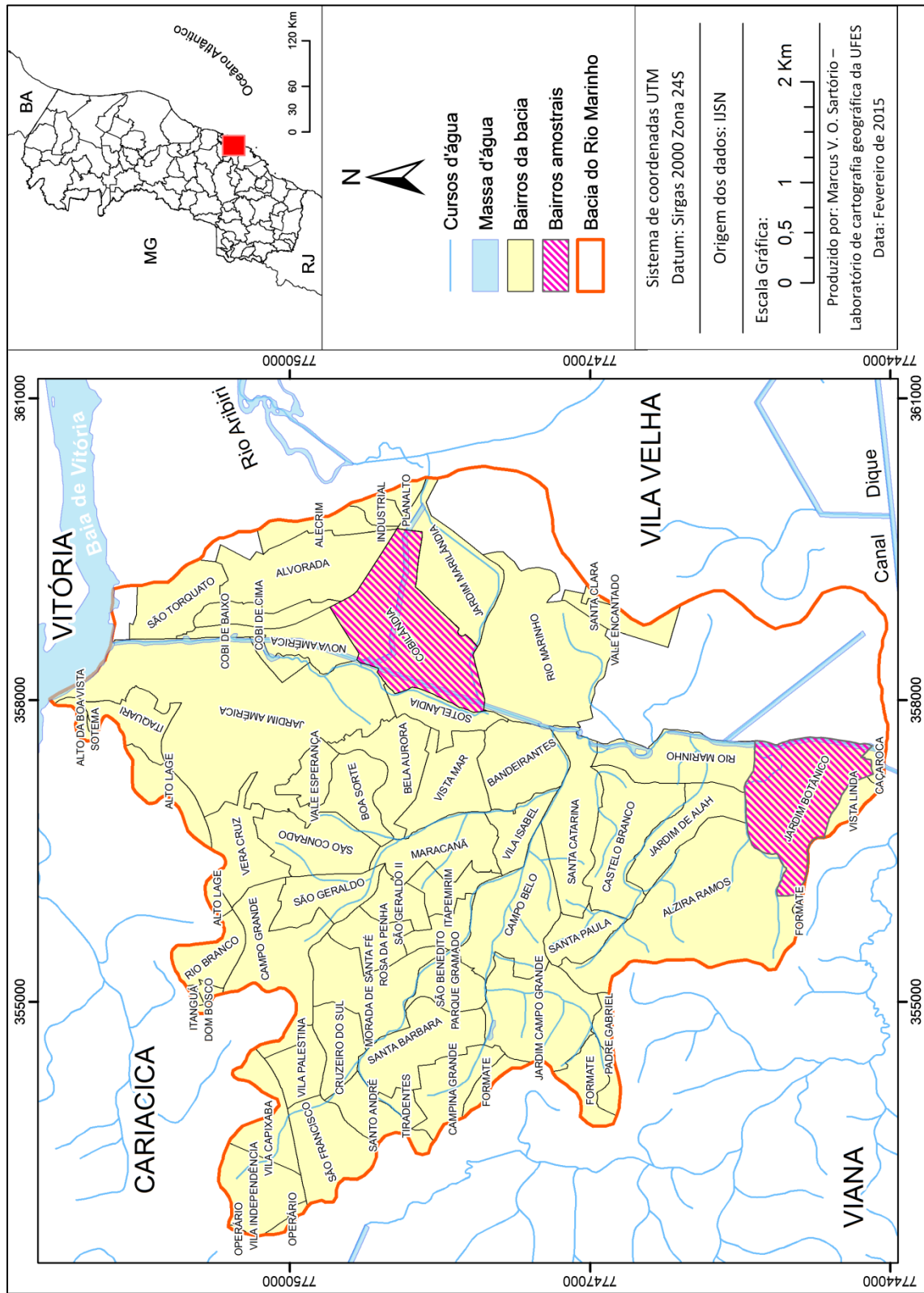


Figura 15 - Bairros pertencentes à Bacia do rio Marinho com destaque para os bairros Jardim Botânico e Cobilândia

A imagem de 1978 evidencia um processo de urbanização ainda pouco expressivo. A área correspondente aos bairros hoje conhecidos como Jardim Botânico, Jardim Campo Grande, Itapemirim, Bandeirantes, Maracanã, Parque Gramado e São Conrado apresentavam nenhuma evidência de urbanização. Ao analisar a carta topográfica do IBGE de 1970, observa-se que estes bairros sequer existiam à época.

Deve-se considerar, também, que os bairros existentes nos anos 1970 eram poucos e apresentavam uma dimensão espacial muito maior. A partir do momento em que houve um maior adensamento urbano e consequente expansão da malha urbana, estes bairros foram fragmentados em diversos outros.

Um exemplo disso foi o bairro Jardim Botânico. O bairro em questão localiza-se à margem esquerda do rio Marinho e corresponde a uma área da bacia onde foi feita a primeira intervenção na mesma: a transposição da bacia do Rio Jucu ligando-a a bacia do rio Marinho pelos jesuítas no século XVIII.

Em 1970 o bairro fazia parte da região de Caçaroca onde até então não se observava nenhum traço de urbanização (Figura 15). A imagem de 1978 apresenta um pequeno parcelamento de terra na região central de Caçaroca que, nas décadas seguintes, passa a crescer em direção norte margeando o lado esquerdo do rio Marinho, dando origem, futuramente, ao bairro Jardim Botânico.

A imagem de 1998 já apresenta uma urbanização consolidada na região, com grande quantidade de vias ocupando uma área significativa do bairro. Em 2008 o processo de urbanização é intensificado e os espaços vazios entre os parcelamentos observados na década anterior são ocupados consolidando ainda mais a região.

Apesar do crescimento urbano no bairro, este ainda não representa as áreas mais urbanizadas, pois o desenvolvimento da malha urbana se deu de maneira menos desordenada do que em outros pontos da bacia. Observa-se, também, uma pequena parcela da vegetação na margem esquerda do rio entre este e os loteamentos foi preservada até o ano de 2008.

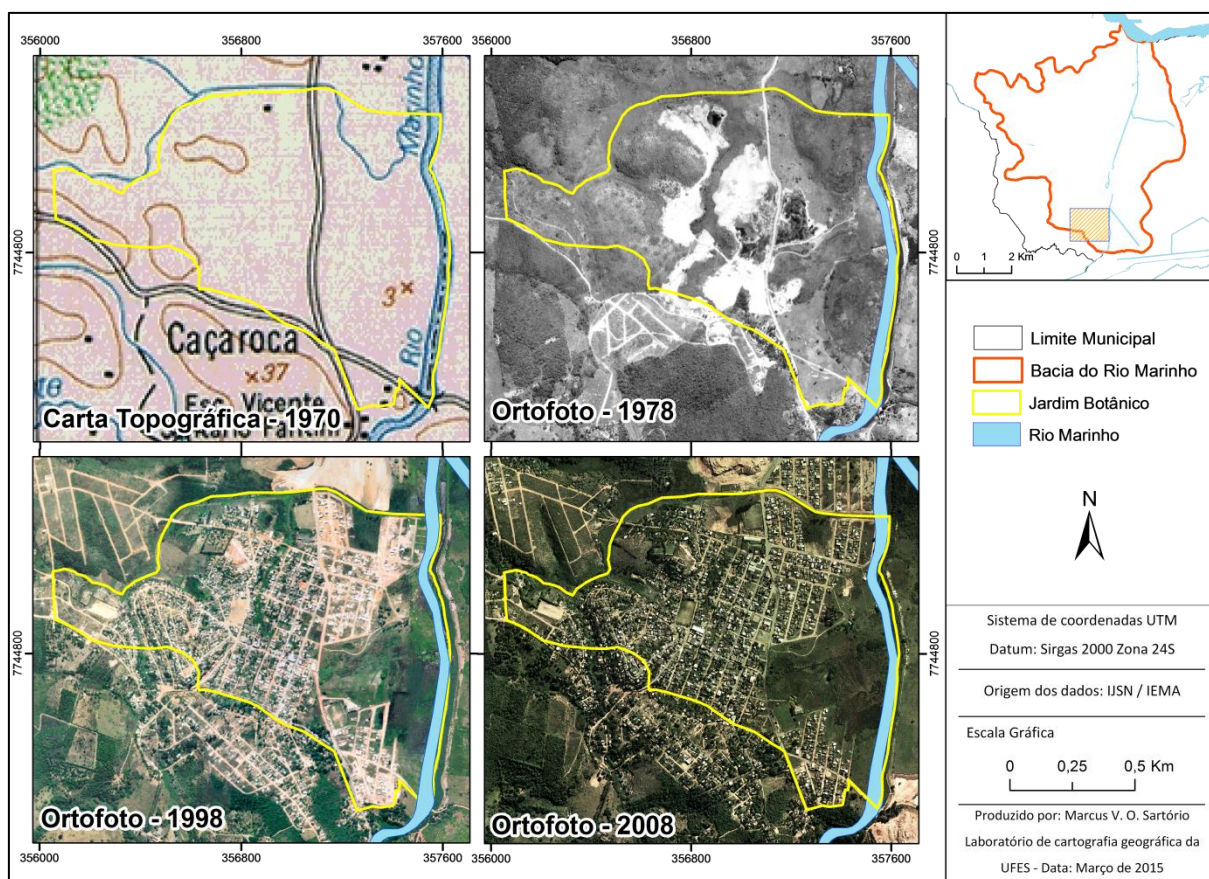


Figura 15 - Crescimento da urbanização no bairro Jardim Botânico ao longo do tempo

Em contrapartida ao quadro anteriormente mostrado, o bairro Cobilândia, em Vila Velha, já apresentava um processo de urbanização mais adiantado nos anos de 1970 (Figura 16).

As primeiras habitações na região do atual bairro de Cobilândia remete a dois séculos atrás quando ali se encontrava uma vila próxima ao rio Marinho. Esta vila veio a se tornar uma fazenda chamada Fazenda Cobi, que, em setembro de 1951, com a construção da Rodovia Carlos Lindemberg, se tornou um bairro e passou a se chamar Cobilândia².

A carta topográfica do IBGE dos anos 1970 já apresenta o bairro já consolidado e completamente inserido na área urbana do município. Todavia, o atual traçado do mesmo abrange uma estreita área a oeste do rio Marinho limitada pelo antigo traçado do rio que hoje se encontra assoreado. Nota-se que este pequeno trecho

² Informações extraídas do site: <http://www.cobilandiaonline.com.br/site/>

entre o Canal Marinho e o antigo curso do rio foi urbanizado mais tardiamente do que o restante do bairro.

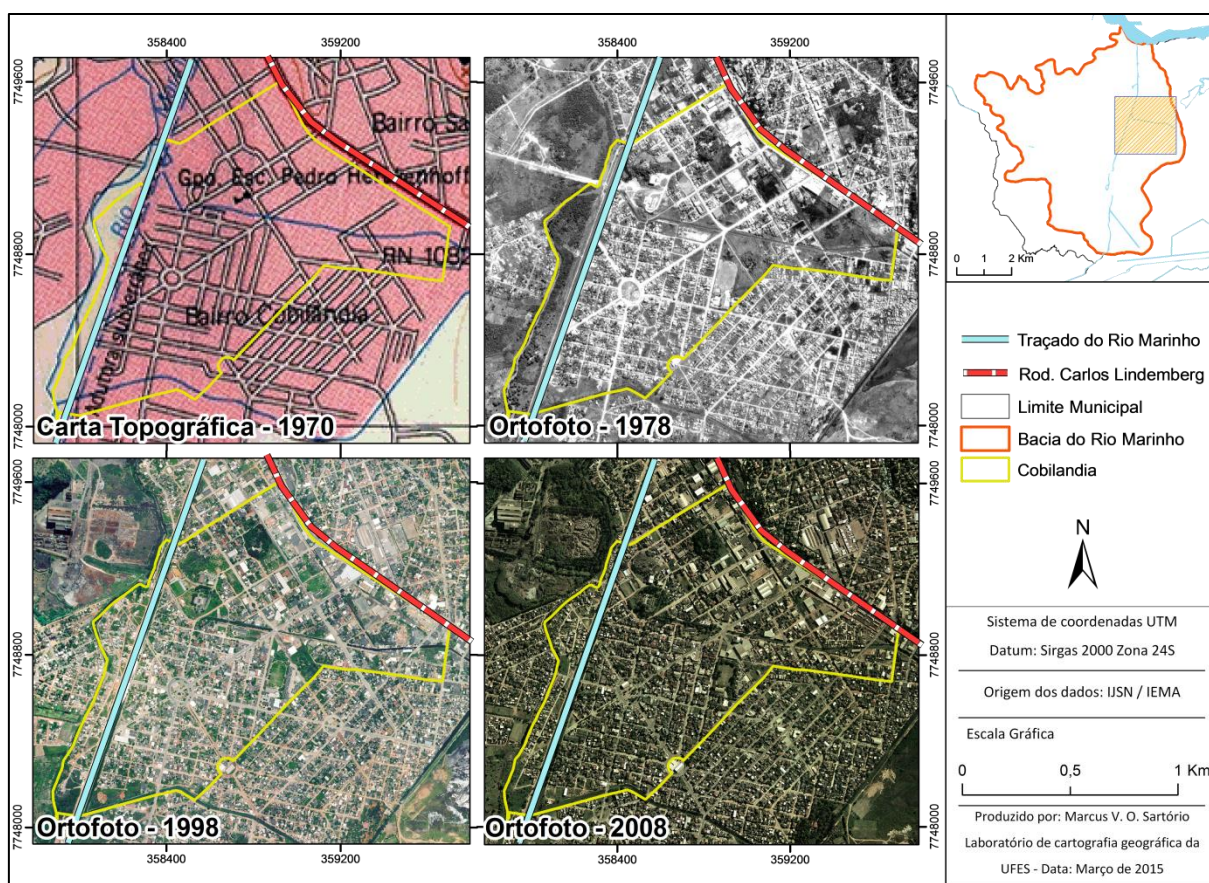


Figura 16 - Desenvolvimento da urbanização no bairro Cobilândia ao longo do tempo

É possível observar a partir das imagens que o bairro Cobilândia apresenta uma infraestrutura organizada desde os anos 70 com um padrão de vias ligadas a uma praça central. Suas áreas livres, encontradas principalmente na parte superior do bairro e ainda observadas na imagem de 1978, foram progressivamente ocupadas por habitações, restando, em 2008, poucos vestígios destas no bairro.

O crescimento populacional no período de tempo de 30 anos levou a ambos os municípios de Vila Velha e Cariacica a uma expansão de sua área urbana que refletiu na organização que observamos hoje. Os traços deixados por este “boom populacional” refletiram também na bacia; pode-se dizer que esta transformação levou a consideráveis prejuízos socioambientais.

Dentre eles, será tratado no seguinte subcapítulo do processo de crescimento urbano na bacia em relação à impermeabilização do solo, fundamentalmente responsável pelo aceleração do processo de inundação.

4.2. MUDANÇA NO USO E COBERTURA DA TERRA (1978 – 1998 – 2008)

A presente metodologia de classificação de uso e cobertura da terra teve como base a utilização de quatro classes objetivando, sobretudo, caracteriza-las a partir de sua capacidade de permeabilização. Assim, através das chaves de classificação apresentadas na metodologia do trabalho obtiveram-se os resultados apresentados nas Figuras 18, 19 e 20:

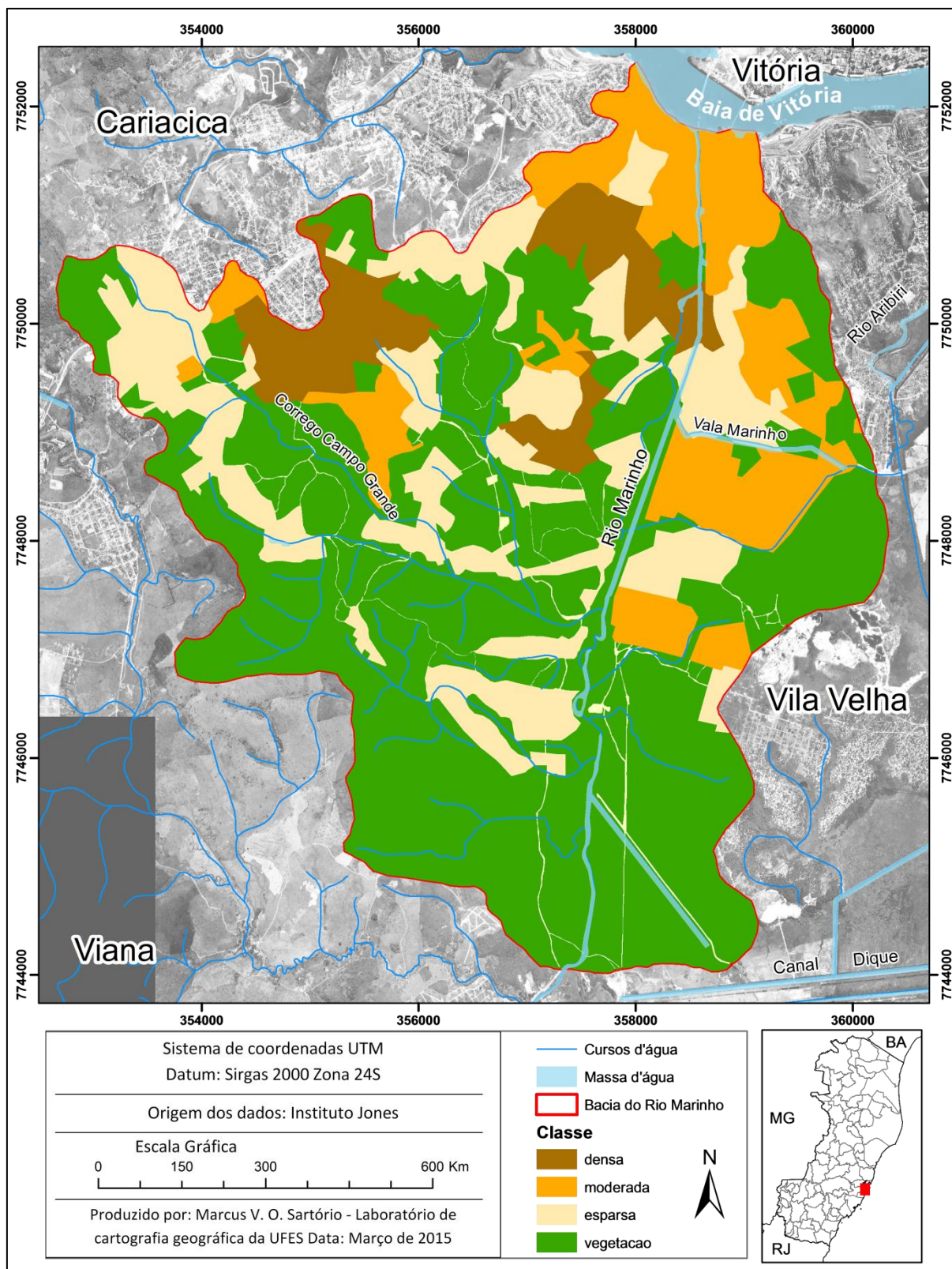


Figura 17 - Classificação do uso e cobertura da terra na bacia para o ano de 1978

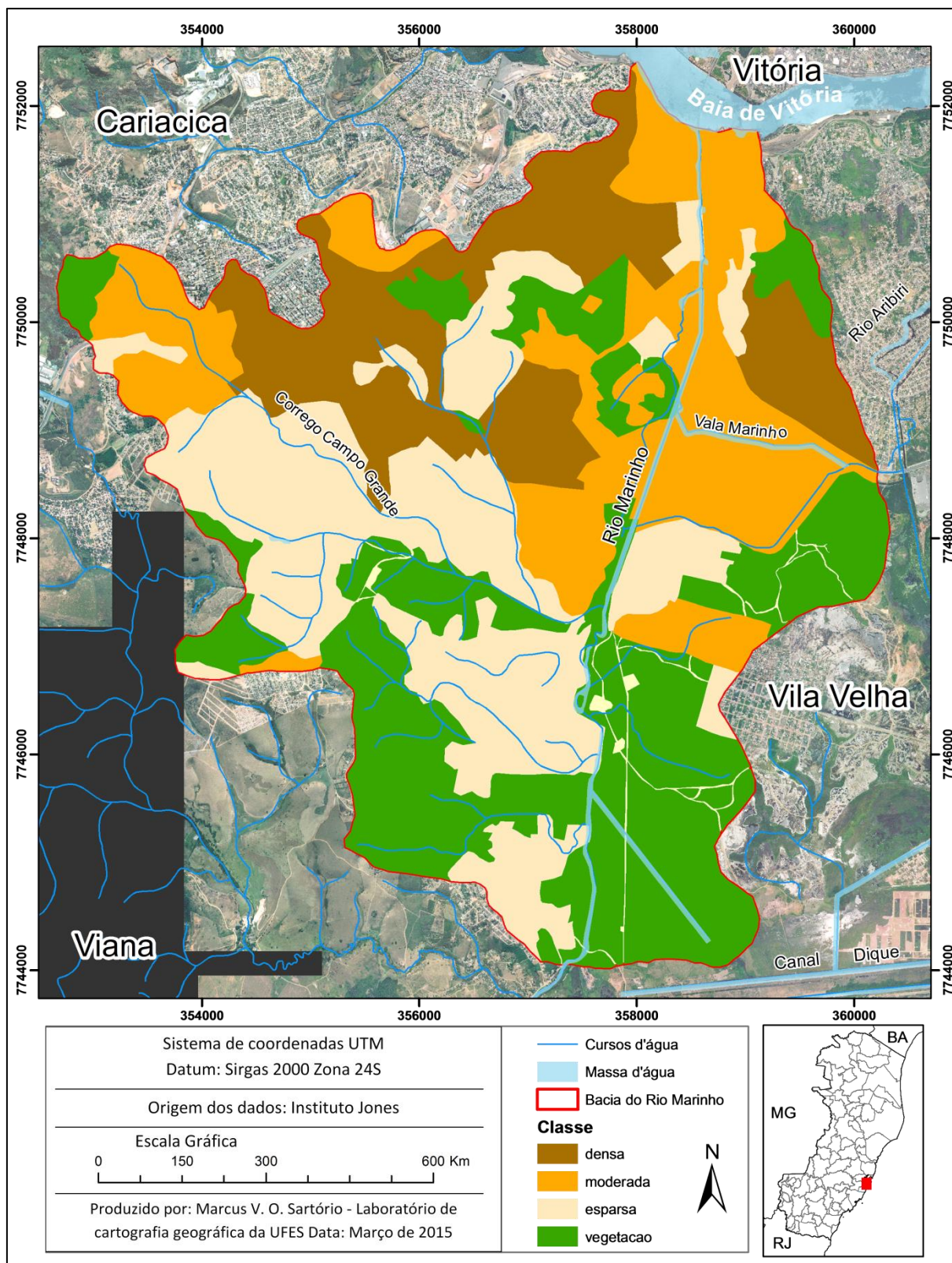


Figura 18 - Classificação do uso e cobertura da terra na bacia para o ano de 1998

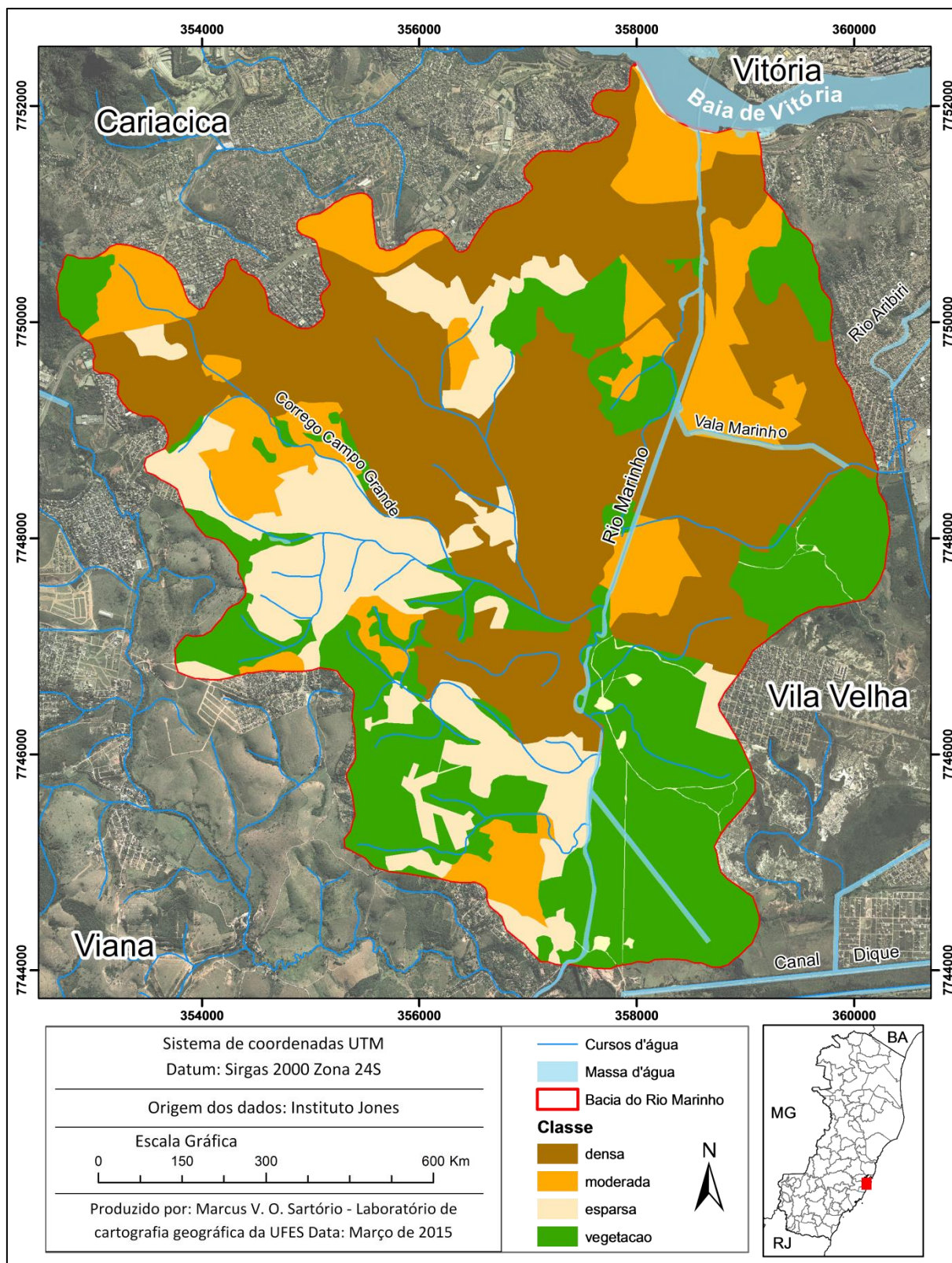


Figura 19 - Classificação do uso e cobertura da terra na bacia para o ano de 2008

A classificação do uso e ocupação da terra para o ano de 1978 apresentou um incipiente processo de adensamento populacional na porção central e superior da bacia. Os maiores centros à época eram os bairros Campo Grande, Jardim América, rio Marinho e Bela Aurora na margem oeste do rio Marinho e os bairros São Torquato, Santa Rita e Cobilândia na margem leste.

As áreas urbanas densas já consolidadas no ano 1978 (Figura 17) representam 7,7% da área total da bacia ocupando 2,75Km², enquanto as áreas urbanas moderada representam 15,1% com 5,39Km². Já em maior fração, a área urbana esparsa é encontrada em pontos fragmentados da bacia, ora aparecendo entre as áreas urbanas moderadas, ora fragmentadas em loteamentos no interior da bacia. Esta classe representa uma área de 7,08Km² compreendendo 19,8% da bacia.

A vegetação é dominante neste período. Com uma área de 20,41Km², esta classe se estende principalmente no interior da bacia e em segmentos delgados entre áreas urbanas, ocupando mais da metade da área da bacia.

Observa-se, porém, que vinte anos depois esta porção de vegetação decresce 25,7% dando espaço ao procedente processo de urbanização observado neste período (Figura 18).

Com sua área central quase totalmente ocupada por loteamentos e bairros já consolidados, a vegetação que outrora se ramificava em torno das áreas urbanas passa a ser encontrada em apenas fragmentos circundados por estas, restando apenas 11,25Km² localizados principalmente no interior da bacia.

Em contrapartida a área urbana apresenta forte crescimento em todas as classes. Em 1998 a área urbana densa passa a representar 17,5% da bacia com 6,27Km², a área urbana moderada com 8,40Km² representa 23,5%, e a área urbana esparsa 27,2% com 9,70Km².

O cenário encontrado em 2008 (Figura 19) apresenta uma característica diferenciada às imagens anteriores. Neste período de dez anos o processo de expansão urbana é refreado consideravelmente ao mesmo tempo em que um adensamento sobre as áreas urbanas mais esparsas cresce em grandes proporções.

A área urbana densa que crescera de 2,75Km² para 6,27Km² em vinte anos, passa a ocupar 14,43Km² em 2008, representando 40,4% de toda a área da bacia do rio Marinho. Este crescimento deu-se sobre as áreas urbanas médias e esparsas que tiveram, por sua vez, sua representatividade reduzida na bacia. A área urbana moderada passa a ocupar 5,63Km² enquanto a esparsa 5,34Km².

Devido a isto, a vegetação apresentou uma diminuição de apenas 1Km² em sua área nestes dez anos (Tabela 5).

A ocorrência desta diminuição da ocupação de áreas ainda preservadas ocorrer na ultima década pode ser considerada um grande avanço nas políticas de controle de desmatamento e preservação dos mesmos, contudo, a consequência gerada por este refreamento na expansão urbana, fez com que áreas ainda incipientes no processo de urbanização fossem rapidamente adensadas.

Tabela 5 - Classificação do uso e cobertura da terra na bacia do rio Marinho³

Classes	1978		1998		2008	
	Km	%	Km	%	Km	%
Área urbana densa	2,75	7,71	6,27	17,59	14,43	40,48
Área Urbana Moderada	5,38	15,12	8,40	23,56	5,63	15,79
Área Urbana Esparsa	7,08	19,86	9,70	27,21	5,34	14,98
Vegetação	20,41	57,26	11,25	31,56	10,19	28,59
TOTAL	35,64	100	35,64	100	35,64	100

Elaboração: Marcus Vinícius O. Sartório.

4.2.1. MUDANÇAS NA PERMEABILIDADE DA TERRA

Como apresentado anteriormente, a metodologia de classificação realizada sobre as imagens visou não somente identificar como ocorreu o crescimento urbano na bacia, mas também, estabelecer base para classificar áreas permeáveis e impermeáveis a partir das características de cada classe, assim como apontado na metodologia de Galvão (2014).

³ Todos os valores obtidos para mensuração de área e porcentagem foram calculados a partir da Tabela de Atributos dos PI's obtidos e gerados, utilizando-se o SIG ArcGIS 10.2TM através do comando *Calculate Geometry*.

Para a realização do mapeamento das áreas permeáveis na bacia, foram consideradas as classes: Área Urbana Esparsa e áreas de Vegetação. Como áreas impermeáveis foram consideradas as Áreas Urbanas Densas e Moderadas, assim como mostra a Figura 20.

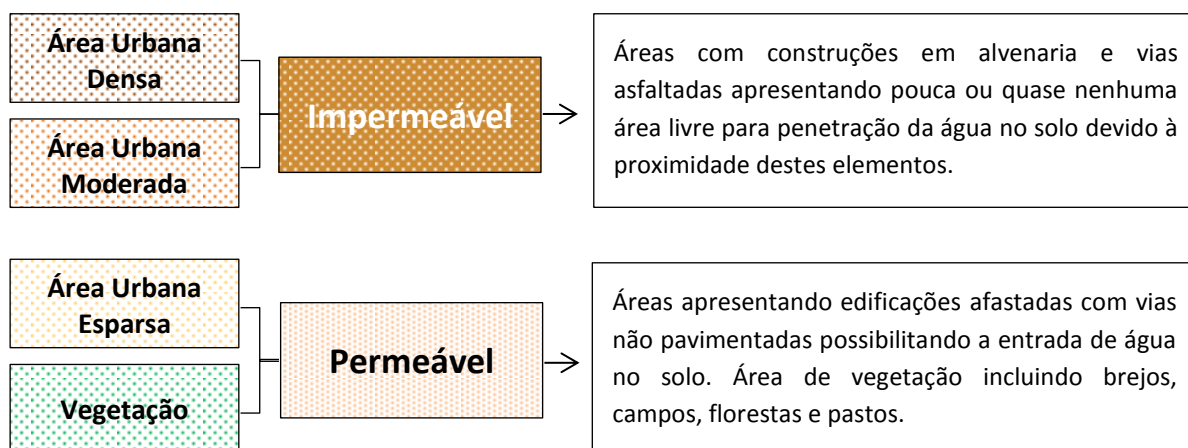


Figura 20 - Esquema de classificação para áreas permeáveis e impermeáveis

Como resultado do mapeamento realizado através da ferramenta ArcGIS™ 10.2 foram gerados três mapas expressando espacialmente as áreas permeáveis e impermeáveis supracitadas para os anos de 1978, 1998 e 2008 (Figura 21).

Convergindo com a discussão anteriormente feita a respeito do crescimento e do adensamento urbano, o mapa de permeabilidade reflete diretamente este inegável processo de impermeabilização.

Ressalta-se, contudo, que a metodologia apresentada neste trabalho tem como fundamento uma proposição voltada para o planejamento urbano, apontando áreas onde ocorre uma situação de risco para a população que passam a residir em um ambiente onde ocorre naturalmente cheias naturais.

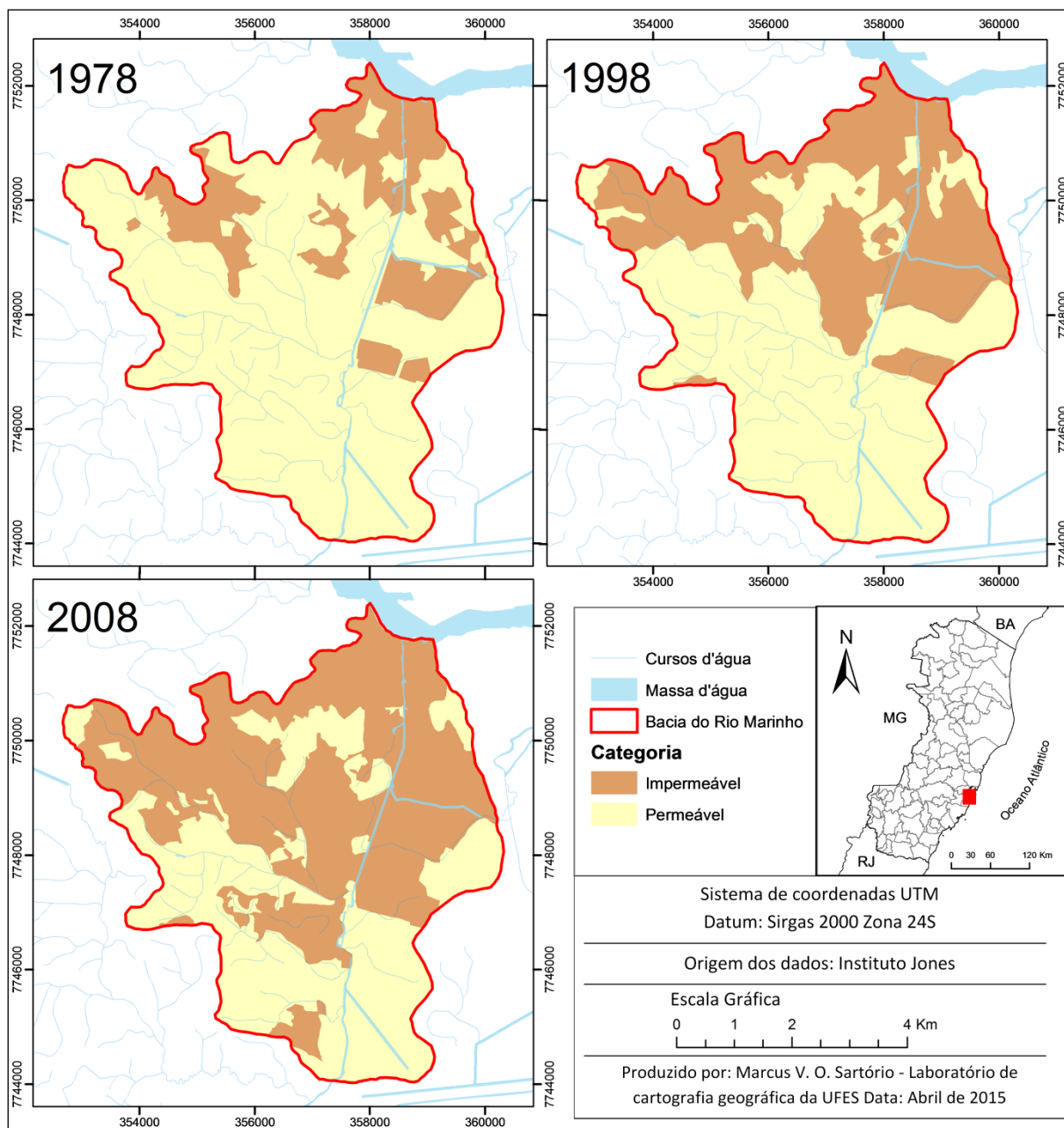


Figura 21 - Classificação por permeabilidade na bacia do rio Marinho

O ano de 1978 mostra uma área permeável corresponde a grande parte da bacia com 27,79Km², enquanto a impermeável, 7,84Km². Em 1998, com a expansão das áreas urbanas moderadas, houve um acréscimo de 6,62Km² de área impermeável, reduzindo a área permeável a 21,18Km². O adensamento observado no ano de 2008 levou a área impermeável da bacia a ocupar 56% desta, restando assim, 15,69Km² de área permeável conforme demonstra a tabela 6 e figura 22.

Tabela 6 - Área e porcentagem da permeabilidade da terra na bacia do rio Marinho

Classes	1978		1998		2008	
	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%
Impermeável	7,84	22,0	14,46	40,6	19,95	55,9
Permeável	27,89	78,0	21,18	59,4	15,69	44,1

Elaboração: Marcus Vinícius O. Sartório

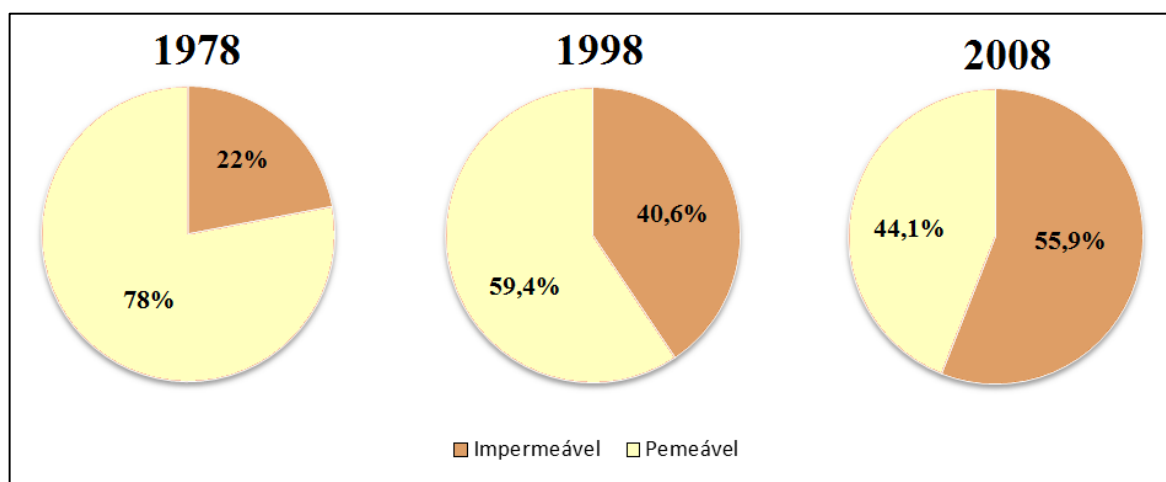


Figura 22 - porcentagem da permeabilidade da terra na bacia do rio Marinho

4.3. CENÁRIO ATUAL DA BACIA

Conforme foi constatado na classificação do uso e cobertura da terra, assim como em relatórios ambientais ligados à área de estudo (COMDEVIT, 2010), observa-se que a bacia vem sofrendo transformações significativas em seu meio natural através das intervenções humanas. Estas, por sua vez, não são recentes no cenário da bacia, indicando um estágio avançado de degradação que tem se agravado ao longo dos anos.

Assim como aponta, Botelho e Silva (2004); Lorandi e Cançado (2005), a bacia é um sistema que abrange tanto os elementos naturais quanto antrópicos de forma a criar um ambiente integrado, portando, ao observar que o processo de degradação atinge a bacia do rio Marinho de forma generalizada através do intenso processo de urbanização, percebe-se uma clara alteração na dinâmica natural do escoamento superficial das águas na mesma.

Contudo, não se pode perder de vista que a expansão da área urbana na bacia não gera como consequência somente a impermeabilização do solo, mas uma série de

problemas ligados à urbanização: remoção da vegetação natural, ocupação de áreas ribeirinhas, produção de lixo e esgoto domésticos que, devido às más condições de saneamento, são lançados diretamente no leito do rio, dentre outros.

Em visita a campo foi possível observar o avançado processo dessas alterações, principalmente em relação à urbanização nos bairros adjacentes ao rio Marinho e ao lançamento de esgoto doméstico no rio. Também foi observado a ocupação desordenada de áreas ribeirinhas no baixo curso do rio próximo à foz. A esta etapa da campanha de campo competiu-se seguir as margens do rio desde sua foz até o alto curso na altura do bairro de Jardim Botânico, registrando as condições em que estas se encontram.

As Figuras 23 e 24 apresentam o alto e médio curso do rio. Observa-se que há uma intensa ocupação nas duas margens por construções e vias, restando apenas um trecho que varia de um a cinco metros de solo exposto ou coberto por gramíneas com árvores esparsas. Este padrão de ocupação segue uma extensão de 2,27 Km e apresenta moradias de médio porte com casas, lojas e galpões. A região deixou de sofrer com inundações após a obra de dragagem do rio executada em 2004 pela CESAN em parceria com o Governo do Estado⁴.



Figura 23 - Ponte sobre o rio Marinho entre a avenida Rio Marinho e a avenida Iraci Cortelete, apresentando construções em seu entorno
Foto: Marcus Vinícius O Sartório, março de 2015.

⁴ CESAN. Cesan faz dragagem no rio Marinho, 2004. Disponível em <<http://www.cesan.com.br/noticias/cesan-faz-dragagem-no-rio-marinho/>>.



Figura 24 - Casas próximas ao rio Marinho em seu médio curso na Av. Iraci Cortelete
Foto: Marcus Vinícius O. Sartório, março de 2015.

Como dito em capítulos anteriores, o rio encontra-se atualmente impróprio para abastecimento humano devido a carga de poluição recebida pelo Rio Formate, Jucu e em toda a extensão do Marinho. Tais fatos foram evidenciados em campo, onde foi constatado que a água do rio apresenta uma coloração escura característica de rios poluídos. Ressalta-se, também, que as condições são pioradas devido ao represamento das águas do rio pela ação da maré na Baía de Vitória, gerando uma concentração desta poluição.

Em todo o trecho analisado em campo foram encontrados pontos onde lixo é depositado próximo ao curso do rio e manilhas despejando esgoto diretamente no rio em ambas as margens (Figura 25 e 26).



Figura 25 - Lançamento de esgoto in natura por manilhas ao longo do médio curso do rio entre os bairros de Cobilândia, Rio Marinho, Sotelândia e Bandeirantes.
Fotos: Marcus Vinícius O. Sartório, março de 2015.



Figura 26 - Lixo e entulho às margens do Rio Marinho no bairro Cobilândia em Vila Velha
Foto: Marcus Vinícius O. Sartório, março de 2015.

No baixo curso do rio este cenário é parcialmente alterado, expressando um maior número de árvores em suas margens (Figura 27). Este padrão segue desde o encontro do rio com a Avenida Carlos Lindemberg até sua foz em uma extensão de 1,35 quilômetros. Apesar de a vegetação ser mais densa neste trecho, a mesma não é contínua, apresentando em sua extensão variações que vão de 18 metros a pontos onde a mesma foi completamente removida para construção de casas em situações precárias com baixo nível de infraestrutura às margens do rio. Nestes pontos é possível notar o quão próximo estas casas estão em relação ao Rio Marinho (Figura 28 e 29).

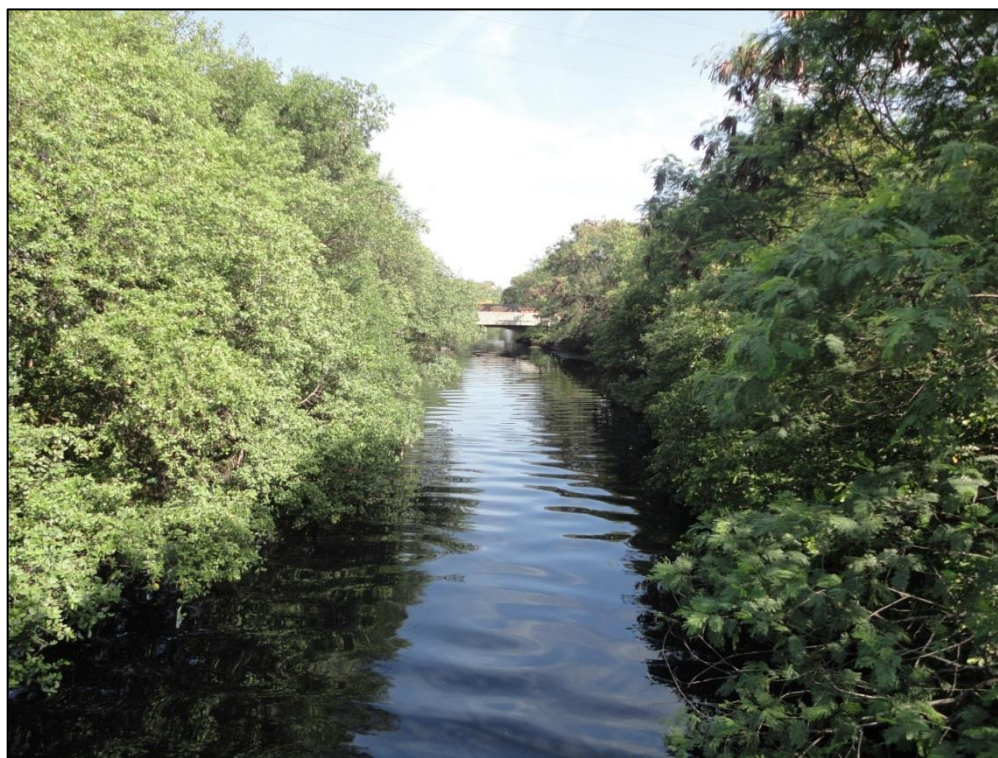


Figura 27 – Baixo curso do Rio Marinho na altura do bairro Cobi de Baixo, apresentando margens com maior densidade de vegetação
Foto: Marcus Vinícius O. Sartório, março de 2015.



Figura 28 - Casa com baixa infraestrutura a poucos metros do curso do Rio Marinho no bairro Cobi de Baixo, próximo à foz do rio
Foto: Marcus Vinícius O. Sartório, abril de 2015.



Figura 29: Bairro Cobi de Baixo localizado às margens do Rio Marinho. Fotografado sobre a 2ª Ponte
Foto: Marcus Vinícius O. Sartório, abril de 2015.

O quadro encontrado reflete diretamente a dificuldades quanto à manutenção da qualidade ambiental dos cursos hídricos e à faixa de preservação permanente previstas na legislação, evitando o comprometimento dos recursos naturais e de sua calha de escoamento.

4.4. INUNDAÇÕES E A NECESSIDADE DE GESTÃO

A ocupação antrópica nas extensas áreas cujo escoamento natural é difuso e, muitas vezes, mutável em função das condições morfológicas e climáticas, acarretam como consequência o permanente convívio com inundações de elevada capacidade de destruição de bens e riscos à vida humana.

No município de Vila Velha estas inundações são mais constantes, tendo em vista que a região esta assentada em áreas de planícies sujeitas a cheias naturais, principalmente quando associado à chuvas extremas. O avanço da urbanização não somente na bacia, mas em todo o município, criou condições para que estes eventos naturais se tornassem mais frequentes e intensos.

O município apresenta um histórico de desastres relacionados à inundações e enchentes que remete às primeiras vilas que se estruturaram neste. De acordo com Setúbal ⁵, a enchente histórica de 1935 foi registrada como a de maior intensidade, porém a ocorrida no ano de 1960 foi considerada a pior já ocorrida na região devido ao maior número de perdas humanas e materiais (Figura 30).



Figura 30 - Enchente de escala regional registrada no ano de 1960, em Vila Velha, registrada pelo fotógrafo Josias Soares. Fonte: www.morrodomoreno.com.br (2005)

⁵ SETÚBAL, J. A. **Ecos de Vila Velha**. Vila Velha, 2001

Outros eventos desta magnitude foram registrados até então, dentre eles, a ocorrência mais recente no ano de 2013, com o cenário da região mais intensamente ocupado. As consequências deste último grande evento levaram as Prefeituras Municipais de Vila Velha e Cariacica a decretar situação de emergência (Figura 31 e 32).

De acordo com a reportagem da TV GAZETA (2013) neste evento a previsão de chuva para a região era de 35 milímetros, mas choveu quase 300 deixando aproximadamente 1500 pessoas desabrigadas.

Nos casos citados, os eventos atingiram proporções regionais, abrangendo toda a região do baixo curso do Rio Jucu atingindo também as bacias do Rio Formate e do Rio Marinho. Estas enchentes regionais são resultado das águas precipitadas e escoadas ao longo de mais de 1600 km² nas bacias supracitadas gerando inundações que podem alcançar durações de até dezenas de dias (COMDEVIT, 2009).



Figura 31 - Inundação ocorrida em março de 2013 no bairro Jardim Marilândia em Vila Velha

Foto: Defesa Civil de Vila Velha, 2013.



Figura 32 - Inundação no bairro Rio Marinho em Cariacica
Foto: Marcela Baioco – CBN Vitória, 2013.

Diante a intensidade destes fenômenos, o Plano de Contingência de Vila Velha (2013-2015) trás como destaque em sua abordagem, ações ligadas à prevenção e resposta a desastres ocorridos por conta das enchentes e inundações.

Como medida mitigatória, têm-se adotado técnicas tradicionais para controle de inundações. Estas técnicas correspondem a obras de macrodrenagem que por sua vez constituem-se de obras executadas nos canais principais da bacia, retificando-os, ampliando suas sessões transversais e até mesmo construindo canais artificiais para auxiliar na drenagem (CARNEIRO; MIGUEZ, 2011).

De acordo com o relatório do Comdevit: “A magnitude e as características deste tipo de cheias fazem com que as abordagens tradicionais de intervenção na drenagem urbana contribuam muito pouco para mitigar os problemas decorrentes das mesmas” (COMDEVIT, 2009. p.106).

No caso da bacia do Rio Marinho, as principais medidas adotadas para amenizar os problemas causados pelas cheias, e aquelas que ainda estão em estágio de estudo e aprovação, corresponderam a medidas tradicionais.

No que se refere a este tipo de abordagem, Carneiro e Miguez (2011) apontam que estas práticas apresentam uma visão parcial do problema focando apenas no escoamento resultante na calha, e não no caminho que a água percorre até chegar ao canal principal, isto é, na drenagem primária.

Assim, com a supressão dos canais primários e a falta de infraestrutura na bacia, os fluxos das águas precipitadas em um evento de chuva intensa tendem a escoar pela superfície até chegarem à drenagem principal da bacia, sobrecarregando-a devido ao intenso fluxo promovido pelo escoamento superficial. Nestes casos os transtornos à população são grandes, pois as ruas acabam exercendo o papel dos canais primários (CARNEIRO; MIGUEZ, 2011).

Dentro desse contexto percebe-se uma necessidade de mudança na abordagem das enchentes e suas conseqüentes inundações por parte dos órgãos públicos e dos entes federativos, que ainda procuram solucionar estes problemas de trás para frente, desconsiderando uma abordagem integrada dos elementos de uma bacia de drenagem.

Contudo, também não se pode desconsiderar a relevância da atuação da população na preservação dos recursos hídricos, pois sabe-se que um dos grandes problemas de drenagem e poluição nos mesmos é a presença de lixo deixados em suas margens e lançados diretamente na calha dos rios.

O que ocorre muitas vezes é a desconsideração por parte da população de que os rios fazem parte da rede de infraestrutura da cidade e de que estes que vivem em seu entorno são igualmente responsáveis pela sua preservação, pois ao lançar lixo nos cursos d'água estas pessoas estão contribuindo para possíveis conseqüências que irão afeta-las diretamente em momentos posteriores.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta da pesquisa aqui realizada consistiu na investigação e análise do processo de ocupação da bacia de drenagem do Rio Marinho, onde se observou a evolução do crescimento urbano em relação aos problemas de drenagem comumente encontrados em bacias inseridas em meio urbano.

Nesse sentido, foi possível observar que a bacia em questão reflete diretamente um cenário encontrado na maior parte das cidades brasileiras: um cenário onde a ocupação se deu de forma desordenada sem levar em conta fatores ambientais cruciais para seu estabelecimento.

Dentre estes fatores, ressalta-se que a área de estudo já sofria com inundações naturais anteriormente à presença do homem, devido às características morfológicas e pedológicas presentes.

A forma como ocorre este processo de ocupação, sem considerar a dinâmica natural dos elementos ali encontrados, atinge não somente o meio natural, mas também as populações, gerando prejuízos sociais e econômicos com estes eventos e contribuindo para a queda na qualidade de vida dos cidadãos.

No entanto, como dito anteriormente, não se poder perder de vista que estas cheias são fenômenos naturais de ocorrência sazonal, e desempenha importante papel ambiental para os ecossistemas envolvidos.

No caso da bacia do Rio Marinho, as enchentes se tornaram um dos maiores problemas a serem enfrentados pelas populações que habitam as áreas de planície. A maneira desordenada como alguns bairros se desenvolveram, sem uma adequada infraestrutura urbana, suprimindo os cursos d'água e ocupando baixadas, tem agravado fortemente os impactos causados por estes eventos.

De fato, o modo de uso e ocupação da terra na bacia parece estar bem distante de um modelo ideal. O que se observou na década de 1970 e perdura até hoje, é um contínuo crescimento do contingente populacional nos municípios a qual a bacia pertence.

Esse *imput* populacional refletiu, nos anos 1970 e 1980, uma expansão da área urbana na bacia, e, nas décadas seguintes, como visto no capítulo 5.2, um adensamento desta área. As consequências desse processo passam a ser sentidas com ainda mais força a medida que a área impermeabilizada cresce.

Como a urbanização é uma tendência inexorável e sua reversão é inviável, medidas de controle de inundação foram adotadas procurando remediar as consequências que outrora poderiam ser evitadas caso os projetos de drenagem fossem compatibilizados com o projeto de crescimento urbano.

No caso da bacia do Rio Marinho, como dito anteriormente, foram adotadas principalmente medidas tradicionais de intervenção que, certamente, não estão apresentando resultados satisfatórios.

Portanto, observa-se uma necessidade de substituir ou complementar estas abordagens por conceitos e técnicas recentes de intervenção a fim de resgatar um padrão de escoamento próximo daqueles anteriores à urbanização.

Para tanto, é necessário que sejam promovidas medidas de cunho estruturais: que inferem diretamente na paisagem e não estruturais: quando o homem aprende a viver com as enchentes.

A visão sistêmica sobre a bacia de drenagem é de extrema importância neste ponto, pois, entendendo que os elementos envolvidos transpassam a própria estrutura física da mesma, principalmente quando considerado os aspectos sociais que a compõe, possibilitam uma abordagem integrada de intervenção.

Diferentemente das medidas adotadas até então, que transferem o problema de um ponto a outro na bacia, propõe-se intervenções distribuídas, principalmente no sistema de microdrenagem das cidades. Este sistema corresponde a condutos construídos destinados à receber e conduzir a água das chuvas vindas das superfícies já impermeabilizadas, dentre eles pode-se citar as sarjetas, bocas de lobo, galeria, dentre outros.

Outras medidas de cunho estrutural relevantes neste sentido são a revitalização de áreas florestadas, parques e margens dos rios, que não prescindem de áreas extensas, dificilmente encontradas em ambientes muito urbanizados.

Ao mesmo tempo em que se observa a importância de obras estruturais na preservação dos recursos naturais, aponta-se também que medidas não estruturais são imprescindíveis à redução dos impactos das inundações.

Dentre estas medidas ressalta-se a limpeza de ruas e avenidas, coleta de lixo, construções a prova de enchentes, zoneamento de áreas passíveis de inundação e implantação de alerta de enchentes.

Além das medidas destacadas anteriormente, a educação ambiental representa um importante ponto a ser ressaltado, pois corresponde, para as gerações futuras, um maior entendimento do meio onde vivem gerando assim, indivíduos mais conscientes da necessidade de conservar o ambiente natural para sua própria reprodução.

A partir do exposto, observa-se um longo caminho a ser percorrido em direção a implantação de melhorias que, de fato, atenuem os impactos causados pelas inundações na bacia do Rio Marinho e gerem melhorias na qualidade de vida das populações afetadas direta e indiretamente por estas.

Para tanto, espera-se que este trabalho contribua para discussões referentes à problemática apresentada, principalmente no sentido de entender o meio com uma visão mais integrada dos elementos que o compõe, e que somos diretamente responsáveis por sua preservação.

REFERÊNCIAS

- ACQUATOOL CONSULTORIA. (IJSN; COMDEVIT; GOVERNO DO ESPÍRITO SANTO). **Elaboração dos Estudos para Desassoreamento e Regularização dos Leitos e Margens dos Rios Jucu, Formate e Marinho na Região Metropolitana da Grande Vitória: Relatório Final de Consolidação**. Vitória, 2009. Disponível em: <http://www.ijsn.es.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=564&Itemid=363>. Acesso em: fevereiro de 2015.
- 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.
- 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. p. 152-192, 2004.
- CAOS, C. L. **Das Fontes e Chafarizes às Águas Limpas: Evolução do Saneamento no Espírito Santo**. Vitória, CESAN, 2012.
- CARNEIRO, P. R. F.; MIGUEZ, M. G. **Controle de inundações em bacias hidrográficas urbanas**. Annablume. São Paulo, 2011.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: E. Blücher, 1981.
- COELHO, A. L. N. **Hidrografia e recursos hídricos**, notas básicas. Vitória, 1997. (Apostila).
- 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, 2001. p. 93 - 144.

COMDEVIT – Conselho Metropolitano de Desenvolvimento da Grande Vitória. **Nossos Rios, Nossas Águas:** Cuidar do presente para garantir o futuro. Revista. Ano II. nº 2. Vitória – ES. 2010. Disponível em: <http://www.ijsn.es.gov.br/Sitio/attachments/725_Revista_Comdevit-2.pdf>. Acesso em: Jan. 2015.

CORREA, W. de S. C.; ALBUQUERQUE, T. T. de A. **A influência da zona de convergência do atlântico sul nas precipitações intensas no mês de novembro de 2008 e suas consequências sobre o município de Vitória/ES.** Revista GEONORTE, Ed. Especial 2, V. 1 N. 5. 2012, p. 796-806. Disponível em:<<http://www.revistageonorte.ufam.edu.br/index.php/edicao-especial-climatologia>>.

CORREA, W. de S. C. **Comportamento dos elementos climáticos, temperatura e precipitação, no município de Vitória (ES) no período de 1987 a 2007.** Monografia (Graduação em Geografia). Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, 2011.

CUNHA, S. B. **Canais fluviais e a questão ambiental.** In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Org.) A questão ambiental: diferentes abordagens. 7, ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

_____. **Geomorfologia Fluvial.** In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.) Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos. 6, ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994.

_____. **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 – Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória-ES.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 2. ed. Rio de Janeiro, RJ. 2006.

GALVÃO, R. S. **Gestão de bacias hidrográficas em áreas urbanas**: Niterói (RJ). 2014. Tese (Doutorado em Ordenamento Territorial Ambiental). Universidade Federal Fluminense, Niterói.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Banco de dados agregados** (Dados Populacionais do Espírito Santo). Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 09 jan. 2015.

_____. **Manuais técnicos em Geociências**: Manual Técnico de Uso da Terra. 3 Ed. Rio de Janeiro. IBGE, 2013.

IJSN - 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: jan. 2015.

_____. **Mapeamento geomorfológico do estado do Espírito Santo. Vitória (ES)**, 2012. Disponível em: <http://www.ijsn.es.gov.br/Sitio/attachments/1310_ijsn_nt28-.pdf>. Acessado em: Jan 2015.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas>>. Acesso em: Jan, 2015.

LORANDI, R.; CANÇADO, C. J. **Parâmetros físicos para gerenciamento de bacias hidrográficas**. In: SHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. (Orgs.) Conceitos de Bacias Hidrográficas. 2. Ed. Ilhéus, BA: Editus, 2005.

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

OLIVEIRA JORGE, M. C. **Geomorfologia Urbana: Conceitos, metodologias e teorias**. In: GUERRA, A. J. T. (Org.) Geomorfologia Urbana. Rio de Janeiro; Bertrand Brasil, 2011.

PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E.; DEL PRETTE, M. E. **A utilização do conceito de Bacias Hidrográficas para a conservação dos recursos naturais**. In: SHIAVETTI,

A.; CAMARGO, A. F. M. (Orgs.) Conceitos de Bacias Hidrográficas. 2. Ed. Ilhéus, BA: Editus, 2005.

POLIANOV, H.; BARROSO, E. V. **Geotecnia Urbana**. In: GUERRA, A. J. T. (Org.) Geomorfologia Urbana. Rio de Janeiro; Bertrand Brasil, 2011.

SOARES, Â. M. et al. **Bacia hidrográfica do Córrego Lagoinha, Uberlândia-MG: Desafios do Planejamento Urbano**. Revista da Católica, v.1, n.1, p.103-115, 2009.

TUCCI, C. E. M. **Escoamento superficial**. In: _____. Hidrologia Ciência e Aplicação. UFRGS Editora/ABRH. 2004.

TV GAZETA. **Cariacica e Vila Velha decretam estado de emergência**. Acessado em abril de 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/espirito-santo/noticia/2013/03/cariacica-e-vila-velha-decretam-estado-de-emergencia-no-es.html>>.

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. da. (Orgs.). Impactos Ambientais Urbanos no Brasil. 1.ed. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil, 2001.