



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Escola Politécnica & Escola de Química

Programa de Engenharia Ambiental

Mestrado Profissional em Engenharia Ambiental

RICARDO CASTRO NUNES DE OLIVEIRA

**CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE DOMÍNIO DA UNIÃO E DA FAIXA
MARGINAL DE PROTEÇÃO EM RIOS FEDERAIS APOIADO POR MODELAÇÃO
MATEMÁTICA**

Estudo de Caso: Médio Rio Paraíba do Sul

RIO DE JANEIRO

2011



UFRJ

RICARDO CASTRO NUNES DE OLIVEIRA

**CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE DOMÍNIO DA UNIÃO E DA FAIXA
MARGINAL DE PROTEÇÃO EM RIOS FEDERAIS APOIADO POR MODELAÇÃO
MATEMÁTICA**

Estudo de Caso: Médio Rio Paraíba do Sul

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental

Orientador: D.Sc. Prof. Marcelo Gomes Miguez

RIO DE JANEIRO

2011



UFRJ

**CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE DOMÍNIO DA UNIÃO E DA FAIXA
MARGINAL DE PROTEÇÃO EM RIOS FEDERAIS APOIADO POR MODELAÇÃO
MATEMÁTICA**
Estudo de Caso: Médio Rio Paraíba do Sul

Ricardo Castro Nunes de Oliveira

Orientador: D.Sc. Prof. Marcelo Gomes Miguez

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental

Aprovada pela Banca :

Presidente

Prof.

Prof.

Prof.

RIO DE JANEIRO

2011



À minha esposa, Rosiany, companheira e incentivadora,
às minhas filhas, Luiza e Raísa,
aos meus pais, Rynaldo e Lourdes.

AGRADECIMENTOS



Essa dissertação de mestrado é fruto do incentivo, apoio e colaboração de diversas pessoas sem às quais não teria sido possível a realização desse trabalho.

Em primeiro lugar, quero agradecer a minha mulher, grande incentivadora e responsável pela minha inscrição no mestrado. Ao seu apoio inestimável nos momentos de cansaço, na atenção dispensada às extensas narrativas de casos ocorridos ao longo das viagens e vistorias de campo, ao apoio nas revisões e formatações.

À minha família, meus pais e filhas, pelo incentivo, carinho e compreensão com a falta de tempo ao longo desse mestrado.

Ao meu orientador Prof. DSc. Marcelo Gomes Miguez, pelo incentivo, pela orientação e pela amizade demonstrada. O seu profundo conhecimento do assunto e profissionalismo garantiram que ao longo do trabalho, a indicação de novos rumos e linhas de pesquisa fossem fundamentais. Sua orientação propiciou um retorno, depois de algumas décadas, à área de hidrologia e a incorporação de novos conhecimentos e temas, com especial destaque para o tema da Requalificação Fluvial.

Dentro da ótica dos recursos hídricos, uma lembrança e agradecimento ao extinto Departamento Nacional de Obras e Saneamento - DNOS, responsável por grande parte da base teórica e prática, que serviram de base a vários aspectos dessa dissertação.

À Aline, ao Tiago, ao Cássio e ao Rafael, pela amizade e apoio que foram fundamentais no desenvolvimento dos trabalhos de preparo do modelo de células e simulações.

À Universidade Federal do Rio de Janeiro e à Escola Politécnica, pela oportunidade e aos professores que ministraram as cadeiras do Programa de Engenharia Ambiental. A todos os professores meu agradecimento pelos conhecimentos transmitidos e oportunidade de trocas de experiências.

Ao professor Assed, um agradecimento especial, pela leitura atenta que fez dos meus trabalhos sobre areais e a indicação do professor Marcelo como orientador.

Aos amigos, Carlos Castro, do Ministério Público Federal, à Rita, da ONG Educa Mata Atlântica e ao Sr. Wernech, da OSCIP Paratigaúna, pelas informações, dados e vistorias realizadas em conjunto.

Ao amigo Braga da LIGHT, pelas informações hidrológicas e a acolhida na visita ao Complexo de Lajes dos participantes do projeto SERELAREFA.

Ao projeto SERELAREFA, por abrir oportunidade para as discussões sobre a Requalificação Fluvial e também pela participação na Missão Brasil em fevereiro de 2011.

À Secretaria do Patrimônio da União - SPU, pela aceitação do horário especial. Em especial aos colegas da SPURJ, pelas informações, comentários e artigos técnicos disponibilizados.

RESUMO



OLIVEIRA, RICARDO CASTRO NUNES DE. Caracterização das Áreas de Domínio da União e da Faixa Marginal de Proteção em Rios Federais apoiado por Modelação Matemática . Estudo de Caso: Médio Rio Paraíba do Sul . Rio de Janeiro, 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Escola Politécnica e Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

O estudo trata da discussão dos aspectos da legislação que determinam a Faixa Marginal de Proteção - FMP e a Linha Média das Enchentes Marginais – LMEO, associados a procedimentos hidrológicos de determinação de cotas de enchentes.

A LMEO é fundamental para a demarcação das áreas de domínio da União em rios federais, e a sua perfeita demarcação e associação com a FMP, é instrumento importante para a preservação dos recursos hídricos. A dissertação tem como objetivo levantar a discussão da necessidade de parâmetros técnicos adequados à determinação da FMP e LMEO e apresentar através da cronologia da legislação, sua análise e interação com os dados hidrológicos, um posicionamento inovador na preservação das faixas marginais e do álveo dos rios federais. Vivencia-se um momento em que se aprovam modificações no Código Florestal, tornando-o menos restritivo, e ao mesmo tempo, observa-se que se incrementam os danos e perdas de vidas decorrentes de efeitos catastróficos, que atingem áreas de proteção ambiental e margens de rios. Esses fatos que se tornam repetitivos em diversos entes federados, como aqueles que atingiram em janeiro as cidades serranas fluminenses e outras localidades, como Blumenau em Santa Catarina e Santana do Mundaú em Alagoas, são em parte provocadas pela ausência institucional do poder público e a ocupação indevida das margens dos rios. Essa ausência, muitas vezes, está ligada à dificuldade no entendimento dos aspectos levantados nessa dissertação e à aplicação de procedimentos técnicos e jurídicos adequados na demarcação da FMP e LMEO, inclusive nas áreas urbanizadas.

Palavras-chave: Domínio, Preservação de Rios, Terrenos Marginais.

ABSTRACT



OLIVEIRA, RICARDO CASTRO NUNES DE. Characterization of the Areas of Domain of the Union and the Band of Marginal Federal Protection in Rivers assisted by Mathematical Modeling . Case Study: Médiun Rio Paraíba do Sul, 2011. Dissertation (Masters in Environmental Engineering) – Polytechnic School and School of Chemistry, Federal University of Rio de Janeiro, 2011.

This study is concerned about the discussion of aspects of law that determine the Coastline Protection and Line-FMP Average Marginal Floods – LMEQ, procedures associated with hydrology, flood determination quota.

The LMEQ is essential for the demarcation of the areas under federal jurisdiction in federal rivers and their perfect demarcation and association with the FMP is a major instrument for the preservation of water resources. This dissertation aims to increase the discussion of the need to appropriate technical parameters determining the FMP and LMEQ and to introduce through the chronology of the legislation, its analysis and its interaction with the hydrological data an innovative proposition in the preservation of the marginal bands and with federal rivers . In the present moment, Brazil is discussing in its the Forest Code, making it less restrictive and at the same time, the country watches the raising of the damages and losses of lives, resulting from the catastrophic effects that affected protected areas and riverbanks. These facts, has been in January repeated in several federal states, such as those that reached the cities in the countryside of the state of Rio de Janeiro, Blumenau in the state of Santa Catarina and the city Santana Mundaú in the state of Alagoas are partly caused by the institutional inertia of public power and unjustified occupation of margins rivers. This negligence is often linked to the difficulty in understanding the issues that are raised in this dissertation and the application of appropriate technical and legal procedures in the demarcation of the FMP and LMEQ even in urban areas.

Keywords: Dominion, Marginal Lands, Rivers Preservation.

Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 CONTEXTO.....	1
1.2 MOTIVAÇÃO.....	2
1.3 RELEVÂNCIA.....	2
1.4 OBJETIVOS.....	3
1.4.1 Objetivo Geral.....	3
1.4.2 Objetivos Específicos.....	3
1.5 METODOLOGIA.....	4
2 OS RECURSOS HÍDRICOS E A PRESERVAÇÃO DE RIOS	5
2.1 DEGRADAÇÃO DE RIOS E REQUALIFICAÇÃO FLUVIAL	5
2.2 ACIDENTES COM BARRAGENS E SEUS IMPACTOS	12
2.3 ALGUNS EXEMPLOS DA EXPERIÊNCIA INTERNACIONAL NA RECUPERAÇÃO DA MOBILIDADE E REQUALIFICAÇÃO FLUVIAL DE RIOS.....	19
3. REVISÃO DA LEGISLAÇÃO.....	29
3.1. A EVOLUÇÃO DA LEGISLAÇÃO NA CARACTERIZAÇÃO DO DOMÍNIO DE RIOS FEDERAIS E TERRENOS MARGINAIS.....	29
3.2 REVISÃO CRONOLÓGICA DAS LEIS E CONSTITUIÇÃO DE 1988.....	35
3.3 REVISÃO CRONOLÓGICA DAS RESOLUÇÕES CONAMA.....	50
4 CONCEITUAÇÃO DE RIO E TERRENOS MARGINAIS.....	54
4.1 CONCEITUAÇÃO NO SENTIDO ETIMOLÓGICO.....	54
4.2 CONCEITUAÇÃO NO SENTIDO HIDROLÓGICO	55
4.3 CONCEITUAÇÃO DE ENCHENTES ORDINÁRIAS E BANKFULL.....	58
4.3.1 Princípios da classificação geomorfológica.....	62
5 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DO ESTUDO.....	66
5.1 O RIO PARAÍBA DO SUL E O CENÁRIO ATUAL NO TRECHO ENTRE AS BARRAGENS DE FUNIL E SANTA CECÍLIA.....	66
5.2 A OCUPAÇÃO DAS FAIXAS MARGINAIS E AS ENCHENTES.....	72
5.3 A CRESCENTE POLUIÇÃO DAS ÁGUAS E O CONFLITO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS.....	80
5.4 DESCRIÇÃO DO TRECHO DO RIO PARAÍBA DO SUL ENTRE A BARRAGEM DO FUNIL E A BARRAGEM DE SANTA CECÍLIA.....	87
5.4.1 A situação geomorfológica observada no Rio Paraíba do Sul.....	87
5.4.2 Caracterização da área por subtrechos.....	95
5.4.2.1 Trecho da Barragem do Funil até o Rio Pirapetinga.....	96
5.4.2.2 Trecho do Rio Paraíba do Sul entre o Rio Pirapetinga e a ponte da Ferrovia do Aço.....	105
5.4.2.3 Trecho do Rio Paraíba do Sul entre a ponte da Ferrovia do Aço e o Viaduto Castelo Branco.....	111
5.4.2.4 Trecho do rio Paraíba do Sul do Viaduto Castelo Branco até a Barragem de Santa Cecília.....	119
5.5 AVALIAÇÃO PRELIMINAR DO TRECHO ENTRE A BARRAGEM DO FUNIL E A BARRAGEM DE SANTA CECÍLIA.....	131
6 MODELAGEM MATEMÁTICA COMO FERRAMENTAL DE SUPORTE.....	133
6.1 MODELAÇÃO MATEMÁTICA DO ESCOAMENTO.....	133
6.1.1 Histórico dos Modelos Matemáticos.....	133
6.1.2 Modelos Uni e Bidimensionais.....	141
6.1.3 Incertezas Associadas à Modelação Hidrológica.....	145
6.1.4 A Modelação de Cheias – Uma Visão Geral da Representação da Realidade	

Física.....	146
6.2 MODELO DE CÉLULAS – MODCEL.....	150
6.2.1 Concepção geral.....	150
6.2.2 Tipos de ligações pré-definidos.....	152
6.3 RESULTADOS DA MODELAÇÃO MATEMÁTICA.....	156
7 DISCUSSÕES PARA UMA PROPOSTA DE REVISÃO DOS PROCEDIMENTOS PARA DEMARCAÇÃO DA FAIXA DE DOMÍNIO DA UNIÃO E DA FAIXA MARGINAL DE PROTEÇÃO.....	170
7.1 EVENTO MÁXIMO DE CHEIA PARA O TRECHO ESTUDADO.....	170
7.2 EVENTO DA CHEIA PARA UM TEMPO DE RECORRÊNCIA DE DOIS ANOS	174
7.3 DETERMINAÇÃO DA FMP CONSIDERANDO-SE O EVENTO MÁXIMO DE CHEIA.....	179
7.4 DISCUSSÃO DE RESULTADOS – OBSERVAÇÕES E FRAGILIDADES.....	189
7.5 PROPOSTA DE REVISÃO DA FMP.....	190
7.6 PROPOSTA DE REVISÃO DA LMEO.....	198
8 CONCLUSÃO.....	202
9 RECOMENDAÇÕES.....	206
10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	208

APÊNDICES

APÊNDICE A	Mapa de Divisão de Células da Área do Estudo.
APÊNDICE B	Esquema Topológico Aplicado.
APÊNDICE C	Determinação da Faixa Marginal de Proteção (FMP) considerando a mancha de inundação do evento máximo.
APÊNDICE D	Mapa de Caracterização da Faixa Marginal de Proteção (FMP) baseado nas enchentes sazonais.

ANEXOS

ANEXO A	Esquema Geral de Aproveitamento Hidroelétrico.
ANEXO B	Representação Esquemática do Complexo de Lajes.
ANEXO C	Decreto nº 52.748, de 26 de fevereiro de 2008 de São Paulo.
ANEXO D	Áreas inundáveis de Barra Mansa.
ANEXO E	Áreas inundáveis de Volta Redonda.
ANEXO F	Ata de Reunião na Procuradoria da República em Volta Redonda.

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTO

A água é um bem fundamental à vida e sempre foi um fator determinante na ocupação do solo, no desenvolvimento de grandes civilizações e conseqüente crescimento de grandes cidades. Rios fazem parte da história das civilizações desde a Antiguidade: o abastecimento de água para consumo humano, o alagamento e fertilização de várzeas, a irrigação de cultivos, a possibilidade de atuar como via de transporte ou barreira de defesa contra invasões e a capacidade de carreamento de rejeitos indesejáveis são alguns dos elementos que marcaram a interação entre comunidades humanas e rios. Por outro lado, a exploração dos rios e das suas áreas marginais, ou mesmo a exploração não controlada da bacia, com usos agressivos do solo, são importantes fatores de degradação fluvial, que por sua vez refletem em inundações, espalhamento de águas contaminadas, agravamento da situação de doenças de veiculação hídrica, escassez de águas de abastecimento, degradação dos ecossistemas associados, erosões e/ou assoreamentos. A preocupação com a saúde ecológica dos rios transcende a questão da fauna e flora ribeirinha, afetando também os usos da água e a questão do equilíbrio morfológico e de diminuição de riscos hidráulicos. Nesse contexto, uma medida fundamental se refere à preservação de faixas marginais de proteção dos cursos d'água. Assim, a demarcação das Faixas Marginais de Proteção (FMP) e a própria questão da dominialidade dos terrenos marginais são questões fundamentais para a preservação de rios, mas de difícil definição e operacionalização. Em particular, a demarcação das faixas marginais de domínio da união depende da definição da Linha Média de Enchentes Ordinárias (LMEO), cuja definição recai em problemas de interpretação.

Essa dissertação visa discutir e desenvolver uma análise crítica sobre esses procedimentos de demarcação, partindo de uma retrospectiva histórica, passando por uma definição conceitual dos termos técnicos que são apropriados pelos textos legais, avaliando a evolução da legislação e utilizando-se de modelo matemático, como ferramenta para simular enchentes com diferentes tempos de recorrência e servir de base para as discussões desenvolvidas.

A partir da demarcação das áreas de inundação para diferentes tempos de recorrência, associadas a observações no campo e registros históricos, espera-se chegar a considerações de ordem prática para reflexão sobre uma revisão dos atuais procedimentos de demarcação da

FMP e da LMEO.

1.2 MOTIVAÇÃO

Durante anos de experiência no extinto Departamento Nacional de Obras e Saneamento – DNOS, foi possível o convívio do autor com o agravamento crescente das enchentes, que, em grande parte, eram provocadas por um uso inadequado das margens dos rios. Em função desses problemas foi possível a participação em dois projetos de cooperação internacional que buscavam orientar as ações preventivas do DNOS. Estes projetos foram: o “Planejamento Integrado dos Recursos Hídricos do Rio Sapucaí”, realizado em cooperação com o Governo Alemão, e o “Controle de Enchentes do Rio Ceará Mirim”, realizado em cooperação com o Governo Japonês.

Mais recentemente, a partir de 2008, pôde-se elaborar pela Secretaria do Patrimônio da União, no estado do Rio de Janeiro (SPURJ), um programa de trabalho aprovado pela Procuradoria da República em Volta Redonda, e denominado Projeto Piloto Médio Paraíba do Sul, que tinha por objetivo controlar as ocupações irregulares de áreas da União e a degradação do rio Paraíba do Sul, no trecho em que corta os municípios de Barra Mansa, Volta Redonda, Pinheiral e Barra do Piraí.

A experiência adquirida no DNOS foi fundamental para a elaboração desse programa de trabalho. Contudo, durante a execução de vistorias de campo, embargos e autuações pôde-se constatar que as dificuldades de demarcação da FMP e da LMEO agravam o processo de degradação fluvial, quando essas linhas demarcatórias deveriam, se existentes, funcionar como verdadeiras barreiras, limitando as ocupações na faixa marginal.

Assim, consolidou-se um entendimento, calcado em realidade vivenciada, de que alguns desses procedimentos demarcatórios mostravam-se como inadequados e necessitavam de uma nova abordagem, mais técnica, que inclusive, pudesse fazer a correta apropriação legal de alguns termos técnicos, como por exemplo, a definição de enchentes ordinárias.

1.3 RELEVÂNCIA

Entende-se que a relevância desse estudo está calcada na possibilidade da discussão e adoção de critério similar para a demarcação da FMP e da LMEO. Por outro lado, a discussão da correta interpretação do que são as enchentes ordinárias, e ferramentas para a sua

demarcação, são fundamentais para a demarcação de milhares de quilômetros de rios federais.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo Geral

O objetivo geral a ser alcançado será a proposição de um conjunto de técnicas e procedimentos que permitam contribuir para os estudos de definição e a preservação da Faixa Marginal de Proteção e da Faixa Marginal de Domínio da União Federal, no rio Paraíba do Sul, utilizando-se como estudo de caso o trecho entre a Barragem do Funil e a Barragem de Santa Cecília. Este trabalho será alicerçado pela revisão da legislação e pela busca de procedimentos técnicos mais adequados para a caracterização da LMEO e FMP, adotando novos conceitos apoiados em modelos matemáticos de software aberto que permitam a sua utilização em todos os rios federais.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Revisão da legislação, de forma a explicitar a caracterização de áreas de dominialidade federal em rios federais e a FMP, e verificar se os critérios adotados na determinação da LMEO presentes na Instrução Normativa ON GEAD 3, estão adequados e de acordo com a legislação.
- Buscar a indicação de um entendimento comum e que seja aplicável a diferentes leis, do significado do que é o rio, considerando-se a percepção do espaço que ocupa.
- Promover a caracterização do estado atual, do trecho do rio Paraíba do Sul, entre as barragens do Funil e Santa Cecília.
- Aplicar , no trecho do rio Paraíba do Sul, entre as barragens do Funil e Santa Cecília, o modelo matemático MODCEL , para simular as enchentes ordinárias e a cota de inundação máxima, e determinar em planta a LMEO e FMP.
- Propor alternativas para a determinação da LMEO e FMP.

1.5 METODOLOGIA

A metodologia utilizada foi estruturada buscando aproveitar a e experiência adquirida no atendimento de dezenas de Procedimentos Administrativos instaurados na Procuradoria da República em Volta Redonda e pela Procuradoria da República em Resende, que buscavam a identificação de ocupações irregulares no Médio Rio Paraíba do Sul.

Observando-se que muitas dessas identificações estavam ligadas à necessidade da correta determinação da FMP e da LMEO, e que estas não se encontravam demarcadas na região, impedindo que fossem adotadas ações efetivas para a preservação do rio, buscou-se ampliar os conhecimentos de campo, bibliográficos e técnicos que pudessem permitir a elaboração de uma proposta que viesse a simplificar a caracterização e demarcação das faixas marginais de proteção (FMP) e da linha média das enchentes ordinárias (LMEO).

Assim, para a realização deste trabalho foi adotado um procedimento metodológico baseado nas seguintes etapas:

1. Adoção de uma metodologia exploratória, com levantamentos bibliográficos, entrevistas com pessoas, e levantamentos documentais e de campo, buscando uma sustentação teórica para o trabalho. Essa metodologia permitiu a caracterização da área do estudo.

2. Adoção de uma metodologia descritiva e analítica, baseada em material bibliográfico, com revisão de leis e normas, análise de livros e artigos científicos; a opinião de especialistas foi levada em conta, a partir de referências em livros e em artigos de revistas técnicas, periódicos impressos e disponíveis na internet. A análise dos dados permitiu a proposição de uma seção típica para os rios, associando a linha do bankfull às enchentes ordinárias.

3. Definição do Modelo de Células de Escoamento como ferramental de apoio, para a simulação de diferentes condições de escoamento, como referência para os estudos e propostas produzidas.

4. Adoção de uma metodologia analítica na elaboração de discussões para uma proposta de revisão dos procedimentos para demarcação da faixa de domínio da união e da faixa marginal de proteção.

5. Elaboração das conclusões e recomendações.

2 OS RECURSOS HÍDRICOS E A PRESERVAÇÃO DE RIOS.

2.1 DEGRADAÇÃO DE RIOS E REQUALIFICAÇÃO FLUVIAL

A importância estratégica dos recursos hídricos, sejam esses superficiais ou subterrâneos, é fato consolidado em âmbito mundial. Da mesma forma, já não persistem dúvidas de que esse recurso não pode ser tratado como um produto comercial, mas que é um patrimônio da humanidade que deve ser defendido e protegido por todos, como está claro na Constituição Federal. Nesse sentido, vários países, como o próprio Brasil e, notadamente, os da Comunidade Econômica Européia, aperfeiçoam a legislação e os marcos regulatórios visando proteger suas águas e garantir de forma sustentável esse bem fundamental para as futuras gerações. A proteção das águas superficiais passa por práticas de conservação da bacia e dos próprios cursos d'água e essas discussões encontram-se cada vez mais em voga.

No âmbito internacional, deve-se destacar a importância da Diretiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho da União Européia, de 23 de Outubro de 2000, que estabelece um quadro de ação comunitária no domínio da política da água, a Diretiva Quadro para Água. Em um primeiro momento, os estados membros devem identificar e analisar as águas europeias, recenseadas por bacia e região hidrográfica, adotando então planos de gestão e programas de medidas adaptadas a cada massa de água, conforme classificação de cada curso identificado. A Diretiva Quadro Água tem vários objetivos, entre eles, a prevenção e a redução da poluição, a promoção de uma utilização sustentável da água, a proteção do ambiente, a melhoria do estado dos ecossistemas aquáticos e a atenuação dos efeitos das inundações e das secas. Seu principal objetivo é alcançar um “bom estado” ecológico dos rios dos países membros da Comunidade Européia até 2015.

Deve-se considerar, de uma forma geral, que as muitas intervenções efetuadas, ao longo dos anos, sobre os rios produziram profundas alterações no seu regime de escoamento, que levaram a profundos impactos nos ecossistemas aquáticos. Os efeitos deletérios provocados nas condições ecológicas, geomorfológicas e da qualidade das águas pela canalização de córregos, especialmente em áreas urbanas, estão documentados em numerosos estudos, conforme Brooks (1988). A esses estudos, aliou-se a crescente conscientização das populações e ONGS. A disponibilidade da água e os conflitos associados aos múltiplos usos introduziram questões mais abrangentes e outros pontos de vista para discussão. Abalaram-se as antigas convicções de intervenção em rios com uma visão meramente hidráulica, então

adotada historicamente em todas as partes do mundo. Começaram a ser discutidos novos conceitos e métodos que buscam o retorno dos rios para próximo de suas condições naturais, reforçando o conceito da requalificação fluvial como forma de preservar e melhorar a própria disponibilidade da água, para múltiplos fins, tratando também das questões hidráulicas com outro foco: o próprio controle dos riscos de cheias poderia ser obtido pelo resgate de várzeas e áreas naturais de inundação, além de práticas preservacionistas na bacia.

Embora a requalificação de cursos de água degradados seja relativamente recente, não indo além de quatro décadas, segundo Brooks e Shields (1996), muitos países e cidades já tratam do assunto com a apresentação de projetos pioneiros, como pode ser comprovado na apresentação de trabalhos da 4th ECRR Conference on River Restoration realizada na Itália em 2008. Foram apresentados trabalhos que estão sendo desenvolvidos em diferentes continentes para a restauração de rios, demonstrando que muito se avançou desde os trabalhos pioneiros realizados no sul da Alemanha, (LARSEN,1994). Esse conceito tem evoluído no sentido de restabelecer a “saúde” dos habitats aquáticos, tornando imperativo o conhecimento profundo da dinâmica fluvial e das suas componentes num enquadramento biofísico integrado (GORDON et al,1992); (BOON,1998); (PEDROLI et al,2002). Além disso, a bioengenharia, técnica que procura utilizar materiais naturais de modo a integrar soluções de projeto com o meio ambiente, intervém para que um rio requalificado se comporte da forma mais natural possível, devido ao reduzido impacto ecológico e estético introduzido e minimizando alterações morfológicas e paisagísticas, conforme Brookes e Gregory (1988), apud Oliveira (2006), que levam frequentemente à rarefação e até a extinção das comunidades naturais, como ocorreu no Paraíba do Sul, permitindo a expansão de espécies vegetais exóticas e infestantes.

Em 1952, quando entrou em operação a barragem de Santa Cecília, foi interrompida a migração das espécies de peixes de piracema de jusante que se reproduziam na área do rio Paraíba do Sul que corta os municípios de Quatis e Porto Real. Em 1969, foi inaugurada a Usina Hidrelétrica do Funil, condenando à decadência e eventual extinção populacional todas as espécies migratórias de longa distância do Trecho Funil – Santa Cecília, como inventários recentes podem comprovar.

Segundo Abelha et al (2001), as alterações nas vazões naturais e sua regulação, modificam o hábito alimentar dos peixes e se refletem na sazonalidade da dieta, conforme estudos de Goulding, 1980; Gerking, 1994; Ferreti et al.,1996; Hahn et al., 1997a; Wootton, 1999. Durante a enchente, grande quantidade de matéria orgânica, proveniente da vegetação

terrestre inundada, é utilizada como fonte alimentícia pelos peixes (JUNK,1980), enquanto na fase de águas baixas a disponibilidade de alimentos torna-se restrita, (GOULDING, 1980; LOLIS E ANDRIAN, 1996). Além disto, Junk (1980), enfatizou que as mudanças hidrológicas afetam não apenas a quantidade, mas também a qualidade dos alimentos. Poff e Allan (1995) encontraram forte associação entre variação hidrológica e a organização funcional de 34 assembleias de peixes no Wisconsin e Minnesota, Estados Unidos. A dinâmica entre a disponibilidade de alimentos e o espectro alimentar de espécies tropicais, frequentemente sujeitas a pulsos de inundação, foi enfatizada por Goulding (1980, 1997), na região Amazônica, onde há ciclicamente profusão de alimentos de origem alóctone durante a cheia, que são amplamente aproveitados pelos peixes, permitindo o desenvolvimento de reservas de gordura, das quais as espécies sobrevivem durante as águas baixas. De forma semelhante, na planície de inundação do alto rio Paraná, a ictiofauna aproveita os recursos alimentares mais abundantes nos diferentes habitats e fases do ciclo hidrológico, segundo relata o estudo, “Plasticidade Trófica em Peixes de Água Doce”, disponível em <<http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciBiolSci/article/view/2696/2014>>.

A interferência de barragens na migração de espécies é um dos tipos mais comuns de degradação dos cursos de água, mas, esta também pode ser caracterizada, pela dragagem e aprofundamento do leito do rio, ação que normalmente leva ao colapso das margens, resultando no alargamento do canal, conforme citado por Galay (1983), e na deterioração dos *habitats* aquáticos e ribeirinhos. Os rios que foram submetidos a retificações e dragagens apresentam margens instáveis e uma escassa vegetação ribeirinha, conforme já descrito por, Shields *et al.* (1994); Darby e Wiley (2000), tanto em cenários urbanos como rurais. Os impactos antropogênicos diretos, como a incisão do leito fluvial, aprofundamento do leito, segundo Schilling *et al.* (2004), conduzem ao incremento dos processos erosivos conforme relatado por Brookes (1988).

O controle da degradação das margens e sua erosão é fator fundamental para a reabilitação de cursos de água e indica que a mesma está fortemente ligada à regeneração da mata ciliar. Esta zona, segundo Oliveira (2006) representa um espaço tridimensional que determina a interface entre os sistemas terrestres e aquáticos, regulando o funcionamento e a componente biológica do meio aquático. A vegetação existente na faixa ripária está especialmente adaptada a perturbações de natureza física, mais ou menos cíclicas, designadamente hidro geomorfológicas.

Em artigo na revista ISSUES, Palmer e Allan (2006), relatam o histórico da

degradação dos rios americanos e a necessidade da Requalificação Fluvial, num contexto que parece se assemelhar à realidade brasileira. Esses pesquisadores descrevem a transformação de rios perenes, o aumento dos níveis de nitrato, o aumento de sedimentos e o incremento de inundações provocadas pela diminuição da capacidade natural de amortecimento das enchentes. Mostram que a maioria dos rios americanos encontra-se degradada e indicam a necessidade de medidas que permitam acompanhar, de maneira mais integrada, e avaliar a eficácia de procedimentos que estão sendo adotados para a recuperação dos rios. Nota-se, por este relato, que a questão da requalificação de rios nos Estados Unidos avança com a discussão de mecanismos de controle e verificação da eficácia de projetos de requalificação que estão sendo aplicados. Alguns pontos da política de preservação americana, talvez, pudessem ser instituídas com êxito no Brasil, buscando trazer os produtores rurais para uma participação mais ativa em defesa da recuperação da mata ciliar, por exemplo, à similitude do Conservation Reserve Racementol Program of the Department of Agriculture's Farm Service Agency. Poder-se-ia incentivar a participação dos agricultores em projetos de recuperação, com o pagamento pelo replantio de matas ciliares e em Áreas de Preservação Permanente (APPs).

A Diretiva Quadro para Água – DQA, ao introduzir os aspectos hidromorfológicos como novos elementos de avaliação, que se somam as qualidades físico-químicas e biológicas, na determinação da classificação do equilíbrio ecológico dos rios, deu novo realce a questão da mobilidade dos rios e recuperação da faixa marginal. Conforme Nardine et al (2008) a inserção do componente hidromorfológico na classificação certamente se mostra mais adequada na caracterização do estado ecológico, indicando o que pode comprometer a realização dos objetivos fundamentais da diretiva.

Assim, a Requalificação Fluvial que se encontrava restrita a projetos pioneiros na conservação de rios, teve, com a inserção do assunto na DQA, uma maior relevância, notadamente na Europa, a partir de 2000. A artificialização dos cursos d'água que era externada através de publicações técnicas passa então, com a DQA, a um estágio superior, agregando-se a preocupação dos técnicos à vertente política.

Essa nova postura é proveniente de uma crescente conscientização e participação da sociedade na qual agregaram-se aos estudos e debates, que eram de domínio apenas de técnicos, a participação de entidades públicas e da sociedade organizada. Assim, os estudos pioneiros das décadas de 80 e 90, que já relatavam a artificialização do leito, a remoção da vegetação ribeirinha e a necessidade do uso de novos procedimentos, foram fundamentais

para a formulação da DQA e suas metas para 2015. Esta posição está bem representada em;

A contaminação das águas por efluentes, a regularização e canalização das linhas de água, com a conseqüente artificialização do leito natural e o corte da vegetação ribeirinha, entre outras atividades humanas, incidem desde há muito de modo decisivo sobre a integridade dos nossos ecossistemas aquáticos continentais. Paralelamente, as preocupações ambientais por parte do público e da comunidade científica em relação à degradação dos sistemas ribeirinhos têm vindo a aumentar à medida que se torna mais difícil encontrar locais não alterados para recreio e sobretudo para conservação e proteção (WADE et al., 1981).

A “nova engenharia de rios” intervem de modo que um rio restaurado se comporte da forma mais natural possível, utilizando técnicas e materiais de reduzido impacto ecológico e estético minimizando disrupções morfológicas (BROOKES e GREGORY, 1988).

Tradicionalmente a restauração de rios foi desenvolvida no sentido de mitigar o efeito de cheias e melhorar a navegabilidade e estabilidade dos canais. Atualmente, o conceito tem evoluído no sentido de restabelecer a “saúde” dos habitantes aquáticos, tomando imperativo o conhecimento profundo da dinâmica fluvial e das suas componentes num enquadramento biofísico (GORDON et al., 1992).

Para atender as novas considerações e objetivos propostos, a comunidade científica passou a questionar antigos conceitos técnicos, utilizados na implantação de obras de controle de enchentes, e a ocupação de margens a partir de uma visão pontual. A construção de barragens, polderes, retificações e proteção de margens, que eram executadas sem a apreciação de aspectos mais abrangentes dos efeitos dessas obras nas velocidades de escoamento, supressão de áreas alagadas, erosão e impactos a jusante, começaram a ser questionadas. Iniciaram-se estudos sobre quais os efeitos que essas intervenções impunham na qualidade e disponibilidade hídrica.

Começou-se a pensar em novos procedimentos e formas de agir, que permitissem que se obtivessem os mesmos resultados. As primeiras proposições, propunham uma forma de atuação menos impactante, conforme BROOKES e GREGORY, 1988, e, posteriormente, numa visão mais holística no restabelecimento da saúde dos rios, conforme GORDON et al., 1992, permitindo que fosse garantida uma maior disponibilidade e qualidade das águas superficiais e subterrâneas.

As citações acima permitem que se observe que predomina nos autores norte-americanos a palavra restauração em seu sentido mais amplo “de volta ao passado” o uso do termo Requalificação predomina entre os autores europeus e parece mais correto no entendimento do que se busca. O termo Requalificação (Nova qualificação atribuída a alguém; ato ou efeito de tornar a qualificar), parece perfeito para o objetivo proposto. Seria utópico o pensamento de que em rios que cortam áreas urbanizadas ou que sofreram intervenções de obras hidráulicas, e nos quais a bacia hidrográfica sofreu profundas alterações na sua cobertura vegetal, ao longo de décadas, se buscasse a todo custo uma volta completa ao

seu passado e estado original de centenas de anos atrás.

Pensamento semelhante pode ser encontrado no trabalho “Requalificação de Cursos de Água - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro;

Embora entre nós os termos requalificação, reabilitação e restauração sejam entendidos geralmente do mesmo modo, os autores norte-americanos consideram que apenas esta última designação tem uma visão mais holística, atribuindo-se os primeiros termos a ações de mitigação. Assim, Cairns (1988) define restauração como o restabelecimento da estrutura e função dum ecossistema, incluindo a sua diversidade natural. Numa perspectiva idêntica, Ebersole et al. (1997) apresentam a restauração como o ato de relaxar os constrangimentos humanos que atuam sobre um rio, permitindo que este desenvolva os padrões normais de diversidade. Por sua vez, Williams (2001) é concordante com esta perspectiva, mas acrescenta-lhe ainda uma vocação social ao definir que a restauração deve converter um sistema degradado em resultado de interesses específicos num sistema apto a servir múltiplos objetivos sociais.

Todavia, nas ações práticas este conceito é difícil de implementar. Na realidade, a execução de atividades tendentes à restauração em sentido restrito não é mais do que procurar o retorno à condição original (Jungwirth, 2002), ou seja, a situação se verificava antes de incidir qualquer forma de perturbação”.

(Cortes, RMV., Oliveira, D.G – Requalificação de Cursos de Água - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro).

Embora a Requalificação Fluvial seja preocupação recente no Brasil, a necessidade da recuperação da saúde de rios e seus habitats já vinha sendo defendida por alguns, que percebiam que obras hidráulicas, notadamente as de controle e regulação hídrica que visavam a recuperação de terras poderiam ser melhor discutidas. Lembro que no início da década de 80, quando participava no extinto DNOS, de projeto de cooperação técnica com o Governo Alemão – Planejamento Integrado dos Recursos Hídricos da Bacia do Rio Sapucaí, o quanto já eram questionadas algumas obras de proteção, dragagem e retificação executadas, dentre as quais podem ser citadas os polders executados no próprio rio Sapucaí, e no Paraíba do Sul. O incipiente conflito com o IBDF e órgãos ambientais estaduais nas décadas de 70 e 80, que derivavam na sua maior parte, da destruição de mata ciliar provocada por retificações, e os conflitos que essas obras provocavam em diferentes grupos sociais, como produtores rurais e pescadores, sendo exemplos; a retificação do rio São João e os canais da baixada campista, suas tomadas d'água, e o canal e comportas do Canal das Flechas. Estas críticas foram as indutoras da inserção dos Projetos Sapucaí e Gravataí, no planejamento do DNOS, e em 1988 foi proposta a negociação de um novo projeto com a colaboração técnica, com Governo Alemão, através da Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit – GTZ, chamado Água Técnica e Natureza, que buscava novas técnicas de recuperação de rios que se iniciavam na Alemanha na década de 80. Contudo, com a extinção do DNOS em 1989, tal projeto foi abortado.

É fato que nossos rios, e o Paraíba do Sul em particular, foram degradados ecologicamente, mas um olhar em outras terras permite verificar que essa triste realidade não é apenas nossa, mas compartilhada por outras nações. Encaixando com perfeição, o colocado na introdução da publicação, *La riqualificazione fluviale in Italia. Linee guida, strumenti ed esperienze per gestire i corsi d'acqua e il territorio*, (CIRF, 2006), poderia ser a descrição dos rios brasileiros;

Nossos rios são os mais pobres de vida; são os mais poluídos e sofrem com vazões baixas mais extremas e prolongadas, são mais retos, onde antes eram sinuosos, são mais curtos pelas retificações sofridas, e estão mais próximos aos terraços fluviais, são mais profundos pela extração de cascalho, e para aqueles que estão contidos por barragens e represas; são mais lisos, pela proteção das margens canalizadas, pelo desenvolvimento descontrolado; são mais rígidos, porque tem seções fixas em diversos pontos (pontes, limites, derivações) e repletos de obras de defesa (gabião, fálésias e paredes). Em uma palavra, nossos rios têm sido "artificializados". Mas a coisa surpreendente é que, apesar desses esforços notáveis e os custos, a extensão dos danos de inundação e suas ocorrências estão aumentando (em vez de diminuir) em um ciclo vicioso incontrolável. A razão é que as causas dos danos de inundações não são a insuficiência das obras, mas a previsão de uso da terra e gestão temerária dos cursos de água. Em particular, a urbanização tem invadido áreas ribeirinhas, o estreitamento do álveo está colocando novos bens em risco: enquanto antes o rio poderia inundar grandes áreas, causando danos limitados, agora os riachos estão com fluxos acelerados, com picos de cheia exacerbadas, a arremessar-se com energia renovada contra pontes estreitas, a proteção das margens, fábricas, edifícios, cidades, atingindo-as muito mais duramente. Muitos países têm reconhecido a necessidade de mudança radical, alguns começaram a dismantelar aterros, barragens, diques. Alguns têm também vindo a reconhecer que "tentar definir" a área do rio é uma mera utopia, é mais sensato aprender a conviver com o risco, permitindo que mecanismos inteligentes e eficazes (por exemplo, os sistemas de previsão das inundações e alarmes, dispositivos destinados a reduzir a vulnerabilidade dos edifícios), juntamente com os instrumentos econômicos e administrativos, que estão pressionando para melhor utilização dos solos, começando com a relocação de assentamentos em áreas de risco e a devolução desse espaço para o rio. O condutor desta nova política não é apenas "meio ambiente", mas acima de tudo a questão econômica, no balanço custo/benefício: observou-se que os custos das intervenções de engenharia da abordagem clássica não são compensados pelos benefícios. Regenerar o curso d'água e seu território, "deverá" considerar também o ponto de vista econômico. Custa, mas vale a pena, porque rompe o círculo vicioso "mais custo, mais dano" e leva a um equilíbrio mais sustentável. Esta força é a base da idéia de que a recuperação do rio, entendida como uma mudança substancial na relação entre o homem e a natureza, não é apenas um esquema para a promoção do objetivo ambiental, mas também um poderoso meio para reduzir riscos e custos. Para requalificar sem limitar-se apenas a uma "coméstica ambiental" deve-se mudar significativamente o equilíbrio entre o homem e a terra, particularmente o uso da terra, o que implica decisões importantes e atinge interesses existentes de grande peso.

Todos esses ensinamentos devem se guardados e observados com atenção. Embora a abordagem seja genérica com citações de diversos pesquisadores de outros países, essa abordagem de aspectos importantes da degradação de rios e da crescente importância da Requalificação Fluvial, aplica-se com perfeição aos rios brasileiros. A importância desses

conceitos será melhor compreendida quando for relatada a caracterização da área de estudo.

2.2 ACIDENTES COM BARRAGENS E SEUS IMPACTOS .

Embora já se tenha relatado os impactos que podem ser causados pela construção de barragens no leito de rios, é necessário que se ressalte que não cabe analisar apenas o efeito da construção nas alterações do regime hidrológico. É fundamental também, que se entenda os riscos que estão associados a essas obras. É necessário que o acompanhamento da segurança da estabilidade de barragens seja cobrado de todos que tem como responsabilidade a fiscalização de rios.

Segundo Veról (2010), acidentes com barragens, em que há a propagação de uma onda gigantesca para a região de jusante, devastando e alagando toda a planície a ela associada, ocorrem desde os primórdios da humanidade. No entanto, a preocupação com este tipo de desastre se tornou crescente a partir da década de 1960, quando grandes acidentes deste tipo deixaram milhares de vítimas em todo o mundo. Associado à preocupação despertada por conta dos graves acidentes ocorridos, estão fatores como o envelhecimento de algumas barragens e o desenvolvimento de tecnologia relacionada com o projeto, a construção e a operação de barragens. Desde então, há uma tendência internacional de organização, aperfeiçoamento e institucionalização de sistemas de controle dessas obras.

Tal afirmativa torna-se mais relevante na medida que acidentes com barragens em rios federais já ocorreram e continuam a ocorrer no Brasil com fatalidades e elevados danos ao patrimônio público. Cabe destacar que, no trecho estudado, no contexto desta dissertação, existem três barragens (Funil, Calço Hidráulico-CSN e Santa Cecília).

Recentemente, em junho de 2010, ocorreram grandes inundações em rios federais nos estados de Alagoas e Pernambuco em que foi levantada a possibilidade da tragédia ter sido incrementada pelo rompimento de pequenas barragens. As figuras 1 e 2 mostram como estava precário o estado de conservação de algumas dessas pequenas barragens. Na figura 1 observa-se a erosão acentuada que demonstra a falta de conservação do corpo da barragem. O estado da barragem é um indicativo da falta de planejamento, e da falta de adoção de medidas preventivas, que visem que se garanta da estabilidade da barragem. Na figura 2 observa-se, como na figura 1, grandes erosões, que ameaçam provocar uma brecha no corpo da barragem. Tem-se um indicativo da falta de planejamento, e da adoção de medidas preventivas que garantam a estabilidade da barragem.

Na figura 3 podemos verificar que em várias cidades, no período entre os anos de 2003 e 2010, as enchentes eram recorrentes, mas não levaram a mobilização das entidades públicas para a demarcação da LMEO e FMP.

Quando se olha mais aprofundadamente as causas e efeitos das enchentes, destaca-se que, à semelhança do rio Paraíba do Sul, nada poderia ter sido construído na calha e margens sem a anuência da Secretaria do Patrimônio da União, mas o foi. Essa irregularidade associada a inexistência de estudos para a elaboração de mapas de riscos de enchentes e de rompimento de barragens, como suporte de uma análise multi critério, que planeje a ocupação de áreas ribeirinhas e várzeas, permitiu que se estabelecessem as condições causadoras das inundações e multiplicassem-se os efeitos danosos, que se consubstanciaram, na destruição de cidades e dezenas de mortes, como podemos observar nas figuras 4 a 11.

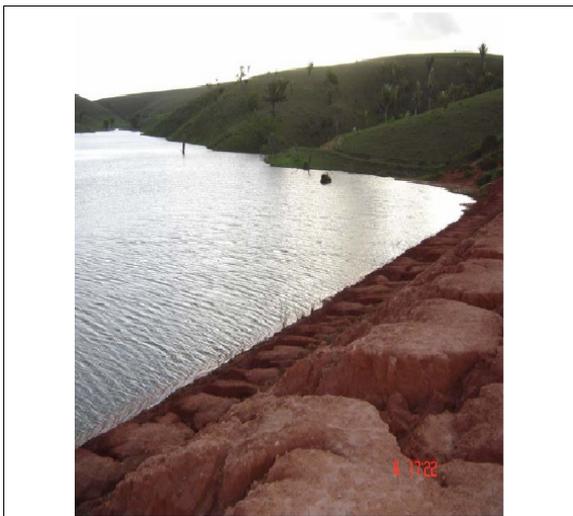


Figura 1: Barragem próxima ao município de Canastra AL, no Rio Jacuíbe.
Fonte: <http://www.semarh.al.gov.br>.

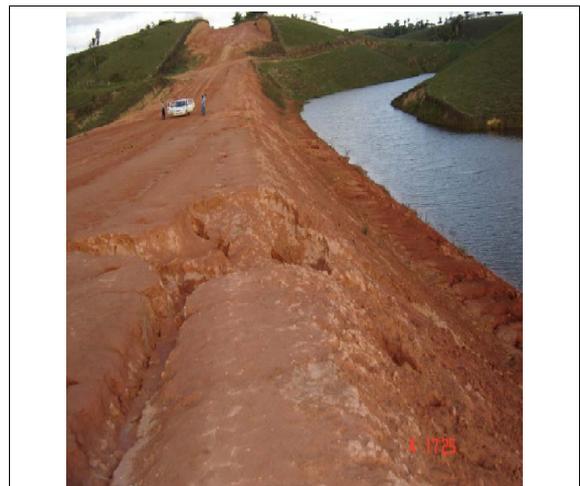


Figura 2: Vista de outra barragem próxima ao município de Canastra AL, no Rio Jacuíbe.
Fonte: <http://www.semarh.al.gov.br>

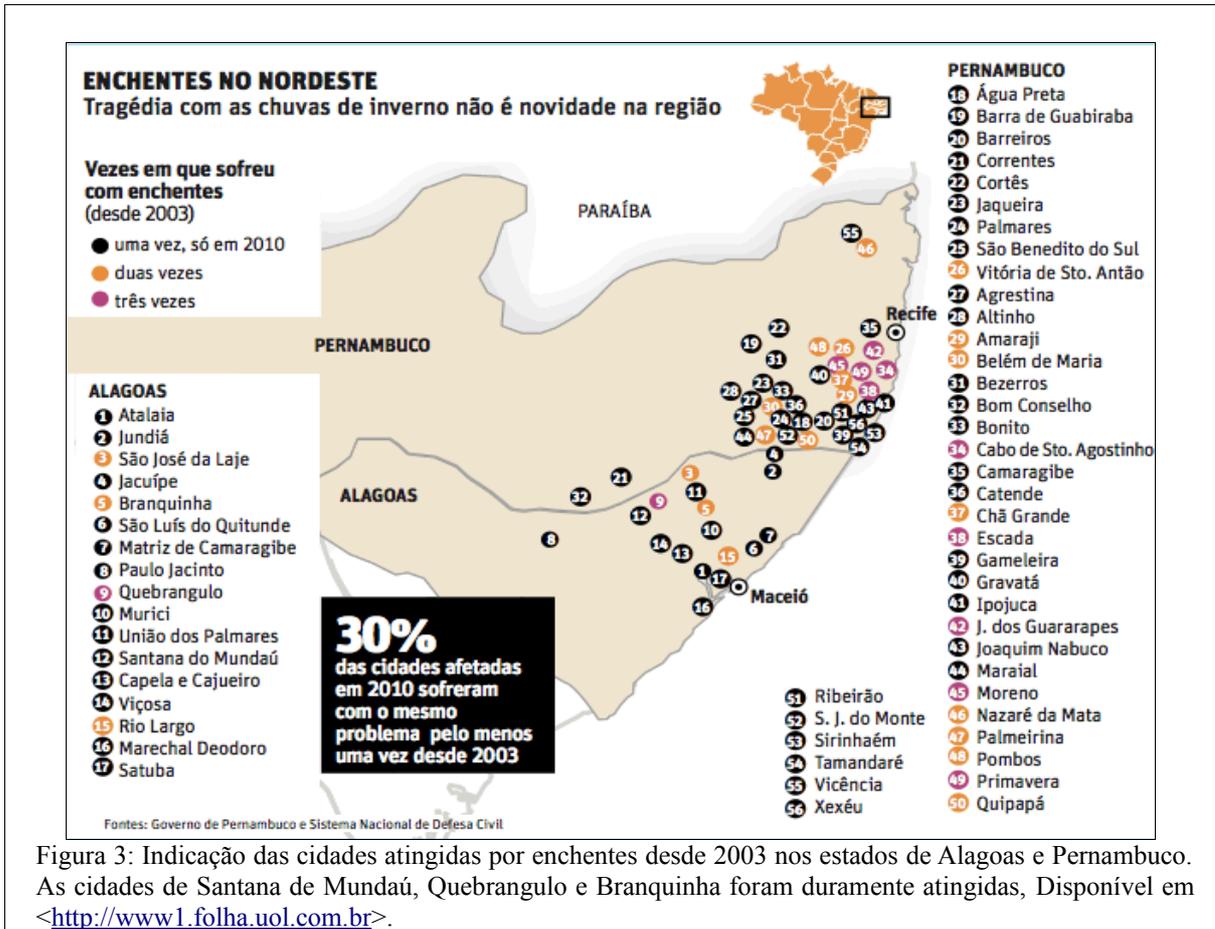


Figura 3: Indicação das cidades atingidas por enchentes desde 2003 nos estados de Alagoas e Pernambuco. As cidades de Santana de Mundaú, Quebrangulo e Branquinha foram duramente atingidas, Disponível em <<http://www1.folha.uol.com.br>>.

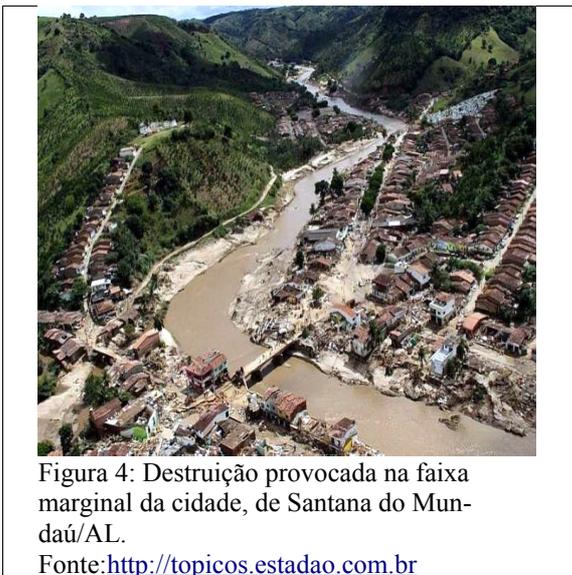


Figura 4: Destruição provocada na faixa marginal da cidade, de Santana do Mundaú/AL.
Fonte: <http://topicos.estadao.com.br>



Figura 5: Vista parcial da destruição causada pelo rio na cidade Santana do Mundaú/AL.
Fonte: <http://topicos.estadao.com.br>



Figura 6: Linha do trem é destruída pela força das águas do rio Mundaú, em Rio Largo/AL.

Fonte: <http://topicos.estadao.com.br>

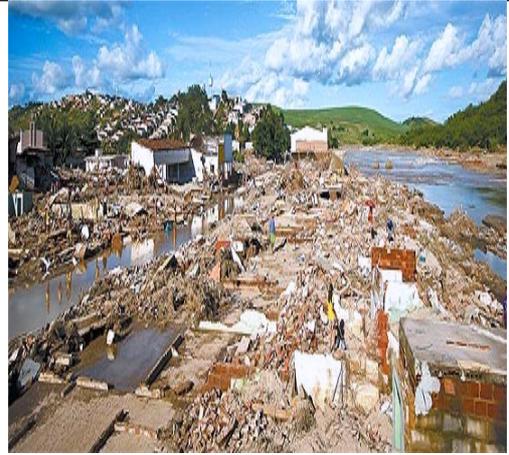


Figura 7: Centro da cidade de Branquinha/AL. Bombeiros compararam estragos a de um tsunami.

Fonte: <http://www1.folha.uol.com.br>



Figura 8: Imagem aérea mostra o efeito da enchente, em Jacuipê/AL.

Fonte: <http://imagem.band.com.br>



Figura 9: Caminhão destruído, pela enchente, em frente a igreja de Palmares/PE.

Fonte: <http://www1.folha.uol.com.br>



Figura 10: Vista aérea da cidade de União dos Palmares/AL, atingida pelas chuvas.

Fonte: <http://topicos.estadao.com.br>



Figura 11: Rio Una também transbordou, e invadiu a cidade de Barreiros/PE.

Fonte: <http://topicos.estadao.com.br>

Sintomático da necessidade de novos procedimentos na gestão de rios federais é o post “No Nordeste, Enchentes Devastadoras Estão Ligadas a Rompimento de Barragens” – da International Rivers:

Os últimos rompimentos de barragem no Nordeste evocam um problema que continua a se repetir. Nos últimos cinco anos, ao menos seis episódios foram registrados em diferentes partes do país, do estado do Pará no Norte à Minas Gerais e Rio de Janeiro no Sudeste. Ano passado, o rompimento da represa de Algodões I no Piauí foi comentado no blog de Glenn Switkes, que citou um estudo recente alertando que mais de 200 represas no Brasil correm sério risco de acidentes.

Segundo Renata Andrade, especialista em risco ambiental e gerenciamento de bacias hidrográficas na Universidade Católica de Brasília, 'Frequentemente, as populações vivendo rio abaixo de represas são altamente vulneráveis às enchentes, devido à falta de precaução nas barragens e programas de preparo para emergências. No caso do rio Mundaú, não havia sequer um sistema de alerta para informar as populações locais dos riscos eminentes do rompimento de represas e a enchente que veio em seguida'.

Segundo a Professora Andrade, “Temos que encarar essa situação por meio de ações de prevenção e de precaução para evitar desastres com efeito dominó de rompimento de represas, como aconteceu ao longo do rio Mundaú. Também precisamos pensar sobre como estamos desenvolvendo nossas bacias hidrográficas dentro de novos cenários de mudança climática, para evitar que se continue aumentando ameaças à população, às propriedades e ao meio ambiente como um todo. Precisamos urgentemente melhorar a segurança das represas e repensar a situação atual de uso da terra, antes que outro desastre aconteça . Disponível em <<http://www.internationalrivers.org>>.

A notícia veiculada no post acima, pode ser comprovada por relatos que informam o rompimento da Barragem de Bom Conselho, mais conhecida como Açude das Nações, de dominialidade federal. O Açude das Nações, é um reservatório a fio d'água com uma área de drenagem própria estimada em 2.470 hectares, com altura de 12m, é formado por um extenso e baixo barramento de vertedouro de concreto, com uma ponte de tráfego urbano, na cidade de Bom Conselho, estado de Pernambuco. O volume de água que pode ser acumulado é de cerca de 800 milhões de m³.

Segundo relatos, já na manhã do dia 18 de junho, a Defesa Civil e o Corpo de Bombeiros da cidade de Bom Conselho em Pernambuco alertavam a população para o risco que a barragem no seu limite representava.

Por volta de 13:30h, começa o galgamento da barragem com quase duzentos metros de comprimento e 12 metros de altura, 40 m da barragem se rompem, ver figuras 12 e 13, provocando a onda de enchente que atinge diretamente o centro de Bom Conselho e se propaga pelo rio Paraíba já com elevadas vazões, até atingir os municípios Alagoanos. Disponível em <<http://www.faroldemocrata.com>>.

Ainda nesse site temos a declaração do Professor Zeca Barbosa .

Estava de viagem a Garanuns quando uma jovem me fez a seguinte indagação, por volta das 14:00h: muita chuva! eu respondi não. Saí de casa por volta das 08:00h da manhã e não vi tanta chuva!

Ao chegar nas proximidades da ponte do rio Dunga, em Lagoa do Ouro, notei que havia algo estranho. A ponte quase transbordando e lá na frente parte do asfalto com bastante água. Parei o carro e perguntei. O que foi que aconteceu? Dois açudes estouraram e a barragem de Dr. Luiz de Gois também estourou.

Os dois açudes eram de porte médio, e a barragem construída há mais cem anos, recebeu um volume muito grande de outros açudes que estouraram.

A ponte do Rio Riacho Seco ficou ilhada. As águas abriram uma cratera de 30 m de comprimento por 5 metros de altura. Pois a barragem construída pelo ex-prefeito de Paratama Luiz Roldão também estourou.

A barragem do ex-prefeito Luiz Roldão jogou toda a sua água no rio Riacho Seco em Lagoa do Ouro que desemboca no rio Paraíba, que recebeu águas da barragem de Bom conselho, fora os mais de 5 rios afluentes que jogam para o rio Paraíba que passa por Quebrangulo -AL.

A barragem de Dr. Luiz de Gois jogou toda a sua água no rio Mundaú inundando inicialmente a cidade das Correntes -PE.

As chuvas não foram fortes, porém choveu de forma lenta e gradual, pois água mole em pedra dura tanto bate que fura. No município de Lagoa do Ouro a maioria absoluta dos açudes e barragens transbordaram entre às 14:00h até o dia seguinte 19 de junho de 2010.

A barragem de Dr. Luiz de Gois fora construída há mais de cem anos. A de Luiz Roldão há mais de 20 anos. E muitos açudes foram construídos nas margens dos leitos dos rios, muitas delas mal construídas.

Como observa-se são fartos os relatos que podem ser buscados e que associam em diferentes graus o rompimento de açudes e barragens com as inundações e destruição de parte de inúmeras cidades nos estados de Pernambuco e Alagoas. Mais uma vez evidencia-se a falta de estudos que deveriam existir de demarcação das faixas marginais e do risco potencial de intervenções no corpo hídrico, associando essas obras a riscos potenciais ainda na fase do seu licenciamento.

Só recentemente, através da Lei Nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, disponível em, <<http://legislacao.planalto.gov.br>>, é que se estabeleceu a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos. A referida Lei no seu Art. 7º determina que as barragens sejam classificadas pelos agentes fiscalizadores, por categoria de risco, por dano potencial associado e pelo seu volume, com base em critérios gerais estabelecidos pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH).

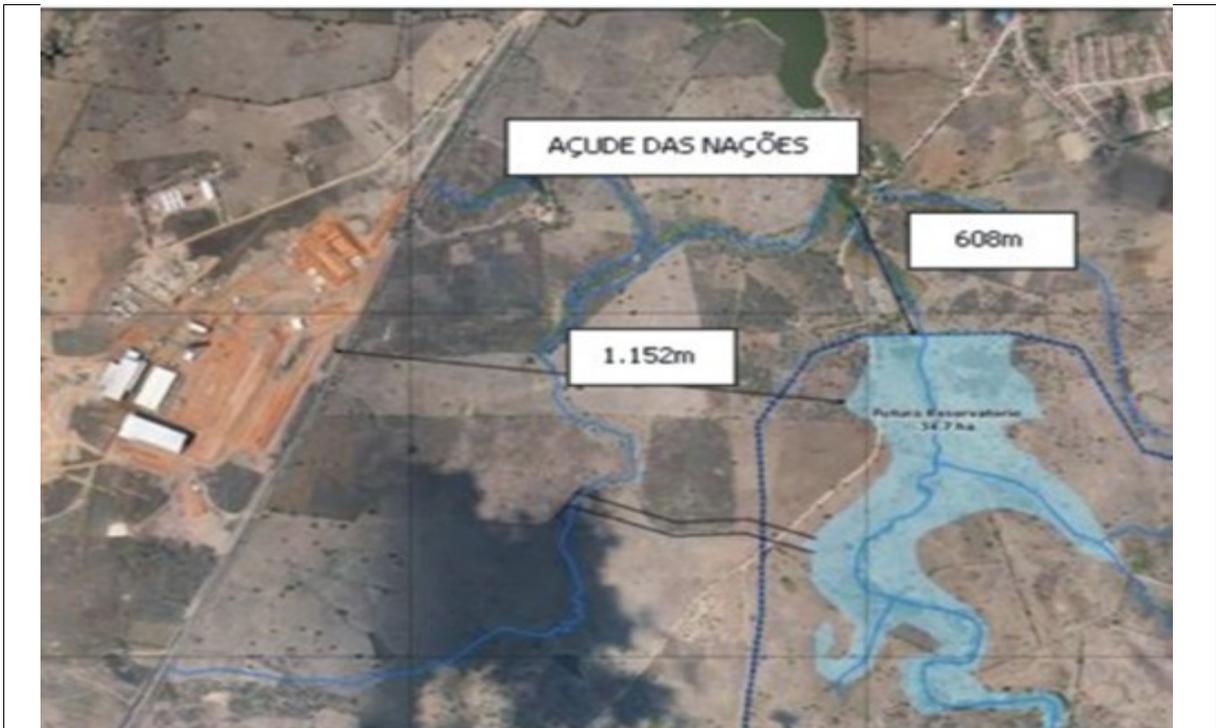


Figura 12: Fotografia aérea com indicação da área de ocupação do Açude das Nações. Disponível em <<http://zonaderisco.blogspot.com>>.



Figura 13: Fotografia que apresenta a área de ruptura da barragem. Disponível em <<http://zonaderisco.blogspot.com>>.

2.3 ALGUNS EXEMPLOS DA EXPERIÊNCIA INTERNACIONAL NA RECUPERAÇÃO DA MOBILIDADE E REQUALIFICAÇÃO FLUVIAL DE RIOS

Como observou-se anteriormente a preservação dos recursos hídricos está associada a medidas preventivas, como por exemplo, a análise da segurança de barragens e adoção de medidas de requalificação de rios, Requalificação Fluvial, que passaram a ter uma maior relevância na Europa a partir de 2000. A dissertação preocupa-se com a inserção desses temas nas discussões sobre a saúde do rio Paraíba do Sul, e da qualidade e disponibilidade de suas águas, inserindo a partir dessa data, a necessidade de um reforço das fiscalizações na abordagem desses assuntos, indicando-se os primeiros passos para a ampliação dos estudos, de forma que se possa determinar a Classificação Geomorfológica do rio. Essa classificação permitirá a indicação dos procedimentos mais adequados e prioritários que levem a uma Requalificação Fluvial do trecho estudado. Considerando-se as imensas dificuldades, a serem enfrentadas nos trechos urbanos.

Nesse sentido, a dissertação trará ao final sua contribuição, através de uma ampla caracterização da área estudada, da inserção de novos conceitos como a Definição do Modelo de Células de Escoamento como ferramental de apoio, para a simulação de diferentes condições de escoamento, determinação de linha do bankfull, definições legais e a indicação de conceitos adotados pelo Centro Italiano de Requalificazione Fluviale – CIRF, e a apresentação de algumas trabalhos de requalificação que estão em desenvolvimento na Europa.

O objetivo a ser alcançado, em termos utópicos é um estado geomorfológico que pode ser representado pela figura 14.

É necessário que atente-se, para a necessidade de mudanças em conceitos já enraizados, de intervenções impactantes e artificiais, na busca de soluções para o controle de enchentes e contenção de margens, que hoje são caracterizadas pelo disseminado uso de aterros e rip-raps, com o uso de escória de alto forno. A mudança de conceito pode ser representada pelas figuras 15 e 16. Mostram a importância do resgate da sinuosidade dos rios, e da sua mobilidade lateral.

A figura 17 mostra o inverso da recuperação, ou seja o que pode acontecer na foz de um rio degradado no seu encontro com o mar. A ilustração é representativa da importância da manutenção do volume histórico de sedimentos transportados, para a preservação da foz do Paraíba do Sul.



Centro Italiano
per la
Riqualificazione Fluviale

OBJETIVO "SALUD"

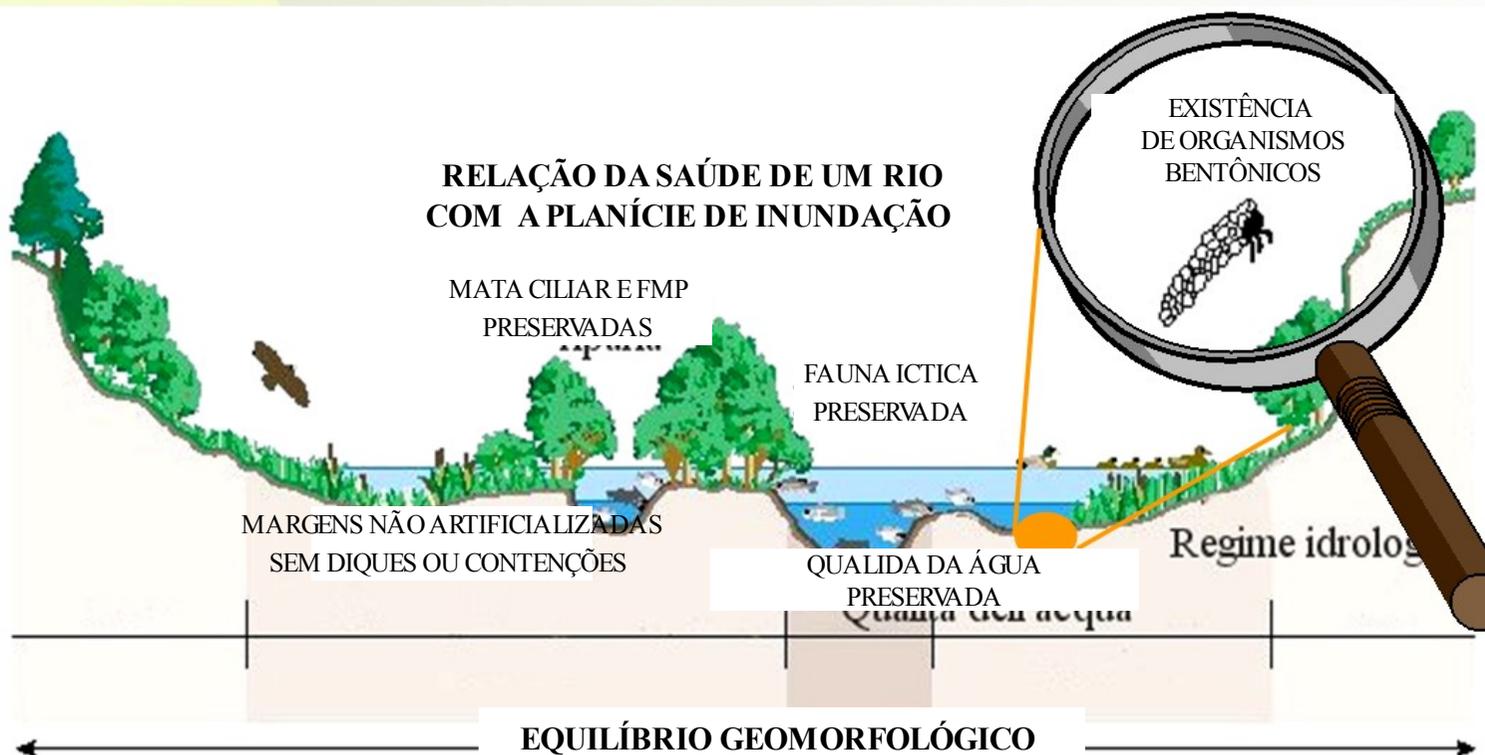


Figura 14: Seção transversal de um rio e suas margens em equilíbrio geomorfológico, dentro de suas condições naturais. Adaptado de Nardine A., Recuperação Fluvial: Conceitos segundo CIRF, apresentado na Missão Serelarefa Brasil, fevereiro de 2011.

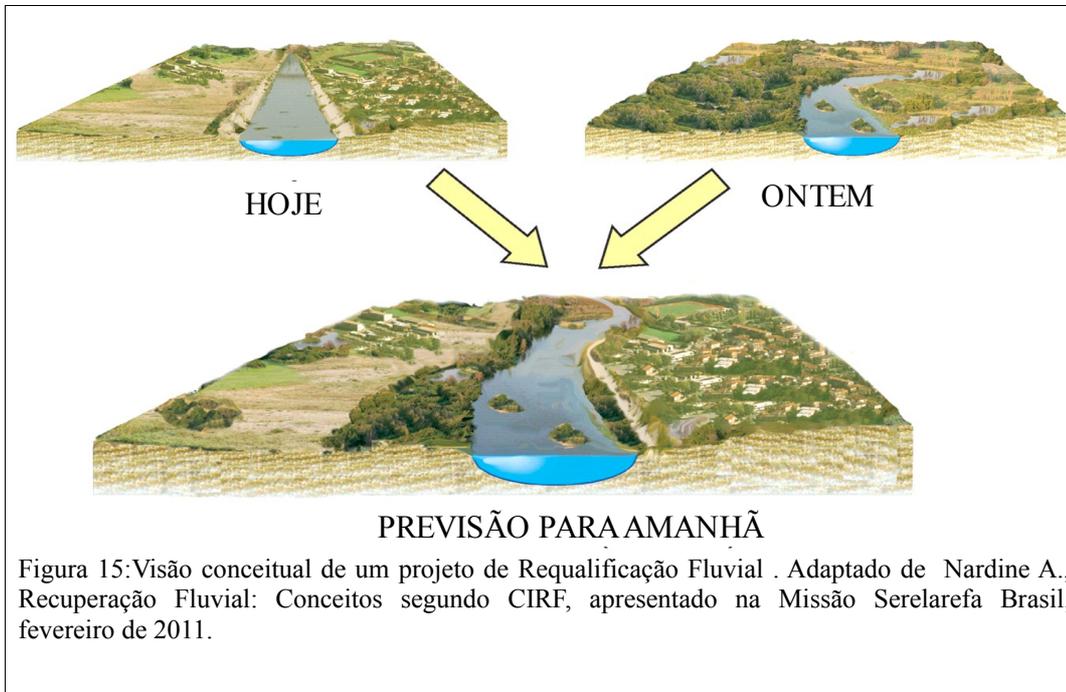


Figura 15: Visão conceitual de um projeto de Requalificação Fluvial . Adaptado de Nardine A., Recuperação Fluvial: Conceitos segundo CIRF, apresentado na Missão Serelarefa Brasil, fevereiro de 2011.

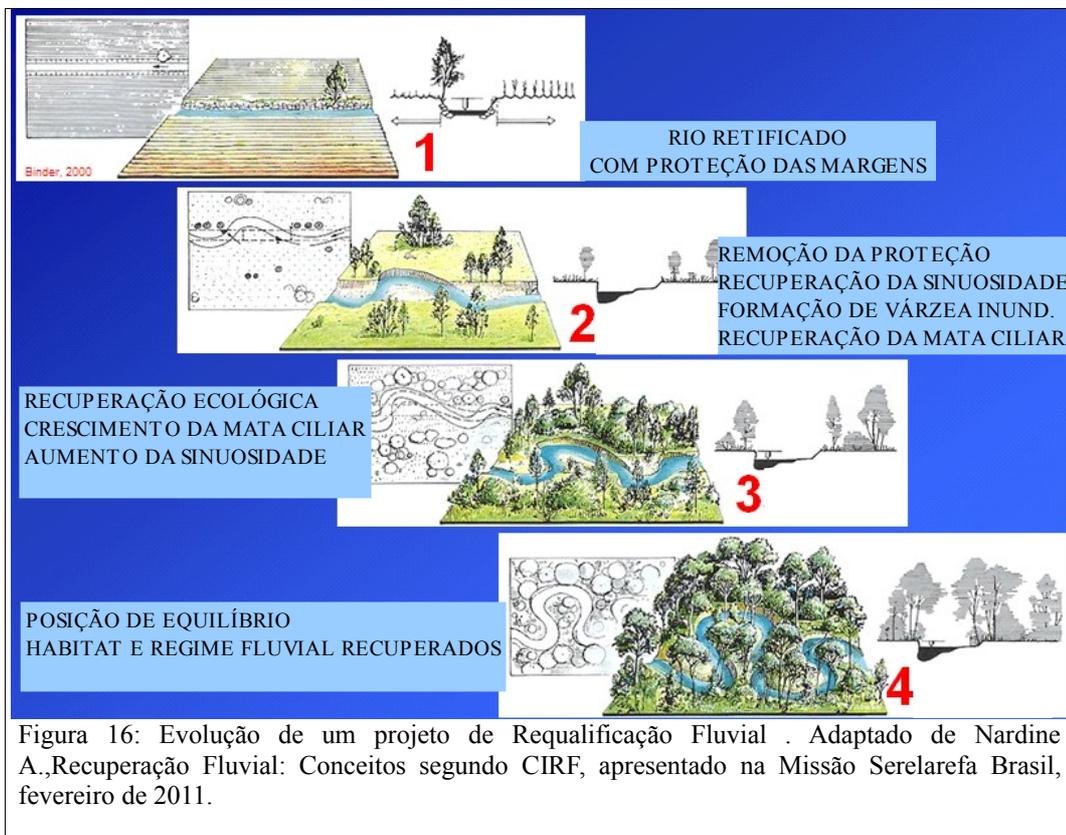
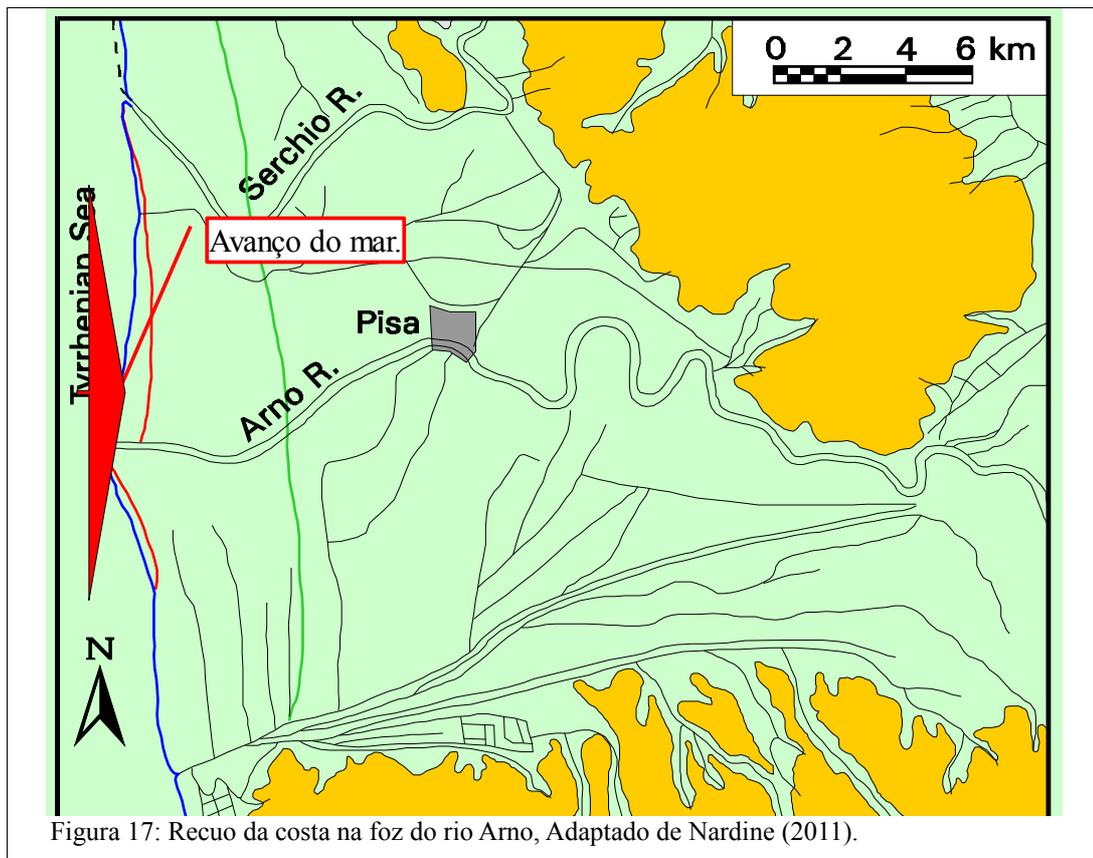


Figura 16: Evolução de um projeto de Requalificação Fluvial . Adaptado de Nardine A., Recuperação Fluvial: Conceitos segundo CIRF, apresentado na Missão Serelarefa Brasil, fevereiro de 2011.



A tabela 1 , baseada em Nardine (2011), apresenta as ações não estruturais e estruturais que podem ser adotadas para a busca da Requalificação Fluvial.

TABELA 1 - AÇÕES PARA REQUALIFICAÇÃO FLUVIAL
AÇÕES NÃO ESTRUTURAIS
CULTURAIS (Conhecimento, Sensibilidade, Consciência, Valores, Know how)
PLANEJAMENTO E TOMADAS DE DESIÇÃO
LEGISLAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO
INCENTIVOS E RESTRIÇÕES
INFORMAÇÃO E MONITORAMENTO
AÇÕES ESTRUTURAIS
DEVOLUÇÃO DO ESPAÇO E MOBILIDADE DO RIO
REMOÇÃO DE ENDICAMENTOS
RESTAURAÇÃO DA FAIXA MARGINAL DE PROTEÇÃO
MELHORA DO REGIME HÍDRICO E CONTROLE DA EXTRAÇÃO DE AREIA
MELHORA DA QUALIDADE DA ÁGUA E TRATAMENTO DE EFLUENTES

A seguir, nas figuras 18 a 24, são apresentados alguns casos de rios europeus, onde observam-se as migrações laterais dos seus cursos ao longo de décadas. e alguns projetos de Requalificação Fluvial que estão em desenvolvimento.

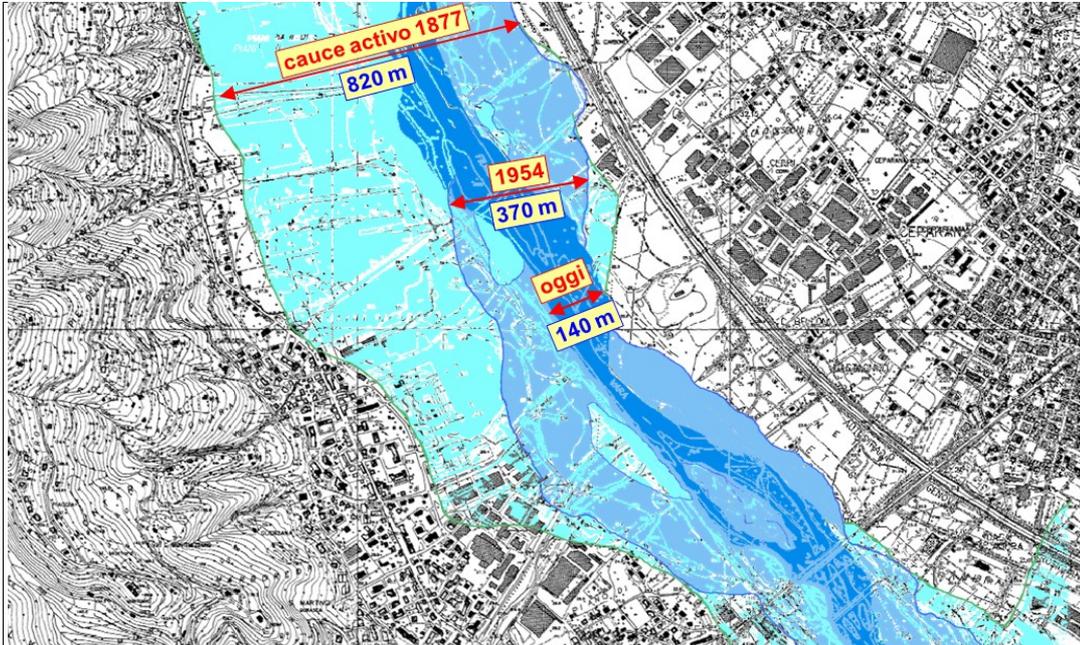


Figura 18: observa-se a grande diminuição da mobilidade e o estreitamento do rio Vara, no período de 1877 até 2011, provocadas por intervenções antrópicas.

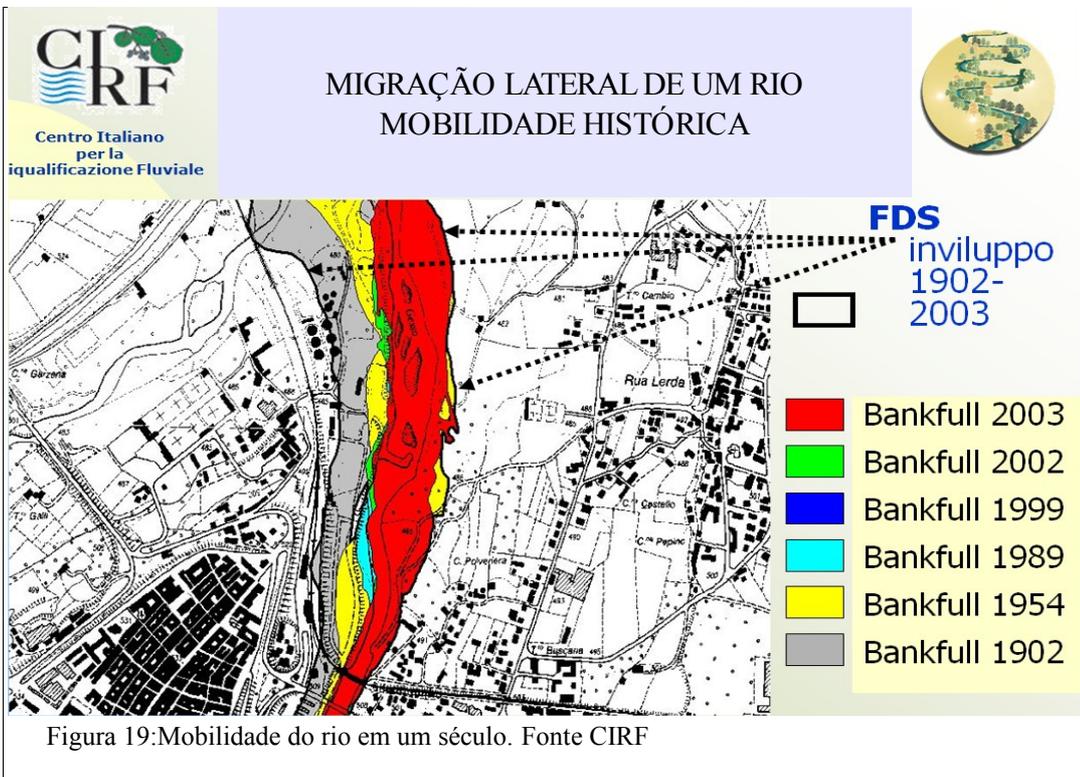


Figura 19: Mobilidade do rio em um século. Fonte CIRF

Embora a experiência internacional em projetos de Requalificação Fluvial seja de poucas décadas já podem ser citados inúmeros casos de realizações bem sucedidas. Para finalizar o item da Requalificação Fluvial, apresentam-se algumas experiências internacionais, conforme relatado por Giancarlo Gusmaroli na apresentação do Projeto Serelarefa, RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE: ESPERIENZE INTERNAZIONALI, (SERELAREFA, 2011).

Um projeto interessante é o que está sendo desenvolvido no rio Drava na Alemanha. As intervenções efetuadas, figura 20, deram ao rio uma nova mobilidade, e permitiram que o rio e suas margens, também passassem a ter uma maior interação com a população, criando-se novas áreas de recreação.

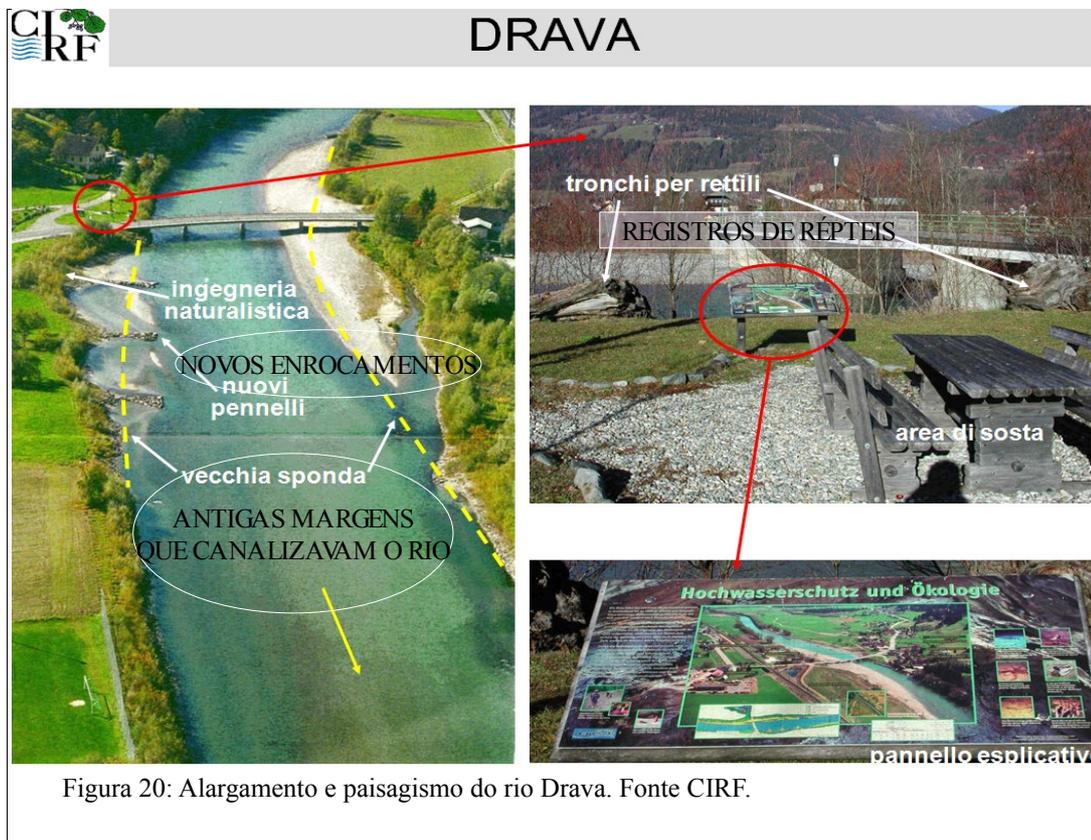
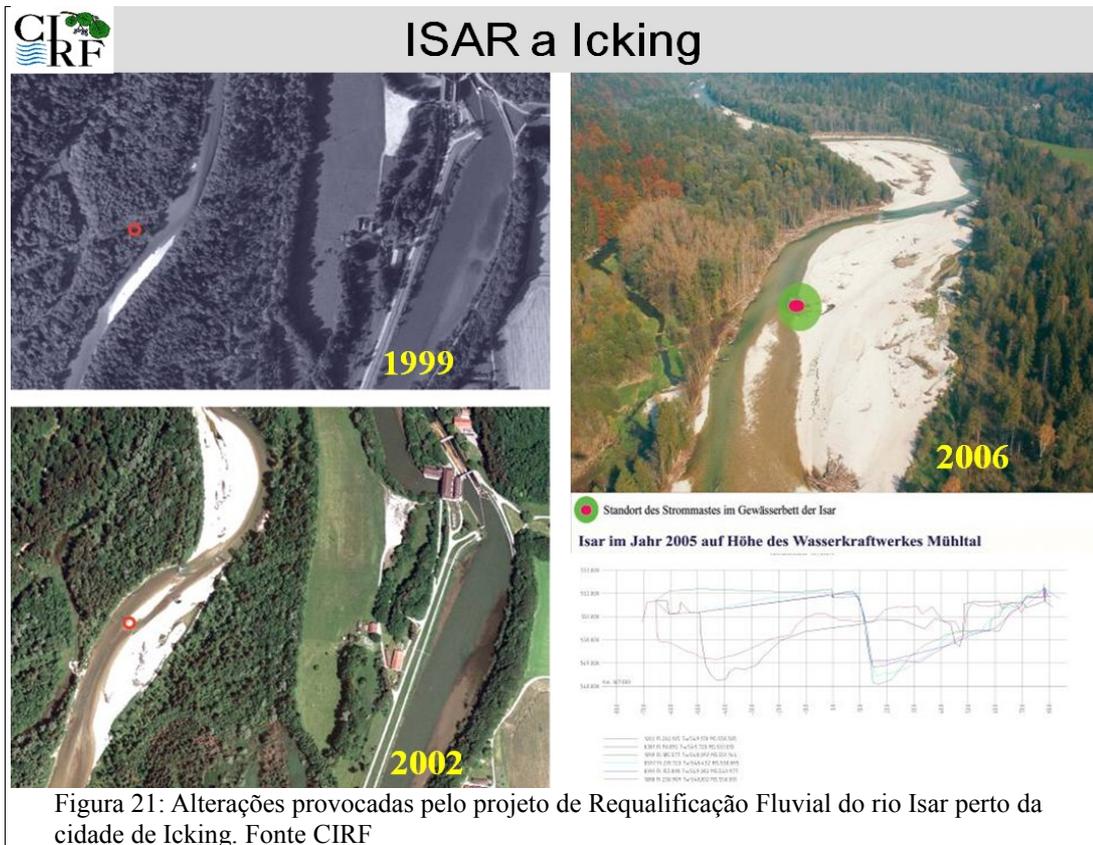


Figura 20: Alargamento e paisagismo do rio Drava. Fonte CIRF.

Outro projeto a ser destacado é o do rio Isar. Esse rio que nasce nos Alpes e corre até o Danúbio, foi canalizado a partir do século XIX, mais de 100 anos, como medida de controle de inundações e geração de energia. Diques de proteção foram construídos da cidade de Munique até a foz no rio Danúbio. Contudo, as inundações das últimas décadas levaram ao questionamento das ações tradicionais, e aceleraram as discussões que acabaram levando a aprovação de projetos de Requalificação Fluvial, em trechos do rio. Como por exemplo os efetuados na área urbana de Munique e o na área de florestas perto da cidade de Isar.

Disponível em, <http://www.zaragoza.es>.



Outro projeto europeu que pode ser destacado é o de Requalificação Fluvial de um

conhecido rio francês, o rio Allier. Principal afluente do rio Loire, segundo as informações disponibilizadas pela Loirenature, em www.loirenature.org, o Allier é muitas vezes considerado como; "um dos últimos grandes rios selvagens da Europa". Com um curso muito variado, de 425 km de comprimento e pouco impactado pelo homem, em comparação com outros grandes rios, o Allier realmente tem uma dinâmica fluvial muito ativa, e apresenta uma grande riqueza ecológica.

Até a década de 1950, às margens do Allier eram ocupadas principalmente por pastagens para o gado. Os agricultores criavam seu gado em harmonia com o rio. Na década de 1960, a mecanização da agricultura e a consolidação da propriedade levaram a uma intensificação da produção e a um crescimento significativo da irrigação, que tem hoje mais de 20.000 ha irrigados. Esta mudança nas práticas agrícolas teve, ao longo do tempo, uma influência direta no desaparecimento dos habitats naturais e na a degradação da qualidade da água do rio. Essas práticas tornaram-se incompatíveis com os caprichos do Allier, que resultaram em construções de rip-rap para a proteção das margens, construção de barragens, etc. Com o tempo os pastos se tornaram raros, e as ajudas agroambientais são cada vez mais solicitadas e de difícil manutenção.

Um outro recurso natural e econômico, muito importante do vale do Allier, era a extração de agregados (areia e cascalho) para estradas e edifícios. Essa extração antes equilibrada, teve um enorme incremento com o desenvolvimento econômico da segunda metade do século XX. Milhões de m³ foram extraídos, primeiramente do leito do rio e posteriormente da planície de inundação (nota-se aqui a correlação com os fatos ocorridos no rio Paraíba do Sul). Estima-se que o uso destes materiais na região de Loire-Allier, em um século, corresponda ao fluxo de entrada de 300 a 400 anos. As consequências desta atividade de mineração foram e continuam a ser catastróficas. Assim, em 1981, as extrações foram proibidas na calha do rio. Como consequência, a extração de agregados mudou-se para a planície aluvial (como ocorre na região da bacia do rio Guandu), novamente com consequências graves.

Como a situação econômica e ambiental se agravava, e era cada vez mais difícil de serem mantidos os procedimentos adotados, foram propostas medidas que permitissem um desenvolvimento sustentável e iniciaram-se projetos de requalificação Fluvial.

EVOLUÇÃO DO RIO ALLIER
NAS PROXIMIDADES DE CHATEL DE NEUVRE
ENTRE 1884 E 1998

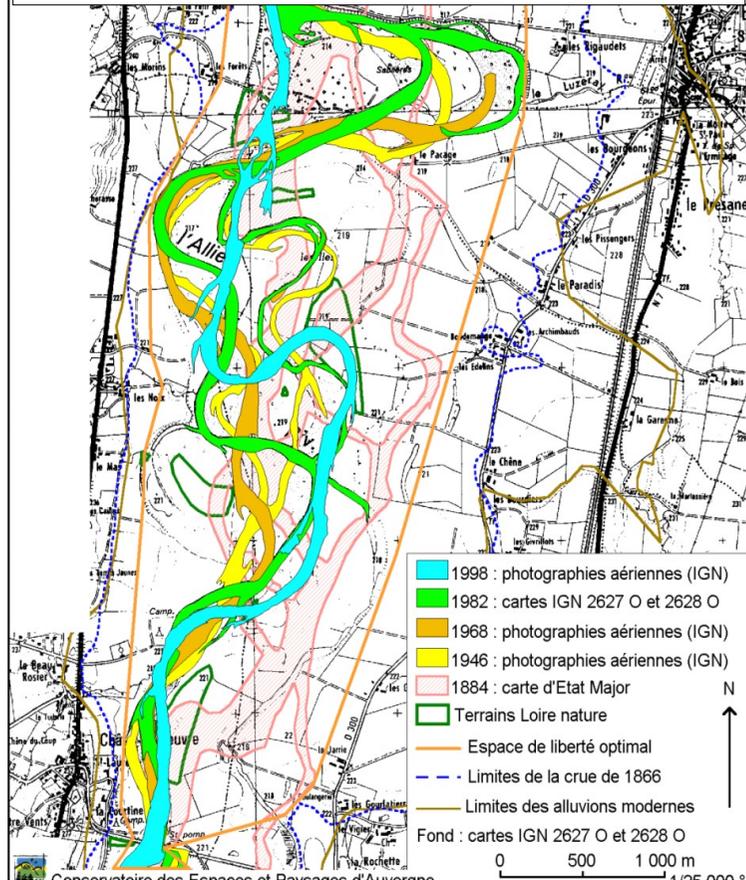


Figura 23: mobilidade do rio entre 1884 e 1998. Observa-se o estreitamento da calha e perda da sinuosidade. Fonte CIRF.

REQUALIFICAÇÃO PROPOSTA PARA O RIO ALLIER
NAS PROXIMIDADES DE CHATEL DE NEUVRE

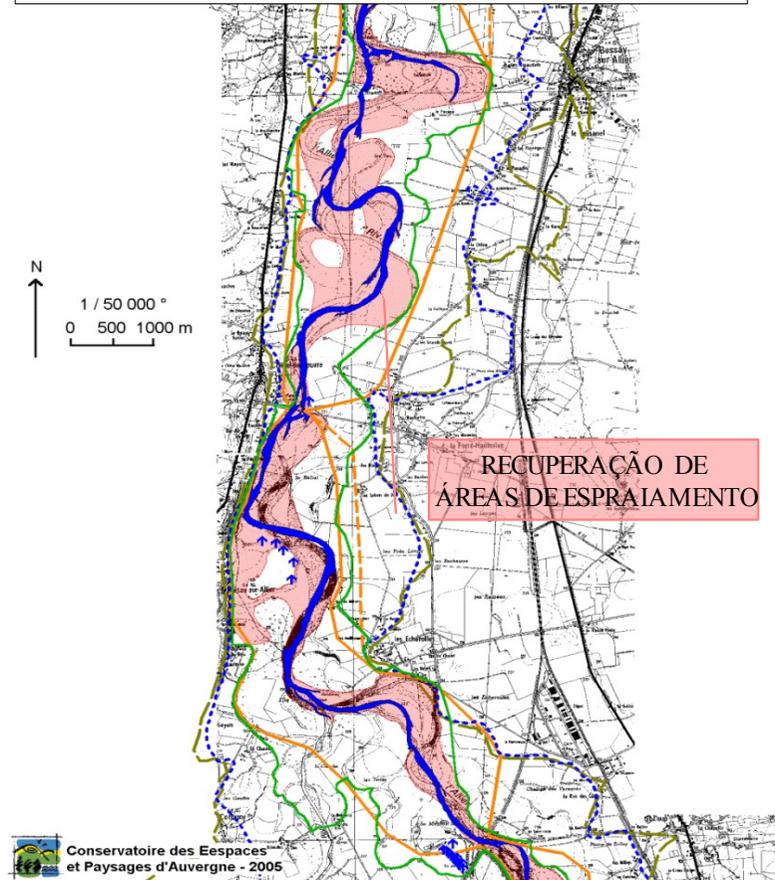


Figura 24: Intervenção proposta, devolvendo-se os meandros e áreas de espriamento. Fonte CIRF.

Considerando-se as experiências internacionais, como um passo adiante dessa dissertação, se propõe a Classificação Geomorfológica do trecho do estudo, como etapa de preparação para projetos de requalificação. Essa classificação poderá ser obtida partindo das informações já disponibilizadas e adotando-se, por exemplo, os procedimentos indicados no Manual Técnico Operativo para Avaliação e Monitoramento do Estado Geomorfológico de Cursos D'água – ISPRA, disponível em <http://www.isprambiente.gov.it> . É necessário, contudo, que pequenas alterações sejam efetuadas nesse manual para adequá-lo as condições dos rios brasileiros. Essas alterações não serão abordadas no âmbito da dissertação.

Sendo assim, os estudos desenvolvidos nessa dissertação, com a caracterização do trecho, e preparação da base de modelagem hidrodinâmica para a representação dos seus escoamentos podem ser utilizados como base em futuros trabalhos, que aliem as ferramentas adotadas na dissertação às metodologias indicadas no manual do CIRF, de modo a que seja estabelecido de forma pioneira a Classificação do Estado Morfológico Atual desse trecho do rio Paraíba do Sul.

3. REVISÃO DA LEGISLAÇÃO

3.1. A EVOLUÇÃO DA LEGISLAÇÃO NA CARACTERIZAÇÃO DO DOMÍNIO DE RIOS FEDERAIS E TERRENOS MARGINAIS.

A preocupação dos legisladores quanto à necessidade da preservação dos terrenos marginais e recursos hídricos remonta à época do Império Português. De fato, ao se voltar para a história do Brasil, poderemos verificar que, ao longo do tempo, foram se solidificando as leis que buscavam a preservação dos recursos hídricos e a necessidade da presença do Estado no controle desses recursos.

No Brasil Colonial, com as Ordenações Filipinas, aprovadas em 11 de janeiro de 1603, surgem às primeiras indicações claras de que o Estado passa a perceber a importância da preservação das espécies, do compartilhamento e qualidade das águas.

Tal preocupação pode ser comprovada com a leitura dos cinco livros onde se verifica que a matéria ambiental estava presente: no Livro I, título LVIII e título LX(13,5); Livro II, título LIX; Livro IV, título XXXIII; Livro V, títulos LXXV e LXXVIII, e aditamentos do Livro IV. Deve-se destacar que no Livro V título LXXV “*Dos que cortão Árvores de fructo, ou Sovereiros ao longo do Tejo*” tem-se, já naquela data, uma restrição na ocupação das faixas marginais, que poderia hoje ser entendida como a atual Área de Proteção Permanente - APP, “*nem até 10 léguas do Tejo, contadas delle para ambas as bandas do Sertão*”. Já no Livro V título LXXVIII “*Das caças e pescarias defesas*” temos as primeiras regras de defeso e do controle de lançamento de poluentes em rios.

Embora tais restrições não tivessem à época o significado ambiental dos dias atuais, já denotavam então a preocupação econômica e militar na preservação de árvores utilizadas na construção de caravelas, como também na defesa da fauna pertencente ao Rei.

Assim, se no século XVII já se contava com as primeiras restrições legais para o uso dos recursos naturais e sua defesa e existia algum tipo de restrição quanto a poluição dos rios e corte de vegetação arbórea em faixa marginal, no século XIX foi introduzida à noção dos terrenos marginais.

Segundo a abalizada lição de Gasparine (apud Silva, 2008, p.3).

Foi o art. 39 da Lei Imperial nº. 1.507, de 26 de setembro de 1807, que estabeleceu, de forma inédita, a primeira noção de terrenos marginais no direito administrativo brasileiro. Segundo o dispositivo legal, fica reservada para a servidão pública nas margens dos rios navegáveis e de que se fazem os navegáveis, fora do alcance das marés, salvo as concessões legítimas feitas até a data da publicação da presente lei, a

zona de sete braças contadas do ponto médio das enchentes ordinárias para o interior, e o governo autorizado para concedê-las em lotes razoáveis na forma das disposições sobre os terrenos de marinha.

Uma observação mais atenta da Lei nº 1.507, de 26 de setembro de 1807, permite que se entenda que, já naquela data, instituíam-se uma proteção aos terrenos marginais dos rios navegáveis de sete braças (15,40m). Para que a lei pudesse ser aplicada era necessária a demarcação do ponto médio das enchentes ordinárias. Assim, apesar de ser de fundamental importância para aplicação da lei a determinação da média das enchentes ordinárias, pouca atenção tem sido dada desde então à necessidade de uma informação hidrológica precisa.

Decorridas centenas de anos, os aspectos dessa lei não são devidamente observados desconsiderando-se a impossibilidade de ocupações do álveo em todo o território brasileiro. Desconsidera-se que em 1807 introduziu-se o conceito para o dimensionamento do álveo dos rios, associado as enchentes ordinárias.

Ressalte-se, contudo, que a determinação visual da média das enchentes ordinárias, ou a caracterização visual do álveo do rio sem o apoio de instrumentos técnicos adequados é tarefa fadada ao fracasso, mesmo para olhares acostumados às oscilações do nível d'água no local analisado. Tal fato é determinado pela difícil definição técnica da média das enchentes ordinárias, e a sua avaliação no contexto histórico de 1807.

Embora a Secretaria do Patrimônio da União através da ORIENTAÇÃO NORMATIVA QUE DISCIPLINA A DEMARCAÇÃO DE TERRENOS MARGINAIS E SEUS ACRESCIDOS, ON – GEADE – 003, disponível em :<<http://www.planejamento.gov.br>> acesso em 17/05/2009, tenha determinado que:

- 4.10.1 Considerar-se-á, para efeito de cálculo da média das enchentes ordinárias, as cotas máximas anuais referentes às enchentes com período de recorrência igual a 3 anos, excluindo-se as enchentes com período de recorrência igual ou superior a 20 anos.
- 4.10.1.1 Admitir-se-á a utilização, para cálculo da média das enchentes ordinárias, de cotas referentes às enchentes com período de recorrência superior a 3 anos, desde que devidamente justificada.
- 4.10.2 Serão utilizados somente dados de estações fluviométricas que possuam, no mínimo, 20 anos de observações.
- 4.10.3 De posse da ficha contendo os dados de observações das enchentes de uma determinada estação fluviométrica, as cotas máximas anuais deverão ser relacionadas em ordem decrescente.
- 4.10.4 O quociente obtido da divisão do número de anos de observação em uma estação fluviométrica pelo período de recorrência (em anos), indicará o número de cotas de enchentes com períodos de recorrência iguais ou superiores ao usado como referência para o cálculo.
- 4.10.5 Serão descartadas, da listagem elaborada de acordo com o item 4.11.3, as enchentes com período de recorrência inferiores a 3 anos e iguais ou superiores a 20 anos, determinadas com base no estabelecido no item anterior.
- 4.10.6 A média das enchentes ordinárias de uma estação fluviométrica será a média aritmética das cotas máximas anuais referentes às enchentes com períodos de recor-

rência entre 3 e 20 anos, não descartadas na forma do item anterior. Considerar-se-á, para efeito de cálculo da média das enchentes ordinárias, as cotas máximas anuais referentes às enchentes com período de recorrência igual a 3 anos, excluindo-se as enchentes com período de recorrência igual ou superior a 20 anos. que tenham seus tempos de recorrência no intervalo maior ou igual a três anos e inferior a 20 anos.

O Autor entende, que a ON mistura parâmetros hidrológicos com significância distinta. A utilização de enchentes com período de recorrência maior que três anos é incompatível com o espírito da Lei nº 1.507, de 26 de setembro de 1807, contraria o significado etimológico da palavra ordinário e não encontra respaldo em procedimentos usuais no estudo dos recursos hídricos e nas definições do leito do rio na literatura técnica internacional.

Posteriormente, com o Decreto nº 4.105, de 22 de fevereiro de 1868, avança-se na definição dos terrenos marginais e acrescidos.

Como esclarece Machado (2010, p. 456), a definição de domínio público dos rios como observamos até aqui, precede o Código Civil brasileiro de 1916.

Antes da promulgação do Código Civil brasileiro de 1916, manifestava-se a doutrina, na pena de José Antônio Pimenta Bueno, em sua obra *Direito Público Brasileiro e Análise e Constituição do Império: Domínio público* – por esta denominação, comumente se indica a parte dos bens nacionais, que é afetada imediatamente ao gozo e serviço comum do povo, como estradas, canais, rios navegáveis ou boiantes etc. . Como vemos os “rios” sempre foram classificados, no Direito brasileiro, como bens de uso comum do povo, seguindo-se o Direito Romano, como se vê nas Institutas de Justiniano.

Esta evolução contínua deu um grande passo com o Decreto Federal nº 24.643 de 10 de julho de 1934. Neste, o governo confere ao Ministério da Agricultura a competência de administrar o chamado Código das Águas, reafirmando-se e ampliando-se a definição das águas como um bem de domínio público. Nesse decreto encontramos, no Art. 12, a restrição para o uso das faixas marginais, e, nos Art. 14 e 15, a definição dos terrenos reservados . Contudo, é importante que se separe o avanço obtido com a definição do domínio público, na preservação dos rios, do pouco destaque que era dado, à época, à importância das faixas marginais na sua proteção e preservação.

Art. 12. Sobre as margens das correntes a que se refere a última parte do nº 2 do artigo anterior, fica somente, e dentro apenas da faixa de 10 metros, estabelecida uma servidão de trânsito para os agentes da administração pública, quando em execução de serviço.”

Art. 14. Os terrenos reservados são os que, banhados pelas correntes navegáveis, fora do alcance das marés, vão até a distância de 15 metros para a parte de terra, contados desde o ponto médio das enchentes ordinárias.

Art. 15. O limite que separa o domínio marítimo do domínio fluvial, para o efeito de medirem-se ou demarcarem-se 33 (trinta e três), ou 15 (quinze) metros, conforme os terrenos estiverem dentro ou fora do alcance das marés, será indicado pela seção transversal do rio, cujo nível não oscile com a maré ou, praticamente, por qualquer fato geológico ou biológico que ateste a ação poderosa do mar. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 20 de 11 de 2010.

Tem-se então, que em 1934 foi introduzida a definição da largura das faixas marginais que permanece até hoje. Também previu o Código das Águas, a existência de Águas Particulares e a apropriação de águas subterrâneas. Estes temas, presentes no seu Livro I, Tít.I, Cap.III,art. 8º e art.96, aliados à ausência do poder público, contribuíram, entende o autor, baseado na sua experiência de campo e viagens pelo interior do Brasil, para que se disseminasse um falso entendimento sobre o domínio particular sobre rios e faixas marginais.

Recorda o autor que, já na década de 80, quando, como engenheiro do Departamento Nacional de Obras e Saneamento-DNOS, vivenciou várias obras de dragagem, construção de polderes e irrigação no interior do Brasil, como era forte o sentimento de posse do rio e suas margens pelos proprietários rurais. Na sua grande maioria, estes admitiam apenas uma faixa marginal destinada a operação de máquinas, sem nenhuma preocupação quanto a preservação da mata ciliar. Esta percepção só seria abalada, décadas depois, com a entrada em vigor da Lei 9.433/97.

Um aspecto importante a destacar na década de 60, foi a aprovação na Sessão Plenária, de 03 de dezembro de 1969, da Súmula 479, assim enunciada! “As margens dos rios navegáveis são de domínio público, insuscetíveis de expropriação e, por isso mesmo, excluídas de indenização”. Disponível em: <<http://www.stf.jus.br>> . Acesso em 26 de março de 2011.

Na década de 70, cresce a noção do valor estratégico das águas e da sua proteção como garantia do crescimento econômico e preservação das futuras gerações. Tal fato levará a modificações nas décadas seguintes nas Leis brasileiras e assinaturas de acordos internacionais que buscarão a sua proteção e determinarão um enfoque mais abrangente no domínio público dos rios e suas faixas marginais.

Dentro desse contexto, o Brasil participa e assina a Convenção sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional, especialmente como Habitat de Aves Aquáticas, conhecida como Convenção de Ramsar, assinada em 02 de fevereiro de 1971 em Ramsar no Irã, que reconhece as funções hidrológicas das zonas úmidas, notadamente para a recarga das águas subterrâneas, a melhoria da qualidade da água e a diminuição das cheias, assim como as relações complexas que existem entre os recursos aquáticos e as zonas úmidas permitindo-se a consequente denúncia à ONU, (Promulgada em 16 de maio de 1996).

Outro marco da valorização das águas, é a participação do Brasil e a assinatura da Carta de Mar del Plata em 1977, na Conferência das Nações Unidas sobre a Água, na Argentina, onde se acordou que todos os povos têm direito ao acesso à água potável

necessária para satisfazer suas necessidades essenciais. Essa década está bem sintetizada no relatório da Agência nacional das Águas.

Até a década de 70, a preocupação com os recursos hídricos era incipiente, a escassez ocorria, principalmente, por motivos climáticos e não, ainda, por aumento da densidade demográfica. Naquele período tiveram início as discussões sobre gestão descentralizada da água e, em 1978, a Portaria nº90, conjunta dos Ministérios do Interior e de Minas e Energia, criou os Comitês de Estudos Integrados de Bacia Hidrográfica –CEIBH para diversos rios brasileiros, principalmente na Região Sudeste. Esses comitês, compostos apenas por integrantes do Poder Público, não tinham poder deliberativo, nem dispunham de recursos financeiros, mas realizaram diversos estudos fundamentais para o conhecimento da realidade das bacias e, mais importante, foi o primeiro passo para a descentralização da gestão da água. Disponível em:< <http://www.ana.gov.br>> , Acesso em: 22 de março de 2011.

Na década de 80 começam a aflorar os primeiros conflitos de uso das águas nas bacias. Os órgãos, envolvidos com o uso das águas e seu controle, passam a buscar modelos internacionais de planejamento integrado dos recursos hídricos, surgindo os primeiros trabalhos de cooperação internacional, como o obtido pelo extinto DNOS num convênio internacional com a Agência de Cooperação Técnica Alemã – GTZ, que redundou no pioneiro Planejamento Integrado dos Recursos Hídricos da Bacia do rio Sapucaí, realizado entre 1980 e 1985. Este e outros projetos levados a cabo pelo também extinto DNAE, formaram a consciência da necessidade de mudanças na legislação, e traziam para dentro das entidades públicas novos parâmetros, que introduziam a noção da preservação da faixa marginal e se confrontavam com as técnicas usuais .

Acompanhando a crescente modernização das leis sobre os recursos hídricos, a noção do domínio da União sobre rios e seus terrenos marginais teve seu grande marco com o advento da Constituição de 1988. Modificou-se radicalmente o antigo conceito de faixas marginais como áreas de operação de máquinas e de valor econômico para o novo conceito de faixas marginais como parte do corpo hídrico, advindo daí a necessidade do Estado passar a ter o seu domínio e promover a sua guarda.

Evidentemente a Constituição de 1988, tida por tantos como uma Constituição extremamente avançada nos seus aspectos sociais, mui sabiamente considerou a importância dos recursos hídricos no desenvolvimento da sociedade. Nela não há dúvidas quanto à definição do que são os rios federais e a quem pertence o domínio de suas margens. Como esclarece Silva (1988, p. 7), de forma exemplar, no seu artigo, Dos terrenos marginais da União: conceituação a partir da Constituição Federal de 1988, fica claro que “seriam terrenos marginais todos os terrenos situados a 15 (quinze) metros da Linha Média das Enchentes Ordinárias de Rios Federais, definidos no artigo 20, inciso III, da Constituição Federal”.

Art. 20. São bens da União:

I - os que atualmente lhe pertencem e os que lhe vierem a ser atribuídos;

II - as terras devolutas indispensáveis à defesa das fronteiras, das fortificações e construções militares, das vias federais de comunicação e à preservação ambiental, definidas em lei;

III - os lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio, ou que banhem mais de um Estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham, bem como os terrenos marginais e as praias fluviais;

~~IV - as ilhas fluviais e lacustres nas zonas limítrofes com outros países; as praias marítimas; as ilhas oceânicas e as costeiras, excluídas, destas, as áreas referidas no art. 26, II;~~

IV as ilhas fluviais e lacustres nas zonas limítrofes com outros países; as praias marítimas; as ilhas oceânicas e as costeiras, excluídas, destas, as que contenham a sede de Municípios, exceto aquelas áreas afetadas ao serviço público e a unidade ambiental federal, e as referidas no art. 26, II; (Redação dada pela Emenda Constitucional nº 46, de 2005.)

V - os recursos naturais da plataforma continental e da zona econômica exclusiva;

VI - o mar territorial;

VII - os terrenos de marinha e seus acrescidos;

VIII - os potenciais de energia hidráulica;

IX - os recursos minerais, inclusive os do subsolo;

X - as cavidades naturais subterrâneas e os sítios arqueológicos e pré-históricos;

XI - as terras tradicionalmente ocupadas pelos índios.

§ 1º - É assegurada, nos termos da lei, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios, bem como a órgãos da administração direta da União, participação no resultado da exploração de petróleo ou gás natural, de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica e de outros recursos minerais no respectivo território, plataforma continental, mar territorial ou zona econômica exclusiva, ou compensação financeira por essa exploração.

§ 2º - A faixa de até cento e cinquenta quilômetros de largura, ao longo das fronteiras terrestres, designada como faixa de fronteira, é considerada fundamental para defesa do território nacional, e sua ocupação e utilização serão reguladas em lei. Disponível em <<http://www.planalto.gov.br>>, Acesso em 22 de março de 2011.

Em 1997, através da Lei Federal nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, cria-se o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e institui-se a Política Nacional dos Recursos Hídricos, que definiu os fundamentos, objetivos e diretrizes gerais de ação para implementar a política. O Ministério do Meio Ambiente passava a ser o órgão federal responsável pela administração da política dos recursos hídricos.

Atualmente, são claras as obrigações legais da Secretaria do Patrimônio da União – SPU, na demarcação da LMEO e do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis – IBAMA, na demarcação da FMP dos rios federais e na fiscalização constante dos rios e suas margens, para evitar a ocorrência de ocupações e atividades predatórias nas áreas da União. Essas entidades e a Agência Nacional das Águas – ANA atuam no mesmo espaço físico e deveriam portanto ter uma ação coordenada, inclusive com a participação dos Comitês de Bacia, e demais entidades públicas estaduais e municipais.

Assim, a obrigatoriedade da demarcação das faixas marginais encontra-se balizada

pela legislação e o não cumprimento do determinado em lei, aliado à constante degradação observada, produz a destruição da água como bem de uso comum do povo, já comprometendo o abastecimento atual, criando as condições de conflitos acirrados no uso das águas, e enfraquecendo a sua preservação.

3.2 REVISÃO CRONOLÓGICA DAS LEIS E CONSTITUIÇÃO DE 1988.

A lei Imperial nº 1507 de 26/09/1867 no seu Art. 39 já reservava para servidão pública a zona de 7 braças (15,4 m) contadas do ponto médio das enchentes ordinárias para o interior;

Segundo a abalizada lição de Diógenes Gasparini, foi o art. 39 da Lei Imperial nº 1.507, de 26 de setembro de 1867, que estabeleceu, de forma inédita, a primeira noção de terrenos marginais no direito administrativo brasileiro.

Segundo o dispositivo legal, fica reservada para a servidão pública nas margens dos rios navegáveis e de que se fazem os navegáveis, fora do alcance das marés, salvo as concessões legítimas feitas até a data da publicação da presente lei, a zona de sete braças contadas do ponto médio das enchentes ordinárias para o interior, e o governo autorizado para concedê-las em lotes razoáveis na forma das disposições sobre os terrenos de marinha .

Vê-se que, a princípio, os terrenos marginais eram considerados meras “servidões públicas”, e não bens pertencentes ao Estado”. Disponível em < www.escola.agu.gov.br>, consultado em 6/03/2010).

Lembra-se que o **Decreto nº 4.105, de 22 /02/1868** já estabelecia no seu § 2º a faixa de 7 braças craveiras como de terrenos reservados nos rios navegáveis e no seu Art. 20 autorizava a demolição de qualquer construção, aterro e obras irregulares sobre o rio.

O **Decreto n.º 21.235 de 02/04/1932** que passava no seu Art. 1º o domínio dos terrenos marginais e acrescidos dos rios navegáveis, citava, em seu Parágrafo único, que igual domínio será exercido nos rios, que embora não navegáveis, mas caudais e sempre corredios, contribuam com suas águas para tornar outros navegáveis. Ainda nesse Decreto de grande valia é a definição dada no seu Art. 2º a rios navegáveis; “Consideram-se rios navegáveis os rios e as lagoas em que a navegação seja possível, por embarcações de qualquer espécie, inclusive jangadas, balsas e pranchas”. Obviamente é impossível não atentar que esta definição ainda hoje, em que pese a crescente degradação, atinge a quase totalidade dos nossos rios perenes.

Como consequência do decreto acima, tem-se o **Decreto nº 22.658 de 20/04/1933** que transfere para os estados o domínio dos terrenos aforados em nome da União.

Em 1934, através do **Decreto Federal nº 24.643 de 10/07/1934** – Código da Águas, se modifica novamente a dominialidade dos rios. No Art. 29, define-se que as águas públicas de

uso comum, bem como o seu álveo, pertencem a União, quando percorram parte dos territórios de dois ou mais Estados”. Onde se enquadra, desde essa época, o rio Paraíba do Sul. No seu Capítulo IV, Art. 9º, temos a definição do álveo – álveo é a superfície que as águas cobrem, sem transbordar para o solo natural e ordinariamente enxuto, (grifo do autor). Esta definição mantém a da Lei Imperial n.º 1507, das enchentes ordinárias, como limitadoras da calha do rio. Evidentemente o solo só pode ser ordinariamente enxuto se não for atingido pelas enchentes ordinárias. No seu Art. 14, o Código das Águas substitui a unidade de medida “braças” por “metros”, passando os terrenos reservados para 15m para a parte de terra.

Importante citar o Art.26: “O álveo abandonado da corrente pública pertence aos proprietários ribeirinhos das duas margens, sem que tenham direito a indenização alguma os donos dos terrenos por onde as águas abrigarem novo curso”. Assim, nesse momento, infere-se que as migrações e mudanças de curso do rio poderiam determinar novas dominialidades sobre os espaços ocupados pelos álveos.

Em 1940, através do Decreto n.º 2.490 foram estabelecidas as Normas para Aforamento dos Terrenos de Marinha . No seu Art. 3º está escrito;

Art. 3º - A União não reconhece e tem por insubsistentes e nulas quaisquer pretensões sobre o domínio dos terrenos de marinha, assim considerados os que, banhados pelas águas do mar e pelas dos rios e lagoas até onde alcance a confluência das marés, vão até à distância de 33 metros para a parte da terra, medidos no ponto a que chegava o preamar médio em1831. Disponível em< www.planalto.gov.br >,consultado em 14 de março 2010

Determinava ainda o Decreto n.º 2.490, no seu § 1º: “A Diretoria do Domínio da União providenciará quanto antes a fim de que cesse de vez a posse mantida, a qualquer título, com fundamento naquelas pretensões”..

Observa-se que de forma clara o não reconhecimento de qualquer pretensão sobre os terrenos de marinha na faixa de 33m a partir da preamar média de 1831, fossem esses terrenos banhados pelas águas do mar ou pelas de rios ou lagoas até aonde alcance a confluência das marés. Caracterizava como de competência exclusiva da Diretoria de Domínio da União, atual Secretaria do Patrimônio da União a determinação da preamar média de1831.

Em 1946, o **Decreto- Lei nº 9.760 de 05/09/1946**, que foi alterado pela **Lei 9636 de 15/05/1998**, dispõe sobre os bens imóveis da União, definindo como bens imóveis da União os terrenos marginais definidos nas alíneas a) e b). Por outro lado o Decreto-Lei no seu Art. 9.º determinava a competência do Serviço de Patrimônio da União para a determinação das linhas do preamar médio do ano de 1831 e da média das enchentes ordinárias, condição mantida até hoje. Observa-se a reafirmação da competência do SPU para a demarcação da

LMEO e a intenção de ser dada publicidade ao ato demarcatório. Assim desde 1946 é de competência da atual Secretaria do Patrimônio da União, a determinação da Linha Média das Enchentes Ordinárias.

Passados quase 65 anos, em que foram presenciadas grandes transformações na região do médio Paraíba do Sul, como a implantação da CSN, indústrias automobilísticas, etc, em que o Brasil percorreu diferentes caminhos políticos desde a era Vargas, passando por Kubitschek, pelo período militar e pela Constituição de 88, em que ocorreu uma mudança radical na distribuição da população brasileira, com a migração das áreas agrícolas para as cidades, em que presenciou um desenvolvimento acelerado da tecnologia do pós guerra que passou a contar com enorme capacidade de processamento de dados e disponibilidades de georreferenciamento, é preciso que se questione quais os motivos ainda dificultam a demarcação dos os rios federais e a sua preservação.

Entende-se também que a administração pública, não pode pautar-se apenas na obrigatoriedade do cumprimento da publicação do edital, descrita no Art. 12. É necessário para que se preserve o espírito do Decreto, a observância da Constituição Brasileira, e da Lei Federal n.º 9.433, que seja dada ampla publicidade e que se interaja com os Comitês de Bacias Hidrográficas, quando da determinação da LMEO.

Em 1965 a **Lei n.º 4771 de 15/09/1965 – Código Florestal**, determinou a proteção das florestas nativas e demais vegetações ao longo dos cursos d'água.

Art. 1º As florestas existentes no território nacional e as demais formas de vegetação, reconhecidas de utilidade às terras que revestem, são bens de interesse comum a todos os habitantes do País, exercendo-se os direitos de propriedade, com as limitações que a legislação em geral e especialmente esta Lei estabelecem.

§ 2 Para os efeitos deste Código, entende-se por: (Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001)(Vide Decreto nº 5.975, de 2006)

II-área de preservação permanente: área protegida nos termos dos arts. 2o e 3o desta Lei, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas; (Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001)

Art. 2º Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima será: (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)

1 - de 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura; (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)

2 - de 50 (cinquenta) metros para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura; (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)

3 - de 100 (cem) metros para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura; (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)

4 - de 200 (duzentos) metros para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura; (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)

- 5 - de 500 (quinhentos) metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros; (Incluído pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)”.
 b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;
 c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura; (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)
 d) no topo de morros, montes, montanhas e serras;
 e) nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive;
 f) nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;
 g) nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais; (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)
 h) em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação. (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)
 i) nas áreas metropolitanas definidas em lei. (Incluído pela Lei nº 6.535, de 1978) (Vide Lei nº 7.803 de 18.7.1989)
 Parágrafo único. No caso de áreas urbanas, assim entendidas as compreendidas nos perímetros urbanos definidos por lei municipal, e nas regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, em todo o território abrangido, observar-se-á o disposto nos respectivos planos diretores e leis de uso do solo, respeitados os princípios e limites a que se refere este artigo.(Incluído pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989”.Disponível em< www.planalto.gov.br >, consultado em 10 de março 2010.

Caracteriza-se aqui que os terrenos marginais dos rios não são apenas terrenos reservados, pois são também terrenos caracterizados como de preservação permanente. Ressalte-se que se os terrenos reservados ou os terrenos marginais definidos como aqueles que vão até a distância de 15 (quinze) metros, medidos horizontalmente para a parte da terra, contados desde a linha média das enchentes ordinárias, são obviamente, em qualquer caso contidos em área de preservação permanente, pois esta tem minimamente 30m a partir do nível mais alto do rio, o que por sua vez caracteriza uma linha mais elevada do que a das enchentes ordinárias.

Observa-se também uma das mais importantes ressalvas da Lei 4.771/1965. Determina-se claramente, no Parágrafo Único, que os planos diretores e leis de usos do solo de áreas metropolitanas não podem desrespeitar os limites impostos no Art. 2º. Assim os planos diretores não podem legalizar áreas que desrespeitem os parâmetros mínimos fixados no código florestal.

Ressalte-se, na Lei n.º 4771, a nova redação dada ela Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, para o Art.4º

A supressão de vegetação em área de preservação permanente somente poderá ser autorizada em caso de utilidade pública ou de interesse social, devidamente caracterizados e motivados em procedimento administrativo próprio, quando inexistir alternativa técnica e locacional ao empreendimento proposto. (Redação dada pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001)

§ 1º A supressão de que trata o caput deste artigo dependerá de autorização do órgão ambiental estadual competente, com anuência prévia, quando couber, do órgão federal ou municipal de meio ambiente, ressalvado o disposto no § 2º deste artigo.

(Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001)

§ 2o A supressão de vegetação em área de preservação permanente situada em área urbana, dependerá de autorização do órgão ambiental competente, desde que o município possua conselho de meio ambiente com caráter deliberativo e plano diretor, mediante anuência prévia do órgão ambiental estadual competente fundamentada em parecer técnico. (Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001)

§ 3o O órgão ambiental competente poderá autorizar a supressão eventual e de baixo impacto ambiental, assim definido em regulamento, da vegetação em área de preservação permanente. (Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001)

§ 4o O órgão ambiental competente indicará, previamente à emissão da autorização para a supressão de vegetação em área de preservação permanente, as medidas mitigadoras e compensatórias que deverão ser adotadas pelo empreendedor. (Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001)

Parágrafo único. Nas áreas urbanas, a que se refere o parágrafo único do art. 2º desta Lei, a fiscalização é da competência dos municípios, atuando a União supletivamente. (Incluído pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989). Disponível em <www.planalto.gov.br >, consultado em 14 de março 2010

Nesse momento que o Novo Código Florestal está em discussão no Congresso Nacional, o entendimento do que está para ser aprovado, e da pertinência de algumas alterações propostas, pode ser melhor apreciada, se entendido como foi encaminhada e debatida a Lei n.º 4771. Para propiciar esse entendimento colocamos aqui um trecho do relato histórico feito em 2005 no Fórum Permanente de Debates da Escola de Magistratura do Estado do Rio de Janeiro (EMERJ), do Eng. Agr. Alceo Magnanini:

O sexto fato é que o projeto de lei não foi apenas o resultado do trabalho de alguns tecnocratas (como muitas vezes ouvi e ouço, divertido, falar ainda hoje em dia), mas sim foi o produto de um esforço sério e dedicado de mais de dois anos de estudos e reuniões que abrangeram, sinteticamente, os pareceres de dezenas de especialistas e as opiniões de dezenas de interessados em matéria florestal, bem como as análises da legislação e direito florestais de outros países.

O sétimo fato é que, além disso, o Congresso Nacional, em Brasília, examinou longamente a proposta do projeto da lei, nele introduzindo pequenas alterações, tanto que foi somente em 15 de setembro de 1965, que o Presidente da República, Humberto de Alencar Castello Branco, assinou o texto final da Lei Florestal que colocou o Brasil entre os países possuidores da mais avançada legislação florestal, posição ocupada até hoje”.

Outro fato a ser destacado é a exposição de motivos que o Ministro da Agricultura Armando Monteiro Filho encaminhou em fins de 1962 ao Primeiro Ministro do Brasil sobre o Anteprojeto de Lei Florestal, com base no relatório do Grupo de Trabalho que reativara.

Há um clamor nacional contra o descaso em que se encontra o problema florestal no Brasil, gerando calamidades cada vez mais graves e mais nocivas à economia do país. A agricultura itinerante continua se desenvolvendo segundo os métodos primitivos dos primeiros anos do descobrimento. Chega o agricultor, derruba e queima as matas, sem indagar se elas são necessárias à conservação da feracidade do solo ou do regime das águas. Depois de alguns anos de exploração, renovando anualmente a queimada, como meio de extinguir a vegetação invasora, o terreno esgotado é entregue ao abandono e o agricultor, seguindo as pegadas do madeireiro que adiante derrubou as árvores para extrair as toras, inicia novo ciclo devastador

idêntico ao precedente. Como efeito disto, a agricultura cada vez se interioriza mais e cada vez se distancia mais dos centros consumidores, requerendo transportes sempre mais caros. As margens dos rios são devastadas e os desbarrancamentos sucedem-se, oferecendo perigos sempre maiores à navegação. Hoje, todos os rios do Brasil, inclusive o Amazonas, estão necessitando de dispendiosas dragagens. Muitos rios estão secando e tornam-se já inservíveis ao tráfego fluvial, suas barras enchem-se de bancos de areia e lama deixando os portos imprestáveis. Inundações cada vez mais destruidoras, pela remoção desordenada de florestas, colocam em sobressalto as populações de centenas de cidades ribeirinhas.

Os desmatamentos nos mananciais vão transformando os campos em solos pobres e com produtividade cada vez menor. O cotejo da produtividade das zonas litorâneas, com as áreas de florestas virgens, oferece um desnível estarrecedor. Comparados com os de solos explorados secularmente em outros países, nossos números são melancolicamente baixos. A pobreza e a ignorância das populações de interior não admitem que reparem o desgaste do solo, mediante o emprego de adubos e de práticas conservacionistas. Daí resulta que cada ano o agricultor trabalha mais, para retirar menos do solo. Principia, por aí, a substituição intensiva de lavouras por pastagens pobres, acarretando uma alarmante perda de substância no incremento da agricultura, relativamente à taxa de crescimento demográfico.

Paralelamente, pois, ao problema agrário decorrente da estrutura arcaica da economia rural, agrava-se o problema da produção agrícola, como efeito imediato do uso indisciplinado e caótico das terras florestadas .

Urge, pois, a elaboração de uma lei objetiva, fácil de ser entendida e mais fácil ainda de ser aplicada, capaz de mobilizar a opinião pública nacional para encarar corretamente o tratamento da floresta .

Tendo em conta este quadro, surgiu a compreensão da necessidade de atualizar-se e de dar, ao Código Florestal, as características de lei adequada exigida por panorama tão dramático.

O depoimento demonstra que, na década de 60, já era notória a degradação dos rios e tal como agora, as discussões e debates ocorreram.

O Código Florestal apresenta-se aqui como o resultado da evolução da preocupação humana na preservação ambiental, independente da motivação, desde as Ordenações Filipinas. Caracteriza-se que os terrenos marginais dos rios, não são apenas terrenos reservados pois são também terrenos caracterizados como de preservação permanente.

Em 1981, através da **LEI Nº 6.938 de 31/08/1981** , é estabelecida a Política Nacional do Meio Ambiente . Logo no seu Art. 2º, incisos I a X, são apresentados diversos princípios à serem observados, destacando-se os incisos: I, que considera o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo; II, que indica racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar; e IX, que prevê a proteção de áreas ameaçadas de degradação.

Identificou-se que esses princípios não são devidamente observados no trecho do estudo neste trabalho de dissertação. Em nenhum momento, o rio Paraíba do Sul e seus afluentes vêm sendo adequadamente considerados sob a ótica de patrimônio público devidamente protegido. Ainda na Lei Nº 6.938, tem-se, no Art. 7º, a criação do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA . No Art. 18, são transformadas em reservas ou

estações ecológicas, sob a responsabilidade da SEMA, as florestas e as demais formas de vegetação natural de preservação permanente, relacionadas no art. 2º da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 - Código Florestal, e os pousos das aves de arribação protegidas por convênios, acordos ou tratados assinados pelo Brasil com outras nações.

Considera-se, que a observação do Art.18 é instrumento fundamental para a preservação dos rios e critério prioritário para a implementação de ações de Requalificação Fluvial e manutenção das qualidades das águas.

Art. 2º - A Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana, atendidos os seguintes princípios:

I - ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo;

II - racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar;

III - planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais;

IV - proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas;

V - controle e zoneamento das atividades potencial ou efetivamente poluidoras;

VI - incentivos ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais;

VII - acompanhamento do estado da qualidade ambiental;

VIII - recuperação de áreas degradadas;

IX - proteção de áreas ameaçadas de degradação;

X - educação ambiental a todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente.

Art. 3º - Para os fins previstos nesta Lei, entende-se por:

I - meio ambiente, o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas;

II - degradação da qualidade ambiental, a alteração adversa das características do meio ambiente;

III - poluição, a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:

a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;

c) afetem desfavoravelmente a biota;

d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;

e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos;

IV - poluidor, a pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável, direta ou indiretamente, por atividade causadora de degradação ambiental;

V - recursos ambientais, a atmosfera, as águas interiores, superficiais e subterrâneas, os estuários, o mar territorial, o solo, o subsolo e os elementos da biosfera.

Art. 18. - São transformadas em reservas ou estações ecológicas, sob a responsabilidade da SEMA, as florestas e as demais formas de vegetação natural de preservação permanente, relacionadas no art. 2º da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 - Código Florestal, e os pousos das aves de arribação protegidas por convênios, acordos ou tratados assinados pelo Brasil com outras nações.

Parágrafo único - As pessoas físicas ou jurídicas que, de qualquer modo, degradarem reservas ou estações ecológicas, bem como outras áreas declaradas como de relevante interesse ecológico, estão sujeitas às penalidades previstas no art. 14 desta

Lei. Disponível em Disponível em< www.planalto.gov.br >, consultado em 16 de março 2010

Em 1989 através da **Lei Nº 7.754 de 14/04/1989** são estabelecidas as medidas para proteção das florestas existentes nas nascentes dos rios.

Art. 1º São consideradas de preservação permanente, na forma da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, as florestas e demais formas de vegetação natural existentes nas nascentes dos rios.

Art. 2º Para os fins do disposto no artigo anterior, será constituída, nas nascentes dos rios, uma área em forma de paralelograma, denominada Paralelograma de Cobertura Florestal, na qual são vedadas a derrubada de árvores e qualquer forma de desmatamento.

§ 1º Na hipótese em que, antes da vigência desta Lei, tenha havido derrubada de árvores e desmatamento na área integrada no Paralelograma de Cobertura Florestal, deverá ser imediatamente efetuado o reflorestamento, com espécies vegetais nativas da região.

As medidas estabelecidas, são fundamentais para a manutenção das vazões e regime hidrológico do rio. O monitoramento e recuperação das nascentes indica-se como atividade necessária para a Requalificação Fluvial.

A **Constituição de 1988**, tida por tantos como uma Constituição extremamente avançada nos seus aspectos sociais, mui sabiamente considerou a importância dos recursos hídricos no desenvolvimento da sociedade. Nela não há dúvidas quanto à definição do que são os rios federais e a quem pertence o domínio de suas margens. A leitura do artigo de Silva (2008, p.7), “Dos terrenos marginais da União: conceituação a partir da Constituição Federal de 1988” , exemplar sobre o assunto, deixa claro que “seriam terrenos marginais todos os terrenos situados a 15 (quinze) metros da Linha Média das Enchentes Ordinárias de Rios Federais, definidos no Artigo 20, inciso III, da Constituição Federal”. A constituição também traz, no seu Artigo 225, §1º, Inciso III, a determinação de que os espaços protegidos só podem ser alterados ou suprimidos através de lei;

Art. 20. São bens da União:

I - os que atualmente lhe pertencem e os que lhe vierem a ser atribuídos;

II - as terras devolutas indispensáveis à defesa das fronteiras, das fortificações e construções militares, das vias federais de comunicação e à preservação ambiental, definidas em lei;

III - os lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio, ou que banhem mais de um Estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham, bem como os terrenos marginais e as praias fluviais;

IV - as ilhas fluviais e lacustres nas zonas limítrofes com outros países; as praias marítimas; as ilhas oceânicas e as costeiras, excluídas, destas, as áreas referidas no art. 26, II;

IV as ilhas fluviais e lacustres nas zonas limítrofes com outros países; as praias marítimas; as ilhas oceânicas e as costeiras, excluídas, destas, as que contenham a sede de Municípios, exceto aquelas áreas afetadas ao serviço público e a unidade ambiental federal, e as referidas no art. 26, II; (Redação dada pela Emenda Constitucional nº 46, de 2005)

- V - os recursos naturais da plataforma continental e da zona econômica exclusiva;
- VI - o mar territorial;
- VII - os terrenos de marinha e seus acrescidos;
- VIII - os potenciais de energia hidráulica;
- IX - os recursos minerais, inclusive os do subsolo;
- X - as cavidades naturais subterrâneas e os sítios arqueológicos e pré-históricos;
- XI - as terras tradicionalmente ocupadas pelos índios.

§ 1º - É assegurada, nos termos da lei, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios, bem como a órgãos da administração direta da União, participação no resultado da exploração de petróleo ou gás natural, de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica e de outros recursos minerais no respectivo território, plataforma continental, mar territorial ou zona econômica exclusiva, ou compensação financeira por essa exploração.

§ 2º - A faixa de até cento e cinquenta quilômetros de largura, ao longo das fronteiras terrestres, designada como faixa de fronteira, é considerada fundamental para defesa do território nacional, e sua ocupação e utilização serão reguladas em lei.

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

§ 1º - Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:

I - preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas; [\(Regulamento\)](#)

II - preservar a diversidade e a integridade do patrimônio genético do País e fiscalizar as entidades dedicadas à pesquisa e manipulação de material genético; [\(Regulamento\)](#) [\(Regulamento\)](#)

III - definir, em todas as unidades da Federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e a supressão permitidas somente através de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção; [\(Regulamento\)](#)

IV - exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade; [\(Regulamento\)](#)

V - controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente; [\(Regulamento\)](#)

VI - promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente;

VII - proteger a fauna e a flora, vedadas, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais a crueldade. [\(Regulamento\)](#)

§ 2º - Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei.

§ 3º - As condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados.

§ 4º - A Floresta Amazônica brasileira, a Mata Atlântica, a Serra do Mar, o Pantanal Mato Grossense e a Zona Costeira são patrimônio nacional, e sua utilização far-se-á, na forma da lei, dentro de condições que assegurem a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais.

§ 5º - São indisponíveis as terras devolutas ou arrecadadas pelos Estados, por ações discriminatórias, necessárias à proteção dos ecossistemas naturais.

§ 6º - As usinas que operem com reator nuclear deverão ter sua localização definida em lei federal, sem o que não poderão ser instaladas.

Em 1989 através da **Lei Nº 7.754 de 14/04/1989** são estabelecidas as medidas para proteção das florestas existentes nas nascentes dos rios;

Art. 1º São consideradas de preservação permanente, na forma da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, as florestas e demais formas de vegetação natural existentes nas nascentes dos rios.

Art. 2º Para os fins do disposto no artigo anterior, será constituída, nas nascentes dos rios, uma área em forma de paralelograma, denominada Paralelograma de Cobertura Florestal, na qual são vedadas a derrubada de árvores e qualquer forma de desmatamento.

§ 1º Na hipótese em que, antes da vigência desta Lei, tenha havido derrubada de árvores e desmatamento na área integrada no Paralelograma de Cobertura Florestal, deverá ser imediatamente efetuado o reflorestamento, com espécies vegetais nativas da região.

As medidas estabelecidas, são fundamentais para a manutenção das vazões e regime hidrológico do rio. O monitoramento e recuperação das nascentes indica-se como atividade necessária para a Requalificação Fluvial.

Em 1997 a **Lei Federal Nº 9.433 de 08/01/1997**, institui a Política Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos e regulamenta o inciso XIX do art.21 da Constituição Federal. Podemos aqui destacar os seguintes artigos;

Art. 2º São objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos:

I - assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;

II - a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;

III - a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais. Disponível em <www.planalto.gov.br>, consultado em 15 de março 2010

Observa-se, com a leitura do Art. 2º, e tendo por base as vistorias realizadas ao longo do rio Paraíba do Sul e seus contribuintes, como o rio Sesmaria e o rio Bananal, que esse artigo não é observado, principalmente no que concerne aos incisos I e III, pela falta de atuação das entidades públicas. São projetadas e construídas diversas obras como contenções, pontes, gasodutos, ocupando o álveo. Os rios são dragados e explorados por areeiros, sem que a LMEO e a FMP estejam demarcadas, impedindo que seja garantido o atendimento do determinado no Art. 2º. É necessária a urgente demarcação das áreas de domínio da União e a análise da sua integridade ambiental. A ocupação das áreas da União e da FMP só devem ser permitidas com a apresentação das justificativas legais, e análise técnica dos impactos da ocupação.

Pela falta da demarcação da LMEO, e caracterização das faixas marginais de dominialidade federal, propicia-se a destruição de várzeas e matas ciliares. Esta degradação é incrementada pela crescente impermeabilização do solo e pela ocupação irregular em áreas urbanas. Infere-se, assim, condições incompatíveis com a prevenção e a defesa contra eventos

hidrológicos críticos. O somatório desses fatos é o vetor da insegurança que se está transmitindo às futuras gerações, quanto a disponibilidade hídrica.

Observa-se, com a leitura do Art. 3º e 4º, que a articulação dos recursos hídricos com o planejamento regional e uso do solo não acontece, sendo ocupadas as várzeas e áreas de domínio da União. Também é demonstrativo do descumprimento desse artigo, a falta de atuação conjunta das entidades públicas como: Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (IBAMA), a Agência Nacional das Águas (ANA), o Instituto Chico Mendes (ICMbio), a Secretaria do Patrimônio da União (SPU), o Serviço Geológico do Brasil (CPRM), do Instituto Estadual do Ambiente (INEA), e as Prefeituras Municipais. Identificou-se também há a necessidade de uma efetiva participação da SPU no Comitê da Bacia do Rio Paraíba do Sul(CEIVAP)

Art. 3º Constituem diretrizes gerais de ação para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos:

- I - a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade;
- II - a adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do País;
- III - a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental;
- IV - a articulação do planejamento de recursos hídricos com o dos setores usuários e com os planejamentos regional, estadual e nacional;
- V - a articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo;
- VI - a integração da gestão das bacias hidrográficas com a dos sistemas estuarinos e zonas costeiras.

Art. 4º A União articular-se-á com os Estados tendo em vista o gerenciamento dos recursos hídricos de interesse comum. Disponível em www.planalto.gov.br, consultado em 15 de março 2010).

A leitura do Art. 7º e do Art. 29, demonstra que o previsto na lei não vem sendo observado pelas diversas entidades públicas, pela falta de uma atuação coordenada e integrada e pela não adoção das medidas necessárias.

Art. 7º Os Planos de Recursos Hídricos são planos de longo prazo, com horizonte de planejamento compatível com o período de implantação de seus programas e projetos e terão o seguinte conteúdo mínimo:

- I - diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos;
- II - análise de alternativas de crescimento demográfico, de evolução de atividades produtivas e de modificações dos padrões de ocupação do solo;
- III - balanço entre disponibilidades e demandas futuras dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, com identificação de conflitos potenciais;
- IV - metas de racionalização de uso, aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis;
- V - medidas a serem tomadas, programas a serem desenvolvidos e projetos a serem implantados, para o atendimento das metas previstas;
- VI - (VETADO)
- VII - (VETADO)
- VIII - prioridades para outorga de direitos de uso de recursos hídricos;
- IX - diretrizes e critérios para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos;
- X - propostas para a criação de áreas sujeitas a restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos.

Art. 29. Na implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, compete ao Poder Executivo Federal:

I - tomar as providências necessárias à implementação e ao funcionamento do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;

II - outorgar os direitos de uso de recursos hídricos, e regulamentar e fiscalizar os usos, na sua esfera de competência;

III - implantar e gerir o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos, em âmbito nacional;

IV - promover a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental.

Parágrafo único. O Poder Executivo Federal indicará, por decreto, a autoridade responsável pela efetivação de outorgas de direito de uso dos recursos hídricos sob domínio da União. Disponível em <www.planalto.gov.br>, consultado em 16 de março 2010.

Registre-se aqui as muitas reclamações escutadas de habitantes e ONGs sobre a falta da presença e atuação conjunta das entidades públicas. É clara a percepção da dissociação da gestão dos aspectos de qualidade e quantidade. Observa-se que as ações de cadastro e outorga estão dissociadas das de demarcação e proteção da FMP e APP, e estas dissociadas das ações de demarcação e proteção das áreas de domínio da União. Essa ação desarticulada não garante por exemplo: a preservação de margens, a mobilidade do rio e até a capacidade de recarga que é dependente de manutenção de APPs na bacia hidrográfica.

O sistema de informações de recursos hídricos deveria conter um cadastro comum para as ocupações na área de domínio da União e na FMP, dispondo de plantas georreferenciadas disponibilizadas para a população, comitês de bacia, prefeituras e concessionárias de luz e água. Não é difícil promover essa integração e impedir, por exemplo, ligações de luz e água em áreas da União e na FMP.

Não existem análises de alternativas que levem a um maior controle de ocupação dos solos nas áreas não edificantes. Os estudos realizados pelas diversas entidades e projetos de demarcação são independentes e pouco se correlacionam. Pode incluir-se aqui, que as modernas técnicas para o controle da poluição difusa são ignoradas, o uso de pavimentos permeáveis, valas de infiltração, trincheiras, etc., são pouco conhecidos na região.

O Art.38. da Lei n.º 4771, insere a competência dos Comitês de Bacia Hidrográfica, indicando a promoção do debate e a articulação das entidades intervenientes. Apesar de na bacia do rio Paraíba do Sul existir um comitê implantado décadas atrás, observou-se que a SPU era totalmente desconhecida. A falta de participação e de esclarecimento das atribuições da SPU nos Comitês de Bacia reflete uma negação do espírito da lei.

Observou-se a proposição de ações e intervenções, em áreas de domínio da União, sem a prévia autorização da SPU. Como exemplo podem ser citadas diversas tomadas d'água, que fazem parte do cadastro de outorga, identificadas pelo CEIVAP e ANA, mas estas, para

efeito de ocupação de áreas da União, encontram-se irregulares, sujeitas as medidas legais previstas na legislação patrimonial. Este é um dos muitos exemplos claros, da necessidade de mudança de critérios de integração dos comitês com a SPU. É necessário que a SPU se apresente e participe ativamente do CEIVAP.

Art. 38. Compete aos Comitês de Bacia Hidrográfica, no âmbito de sua área de atuação:

I - promover o debate das questões relacionadas a recursos hídricos e articular a atuação das entidades intervenientes;

II - arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos relacionados aos recursos hídricos;

III - aprovar o Plano de Recursos Hídricos da bacia;

IV - acompanhar a execução do Plano de Recursos Hídricos da bacia e sugerir as providências necessárias ao cumprimento de suas metas;

V - propor ao Conselho Nacional e aos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos as acumulações, derivações, captações e lançamentos de pouca expressão, para efeito de isenção da obrigatoriedade de outorga de direitos de uso de recursos hídricos, de acordo com os domínios destes;

VI - estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados;

VII - (VETADO)

VIII - (VETADO)

IX - estabelecer critérios e promover o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo.

Parágrafo único. Das decisões dos Comitês de Bacia Hidrográfica caberá recurso ao Conselho Nacional ou aos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, de acordo com sua esfera de competência. Disponível em <www.planalto.gov.br>, consultado em 16 de março 2010.

Em 1998 através da **Lei N° 9605 de 12/02/1998** eram dispostas as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Dessa Lei destacam-se os artigos:

Art. 70. Considera-se infração administrativa ambiental toda ação ou omissão que viole as regras jurídicas de uso, gozo, promoção, proteção e recuperação do meio ambiente.

§ 1º São autoridades competentes para lavrar auto de infração ambiental e instaurar processo administrativo os funcionários de órgãos ambientais integrantes do Sistema Nacional de Meio Ambiente - SISNAMA, designados para as atividades de fiscalização, bem como os agentes das Capitâneas dos Portos, do Ministério da Marinha.

§ 2º Qualquer pessoa, constatando infração ambiental, poderá dirigir representação às autoridades relacionadas no parágrafo anterior, para efeito do exercício do seu poder de polícia.

§ 3º A autoridade ambiental que tiver conhecimento de infração ambiental é obrigada a promover a sua apuração imediata, mediante processo administrativo próprio, sob pena de co-responsabilidade.

§ 4º As infrações ambientais são apuradas em processo administrativo próprio, assegurado o direito de ampla defesa e o contraditório, observadas as disposições desta Lei.

Art. 79-A. Para o cumprimento do disposto nesta Lei, os órgãos ambientais integrantes do SISNAMA, responsáveis pela execução de programas e projetos e pelo controle e fiscalização dos estabelecimentos e das atividades suscetíveis de degradarem a qualidade ambiental, ficam autorizados a celebrar, com força de título executivo extrajudicial, termo de compromisso com pessoas físicas ou jurídicas

responsáveis pela construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais, considerados efetiva ou potencialmente poluidores. ([Incluído pela Medida Provisória nº 2.163-41, de 23.8.2001](#))

§ 2º No tocante aos empreendimentos em curso até o dia 30 de março de 1998, envolvendo construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais, considerados efetiva ou potencialmente poluidores, a assinatura do termo de compromisso deverá ser requerida pelas pessoas físicas e jurídicas interessadas, até o dia 31 de dezembro de 1998, mediante requerimento escrito protocolizado junto aos órgãos competentes do SISNAMA, devendo ser firmado pelo dirigente máximo do estabelecimento. ([Incluído pela Medida Provisória nº 2.163-41, de 23.8.2001](#))
.Disponível em <www.planalto.gov.br>, consultado em 17 de março 2010.

Em 2001, a **Lei Federal 10.257, de 10/07/2001** (Estatuto da Cidade), instituiu as diretrizes gerais da política urbana. Esta lei representou um avanço no planejamento e ocupação dos espaços urbanos, devendo ser destacada a obrigatoriedade do preparo de Planos Diretores, para cidades com mais de 20.000 habitantes. Essa lei, em diversos dos seus artigos, determina ações que minimizam os impactos da urbanização sobre os recursos hídricos, e que, se bem aplicadas, podem representar instrumentos de preservação ou Requalificação Fluvial. Por exemplo, logo no seu Art. 2º, Incisos I e II quando cita o objetivo de ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade, a garantia ao saneamento ambiental e do lazer para as presentes e futuras gerações, e a preservação e recuperação do meio ambiente natural e paisagístico, não pode ser esquecida a importância da função contemplativa e de lazer dos rios. Deve-se portanto, durante a elaboração ou revisão dos planos diretores, apresentar para a população as ações necessárias para que os rios adquiram condições mais naturais e possam cumprir suas funções paisagísticas e de lazer. Devem ser discutidas medidas que levem a diminuição das áreas impermeáveis e aumentem o tempo de concentração, como medidas fundamentais para o controle das enchentes e poluição difusa.

Carneiro (2008), apresenta no quadro “Instrumentos previstos no Estatuto da Cidade: conceito, objetivo, aplicação e potencialidade dos instrumentos no que concerne à articulação do controle do uso do solo com o gerenciamento dos recursos hídricos (GRH)”, uma visão da conexão dos instrumentos previstos em lei com o gerenciamento dos recursos hídricos. Essa conexão pode ser estendida para abranger a questão da preservação das FMP e da aplicação de ações de Requalificação Fluvial;

No Art. 2º, a política urbana tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana, mediante as seguintes diretrizes gerais:

I – garantia do direito a cidades sustentáveis, entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e

aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações;
 XII – proteção, preservação e recuperação do meio ambiente natural e construído, do patrimônio cultural, histórico, artístico, paisagístico e arqueológico;
 Art. 41. O plano diretor é obrigatório para cidades:
 I – com mais de vinte mil habitantes;
 II – integrantes de regiões metropolitanas e aglomerações urbanas;
 III – onde o Poder Público municipal pretenda utilizar os instrumentos previstos no § 4º do art. 182 da Constituição Federal;
 IV – integrantes de áreas de especial interesse turístico;
 V – inseridas na área de influência de empreendimentos ou atividades com significativo impacto ambiental de âmbito regional ou nacional.

Em 2001 a **Medida Provisória nº 2166-67 de 24/08/2001**, altera os arts. 1º, 4º, 14, 16 e 44, e acresce dispositivos à Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, que institui o Código Florestal, Nesta MEDIDA PROVISÓRIA destaca-se o Art.4º;

"Art. 4º A supressão de vegetação em área de preservação permanente somente poderá ser autorizada em caso de utilidade pública ou de interesse social, devidamente caracterizados e motivados em procedimento administrativo próprio, quando inexistir alternativa técnica e locacional ao empreendimento proposto.

§ 1º A supressão de que trata o **caput** deste artigo dependerá de autorização do órgão ambiental estadual competente, com anuência prévia, quando couber, do órgão federal ou municipal de meio ambiente, ressalvado o disposto no § 2º deste artigo.

§ 2º A supressão de vegetação em área de preservação permanente situada em área urbana, dependerá de autorização do órgão ambiental competente, desde que o município possua conselho de meio ambiente com caráter deliberativo e plano diretor, mediante anuência prévia do órgão ambiental estadual competente fundamentada em parecer técnico.

§ 3º O órgão ambiental competente poderá autorizar a supressão eventual e de baixo impacto ambiental, assim definido em regulamento, da vegetação em área de preservação permanente.

§ 4º O órgão ambiental competente indicará, previamente à emissão da autorização para a supressão de vegetação em área de preservação permanente, as medidas mitigadoras e compensatórias que deverão ser adotadas pelo empreendedor.

§ 5º A supressão de vegetação nativa protetora de nascentes, ou de dunas e mangues, de que tratam, respectivamente, as alíneas "c" e "f" do art. 2º deste Código, somente poderá ser autorizada em caso de utilidade pública.

§ 6º Na implantação de reservatório artificial é obrigatória a desapropriação ou aquisição, pelo empreendedor, das áreas de preservação permanente criadas no seu entorno, cujos parâmetros e regime de uso serão definidos por resolução do CONAMA.

§ 7º É permitido o acesso de pessoas e animais às áreas de preservação permanente, para obtenção de água, desde que não exija a supressão e não comprometa a regeneração e a manutenção a longo prazo da vegetação nativa." (NR). Disponível em <www.planalto.gov.br>, consultado em 16 de março 2010.

Com a leitura desse artigo, entende-se que a supressão de vegetação, mesmo em área urbana, está condicionada a uma série de restrições que devem ser observadas. Entende-se que cuidados especiais devem ser adotados quanto a supressão de mata ciliar. Esta intervenção não pode ser considerada como de baixo impacto, pela sua interdependência com a proteção das margens, manutenção do equilíbrio entre as fases líquidas e sólidas do rio e proteção da qualidade das águas.

Em 2006, através do **Decreto Nº 5975 de 30/11/2006**, ficou permitida a geração de crédito de reposição florestal em APP, e ratificados os termos do art. 4º da Lei no 4.771, de 1965;

Art.19. O plantio de florestas com espécies nativas em áreas de preservação permanente e de reserva legal degradadas poderá ser utilizado para a geração de crédito de reposição florestal.

Parágrafo único. Não será permitida a supressão de vegetação ou intervenção na área de preservação permanente, exceto nos casos de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto, devidamente caracterizados e motivados em procedimento administrativo próprio, quando não existir alternativa técnica e locacional ao empreendimento proposto, nos termos do art.4º da Lei no 4.771, de 1965. Disponível em <www.planalto.gov.br>, consultado em 16 de março 2010.

Em 2009, através da **Lei 11977 de 7 de julho de 2009**, que dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha Vida – PMCMV e a regularização fundiária de assentamentos localizados em áreas urbanas, foi permitido aos municípios admitir a regularização fundiária de interesse social em Áreas de Preservação Permanente, ocupadas até 31 de dezembro de 2007, e inseridas em área urbana consolidada, desde que estudo técnico comprove que esta intervenção implica na melhoria das condições ambientais em relação à situação de ocupação irregular anterior. Observe-se que a Lei introduziu novas definições de área urbana consolidada no seu Art. 47.

Art. 47. Para efeitos da regularização fundiária de assentamentos urbanos, consideram-se:

I – área urbana: parcela do território, contínua ou não, incluída no perímetro urbano pelo Plano Diretor ou por lei municipal específica;

II – área urbana consolidada: parcela da área urbana com densidade demográfica superior a 50 (cinquenta) habitantes por hectare e malha viária implantada e que tenha, no mínimo, 2 (dois) dos seguintes equipamentos de infraestrutura urbana implantados:

- a) drenagem de águas pluviais urbanas;
- b) esgotamento sanitário;
- c) abastecimento de água potável;
- d) distribuição de energia elétrica; ou
- e) limpeza urbana, coleta e manejo de resíduos sólidos;

3.3 REVISÃO CRONOLÓGICA DAS RESOLUÇÕES CONAMA

Através da **Resolução nº 302, de 20 de março de 2002**, o Conama estabeleceu os parâmetros, definições e limites para as Áreas de Preservação Permanente de reservatório artificial e a instituição da elaboração obrigatória de plano ambiental de conservação e uso do seu entorno. Observa-se no Art. 2º, Inciso V, a definição de área urbana consolidada, e no Art 3º a delimitação da Área de Preservação Permanente;

Art. 1º Constitui objeto da presente Resolução o estabelecimento de parâmetros, definições e limites para as Áreas de Preservação Permanente de reservatório artificial e a instituição da elaboração obrigatória de plano ambiental de conservação e uso do seu entorno.

Art. 2º Para efeito desta Resolução são adotadas as seguintes definições:

- I - Reservatório artificial: acumulação não natural de água destinada a quaisquer de seus múltiplos usos;
- II - Área de Preservação Permanente: a área marginal ao redor do reservatório artificial e suas ilhas, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas;
- III - Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial: conjunto de diretrizes e proposições com o objetivo de disciplinar a conservação, recuperação, o uso e ocupação do entorno do reservatório artificial, respeitados os parâmetros estabelecidos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis;
- IV - Nível Máximo Normal: é a cota máxima normal de operação do reservatório;
- V - Área Urbana Consolidada: aquela que atende aos seguintes critérios:
 - a) definição legal pelo poder público;
 - b) existência de, no mínimo, quatro dos seguintes equipamentos de infra-estrutura urbana:
 1. malha viária com canalização de águas pluviais,
 2. rede de abastecimento de água;
 3. rede de esgoto;
 4. distribuição de energia elétrica e iluminação pública;
 5. recolhimento de resíduos sólidos urbanos;
 6. tratamento de resíduos sólidos urbanos; e
 - c) densidade demográfica superior a cinco mil habitantes por km².

Art 3º Constitui Área de Preservação Permanente a área com largura mínima, em projeção horizontal, no entorno dos reservatórios artificiais, medida a partir do nível máximo normal de:

- I - trinta metros para os reservatórios artificiais situados em áreas urbanas consolidadas e cem metros para áreas rurais;
- II - quinze metros, no mínimo, para os reservatórios artificiais de geração de energia elétrica com até dez hectares, sem prejuízo da compensação ambiental.
- III - quinze metros, no mínimo, para reservatórios artificiais não utilizados em abastecimento público ou geração de energia elétrica, com até vinte hectares de superfície e localizados em área rural.

§ 1º Os limites da Área de Preservação Permanente, previstos no inciso I, poderão ser ampliados ou reduzidos, observando-se o patamar mínimo de trinta metros, conforme estabelecido no licenciamento ambiental e no plano de recursos hídricos da bacia onde o reservatório se insere, se houver.

§ 2º Os limites da Área de Preservação Permanente, previstos no inciso II, somente poderão ser ampliados, conforme estabelecido no licenciamento ambiental, e, quando houver, de acordo com o plano de recursos hídricos da bacia onde o reservatório se insere.

§ 3º A redução do limite da Área de Preservação Permanente, prevista no § 1º deste artigo não se aplica às áreas de ocorrência original da floresta ombrófila densa - porção amazônica, inclusive os cerradões e aos reservatórios artificiais utilizados para fins de abastecimento público.

Observou-se durante visitas realizadas, que os reservatórios do Complexo de Lajes, administrados pela LIGHT estão com suas APP bem preservadas e consolidadas. O reservatório do Funil apresenta algumas áreas que necessitam de maior atenção quanto a recuperação da APP. Recomenda-se a promoção de estudos de viabilidade de um corredor de biodiversidade, integrando as áreas da Barragem do Funil, com as áreas do Parque Nacional de Itatiaia.

Através da **Resolução nº 303, de 20 de março de 2002**, o Conama estabeleceu os

parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Observa-se que no Art. 2º, inciso I é adotada a definição de que o nível mais alto é o nível alcançado pela cheia sazonal, do curso d'água perene ou intermitente. No seu Art. 3º define a Área de Preservação Permanente como aquela área situada, em faixa marginal, medida a partir do nível mais alto, em projeção horizontal, com largura mínima, em função da largura do curso d'água.

Observa-se aqui uma liberalidade na interpretação e aplicação da **Lei n.º 4771 de 15/09/1965 – Código Florestal**, caracterizando-se uma quebra da hierarquia das leis. A **Resolução nº 303**, ao estabelecer que o nível mais alto é o alcançado pela cheia sazonal, contraria o determinado na **Lei n.º 4771**, que determina a observância do nível mais alto. Entende-se que o nível mais alto está representado pela maior enchente histórica, enquanto que o nível sazonal está representado por enchentes periódicas, contidas na calha definida na figura 113, como leito maior, periódico ou sazonal. A delimitação da APP sofre enormes mudanças, caso se aplique o critério da sazonalidade. Contudo se esse critério revelar-se constitucional, poderá representar um avanço na demarcação da APP e na sua fiscalização, pela maior facilidade de caracterização das enchentes sazonais, indicando-se que as mesmas, nesse caso, deveriam ser representadas por enchentes com período de retorno de dois anos, conforme abordado no capítulo 3.4.13 - Conceituação de enchentes ordinárias e bankfull;

Art. 1º Constitui objeto da presente Resolução o estabelecimento de parâmetros, definições e limites referentes às Áreas de Preservação Permanente.

Art. 2º Para os efeitos desta Resolução, são adotadas as seguintes definições:

I - nível mais alto: nível alcançado por ocasião da cheia sazonal do curso d'água perene ou intermitente

Art. 3º Constitui Área de Preservação Permanente a área situada:

I - em faixa marginal, medida a partir do nível mais alto, em projeção horizontal, com largura mínima, de:

- a) trinta metros, para o curso d'água com menos de dez metros de largura;
- b) cinquenta metros, para o curso d'água com dez a cinquenta metros de largura;
- c) cem metros, para o curso d'água com cinquenta a duzentos metros de largura;
- d) duzentos metros, para o curso d'água com duzentos a seiscentos metros de largura;
- e) quinhentos metros, para o curso d'água com mais de seiscentos metros de largura;

Através da **Resolução nº 369, de 28 de março de 2006**, o Conama definiu os casos excepcionais, em que o órgão ambiental competente pode autorizar a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação. Essa Resolução recebeu críticas de que estaria flexibilizando o Código Florestal e, de outro lado, em situação oposta, de que as exigências previstas para a regularização fundiária são tantas que acabam por impedi-la.

A leitura da Seção IV - Da Regularização Fundiária Sustentável de Área Urbana, permite que observe-se que as exigências são muitas, mas necessárias.

Contudo é fundamental que observe-se dois fatos; o primeiro é que § 2º do Art. 9º, veda a regularização em áreas consideradas de risco de inundações; o segundo é que não existem parâmetros hidrológicos definindo essas inundações, falta a definição do período de retorno. Indica-se que poderia ser admitido a indicação de enchentes sazonais com 2 anos de recorrência, de forma a ser mantida compatibilidade com a Resolução Conama 303. “§ 2º É vedada a regularização de ocupações que, no Plano de Regularização Fundiária Sustentável, sejam identificadas como localizadas em áreas consideradas de risco de inundações, corrida de lama e de movimentos de massa rochosa e outras definidas como de risco”.

4 CONCEITUAÇÃO DE RIO E TERRENOS MARGINAIS

4.1 CONCEITUAÇÃO NO SENTIDO ETIMOLÓGICO

A definição de rio, dos seus terrenos marginais e de suas várzeas não é tarefa simples, quando se quer determinar o espaço físico ocupado e a correlação com as leis federais e estaduais, que determinam a sua dominialidade, suas faixas marginais e áreas de preservação permanente. Muitas dúvidas e incertezas já foram levantadas, tornando relevante que se desenvolvam estudos em busca de definições que possam pacificar jurídica e hidrologicamente a ocupação desses espaços, com uma resposta para uma pergunta aparentemente simples: o que é um rio e o que são as suas margens e várzeas? Uma resposta de cunho mais amplo precisa tentar resgatar a conceituação histórica da definição de rio e suas enchentes, pois muitas leis utilizam-se de determinações que emanam da época do Império. Assim, a introdução de definições com conotações técnicas ou novas significações, posteriores à data de promulgação das leis, pode representar a negação do seu espírito e modificar o entendimento que os legisladores procuraram expressar à época.

Considerando a análise da formação etimológica de algumas palavras, conforme dicionário etimológico da língua portuguesa de Cunha (2010), tem-se a origem, raiz, princípio e de onde se derivam algumas palavras relevantes na conceituação de rios e terrenos marginais, bem como sua datação referenciada em século, que indica a data provável de sua primeira ocorrência na língua portuguesa. Algumas destas palavras são reproduzidas a seguir:

§ Rio - curso de água natural, século XIII, do lat. *Rivus -i*.

§ Margem - borda, extremidade, trecho de terras banhado por um curso de água ou de um lago, beira, riba, século XVI. Do lat. *margō- ĩnis*, relacionável com o germ. *marka*.

§ Várzea - planície fértil e cultivada, em um vale, várzea século XV, de origem obscura.

§ Enchente - -er, - imento, Cheio

§ Ordinário (a) - século XIV. Do lat. *Ordinārius-a*.

Fazendo agora uma avaliação conforme significado atual, consultado em dicionário da língua portuguesa (HOUAISS,2004):

- § Rio - curso de água natural que deságua noutro rio, no mar ou num lago.
- § Margem - Espaço situado no contorno externo de algo, borda, periferia, faixa de terra que ladeia um rio, lago etc.
- § Várzea - grande extensão de terra plana, terreno baixo e plano à margem de um rio ou ribeirão.
- § Enchente - acúmulo de águas causado por maré, chuva forte etc., inundação, excesso.
- § Ordinário - de má qualidade, sem caráter, que é costumeiro habitual.

4.2 CONCEITUAÇÃO NO SENTIDO HIDROLÓGICO

A hidrologia é a ciência que trata das águas, sua ocorrência, distribuição e circulação através do ciclo hidrológico. Trata das reações físicas, químicas e fisiológicas da água com o resto da terra e sua relação com a vida sobre a terra, conforme dicionário da Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem-ABID (1978). O entendimento da evolução da hidrologia, suas primeiras interpretações e questionamentos tornam-se fundamentais para a busca do significado correto daquilo que é estabelecido em antigas leis.

Filósofos gregos tentaram explicar o ciclo hidrológico, mas apenas Marcos Vitruvius Pollio 100 a.C. apresentou conceitos próximos do entendimento atual. No século 15, com Leonardo da Vinci e Bernard Palissy o ciclo hidrológico passou a ser melhor compreendido. No século 19, iniciam-se as medições sistemáticas de precipitação e vazão e o desenvolvimento teórico e experimental da Hidráulica. Nos Estados Unidos a coleta sistemática de precipitação iniciou-se em 1819, enquanto a de vazões iniciou-se em 1888. No Brasil, os postos mais antigos de precipitação são do final do século XIX, enquanto a coleta de dados de níveis e vazão se iniciou no começo do século XX. Até a década de 1930, a Hidrologia tinha como base elementos descritivos dos fenômenos naturais e fórmulas empíricas de processos específicos. Essa década marcou o início da hidrologia quantitativa, com os trabalhos de Sherman em 1932, que apresentou os conceitos do hidrograma unitário, utilizado para o escoamento superficial; Horton em 1933 apresentou uma equação empírica para o cálculo da infiltração, permitindo a determinação da precipitação efetiva; e Theis em 1935 desenvolveu uma teoria para a hidráulica de poços. Outros métodos quantitativos foram

apresentados a partir dessa época, permitindo a ampliação considerável dos conhecimentos nessa ciência, (TUCCI, 2009). Nesse contexto, vale citar o trabalho pioneiro do Eng. Otto Pfafstetter, do extinto Departamento Nacional de Obras e Saneamento, que, em 1957, ajustou um modelo empírico para determinação da precipitação, analisando 98 postos pluviométricos de períodos de observação variados. No seu livro “Chuvas intensas no Brasil”, são apresentados gráficos em escala bi logarítmica, associando a altura da precipitação (P) com seu período de retorno (T) e duração (t). O livro, extremamente inovador na década de 50 e que foi base para centenas de obras realizadas pelo DNOS, como pontes, barragens, dragagens e polders, ainda hoje é referência para o cálculo de enchentes em inúmeras localidades no Brasil.

Feita essa introdução sobre a hidrologia, destaca-se que a conceituação das palavras referidas no item anterior não é tarefa tão simples nessa ciência. Embora a palavra “rio”, por exemplo, possa ser de entendimento direto, a definição do que é de fato um rio, por sua vez, não é simples. Um rio não é estático, é um desenho que a natureza molda e transforma continuamente, alterando seu desenvolvimento, forma da seção e declividades, com alterações também na conformação das várzeas. Além disso, os caminhos que um rio percorre, para ir da sua cabeceira até sua foz, proporcionam uma conectividade entre os impactos ambientais a montante e suas consequências a jusante.

Dicionários técnicos procuram esclarecer termos de interesse, como as definições seguintes, extraídas do Dicionário de Termos Técnicos de Irrigação e Drenagem, da Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem, conforme ABID (1978):

- § Cheia, enchente, inundação - Vazão ou nível relativamente elevados num rio, nitidamente superiores ao normal; também a inundação de terras baixas que dele pode resultar. Massa de água que sobe, incha e inunda terras que não são normalmente cobertas de água.
- § Curso d'água - Caminho com água.
- § Erosão fluvial - Erosão de materiais dos lados e do leito de um curso d'água e corte das margens pela água corrente. O corte das margens também é conhecido como 'erosão das margens'.
- § Leito maior – Planície de inundação dos cursos d'água; terreno inundado por cheias normais; fundo mais próximo do curso d'água.
- § Nível de vazão plena - Nível atingido por um curso d'água, quando ocorre

transbordamento. “Bankfull” or “bankfull stage”.

- § Período de recorrência ou tempo de recorrência - Número médio de unidades de tempo necessárias para obter um valor igual ou superior a certo valor de referência.
- § Planície de inundação, várzea - Parte de um vale de rio que se encontra fora do leito do curso d'água, porém adjacente a ele, que é descrita pelo perímetro limite da cheia limite provável. É terra que não é coberta pelo curso d'água, quando a vazão é baixa ou média, porém já esteve inundada no passado ou que, muito provavelmente, poderá vir a ser.
- § Terraço fluvial - Nível de terraço imediatamente acima da planície de inundação ou do fundo. Fica acima de qualquer cheia comum.

Segundo Christofolletti (1980), os leitos fluviais correspondem aos espaços que podem ser ocupados pelo escoamento das águas e, no que tange às planícies de inundação, pode-se distinguir o seguinte:

- a) Leito de vazante, que está incluído no leito menor e é utilizado para o escoamento das águas baixas. Constantemente ele serpenteia entre as margens do leito menor, acompanhando o talvegue, que é a linha de maior profundidade ao longo do leito.
- b) Leito menor, que é bem delimitado, encaixado entre margens geralmente bem definidas. O escoamento das águas nesse leito tem a frequência suficiente para impedir o crescimento da vegetação. Ao longo do leito menor verifica-se a existência de irregularidades, com trechos mais profundos, as depressões, seguidas de partes menos profundas, mais retilíneas e oblíquas em relação ao eixo aparente do leito, designadas de umbrais.
- c) Leito maior periódico ou sazonal, é regularmente ocupado pelas cheias, pelo menos uma vez cada ano.
- d) Leito maior excepcional por onde correm as cheias mais elevadas, as enchentes. É submerso em intervalos irregulares, mas, por definição, nem todos os anos.

A diferenciação entre esses tipos de leito nem sempre é fácil, pela falta de nitidez de seus limites. A existência dos distintos tipos de leito e as relações entre eles podem variar de um curso de água para outro ou um setor a outro do mesmo rio.

Viessman et al (1977), apud Tucci, (2009) apresentam a Tabela 2, com o tempo de retorno de projeto para pequenas obras hidráulicas, que serve de parâmetro para comparação com o proposto por Christofolletti. Observa-se que o tempo de recorrência correspondente as

marginas plenas é coerente, ficando pouco abaixo do tempo de recorrência para pequenos diques e drenagem proposto.

Tabela 2 - Tipos de obras associadas a tempo de retorno	
Tipo de Obra	Tempo de Retorno (anos)
Drenagem que atravessa rodovias	10 a 50
Pista de aeroporto	5
Drenagem pluvial	2 a 10
Pequenos diques	2 a 50
Drenagem agrícola	5 a 50

Pelo exposto, depreende-se que a definição e compreensão do que é um rio, suas enchentes, seus terrenos marginais e suas várzeas, foram se modificando e alterando acompanhando a evolução da hidrologia. É possível entender, sem muito esforço, que as aspirações de Marcos Vitruvius Pollio (100 a.C.), Leonardo da Vinci e Bernard Palissy (século XV) estavam distantes de ter alguma relação próxima das definições que se usam atualmente. Embora na língua portuguesa a formação da maioria dessas palavras tenha ocorrido entre os séculos XIV e XVI, as mesmas não tinham o significado e alcance de agora, pois muitas definições só puderam ocorrer com o avanço da hidrologia a partir do século XIX e, mais especificamente, a partir de 1930, que marcou o início da hidrologia quantitativa. Essas relações históricas são fundamentais para a caracterização do domínio dos terrenos marginais, que usa referências legais bastante antigas.

4.3 CONCEITUAÇÃO DE ENCHENTES ORDINÁRIAS E BANKFULL

Segundo Vieira da Silva R.C. & Wilson-Jr. G.(2005), pode-se definir um rio como um **sistema dinâmico** formado pela combinação de duas fases: uma fase líquida representada, por um escoamento básico com superfície livre, turbulento e paredes deformáveis, regido pelas leis da Hidráulica e mecânica dos Fluidos, e cujo comportamento determina a forma e a geometria da calha fluvial; uma fase sólida, representada por um fluxo de partículas sólidas de várias dimensões e diferentes propriedades físico-químicas e mecânicas, denominadas genericamente de sedimentos, cujo comportamento pode, por sua vez, modificar as

propriedades da corrente líquida. Estabelece-se assim um processo de retroalimentação, em que o escoamento modifica a geometria da calha fluvial e a nova configuração desta calha provoca uma mudança em algumas características do escoamento. Deste processo, resulta toda a complexidade dos escoamentos com fundo móvel e cujo conhecimento é um dos objetivos básicos da Hidráulica Fluvial.

Em condições de equilíbrio natural, o funcionamento deste sistema dinâmico é responsável pela geometria e morfologia dos rios, determinando suas profundidades, larguras, declividades, sinuosidade do curso d'água e tipos de configurações do leito. Estas propriedades apresentam flutuações contínuas no tempo, cujos valores médios em um período suficientemente longo, são constantes ou variam numa escala muito pequena. Neste caso, diz-se que o rio encontra-se “**em regime**”. Os problemas de desequilíbrio surgem quando uma interferência altera os fatores condicionantes do equilíbrio fluvial, especialmente as vazões líquidas e sólidas, a partir de modificações na bacia e/ou introdução de obras de engenharia. Neste caso, um dos problemas fundamentais da Hidráulica Fluvial é a determinação do novo estado de equilíbrio do sistema. Assim, pode-se afirmar que a determinação de uma enchente ordinária ou do *bankfull* de um rio, só pode ser entendida dentro do conceito de variabilidade ao longo do tempo. Ou seja, a caracterização de uma enchente ordinária só pode ser realizada quando o rio se encontra em **regime**. Quando surgem os problemas de desequilíbrio, ou de mudança de equilíbrio, tais como os resultantes da construção de barragens e urbanização da bacia, alteram-se as condições da fase líquida e da fase sólida e produz-se um novo regime, diferente do anterior. É necessário que os dados hidrológicos disponíveis sejam representativos do período histórico em que se necessita determinar a enchente ordinária e que ao longo do período histórico em consideração o rio não tenha mudado de regime.

Outra definição interessante do conceito de enchentes ordinárias e sua delimitação pode ser encontrada na Regulatory Guidance Letter, no. 05-05, de 7 de dezembro de 2005, do US Army Corps of Engineers. Esta determina a observação das marcas de enchentes nas margens, usando a falta de vegetação como referência. A Figura 25 mostra as definições apresentadas. Pelo desenho, observa-se que as enchentes ordinárias são aquelas que atingem a cota do *bankfull*, pois enchentes maiores já não ocorrerão dentro da calha fluvial, mas sim ocuparão terrenos marginais, caracterizados como várzeas ou planície de inundação. A esse respeito Christofolletti (1980) esclarece:

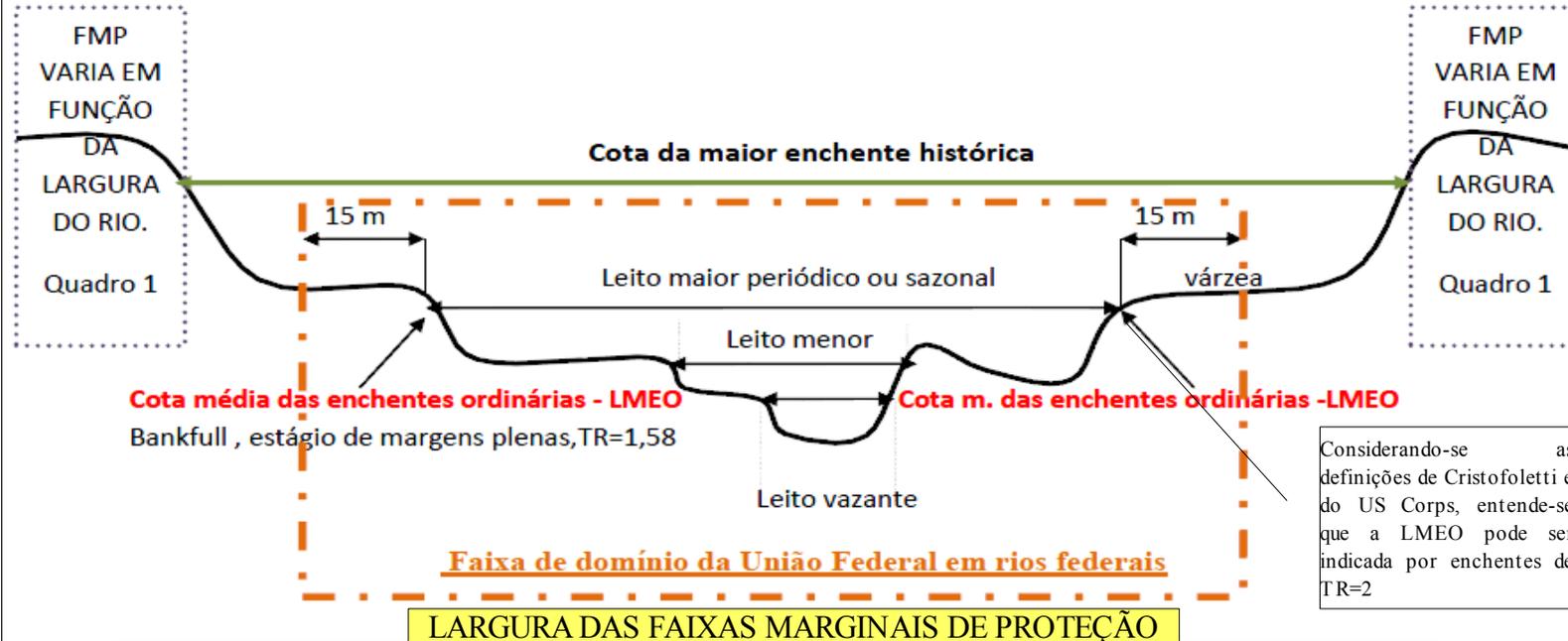
O estágio de margens plenas assinala a descontinuidade entre o sistema canal fluvial e o sistema planície de inundação. Até atingir o estágio de margens plenas, o escoamento das águas se processa no interior do canal e origina diversas formas

topográficas. Ultrapassado o estágio de margens plenas, considerado como igual ao débito de 1,58 anos de intervalo de recorrência, as águas espraíam-se e há relacionamento diferente entre as variáveis da geometria hidráulica.

Assim a definição de que as enchentes ordinárias, são aquelas com baixo tempo de recorrência, é fato comum na literatura técnica. O que por vezes não é entendimento comum é a caracterização do leito, que varia conforme se procure explicitar com maior ou menor detalhe o seu desenho. Se Christofolletti, como vimos anteriormente faz quatro definições para o leito de um rio e define o leito maior periódico ou sazonal, como o que é regularmente ocupado pelas cheias, pelo menos uma vez cada ano e que o estágio das margens plenas é caracterizado por um intervalo de recorrência de 1,58 anos. Tucci (2007) entende, os rios geralmente possuem dois leitos: o leito menor onde a água escoar na maioria do tempo é limitado pelo risco de 1,5 a 2 anos. Nos estudos para os rios do Alto Paraguai, Tucci e Gens(1994) obtiveram um valor médio de 1,87 anos.

A correlação das enchentes ordinárias, com tempos de recorrência próximos a 2 anos, e a sua associação com a linha do bankfull, pode também ser encontrada em estudos elaborados em rios da América do Norte pelo US Forest Service, que determinaram que a linha do bankfull ficavam em média associadas a um tempo de retorno de 1,5 anos.

Tipos de Leitos Fluviais FMP e LMEO



Considerando-se as definições de Cristofolletti e do US Corps, entende-se que a LMEO pode ser indicada por enchentes de TR=2

LARGURA DO RIO EM METROS (LR)- CONAMA 303	LARGURA DA FMP EM METROS (LFM)
$LR \leq 10$	30 m
$10 < LR \leq 50$	50 m
$50 \leq LR \leq 200$	100 m
$200 \leq LR \leq 600$	200 m
$LR > 600$	500 m

Figura 25: – Tipos de leitos fluviais e posição da enchente ordinária caracterizada pelas margens plenas ou bankfull.

Pode-se considerar, então que a linha do bankfull, o estágio das margens plenas e a Linha Média das Enchentes Ordinárias tratam, na realidade, da mesma caracterização de margem do rio. Não é portanto recomendável que assumam-se valores para caracterização dessa margem discrepantes dos indicados. Para efeito dos cálculos a serem realizadas, nessa dissertação, no capítulo da modelação matemática, e por considerar-se como mais apropriado a adoção de um número inteiro, a caracterização da linha do bankfull, do estágio das margens plenas e da LMEO será indicada por enchentes com período de recorrência igual a dois anos.

Essa definição é fundamental, para a caracterização das faixas marginais e marco indicativo de ocupação das calhas e várzeas, propiciando a adoção de um referencial, para futuros trabalhos de Requalificação fluvial. Reforça-se aqui, porém, que esta definição, bem como a demarcação das diversas faixas pertinentes, só pode ser entendida em rios em equilíbrio, pois rios em movimento lateral (erodindo/sedimentando) irão modificar sua posição em planta e as das respectivas faixas.

4.3.1 Princípios da classificação geomorfológica

Num primeiro momento é necessário, que se entenda, como se processa a degradação dos corpos d'água, que levarão a indicativos do empobrecimento crescente dos habitats, da biodiversidade, qualidade e disponibilidades hídricas.

A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos – EPA, desenvolveu alguns estudos como o MAIA; EPA-903-F-06-008, Baltimore County, Water Quality, DEPRM, Stream Restoration, que podem ajudar na compreensão do empobrecimento dos rios pelas intervenções que ocorrem devido a crescente urbanização. A figura 26, mostra de forma simples, duas situações distintas, que ocorrem no escoamento da precipitação, e no lençol freático que vão influenciar o regime de escoamento do rio.

Os ensinamentos de Petts (2001), esclarecem que os rios são caracterizados por fortes gradientes hidrológicos, como as alterações no regime fluvial ao longo do tempo e espaço. Também são caracterizados por alterações geomorfológicas e hidráulicas. Essas mudanças e alterações darão origem aos ecossistemas.

Na figura 27, pode-se exemplificar um rio, nas suas condições naturais, com suas características de fluxo saudáveis. As APPs preservadas ajudam a estabilizar o solo, servem de filtro para poluentes e sedimentos e garantem a recarga subterrânea.

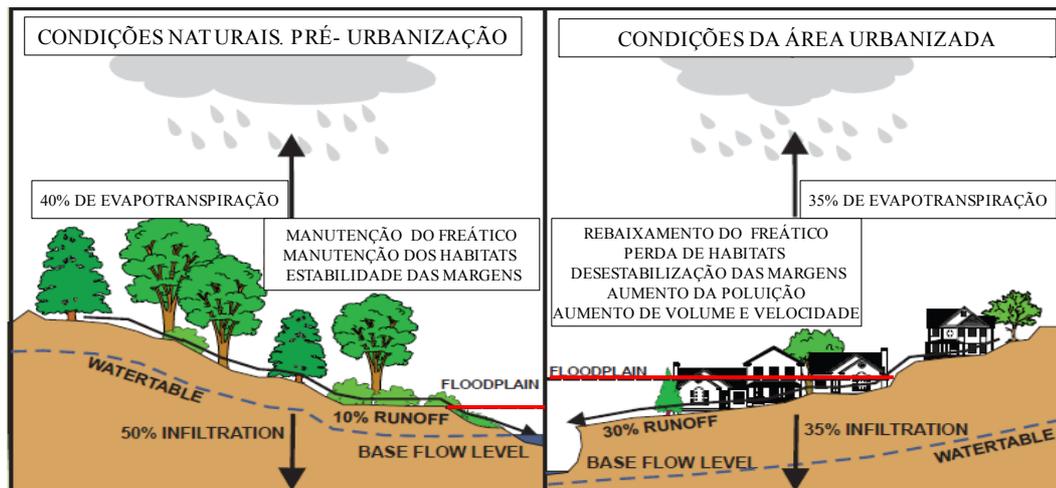


Figura 26: Efeitos da urbanização nos regimes de escoamento e infiltração, EPA modificado. Adaptado de <www.epa.gov>.

Observa-se na figura 27, a sinuosidade do curso ainda não retificado, os gradientes hidráulicos originais estão mantidos, pela pouca ocupação das várzeas, que permitem a que as enchentes sejam amortecidas, e se reduza a ação das forças erosivas.

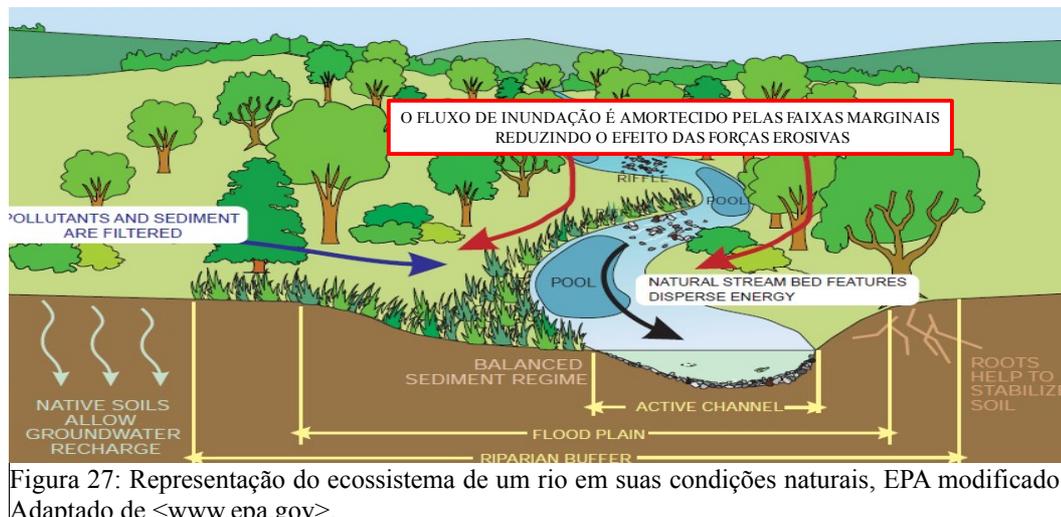


Figura 27: Representação do ecossistema de um rio em suas condições naturais, EPA modificado. Adaptado de <www.epa.gov>.

Contudo, a degradação dos rios não está associada somente as mudanças na cobertura vegetal de sua bacia de contribuição, existem outros fatores a serem considerados, entre eles a modificação no equilíbrio entre a fase líquida e a fase sólida, provocadas pela extração de areia, dragagens, endicamentos, barramentos etc., que pode ser entendida pela apresentação da figura 28.

Conforme Vieira da Silva R.C. & Wilson-Jr. G.(2005), o equilíbrio sedimentológico em escoamentos fluviais foi esquematizado por Lane (1955), conforme apresentado na figura 28.

Segundo Lane existe uma relação analítica entre as características sedimentológicas

do trecho de rio estudado, representadas pela descarga e diâmetro das partículas de sedimentos, e as características hidrodinâmicas, representadas pela vazão líquida e inclinação da linha d'água. Analiticamente, tem-se:

$$Q_{BT} \times D_{50} \sim Q \times S_w$$

onde :

Q_{BT} , é a descarga sólida total de material do leito

D_{50} , é o diâmetro característico da camada ativa do leito, tal que 50% dos sedimentos, em peso, apresentem um diâmetro inferior a este valor,

Q , é a vazão líquida do escoamento, e,

S_w , é a inclinação da linha d'água, igual a declividade longitudinal S_0 do leito do rio, nos regimes uniformes.

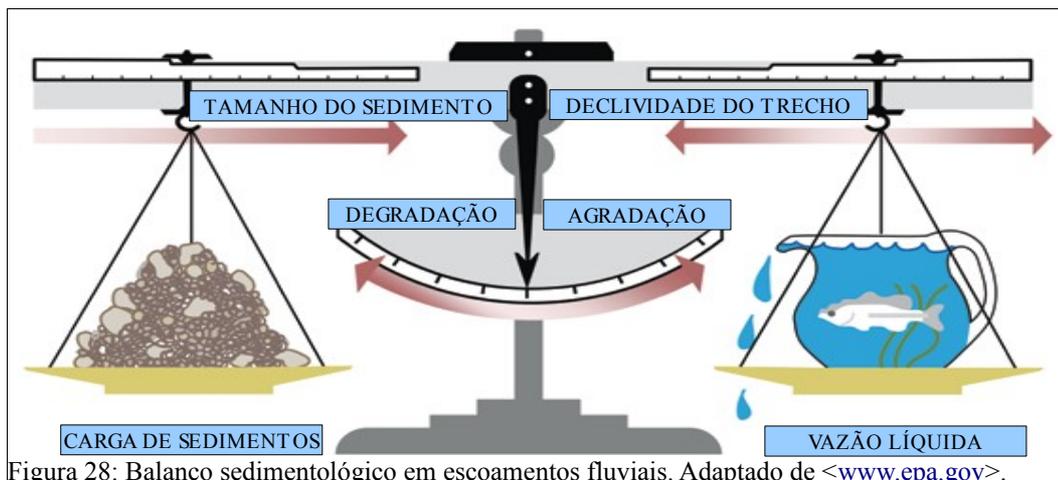


Figura 28: Balanço sedimentológico em escoamentos fluviais. Adaptado de <www.epa.gov>.

Ainda segundo Vieira da Silva R.C. & Wilson-Jr. G. (2005,p. 101 a 104) temos que:

As varáveis independentes são as vazões líquidas e sólidas dos cursos d'água, enquanto as variáveis dependentes são a largura, profundidade, a declividade do trecho e o comprimento de onda dos meandros, λ . A avaliação das tendências sedimentológicas e morfológicas de um trecho de escoamento devido as interferências do Homem, fica facilitada se analisarmos as possíveis modificações impostas as variáveis independentes e dependentes, a partir das relações qualitativas apresentadas por Schumm(1960) apud Shen(1971):

$$Q \sim (B, h, \lambda) / S_f ; Q_{bt} \sim (B, S_f, \lambda) / h, P_s$$

Onde: B é a largura do curso d'água; h é a profundidade média do escoamento; P_s é o coeficiente de sinuosidade do escoamento, definido como a razão entre os comprimentos do curso d'água e do vale fluvial; λ é o comprimento da onda dos meandros e S_f é a declividade da linha de energia.

As tabelas 3 e 4 mostram as consequências das variações das descargas líquida e sólida sobre a morfologia fluvial,segundo Shumm(1960) apud Shen (1971).

TABELA 3 – TENDÊNCIAS MORFOLÓGICAS DOS TRECHOS DE RIOS EM FUNÇÃO DAS VARIAÇÕES ISOLADAS DAS DESCARGAS LÍQUIDA E SÓLIDA						
		B	h	λ	S_f	P_s
Vazão Líquida Q	▲	▲	▲	▲	▼	▼
	▼	▼	▼	▼	▲	▲
Descarga Sólida Q_{bt}	▲	▲	▼	▲	▲	▼
	▼	▼	▲	▼	▼	▲

TABELA 4 – TENDÊNCIAS MORFOLÓGICAS DOS TRECHOS DE RIOS EM FUNÇÃO DAS VARIAÇÕES SIMULTÂNIAS DAS DESCARGAS LÍQUIDA E SÓLIDA							
CASO I (Curso d'água normal, aumento da produção sólida na bacia hidrográfica)							
		B	h	λ	S_f	P_s	F
Vazão Líquida Q	▲	▲	▲	▲	▼	▼	▲
Descarga Sólida Q _{bt}	▲	▲	▼	▲	▲	▼	▲
CASO II (Montante de barragens, confluência com rios de maior porte, entrada de lagos e baías)							
		B	h	λ	S_f	P_s	F
Vazão Líquida Q	▼	▼	▼	▼	▲	▲	▼
Descarga Sólida Q _{bt}	▼	▼	▲	▼	▼	▲	▼
CASO III (Lagos reservatórios com retenção de sedimentos e alimentação de água de outra fonte)							
		B	h	λ	S_f	P_s	F
Vazão Líquida Q	▲	▲	▲	▲	▼	▲	▼
Descarga Sólida Q _{bt}	▼	▼	▲	▼	▼	▲	▼
CASO IV (Derivação de água para irrigação e mineração. Aumento da produção de sedimentos)							
		B	h	λ	S_f	P_s	F
Vazão Líquida Q	▼	▼	▼	▼	▲	▼	▲
Descarga Sólida Q _{bt}	▲	▲	▼	▲	▲	▼	▲

Como observou-se o rio Paraíba do Sul e seus afluentes vem sofrendo ao longo dos anos uma série de intervenções que alteram profundamente as suas tendências morfológicas, como as construções da barragem do Funil, da barragem de Santa Cecília, do calço hidráulico da CSN, a extração de areia e seixos em dezenas de mineradoras existentes, a canalização e endicamento das margens por edificações e a elevada degradação do solo da bacia.

Essas intervenções atuam de um lado provocando a redução da carga sólida, como é o caso das barragens, e do outro promovendo a diminuição isolada da descarga pela extração da areia, embora essa extração também possa provocar novos impactos, como por exemplo a erosão regressiva. Caracteriza-se assim o rio Paraíba do Sul, no trecho do estudo, como um rio artificializado e sem vida, que pelas intervenções observadas poderá acarretar efeitos danosos até na sua foz, pela diminuição das vazões médias e de sedimentos. A redução da vazão sólida tende a agravar os processos erosivos do leito e margens.

5 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DO ESTUDO

5.1 O RIO PARAÍBA DO SUL E O CENÁRIO ATUAL NO TRECHO ENTRE AS BARRAGENS DE FUNIL E SANTA CECÍLIA

O Rio Paraíba do Sul é um dos mais importantes rios do Brasil. Nasce no município de Paraibuna, no Estado de São Paulo. Da sua nascente, na confluência dos rios Paraitinga e Paraibuna, percorre 1.120Km no sentido oeste para leste até o seu delta no Oceano Atlântico no município de São João da Barra.

No seu trecho inicial, no Estado de São Paulo, atravessa uma das regiões de maior desenvolvimento industrial e tecnológico do Brasil, sendo também fonte de abastecimento de importantes cidades, como São José dos Campos, Caçapava, Jacareí e Tremembé, entre outras.

No Estado do Rio de Janeiro, seu percurso se inicia pelo reservatório da Hidrelétrica do Funil, figuras 29 e 30, percorre novamente região de crescente desenvolvimento industrial e tecnológico e, mais uma vez, é fonte de abastecimento de inúmeras cidades do Médio Vale do Paraíba, como Itatiaia, Resende, Porto Real, Barra Mansa, Volta Redonda, entre outras.



Figura 29: Vista das comportas e descarga.
Fonte: Autor, novembro de 2010 .

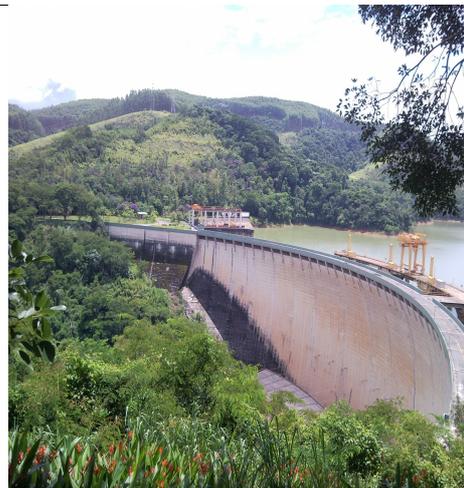


Figura 30: Vista da barragem de ponto elevado.
Fonte: Autor, fevereiro de 2011.

No município de Barra do Pirai, no reservatório da Barragem de Santa Cecília, figura 31, tem a maior parte de suas águas derivadas através de elevatórias, figura 32, para o Complexo de Lajes. Continuando o seu percurso, com sua vazão reduzida, segue até o

encontro com as águas do rio Paraíba, onde forma a divisa natural com o Estado de Minas Gerais, até infletir-se na direção de seu delta, desaguando no Oceano Atlântico, no município de São João da Barra.

Sua importância econômica e social pode ser facilmente visualizada na sua Bacia Hidrográfica, de 55.551 km², incrustada na região mais industrializada do Brasil e nas proximidades de três de suas principais cidades, São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte. A bacia do rio Paraíba do Sul, localizada no ecossistema de Mata Atlântica, tem o privilégio da proximidade dos principais centros de conhecimento e formadores de opinião pública do país, porém desde o descobrimento do Brasil vem sendo submetida a um estado de utilização e degradação dos seus recursos naturais de forma crescente, numa espiral que previsivelmente terminará com seu esgotamento.

Voltando no tempo, pode-se citar a enorme destruição da Mata Atlântica provocada pela exploração do pau-brasil, pelo plantio de café com seu conseqüente “ciclo do carvão”, formação de pastos e o início do processo de industrialização, sendo notória a implantação da Cia. Siderúrgica Nacional, no governo do Presidente Getúlio Vargas. Atualmente, pelo crescente processo de migração para as principais cidades do Vale do Paraíba, presencia-se a degradação dos recursos naturais da bacia, com supressão de várzeas, instalação de novas indústrias nas faixas marginais, novos aterros que reduzem a sua calha, demandados ora pela atividade comercial, ora por população migrante, novos aproveitamentos energéticos, que trazem vinculados todos os impactos negativos e positivos já amplamente conhecidos.

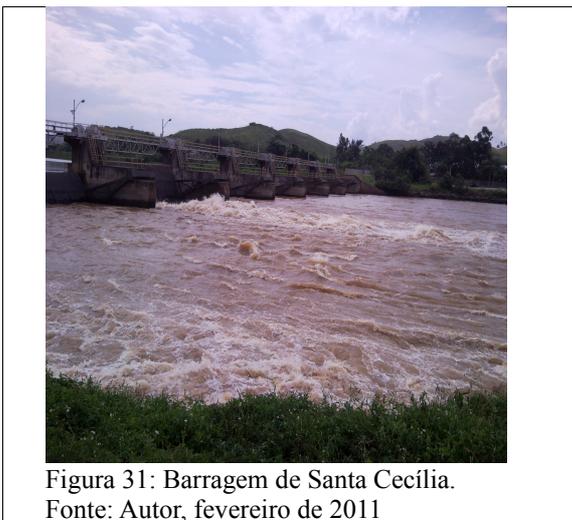


Figura 31: Barragem de Santa Cecília.
Fonte: Autor, fevereiro de 2011

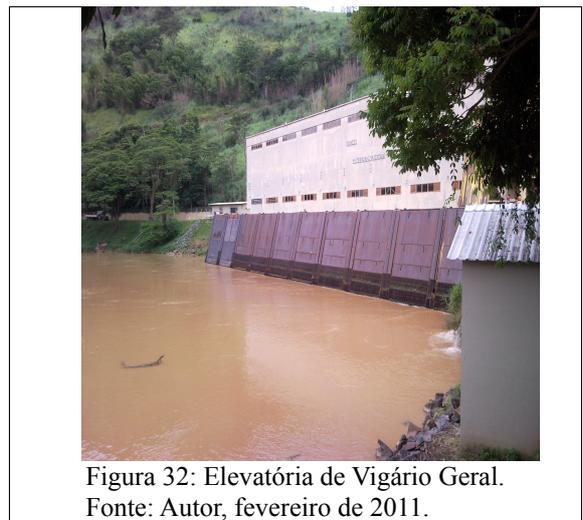


Figura 32: Elevatória de Vigário Geral.
Fonte: Autor, fevereiro de 2011.

Cabe questionar: Até quando o rio Paraíba poderá suportar essa degradação ao longo do seu curso? Até quando poderá o rio atender aos compromissos já estabelecidos? Até quando poderá o rio manter vazões suficientes para atendimento dos volumes requeridos para

o abastecimento do Rio de Janeiro?

Fato pouco difundido pela mídia, desconhecido pela maioria da população, é a importância crucial do rio Paraíba do Sul no abastecimento do Rio de Janeiro e de parte de sua área metropolitana. É pouco conhecida, pelo cidadão comum a derivação na Barragem de Santa Cecília, no município de Barra do Piraí, de até 160 m³/s, cerca de 2/3 da sua vazão média, para o complexo de Lajes, com o uso de estações elevatórias, como a de Vigário Geral, figura 4, e desse complexo para a bacia hidrográfica do rio Guandu, na qual se localiza a Estação de Tratamento de Águas (ETA) Guandu, que trata cerca de 45 m³/s de água e propicia o abastecimento de mais de 8,5 milhões de pessoas da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. O Sistema Guandu representa aproximadamente 85% do abastecimento total da Cidade do Rio de Janeiro e 70% do abastecimento da Baixada Fluminense.

Uma visualização dessa transposição pode ser observada no Anexo A, onde é apresentado o Esquema Geral de Aproveitamento Hidroelétrico do Complexo Hidrelétrico do Paraíba do Sul/Lajes.

Embora a situação atual indique uma situação preocupante, novas indústrias com grandes demandas se instalam na região, como a Siderúrgica Votorantim em Resende, novos aproveitamentos energéticos são implantados no seu curso, como são os casos das PCHS de Lavrinhas (figura 33), Queluz (figura 34) e da Hidrelétrica de Sapucaia e, inclusive, são estudadas e entram em programas de governo novas derivações como a proposta de derivação para o abastecimento da cidade de São Paulo.



Figura 33: PCH Lavrinhas.
Fonte: Autor, novembro de 2010.

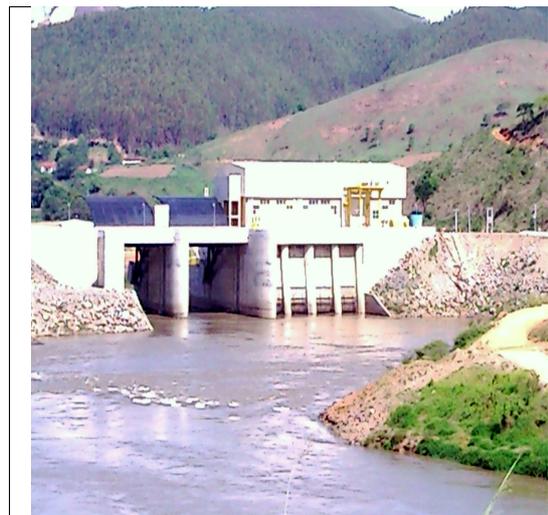


Figura 34: PCH Queluz.
Fonte: Autor, novembro de 2010 .

As intervenções existentes estão esquematicamente representadas no Anexo B, de modo a facilitar o entendimento da complexidade da operação do sistema, a necessidade de

integração entre diferentes empresas geradoras e as dificuldades futuras de manutenção de vazões mínimas, suficientes a montante da barragem de Santa Cecília, que garantam o abastecimento da população e não impeçam as possibilidades de crescimento industrial e comercial das cidades a jusante.

Apesar desses fatos, embora existam na bacia do rio Paraíba do Sul diversos Comitês, inclusive o CEIVAP - criado no final da década de 70 e pioneiro no âmbito da federação, embora tenham se instalado diversos Conselhos Municipais de Meio Ambiente, e exista a atuação de ONGs e o envolvimento crescente da população dos municípios que o Paraíba do Sul corta, observou-se que não existe uma participação cooperativa entre a sociedade e as entidades públicas que detém a responsabilidade da preservação do rio.

Assim, a fragilidade institucional e a corriqueira ausência das entidades públicas que deveriam zelar para manutenção das condições mínimas de sustentabilidade do rio, foram constatadas ao longo de dezenas de vistorias realizadas, pelo autor dessa dissertação, atendendo a convocação da Secretaria do Patrimônio da União – SPU, pelo Ministério Público Federal – MPF. Identificou-se que apesar da presença do CEIVAP e do trabalho de ONGS, é continuada a degradação da água como bem fundamental para a sobrevivência de milhões de brasileiros.

O quadro observado mostra uma demanda crescente dos recursos hídricos, que não é acompanhada por medidas fiscalizatórias e de gestão das entidades públicas. Assim, em que pese a crescente utilização dos recursos hídricos, o rio apresenta uma contínua degradação de sua calha e suas margens por aterros, extração de areia, ocupações e uso dos solos de forma inadequada.

A qualidade das suas águas está submetida a uma carga poluente crescente, proveniente do incremento das atividades comerciais e industriais. As promessas de instalação de sistemas de saneamento básico com a instalação de estações de tratamento de esgotos, nas cidades ribeirinhas, continuam sem se realizar.

Embora algumas medidas de controle e fiscalização dos efluentes industriais tenham se aprimorado, acompanhando a legislação ambiental, estas medidas ainda são insuficientes para a preservação dos recursos hídricos, valendo lembrar o episódio que ocorreu em novembro de 2008, com a mortandade de milhares de peixes e de outros organismos, contaminados com o derrame de Endosulfan, inseticida organoclorado, que já foi banido em outras partes do mundo. Esse desastre ambiental que provocou a paralisação da captação de várias cidades ao longo do rio e inclusive de algumas indústrias como a fábrica da Coca Cola

em Quatis, com enormes prejuízos econômicos e riscos para a saúde pública, foi provocada por uma falha numa pequena válvula de fundo, figura 35, que por estar defeituosa, permitiu que parte do endossulfan que estava sendo descarregado atingisse o rio Paraíba do Sul. Toda a base da cadeia alimentar foi destruída e sequer havia sido devidamente estudada. Que se saiba, não há, até hoje, um projeto de inventário e de levantamento das possibilidades de recuperação dos bentos.

No mesmo diapasão cresce o lançamento de esgotos domésticos, figura 36, e a poluição difusa.

Tem-se, então, um resultado explosivo: o aumento da demanda, associado a uma oferta hídrica decrescente, poderá levar ao colapso do abastecimento de água de muitas cidades, entre as quais, a cidade do Rio de Janeiro. Será que estarão garantidas as ofertas de água no futuro?

Recentemente o Rio de Janeiro foi escolhido para sediar dois grandes eventos internacionais: A Copa do Mundo de Futebol em 2014 e as Olimpíadas em 2016. Estará garantido o abastecimento de água, vital para os habitantes e visitantes da cidade até lá? A resposta será dada pela disponibilidade hídrica do rio Paraíba do Sul.



Figura 35: Foto do tanque de contenção da Servatis. Vazamento do Endossulfan.
Fonte: Autor , agosto de 2008.



Figura 36: Rio Paraíba do Sul com ocupação irregular das margens e lançamento direto dos esgotos.
Fonte: Autor, setembro de 2008.

Sabe-se que muitos estudos já foram realizados quanto às disponibilidades hídricas, potencial hidroenergético, possibilidades de barramentos, aproveitamento de várzeas e derivações na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul. Embora sejam de importância indiscutível para a compreensão dos recursos naturais disponíveis e efeitos da implantação de

obras que buscavam, ora o aproveitamento de várzeas, ora a regulação hídrica e geração de energia, e fundamentalmente, a oferta de recursos hídricos capazes de suprir as necessidades de abastecimento de água das capitais dos Estados do Rio de Janeiro (Implantação do complexo de Lajes) e de São Paulo (Planos para a derivação do Paraíba, decreto 52.748 do governo do Estado de São Paulo), Anexo C, muito pouco se avançou quanto a preservação das faixas marginais de domínio da União Federal.

Até hoje, o rio Paraíba do Sul não teve demarcadas a faixa marginal de proteção – FMP e a Linha Média das Enchentes Ordinárias – LMEO, propiciando a caracterização, com os devidos registros cartoriais, das áreas de domínio da União Federal e das de preservação permanente.

É necessário que se busque procedimentos técnicos mais adequados para a caracterização da LMEO e FMP, adotando novos conceitos apoiados em modelos matemáticos de software aberto, que permitam a sua utilização em todos os rios federais.

Este modelo deve propiciar não apenas a caracterização de enchentes com diferentes tempos de recorrência, mas também simular a propagação da onda de ruptura de barragens, dado que barragens são elementos frequentes em nossos rios, de forma a permitir um planejamento mais amplo das ocupações marginais em áreas de dominialidade federal. Não existe nenhuma integração entre os operadores das barragens existentes, as que estão em construção, a SPU e os municípios, não existindo estudos e medidas preventivas que protejam as populações ribeirinhas da intervenção provocada em área de dominialidade federal. Ao se iniciarem os estudos de barramentos, a demarcação da LMEO e FMP deveria ser precedente, para uma perfeita avaliação dos aspectos ambientais, sociais e da análise dos riscos representados por uma hipotética ruptura e planos de evacuação da população.

A hipótese da inexistência de riscos e infalibilidade dos projetos já foi colocado a prova inúmeras vezes como veremos no próximo item e mais recentemente com os acontecimentos da Usina Nuclear de Fukushima Daiichi no Japão.

Constatou-se que as dezenas de Ações Civis Públicas instauradas pela Ministério Público Federal que cobram o cumprimento das obrigações constitucionais e das leis federais pela Secretaria do Patrimônio da União - SPU, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente – IBAMA, Instituto Estadual do Ambiente – INEA e Prefeituras Municipais, não impedem que continuem a prosperar diversas atividades irregulares ao longo do rio Paraíba do Sul.

Continua a existir a extração de areia, como aquelas que são realizadas por dezenas de Micro Empresas que se utilizam de processos mecânicos e hidráulicos para a mineração no

leito do rio. Persiste um crescimento da área urbana que avança continuamente sobre as áreas de várzea e áreas marginais de dominialidade federal. Paralelamente, observa-se que pequenas obras que interferem nas margens e na calha do rio, como pontes, urbanizações, calços hidráulicos, estruturas de captação etc., são implementadas irregularmente, sem considerar o contexto de bacia hidrográfica e suas influências no regime de escoamento do rio. Dessa forma, caracteriza-se o estado atual de fragilidade do poder público em garantir a preservação do rio Paraíba do Sul.

Assim, esse trabalho procura apresentar para as entidades públicas e a sociedade uma discussão sobre os procedimentos usuais de demarcação da LMEO e FMP, baseados apenas nos métodos determinísticos de utilização de registros hidrológicos, e a utilização inovadora de modelos matemáticos. Neste trabalho, será utilizado o MODCEL (Miguez, 2001), criado por pesquisadores da UFRJ, originalmente desenvolvido para a simulação de cheias em grandes planícies rurais e urbanas, e já testado na simulação de ruptura da barragem do Funil, conforme determinado por Veról (2010).

A partir dos resultados obtidos com o modelo, serão produzidos mapas de inundação, caracterizando as áreas de dominialidade federal e de preservação permanente.

Com o resultado desse trabalho, abre-se a possibilidade de grande economia de recursos do governo federal na demarcação da LMEO e FMP. Os procedimentos atuais como os que estão sendo desenvolvidos pela SPU para a demarcação da LMEO nas áreas urbanas dos municípios de Barra Mansa e Volta Redonda, não compartilham as mesmas bases cartográficas e informações com as entidades ambientais responsáveis pela demarcação da FMP. Propõe-se uma atuação conjunta e colaborativa onde poderão ser usadas as mesmas informações cartográficas, de hidrologia e uso do modelo matemático. A associação do modelo matemático, com a montagem de um Sistema de Informação Geográfica (SIG), que permita a elaboração de mapas de riscos de enchentes e de rompimento de barragens pode ser importante suporte de uma análise multi critério que planeje a ocupação de áreas ribeirinhas e várzeas.

5.2 A OCUPAÇÃO DAS FAIXAS MARGINAIS E AS ENCHENTES

A região do Médio Paraíba do Sul, notadamente os municípios de Resende, Porto Real, Barra Mansa e Volta Redonda, têm apresentado, nas últimas décadas, uma forte expansão urbana e incremento do parque industrial. Outros municípios cortados pelo rio, no

trecho em estudo, também se aproveitam desse crescimento, começando a repercutir novas oportunidades de expansão, seja na área de turismo e serviço, como é o caso de Itatiaia, que apresenta uma demanda crescente na ocupação de seus hotéis e pousadas, seja pela instalação de novas indústrias em Resende e Porto Real. Símbolos desse crescimento são as ampliações da CSN, a instalação de montadoras de veículos como a Volkswagen Caminhões e a Peugeot Citroen, em Porto Real, e a Siderúrgica Votorantin, em Resende. A expansão do parque industrial provoca a atração e fixação de trabalhadores na região, estimula a expansão e verticalização urbana e o fluxo de mercadorias com o evidente aumento do tráfego municipal e inter municipal. Esse crescimento que já provocou uma conurbação entre as cidades de Volta Redonda e Barra Mansa que já não permite uma visualização fácil dos limites municipais, e um aglomerado urbano que se estende de Vassouras a Itatiaia, caminha para uma grande conurbação cujo processo inicial já pode ser observado pela integração de bairros de Barra do Piraí e Pinheiral à Volta Redonda, e do crescimento da cidade de Resende em direção a Itatiaia, principalmente nos últimos anos com a construção da terceira ponte. Conforme a definição do Dicionário de Urbanismo, Ferrari (2004).

O conceito de conurbação pode ser entendido como a fusão de duas ou mais áreas urbanas em uma única, fisicamente interligadas de forma contínua, e em que os limites entre as cidades não são bem definidos, e não estão inteligíveis para os habitantes e usuários do espaço. Estas demarcações, dependendo do caso, podem ser percebidas, mas de maneira difusa, a partir de diferenciações do padrão urbanos entre os municípios, como alterações na manutenção e qualidade de calçamento das vias, tipos de mobiliários e equipamentos urbanos adotados, como também pela cobrança de taxas e tributos pelos respectivos municípios. Já aglomerado urbano é mais abrangente em sua formação, envolvendo um conjunto de áreas urbanizadas próximas entre si, mas que não estão necessariamente ligadas fisicamente como na conurbação, mas sim como nebulosas, fazendo parte da mesma microrregião ou da região metropolitana. Tanto nos processos de conurbação, quanto nos de aglomeração urbana, há uma relação de interdependência das cidades, que pode ser econômica, social e de serviços públicos urbanos, como hospitais, escolas, coleta de lixo, redes de infraestrutura e outros.

O crescimento urbano tem sido caracterizado pela expansão irregular da periferia, e ocupação das várzeas, desconsiderando a existência de Plano Diretor, permitindo-se loteamentos em áreas de preservação permanente - APP, além da ocupação irregular de áreas públicas. A população de maior poder aquisitivo habita os locais seguros, ao contrário da população carente que vem ocupando faixas marginais, com risco de inundação, reproduzindo Tucci(2009, p. 621) .

As Tabelas 5 e 6 a seguir, apresentam a evolução da população urbana e rural no Brasil, na região Sudeste e no estado do Rio de Janeiro. Verifica-se que a evolução da população urbana quanto cotejada com a evolução da população rural é representativa da

migração do campo para as cidades num processo de adensamento urbano que também representa o que ocorreu na região em estudo.

Tabela 5 - População residente, urbana, segundo as Grandes Regiões e Unidades da Federação - 1940/2000								
Grandes Regiões e Unidades da Federação	População Residente							
	Urbana							
	1/09/1940	1/07/1950	1/09/1960	1/09/1970	1/09/1980	1/09/1991	1/08/1996	1/08/2000
Brasil	12.880.182	18.782.891	31.303.034	52.084.984	80.436.409	110.990.990	123.076.831	137.775.550
Sudeste	7.231.905	10.720.734	17.460.897	28.964.601	42.840.081	55.225.983	59.823.964	65.441.516
Rio de Janeiro	2.212.211	3.394.422	5.214.809	7.906.146	10.368.191	12.199.641	12.806.488	13.798.096

Tabela 6 - População residente, rural, segundo as Grandes Regiões e Unidades da Federação - 1940/2000								
Grandes Regiões e Unidades da Federação	População Residente							
	Rural							
	1/09/1940	1/07/1950	1/09/1960	1/09/1970	1/09/1980	1/09/1991	1/08/1996	1/08/2000
Brasil	28.356.133	33.161.506	38.767.423	41.054.053	38.566.297	35.834.485	33.993.332	31.835.143
Sudeste	11.113.926	11.827.760	13.169.831	10.888.897	8.894.044	7.514.418	7.176.774	6.855.835
Rio de Janeiro	1.399.787	1.280.223	1.395.939	1.088.656	923.329	608.065	599.820	568.987

Tem-se então, que a região em estudo é pressionada tanto pelo crescimento da demanda de água como pelo incremento das fontes de poluição, não só por uma maior dinâmica da economia local e circulação de pessoas e mercadorias, mas também pela falta de ações de controle e ordenamento urbano. *Ibid.*, p.807, dentro desse processo de urbanização, podem ser citados os seguintes impactos:

- a) Impermeabilização – Maiores picos e vazões;
- b) Redes de drenagem – Maiores picos a jusante;
- c) Lixo – Degradação da qualidade da água. Entupimento de bueiros e galerias;
- d) Redes de esgotos deficientes – Degradação da qualidade da água. Moléstias de veiculação hídrica;
- e) Desmatamento e Desenvolvimento Indisciplinado – Maiores picos e volumes. Mais erosão. Assoreamento em canais e galerias.
- f) Ocupação de várzeas – Maiores prejuízos. Maiores picos. Maiores custos de utilidades públicas.

Com base nas dezenas de vistorias realizadas pelo autor desta dissertação, nos terrenos

marginais do rio Paraíba do Sul e seus afluentes, no período de 2009 à 2011, pode-se acrescentar às observações de Tucci alguns impactos relevantes, como:

- g) Ocupação irregular das faixas marginais dos rios, tanto por residências como por estabelecimento comerciais com supressão de mata ciliar – Perda de áreas de extravasamento e amortecimento de enchentes, canalização do rio e perda de mobilidade.
- h) Ocupação irregular e supressão de vegetação nas APPs – Perda de habitats, áreas de contemplação e paisagismo, e áreas de recreação.

Nas visitas à região e reuniões com ambientalistas e ONGs, verificou-se o quanto esses impactos vão se intensificando ao longo dos anos. Verifica-se, em toda a região, que o controle e regulação hídrica, fornecida pela operação do reservatório de Funil, é prejudicado pelas ocupações irregulares. A ocupação irregular da calha do rio e suas margens, incrementa-se ano a ano, aumenta a incidência de enchentes na área urbana, com o crescimento das áreas atingidas e dos prejuízos econômicos. Conforme observa-se na reportagem do dia 25 de janeiro de 2010, publicada no jornal Diário do Vale, reproduzida na sequência.

Metade de Volta Redonda sofre estragos Publicado em 25/01/2010, às 09h44 última atualização em 25/01/2010, às 20h36

A chuva de domingo para segunda-feira causou estragos em metade dos bairros de Volta Redonda. A afirmação é do secretário de Serviços Públicos, Carlos Roberto Paiva. Segundo ele, até hoje (25) de tarde a limpeza não tinha sido feita em todos os bairros atingidos por causa do grande estrago que a chuva provocou, e a prioridade na limpeza urbana estava sendo os bairros onde a água já havia baixado.

Trabalhamos desde cedo. São 200 pessoas agindo simultaneamente em vários bairros dando auxílio aos moradores e fazendo a limpeza. Estamos com duas retroescavadeiras e duas pás mecânicas. Além disso, temos 16 caminhões e seis carros-pipas. Estamos fazendo o possível, mas as ocorrências são bem maiores que nossa capacidade - disse Paiva.

Pelo menos 11 bairros foram inundados. O Rio Paraíba do Sul subiu mais de três metros acima do normal. Dezenas de casas foram invadidas nos bairros São Luiz, Dom Bosco, Voldac, Santo Agostinho, Barreira Cravo, Aterrado, Vila Americana, Retiro, Água Limpa, Belmonte e Vila Santa Cecília.

Moradores se queixaram da falta de aviso da Defesa Civil e da demora na limpeza. A dona de casa Ana Paula Farias, moradora da Vila Americana, criticou o serviço da Defesa Civil. Segunda ela, mesmo o local estando alagado desde a noite de domingo, a Defesa Civil não deu aviso prévio aos moradores e quando apareceu deixou a população ainda mais alarmada.

Ninguém deu aviso nenhum. Se imaginássemos que ia chover tanto e o rio fosse transbordar, com ao menos alguma antecedência, teríamos tirado as crianças de casa. Quando foi 23h é que a Defesa Civil veio falar que ia encher ainda mais - reclamou a moradora.

No bairro, várias vias foram alagadas e o muro que protege a linha férrea, na Rua Argentina, desabou em dois pontos com a força da água. Até às 12h de ontem, os moradores estavam sem telefone fixo e sem água potável.

No Dom Bosco, a inundação começou por volta da meia-noite e, mesmo com a força-tarefa de moradores para fazer a limpeza das ruas, o barro tomou conta de pelo menos 12 ruas. Moradores estavam revoltados e disseram que desde a madrugada pediam ajuda da prefeitura com o envio de carros-pipas, que até às 11h de ontem não haviam chegado ao local.

O São Luiz foi outro bairro da cidade que teve várias ruas alagadas. Moradores afirmaram que também não tiveram nenhum aviso sobre o possível alagamento e que ao tentar ligar para a Defesa Civil só dava ocupado.

Nem sinal de aviso passou por aqui. Tentamos ligar a madrugada toda e o número da Defesa Civil só dava ocupado. Precisamos que nos avise com antecedência. Não podemos passar por esta situação a cada chuva forte - reclamou o morador Sebastião de Souza.

O coordenador da Defesa Civil, Rodrigo Ibiapina, afirmou que chegou a avisar com um carro equipado com aparelhos de som a possibilidade de alagamento nos bairros Barreira Cravo e Dom Bosco, mas, como foi uma chuva inesperada, seria impossível avisar todos os moradores.

Conseguimos ao menos alertar os locais que normalmente alagam que as chuvas poderiam provocar enchentes. Mas acontece que Volta Redonda ainda não possui um sistema de alarme. O que estamos fazendo é estudando maneiras de como esse sistema poderá ser implantado na cidade explicou. Ibiapina disse que existe um projeto para colocar alarmes espalhados em pontos estratégicos da cidade, mas que isso tudo ainda será levado ao prefeito Antônio Francisco Neto (PMDB).

Cinco casas são interditadas

O coordenador da Defesa Civil, Rodrigo Ibiapina informou que na madrugada de domingo para segunda-feira choveu 56,8 milímetros na cidade. Muito acima do esperado para um único dia - cuja média é de no máximo seis milímetros.

Segundo ele, ontem já haviam sido interditadas cinco residências na cidade, quatro no São Geraldo, em decorrência da queda de um muro, e uma no Retiro.

Seis deslizamentos de terra de pequeno porte foram registrados no Retiro. Até ontem de noite, várias ruas em toda o município continuavam interditadas.

De acordo com Ibiapina, ainda não existe um número exato de pessoas desalojadas ou desabrigadas, mas ontem várias famílias foram orientadas a ir para casas de parentes.

Segundo ele, a chuva foi atípica e os alagamentos não tiveram ligação com a quantidade de água liberada pela Represa do Funil, que em decorrência das chuvas chegou a diminuir a vazão de suas comportas para 200 metros cúbicos de água por segundo. (negrito nosso). Em dias comuns a liberação costuma ser de 768 metros cúbicos por segundo.

Todos os registros de alagamento que houve na cidade nada têm a ver com a Represa do Funil. Bom que fique claro, que se há uma liberação de água acima do nível normal, a Defesa Civil de Volta Redonda é prontamente avisada. O que aconteceu é que choveu muito e o nível do rio chegou a subir 3,67 metros acima do normal – explicou. Disponível em <<http://diariodovale.uol.com.br>>.

As notícias acima e os aspectos correlatos observados nas vistorias de campo realizadas, são exemplos que corroboram o citado no relatório GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO - Secretaria de Estado de Meio Ambiente (SEMA) - Fundação Superintendência Estadual de Rios e Lagoas (SERLA) - Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - Projeto BRA/96/017 - MPO/SEPURB/PQA-ABC-PNUD – UFRJ/COPPE, transcrito em parte abaixo .

O trecho fluminense da bacia do rio Paraíba do Sul é regularizado pelo reservatório da Usina Hidrelétrica de Funil do sistema de Furnas Centrais Elétricas. O estirão do rio que se estende de Funil à barragem de Santa Cecília, em Barra do Pirai, está sujeito a inundações nas áreas urbanas e industriais em municípios como Resende, Barra Mansa, Volta Redonda e Barra do Pirai.

Em 1992, o GTHO - Grupo de Trabalho de Hidrologia Operacional (GCOI/ELETROBRÁS), através de seu Subgrupo de Restrição Operativa - SGTR, emitiu o relatório intitulado "Levantamento das restrições Hidráulicas da Bacia do Paraíba do Sul", com o intuito de definir para os diversos trechos do rio, as restrições de vazões

e níveis d' água máximos e mínimos para o atendimento, basicamente, aos aspectos de captações de água e inundações.

De acordo com constatações já efetuadas as cidades de Resende, Barra Mansa e Volta Redonda, começam a ter problemas com inundações de ruas importantes e bairros residenciais ribeirinhos, respectivamente, a partir, de vazões da ordem de 850, 800 e 880 m³/s. Para Barra do Pirai esta situação se configura de uma defluência de 1100 m³/s da usina de Santa Cecília.

O GCOI calcula o volume de espera da UHE de Funil para a proteção da cidade de Resende com base na descarga de restrição de 700 m³/s. Com esta defluência e um volume de espera da ordem de 33% do volume útil, Funil é capaz de absorver a cheia com 25 anos de recorrência. Este assunto é mais amplamente concentrado em relatório específico intitulado "Operação dos Reservatórios da Bacia do Paraíba do Sul e do Sistema Light", agora apresentado cujos objetivos são os de apresentar um diagnóstico da situação atual, e propor um instrumento de planejamento da operação.

É difícil hoje uma avaliação da capacidade de proteção de Funil sobre as cidades mais a jusante, tendo em vista a impossibilidade de uma real avaliação dos volumes gerados pelas incrementais não controladas. Isto só será possível através de um monitoramento futuro integrado das sub-bacias de maior porte. Vale frisar que o antigo CEIVAP elaborou em 1985 um esquema de intercâmbio de informação entre as empresas do setor elétrico e a defesa civil para funcionar durante as cheias do Paraíba.

Durante as visitas aos municípios abrangidos pela sub-região A foram feitas inspeções aos estirões do rio Paraíba em correspondência aos centros urbanos, na tentativa de se delimitar as áreas ribeirinhas atingidas pelas sobrelevações do N.A. durante as cheias do rio.

As observações permitiram extrair as seguintes conclusões em relação à calha do rio Paraíba no trecho da sub-região A:

a regularização promovida pela usina de Funil favoreceu, face à ausência de uma fiscalização ostensiva, a ocupação inadequada das margens nos trechos ao longo dos centros urbanos. Esta ocupação, que em muitos casos, configura uma invasão da calha principal do rio, vem se processando em ritmo acelerado e precisa urgentemente ser contida através de um política adequada de uso das áreas marginais dos cursos d' água.

No caso de Barra Mansa, as inundações se tornaram mais frequentes nas áreas ribeirinhas, de acordo com informação dos moradores. Será importante investigar uma possível influência da barragem de nível da CSN, em operação a cerca de 2 anos, sobre os níveis d' água de montante. O assoreamento do leito do Paraíba segundo informações locais, pode ser sentido na zona de remanso da referida barragem devido à redução da velocidade do fluxo favorecendo a deposição dos sedimentos transportados. Vale ressaltar que o barramento da CSN está posicionado em correspondência à extremidade de montante de uma ilha e se restringe ao braço esquerdo do rio (o maior deles), ficando a passagem de sedimentos transportados por arrasto limitada ao braço direito. Certamente, o transporte sólido natural, intensificado pelas retiradas descontroladas e expressivas de areia poderão estar introduzindo grandes modificações no perfil desse trecho agravando os processos de inundações das localidades a montante.

A barragem de Santa Cecília localizada no município de Barra do Pirai, destina-se a permitir o desvio de 160 m³/s para o sistema hidrelétrico Light e de abastecimento d' água Lajes-Guandu. As informações mais recentes referem-se a um assoreamento responsável por uma redução da profundidade em cerca de 40%, junto à represa. Os maiores reflexos desse fato são a elevação dos níveis nas cheias comprometendo o estirão de montante e bombeamento para a barragem de Santana no rio Pirai. As dragagens no reservatório de Santana têm sua periodicidade aumentada em consequência do volume sólido transportado pelo bombeamento.

As inundações do rio Paraíba no Município do Paraíba do Sul no período de cheias restringem-se a alguns bairros que se desenvolveram na planície de inundação, muito próximo ao N.A normal do rio. A construção de um Shopping e

estacionamento próprio, cujo aterro invadiu significativamente a calha principal do rio, praticamente bloqueando o escoamento pelo vão esquerdo da ponte principal da cidade, poderá agravar as inundações no bairro Cruz das Almas e áreas próximas, no período de cheias. Este é um exemplo típico do desrespeito à legislação existente destinada a preservar a seção de escoamento dos cursos d' água. Certamente, a construção foi realizada sem nenhuma avaliação hidráulica de possíveis repercussões sobre o estirão influenciado.

A cidade de Três Rios não apresenta, hoje grandes problemas com inundações causadas pelo rio Paraíba do Sul. Nas cheias do rio são atingidas apenas residências marginais construídas em cotas muito baixas. Situada, entretanto, em correspondência com a extremidade de montante do futuro reservatório da Usina Hidrelétrica de Anta/Simplício, cujo N.A. corresponde a cota 260,0m, certamente, seria atingida pelo remanso do reservatório durante as cheias do Paraíba. Conforme revelaram os estudos de linha d' água já realizados, esta restrição hidráulica impõe à futura usina regras operativas, que consistem no deplecionamento do reservatório, para a cota 256,0m durante os períodos de cheia do rio, de modo a não agravar o quadro das pequenas inundações que hoje ocorrem, como também não prejudicar o desempenho da rede de micro drenagem da cidade.

O estirão final do Paraíba na sub-região A, é limitado a montante pela cidade de Três Rios e a jusante pela divisa dos municípios de Sapucaia e Carmo. O rio apresenta-se bem encaixado e com boa declividade de fundo. Após a construção da barragem de Santa Cecília que retira cerca de $160\text{m}^3/\text{s}$ do rio Paraíba do Sul para o sistema Light, as vazões médias do rio decresceram significativamente. A redução dos NA's normais foi expressiva a ponto de alguns braços de rio, praticamente, secarem, e ilhas serem incorporadas à margem através de aterro. Este fato ocorreu principalmente em frente à cidade de Além Paraíba sede do município de mesmo nome, situada no final do trecho em questão. Os efeitos negativos da incorporação dessas ilhas poderão se manifestar no caso de uma grande defluência da barragem de Funil, incrementada por uma possível interrupção do bombeamento de Santa Cecília, devido a uma cheia do Pirai",(UFRJ/COPPE, 1997,p.9,10,11).

Na figura 37, pode ser visualizada a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul no trecho fluminense, do reservatório do Funil até a sua foz, indicando-se em vermelho, a área do estudo de caso. Nos Anexos D e E , foram representadas as áreas inundáveis de Barra Mansa e Volta Redonda do estudo citado acima, num mapa em escala 1:10.000.

5.3 A CRESCENTE POLUIÇÃO DAS ÁGUAS E O CONFLITO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS

Durante as vistorias e visitas de campo efetuadas entre 2008 e 2011, observou-se uma série de lançamentos irregulares que impactam diretamente a qualidade das águas do rio Paraíba do Sul.

Entre tantos, se destaca, por representar a deficiente infraestrutura dos municípios, o carreamento de chorume para o rio Paraíba do Sul, pelo ribeirão Brotas, proveniente de extravasamento de lagoas de contenção de lixo desativado de Volta Redonda. Na visita, verificou-se que o ribeirão Brotas, recebia alta carga poluente do lixo, que constatamos inclusive, tinha expressiva área com deposição de lixo hospitalar. A situação do local levou a intervenção do Ministério Público Federal - MPF como relatado em seu Site.

O depósito, localizado no entorno da Floresta da Cicuta, considerada área de relevante interesse ecológico, funciona há mais de 20 anos recebendo até 170 toneladas de lixo por dia. O objetivo do TAC, homologado em 2006, é transformar a área em um aterro controlado.

O grande volume de chorume produzida na área está infiltrando no solo e certamente atinge o lençol freático. "Estive no local e verifiquei pessoalmente a existência de quatro lagoas de chorume que produzem um fluxo contínuo do líquido tóxico diretamente para o Rio Brandão, afluente do Rio Paraíba do Sul que passa dentro da Floresta da Cicuta, situação que é agravada nos períodos de chuva", afirma o procurador da República em Volta Redonda Rodrigo da Costa Lines. Disponível em < <http://noticias.pgr.mpf.gov.br>>.

Fatos corriqueiros também observados, como o lançamento de esgoto residencial diretamente no rio, através de tubulações de PVC, e o forte odor e coloração escura no vertimento de diversas linhas de drenagem.

Também chamou nossa atenção a grande quantidade de lixo que se acumulava em algumas vias urbanas, caixas de drenagem e pátios de oficinas nas margens dos rios. Constatou-se que a preocupação com a contaminação das águas com solventes, graxas, combustíveis etc, ainda é muito pequena e que as fiscalizações e medidas educativas implementadas pelo poder público são insuficientes. Pelo que se observou, embora o controle de poluentes de origem industrial, principalmente os provenientes de grandes empresas apresentem alguma melhora, ainda são recorrentes e, em alguns casos, quase catastróficos, os impactos causados por acidentes industriais.

No período em que foram realizados trabalhos de campo na região do estudo de caso, foram observados diversos acidentes que impactaram fortemente a qualidade das águas e, inclusive, repercutiram na mídia fluminense e brasileira.

O mais notório foi o derrame de Endosulfam que ocorreu em 2008 e foi motivo de inúmeras reportagens, como a seguir :

A Secretaria Estadual do Ambiente está vistoriando o Rio Paraíba do Sul para saber o impacto do vazamento de um produto químico que contaminou o Rio Pirapetinga e chegou até o Paraíba do Sul. A empresa responsabilizada pelo vazamento também será vistoriada.

A Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente, a Feema, descobriu o vazamento quando investigava a mortandade de peixes no Rio Pirapetinga. Segundo a Feema, houve uma falha na hora de descarregar um caminhão da empresa de produtos químicos Servatis, que transportava o pesticida endosulfan.

A contaminação chegou ao Paraíba do Sul e oito cidades do sul do estado tiveram o abastecimento de água suspenso.

A vistoria no Rio Paraíba do Sul vai ajudar a calcular o impacto provocado pelo vazamento no meio ambiente. Em nota, a empresa Servatis reconheceu a responsabilidade pelo despejo do produto tóxico e disse que foi um acidente. A empresa foi autuada pela Feema e deve pagar uma multa que pode chegar a R\$ 10 milhões.

Dos oito municípios do sul do estado que interromperam o abastecimento de água, três ainda estão com a captação suspensa: Quatis, Três Rios e Paraíba do Sul. Disponível em <<http://rjtv.globo.com/Jornalismo/RJTV>>.

Os danos ambientais causados, com a mortandade de milhares de peixes, destruição de bentos e a ameaça que esse derramamento, de cerca de 8.000 litros, provocou no abastecimento de inúmeros municípios, inclusive da capital do estado, levaram a uma grande mobilização da população local e de ambientalistas. Essa mobilização levou a revitalização de proposição de banimento desse agrotóxico, a semelhança de outros países. Em julho de 2010, a Comissão formada pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (Ibama), Ministério da Agricultura (Mapa) e Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) tomou a decisão de que o Endosulfam será banido do País a partir de 31 de julho de 2013.

Mas o derramamento de Endosulfam não foi o único dano ambiental ao rio Paraíba do Sul, denunciado na mídia no período de 2008 à 2011. No dia 04 de agosto de 2009, o jornal O Globo noticiava no caderno Rio, que a CSN informava que estava contido o vazamento de óleo carboquímico que havia atingido o rio Paraíba do Sul.

No dia 21 de janeiro de 2010, o jornal O Globo noticiava no caderno Rio, Pág. 10: “Odor no Rio Paraíba do Sul deixa três cidades sem água”. Segundo as informações do jornal, uma equipe técnica do INEA e da Cedae coletou água em vários pontos para análise. Em 29 de novembro de 2010, no site do INEA, era dada a notícia “VAZAMENTO NO RIO PARAÍBA DO SUL FOI CONTIDO E CAPTAÇÃO É NORMALIZADA” como descrito parcialmente a seguir:

A poluição que atingiu, no último sábado (27/11), o Rio Paraíba do Sul devido a mais um vazamento de resíduos da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) já se dispersou e a captação de água, em Barra do Pirai, encontra-se normalizada.

A substância de cor escura, segundo constataram técnicos do Inea, é proveniente da

Estação de Tratamento de Efluentes do Alto Forno 2 da CSN e se espalhou rapidamente pelo leito do rio, principal fonte de abastecimento de água da Região Metropolitana do Rio e da Baixada Fluminense. Por conta do vazamento, foram suspensas as captações de água nas estações de Pinheiral e de Vargem Alegre, preventivamente. Mas, hoje (29/11), a situação já está normalizada. A captação de água na Elevatória Santa Cecília, em Barra do Pirai, onde é feita a transposição de água para o Rio Guandu, que abastece 80% da Região Metropolitana do Rio, também está normal. Disponível em <<http://www.inea.rj.gov.br/noticias>>.

Contudo, se os fatos relatados acima são mais visíveis e impactantes, a poluição difusa, também é um forte componente no comprometimento da qualidade das águas do rio Paraíba do Sul. Esta, como seu próprio nome diz, por estar distribuída espacialmente e sendo proveniente de inúmeras fontes, passa totalmente despercebida, mas soma grandes prejuízos à degradação ambiental.

Numa região em que o uso de escória de alto forno é componente da maioria dos aterros e das contenções com rip-rap, em que terrenos foram aterrados na beira do rio com finos de carvão, como o vistoriado na Av. Presidente Kennedy no município de Barra Mansa, onde uma criança morreu queimada ao afundar num verdadeiro braseiro, que se escondia sob uma fina camada de terra, em que enormes montanhas de escória encontram-se próximas as margens do Paraíba nos municípios de Volta Redonda e Barra Mansa, em que siderúrgicas e fábricas de cimento nas proximidades das margens lançam particulados, que são carregados pelas chuvas para as drenagens pluviais, em que foi observado, ao longo das margens percorridas, a presença constante de garrafas PET, recipientes plásticos de óleo automotivo, sacolas plásticas etc, deve-se ressaltar o quanto se torna primordial uma atenção ao dito por Prodanoff (2005).

Enganoso pensar que o tratamento das águas residuais levará a uma despoluição das áreas contaminadas. A deposição atmosférica, os resíduos sólidos, o esgoto pluvial e o lodo decantado continuarão presentes durante um longo período.

O relatório “Inventário Nacional de Qualidade de água” entregue em 1995 ao Congresso Americano, afirmou que 305 dos casos identificados de impactos na qualidade da água são atribuídas às descargas de enxurradas ou de fontes distribuídas (EPA 1995). Algumas das cidades nos EUA e países desenvolvidos, que obtiveram êxito na coleta e tratamento de águas residuais, segundo novos levantamentos, tem mostrado que as fontes de poluição difusa passaram a ser as maiores causadoras de degradação da qualidade das águas superficiais. (Driscoll et. al. 1999, EPA 1983). Além disso, as enxurradas podem conter quantidades significativas de substâncias tóxicas.

Acredita-se, assim, que é chegada a hora de começar a perceber e determinar os efeitos da poluição difusa no rio Paraíba do Sul, em defesa da saúde e continuidade de abastecimento de milhares de pessoas. Essa percepção é fundamental, pois, aliada a observação anterior, também se encontram relatos de ribeirinhos e de operadores de captações d'água, notadamente

a juzante da Barragem de Santa Cecília, de diminuição das vazões no período seco. Estabelece-se, então, uma situação de elevado risco, pois se adiciona, aos problemas já citados, uma menor capacidade de diluição, incrementando-se a deteriorização da qualidade das águas. Esta diminuição da disponibilidade hídrica e indicação de um futuro de conflitos no uso das águas já foram levantadas em outros estudos, porém sem que se tenha observado com a devida atenção as alterações na capacidade da recarga da bacia pela ocupação irregular das APP e faixas marginais, a inter-relação entre a ocupação destas com o próprio estado de degradação do rio, deve portanto, ser objeto de estudos mais detalhados.

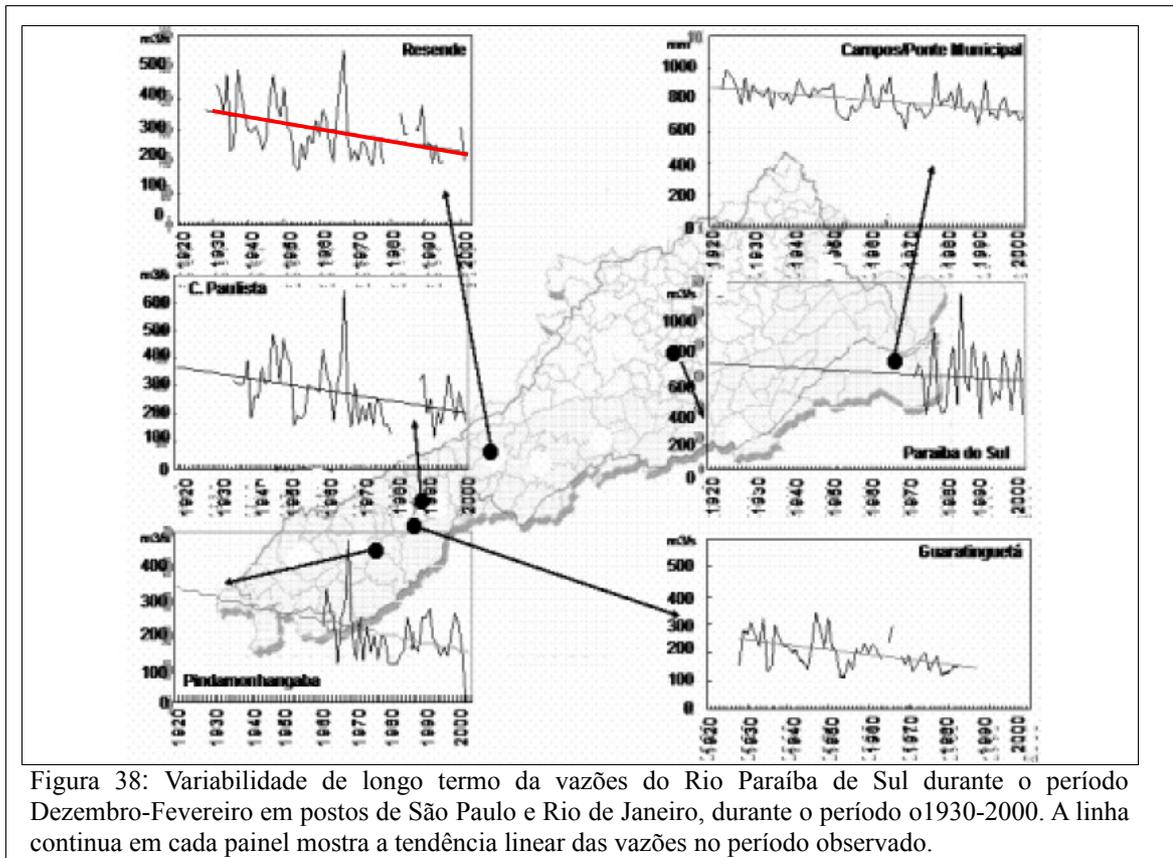
Entre diversos estudos, para exemplificar o que ocorre, pode-se citar .Marengo, J. A. & Alves, L. M. (2005, p.224), que aponta a variabilidade de longo termo das vazões, figura 38.

Registros hidrometeorológicos da bacia do rio Paraíba do Sul, desde a década de 1930, foram analisados com a finalidade de detectar e explicar as tendências observadas nas vazões e/ou cotas e associá-las às causas naturais ou aos efeitos antropogênicos. Em escalas de tempo inter anual, observam-se períodos de vazões extremas em anos que podem ser caracterizados como extremos em termos de chuva: 1955 (ano seco) e 1967-68 (anos chuvosos).

A principal conclusão do estudo é que as vazões do Rio Paraíba do Sul observada em postos fluviométricos de SP e RJ mostram uma tendência negativa durante os últimos 50 anos, (grifo do autor),o que não se observa em longo prazo tendência significativa nas séries de chuva no mesmo períodos em postos pluviométricos localizados na bacia que podem explicar estas tendência negativas nas vazões e cotas do Paraíba do Sul. Uma análise de tendências e testes de autocorrelação mostram uma correlação serial alta entre dois anos consecutivos em vários postos fluviométricos, podendo isto sugerir importantes efeitos na operação do sistema ou no armazenamento de um ano para outro e gerar tendências negativas que não são naturais. Desta forma, as tendências negativas nas vazões sugere um possível impacto da influencia humana (na forma de gerenciamento dos recursos hídricos, a geração de energia, os esgotos lançados no rio, a irrigação e o crescimento populacional) como possíveis causas para estas tendências e não a uma mudança climática do regime de chuva na bacia.

Estudos realizados pelo Laboratório de Hidrologia da COPPE/UFRJ (ABES, 2004) referem-se à “rigorosa seca que já perdura por 7 anos no Vale do Paraíba” e que poderiam gerar sérios problemas no abastecimento de água do Rio de Janeiro, em 2004. Nos últimos anos (2000-2003), a chuva foi abaixo da média histórica nas cabeceiras do Paraíba do Sul, com os menores valores durante a estação de 2001.

Entretanto, as chuvas foram próximas ao normal em 2004. Este período relativamente menos chuvoso parece ser parte de uma variabilidade interdecadal, com períodos de anos relativamente secos e úmidos sucessivos, e não indica uma tendência de redução sistemática das chuvas na região. Dados sobre armazenamento das represas, divulgado pela ELETROPAULO(SANEAS, 2004) mostram que os níveis de armazenamento no período de cheias vêm caindo numa proporção de mais de 10% ao ano desde 1998, passando de mais de 80% em março de 1998 para 55,8% em março 2000. Em 2001, no mês de março, que é o pico anual de armazenamento, esse índice era de apenas 34%. Considerando as análises de vazões e de chuvas já mostradas nas Figura 57, a conclusão mais direta é que o baixo nível das represas e das vazões do rio Paraíba do Sul são consequências de uma demanda maior que a oferta possível da água e não de uma mudança climática do regime de chuva na bacia.



Essa variabilidade pode também ser comparada com os estudos desenvolvidos pela COPPETEC (2002,VI.1), Tabela 7, que apontaram a disponibilidade hídrica das águas superficiais na bacia baseado na análise das séries históricas de vazões de 199 estações fluviométricas.

TABELA 7 – VAZÕES COM PERMANÊNCIA DE 95% NO TEMPO VAZÕES MÉDIAS DE LONGO PERÍODO					
LOCAIS	Área de drenagem (km ²)	Q95% m ³ /s	q95% (l/s.km ²)	QMLT m ³ /s	qMLT (l/s.km ²)
Rio Paraíba do Sul a Jusante dos Rios Paraibuna e Paraitinga	4.263	29,74	6,98	71,23	16,71
Foz do Rio Jaguari	1.800	15,56	8,64	30,71	17,06
Rio Paraíba do Sul a Montante de Funil	12.982	131,13	10,10	229,12	17,65
Rio Paraíba do Sul a Montante Santa Cecília	16.616	195,19	11,75	279,57	16,83
Rio Paraíba do Sul a Montante da Confluência dos Rios Piabanha e Paraibuna	19.494	79,40	4,07	177,27	9,09
Foz do Rio Piabanha	2.065	11,10	5,37	34,95	16,92
Foz do Rio Paraibuna	8.558	77,02	9,00	184,31	21,54
Rio Paraíba do Sul a Montante da Confluência do Rio Pomba	34.410	198,77	5,78	414,00	12,03
Foz do Rio Pomba	8.616	50,22	5,83	134,63	15,63
Foz do Rio Dois Rios	3.169	16,75	5,29	38,94	12,29
Foz do Rio Muriaé	8.162	28,79	3,53	128,22	15,71
Foz Paraíba do Sul	56.600	311,85	5,51	870,22	15,37

Verifica-se que os dois estudos apontam para vazões médias de longo período na faixa de 200 m³/s a montante e jusante da Barragem do Funil .

Estes dados nos levam a observar com cuidado o que foi citado no estudo realizado pela Fundação COPPETEC (2002,p. 37 e 38).

No início da década de 1950, período onde, em geral, as questões ambientais eram absolutamente irrelevantes no contexto das decisões que determinavam sobre a viabilidade da implantação de grandes obras da engenharia, foi realizado um conjunto de intervenções com a finalidade de permitir a transferência de uma expressiva parcela das águas do rio Paraíba do Sul para atendimento ao sistema Light (produção de energia) e à bacia do rio Guandu (abastecimento de água). Em consequência, ao longo dos anos seguintes, alguns focos de conflitos relacionados ao uso das águas começaram a ganhar importância ante o crescimento populacional dos centros urbanos. Dois desses focos que merecem destaque se referem às bacias dos rios Pirai e Paraíba do Sul.

Em relação ao Pirai, o subtrecho final, com 11 km de extensão, que se desenvolve da barragem de Santana até a sua foz no rio Paraíba do Sul, passou por grandes transformações, que vão desde um processo deflagrado de ocupação de sua calha secundária, com a construção de inúmeras moradias, até a degradação acentuada do leito principal, por onde deveriam escoar livremente as vazões de tempo seco.

A responsabilidade por esse quadro caótico que se estabeleceu ao longo dos anos deve ser creditada à regra de operação do reservatório de Santana. Entretanto, cabe também à Prefeitura de Barra do Pirai parcela de responsabilidade em relação à situação atual, uma vez que permitiu a ocupação desordenada da calha do rio Pirai. (grifo do autor). A defluência da barragem de Santana no período normal, segundo informações da própria Light, é de 32 m³/s durante 15 minutos, em dias alternados. Esse volume extremamente reduzido não cumpre o papel de vazão ecológica ou sanitária, sendo, portanto, incapaz de garantir a auto limpeza da calha no trecho de 11 km. Os esgotos domésticos ficam represados e refluem para as residências na ocorrência de vazões mais elevadas. No período das cheias a situação é muito preocupante. Além das expressivas contribuições de seu afluente, o rio Sacra Família, as quais, isoladamente, são capazes de provocar inundações no rio Pirai, há sempre o risco iminente de operações de vertimento na barragem de Santana devido a cheias no trecho de montante da bacia do Pirai. No histórico da operação da barragem, existem registros de defluências superiores a 300 m³/s que hoje, certamente, caracterizariam uma situação de calamidade pública na bacia.

Quanto ao rio Paraíba do Sul, o trecho mais influenciado pela transposição para a bacia do rio Guandu estende-se desde os reservatórios situados nas cabeceiras, em território paulista, até a confluência com os rios Paraíba e Piabana, nas proximidades da cidade fluminense de Três Rios. Nele estão inseridas diversas cidades paulistas e fluminenses que utilizam as águas do Paraíba para o abastecimento de suas populações e de diversas indústrias. Além disso, os corpos hídricos da bacia recebem os efluentes domésticos e industriais, muitos deles, sem tratamento adequado. Nos reservatórios e em alguns trechos de rios da bacia, a redução de oxigênio dissolvido e a proliferação de algas e de macrófitas aquáticas têm sido observados ao longo do tempo. Destaca-se que no trecho paulista da bacia, recentemente, houve a ocorrência de vegetação aquática do tipo capim capitiva, que tem criado problemas em diversos locais, em particular, em pilares de ponte, com restrição da seção de escoamento, erosão e risco para a estabilidade da estrutura da ponte. Em alguns casos, a busca de solução deste problema também afeta a operação dos reservatórios das usinas hidrelétricas da bacia. Esse efeito tende a se alastrar para o trecho fluminenses do rio Paraíba do Sul.

Ressalta-se também que a partir de 1953, quando entrou em operação o sistema de transposição, as vazões defluentes da barragem de Santa Cecília foram significativamente reduzidas, acarretando dificuldades para as captações de água existentes nas cidades de Barra do Pirai, Paraíba do Sul e Três Rios. (grifo do autor).

Em decorrência do período crítico de estiagem (2000/2001), foi utilizada a defluência de 71 m³/s por um longo período, o que levou as administrações municipais das cidades situadas no trecho a jusante de Santa Cecília a manifestarem preocupação em relação ao abastecimento público. Os níveis d'água decorrentes da liberação da vazão de 71 m³/s, para jusante de Santa Cecília, podem ser considerados limitantes para o funcionamento das captações das cidades ribeirinhas, em relação ao afogamento das tubulações de tomadas de água. Certamente, vazões menores que 71 m³/s inviabilizarão diversas captações de água por insuficiência de submergências compatíveis com os equipamentos de bombeamento. Este fato foi confirmado durante o período de estiagem de 2003, mais crítico que o anterior, quando a vazão de jusante foi reduzida para 51 m³/s, resultando na implementação de medidas emergenciais em algumas cidades desse trecho.

Enfim, pelo exposto, ficam evidenciados os graves problemas existentes na bacia do rio Paraíba do sul, que se originam, sobretudo, pela má gestão ambiental e pelo esquema de operação do sistema de reservatórios. Os impactos ambientais e conflitos atuais decorrem, essencialmente, das profundas modificações introduzidas na bacia, destinadas a beneficiar e viabilizar setores de inquestionável importância como os de energia, de abastecimento d'água e outros, associadas, em alguns casos, à falta de tratamento adequado de efluentes domésticos e industriais.

O estudo da COPPETEC, como visto, identifica problemas idênticos aos observados nas vistorias de campo, nos anos de 2008, 2009 e 2010. Indica-se, dessa forma, que apesar de já existirem alertas de estudos anteriores, a situação presente nada mudou. Aliás, o que foi observado indica que se incrementaram, ao longo do tempo, as atitudes ilegais e danosas à preservação do rio, que serão melhor detalhadas a seguir.

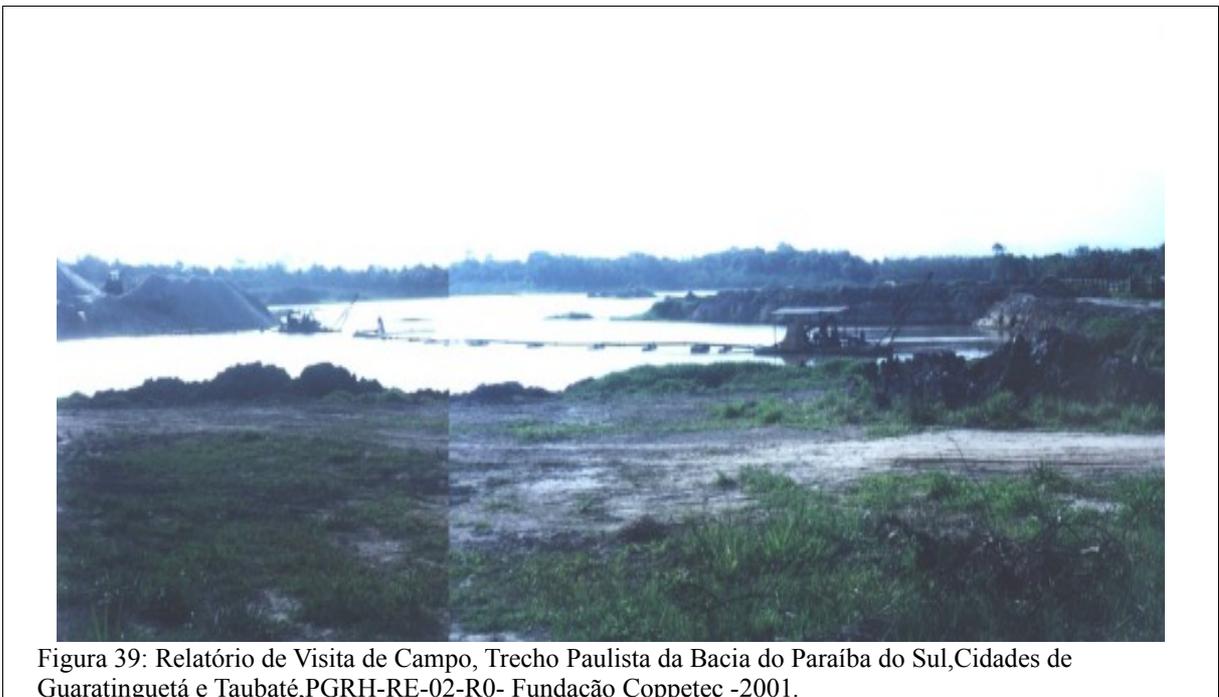
Contudo, um pequeno reparo deve ser feito a esse estudo da COPPETEC. É necessário que se questione, observando o parágrafo grifado pelo autor, se é possível que se impute apenas a prefeitura de Barra do Piraí a responsabilidade pela ocupação das margens e calhas do rio Piraí. Sabe-se que o rio Piraí é de dominialidade federal e que os terrenos marginais na faixa de 15 m à partir da LMEO pertencem a União. Sabe-se que a faixa de servidão e a FMP estão historicamente protegidas pela legislação federal. Assim, entende-se que a falta de um melhor conhecimento sobre a legislação que define a dominialidade federal, e das atribuições das diferentes entidades públicas, que devem zelar pela preservação do meio ambiente e garantir que as áreas de domínio da União cumpram a sua função socioambiental, podem levar a proposições incompletas de preservação ou a proposição de metas de difícil implementação pelos conflitos legais que podem suscitar.

Destaque-se que o estudo da COPPETEC, embora bastante abrangente, também é representativo do desconhecimento do domínio dos rios federais e faixas marginais no meio acadêmico. Assim, observa-se a pertinência dessa dissertação, onde o autor pretende dar visibilidade e esclarecer a necessidade de uma perfeita compreensão da legislação e da demarcação da faixa de dominialidade federal.

5.4 DESCRIÇÃO DO TRECHO DO RIO PARAÍBA DO SUL ENTRE A BARRAGEM DO FUNIL E A BARRAGEM DE SANTA CECÍLIA.

5.4.1 A situação geomorfológica observada no Rio Paraíba do Sul

A realidade do rio Paraíba do Sul mostra um histórico de degradação. Interessante notar que, esse rio, cada vez mais “pobre de vida”, continua a ser fragmentado por novos barramentos, PCHs, recebe novas canalizações, aterros, pontes, urbanizações que ocupam parte do seu álveo e permitem a ocupação da FMP. A busca de soluções pontuais e a falta de uma visão mais abrangente sempre foi a tônica do Rio Paraíba do Sul. A presença do CEIVAP e da AGEVAP, ainda é pouco significativa, pontual e descoordenada. Essa falta de coordenação entre as entidades pode ser exemplificada pelos polderes construídos pelo DNOS, no trecho paulista do rio. Projetados inicialmente com o objetivo de recuperação de várzeas para a rizicultura, sem que fosse considerada a capacidade de amortecimento dessas várzeas, nas enchentes à juzante. Observou-se, anos depois, o incremento das ações danosas, com a degradação da maioria dessas áreas, decorrente do abandono da rizicultura e a implantação da extração da areia em cava, figura 39, com o aumento significativo na alteração do regime hidrológico nesse trecho do rio. (Disponível em <http://www.ana.gov.br>).



Atualmente observa-se, que inúmeras PCHs estão em construção nesse rio, figuras 40

a 43, PCH Lavrinhas, PCH Queluz, PCH Simplicio, alterando a sua geomorfologia e vazões sem que o importante aspecto previsto na DQA da CE tenha sido considerado.



Figura 40: PCH Lavrinhas no rio Paraíba do Sul. Fonte: Autor – novembro de 2010.



Figura 41: PCH Lavrinhas no rio Paraíba do Sul. Fonte: Autor – novembro de 2010.



Figura 43: PCH Queluz no rio Paraíba do Sul. Fonte: Autor – novembro de 2010.

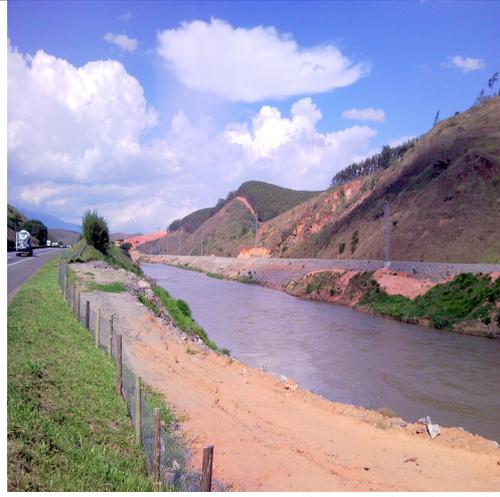


Figura 42: PCH Queluz no rio Paraíba do Sul. Fonte: Autor – novembro de 2010.

Continuam a prosperar em diversas cidades ribeirinhas, do rio Paraíba do Sul e dos seus afluentes, todo tipo de ocupação do álveo e margens. Permite-se por descontrole administrativo, e falta de vontade política, a ocupação de áreas de preservação permanente, figuras 44 a 49, que vão ano a ano “encaixotando” o rio, e alterando a sua condição geomorfológica.



Figura 44: Foz do rio Bananal no rio Paraíba do Sul. Fonte: Autor - abril de 2009.



Figura 45: Rio Paraíba do Sul em Volta Redonda. Fonte: Carlos Castro - julho de 2008.



Foto 46: Ocupação da calha do rio. Fonte: Autor - setembro de 2009.



Foto 47: Construção na calha principal e secundária do rio Sesmaria. Fonte: Autor - setembro de 2009.

Na foto 49, temos o terreno na casa do Sr José Moreira “Zé Coruja”, que confronta nos fundos com o Paraíba. A entrevista filmada pelo autor com o “seu Zé”, da qual trancreve-se uma parte abaixo, é reveladora do que vem acontecendo há décadas, num movimento lento e continuado de aterro da calha de rios federais.

- Ele informou que a vila de casas, que pertence a siderúrgica Barra Mansa, teve sua construção iniciada em 1944, e que em 1952, quando tinha 17 anos, trabalhou na construção das últimas casas;

- que em 1998, quando soltaram água demais da represa, a água atingiu sua casa próxima a vila. Mas, não pode afirmar quais as casas da vila foram atingidas, pois não foi ver;

- que ocorreram aterros no local e que a margem do rio passava na altura da última

casa da vila e que os últimos aterros não tem 10 anos e que as pessoas foram colocando escória de alto forno para aterrar o rio;

- que, com a construção da represa do Funil, o rio começou a “ir para lá”! Foi quando começaram os aterros nas margens, que foram inundadas em 1998;

- que o rio quando enche traz terra, que faz os terrenos crescerem, que foi assim que seu terreno cresceu, do bambuzal aonde ficava a antiga margem em 1964, até a margem atual;

- que o pessoal aproveita que o rio “dá uma recuada”, para aterrar a margem oposta;

- que seu Francisco falava assim; “olha, se o rio for para lá você ganha, mas se o rio vier para cá, até encontrar a rua você perde”, é confronto Homero Leite (rua) x Paraíba do Sul;

- indicou o local onde ficava o leito do rio, próximo à última casa, em área hoje aterrada e ocupada por casas e chiqueiros;

Finalizando, informou que o rio Bananal antigamente fazia uma curva, desenhando com o dedo um “S”, no local que atualmente é ocupado pela aciaria da Siderúrgica Barra Mansa e que esse rio foi desviado por volta de 1968 e 1969.



Figura 48: Casa em aterro dentro da calha do rio. Fonte: Carlos Castro - março de 2009.



Figura 49: Terreno ganho do rio. Fonte: Autor - março de 2009.

O relato é exemplar da relação que existe entre os habitantes ribeirinhos e o rio Paraíba do Sul. Em sua grande maioria, acham que a indicação do recuo do rio, seja por menores vazões provocadas pela regulação de Funil, seja por anos de menor precipitação, aliadas a deposição crescente de material em alguns trechos marginais, formam a oportunidade de ampliação de seus terrenos.

Tem-se, então, que futuros trabalhos de Requalificação Fluvial, deverão incorporar uma forte participação e conscientização dos moradores ribeirinhos.

A degradação provocada pelas ocupações irregulares, provocadas por ações individuais, são por sua vez incrementadas por projetos de urbanização e ações apressadas e pouco estudadas, das entidades públicas. O poder público incrementa essas ações, com projetos de urbanização, que a guiza de urbanizar áreas marginais, impõe cada vez mais, a supressão de áreas de espraiamento e calha secundária. Muitas das vezes, essas obras são apresentadas para a população sem maiores discussões, como vitrines de uma administração.

Assim, essas “grandes vitrines” mostram apenas os lados positivos, acenando com a possibilidade do ganho de melhorias no fluxo do tráfego, da instalação de praças de esporte, locais para caminhadas etc.

Contudo, o que se observa nessas obras é que embora apresentem aspectos positivos, de interesse e inclusive de concretização de antigas aspirações dos munícipes, estão totalmente dissociadas de preocupação quanto ao seu efeito no regime hidráulico dos rios e suas qualidades físico-químicas e morfológicas.

Uma constante nessas obras de urbanização é a remoção do que ainda resta da mata ciliar, execução de aterros e a inserção de espécies exóticas em confronto com as técnicas usuais de Requalificação Fluvial. Observa-se, ao longo do trecho, entre as barragens de Funil e Santa Cecília, que a urbanização está mais focada na “liberação de espaços”, sejam esses destinados a circulação de veículos ou pessoas. Não estão vinculadas a essas intervenções, um planejamento mais completo, que insira aspectos relevantes, como o aumento da capacidade de infiltração, e controle da erosão, coletores de esgoto, controle da poluição difusa, etc., conforme observam-se nas figuras 50 a 53.

A figura 50 mostra a linha de drenagem em talude na beira do rio no município de Resende. Observou-se a falta de alas e dissipadores. A figura 51 mostra a urbanização na faixa marginal no município de Resende. Observa-se que o uso de pisos permeáveis limita-se ao calçamento.

Contudo, as dificuldades na promoção da Requalificação Fluvial do rio Paraíba do Sul, e seus afluentes, não são impostas apenas pelos fatos já citados. A esses fatos, deve-se adicionar as enormes perturbações hídricas e aumento de erosões, causados pela extração de areia, sem a adoção de estudos técnicos da capacidade de suporte, georreferenciamento das áreas efetivamente exploradas, e até da adoção, nos processos de licenciamento, de uma Análise Preliminar dos Perigos. É necessário que se possa qualificar e minimizar os riscos

associados, a operação de máquinas, navegação, manuseio de combustíveis e lubrificantes, etc.



Figura 50: Linha de drenagem em talude.
Fonte: Autor - março de 2009.



Figura 51: Urbanização na faixa marginal.
Fonte: Autor - março de 2009.



Figura 52: Avenida Marginal em Barra Mansa.
Fonte: Autor - março de 2009.

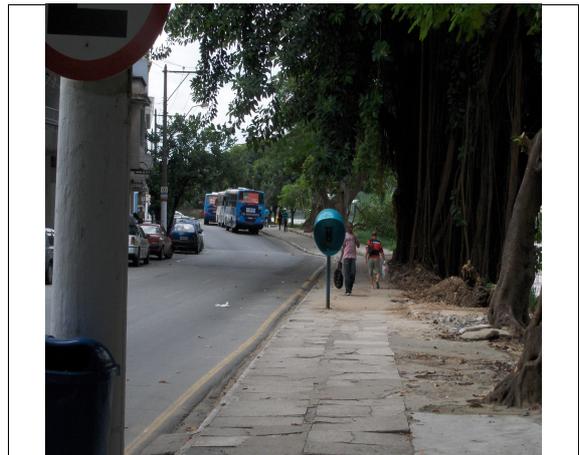


Figura 53: Urbanização na faixa marginal.
Fonte: Autor - março de 2009.

Outro fato a observar-se é a presença constante de equipamentos, das mineradoras de areia, abandonados nas calhas e margens dos rios. Com o tempo, algumas dessas embarcações acabam afundando, impondo transformações no regime hídrico, assoreando e estrangulando o rio, conforme mostra-se nas figuras 54 a 57.

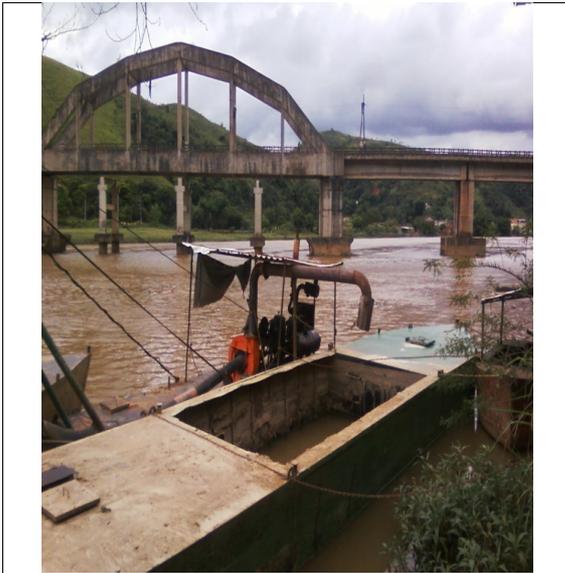


Figura 54: Areal que explora área a montante da ponte. Fonte: Autor - março de 2009.



Figura 55: Outra foto do areal da figura 37. Fonte: Autor - março de 2009.

Também é comum, numa viagem mais atenta, margeando o Paraíba, observar-se inúmeros silos e estruturas de aço, abandonados na margem sem que os responsáveis por tal ato, sejam intimados a retirá-las.

Observou-se que a extração de areia é realizada sem nenhum critério técnico. Não existem estudos de batimetria que apontem os efeitos locais da retirada de areia e cascalho incorporado, como se vê na figura 54, nada se sabe da interação dessa extração mineral e a ponte férrea existente a jusante.

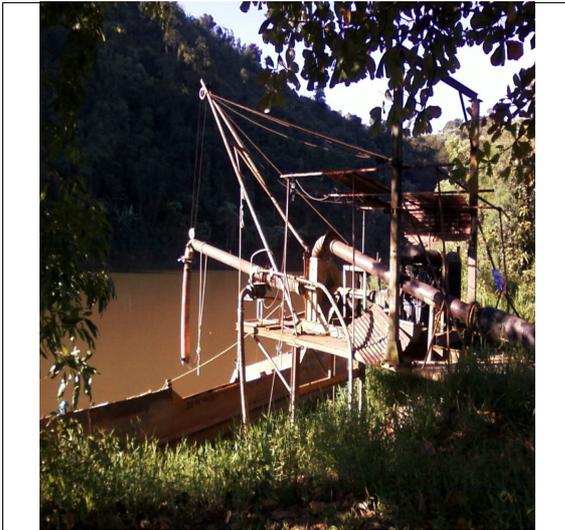


Figura 56: Equipamentos abandonados.
Fonte: Autor - abril de 2009.



Figura 57: Silos abandonados.
Fonte: Autor - abril de 2009.

Um bom e simples começo para um projeto de Requalificação Fluvial seria a identificação, demarcação e recuperação ambiental das áreas dos areais abandonados. Nas figura 56 e 57, mostra-se os equipamentos abandonados pelas mineradoras na margem do rio Paraíba do Sul, no município de Volta Redonda. A situação atual do rio Paraíba do Sul e seus afluentes, na área do estudo, demonstra a correlação dos efeitos danosos, com experiências vivenciadas em outros países, como já citado. Contudo, ao contrário do que ocorre em vários países da Comunidade Européia, que já desenvolvem projetos de Requalificação Fluvial, que são decorrentes de uma maior conscientização política, muito pouco se faz para a preservação e recuperação do rio Paraíba do Sul. Observou-se, nas vistorias de campo, que as entidades públicas ainda não se conscientizaram desses fatos. Assim, continua o poder público, ao mesmo tempo em que são noticiadas enchentes anuais em bairros de Resende, Barra Mansa e Volta Redonda a permitir a ocupação irregular das margens e a icentivar obras em áreas de inundação como é o caso do novo pátio de manobras da linha férrea da MRS Logística na periferia do Município de Barra Mansa.

Mas, em que pesem tantos exemplos negativos, começam a despontar no trecho Funil – Santa Cecília, algumas ações, que embora não sejam propriamente de Requalificação Fluvial, são ações de recuperação da degradação promovida, e que podem ser usadas como um dos vetores de uma proposta de Requalificação Fluvial no trecho.

Esse é o caso, por exemplo, do projeto de recuperação de mata ciliar, desenvolvido em parceria pelas ONGs, SOS Mata Atlântica e Educa Mata Atlântica, que, com o patrocínio do Bradesco e da Volkswagen Caminhões, executou um projeto de replantio de mata ciliar com espécies da mata atlântica em trecho do rio Paraíba do Sul no município de Porto Real.

Cabe acrescentar que esse projeto pioneiro, fruto de parceria entre ONGs e empresas particulares mostrou-se muito mais ágil e completo, do que qualquer ação já desenvolvida por entidades públicas e pelo CEIVAP no trecho fluminense do rio.

Ressalte-se que o projeto não se restringiu ao mero replantio de mudas, mas também formou uma consciência ecológica, pelos ensinamentos dados em palestras aos participantes na ONG Educa Mata Atlântica. Permitiu também, através de ações bem articuladas, a inserção de famílias de baixa renda, que cuidaram de parte do crescimento das mudas. Propiciou-se dessa forma a geração de uma pequena renda para essas famílias.

5.4.2 Caracterização da área por subtrechos

Para uma melhor compreensão da caracterização da área de estudo, dividimos o trecho Funil – Santa Cecília, figura 58, em 4 subtrechos, Trecho 1 – Da Barragem Funil até o Rio Pirapetinga, Trecho 2 – Do Rio Pirapetinga até a ponte da Ferrovia do Aço, Trecho 3- Da ponte da Ferrovia do Aço até a Ponte na BR que marca a divisa entre Volta Redonda e Barra do Piraí, Trecho 4 - Da ponte da BR até a Barragem de Santa Cecília.

Nestes subtrechos apresentados a seguir, procurar-se-á descrever e compreender, com base em depoimentos e fotografias, a situação atual do rio e suas margens.

No Anexo F, é apresentado o Perfil Longitudinal do Rio Paraíba do Sul, no trecho entre a Barragem do Funil e a Barragem de Santa Cecília. As cotas e as declividades apresentadas irão embasar os estudos de modelação matemática e determinação da LMEO e FMP que serão apresentados em capítulos posteriores.

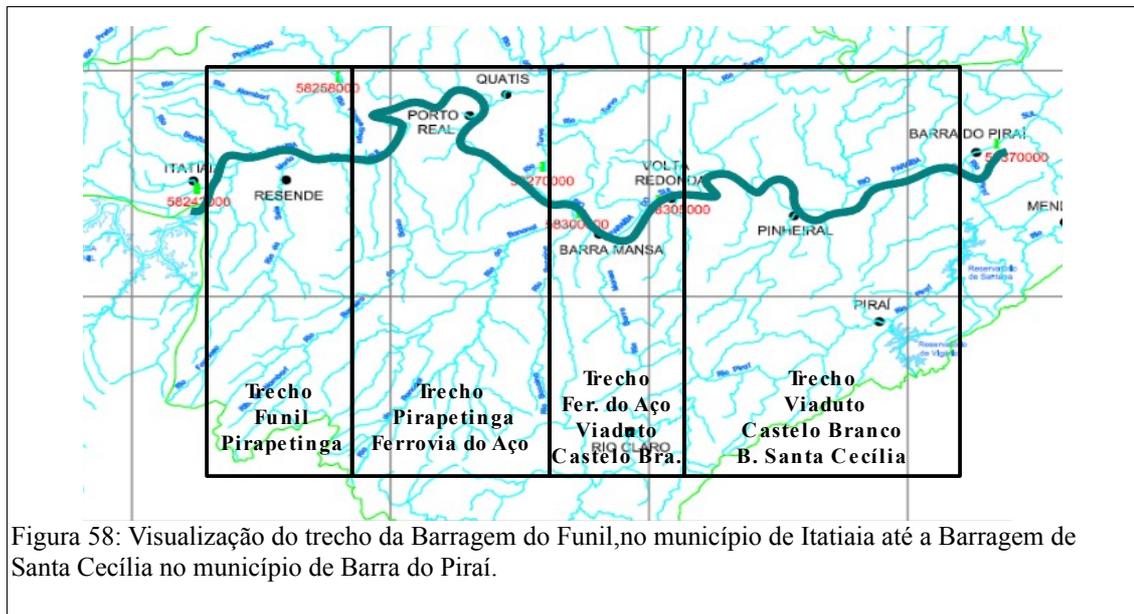


Figura 58: Visualização do trecho da Barragem do Funil, no município de Itatiaia até a Barragem de Santa Cecília no município de Barra do Piraí.

5.4.2.1 Trecho da Barragem do Funil até o Rio Pirapetinga.

O rio Paraíba do Sul entre a Barragem do Funil e o Rio Pirapetinga, tem uma pequena declividade como pode ser visualizado no Anexo F. Nesse trecho o rio corre tranquilo, à exceção de pequena corredeiras logo após receber, pela margem esquerda, a contribuição do rio Alambari. A imagem do Google Earth, figura 59, permite uma visão desse trecho.

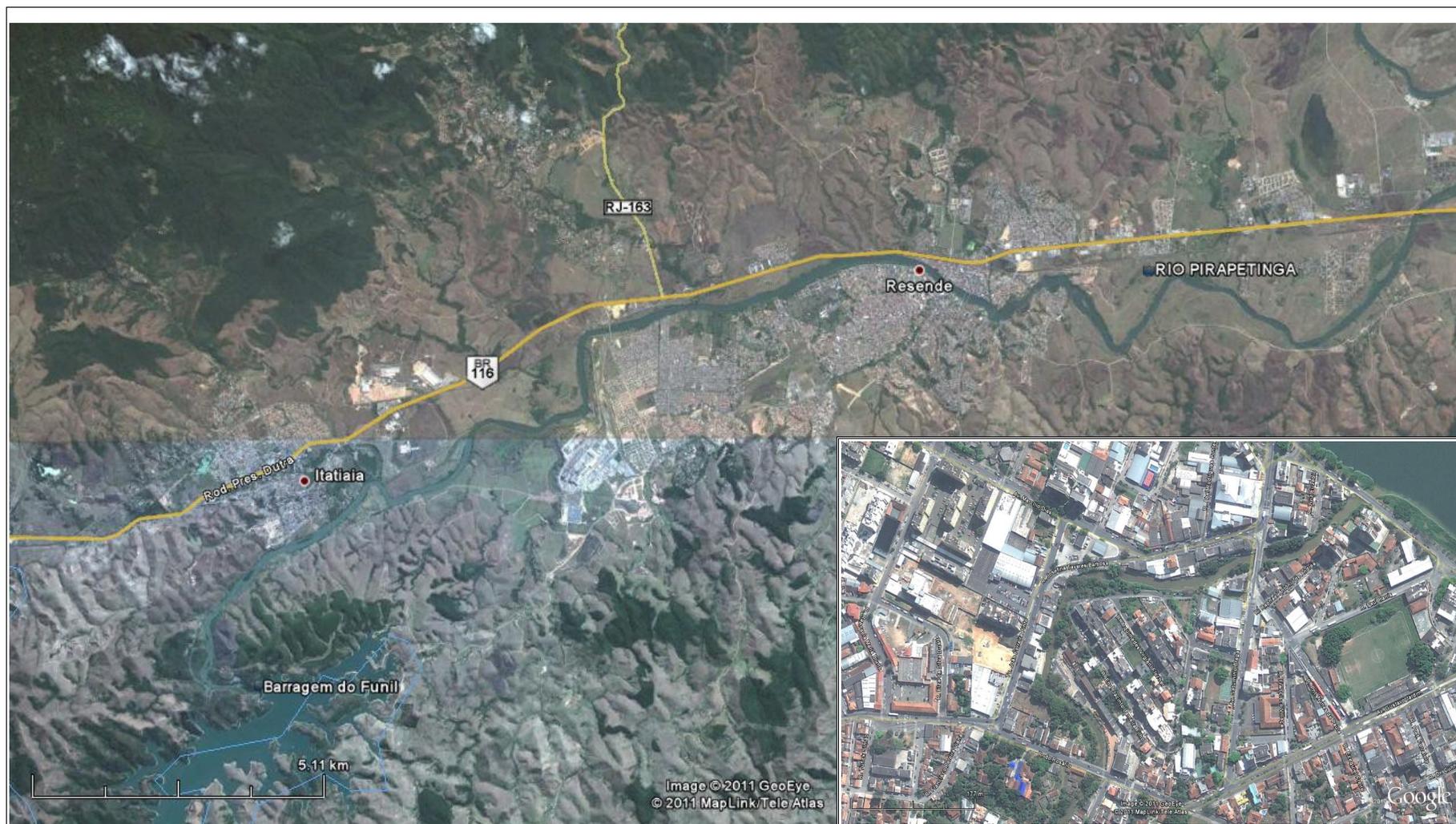
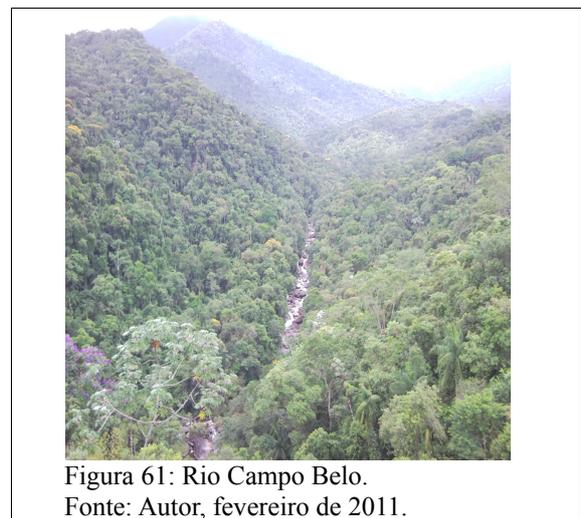


Figura 59: Trecho da Barragem do Funil até o Rio Pirapetinga. O detalhe mostra parte do rio Sesmária, rio federal, que corta o centro da cidade de Resende. Imagens do Google Earth.

Nesse trecho, a vazão do rio é incrementada pela contribuição de pequenos e médios contribuintes, sendo os principais afluentes os rios Santo Antônio, São Jerônimo, Rio Bonito, Ribeirão Preto, Sesmaria, Alambari. Da barragem do Funil até a área onde está sendo implantada a Siderúrgica Votorantin, em Resende, as faixas marginais não apresentam ocupação por imóveis residenciais, ressalvado pequeno trecho na margem esquerda do rio ao longo da rua Lúcio Mendes Bernardes em Itaitiaia.

Assim, nesse momento, esse trecho, por ainda manter as suas características rurais, não apresenta maiores dificuldades para a regeneração da vegetação da APP e preservação das áreas de dominialidade federal. Da área da Siderúrgica até área a aproximadamente 1km após a antiga ponte ferroviária, no bairro Monet, o rio se desenvolve cortando área urbana com diversas construções em área de APP e de dominialidade federal, notadamente pela sua margem direita. Tais ocupações já levaram inclusive a proposição de Ação Popular na Justiça Federal, como a instaurada contra as obras de urbanização realizadas na margem do rio ao longo da Av. Rita Maria Ferreira da Costa. Uma pequena área no trecho na margem esquerda, entre a ponte nova e a Academia Militar das Agulhas Negras – AMAN, ainda se encontra sem ocupação de moradias, podendo ser objeto prioritário de regeneração de mata ciliar.

As figuras 60 à 66 mostram alguns aspectos do rio Paraíba do Sul, seus afluentes e algumas das ocupações de margens e FMP observadas.



A figura 60 mostra o trecho do rio Paraíba do Sul, logo após a Barragem do Funil, onde observa-se a faixa marginal preservada. Apenas 4 Km após a barragem, existe área degradada com voçorocas e deposição de lixo e entulho irregular. A foto permite que se entenda a necessidade de se conter o avanço da urbanização sobre as faixas marginais. Na figura 61 mostra-se o Rio Campo Belo em área do Parque Nacional de Itaitiaia. Esse rio irá

formar o rio Bonito que deságua no Paraíba do Sul, na margem esquerda. Considera-se importante que se estude a integração da área do Parque Nacional com a área da Barragem do Funil, inclusive de forma integrada com a gestão da mata ciliar do Paraíba do Sul.



Figura 62: Siderúrgica Votorantim.
Fonte: Autor, março de 2009.



Figura 63: Ribeirão no centro de Itatiaia.
Fonte: Autor, fevereiro de 2011.



Figura 64: Margem do rio Paraíba do Sul
no município de Resende.
Fonte: Autor, março de 2009.



Figura 65: Margem do rio Paraíba do Sul
no município de Resende.
Fonte: Autor, março de 2009.

Em contrapartida, nas figuras 62 a 65, pode-se observar a ocupação irregular das FMP, assim como da calha e margens do rio Paraíba do Sul, demonstrando a ausência da administração municipal permitindo assim, a degradação do meio ambiente.

A evolução da ocupação das margens do rio Paraíba do Sul, ao longo dos anos, pode ser observada quando comparamos fotografias de décadas passadas com a situação atual, como nas figuras 66 à 73. Observa-se que embora mantendo o seu desenvolvimento ocorreu um adensamento da área urbana e incremento de ocupações nas margens. A figura 69 mostra a

a margem direita do rio Paraíba do Sul, ainda com a vegetação ciliar na margem direita. Na figura 67, no lado direito da figura aparece a foz do rio Sesmária, que apresentava suas margens desocupadas.

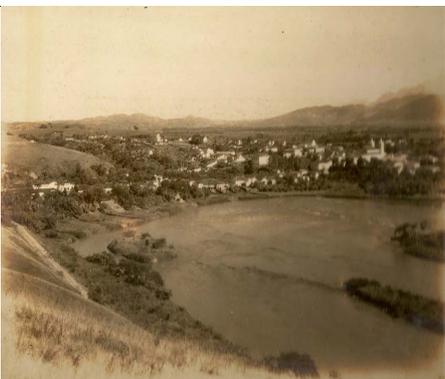


Figura 66: Trecho de corredeiras do rio Paraíba do Sul a jusante da curva após o rio Alambari.
Fonte: <http://www.resendefotos.com.br>



Figura 67: Foz do rio Sesmária.
Fonte: <http://www.resendefotos.com.br>>.

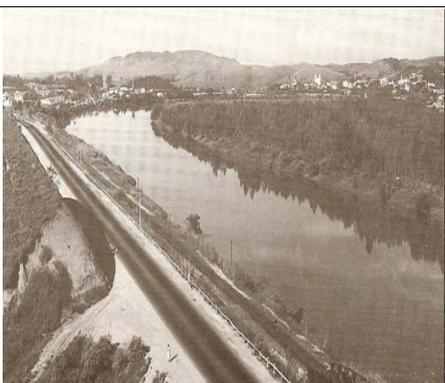


Figura 69: Fotografia do, início da década de 40.
Fonte: <http://www.resendefotos.com.br>>.



Figura 68: Fotografia da década de 40. A margem esquerda estava livre e sem mata ciliar.
Fontenário: <http://www.resendefotos.com.br>

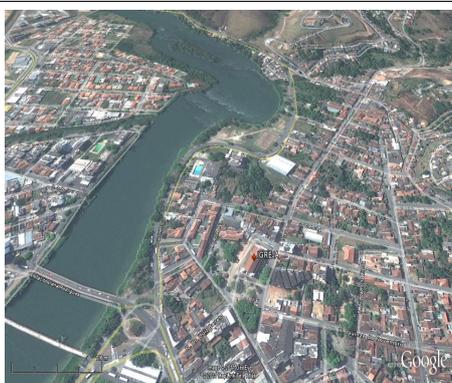


Figura 70: Imagem do Google Earth apresentando a mesma região visualizada na figura 35.



Figura 71: Imagem do Google Earth .
Mostra a mesma região da figura 33.



Figura 72: Foto de Kurt Brand , que mostra o rio Paraíba do Sul na área que viria a ser ocupada pela cidade de Resende em especial a margem esquerda. É possível observar a Ponte Nilo Peçanha, mais conhecida como ponte velha, inaugurada em 1905. Também é possível observar o traçado final do rio Alambari e a sua foz. Ao fundo aparecem as Agulhas Negras. A foto caracteriza que na época a faixa de servidão e a faixa da LMEO estavam preservadas de ocupações, embora a mata ciliar já não existisse. Disponível em < <http://www.resendefotos.com.br>>.



Figura 73: A foto aérea da cidade de Resende.
Fonte: Disponível em <<http://www.resende.rj.gov.br>>.

Na figura 73, a foto aérea mostra, de forma clara, que a cidade de Resende cresceu sem preocupação, com a legislação federal de preservação da mata ciliar, faixas de servidão, calha secundária, etc. Na fotografia observa-se que ao longo do rio Paraíba do Sul desenvolveram-se avenidas marginais, que atenuam em parte, a má gestão do uso do solo. Essas avenidas impediram que as margens fossem totalmente suprimidas e encaixotasse o rio com construções, como ocorre em várias áreas de Barra Mansa e Volta Redonda. Outro ponto, é que a presença dessas avenidas, permite a instalação de redes coletoras de esgoto e seu direcionamento para estações de tratamento. É necessário contudo, que essa ocupação urbana já consolidada, receba uma análise crítica e incorpore ações de mitigação e controle, como, por exemplo, um plano de tratamento da poluição difusa e aumento da área de infiltração.

Quando se comparam as figuras anteriores, que apresentam as imagens históricas, com a figura 73, é possível observar o quanto o processo de crescimento e urbanização da cidade de Resende, foi impactante. De forma muito clara pode ser identificado que a urbanização avançou sobre a faixa de servidão, calha secundária e várzeas do rio Paraíba do Sul e seus afluentes.

Assim, em que pese o controle das vazões introduzida após a construção da Barragem do Funil, o estreitamento da calha secundária, a impermeabilização dos solos e um maior transporte de sedimentos causados pelo crescente desmatamento e mau uso dos solos, tem tornado recorrentes novas inundações nesse trecho.

Embora, no que concerne ao rio Paraíba do Sul, essas enchentes venham atingindo as partes mais baixas da AV. Rita Maria Ferreira da Costa, as inundações provocadas pelo Rio Sesmaria, também um rio federal, se tornaram críticas, colocando em risco diversos prédios como pode ser visualizado nas figuras 74 e 75 em visita de campo que realizou-se no início de fevereiro de 2011, logo após fortes chuvas que atingiram Resende. A calha atual do rio Sesmaria não consegue mais suportar as vazões e a elevada carga de sedimentos que recebe.



Figura 74: Margem esquerda do rio Sesmária.

Fonte: Autor, fevereiro de 2011.



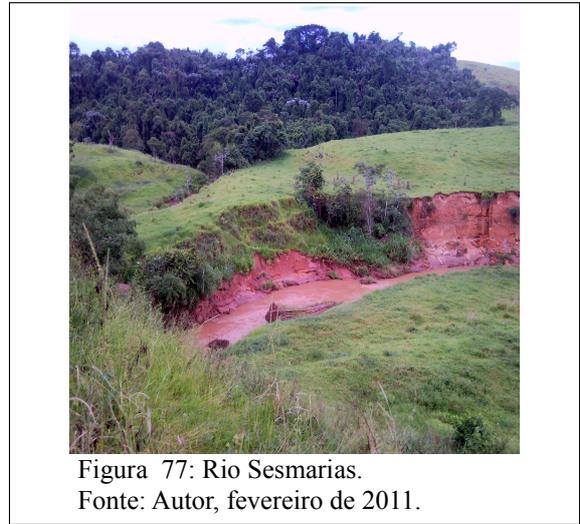
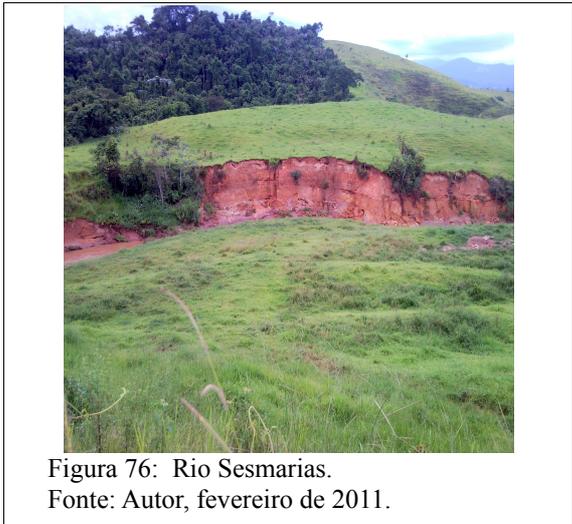
Figura 75: Margem direita do rio Sesmária.

Fonte: Autor, fevereiro de 2011.

Na figura 74 mostra-se a margem esquerda do rio Sesmária. A margem foi erodida, arrancando parte da pavimentação. Observa-se canos de esgoto que lançam os efluentes diretamente no rio. Na figura 75, a margem direita do rio Sesmária, observa-se o desmoronamento de quadra de condomínio residencial, e que as fundações do prédio ao lado foram atingidas.

O rio teve meandros suprimidos, alterações na foz e percorre, no seu curso inferior, um trecho urbanizado, onde fica contido por construções que chegam a ocupar parte da sua calha. O hidrograma no trecho foi alterado substancialmente em consequência do aumento da velocidade, perda da capacidade de infiltração, perda de áreas naturais de inundação, superposição de hidrogramas de pequenos afluentes e a diminuição do tempo de concentração.

As fotos 76 e 77 mostram processos erosivos na parte alta do rio Sesmarias a montante do núcleo urbano de Resende. A figura 76 mostra uma foto do Rio Sesmarias, tirada no trecho do rio à montante da área urbana, mostra a forte erosão das margens, que foi observada na visita de campo em fevereiro de 2011. A erosão ao longo das margens demonstra o grande volume de sedimentos que é carreado para o baixo curso. A figura 77 mostra a forte erosão ao longo das margens, e indicativos de alterações de curso, caracterizam a mobilidade do rio. Foram identificados diversos fatores negativos, como falta de cobertura vegetal, degradação do solo e voçorocas. É possível que a falta de adoção de medidas preventivas, incrementa as enchentes na área urbana.



5.4.2.2 Trecho do Rio Paraíba do Sul entre o Rio Pirapetinga e a ponte da Ferrovia do Aço.

Nesse trecho, o rio ainda percorre, na sua maior parte, área preponderantemente de pastagens, como visto na figura 78, imagem do Google Earth, e detalhes figuras 79 e 80.

Observou-se que a margem esquerda, por ainda manter as suas características rurais e por ter poucos aglomerados urbanos (a exceção significativa é o centro urbano de Quatis), não apresenta maiores dificuldades para a regeneração da vegetação da APP e preservação das áreas de dominialidade federal. Mesmo na área urbana de Quatis, na faixa compreendida entre a RJ 159 e o rio, ainda existe uma pequena faixa marginal não ocupada.

A margem esquerda, na grande várzea a montante da ponte ferroviária, é área de extravasamento e amortecimento das enchentes, do rio Paraíba do Sul. Corriqueiramente, nos períodos de maiores precipitações, essa várzea fica inundada. Nas maiores enchentes, a área de alagamento avança até ficar contida pela linha férrea, à semelhança do que ocorre na margem direita. Considera-se que é fundamental a preservação dessa várzea.

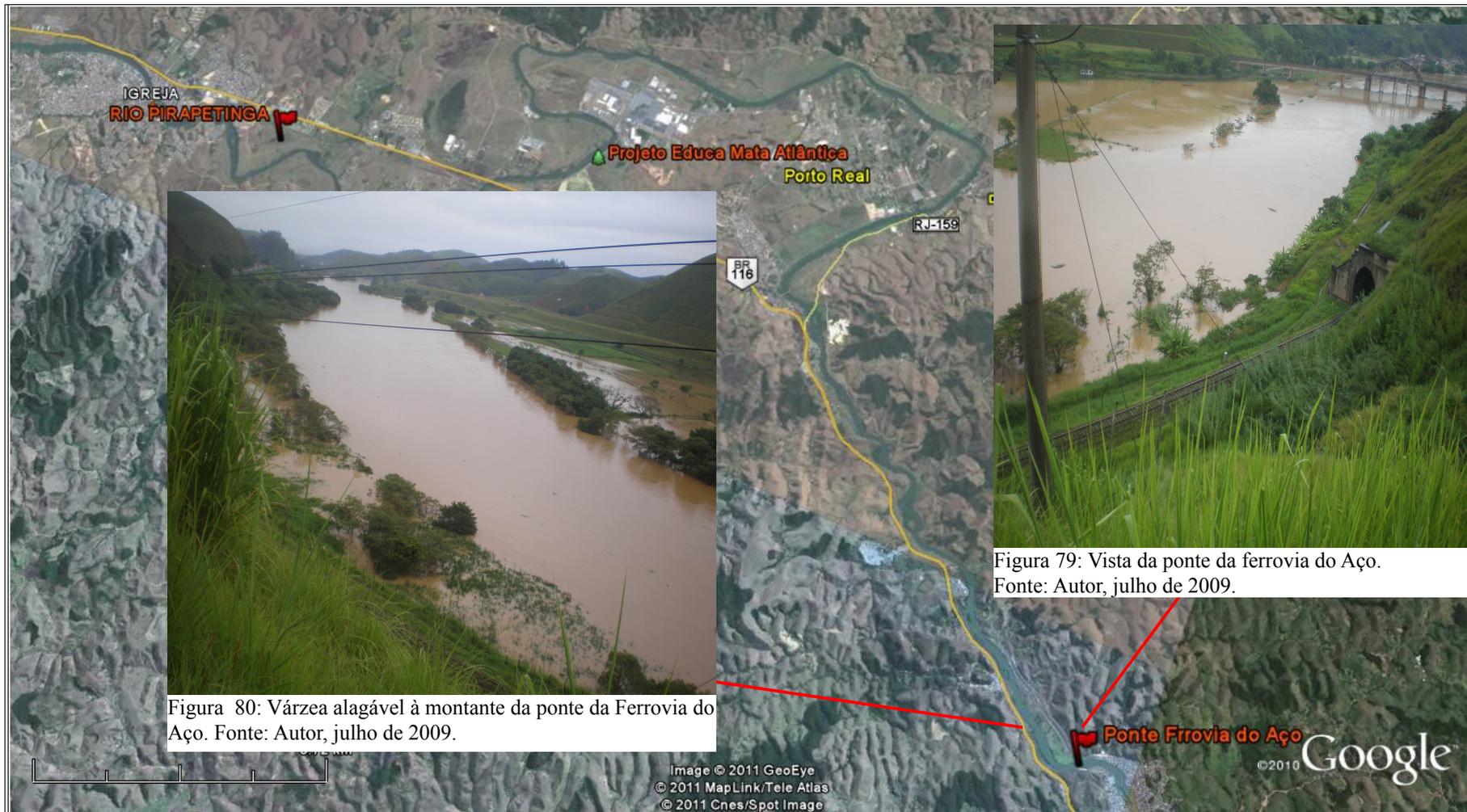


Figura 80: Várzea alagável à montante da ponte da Ferrovia do Aço. Fonte: Autor, julho de 2009.

Figura 79: Vista da ponte da ferrovia do Aço. Fonte: Autor, julho de 2009.

Figura 78: Trecho do Rio Paraíba do Sul entre o Rio Pirapetinga e a ponte da Ferrovia do Aço. A imagem do Google Earth, indica que apesar do crescimento do polo industrial de Porto Real, e da urbanização crescente dos municípios de Queluz e Porto Real a faixa marginal do rio Paraíba do Sul não apresenta uma ocupação significativa. Recomenda-se que o trecho seja objeto de demarcação urgente da FMP e LME0, como ação preventiva de defesa do rio contra a ocupação irregular e uso do solo.

Depreende-se, portanto, que esse trecho na margem esquerda, deve ser tratado prioritariamente. Ações integradas das entidades públicas e ONGS, podem por exemplo, resgatar a APP, promovendo-se quando necessário à demolição das construções irregulares existentes.

Já pela margem direita, não foram observadas ocupações nos trechos do rio entre a foz do Pirapetinga e a captação da empresa Galvasud. Nesse trecho é importante destacar o projeto de recuperação de mata ciliar implantado pelas ONGs SOS Mata Atlântica e Educa Mata Atlântica que pode ser utilizado como laboratório e exemplo de inserção da sociedade na preservação dos rios, figuras 81 e 82.

A partir da área do projeto de recuperação da mata ciliar até a Fábrica da Coca Cola, a margem direita do rio é confrontante, na maior parte, de áreas industriais, que mantém uma faixa livre entre as instalações e o rio. Recomenda-se uma ação integrada para regeneração da mata ciliar e demolição de construções irregulares. Um aspecto interessante nesse trecho seria aproveitar a rede viária já existente para a implantação de avenidas e ciclovias acompanhando os limites da Área de Preservação Permanente - APP. Da fábrica da Coca Cola até o núcleo urbano de Floriano existe faixa que pode ser aproveitada segundo o proposto no parágrafo anterior.

Do núcleo urbano de Floriano até a ponte férrea, tem-se uma área de importante aspecto paisagístico, com corredeiras e ilhas preservadas, aliadas a uma bela várzea. Esta área, interrompida apenas pelas instalações da White Martins, deve ter sua vocação turística e paisagística preservada de ocupações irregulares e aventuras desenvolvimentistas. Uma boa parte desse trecho pode ser observado a partir da rodovia Pres. Dutra, figuras 83 à 89. Recomenda-se o estudo para um mirante, a beira da Dutra, para que motoristas cansados, possam dar uma breve parada, observar o vale, e perceber a importância da preservação da mata ciliar e das várzeas no controle de inundações.

Desse trecho até a Barragem de Santa Cecília aparecem com mais constância os inúmeros areais que se instalaram no rio. Esses areais com décadas de atuação descontrolada, começaram a partir de 2009 a sofrer uma fiscalização mais efetiva dos órgãos controladores, em especial do Ministério Público Federal, que questionava o impacto da extração mineral no regime fluvial. Essa ação redundou em palestras de conhecidos especialistas na Procuradoria da República em Volta Redonda, como a realizada em 2009 pelo Professor Emérito da UFRJ, Jorge Xavier da Silva e pela Professora Doutora Maria Hilde de Barros Góes em que se buscava esclarecimento sobre o uso de ferramentas de georreferenciamento e metodologias

que determinassem os impactos da extração de areia em rios. Posteriormente quase todos os areas do trecho citado passaram por operações da Polícia Federal, que levou a interdição de vários, por falta de atendimento da legislação.



Figura 81: Projeto de recuperação da mata ciliar. Fonte: Autor, agosto de 2009.

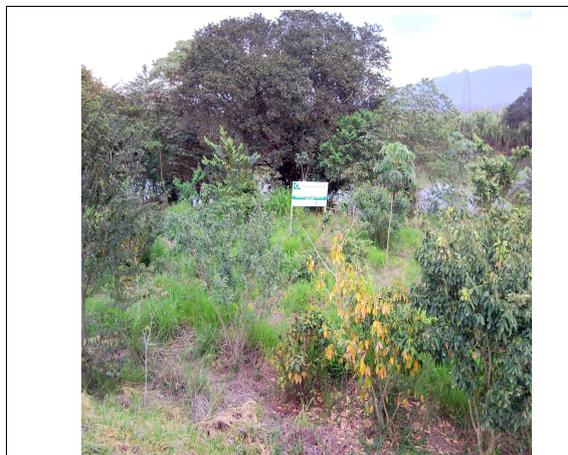


Figura 82: Projeto de recuperação da mata ciliar. Fonte: Autor, agosto de 2009.

Nas figura 81 e 82 mostra-se um projeto pioneiro de recuperação da mata ciliar. Foi implementado pelas ONGs, SOS Mata Atlântica e Educa Mata Atlântica. É possível com a participação da sociedade e de mudanças no atual modelo de gestão, se colocar um freio na crescente degradação de nossos rios.

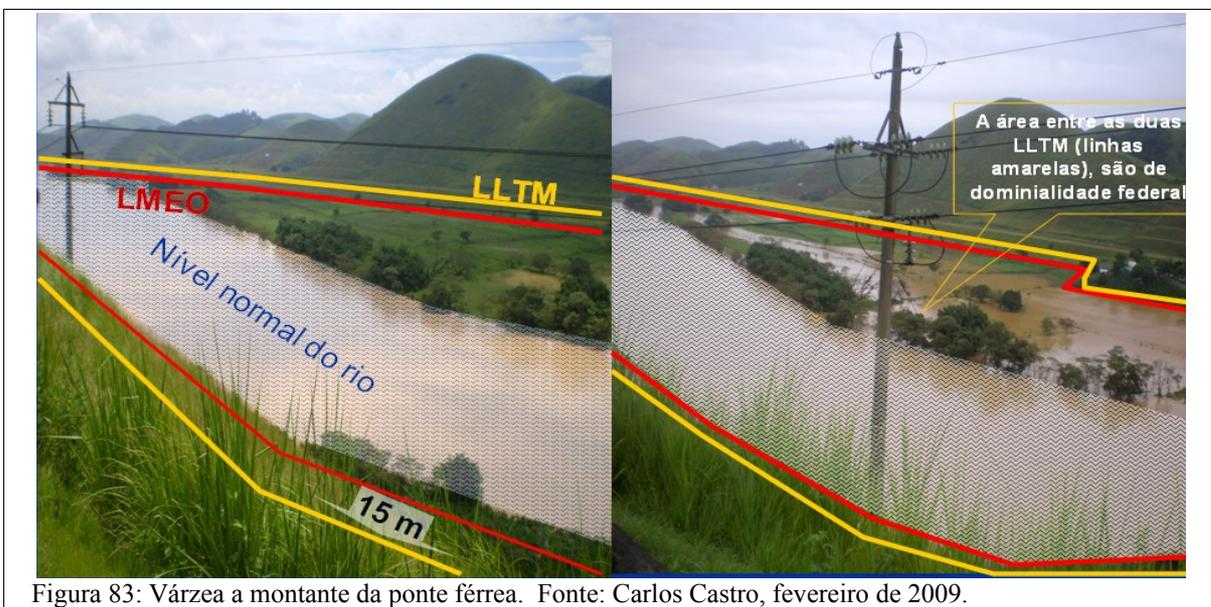


Figura 83: Várzea a montante da ponte férrea. Fonte: Carlos Castro, fevereiro de 2009.

A figura 83 mostra a várzea a montante da ponte férrea, no período seco e no período chuvoso. Pelas observações de campo e periodicidade das enchentes presume-se que o álveo do rio, espaço determinado pelas enchentes ordinárias, deverá ser demarcado aproximadamente como indicado na figura, considerando-se a atual norma da SPU.

Assim a área do álveo do rio está representada pela linhas interiores, em vermelho. A área de domínio da União estende-se por 15 m depois das linhas interiores, estando representados os seus limites pela linhas externas, em amarelo. É importante ressaltar, que a simples observação dessas fotos indica que a FMP a ser demarcada, no local, deverá contar com uma aferição de campo cuidadosa, observando-se as marcas das enchentes anuais. Como resultado, a largura estimada do rio Paraíba do Sul nesse trecho, supera em alguns pontos os 400m, o que indica uma FMP a partir da linha vermelha, pela legislação em vigor de 200m. Assim, torna-se claro que toda a várzea que observa-se na figura é na verdade uma grande FMP, que inclusive chega a atingir as linhas férreas, que correm pela margem direita e pela margem esquerda. Em função dessa observação, que pode ser facilmente comprovada com uma visita de campo, a Procuradoria da República em Volta Redonda, instaurou um Inquérito Civil Público, questionando o projeto de ser instalado no local o novo Pátio de Manobras de Barra Mansa. O projeto aqui relatado é o fiel testemunho de que proposições com um viés dito desenvolvimentista podem ser levantadas sem preocupação com as consequências de sua implantação. Um projeto que não teve um Estudo de Impacto Ambiental, que não estudou as implicações no regime de escoamento do rio, que propõe supressão de área de várzea e de APP, que propõe a supressão de área de extravasamento do rio Paraíba do Sul a montante de Barra Mansa, que desconsidera que a área urbanizada a jusante da ponte férrea tem sofrido com enchentes quase anuais em que pese a proteção dada pelo regime de operação imposto a Barragem do Funil é de uma temeridade espantosa.

Nas figuras 84 e 85, apresenta-se a várzea que se estende da ponte férrea até Floriano, observada da Dutra. Na figura 84, olhando-se para montante e na 85 olhando-se para jusante. Nesse dia o rio Paraíba do Sul tomava quase toda a várzea. Pode-se identificar a antiga linha férrea Rio-São Paulo e a ponte da Ferrovia do Aço.



Figura 84: Várzea que se estende da ponte férrea até Floriano.
Fonte: Carlos Castro, fevereiro de 2009.



Figura 85: Várzea que se estende da ponte férrea até Floriano.
Fonte: Carlos Castro, fevereiro de 2009.

Em fevereiro de 2011, as áreas indicadas nas figuras 84 e 85, foram novamente observadas durante visitas de campo do projeto SERELAREFA (SEmillas REd LATina Recuperación Ecosistemas Fluviales y Acuáticos), que reúne um grupo de pesquisa formado no âmbito do Programa FP7 IRSES PEOPLE 2009, e tem o objetivo geral de lançar as bases para uma rede latino-americana de recuperação fluvial. Pode-se observar, figuras 86 e 87, a situação das margens quando o rio não está submetido as maiores vazões.

Pelas fotos observa-se que a determinação precisa da LMEO é fundamental, tanto para defender os interesses da União, como para garantir os direitos constitucionais dos proprietários ribeirinhos. A comparação entre as fotos 84 e 86 permite que se entenda a importância da perfeita identificação e caracterização histórica do significado de enchentes ordinárias. Uma interpretação equivocada, pode levar ao confisco de áreas particulares.



Figura 86: Várzea fotografada em fevereiro de 2011. Fonte: Missão SERELAREFA, fevereiro de 2011.



Figura 87: Várzea fotografada em fevereiro de 2011. Fonte: Missão SERELAREFA, fevereiro de 2011.

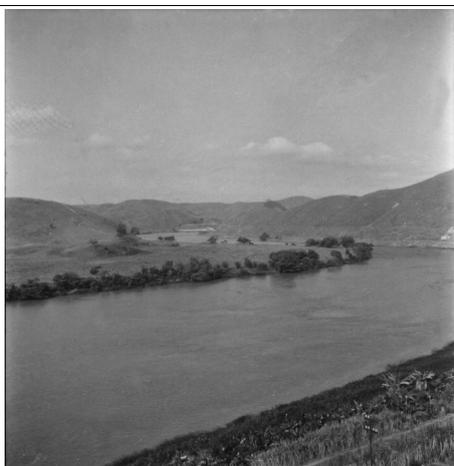


Figura 88:: Fotografia da década de 60.
Fonte: IBGE.

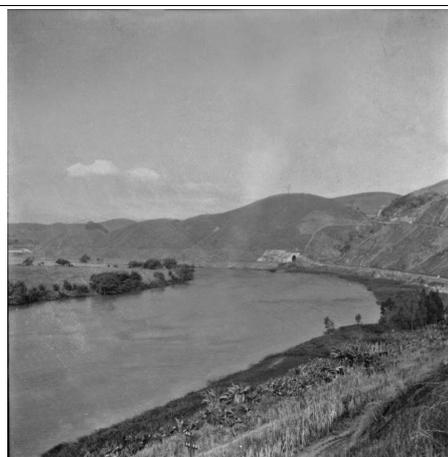


Figura 89:Fotografia da década de 60.
Fonte: IBGE.

A figura 88 mostra uma fotografia da década de 60 onde, a mesma várzea das figuras anteriores, pode-se observar a similaridade da mata ciliar da época, e o uso da terra com a situação atual. A figura 89 mostra a mesma várzea das figuras anteriores. No fundo da foto pode ser observado o túnel que aparece na figura 85. Podendo-se observar a similaridade da mata ciliar da época e o uso da terra com a situação atual. Essas fotografias históricas fornecem importante contribuição para a caracterização do leito do rio, e seu desenho pelas enchentes ordinárias.

5.4.2.3 Trecho do Rio Paraíba do Sul entre a ponte da Ferrovia do Aço e o Viaduto Castelo Branco.

Nesse trecho, o rio percorre área urbana consolidada nos municípios de Barra Mansa e Volta Redonda, com exceção de pequeno trecho logo a jusante da ponte da Ferrovia do Aço que ainda apresenta pequena área de várzea, embora já sofrendo a ação de ocupações irregulares, como identificado em vistorias realizadas pelo Autor. Destaque-se que a divisa entre os municípios citados é próxima ao viaduto mas, devido ao processo de conurbação, não existem marcos que permitam caracterizar a divisa entre os bairros de Jardim Belmonte, em Volta Redonda, e Vale do Paraíba, em Barra Mansa, pela margem esquerda, ou a divisa entre os bairros Jardim Suíça, em Volta Redonda, e Vila Elmira em Barra Mansa, pela margem direita, figura 90.

Um pequeno histórico da criação do Município de Barra Mansa, baseado em informações da biblioteca do IBGE é transcrito a seguir.

A origem do Município de Barra Mansa pode associar-se a uma capela, erguida antes de 1820, sob a invocação de São Sebastião, nas proximidades da foz do rio Barra Mansa.

Centro de diversos roteiros de tropas, a localidade foi, em épocas remotas, etapa preferida pelos viajantes de Minas, São Paulo e Goiás, o que propiciou seu rápido desenvolvimento.

Entretanto, aquele caráter primitivo de simples pousada foi, pouco a pouco, se perdendo, não só porque o intenso afluxo de mercadorias que transitavam em suas estradas convidava ao estabelecimento do comércio, como porque a fertilidade das terras atraía os colonos para as atividades agrícolas.

Na primeira metade do século XIX multiplicou-se, o número de fazendas, de engenhos e de plantações, destacando-se as de café.

A mais antiga propriedade parece ter sido a de Custódio Ferreira Leite, Barão de Aiuruoca, considerado um dos primeiros habitantes de Barra Mansa e que se fixou nas margens do Paraíba, enquanto Antônio Marcondes do Amaral, outro pioneiro, se instalava em N. S. do Rosário dos Quatis.

Foi o Barão, entretanto, o primeiro a doar as terras onde deveria ser criada a Vila e a reservar, nas circunvizinhanças, áreas que seriam concedidas aos que nelas se quisessem fixar.

Em 1871 foi inaugurado trecho da Estrada de Ferro D. Pedro II, com a presença do Conde d'Eu, fato de extrema importância para o desenvolvimento do Município.

No ano de 1900 foi construído um outro trecho ferroviário pertencente à Estrada de Ferro Oeste de Minas. Esta ferrovia muito contribuiu para a retomada econômica de Barra Mansa que, com a promulgação da Lei Áurea, teve atingido a sua economia em virtude do êxodo das lavouras.

Desfrutando de situação privilegiada como centro ferroviário, o Município substituiu a lavoura pela pecuária extensiva, que requeria menor número de braços.

Barra Mansa, em seu crescente progresso, passou da pecuária à indústria.

Gentílico: barra-mansense, Disponível em <<http://biblioteca.ibge.gov.br>>.



Figura 90: Trecho entre a ponte da Ferrovia do Aço e o viaduto Castelo Branco. Fonte: Imagem de Satélite, disponível em < <http://wikimapia.org> >.

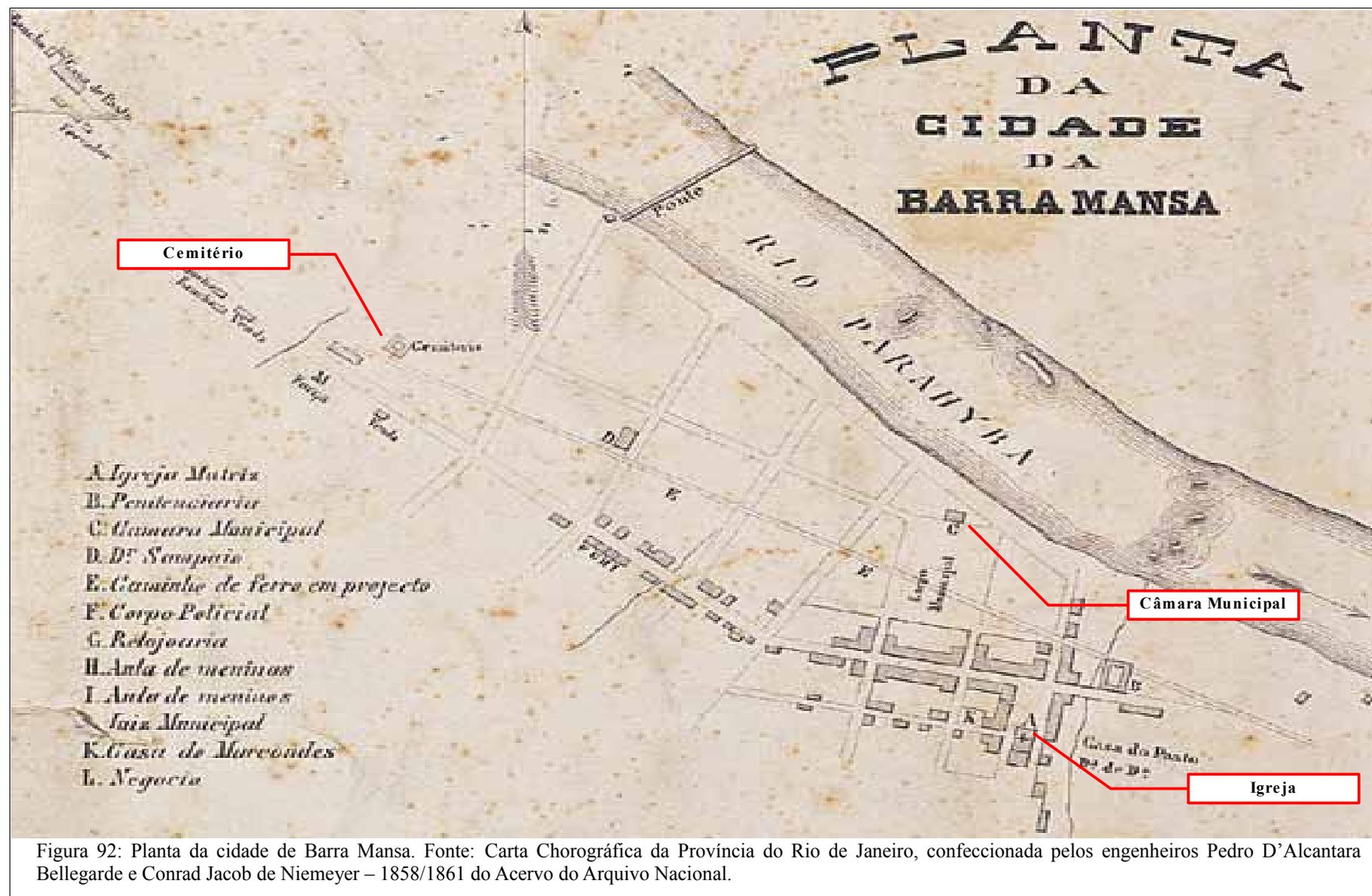
Uma importante informação para a caracterização do trecho é quando comparamos a imagem do Google Earth, figura 91, com a Planta da Cidade de Barra Mansa: Detalhe da Carta Chorográfica da Província do Rio de Janeiro, confeccionada pelos engenheiros Pedro D'Alcantara Bellegarde e Conrad Jacob de Niemeyer – 1858/1861 do Acervo do Arquivo Nacional, figura 92.

Observa-se, na Planta da Cidade de Barra Mansa, indicação de lugares e construções, como o Jardim Municipal, Câmara de Vereadores e ponte ferroviária que ainda existem e permitem que se confirme, quanto comparada com imagem do Google, e vistorias de campo, que promoveu-se o aterro de parte da calha menor do rio Paraíba do Sul.

Tal fato também pode ser comprovado por entrevistas feitas com moradores e denúncias, quando da Autuação do INEA que constam na Ata de Reunião de 30 de janeiro de 2009 na Superintendência Regional do INEA em Barra Mansa, Anexo F.

Nesta Ata encontram-se relatados os fatos que levaram a autuação do INEA, em 2009, por execução de obra irregular. Tais fatos demonstram que a cultura de preservação dos rios, a necessidade de estudos detalhados nas intervenções de corpos hídricos, após execução de obra no rio Paraíba do Sul sem a devida autorização da SPU. Essa autuação demonstra a falta de integração entre as entidades públicas e que a atuação do Comitê de Bacia, fórum que deveria ser representativo para a adoção de ações coordenadas, ainda não é efetiva no rio Paraíba do Sul.

A figura 91 permite a observação de alterações na calha do rio, quando comparada com a figura 92. Observa-se parte da área aterrada e com indicação de que se propunha ampliar. Assim a observação da planta, figura 92, e sua comparação com fotos de satélites, e vistorias no local, não deixam dúvidas de que o rio Paraíba do Sul sofreu aterros na sua calha menor, alterando-se as dimensões de calha que comportavam as enchentes ordinárias.



As figuras 93 à 96, servem para ilustrar os fatos narrados anteriormente. Ilustram a forte carga de sedimentos carreados pelos tributários, no caso o rio Cutiara, para o rio Paraíba do Sul, a influência da obra da ponte no regime de escoamento e sua contribuição para a deposição de sedimentos ao longo da margem direita.

Na figura 93 observa-se a ponte férrea e o local da obra embargada. Foi constatado que o material que estava sendo movimentado continha enorme quantidade de lixo, com grande número de pneus. Demonstra-se a falta de controle da poluição no rio. Na figura 94 observa-se que o material escavado estava sendo enleirado mais afastado da margem. O procedimento é indicativo de que preparava-se a área para aterro com material de melhor suporte, conforme denúncia formulada. Na figura 95 observa-se que o material foi escavado e depositado mais afastado da margem, dificultando uma futura remoção. Na figura 96 observa-se parte da praça pública, da ciclovia, e o local das obras de escavação e aterro, que segundo informação seria para expansão da praça.



Figura 93: Ponte férrea.
Fonte: Carlos Castro, janeiro de 2009.



Figura 94: Material escavado.
Fonte: Carlos Castro, janeiro de 2009.



Figura 95: Material escavado.
Fonte: Carlos Castro, janeiro de 2009.



Figura 96: Local das obras de escavação e aterro. Fonte: Carlos Castro, janeiro de 2009.

Nas constantes viagens a região, entre os anos de 2009 e 2011, observou-se que o trecho do Rio Paraíba do Sul entre a ponte da Ferrovia do Aço e o Viaduto Castelo Branco, apresenta inúmeras áreas urbanizadas que são anualmente atingidas pelas enchentes, em que pese a regularização de vazões dada pela Barragem do Funil. Evidencia-se que essas áreas foram fruto de ocupações irregulares do leito do rio, e ocorreram ao longo dos anos, em total desrespeito as leis vigentes. Algumas dessas áreas podem ser observadas nas figuras 97 à 100.

Nas figuras podemos observar a clareza das ocupações irregulares na calha do rio. Essas ocupações quando não sofrem aterros nas suas áreas e mantem as cotas próximas das do terreno natural são ordinariamente atingidas pelas enchentes, com periodicidades anuais.

Na figura 97 observa-se uma rua que sofre com as elevações do rio, indicando a possibilidade de aterros e modificação da calha original. A figura 98 mostra outra rua que também é parcialmente atingida por enchentes demonstrando que a região necessita de maiores cuidados na interpretação da área ocupada pelas enchentes ordinárias.



Figura 97: Elevações anuais do rio.
Fonte: Carlos Castro, janeiro de 2009.



Figura 98: Rua anualmente atingida pelas enchentes. Fonte: Carlos Castro, janeiro de 2009.



Figura 100: Desrespeito com a APP e a calha do rio. Fonte: Carlos Castro, janeiro de 2009.



Figura 99: Construções sobre a calha do rio. Fonte: Carlos Castro, janeiro de 2009.

As figuras 99 e 100 mostram como algumas construções avançaram sobre a calha do rio. Demonstra-se que as ocupações irregulares, avançaram impunes pela omissão das entidades públicas. As figuras mostram o desrespeito da entidade pública com a APP e a calha do rio. Observe-se que as vazões no trecho, já são reguladas pela barragem do Funil, e mesmo assim, se ocupam áreas em áreas de inundação, sem que se promova a aplicação das leis de uso do solo e ambientais.

5.4.2.4 Trecho do rio Paraíba do Sul do Viaduto Castelo Branco até a Barragem de Santa Cecília.

Nesse trecho, o rio percorre área urbana consolidada nos municípios de Barra Mansa e Volta Redonda. Corta ainda bairros dos municípios de Pinheiral e Barra do Piraí que estão em processo de expansão, devendo ser citado o bairro Nova Califórnia, que avança sem controle sobre áreas de várzea com a execução de aterros.

Segundo relatos que foram colhidos de antigos moradores, a área do bairro Nova Califórnia foi completamente submersa na grande enchente de 2000, tendo as águas avançado da calha maior até a rodovia federal, BR 393.

Preocupa ao Autor o avanço da urbanização nas grandes várzeas que ainda resistem e configuram grande parte do trecho após Volta Redonda. As inspeções de campo indicaram que os aterros caminham acelerados e as margens e várzeas muitas das vezes são aterradas em locais de difícil acesso e longe de vistas dos caminhos tradicionais. Configura-se um caminho de canalização do rio e supressão de áreas de extravasamento e matas em APP, com todos os efeitos danosos citados na literatura.

Assim, a corajosa iniciativa dos Procuradores da República em Volta Redonda, em 2008 e 2009, de impedir a ocupação de uma dessas áreas, o parque Mayra, em Pinheiral, será inócua sem uma firme atuação contra a ocupação irregular dessas áreas.

Na imagem de satélite, figura 101, pode-se observar a parte desse trecho que corta o município de Volta Redonda, destacando-se, na imagem, a área no entorno do rio como urbanizada, e ocupada pelas instalações industriais da Companhia Siderúrgica Nacional – CSN. A observação da foto permite que se depreenda a quase impossibilidade de recuperação das faixas marginais. Deve-se, portanto, dar especial atenção à preservação das pequenas áreas ainda não aterradas, ao controle do lançamento de efluentes industriais e domésticos, ao início de procedimentos de controle da poluição difusa e manutenção e preservação de

pequenos afluentes.

A pequena faixa marginal existente ao longo da área da CSN e ao longo da Av. Almirante Adalberto Barros Nunes deve ter sua mata ciliar recuperada e indica-se como possíveis áreas para a instalação de trincheiras de infiltração e controle da poluição difusa. O mesmo ocorre em outras áreas vistoriadas como Volta Grande III e Barreira Cravo, onde, inclusive é possível integrar os moradores da localidade com projetos de recuperação da mata ciliar.

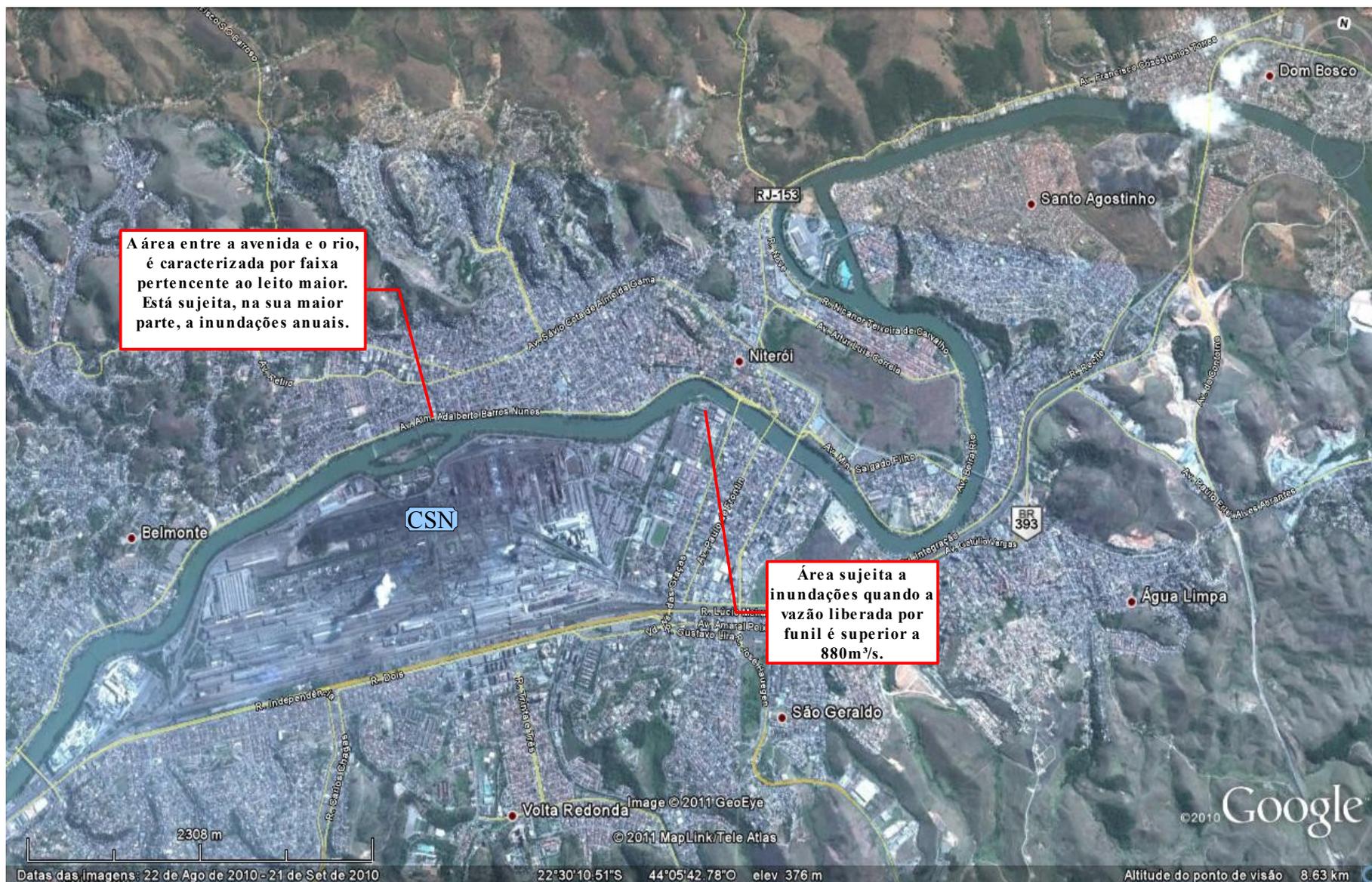


Figura 101: Fonte, Imagem do Google Earth, que mostra parte do trecho do item 2.3.4. Observa-se o desenvolvimento do rio Paraíba do Sul no município de Volta Redonda.

Um breve histórico da criação do Município de Volta Redonda, baseado em informações da biblioteca do IBGE é transcrito a seguir.

A região compreendida entre as fraldas da serra da Mantiqueira e as da serra do Mar era, até o início do século XVIII, habitada por índios puris e arrais, mais conhecidos por coroados, embora bandeirantes paulistas já a houvessem palmilhado, a procura de caminho mais curto para os sertões de Cataguases.

Em 1728, Luís Monteiro, governador do Rio de Janeiro, ordenou abertura de uma estrada para São Paulo. O paulista Simão da Cunha Gago fundou, em 1744, o povoado de Nossa Senhora da Conceição do Campo Alegre da Paraíba Nova (atual Resende). Para a passagem da que mais tarde seria a estrada Rio - São Paulo, estabeleceu-se a ligação entre os desbravadores vindos do Rio de Janeiro, de Pirai e de Barra do Pirai e os sulistas de Nossa Senhora da Conceição.

Embora coubesse ao vice-rei D. Luís de Vasconcelos e Souza iniciar o povoamento da Capitania do Rio de Janeiro, foi a partir do início do século XIX que foram concedidas sesmarias a Domingos José Pereira Guimarães (1801), Manuel Joaquim da Silva Castro e padre José da Silva Brandão (1804), capitão José Pedro Vieira Ferraz (1813), tenente Antônio Carlos Vieira Ferraz e Manuel Joaquim Salgado (1826).

Com a concessão de sesmarias tiveram começo os trabalhos agrícolas. Surgiram as primeiras fazendas denominadas São João Batista, Três Poços, Santa Teresa, Santa Cecília, Belmonte e outras.

Foi a próspera fase cafeeira. O moroso transporte em carros de boi foi substituído pelo fluvial,

improvisando-se um porto, em 1864. Em torno dele, construíram-se as primeiras edificações,

destinadas ao pouso de tropas, comércio e residências, formando o núcleo do povoado de Santo Antônio da Volta Redonda, no lugar onde o rio Paraíba faz curva quase fechada. Em 1864, completado o trecho da Estrada de Ferro Central do Brasil até Barra do Pirai, fizeram-se estudos para prolongá-lo até Barra Mansa.

Os fazendeiros de Volta Redonda pleitearam e conseguiram uma estação no percurso, tendo, para isso construído uma ponte de ligação entre as margens do Paraíba. A inauguração da ponte e a da estação tiveram lugar em 1871, ano em que também foi inaugurada a Agência dos Correios e Telégrafos. Duas escolas, mantidas pelo Governo da Província, foram criadas em 1874. Outras, mantidas pela Câmara Municipal de Barra Mansa, instalaram - se pouco depois. Data de 1874 a concessão da primeira linha de bondes e de 1883 a da segunda. A primeira leva de colonos açorianos chegou em 1887.

A partir de 1897, fazendeiros mineiros dedicados à pecuária, aos quais não prejudicava a povoação do braço escravo, passaram a adquirir os abandonados cafezais, para transformá-los em fazendas de criação de gado. Iniciava-se a era da pecuária, que foi, durante cerca de 40 anos, fator preponderante da economia de Volta Redonda.

Em 1897, inaugurou-se o trecho ferroviário da Estrada de Ferro Oeste de Minas, que cortava Volta Redonda em direção à fronteira de Minas Gerais.

A mais antiga indústria do então povoado foi o Engenho de Açúcar e Aguardente (hoje desaparecido), fundado em 1901. Ainda existe a fábrica de produtos cerâmicos, instalada em 1924. Mas a fase industrial propriamente dita se iniciou com a Siderúrgica Nacional, a partir de 1941. Disponível em <<http://biblioteca.ibge.gov.br>>.

Com base nesse relato surgem evidências históricas importantes para a identificação do traçado original do rio, suas enchentes ordinárias, uso do solo, desenvolvimento da urbanização, etc.

Manifesta-se o Autor pelo entendimento de que a pesquisa histórica, o georreferenciamento de antigas construções e até a identificação das áreas ocupadas pelos

primeiros cultivos, são fundamentais para a determinação das APP e da LMEO, e para a compreensão de procedimentos hidrológicos adotados.

Segundo as informações que o autor colheu junto a ONGs, funcionários municipais e antigos moradores, e informações disponíveis em relatos da cronologia histórica do município, Disponível em <<http://www.voltaredonda.rj.gov.br/cultura/museu/apoio/arquivos/robertoguiiao.pdf>>, o topônimo VOLTA REDONDA, decorrente da curva do rio Paraíba do Sul, já era conhecido antes de 1800. Isso constitui-se numa indicação do comportamento das enchentes ordinárias na época da promulgação da Lei Imperial nº. 1.507, de 26 de setembro de 1807.

Em Volta Redonda existem outros marcos que podem representar a variabilidade das vazões e ajudar a identificar as cotas das enchentes ordinárias como:

- a) a localização dos limites históricos do Povoado de Santo Antônio da Volta Redonda, tido como o núcleo urbano pioneiro (atual bairro Niterói);
- b) a localização do primeiro porto fluvial, construído na margem esquerda do Paraíba na década de 1860. Constam nos relatos históricos, que o rio era navegável, por 115 km, desde Campo Belo (Itatiaia) e o povoado de Ipiranga (Barra do Pirai);
- c) a localização e extensão da ponte de madeira construída no ano de 1864;
- d) a localização do primeiro prédio de correios, escola etc;
- e) o traçado da linha férrea e a localização da primeira estação em 1871.

Sabe-se que as primeiras ferrovias construídas no Brasil seguiam procedimentos técnicos internacionais, sendo no caso brasileiro notável a influência da engenharia inglesa. É fato que desde aquela época existia a preocupação de preservar o leito da via férrea das enchentes que atingiam a calha secundária ou maior dos rios, portanto em cotas superiores as das enchentes ditas ordinárias.

Através das fotos postadas na internet, pelo Jornal Diário do Vale, disponível em <<http://diariodovale.uol.com.br/noticias>>, figuras 102 à 104, pode-se observar as conformações do rio e suas margens em décadas passadas bem como a localização da ponte citada.



Figura 102: Foto de 1860.
Fonte: <http://diariodovale.uol.com.br>



Figura 103: Rio no seu leito menor.
Fonte: <http://diariodovale.uol.com.br>

Na figura 102, segundo a informação do Jornal Diário do Vale, a foto é de 1860. Observa-se que nenhuma construção se destaca e o rio manteve até hoje o mesmo traçado. Na figura 103 observa-se que a foto mostra uma época em que o rio estava contido no seu leito menor. A observação da cota do tabuleiro da ponte em comparação com a edificação na margem permite que se presuma que a mesma não era atingida pelas enchentes normais. Da mesma maneira é possível entender que as enchentes ordinárias atingiam poucos metros nas margens.

A leitura de antigos relatos que falam de viagens de trem entre as cidades do Rio de Janeiro e São Paulo também servem para uma melhor compreensão do trecho Funil- Santa Cecília, e ajudam a identificar as alterações históricas no uso e ocupação do solo, figuras 104 e 105, bem como datar a construção das estações e identificar a provável localização de antigos traçados e a linha das média das enchentes ordinárias.



Figura 104: Barrancas do rio, que servem para sinalizar o leito menor.
Fonte: <http://diariodovale.uol.com.br>



Figura 105: Sede da Fazenda Três Poços.
Fonte: <http://www.institutocidadeviva.org.br>

Na figura 104 observa-se pelo desenvolvimento da ponte, a indicação das barrancas do

rio, que servem para sinalizar o leito menor. Na figura 105 mostramos a sede da Fazenda Três Poços, uma das maiores do clico do café, e que atualmente integra o Campus Universitário Olésio Galotti, do Centro Universitário de Volta Redonda , UNIFOA.

Outras características históricas, como as antigas fazendas que foram erguidas na região também fornecem fundamentos que permitem que se entenda melhor a ocupação das várzeas e margens do Paraíba do Sul e até a alteração no transporte de sedimentos do rio provocados pelo uso intensivo do solo na bacia. Como exemplo, podemos citar a fazenda Três Poços, com indicação de construção na década de 1840 e que tinha outras fazendas anexas como a Santa Cecília (onde viria a se instalar a CSN), Brandão e Volta Redonda. Em 1871 a fazenda passou a contar com acesso ferroviário, através da Estação Três Poços, disponível em <<http://www.institutocidadeviva.org.br>>.

A seguir é apresentado relato, histórico, existente no site da Associação Nacional de Preservação Ferroviária, disponível em <<http://www.anpf.com.br/histnostrilhos>> , cuja visitação é recomendada pelo Autor dessa dissertação.

Às 6 e três quartos tínhamos passado o 7.º túnel e coberto 80 quilômetros. Especialmente bela é a paisagem do 14.º túnel até a Estação de Mendes, na qual não se para. Vê-se aqui numerosas palmeiras e em baixo pequena estrada lateral. Os trilhos correm ao lado de uma torrente de montanha, com freqüentes corredeiras e românticas pedras. É o Piraí, que se lança bem adiante no Paraíba. Logo depois do 15.º túnel a linha corre ao lado de um enorme morro de café, cuja plantação deve dar uma imensa renda. Atrás do 16.º túnel está a pequena Estação de Sant'Anna, na qual também não se para. Mais um último túnel e se abre diante de nós a admirável paisagem da Barra do Piraí, onde este se lança no Paraíba. O grande Vale do Paraíba nos recebe; ali está a Barra do Piraí, na boca do pequeno rio e é uma paisagem como mais bela não se pode imaginar. Mas o homem não vive só de poesia, e devemos cuidar do nosso almoço, enquanto o trem roda sempre à beira do majestoso Paraíba. Sim, é belo este Vale do Paraíba com as suas montanhas cobertas de cafezais, com os seus rios lindos e o seu fundo cercado por montanhas escuras... Na manhã de ontem o sol de primavera o banhava com seus raios e se espelhava ainda nas gotas de orvalho que estavam sobre as folhas. A manhã estava linda, mas um almoço sem água potável e sem café não é coisa muito agradável e foi com muito prazer que descemos 10 minutos depois na Estação de Pinheiros e tomamos uma bebida escura que - no país do café - parecia feita de milho e estava morna. Mas antes isto do que nada.

Adiante, de uma outra Estação (Volta Redonda), passou o Trem até que chegamos a Barra Mansa, uma linda cidadezinha, com uma grande Estação e bonitas casas. Bem junto à Estação se via um magnífico jardim de gosto francês, em cujo fundo se achava um verdadeiro palácio. Aqui moram pessoas ricas do Rio, desejosas de fugir à febre, mas neste ano pouco ganharam, pois a febre, por exceção, avançou até Barra Mansa. São 9 horas e um quarto e nós cobrimos 154 quilômetros em 4 horas e meia. Depois de uma parada de 3 minutos pôs-se o trem em marcha para continuar a desenrolar aos nossos olhos as paisagens movimentadas do Vale do Paraíba.

Na figura 106 apresenta-se um Areal abandonado na margem direita do rio, em Volta Redonda. Observou-se nas visitas aos areais abandonados, que parte do maquinário, batelões

e silos, não são removidos. Em alguns casos pode ser observado que os batelões já estavam semi submersos, influenciando no regime de escoamento do rio. Na figura 107 podemos observar que os silos foram abandonados na estreita margem entre o rio e a via pública. Ao longo do Paraíba do Sul e seus afluentes, é comum a repetição deste cenário, que demonstram o descaso com o rio e com a população.



Figura 107: Areal abandonado.
Fonte: Autor, agosto de 2009.



Figura 106: Areal abandonado.
Fonte: Autor, agosto de 2009.

Nas figuras 108 e 109 observa-se os aterros já lançados e o estaqueamento na beira do rio, indicando a cota que atingiria o aterro. Trata-se de obra em calha atingida anualmente pelas enchentes, que foi embargada e autuada pela SPURJ através do Autor e que redundou em TAC com o MPF, com retirada de todos os aterros irregulares.



Figura 108: Aterros na beira do rio.
Fonte: Autor, agosto de 2008.

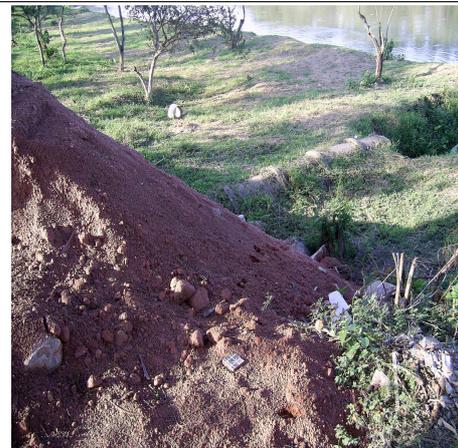


Figura 109: Aterros na beira do rio.
Fonte: Autor, agosto de 2008.

Na figura 110 e 111, observa-se que a Ponte dos Trabalhadores, que corta o rio Paraíba do Sul e permite o acesso de centenas de operários à CSN, encontrava-se em mau estado de

conservação e com as fundações abaladas, identificando-se, inclusive, trincas no concreto. Foi encaminhado relatório ao MPF, relatando o risco, inclusive para o escoamento do rio. Trata-se de obra de acesso à área de uso industrial, que utiliza área de domínio da União não regularizada. Foi aplicado Auto de Infração pela ocupação irregular.



Figura 110: Ponte dos Trabalhadores.
Fonte: Autor, agosto de 2008.

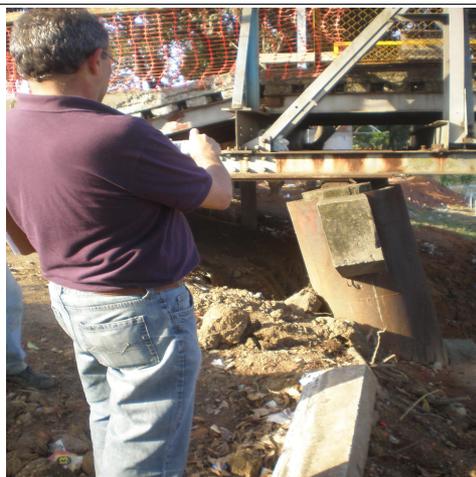


Figura 111: Ponte dos Trabalhadores.
Fonte: Autor, agosto de 2008.

Na figura 112, observa-se o lançamento dos aterros em área que, anualmente é ocupada pelas enchentes do rio Paraíba do Sul. Trata-se da mesma obra das figuras 108 e 109. Na figura 113, mostra-se o momento do embargo da obra irregular, com a paralisação dos serviços.



Figura 112: Lançamento de aterros.
Fonte: Autor, agosto de 2008.



Figura 113: Embargo da obra irregular .
Fonte: Carlos Castro, agosto de 2008.

Na figura 114, pode-se observar área privatizada, sem autorização da SPURJ, com o uso de barreiras para atendimento de procedimentos industriais. Autuada pela SPURJ através do Autor. A figura 115 mostra o Calço Hidráulico da CSN, obra sem a autorização da SPURJ,

na qual elevou o nível de água do rio para facilitar a captação da CSN. Notificada pela SPURJ através do Autor.



Figura 114: Área privatizada sem autorização da SPURJ.
Fonte: Autor, agosto de 2008.



Figura 115: Calço Hidráulico da CSN.
Fonte: Autor, agosto de 2008.

Na figura 116 observa-se um aterro irregular com uso de rip rap, muito comum na região, em virtude da disponibilidade de escória de alto forno. Trata-se de obra em calha atingida anualmente pelas enchentes, que foi embargada e autuada pela SPURJ através do autor com determinação da retirada de todos os aterros irregulares.

A figura 117 mostra a contenção do aterro onde pode-se observar o rip rap e a drenagem do aterro em um único cano de 100mm. Nas vistorias no período de chuvas, foi verificado que o rio atinge os sacos de aniagem.



Figura 116: Aterro irregular.
Fonte: Carlos Castro, agosto de 2008.



Ilustração 117: Contenção do aterro.
Fonte: Autor, agosto de 2008.

A figura 118 e 119 mostram um pequeno afluente na margem esquerda do Paraíba do Sul em Volta Redonda. Observa-se que o rio foi canalizado utilizando rip-rap para contenção de aterros, que ocuparam a calha menor. Um exemplo clássico da inadequação do uso do solo e obras de contenção. Na figura 119 observa-se que a ocupação irregular da calha e as obras de contenção executadas com pouca técnica, incrementam a situação de risco da população e levam ao desperdício de dinheiro público.



Ilustração 118: Ocupação irregular da calha. Fonte: Autor, agosto de 2008.



Figura 119: Pequeno afluente na margem esquerda do Paraíba do Sul em Volta Redonda. Fonte: Autor, agosto de 2008.

Na figura 120 observa-se a execução de aterros na calha do rio e lançamento de esgotos in natura no trecho na margem esquerda, em frente a Ilha de São João. A figura 121 mostra o trecho na margem esquerda em frente a Ilha de São João. Observa-se a execução de aterros, uso de rip rap e lançamentos de entulho na calha do rio.



Figura 120: Aterros na calha do rio e lançamento de esgotos in natura. Fonte: Autor, julho de 2008.



Figura 121: Aterros, uso de rip rap e lançamentos de entulho na calha do rio. Fonte: Autor, agosto de 2008.

Na figura 122 observa-se parte de aterro executado na calha do rio, e na margem esquerda, para a instalação de empresa metalúrgica. Na figura 123 observa-se o pátio de escória da CSN na margem direita do rio, próximo a divisa com Barra do Pirai.



Figura 122: Aterro executado na calha do rio.
Fonte: Autor, agosto de 2008.

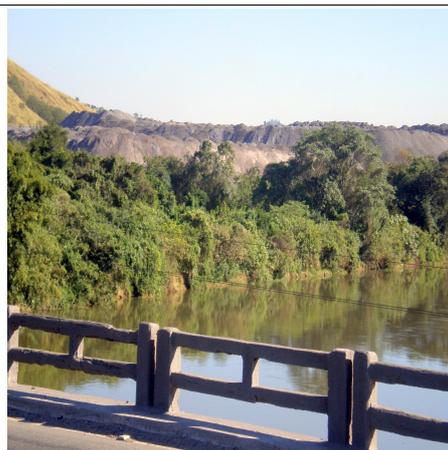


Figura 123: Pátio de escória da CSN.
Fonte: Autor, agosto de 2008.

Na figura 124 observa-se parte da várzea situada no Parque Mayra, no município de Pinheiral. Toda a várzea nessa área é atingida por enchentes, com inundações quase anuais.

Na figura 125 observa-se um aterro na margem esquerda, no município de Barra do Pirai. Observou-se que nesse município vastas áreas de várzea, que tem forte contribuição no amortecimento das enchentes, estão sendo aterradas.



Figura 124: Várzea situada no Parque Mayra.
Fonte: Autor, junho de 2008.



Figura 125: Aterro na margem do rio.
Fonte: Autor, julho de 2008.

Na figura 126 observa-se aterro com mais de três metros de altura executado em área que historicamente era atingida por enchentes anuais. A figura 127 mostra um aterro na margem direita, no município de Barra do Piraí. Observou-se que: se na margem esquerda as várzeas estavam sendo suprimidas pela expansão urbana, na margem direita as várzeas eram impactadas pela duplicação da linha férrea.



Figura 126: Aterro com mais de três metros de altura.
Fonte: Autor, setembro de 2009.



Figura 127: Aterro com supressão das várzeas.
Fonte: Autor, julho de 2008.

5.5 AVALIAÇÃO PRELIMINAR DO TRECHO ENTRE A BARRAGEM DO FUNIL E A BARRAGEM DE SANTA CECÍLIA

Como visto, o trecho Funil-Santa Cecília vem sendo artificializado ao longo de décadas pela regularização de vazões, canalizações, extração de areia, destruição da mata ciliar e a contaminação de suas águas por todo tipo de efluentes. Assim, incrementa-se a perda de habitats com um somatório de ações sem controle, que interferem nos sistemas tridimensionais do rio. Os cursos de água são sistemas tridimensionais segundo ensina Petts e Amoros (1996), embora sejam aparentemente unidirecionais, é necessário que se considere, no plano horizontal, as interações laterais do canal com a zona ripária e com o leito de cheia e, no plano vertical, sejam consideradas as interações com os aquíferos fluviais.

Nesse momento, percebe-se que a classificação geomorfológica do trecho deve ser precedida de uma consolidação de conceitos, do que é o rio e de qual seria a tipificação adequada para a descrição de uma sua seção, de modo que haja uma conjunção entre o entendimento técnico de várias áreas e o entendimento jurídico.

Nessa dissertação os primeiros passos em busca da classificação geomorfológica do

trecho foram dados com a caracterização do trecho de estudo e identificação dos principais fatores de degradação do rio. Nos capítulos seguintes serão buscados mais alguns avanços com a consolidação dos conceitos discutidos a partir dos resultados obtidos através do modelo matemático.

6 MODELAGEM MATEMÁTICA COMO FERRAMENTAL DE SUPORTE

6.1 MODELAÇÃO MATEMÁTICA DO ESCOAMENTO

A descrição realizada a seguir foi feita com base nos textos de Cunge et al.(1980) ; Miguez (1994); Mascarenhas e Miguez (1998); Miguez e Mascarenhas (1999); Mascarenhas *et al.* (2000); Miguez (2001); Mascarenhas e Miguez (2002); Miguez (2003); COPPETEC (2003); Mascarenhas *et al.*(2005); Freitas (2005); Teixeira (2006); Rezende (2010); Veról (2010); Souza (2010).

6.1.1 Histórico dos Modelos Matemáticos

Historicamente, o problema de enchentes vem se agravando com o próprio processo de urbanização e ocupação das várzeas. A preocupação com esta situação é crescente e as expectativas lançadas com os estudos e relatórios relativos ao aumento da temperatura terrestre e modificações climáticas, tais como o Intergovernamental Climate Change – IPCC (1988), vieram incrementar as previsões de enchentes com maior significância. Inúmeras soluções de engenharia têm sido concebidas para estudo e tratamento das enchentes. Diferentes abordagens se adequam a diferentes casos e a avaliação da solução mais pertinente é, talvez, uma das questões mais importantes, tendo em vista a necessidade de otimização de recursos e o melhor funcionamento do sistema como um todo, integrando drenagem, paisagem urbana e rural. Por sua vez, a evolução destas diferentes abordagens varia, ao longo do tempo, com a própria disponibilidade do ferramental tecnológico capaz de resolver o equacionamento proposto para o estudo do problema.

O dimensionamento tradicional de uma rede de drenagem, em linhas gerais, usualmente divide a bacia em bacias menores e, para estas sub-bacias, calcula vazões de contribuição, passando ao dimensionamento de condutos capazes de escoar a vazão máxima calculada, e a determinação de cotas de inundação por sub bacia, sem levar em consideração o caráter transiente do fenômeno.

Mais recentemente, com a possibilidade do uso de modelos matemáticos e numéricos em simulações em computador, pôde-se passar a tratar com mais rigor o fenômeno das enchentes. Ainda assim, diferentes hipóteses, em função das considerações físicas inerentes ao modelo escolhido, tornam a discussão deste assunto bastante rica e variada.

Esses modelos matemáticos, procuram mimetizar a realidade física, ou seja,

representar essa realidade reproduzindo seu comportamento. Tem-se, então, que a modelação matemática de um dado fenômeno físico qualquer procura representar este fenômeno, traduzindo-o em relações matemáticas, mais ou menos complexas, conforme hipóteses consideradas, que usualmente demandam também uma modelação numérica e computacional para que o modelo se torne efetivamente uma ferramenta de uso prático.

A representação de um fenômeno físico não é, em geral, uma atividade simples. Pelo contrário, normalmente a complexidade associada é grande e tanto mais difícil quanto maior a escala espacial de ocorrência do fenômeno e sua variabilidade nessa escala. O caso de cheias, em que águas se movimentam sobre superfícies diversas, em condições distintas, recai no caso de um modelo complexo.

Quando temos uma bacia bastante diversificada, como no caso do estudo, com a presença de hidrelétricas, barragens de elevação de nível d'água, transposições, áreas urbanas significativas, várzeas ocupadas, rios canalizados por construções, encostas e rica rede de drenagem, mais intrincada fica a sua modelação. Essa deverá observar a quantidade de estruturas hidráulicas envolvidas, bem como a grande ramificação das redes de drenagem.

Nesse contexto, percebe-se que tal variabilidade e riqueza de detalhes, em termos de processo físico, não podem ser reproduzidas em modelo rigorosamente como ocorrem na natureza. Há a necessidade de se formular um conjunto de hipóteses, muitas delas simplificadoras, a fim de se chegar a equações e arranjos que possam ser manipulados. Daí surge a grande diversidade de modelos existentes, com a combinação de diferentes hipóteses, para uso em diferentes situações.

Não existe, portanto, uma solução única, em termos de tipo de modelo, para um dado problema a ser estudado. Entretanto, existem soluções mais adequadas às características de um dado problema específico, conforme a ótica de solução considerada. Porém, é interessante destacar que esta constatação, que já abre um grande leque de possibilidades, não é estática. Uma solução em modelo que seja a mais adequada num determinado momento, em função de uma dada característica que se impõe a princípio, pode ter que ceder lugar a outra abordagem, num momento posterior, quando, após equacionada a situação inicial, uma nova característica surja como mais significativa a ser tratada na nova configuração. O processo de modelação é, pois, dinâmico.

A escolha de um modelo para uma dada aplicação é uma decisão fundamental dentro do próprio processo de modelação. Em outras palavras, o processo de modelação matemática não se inicia com a aplicação direta de um dado equacionamento, ajustando os seus

parâmetros e realizando simulações. Na verdade, o processo de modelação se inicia quando o modelador primeiro se depara com o problema a resolver e, então, procurando compreendê-lo, vislumbra, entre algumas possibilidades, aquela que tem potencial para conduzir aos melhores resultados. Esta é a primeira etapa da modelação e é de crucial importância, constituindo a base sobre a qual se desenvolve todo um trabalho.

Dentro deste contexto, afiguram-se, então, como necessidades básicas do processo de modelação, a identificação e caracterização do problema, com diagnóstico de suas principais causas, a caracterização dos principais processos intervenientes no problema em estudo e a identificação das possíveis hipóteses simplificadoras e, por fim, a formulação coerente do modelo mais adequado aos objetivos propostos.

Na pesquisa por uma melhor representação das áreas de inundação determinadas por diferentes tempos de recorrência e a sua utilização para a caracterização de faixas marginais de domínio da União Federal e das Faixas Marginais de Proteção, optou-se por um modelo matemático já testado, que pudesse representar com maior exatidão os diferentes tipos de escoamento que ocorrem no trecho estudado e a sua aplicabilidade em função de levantamentos de campo e informações cartográficas disponíveis. Para que se possa entender os princípios que nortearam a opção pelo uso de um modelo matemático é necessário que se entenda que a aplicabilidade do modelo é resultante de uma evolução histórica nos estudos dos regimes de escoamento, notadamente a partir da década de 50.

Na década de 50 intensificaram-se os trabalhos sobre a modelação matemática do escoamento. Uma descrição bastante ampla sobre o surgimento dos modelos matemáticos de escoamento está contida em CHOW (1959). Nessa descrição, além do histórico evolutivo, é apresentada também uma ampla abordagem teórica sobre as condições de fluxo em regime permanente (uniforme e gradualmente variado) e não permanente. Chow apresenta uma retrospectiva histórica onde ressalta que as primeiras formulações para modelar o escoamento surgiram para as condições de regime permanente e uniforme, através das relações propostas por Chézy, em 1769, e por Manning, em 1889. A evolução do tratamento numérico para o escoamento permanente e gradualmente variado ocorreu a partir do início do Século XIX, derivada de trabalhos de pesquisa de Bélanger, Bernoulli, Bresse, Poncelet, Saint-Venant, Boussinesq, dentre outros. Segundo TEIXEIRA (2006), os trabalhos de Barre de Saint-Venant e Boussinesq (1871), formularam originalmente as equações dos escoamentos não permanentes gradualmente variados, sendo que, posteriormente, Massau, em 1889, publicou algumas tentativas de solução destas equações. Juntamente com a equação de energia, as

equações de Saint-Venant formam o conjunto de equações fundamentais da Hidráulica Fluvial.

FREITAS (2005) citando CHOW (1959), relata e reproduz a dedução das equações que descrevem o escoamento em regime não permanente e gradualmente variado, e que foram publicadas inicialmente por Saint-Venant, em 1870. Considerando as hipóteses que foram utilizadas na dedução dessas equações, o sistema por elas formado constitui o que se convencionou denominar de modelação hidrodinâmica, abrangendo uma ampla gama de situações reais de escoamento em leitos fluviais. As dificuldades decorrentes da complexidade na resolução das equações diferenciais e derivadas parciais componentes do sistema, bem como a cansativa e morosa aplicação prática do método numérico de aproximações sucessivas, inibiram inicialmente o seu uso.

Apenas com o desenvolvimento de procedimentos gráficos simplificados na década de 40, a modelação hidrodinâmica começou a ter um uso prático.

Esses procedimentos tiveram impulso durante a II Guerra Mundial, quando americanos e ingleses desenvolveram métodos de análise de rompimento de barragens, que pudesse ser causado por eventuais bombardeios. Dessa forma, a partir de 1945, os métodos gráficos passaram a ter aplicação generalizada nos Estados Unidos.

Posteriormente com o advento da computação digital, a modelação hidrodinâmica efetivamente passou a ser aplicada de forma generalizada, atribuindo-se ao US Army Corps of Engineers as primeiras utilizações em casos práticos de análise de propagação de ondas de cheias em calhas fluviais.

Ainda na década de 1960, foi proposto e construído o primeiro modelo matemático bidimensional relevante. Este modelo foi construído para o delta do rio Mekong, pela *Société Grenobloise d'Etudes et Applications Hydrauliques* (SOGREAH), a pedido da UNESCO. Os trabalhos, iniciados em 1962, terminaram em 1966 e Zanobetti e Lorgeré apresentaram este modelo em artigo na revista *La Houille Blanche* (1968).

O modelo desenvolvido tinha por princípio a divisão da bacia do rio em células de escoamento, que representavam trechos de rio e de planície. Em linhas gerais, este modelo reproduzia a área alagada de todo o delta, considerando as cheias naturais e as cheias modificadas pela construção de uma barragem, que atenuaria as mesmas e ainda favoreceria a regularização do rio, para a navegação e a irrigação, na época da estiagem. A área da modelação, para esse estudo do delta do rio Mekong, abrangeu cerca de cinquenta mil quilômetros quadrados e esta região era habitada por cerca de dez milhões de cambojanos e

vietnamitas. Os termos de inércia não eram considerados na equação dinâmica, na representação das grandes áreas alagáveis, que eram representadas por células, moldadas ao terreno, conforme regência da topografia local, formando uma grande malha bidimensional de escoamento, utilizando-se relações de descarga unidimensionais.

Outras aplicações deste tipo de modelação, a partir desta data, podem ser encontradas no estudo dos seguintes casos: pantanal de Mopi pi (Hutchison e Midgley, 1973); bacia do rio Mono (Cunge, 1975); bacia do rio Senegal (Cunge, 1975; Cunge, Holly e Verwey, 1980); rio Mfolozi/Estuário Santa Lúcia (Weiss e Midgley, 1978); bacia superior do rio Rhône (Cunge, Holly e Verwey, 1980); bacia do rio Paraná em Yacyreta/Apipe (Major, Lara, Cunge, 1985).

Um pouco mais tarde, com a evolução dos computadores digitais e um melhor conhecimento e desenvolvimento de técnicas de modelação numérica, passaram a ser mais frequentes os modelos matemáticos bidimensionais, com sistemas não lineares a derivadas parciais, considerando uma equação de conservação da continuidade de massa e duas equações dinâmicas de movimento nas direções cartesianas do plano horizontal, com aplicação corriqueira em estuários, com influência de marés.

Em 1990, um modelo matemático de células de escoamento, de concepção diferente do modelo desenvolvido para o Delta do Mekong, foi desenvolvido para simulação de pesadas cheias em vastas áreas de topografia complexa, por Gallati, Braschi, Filippo e Rossi.

Este modelo foi desenvolvido com o objetivo principal de abordar o problema da avaliação de pesadas cheias, especialmente as causadas por ruptura de barragem. Neste caso, as características da planície de inundação são, em geral, muito diferentes nas proximidades da barragem rompida e longe desta. Na região próxima da barragem, de escala típica do comprimento de ruptura, o escoamento é essencialmente dominado por efeitos de inércia: ele pode tornar-se supercrítico e depois reverter para a típica condição subcrítica, através de um ressalto móvel com formação de onda de choque. Por outro lado, em uma região distante da barragem, caracterizada pelas escalas típicas da planície, a topografia do terreno, a sua rugosidade, a presença de diques, entre outros, são os fatores mais importantes na determinação das características de escoamento. Nessa região admite-se que eventuais ondas de choques tenham sofrido dissipação.

Neste modelo, a planície de inundação era aproximada por um sistema de células retangulares não homogêneas e contíguas, para simulação da chamada região distante, sobre as quais o nível d'água e a cota do fundo são identificados pelo valor do centroide e considerados para toda a célula. A descrição matemática do escoamento baseou-se nas

equações de águas rasas, desprezando-se o termo referente à variação da carga cinética no espaço, na equação dinâmica. O problema diferencial, então hiperbólico, permite o desenvolvimento das equações deste modelo de modo que todos os termos do sistema serão função do nível d'água, tal como no modelo de Zanobetti e Lorgeré.

O conceito de modelação por células encontrou par, no Brasil, na Tese de Mestrado defendida por Miguez (1994), com aplicação ao Pantanal Mato Grossense, também uma grande planície rural alagável. Em seguida, Miguez e Mascarenhas (1999) resgataram este trabalho, adaptando os conceitos envolvidos na modelação por células para aplicação a uma bacia urbana, modificando o foco inicial do modelo, buscando a adaptação do modelo de células ao contexto urbano, ou seja, verificando o comportamento do modelo em termos de pertinência de representação do escoamento sobre o espaço de uma cidade. Esta nova etapa visava complementar o modelo inicialmente construído, procurando contemplar o máximo possível da diversidade apresentada em um movimento de cheia em uma área urbana, dando maior consistência matemática e física ao modelo proposto, a fim de tornar maior a sua confiabilidade e capacidade de representação da situação real, partindo da avaliação crítica feita no estudo inicial.

Neste novo estudo, não se buscou modificar o método numérico. Todas as alterações realizadas foram introduzidas sobre o modelo matemático, já desenvolvido anteriormente, trabalhando sobre conceitos físicos, para aumentar o grau de representatividade do modelo em relação às enchentes urbanas, a partir da definição de novos tipos de células e novos tipos de ligação entre células.

Seguindo esse contexto, o modelo de células modificado para aplicação urbana foi utilizado para representar os padrões de escoamento tendo como área de estudo a cidade de Joinville, em Santa Catarina, no sul do Brasil, em um projeto contratado junto à Universidade Federal do Rio de Janeiro, que pretendia verificar a funcionalidade de medidas estruturais propostas pela Prefeitura Municipal, com vistas à obtenção de financiamento do Banco Mundial. Os resultados atingidos foram considerados qualitativamente satisfatórios, demonstrando o acerto de se utilizar esta concepção de modelagem para a verificação do padrão de escoamento de cheias em planícies urbanas.

Posteriormente, uma nova versão do modelo de células foi construída com a finalidade de realizar novas implementações de conceitos físicos, visando incrementar, uma vez mais, o seu grau de representatividade para as cheias urbanas, definindo-se novos tipos de células e de ligações. Esta nova versão do modelo de células foi aplicada para a realização de um estudo

de enchentes na bacia do Canal do Mangue, na cidade do Rio de Janeiro/RJ, onde foi elaborado um projeto de atenuação de enchentes desenvolvido pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, com acompanhamento da então Fundação Rio-Águas, hoje subsecretaria da Secretaria de Obras, órgão da Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro.

Ainda na bacia do Canal do Mangue, em particular, realizaram-se estudos sobre o funcionamento hidráulico de galeria de drenagem do projeto Rio-Cidade para a rua Haddock Lobo, no bairro da Tijuca; o funcionamento de um reservatório temporário de acumulação no parque Recanto do Trovador; o efeito da implantação de soleiras ao longo do trecho alto do rio Maracanã; a simulação de reservatórios em lote no bairro do Grajaú; o efeito da incorporação de lixo e resíduos sólidos ao escoamento, interferindo na capacidade de vazão dos dispositivos de descarga de modo dinâmico, durante a passagem da cheia.

Em agosto de 2002, foi concluído o estudo META 21 - Programa no âmbito do CT-Hidro/FINEP, Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT).

Em junho de 2003 encerrou-se um estudo de desenvolvimento de modelos para previsão de vazões nas bacias dos rios Manso e Cuiabá (MT) após a implantação do Aproveitamento Hidrelétrico de Manso, em um convênio entre Furnas Centrais Elétricas S.A. e a Universidade Federal do Rio de Janeiro (PEC-2685), mesclando uma aplicação rural em larga escala com a avaliação de enchentes sobre a cidade de Cuiabá. De 2003 até 2011 inúmeros projetos e estudos desenvolvidos na UFRJ, com destaque para a dissertação de Veról (2010), onde pela primeira vez simulou-se um “Dam Break.”

Neste ínterim, uma série de trabalhos de pesquisa têm sido desenvolvidos, em âmbito acadêmico, dentre os tais destacam-se: a análise da influência da urbanização na geração de cheias e avaliação de tendências futuras; modelação matemática como ferramenta para planejamento e na concepção de projetos integrados de combates às enchentes; utilização de reservatórios de lotes como solução complementar para o sistema de drenagem urbana; avaliação da importância do tempo de concentração para compatibilização das áreas dos compartimentos de escoamento na modelação topográfica pertinente ao modelo de células; entre outros.

Na tabela 8, a seguir, que foi elaborada tendo como fonte Baptista & Coelho (2002). Citado por Teixeira (2006), estão relacionados hidráulicos notáveis e suas contribuições, destacando-se com sublinhado, os que foram citados nos parágrafos anteriores.

TABELA 8 – HIDRÁULICOS NOTÁVEIS		
Nome	Origem e Período	Contribuições Principais
ARQUIMEDES	Siracusa 287 a. C - 212 a. C	Primeiro texto conhecido sobre hidráulica.
LEONARDO DA VINCI	Itália 1452 - 1519	Elaborou estudos e projetos dentro dos conceitos atuais de Engenharia Hidráulica.
EVANGELISTA <i>TORRICELLI</i>	Itália 1608 - 1647	Pioneiro de estudos experimentais: estudos de orifícios e jatos.
DANIEL <i>BERNOULLI</i>	Holanda 1700 - 1782	Precursor de abordagem teórica da hidráulica.
LEONHARD <i>EULER</i>	Suíça 1707 - 1783	Equações gerais do movimento dos fluídos perfeitos.
ANTOINE <i>CHÉZY</i>	França 1718 - 1798	Estudos experimentais relativos à resistência ao escoamento
JEAN CHARLES DE <i>BORDA</i>	França 1733 – 1799	Estudo do escoamento junto a embarcações, bombas e orifícios; Expressões para cálculo de perdas de carga localizadas.
LOUIS MARIE HENRI <i>NAVIER</i>	França 1735- 1836	Contribuição teórica à hidrodinâmica.
GASPARD GUST. DE <i>CORIOLIS</i>	França 1792 – 1843	Aceleração em sistemas em rotação; Introdução de coeficientes para velocidade.
GEORGE GABRIEL <i>STOCKES</i>	Irlanda 1819 - 1903	Equações gerais do escoamento.
JEAN-CLAUDE BARRÉ DE <i>SAINT VENANT</i>	França 1797 – 1886	Escoamento não permanente.
HENRI PHILIBERT GASPARD <i>DARCY</i>	França 1803 - 1858	Escoamento em meios porosos e em tubulações.
LUDWIG-JULIUS <i>WEISBACH</i>	Alemanha 1806 – 1871	Contribuições experimentais concernentes à resistência ao escoamento.
WILLIAM <i>FROUDE</i>	Inglaterra 1810 – 1879	Modelagem física em hidráulica.
ROBERT <i>MANNING</i>	Irlanda 1816 – 1897	Proposição e divulgação de expressões de resistência ao escoamento em canais abertos.
ORBORNE <i>REYNOLDS</i>	Irlanda 1842 – 1912	Conciliação de resultados experimentais e teóricos.
JOSEPH <i>BOUSSINESQ</i>	França 1842 – 1929	Contribuição teórica ao estudo de coeficientes de velocidade e turbulência.
BORIS <i>BAKHMETTEF</i>	Rússia 1880 – 1951	Ressalto hidráulico e energia nos escoamentos livres.
VEN TE <i>CHOW</i>	China 1919 – 1981	Consolidação e divulgação da hidráulica e hidrologia.

6.1.2 Modelos Uni e Bidimensionais

As equações unidimensionais de escoamento não permanentes e variados, estabelecidas pelas hipóteses de Saint-Venant, foram experimentalmente confirmadas em canais de laboratório e em canais confinados de grande escala. Mas o uso destas equações para simular ondas de propagação de inundações de rios é uma extrapolação do seu papel e o modelador deve estar atento para as limitações desta prática.

Raramente se observa na natureza canais realmente retilíneos, nos quais o escoamento pode ser considerado estritamente unidimensional. O escoamento em canais naturais é frequentemente curvilíneo, seguindo o leito do rio que vaga dentro dos limites de vale. Um vale raramente pode ser considerado como uma série de seções transversais que representam simples extensões das margens do canal principal. Ele alarga e estreita de uma maneira irregular, contém depressões, lagos de acumulação, vales secundários, etc. Em alguns vales, a água da inundação, ao avançar sobre a extensão das margens do canal, segue todo o tempo em uma direção basicamente a jusante, definida pelo canal principal. No entanto, é mais frequente o caso onde o escoamento que ultrapassa as margens siga o seu próprio caminho pela planície de inundação, de uma forma ditada pela topografia local, e, algumas vezes, só retornando ao canal principal em pontos distantes do canal de extravasamento.

Com frequência, uma vez que as águas da inundação deixam o canal principal, ultrapassando suas margens, seu comportamento subsequente é independente do escoamento entre as margens submersas. De fato, a inundação do vale pode começar até mesmo de uma localização a jusante, de forma que a ocupação da planície de inundação se dá em direção a montante, devido à topografia local, por efeitos da restrição do escoamento, ao menos para um certo período de tempo. Neste caso, apenas entre as margens é que o escoamento poderia ser considerado como unidimensional.

Outra situação bastante diferente acontece no Rio Mekong, por exemplo, onde sua cheia avança inteiramente sobre a planície de inundação. Apenas parte da cheia encontra o caminho para voltar ao canal principal, já que a direção do escoamento que invade a planície de inundação possui tênues relações com a direção do escoamento do rio Mekong, figuras 128 a 130. A figura 128 é um bom exemplo da necessidade do estudo de cheias apoiado no uso de modelagem bidimensional. A noção de escoamento unidimensional não tem significado aqui, com exceção de curtos canais entre reservatórios de acumulação na planície.



Figura 128: : Rio Mekong – Área de inundação (Cunge, 1980)



Figura 129: Rio Paraíba do Sul – Área de inundação, Baixada Campista. Outubro de 2007. Disponível em <http://programadeolhonacidade.com>.

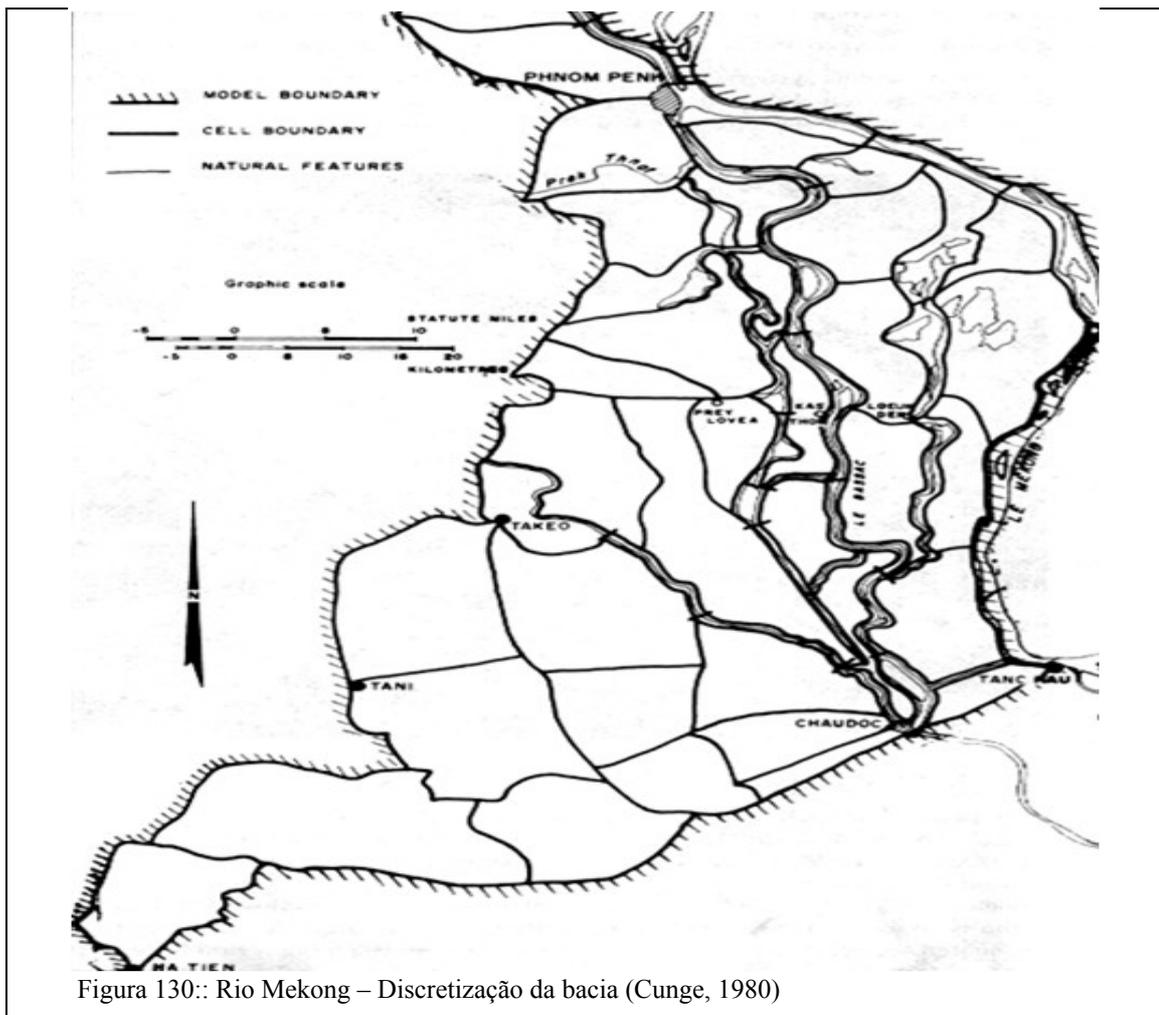


Figura 130:: Rio Mekong – Discretização da bacia (Cunge, 1980)

Em resposta às necessidades de se modelar vastas planícies de inundações, onde a aproximação unidimensional não se adéqua, é que foram desenvolvidas as chamadas técnicas de modelagem bidimensional.

Compreende-se que a abordagem bidimensional não deve fazer, necessariamente, referência às equações de escoamento não permanente em duas dimensões no espaço (x,y) , mas também e, principalmente, à situação física na qual canais e áreas de armazenagem formam uma rede bidimensional no espaço horizontal.

Na modelagem de extensas regiões planas em que são inundadas áreas adjacentes à calha do rio, ocorrendo zonas de armazenamento, as equações unidimensionais não simulam adequadamente o movimento da água.

A planície de inundação pode ser dividida em várias células, ou bacias de armazenamento, onde, em cada uma, a superfície de água é assumida horizontal (embora sua área superficial dependa do nível d'água na célula) e cada uma das quais comunica-se com sua vizinha e/ou com o canal principal, em uma rede dinâmica. Esse tipo de modelagem é conhecido como quasi-bidimensional ou pseudo bidimensional. Quando cobrindo toda a bacia, esse tipo de modelagem pode também assumir funções hidrológicas e receber contribuições de chuva.

Considerando que a inundação das planícies ocorre vagarosamente, pode-se assumir que o escoamento nas ligações entre as células é calculado de acordo com uma lei hidráulica preestabelecida, com destaque para as equações de Saint-Venant, desprezando-se os termos de inércia. Outras ligações possíveis, por exemplo, podem considerar vertedouros, comportas, orifícios, etc. Esta simplificação traz problemas complicados, porém, computacionalmente tratáveis. As leis de descarga definidas entre as células são unidimensionais. Entretanto, o sistema, como um todo, pode simular um escoamento bidimensional.

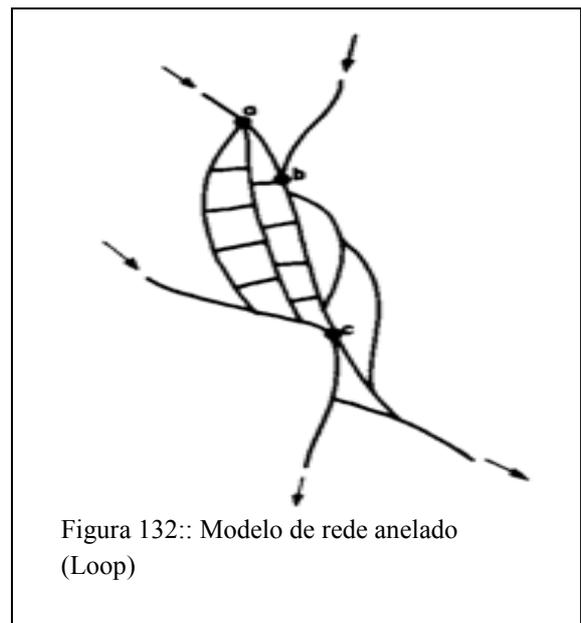
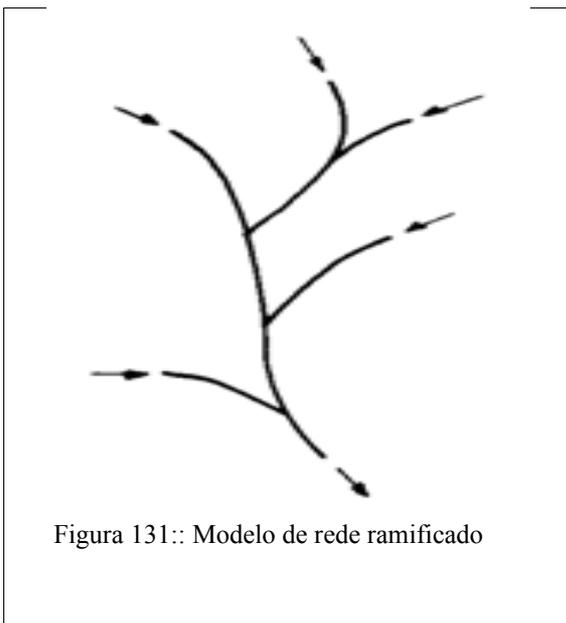
Em modelos quase bidimensionais, a divisão da planície de inundação em células não é arbitrária, mas baseia-se em limites naturais, como estradas elevadas, diques, margens, etc. É importante perceber que, em hidráulica fluvial, quando uma área é modelada com uma ferramenta estritamente bidimensional, considera-se a formação de uma superfície contínua de escoamento, não sendo representados efeitos locais ou particulares, como o caso de uma estrada funcionando como dique e apresentando níveis distintos em cada lado. Com águas mais baixas (ou menos altas), não há a formação dessa lâmina única de escoamento e a topografia pode ser determinante nos padrões de escoamento.

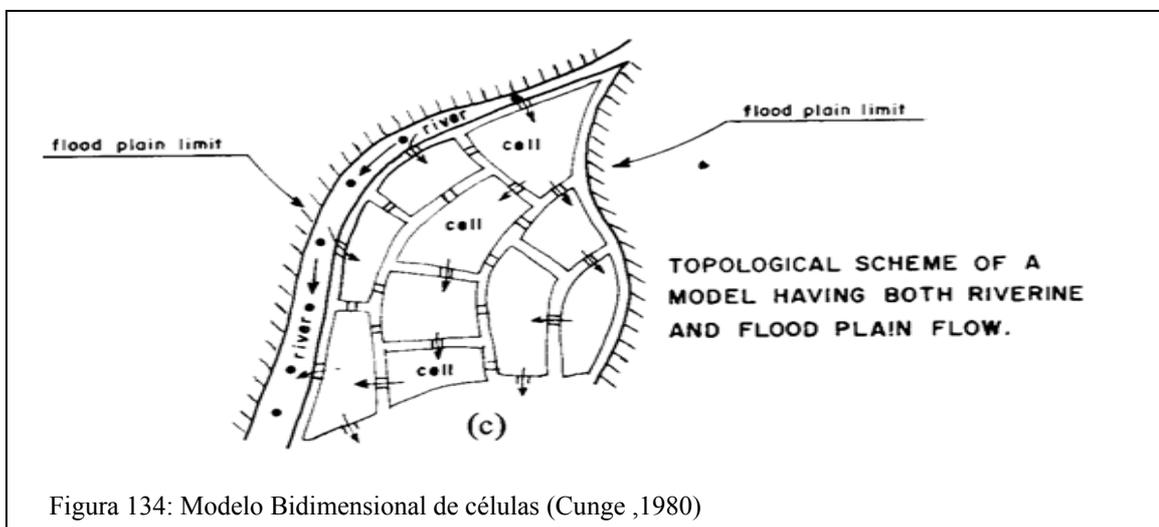
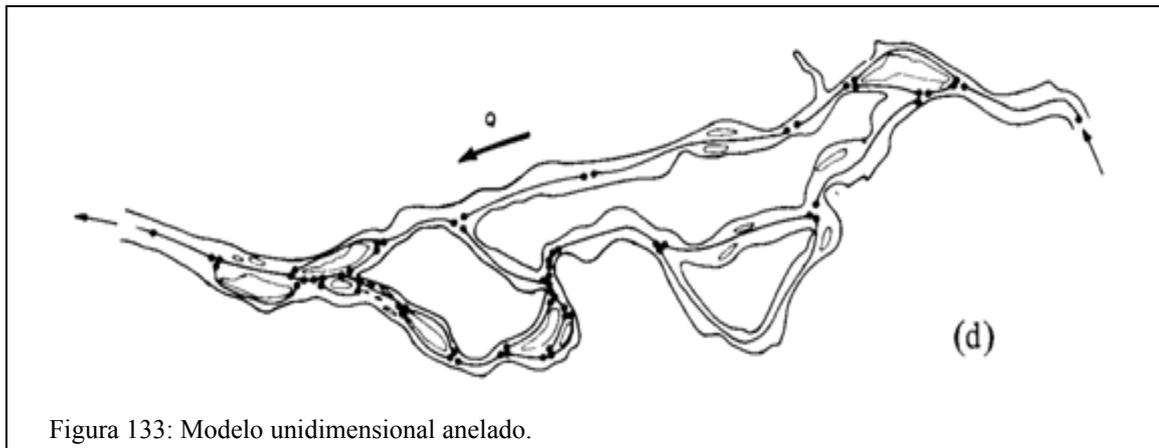
Na prática, o escoamento no rio e na planície de inundação adjacente deve ser

simulado, e para todas as situações possíveis: escoamento no período seco, inundação parcial, completa inundação do vale, etc.

Modelos que utilizam equações realmente bidimensionais tendem a representar melhor grandes superfícies d'água em movimento, como dito anteriormente, mas são mais difíceis de resolver. Entretanto, estes modelos não são, necessariamente, uma melhor representação do problema de cheias em grandes planícies alagáveis nos locais onde a topografia exerce um papel importante, com depressões ou elevações locais, com a presença de diques, estradas ou outras estruturas de porte importante, não há a formação única e homogênea de uma superfície de escoamento, o que dificulta o uso das equações bidimensionais, pois pode haver comportamentos matemáticos distintos para os escoamentos em diferentes partes da planície.

Outra classificação pertinente, para os modelos de escoamento, diz respeito às diferentes possibilidades de percurso dos escoamentos simulados. As redes de escoamento formadas podem ser ramificadas ou em *loop*, figuras 131 e 132. Em uma rede ramificada, só há um caminho possível de escoamento para outro ponto, enquanto existem, geralmente, vários caminhos possíveis em uma rede em *loop*. Escoamentos unidimensionais podem ser representados de forma ramificada e esta é a solução mais comumente adotada. Eventualmente, podem aparecer redes aneladas, figura 133, com o escoamento unidimensional se bifurcando em torno de uma ilha. A figura 134 apresenta o modelo bidimensional de Cunge (1980).





Em meados da década de 70, começaram a aparecer algoritmos para a resolução das equações completas em redes em loop, fazendo uso de métodos implícitos. Isto marcou um ponto importante na história da modelagem de rios, porque, pela primeira vez, o engenheiro hidráulico pôde construir modelos nos quais tanto os escoamentos de canal unidimensional (possivelmente em loop) quanto os de inundação bidimensional poderiam ser simulados economicamente usando um único algoritmo.

6.1.3 Incertezas Associadas à Modelação Hidrológica

O uso de modelos hidrológicos requer de seu usuário a observação de possíveis fontes de incertezas quanto à resposta desta ferramenta. Mesmo o mais sofisticado dos modelos está sujeito a estas incertezas. Magalhães & O'Donnell (1980) destacam as principais fontes de incertezas associadas ao uso de modelos hidrológicos, sendo o resultado deste trabalho

apresentado na tabela 9.

O conhecimento das limitações que envolvem a modelagem hidrológica não deve funcionar como um desestímulo ao uso de modelo. Na verdade, identificar, isolar e quantificar as fontes de incerteza e seus efeitos é a melhor forma de se analisar a adequabilidade e a confiabilidade do uso destas técnicas.

Tabela 9: Principais Fontes de Incertezas em Simulações com Modelos Hidrológicos
a) Registro de Dados Hidrometeorológicos da Bacia Hidrográfica
- Erros na coleta dos dados hidrometeorológicos
- Redução de dados pontuais em médias espaciais
- Redução de dados contínuos em médias temporais
- Erros no processo indireto de estimação de dados de vazão
b) Estruturas dos Modelos Hidrológicos
- Conhecimento imperfeito dos processos físicos
- Aproximações para que representações desses processos sejam viavelmente tratadas
- Tratamento de variáveis com variação espacial de forma concentrada
- Tratamento sequencial de processos concomitantes
- Omissão de processos considerados menos relevantes

Destaca-se também que, em virtude de todas essas incertezas, e sendo os modelos, por definição, representações imperfeitas e aproximadas da natureza, o uso de modelos simplificados pode consistir em uma vantagem. Em modelos deste tipo, o usuário pode ter um maior controle sobre as incertezas que cercam a modelação. Entretanto, esta vantagem deixa de existir em casos em que a simplificação compromete a adequada representação da realidade física.

6.1.4 A Modelação de Cheias – Uma Visão Geral da Representação da Realidade Física

Para a construção de um modelo matemático, que reproduza a situação do escoamento de cheias, propõe-se passar pelas seguintes etapas:

- ◆ Caracterização básica do problema em estudo: identificação da rede principal de escoamentos, das sub-bacias contribuintes, do tipo e uso do solo, da presença de áreas

rurais e urbanas, de acumulação de água, etc.;

- ◆ Definição das relações matemáticas, determinísticas ou empíricas, conforme o caso, que representem os escoamentos identificados. Nos escoamentos com superfície livre, destacam-se, basicamente, as equações de Saint-Venant, com suas variações, deduzidas a partir dos princípios de conservação de massa e de quantidade de movimento.

- ◆ Mapeamento das características da área em estudo e dos padrões de escoamento (ramificado, em loop, bi-dimensional);

- ◆ Discretização das equações governantes do fenômeno físico, através de métodos numéricos, com destaque para o processo de diferenças finitas, baseado em expansões por séries de Taylor;

- ◆ Discretização bidimensional do domínio representativo da área em estudo, através de células de escoamento ou pontos discretos, dependendo da abordagem utilizada;

- ◆ Calibração e aferição do modelo matemático a partir de cheias já observadas;

- ◆ Simulações diversas, conforme possibilidades inerentes ao estudo realizado;

- ◆ Escolha do Modelo para a Representação de Cheias Urbanas neste Estudo.

Na modelagem de rios, é extremamente importante basear o modelo nas equações de escoamento apropriadas. Através da natureza física de um rio e suas inundações se indica as equações apropriadas a serem usadas para modelar a situação. Como exemplo, os vários termos nas equações de escoamento não permanente e variado, estabelecidas por Saint-Venant, em 1871, podem ser de ordem de grandeza bastante diferente, principalmente na equação dinâmica, e, sob certas condições, alguns termos podem ser ignorados, praticamente sem perda de precisão na representação. Os termos de inércia, por exemplo, usualmente de menor magnitude, passam a ser importantes apenas quando ocorrem variações mais significativas de velocidade no tempo e no espaço.

Assim, o propósito da modelação deve ser lembrado quando da escolha das equações, que podem ser tratadas e simplificadas de diferentes maneiras conforme o objetivo final. Deste modo, considerando-se que raramente são observados na natureza canais verdadeiramente retilíneos, nos quais o escoamento pode ser considerado estritamente unidimensional, ainda assim esta pode ser uma boa representação dependendo do tratamento dado ao problema e da resposta que se busca.

Entretanto, na maioria das situações, modelos puramente unidimensionais são usados por facilidade de construção e por permitirem resultados adequados de profundidade média e

velocidade média de escoamento para as seções transversais que respondem aos problemas postulados. Frequentemente os resultados destes modelos não diferem muito da realidade, especialmente ao longo do eixo do rio, apesar de não se poder representar certos detalhes mais complicados, como, por exemplo, variações transversais do escoamento e o próprio escoamento sobre grandes planícies alagadas.

Em resposta às estas necessidades de se modelar vastas planícies de inundações, com escoamento independente da calha principal, é que foram desenvolvidas as chamadas técnicas de modelagem bidimensionais. Entretanto, não necessariamente é preciso trabalhar com equações bidimensionais no sentido rigoroso da projeção da lei de conversão de quantidade de movimento em duas direções cartesianas. É possível adotar uma representação espacial, que recrie a situação física através da “compartimentalização” da bacia em estudo, de forma que a integração destes “compartimentos” e a interação entre eles reproduzam os padrões de escoamento, sendo as relações matemáticas entre compartimentos diferentes descritas por equações unidimensionais. Usualmente, estes compartimentos são chamados de células de escoamento.

A necessidade de uma correta representação atua em dois níveis do processo construtivo do modelo, que são chamados de discretização topográfica e hidráulica. Tais discretizações referem-se à tradução da realidade física para o modelo. A descrição das características hidráulicas e geométricas das seções transversais e das áreas de armazenamento e a escolha das equações hidráulicas apropriadas são etapas da adequação do modelo adotado para a bacia em estudo.

As modelações hidráulica e topográfica são duas atividades integradas, uma vez que é impossível se desenvolver um modelo matemático sem se considerar as características hidráulicas do rio e de suas planícies de inundação. Nenhum ajuste em uma posterior calibração hidráulica poderá compensar os erros cometidos na discretização topográfica inicial, já que a compreensão do processo físico dita as regras da modelação.

Na natureza, o espaço real de atuação é tridimensional; no entanto, é incomum o uso de modelos de escoamento em três dimensões. Cabe ao engenheiro utilizar sua experiência e julgamento para decidir quais trechos do sistema fluvial devem ser modelados como um escoamento uni ou bidimensional. A discretização topográfica se inicia com a definição das zonas que devem ser modeladas como unidimensionais ou como bidimensionais em relação ao escoamento.

Para os objetivos a que se propõe o caso em estudo, algumas observações destacam-se

e são apresentadas a seguir:

- ◆ O modelo matemático indicado para o caso torna-se mais abrangente se for capaz de representar a bacia como um todo, de modo a permitir a modelação do aporte de vazões laterais à calha principal;
- ◆ O foco do modelo não deve recair apenas sobre a rede de drenagem, para depois, a partir desta, extrapolar resultados;
- ◆ No processo de enchentes com grandes extravasamentos de calha, é fundamental a representação do escoamento sobre nas áreas de armazenamento e alagamento;
- ◆ A representação dos padrões gerais do movimento da cheia, com a representação das áreas urbanas com a rede de drenagem é de importância crucial e a abordagem de estudos que considerem a bacia de uma forma integrada deve ser passível de representação pelo modelo.

Com base nessas premissas, optou-se, dentre as possibilidades disponíveis, pelo uso do Modelo de Células desenvolvido na UFRJ por Miguez e Mascarenhas (1999). Entre os pontos que levaram a esta escolha, destacam-se:

- ◆ Este tipo de modelação é próprio para a representação de bacias como um todo, não havendo nenhum privilégio na consideração da rede de macrodrenagem sobre os demais componentes do cenário ;
- ◆ Este tipo de modelação já foi amplamente testado em outros estudos, para modelagem hidrodinâmica de bacias sujeitas a enchentes;
- ◆ Este tipo de modelação já foi testado em outros estudos, no mesmo trecho do rio Paraíba do Sul, como desenvolvido para a análise do risco de rompimento da Barragem do Funil (Veról, 2010);
- ◆ Pode-se representar, sem problemas, a introdução de obras de engenharia fora da rede de drenagem, como, por exemplo, o aproveitamento de áreas marginais como áreas de reservação para amortecimento do pico de enchentes, bem como os efeitos de ocupações de várzeas e das Faixas Marginais de Proteção;
- ◆ O desenvolvimento de rotinas hidrológicas simplificadas permite que este modelo trabalhe como um modelo hidráulico-hidrológico distribuído.

6.2 MODELO DE CÉLULAS – MODCEL

6.2.1 Concepção geral

A proposta do modelo de células parte do princípio de que uma bacia pode ser subdividida em um conjunto de compartimentos homogêneos, chamados de células de escoamento, que, em grupo ou isoladamente, representam paisagens urbanas, num arranjo tal que reproduz os padrões de escoamento, dentro ou fora da rede de drenagem, a partir das interações entre as células modeladas. Há, porém, uma etapa ao uso do modelo computacional propriamente dito, fundamental para a qualidade da modelação como um todo, que representa uma discretização topográfica e hidráulica, com conotações típicas de trabalho de engenharia, no que condiz com a interpretação da realidade a ser modelada.

Esta etapa consiste em se interpretar as informações dos mapas e da paisagem local, transformando estas informações em células, à princípio individuais, e depois dando forma a uma grande malha de células agrupadas, responsável pela definição dos padrões de escoamento que o modelo irá seguir.

Segundo Míguez (2001), as hipóteses de construção do modelo de células são:

1. A natureza pode ser representada por compartimentos homogêneos, interligados, chamados células de escoamento.
2. Na célula, o perfil da superfície livre é considerado horizontal, a área desta superfície depende da elevação do nível d'água no interior da mesma e o volume de água contido em cada célula é diretamente relacionado com o nível d'água no centro da célula.
3. Cada célula comunica-se com células vizinhas, que são arranjadas em um esquema topológico, constituído por grupos formais, onde uma célula de um dado grupo só pode se comunicar com células deste mesmo grupo, ou dos grupos imediatamente posterior ou anterior.
4. O escoamento entre células pode ser calculado através de leis hidráulicas conhecidas como, por exemplo, a Equação Dinâmica de Saint-Venant.
5. A vazão entre duas células adjacentes, em qualquer tempo, é apenas função dos níveis d'água no centro dessas células.
6. As seções transversais de escoamento são tomadas como seções retangulares equivalentes, simples ou compostas.
7. O escoamento pode ocorrer simultaneamente em duas camadas, uma

superficial e outra subterrânea, em galeria, podendo haver comunicação entre as células de superfície e de galeria.

O esquema topológico apresenta a articulação das células e as possíveis interações entre elas, podendo cada célula possuir ligações com outras células de seu próprio grupo, de um grupo anterior ou posterior. A montagem desse esquema faz parte da entrada de dados para permitir a solução numérica do modelo.

A esta etapa, segue-se a confecção dos arquivos de entrada necessários, que compreendem os dados e parâmetros de cada célula da divisão, proposta, suas ligações e as condições de contorno necessárias para a modelagem, assim como a chuva de projeto ou um evento medido.

No estudo realizado, para a bacia do Rio Paraíba do Sul, a discretização topográfica e a formação da malha de células e os tipos de ligação, foram baseadas na observação de mapas na escala 1:50.000, 1:2000, fotos de satélite, perfis do Rio Paraíba do Sul, observações de campo em ambas as margens do rio e pesquisas históricas. Essas informações foram fundamentais para que as células e a topologia pudessem ser representativas da realidade da bacia.

O modelo de células trabalha com 5 tipos diferentes de células, a seguir descritos.

- ◆ ***de rio, ou canal,*** por onde se desenvolve o escoamento principal da drenagem à céu aberto, no caso do estudo as células na calha do rio Paraíba do Sul, podendo ser a seção simples ou composta, (célula tipo 0);
- ◆ ***de galeria, subterrânea,*** complementando a rede de drenagem, especialmente nas áreas urbanas. No caso do estudo não foram consideradas células desse tipo. Num maior detalhamento, como por exemplo o estudo da interação de enchentes de bairros de Volta Redonda com as enchentes no Paraíba do Sul essas células podem ser incorporadas. (célula tipo 1);
- ◆ ***de superfície urbanizada,*** para a representação de escoamentos a superfície livre em planícies alagáveis, através das ruas que compõem a paisagem urbana, bem como para a representação de suas áreas de armazenamento (célula tipo 2). Neste tipo de célula o padrão de urbanização encontra-se representado, em termos médios. No caso do estudo, as células de superfície urbanizada foram representadas de forma a caracterizar os escoamentos a superfície livre em planícies alagáveis, bem como áreas de armazenamento, nas regiões ocupadas pelas cidades ao longo do Vale do Paraíba;

- ◆ **de reservatório**, simulando o armazenamento d'água em um reservatório temporário de armazenamento (célula tipo 3). Essa célula cumpre o papel de amortecimento de uma vazão afluente. No caso do estudo as várzeas foram consideradas como células de reservatório, com fundo inclinado, partindo da margem do rio até encontrar a primeira curva de nível acima desta;

- ◆ **de planície natural**, são análogas as células de tipo 2, porém com características de ocupação rural, com vegetação natural ou campos agrícolas.

O princípio da marcação de uma célula segue a premissa de se localizar o centro da célula em uma posição tal que possa vir a se ligar com os centros das células vizinhas, construindo-se, assim, uma malha de escoamentos que venha a abranger toda a área a que o modelo se propõe a simular, mapeando o padrão destes possíveis escoamentos. A ligação entre o centro de células de superfícies é feita, normalmente, através de canais principais (córregos, talvegues ou rios), com as regiões que não pertencem a estes canais atuando como áreas de armazenamento das águas dentro da célula

6.2.2 Tipos de ligações pré-definidos

O modelo de células, em sua versão atual, apresenta 14 tipos distintos de ligações, a seguir listadas.

- ◆ **ligação tipo planície**, para escoamento à superfície livre sem termos de inércia, na eq. Dinâmica de Saint-Venant representada pela letra “P”. No caso do estudo as ligações entre as células das encostas e os reservatórios marginais, e entre estes, são sempre do tipo planície. Essas ligações estão representadas na Topologia em vermelho;

- ◆ **ligação tipo rio ou canal**, para escoamento à superfície livre com termos de inércia, representada pela letra “C”. No caso do estudo as ligações entre as células de rio se dão por este tipo de ligação. Essas ligações estão representadas na Topologia em azul;

- ◆ **ligação tipo galeria**, com escoamento à superfície livre ou sob pressão, representada pela letra “G”, No caso do estudo não existem;

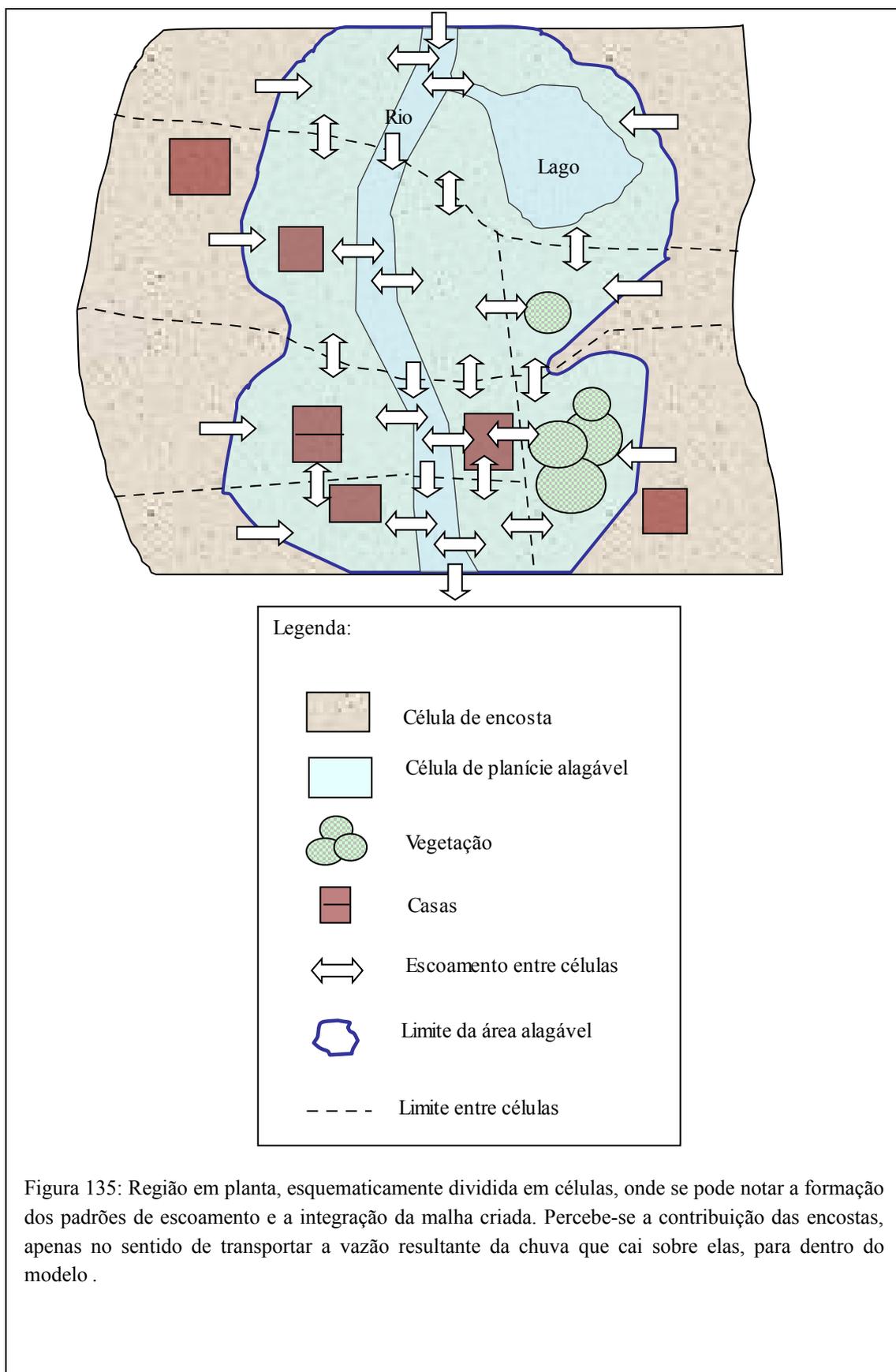
- ◆ **ligação tipo entrada de galeria**, com contração do escoamento, representada pela letra “E”. No caso do estudo não existem;

- ◆ **ligação tipo saída de galeria**, com expansão do escoamento, representada pela letra “S”. No caso do estudo não existem;

- ◆ *ligação tipo descarga de uma galeria em confluência com um canal principal*, representada pela letra “D”. No caso do estudo não existem;
- ◆ *ligação tipo-descarga de galeria secundaria em canal aberto de maior porte*, representada pela letra “A”. No caso do estudo não existem;
- ◆ *ligação tipo bueiro com microdrenagem*, fazendo a interface das células superficiais com as células de galeria, representada pela letra “M”. No caso do estudo não existem;
- ◆ *ligação tipo vertedouro*, clássico, livre ou afogado, representada pela letra “V”. No caso do estudo as ligações entre as células marginais de armazenagem, tipo reservatório, e as células de rio se dão por ligações tipo vertedouro. Essas ligações estão representadas na Topologia em violeta ;
- ◆ *ligação tipo orifício clássico*, também clássico, representada pela letra “O”. No caso do estudo não existem;
- ◆ *ligação tipo reservatório* (orifício + vertedouro), representada pela letra “R”. No caso do estudo não existem ;
- ◆ *ligação FLAP*, simulando o comportamento de uma comporta tipo FLAP, representada pela letra “F”. No caso do estudo não existem;
- ◆ *ligação tipo Bombeamento*, simulando o bombeamento de vazões entre duas células, representada pela letra “B”. No caso do estudo não existem.;
- ◆ *ligação tipo laboratório*, através de equação cota x descarga obtida em modelo, para o caso de soleiras ou estruturas especiais calibradas em laboratório/modelo reduzido, representada pela letra “L”. No caso do estudo não existem.

As figuras 135 a 137, a seguir, apresentam esquematicamente alguns tipos de células e padrões de escoamento hipotéticos, para a ilustração dos conceitos de modelagem discutidos.

Observa-se as direções de escoamento que atuam nas células de rio, nas células de encosta e nas células de planície.



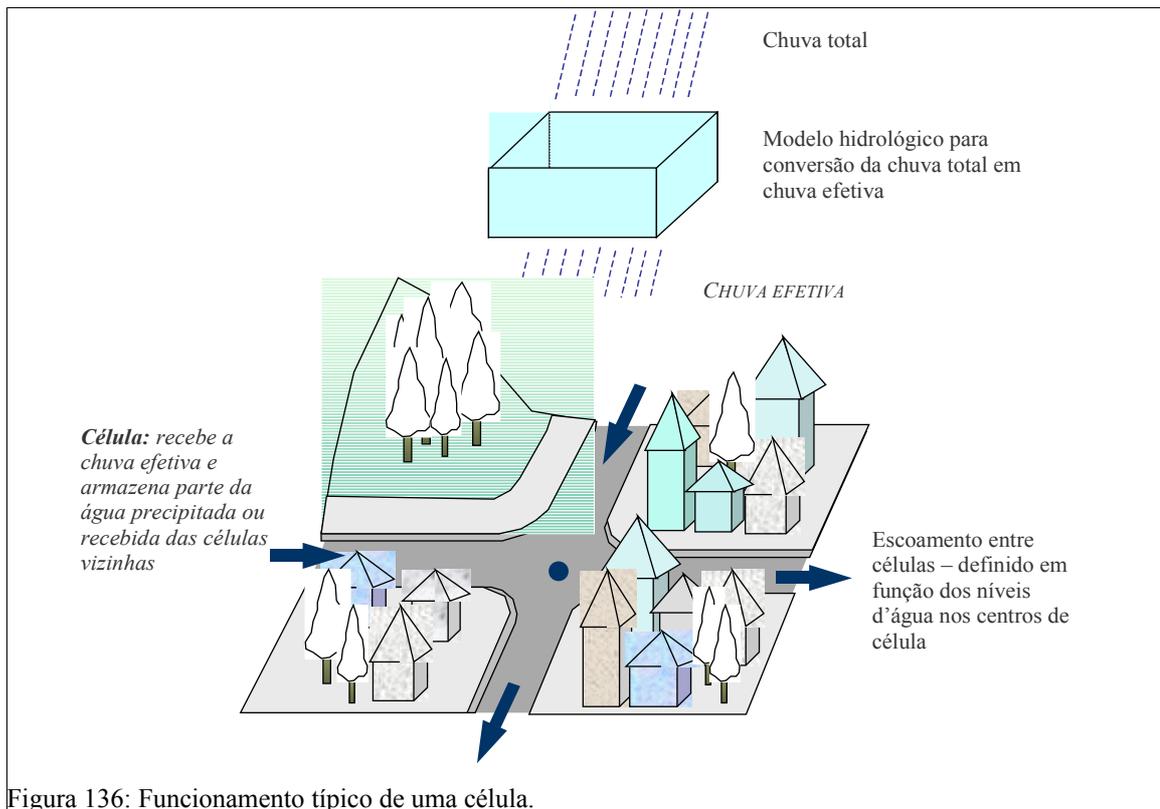


Figura 136: Funcionamento típico de uma célula.

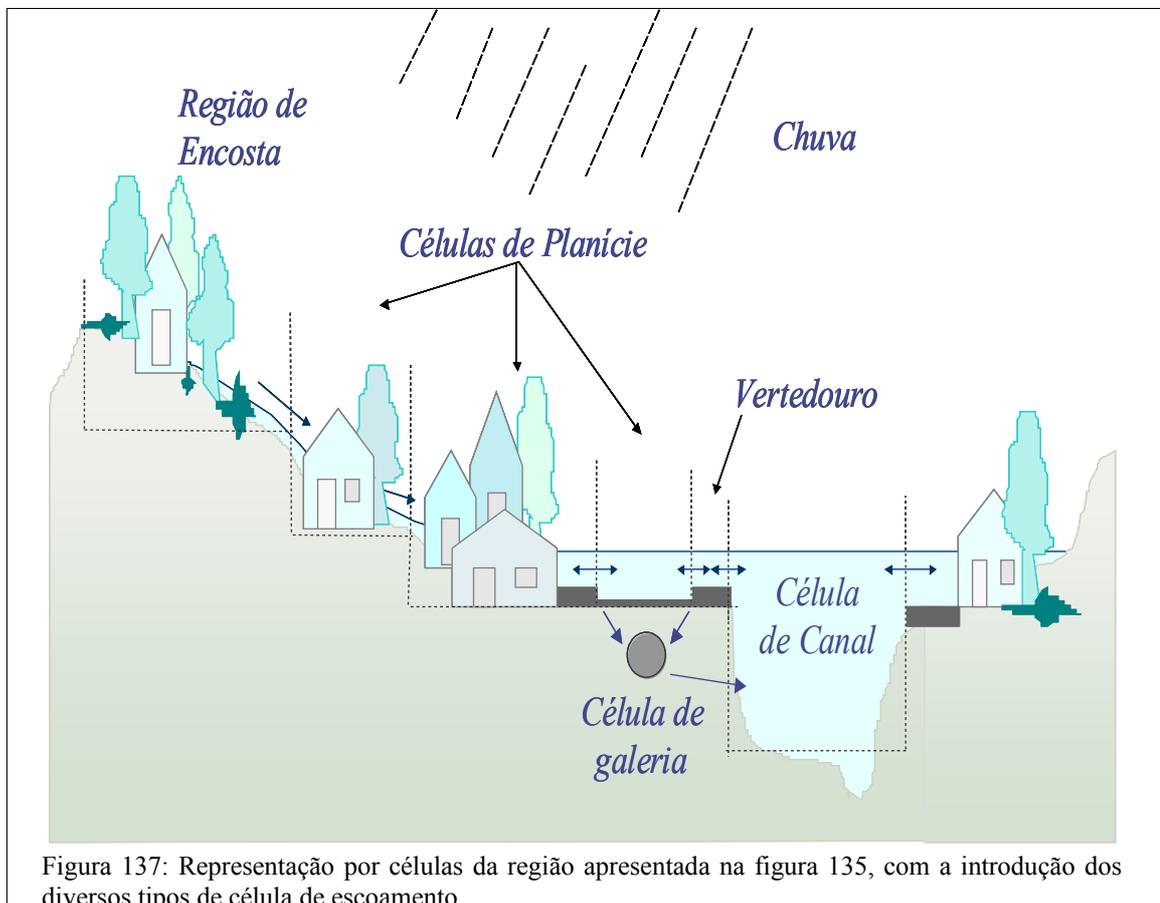


Figura 137: Representação por células da região apresentada na figura 135, com a introdução dos diversos tipos de célula de escoamento.

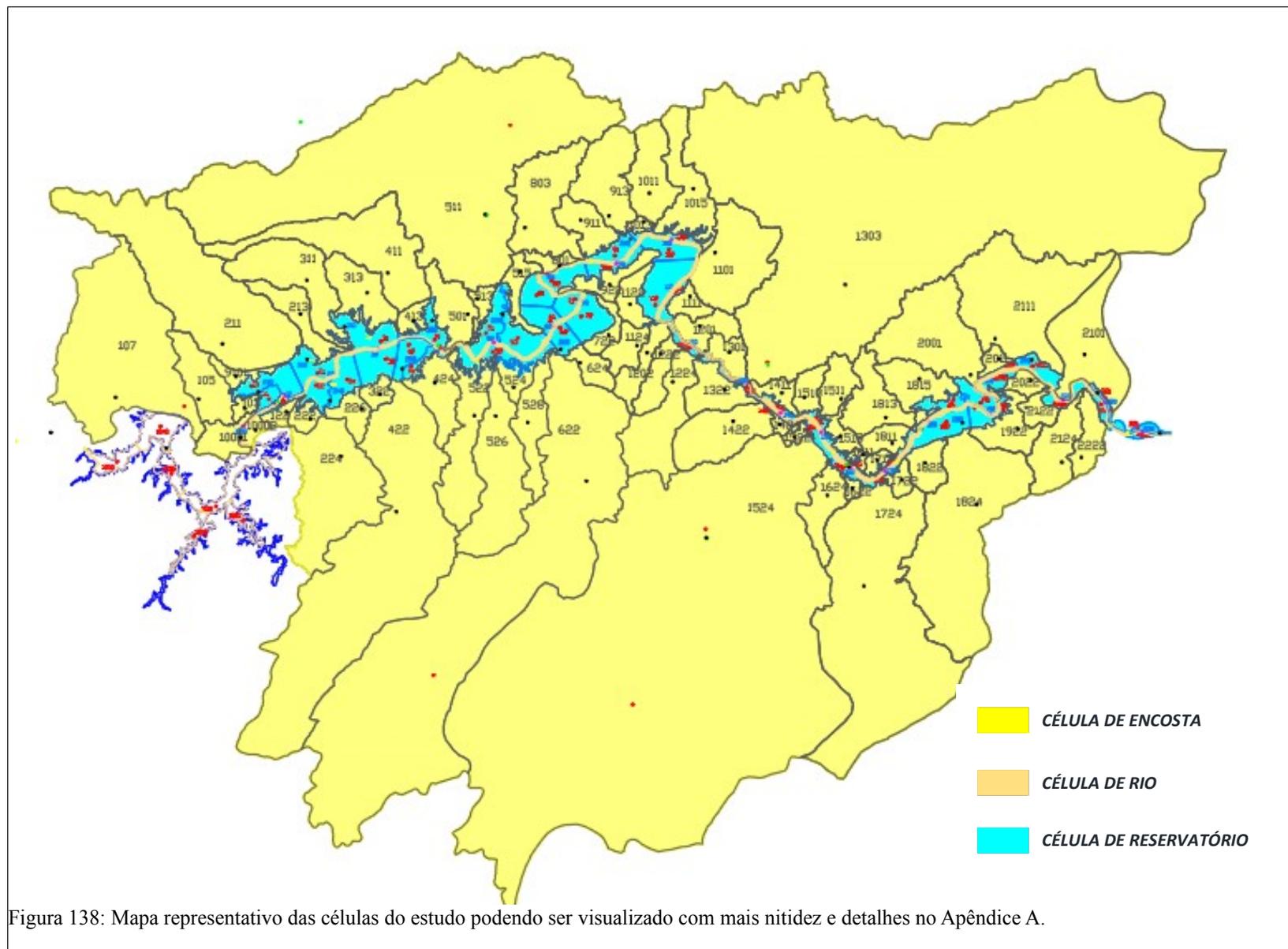
6.3 RESULTADOS DA MODELAÇÃO MATEMÁTICA

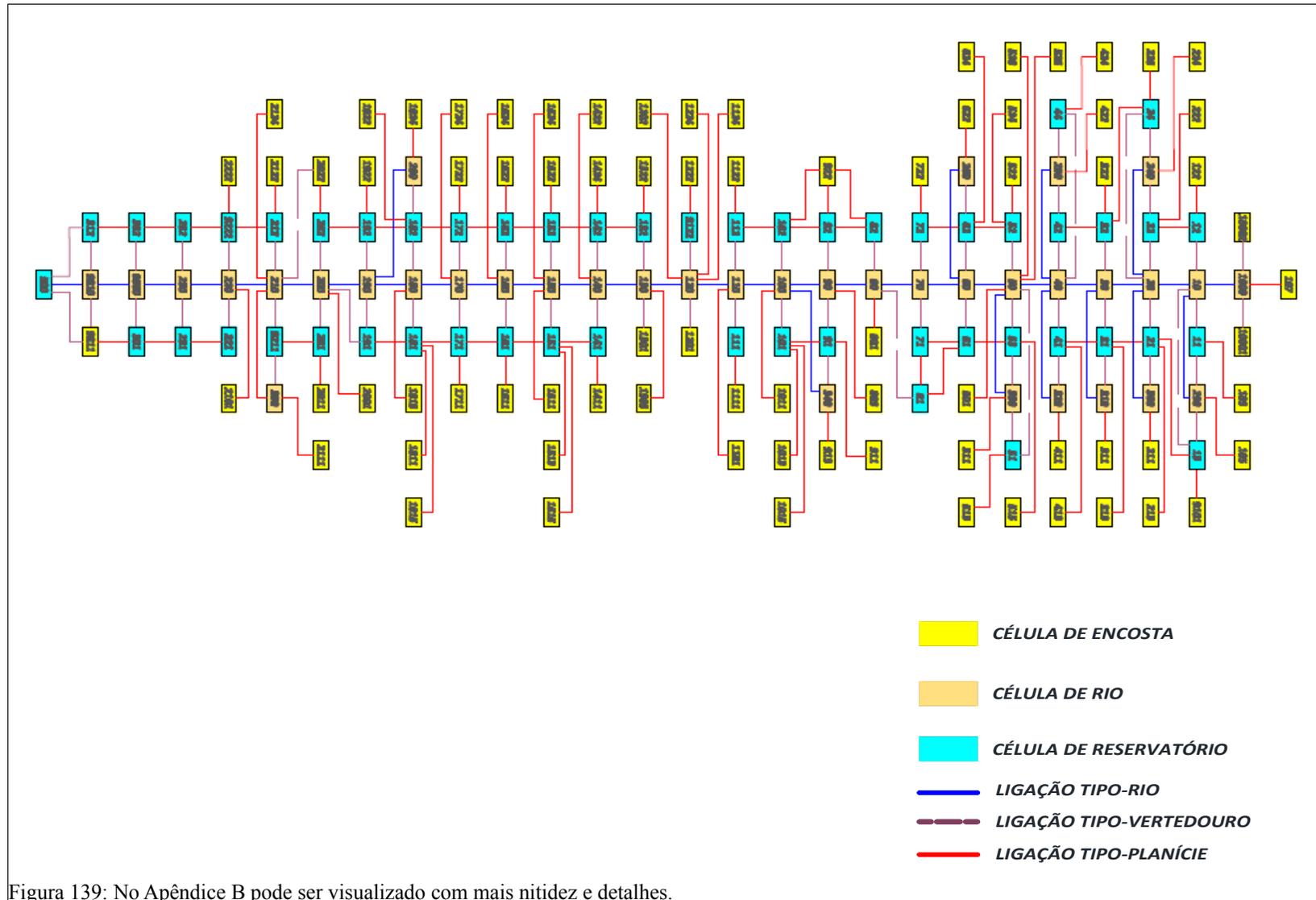
A discretização topográfica e a formação da malha de células e os tipos de ligação, foram baseadas na observação de mapas na escala 1:50.000, fotos de satélite, perfis do rio Paraíba do Sul, observações de campo em ambas as margens do rio, pesquisas históricas em sites e ONGs e relatos de ribeirinhos. Essas informações permitiram a formação de um amplo conhecimento da bacia hidrográfica, como relatado do capítulo “Caracterização da Área de Estudo”. Posteriormente, essas informações foram consolidadas na caracterização física das células e suas propriedades. Pôde-se, então, desenhar o mapa representativo das células do estudo caracterizando-as segundo a sua tipologia e ligações conforme representado nas figuras 138 e 139.

A malha de células foi desenvolvida para o trecho entre os municípios de Itatiaia e Volta Redonda. A caracterização desse trecho foi consequência da disponibilidade de dados representativos de curvas de nível existente na carta digital utilizada e na disponibilidade de registros fluviométricos nas estações de Itatiaia, Resende, Barra Mansa e Volta Redonda.

Assim, com base em informações das curvas de nível, foram determinadas os divisores de água que permitiram traçar as diferentes células, determinando as suas áreas de drenagem. Aliaram-se a esse procedimento, as observações colhidas em vistorias de campo, observação de imagem de satélite google earth e estudos desenvolvidos pela fundação COPETEC para o CEIVAP, em que se indicavam a cobertura vegetal e tipo de solos da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul e fotos históricas. Assim, foi possível determinar os índices referentes a cobertura vegetal, rugosidade, armazenamento, tempo de concentração etc.

Após a construção do mapa da malha de células, figura 138, passou-se a desenvolver o esquema topológico de forma que o mesmo fosse uma representação fiel da realidade de escoamento da bacia. Como o modelo matemático pode permitir diversos tipos de ligação em variadas circunstâncias, as observações do parágrafo anterior, representativas do conhecimento real da área de estudo, foram fundamentais para a determinação da topologia, figura 139.





Com a determinação da topologia, obteve-se as condições para a introdução de dados no modelo de forma que pudessem ser determinadas, após computação, as cotas de inundação características da maior enchente histórica e de enchentes com um tempo de recorrência iguala dois anos, assumida, como já visto, de caracterização do bankfull e proposta para o cálculo da LMEO.

Através de pesquisas de dados da Agência Nacional das Águas (ANA) e de dados da Light, foi possível uma análise dos dados de precipitação e vazões disponíveis, no trecho Funil - Santa Cecília. Dessa forma determinou-se que a maior enchente histórica ocorreu em janeiro de 1966, antes da entrada em operação da barragem do Funil (1969), sendo os dados de vazão nos postos fluviométricos de Itatiaia, Resende, Barra Mansa e Volta Redonda referentes a esse mês utilizados para entrada no modelo e sua calibração. Considerou-se a proximidade do posto fluviométrico de Itatiaia em relação à barragem do Funil e a pequena bacia de contribuição nesse trecho, assumiu-se então, como dado de entrada a montante do modelo as vazões observadas em Itatiaia, que seriam, então associadas à vazão liberada por Funil. Sobre a bacia modelada, considera-se a chuva como dado de entrada para cálculo das vazões para as estações de Itatiaia, Resende, Barra Mansa e Volta Redonda. As vazões determinadas foram comparadas com os registros hidrológicos, permitindo que se calibrasse o modelo conforme os gráficos que apresentam-se nas figura 140 a 147. Posteriormente partiu-se para a validação do modelo utilizando-se o mesmo procedimento para o mês de fevereiro de 1965, e verificou-se a validade da calibração feita, comparando-se as cotas determinadas com os registros hidrológicos, conforme os gráficos que apresentam-se nas figuras 148 a 155.

Calibrado e validado o modelo, as cotas da maior enchente estavam determinadas pelo procedimento anterior. Essas cotas forneceram os dados para o desenho da mancha de inundação para o evento máximo no trecho estudado e para a FMP associada Apêndice C.

Partiu-se então para a determinação das cotas da enchente caracterizadora da LMEO, com TR de 2 anos. Para a determinação do valor de entrada no modelo, foram executadas uma série de análises. Considerou-se dados como os disponibilizados pelo Operador do Nacional do Sistema Elétrico (ONS), para a vazão natural em Itatiaia de $467\text{m}^3/\text{s}$. Este valor foi comparado com a vazão correspondente a um TR de 2 anos, tomando-se por base os dados hidrológicos existentes e que indicou um valor de $473\text{m}^3/\text{s}$ para o mesmo que foi adotado como dado de entrada para o modelo a montante.

A determinação da chuva correspondente a um TR de 2 anos, foi determinada através

de consulta ao estudo Chuvas Intensas do Brasil, do Eng° Otto Pfafstetter (1957), determinando-se a $TR(2) = 88\text{mm/dia}$. Inseridos esses dados, foi rodado o modelo, obtendo-se as cotas de inundação referentes a uma TR de dois anos. Essas cotas forneceram os dados para o desenho da mancha de inundação que caracteriza as enchentes ordinárias, e a LMEO, Apêndice D.

Os gráficos comparativos relativos a calibração são apresentados nas figuras 140 a 147.

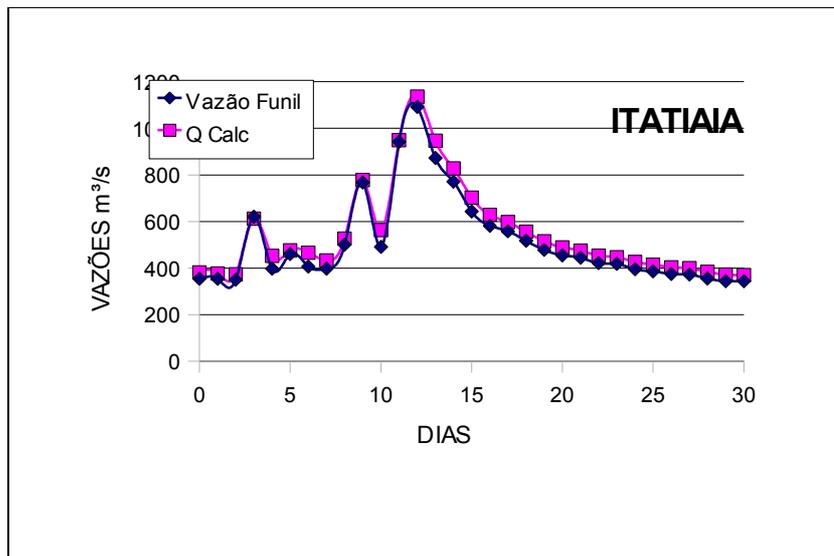


Figura 140: Variação de vazões medidas e calculadas para o posto fluviométrico de Itatiaia, considerando-se a enchente de janeiro de 1966.

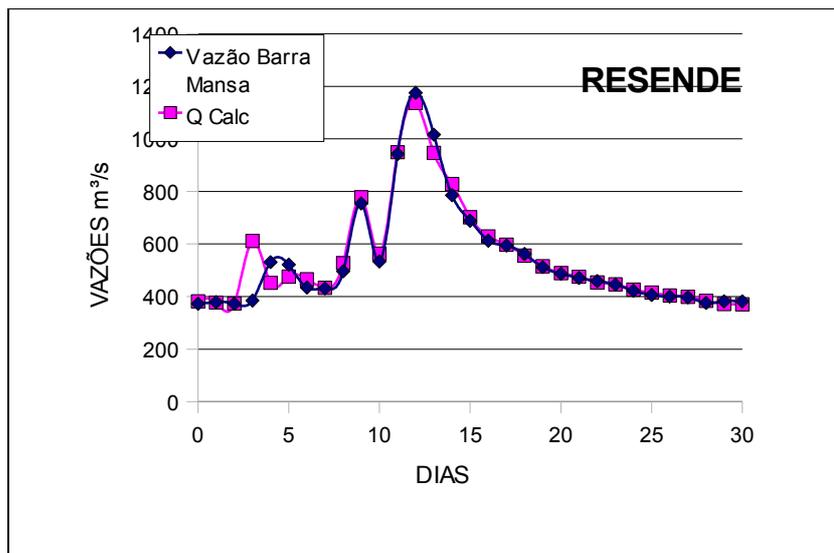


Figura 141: Variação de vazões medidas e calculadas para o posto fluviométrico de Resende, considerando-se a enchente de janeiro de 1966.

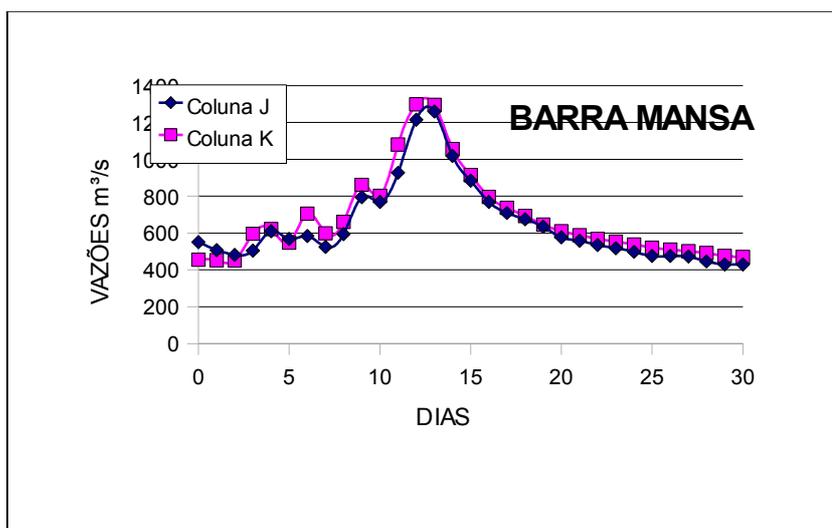


Figura 142: Variação de vazões medidas e calculadas para o posto fluviométrico de Barra Mansa, considerando-se a enchente de janeiro de 1966.

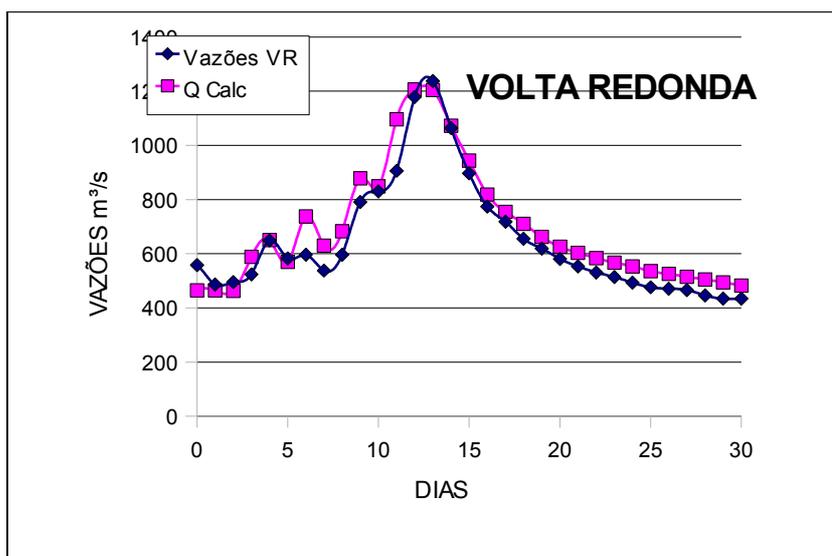


Figura 143: Variação de vazões medidas e calculadas para o posto fluviométrico de Volta Redonda, considerando-se a enchente de janeiro de 1966.

O desenvolvimento das vazões calculadas para as diferentes estações demonstrou ser muito próximo das vazões medidas nas estações fluviométricas. Observa-se que os picos das enchentes, em especial a maior enchente histórica, são praticamente coincidentes, indicando-se uma boa calibração das vazões.

Em prosseguimento na análise da calibração, observaram-se os gráficos referentes ao comportamento das cotas medidas nas estações fluviométricas, e as cotas calculadas com o apoio do MODCEL, conforme figuras 144 a 147.

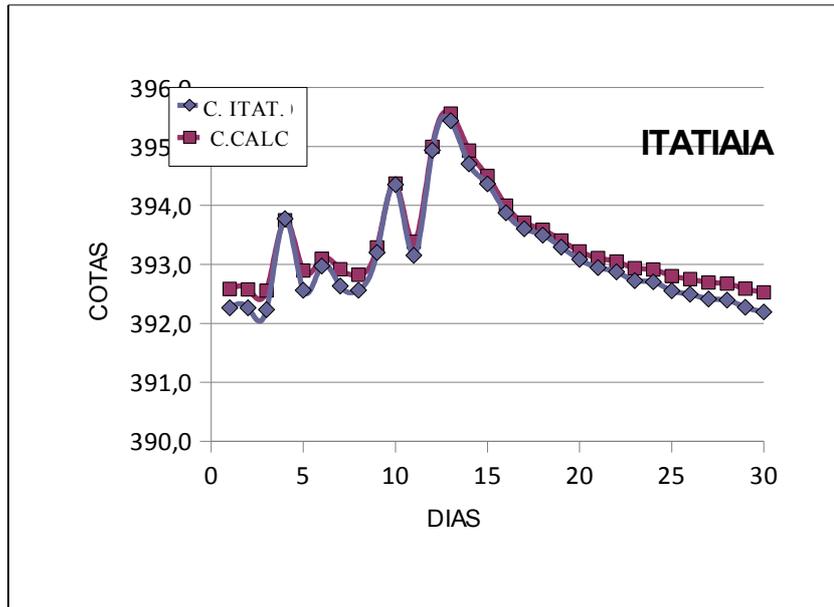


Figura 144: Variação de cotas medidas e calculadas para o posto fluviométrico de Itatiaia, considerando-se a enchente de janeiro de 1966.

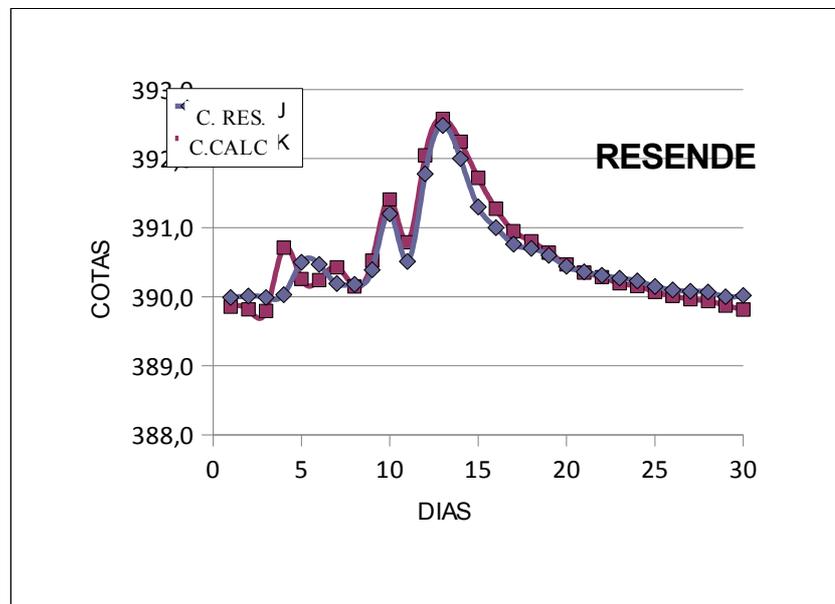


Figura 145: Variação de cotas medidas e calculadas para o posto fluviométrico de Resende, considerando-se a enchente de janeiro de 1966.

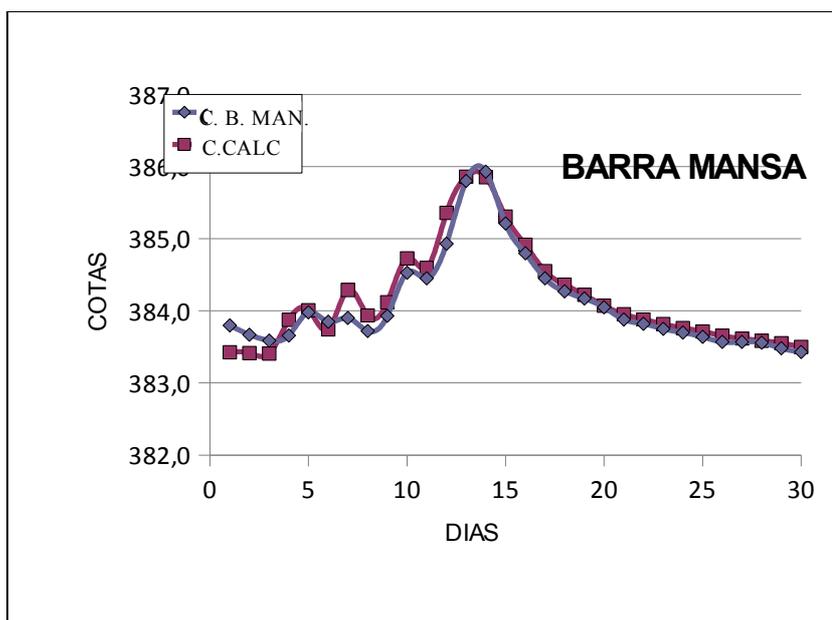


Figura 146: Variação de cotas medidas e calculadas para o posto fluviométrico de Barra Mansa, considerando-se a enchente de janeiro de 1966.

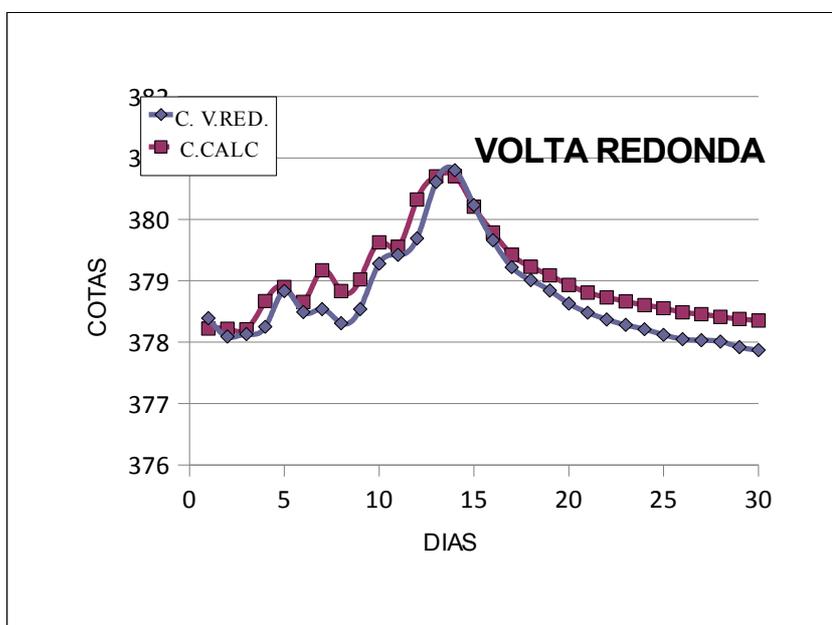


Figura 147: Variação de cotas medidas e calculadas para o posto fluviométrico de Volta Redonda, considerando-se a enchente de janeiro de 1966.

Novamente observou-se um ajuste muito bom entre os gráficos em todas as estações, com uma coincidência muito boa dos valores máximos.

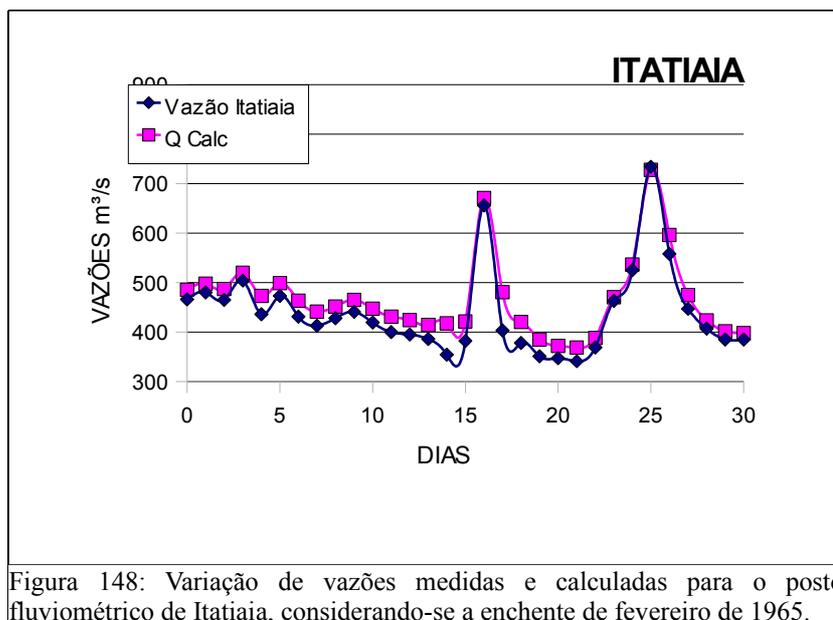
No posto de Volta Redonda foi observado um pequeno descolamento das curvas para

as cotas mais baixas, que não foi considerado como significativo. O pequeno descolamento pode ser proveniente de alterações provocadas nas medições do posto pela presença, nas proximidades, do Calço Hidráulico da CSN. Contudo, essa pequena diferença, é irrelevante para que se assuma a adequada calibração do modelo.

Identificado que o modelo respondia bem e estava ajustado para a enchente máxima, foi escolhido um outro período de medições nas estações fluviométricas, de modo a que se pudesse verificar, em novo procedimento de cálculo, se o modelo realmente apresentava-se bem ajustado, permitindo a sua validação.

Observando-se os dados históricos, existentes nos postos pluviométricos na área do estudo, foi escolhido um período, que mostrasse chuvas significativas, no intervalo de 30 dias, e que pudessem, pela sua intensidade e distribuição ao longo dos dias, ser significativa para atestar a validação do modelo. Adotou-se, então, as chuvas registradas, no mês de fevereiro de 1965. Assim, procurava-se verificar se tomando essas precipitações, o MODCEL, poderia gerar resultados de vazões e cotas compatíveis com os registros dos mesmos quatro postos fluviométricos, utilizados anteriormente.

Os gráficos comparativos das vazões relativos a validação são apresentados nas figuras 148 a 151.



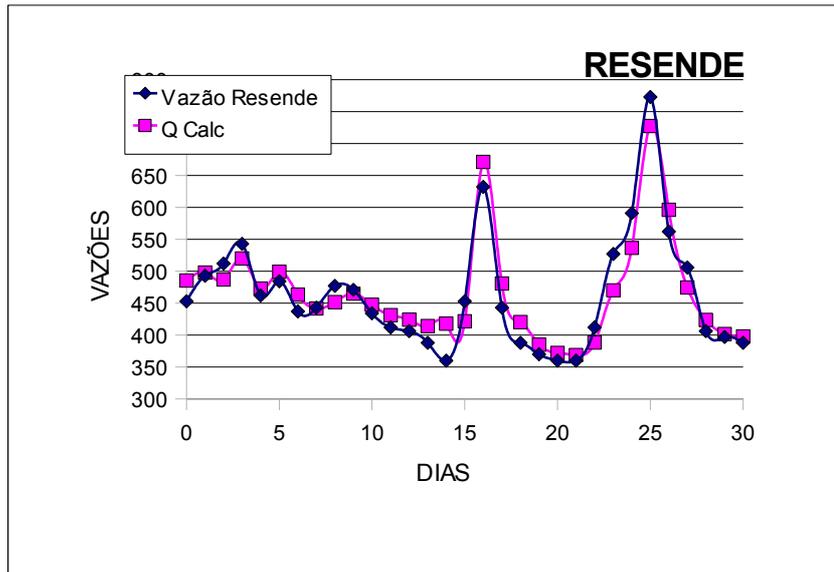


Figura 149: Variação de vazões medidas e calculadas para o posto fluviométrico de Resende, considerando-se a enchente de fevereiro de 1965.

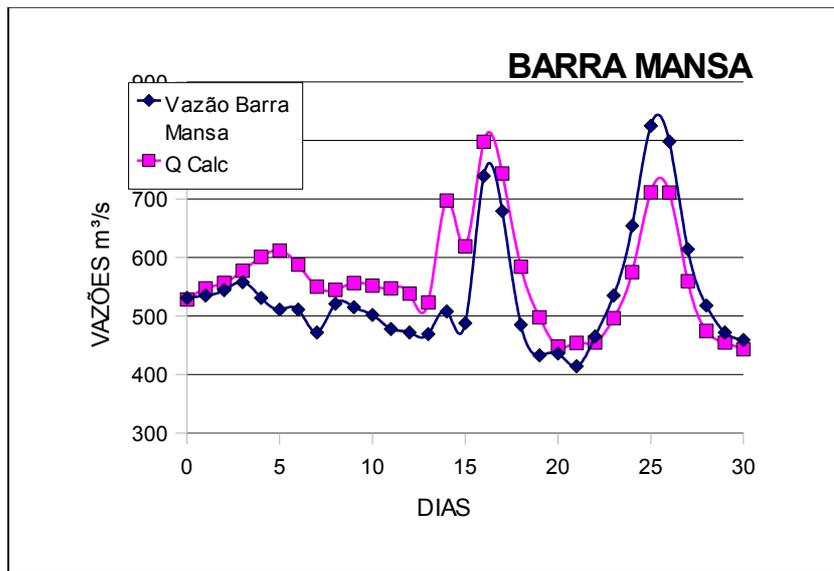
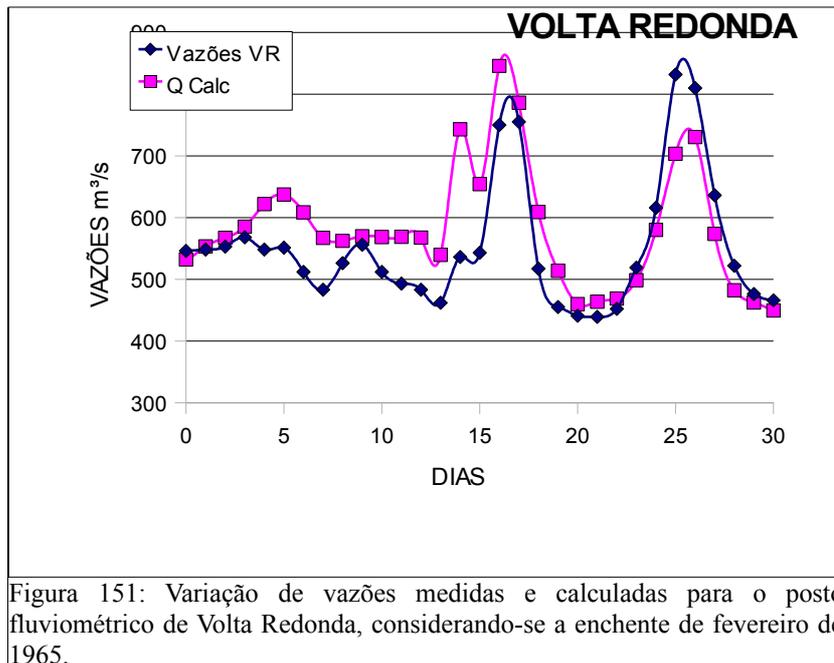


Figura 150: Variação de vazões medidas e calculadas para o posto fluviométrico de Barra Mansa, considerando-se a enchente de fevereiro de 1965.



A representação gráfica das vazões medidas e das vazões calculadas mostrou-se semelhante em todos os postos fluviométricos. Embora apresentando pequenas alterações nos postos de Barra Mansa e Volta Redonda, nos picos máximos de vazões não ocorreram discrepâncias que pudessem negativar a validação. A escala utilizada na representação cartográfica 1:50.000, com curvas de nível a cada 20m, não permite uma caracterização precisa das áreas de armazenamento. Essa é, seguramente, uma das principais dúvidas da representação feita. Essa situação é, inclusive, mais significativa na altura dos postos de Barra Mansa e Volta Redonda, onde existem áreas urbanizadas que ocuparam áreas de várzeas e alteraram o perfil do terreno marginal. Talvez algumas das diferenças obtidas possam ter relação com esta questão. Outra possibilidade, mais simples, mas não menos importante, se refere à própria representação espacial das chuvas, que utilizou apenas a informação de dois postos de medição.

Verificou-se a validade da calibração comparando-se as cotas determinadas com os registros hidrológicos, conforme apresentam-se nas figura 152 a 155.

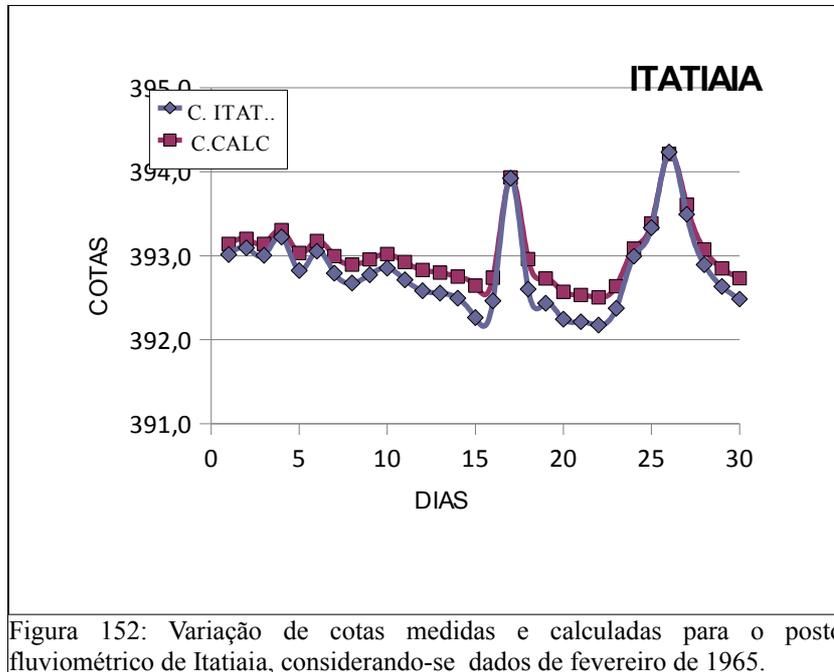


Figura 152: Variação de cotas medidas e calculadas para o posto fluviométrico de Itatiaia, considerando-se dados de fevereiro de 1965.

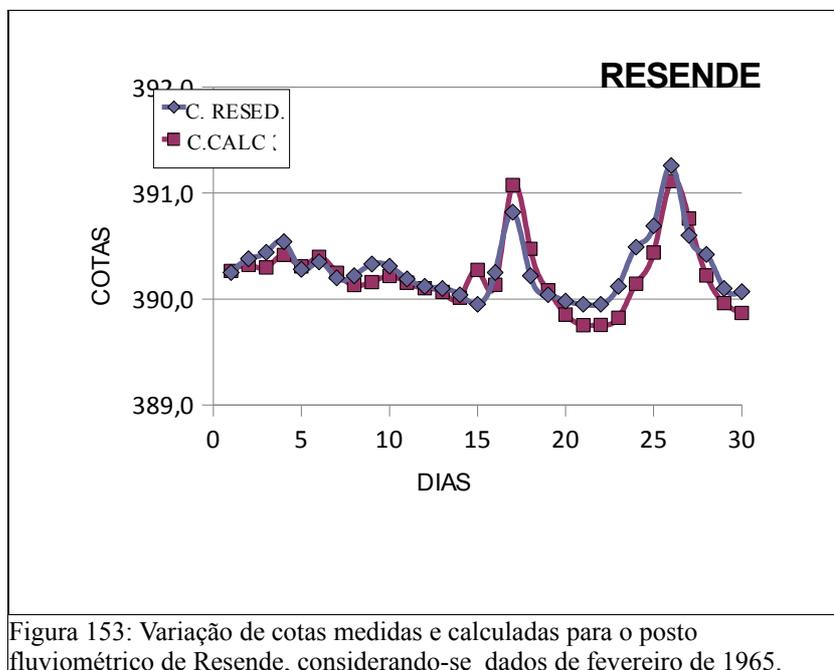


Figura 153: Variação de cotas medidas e calculadas para o posto fluviométrico de Resende, considerando-se dados de fevereiro de 1965.

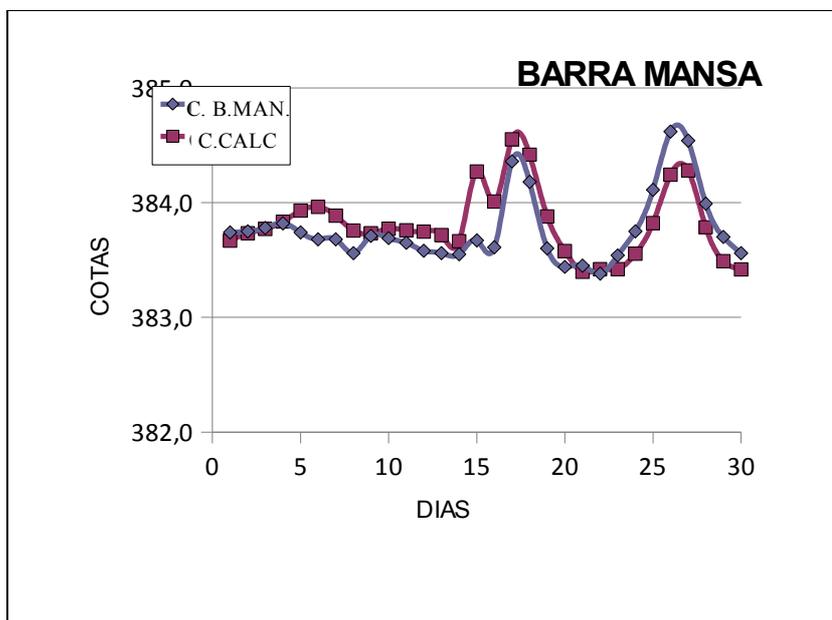


Figura 154: Variação de cotas medidas e calculadas para o posto fluviométrico de Barra Mansa, considerando-se dados de fevereiro de 1965.

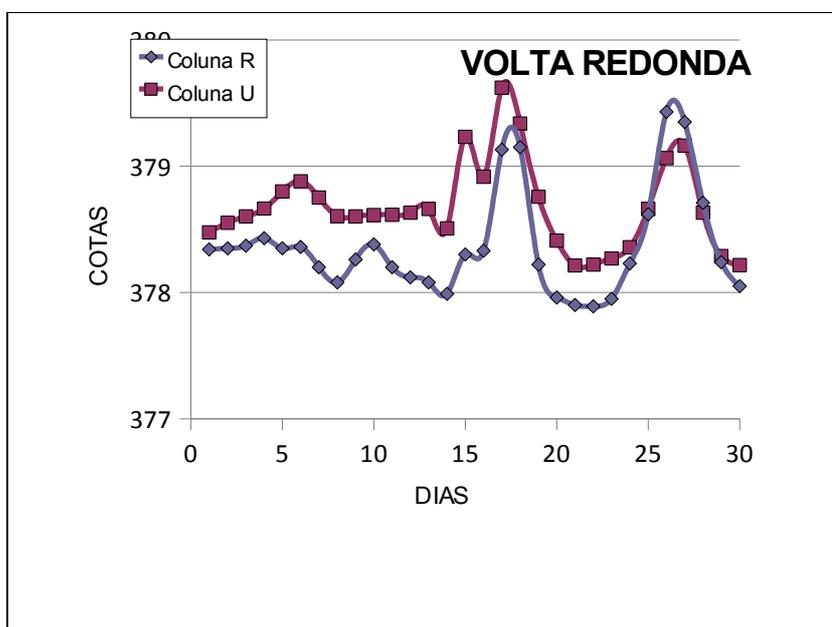


Figura 155: Variação de cotas medidas e calculadas para o posto fluviométrico de Volta Redonda, considerando-se dados de fevereiro de 1965.

Calibrado e validado o modelo, as cotas da maior enchente estavam determinadas pelo procedimento anterior, partiu-se então para a determinação das cotas da enchente caracterizadora da LMEO, com TR de 2 anos. Para a determinação do valor de entrada no modelo, foram executadas uma série de análises. Considerou-se dados como os

disponibilizados pelo Operador do Nacional do Sistema Elétrico (ONS), para a vazão natural em Itatiaia de $467\text{m}^3/\text{s}$. Este valor foi comparado com a vazão correspondente a um TR de 2 anos, tomando-se por base os dados hidrológicos existentes e que indicou um valor de $473\text{m}^3/\text{s}$, para o mesmo, que foi adotado como dado de entrada para o modelo, a montante.

A determinação da chuva correspondente a uma TR de 2 anos, foi determinada através de consulta ao estudo Chuvas Intensas do Brasil, do Engº Otto Pfafstetter (1957), determinando-se a $\text{TR}(2) = 88\text{mm}/\text{dia}$. Com base nesses dados, foi rodado o modelo determinando-se as cotas de inundação e manchas caracterizadoras das enchentes com TR de dois anos.

7 DISCUSSÕES PARA UMA PROPOSTA DE REVISÃO DOS PROCEDIMENTOS PARA DEMARCAÇÃO DA FAIXA DE DOMÍNIO DA UNIÃO E DA FAIXA MARGINAL DE PROTEÇÃO

7.1 EVENTO MÁXIMO DE CHEIA PARA O TRECHO ESTUDADO

Partindo da modelagem matemática efetuada, considerado que o evento utilizado para a calibração continha a vazão máxima do registro histórico para o trecho em estudo, que serve de base para a definição da FMP, as figuras 156 a 160, mostram as manchas de inundação para esse evento máximo de 1966, determinadas com o auxílio do MODCEL.

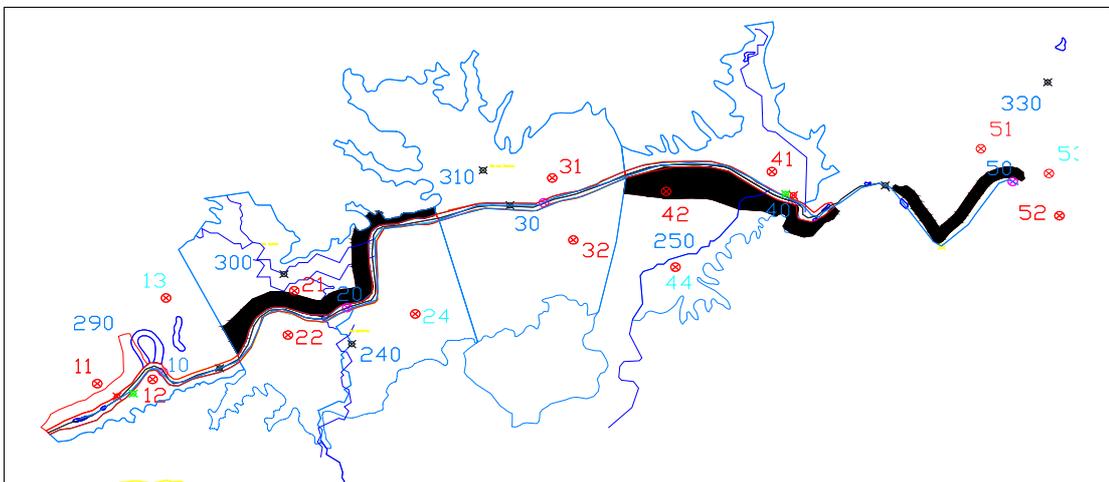
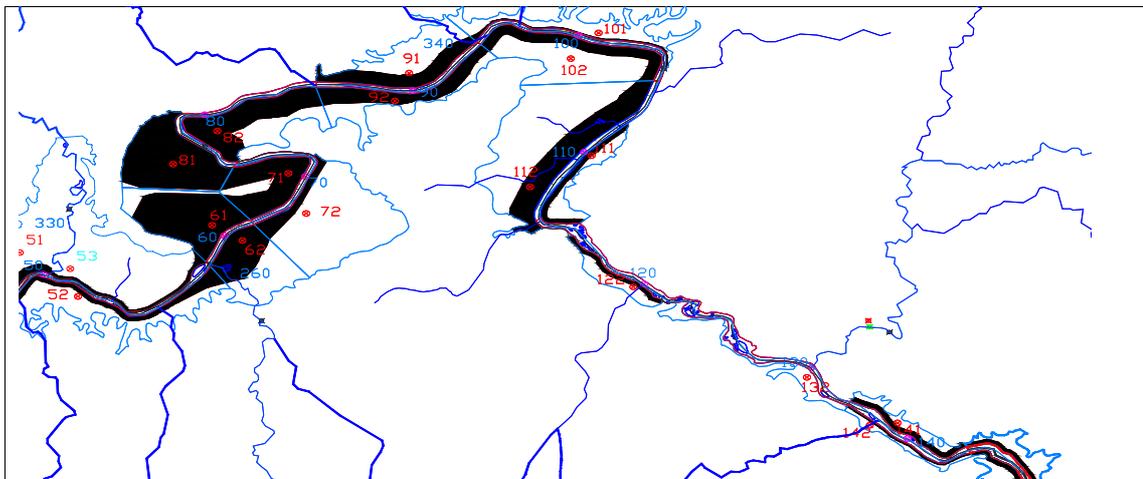


Figura 156: Manchas de inundação para o evento máximo no trecho entre a Barragem do Funil e o rio Pirapetinga



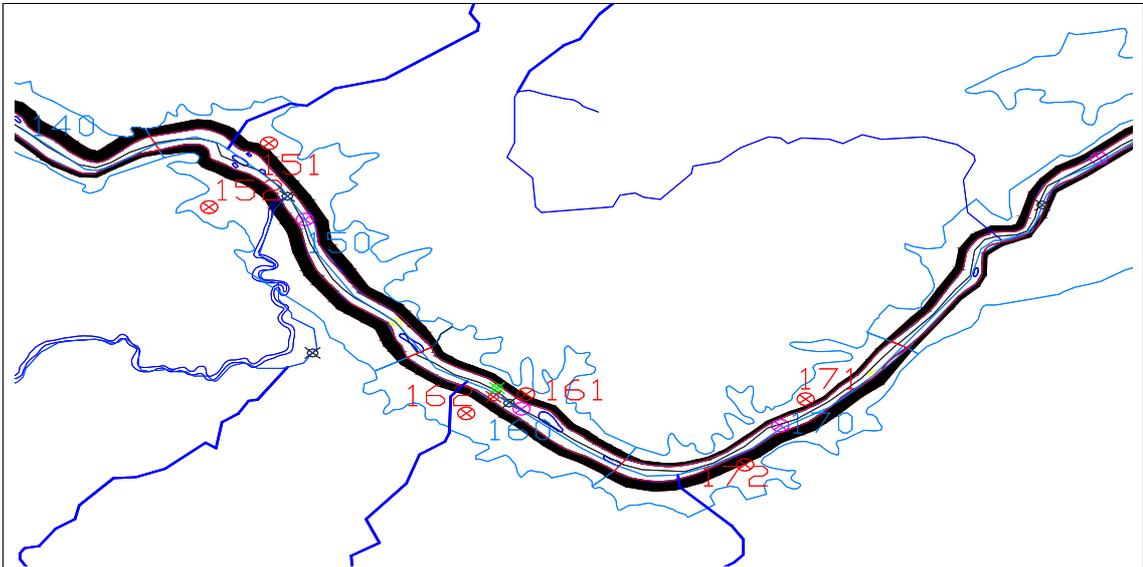


Figura 158: Manchas de inundação para o evento máximo no trecho entre a ponte da Ferrovia do Aço e o Viaduto Castelo Branco.

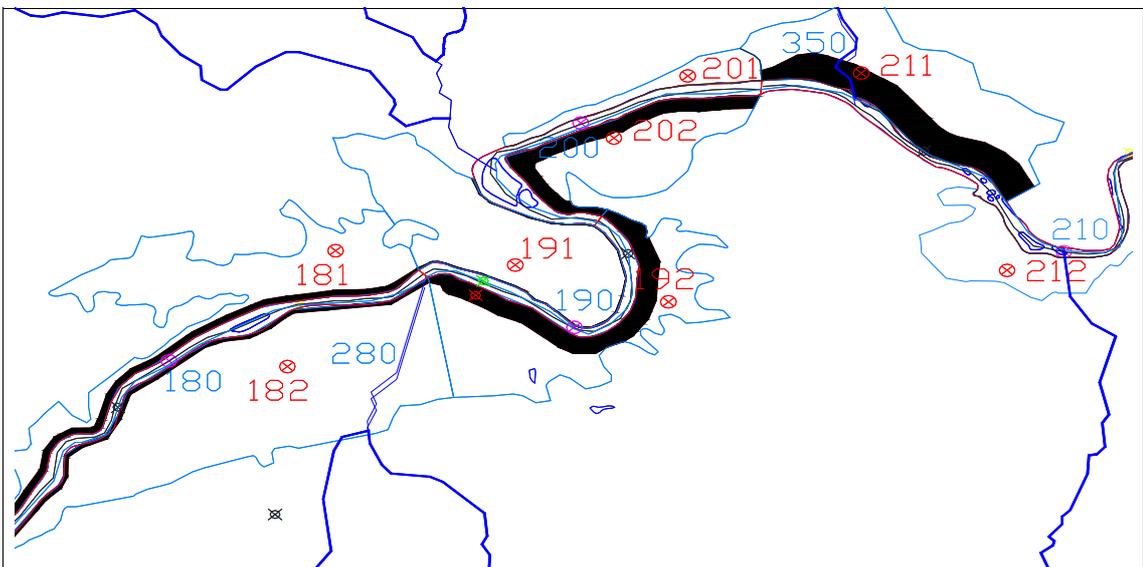


Figura 159: Manchas de inundação para o evento máximo no trecho entre o Viaduto Castelo Branco e Pinheiral.

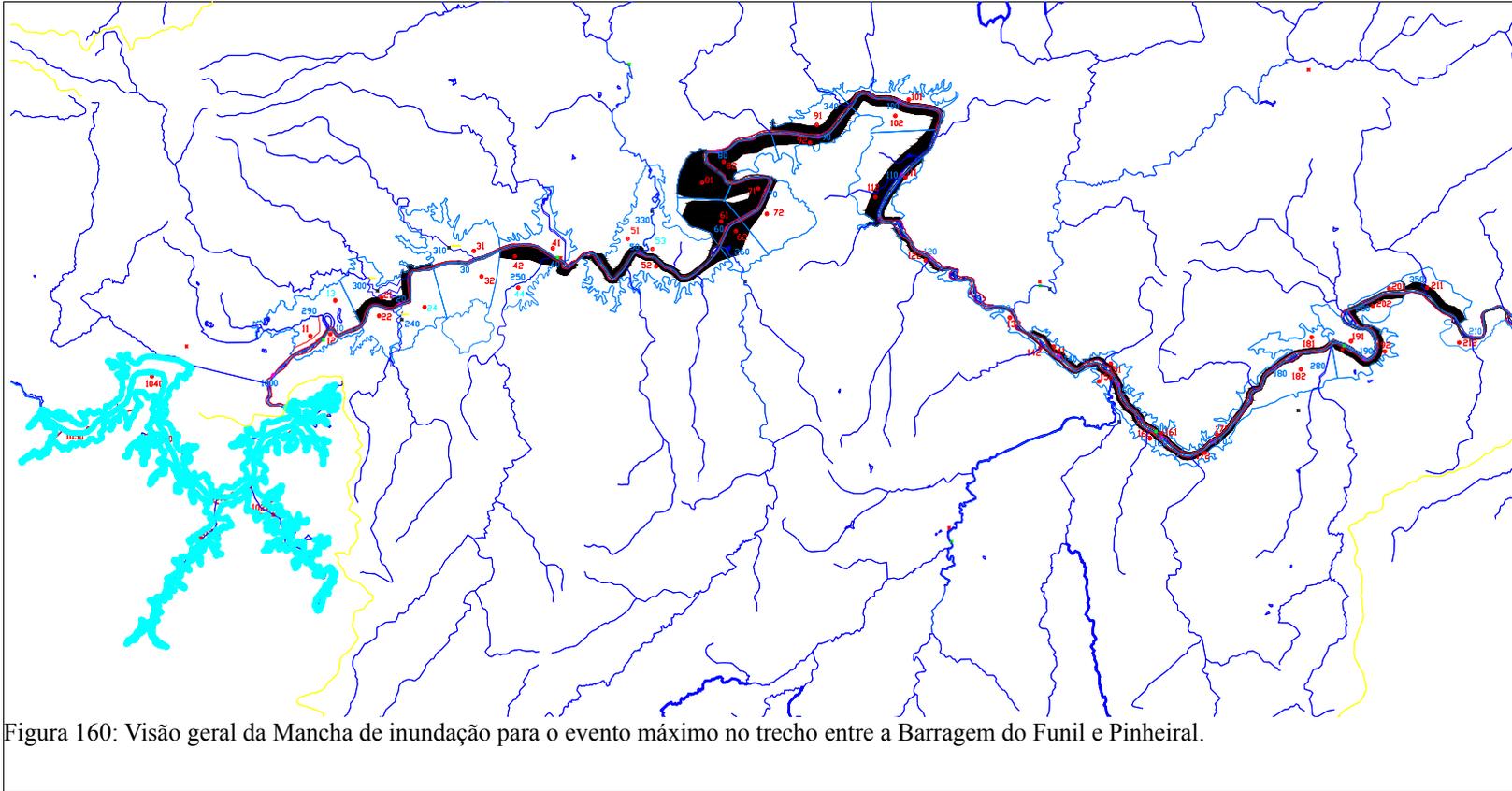


Figura 160: Visão geral da Mancha de inundação para o evento máximo no trecho entre a Barragem do Funil e Pinheiral.

Com base nas figuras 156 a 160, pode-se observar que a grande inundação de 1966, provocou o extravasamento do rio do seu leito sazonal, sendo determinadas cotas de superação da linha do bankfull de até 0,80m. Essa superação representou a inundação de vastas áreas de várzea e atingiu considerável trecho das áreas urbanizadas das cidades de Resende, Barra Mansa e Volta Redonda. As figuras 161 e 162 mostram fotos das enchentes de 1966 e 1967, antes da entrada em operação da barragem do Funil.



Figura 161: Inundação no centro de Resende em 1966.
Disponível em <<http://www.resendefotos.com.br>>.



Figura 162: Inundação em Barra Mansa em 1967, antes da entrada em operação da Barragem do Funil.
Foto cedida pela OSCIP Piratingaúna.

7.2 EVENTO DA CHEIA PARA UM TEMPO DE RECORRÊNCIA DE DOIS ANOS

Tomando por referência as discussões desenvolvidas nos capítulos anteriores, neste item apresenta-se a modelagem matemática para uma cheia de 2 anos de tempo de recorrência, aplicado uniformemente sobre a bacia, calculada a partir das informações contidas em “Chuvas Intensas do Brasil”, do Otto Pfafstetter (1957), e tomada como chuva de projeto. Essa simulação servirá, mais adiante, como base para discussão de uma proposta de modificação nos procedimentos de demarcação da Faixa de Domínio da União e da Faixa Marginal de Proteção, considerando uma origem única para estas duas faixas. Nesta concepção, assimilou-se a cheia de tempo de recorrência de 2 anos à cheia do bankfull ou de calha plena, em uma interpretação que assume esta cheia como representativa da cheia ordinária, como requer a definição da Faixa de Domínio da União, e também representativa de uma cheia sazonal, suficiente para definição de partida da Faixa Marginal de Proteção. Essas possíveis interpretações visam basicamente tratar de dois pontos: definir uma referência única para início da demarcação destas faixas e permitir que marcos físicos, tipicamente visualizáveis em trabalhos e inspeções de campo, sirvam para a identificação do bankfull e, portanto, para uma materialização mais óbvia desta interferência. Isso permitiria dirimir dúvidas e agilizar a demarcação de faixas. Uma discussão que decorre daí, porém, mas que não é objetivo deste trabalho, giraria em torno da definição de que extensões de faixa deveriam ser aplicáveis, especialmente no caso da Faixa Marginal de Proteção, para se ter uma efetiva preservação dos rios.

As figuras 163 a 167 mostram, as manchas de inundação características de enchentes com um tempo de recorrência de dois anos, determinadas com o auxílio do MODCEL.

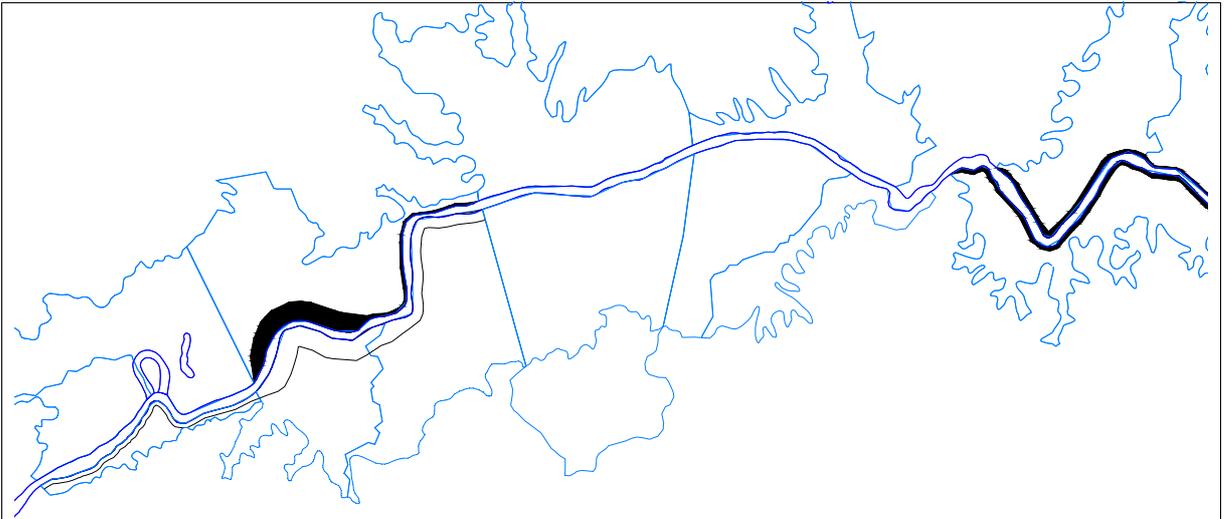


Figura 163: Manchas de inundação para enchentes com um tempo de recorrência de 2 anos, no trecho Barragem do Funil ao rio Pirapetinga.

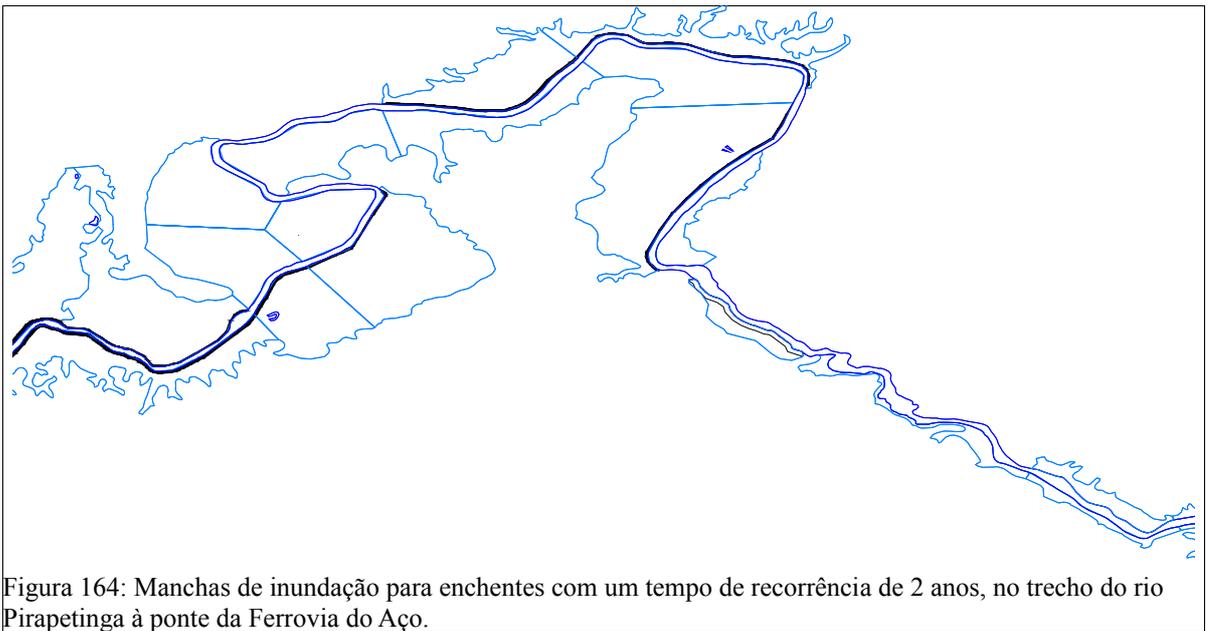


Figura 164: Manchas de inundação para enchentes com um tempo de recorrência de 2 anos, no trecho do rio Pirapetinga à ponte da Ferrovia do Aço.

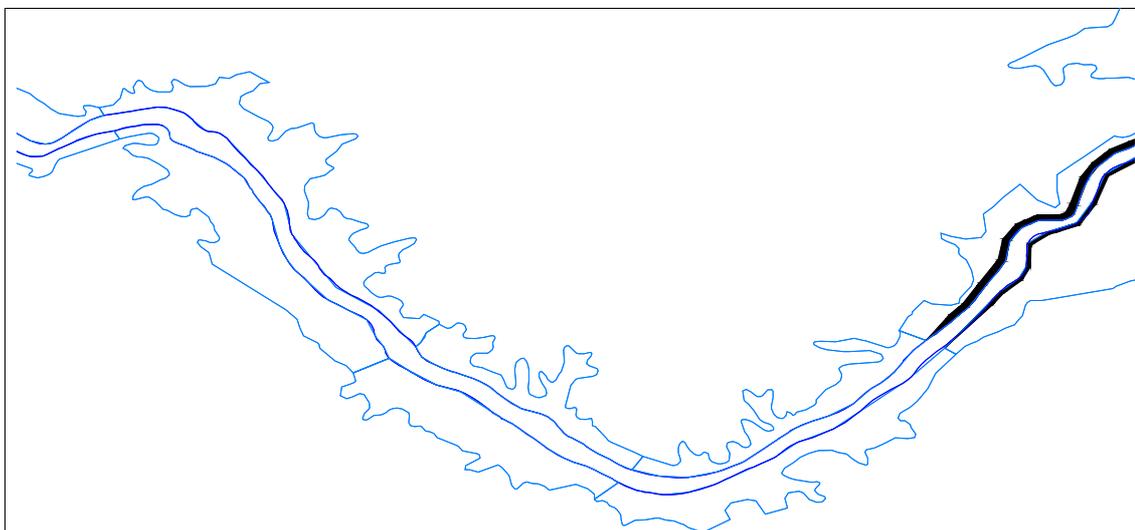


Figura 165: Manchas de inundação para enchentes com um tempo de recorrência de 2 anos, no trecho entre a ponte da Ferrovia do Aço e o Viaduto Castelo Branco.

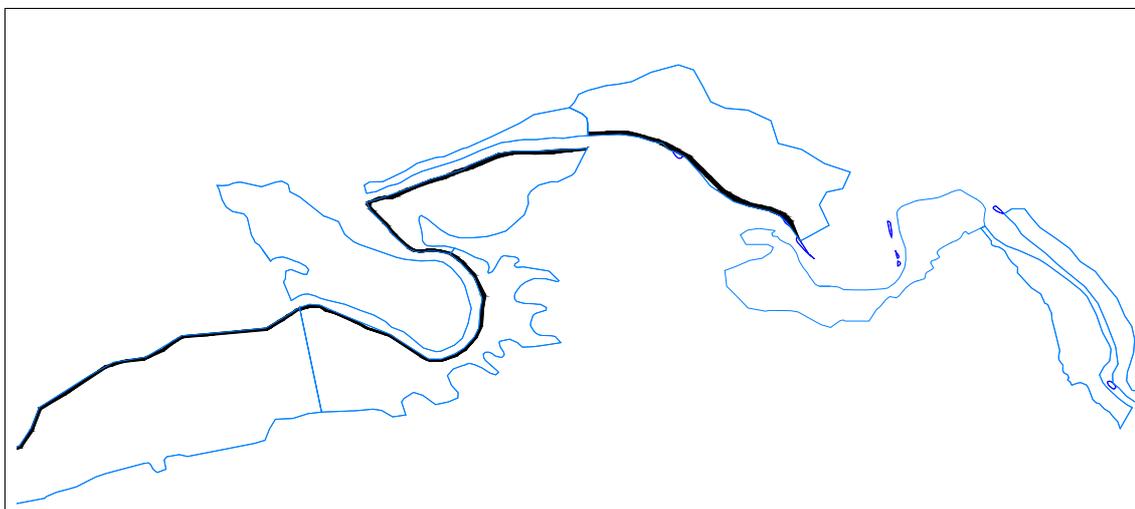


Figura 166: Manchas de inundação para enchentes com um tempo de recorrência de 2 anos, no trecho entre o Viaduto Castelo Branco e Pinheiral.

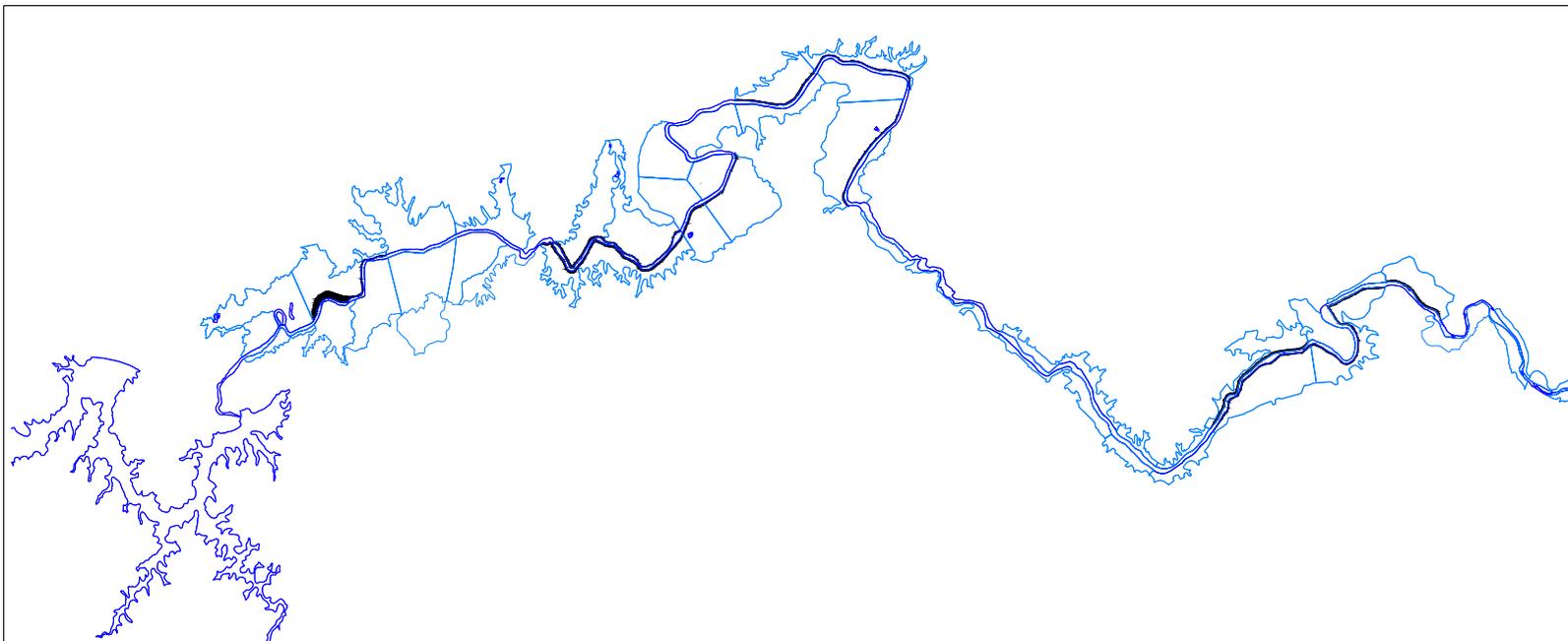


Figura 167: Visão geral da mancha de inundação para o evento com tempo de recorrência de 2 anos no trecho entre a Barragem do Funil e Pinheiral.

Ao examinar-se a mancha de inundação caracterizada por enchente com tempo de recorrência de dois anos, observa-se que a mesma encontra-se confinada, na sua maior parte, no leito menor. Deve também ser considerado que cotas de inundação das áreas marginais, assinaladas em preto, situaram-se na maior parte das vezes entre cotas de 10 e 30cm. Essas cotas com seus valores baixos, devem ser entendidas como indicativos em função da imprecisão da base cartográfica do estudo, usado na modelação matemática, onde trabalhou-se com cotas de grade a cada 20m e escala 1:50.000.

Com as observações de campo realizadas ao longo dos anos de 2008 a 2011, pôde-se perceber que os resultados colhidos na modelação são representativos da situação real observada em visitas a alguns desses trechos, tanto em período seco como no período chuvoso. Essa experiência e conhecimento do trecho estudado permitiu constatar que as manchas de inundação que foram geradas não significam a superação da linha do bankfull, considerando-se que esta linha está representada pela definição indicada na figura 167.

As manchas, na realidade, ajudam a entender a posição da linha do bankfull, em alguns trechos, geram indícios de aterros no leito sazonal, e identificam alguns pontos ao longo do rio, em que a cota do leito menor confunde-se com a cota do leito periódico ou sazonal.

Embora a modelação utilizada não seja precisa para uma demarcação oficial da linha do bankfull, seria possível ter resultados mais detalhados e precisos, com uma base cartográfica mais adequada. Os resultados da modelação atual, porém, já indicam pontos que devem ser observados com mais atenção. A conjunção dessa modelação com os procedimentos indicados para a determinação das características físicas do bankfull, descritos na Ordinary High Water Mark Identification – OHWM, conforme orientações da Carta de Orientação 05- 05 de 7 de dezembro de 2005 do US Army Corps of Engineers, Anexo G, que explicita a utilização de características físicas (marca da linha d'água nas margens, prateleiras,etc), indica que seria possível a determinação da posição das enchentes ordinárias de forma relativamente simples. Essa determinação apresentada e debatida em audiências públicas, poderia então ser validada como opção de referência para as faixas fluviais. A adoção desse procedimento permitiria a superação de obstáculos representados pela falta de base cartográfica em escala 1:2000, falta de dados hidrológicos com histórico de cotas consistentes, e de alterações artificiais no regime de escoamento, permitindo a demarcação da linha do bankfull ou da linha das enchentes ordinárias de uma forma que deixaria poucas margens para dúvida, inclusive, em relação aos proprietários rurais ou urbanos confrontantes

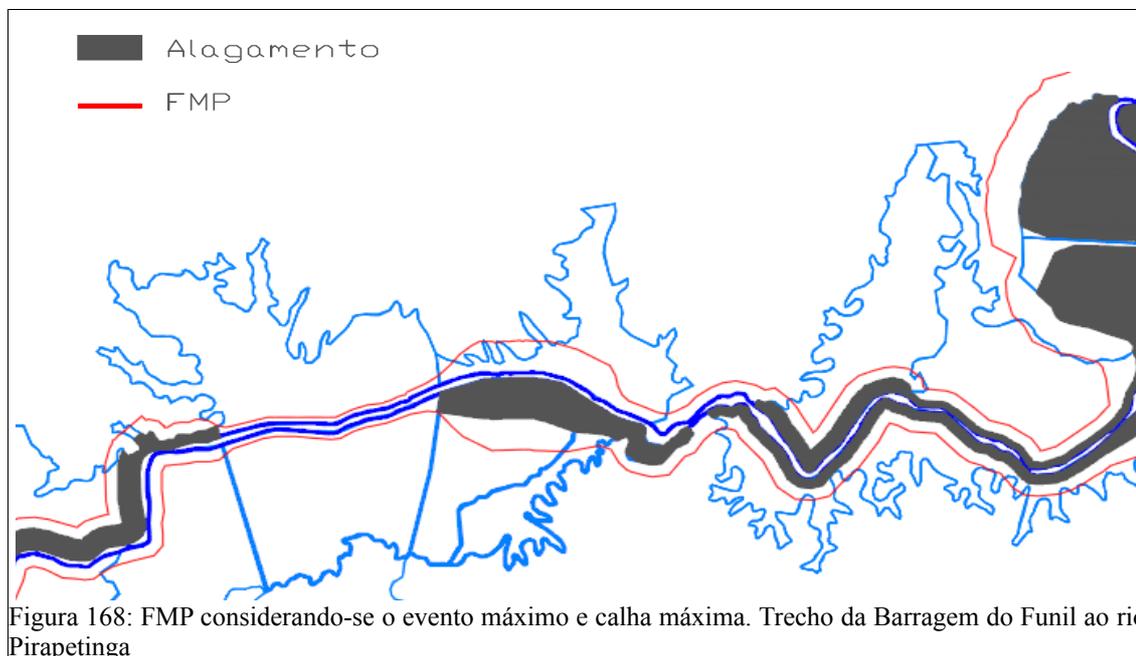
com essas faixas. A informação clara e sem dúvida seria a principal força motriz a favor da preservação dos rios.

7.3 DETERMINAÇÃO DA FMP CONSIDERANDO-SE O EVENTO MÁXIMO DE CHEIA

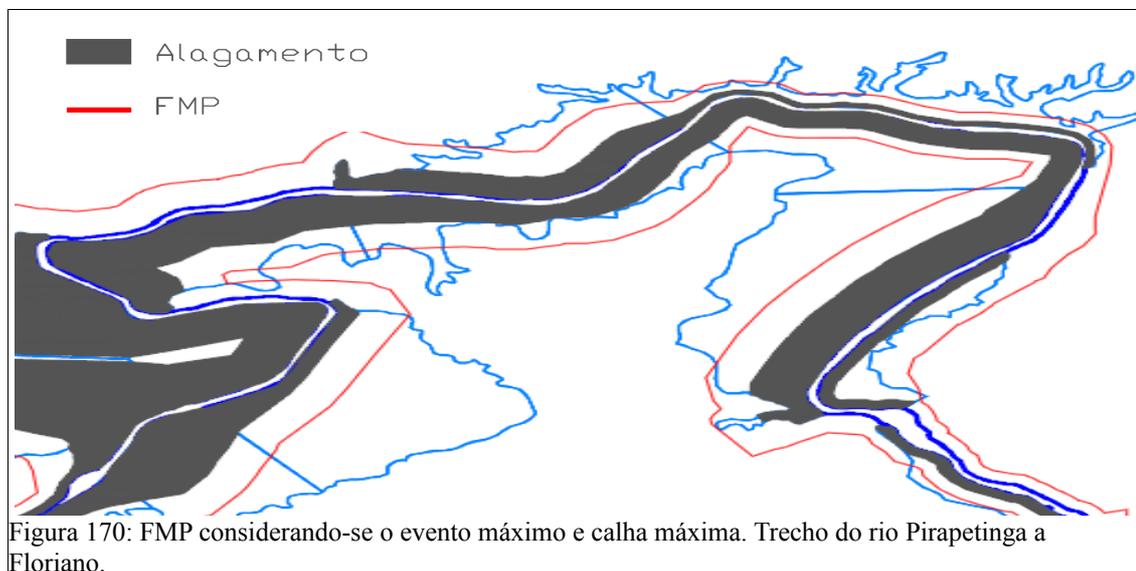
A determinação da FMP, atendendo-se as definições da lei 4.771 de 15/09/1965 - Código Florestal, suscita dúvidas, mesmo que se tenha determinado os níveis mais altos alcançados pelo rio ao longo do seu curso. A lei não é clara quando define que a faixa marginal dos rios será definida a partir do seu nível mais alto e quando associa a largura da FMP à largura dos cursos d'água, sem contudo explicitar essas definições. A lei, por não se apoiar em conceitos técnicos e hidrológicos de reconhecido entendimento, e utilizados em projetos de engenharia em nível universal, tais como, vazões e cotas, associados a um tempo de recorrência específico ou a uma referência como a do bankfull, se fragiliza permitindo diferentes interpretações.

A Resolução Conama nº 303, de 30 de março de 2002, procurou dirimir algumas dúvidas, definindo que as enchentes máximas estariam representadas pelas enchentes sazonais. Contudo, mais uma vez, a falta de definição das enchentes sazonais e sua associação a tempos de recorrência, usais no dimensionamento de obras hidráulicas, leva a diferentes interpretações. Assim, o conflito criado por uma falta de definição clara já levou alguns a defenderem, num primeiro momento, que a FMP deveria ser demarcada, a partir da maior enchente histórica e considerando-se que a largura dos cursos d'água é também dada pelo evento da enchente máxima. Posteriormente, outros, mais recentemente, e considerando a Resolução Conama nº 303, propuseram critérios de demarcação associando a demarcação da FMP a seções capazes de escoar enchentes com um tempo de recorrência de 10 anos, existindo diferentes critérios em cada ente federado.

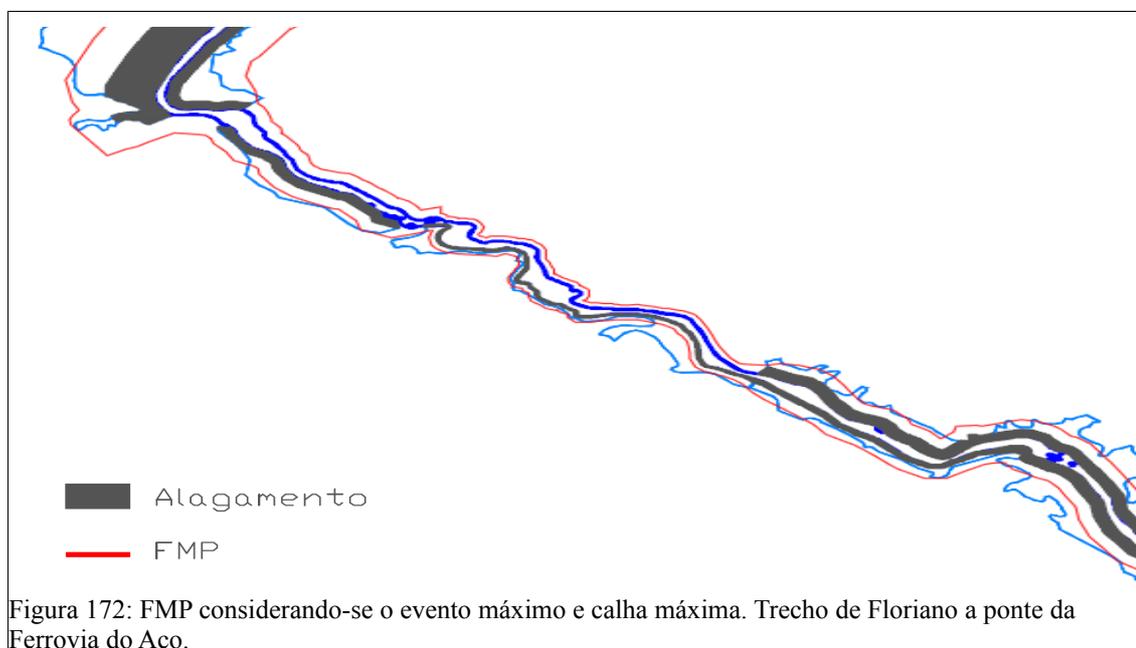
As figuras 168 a 179 mostram a posição da FMP, observando-se o determinado no Código Florestal. Nestas figuras o limite externo da FMP está caracterizado pela linha vermelha, e em preto estão assinaladas as áreas que foram alagadas pelo evento máximo.



A figura 169 apresenta a FMP considerando-se o evento máximo e calha máxima referente ao trecho da Barragem do Funil ao rio Pirapetinga. Observa-se que a FMP ocupa quase toda a área urbana de Resende.

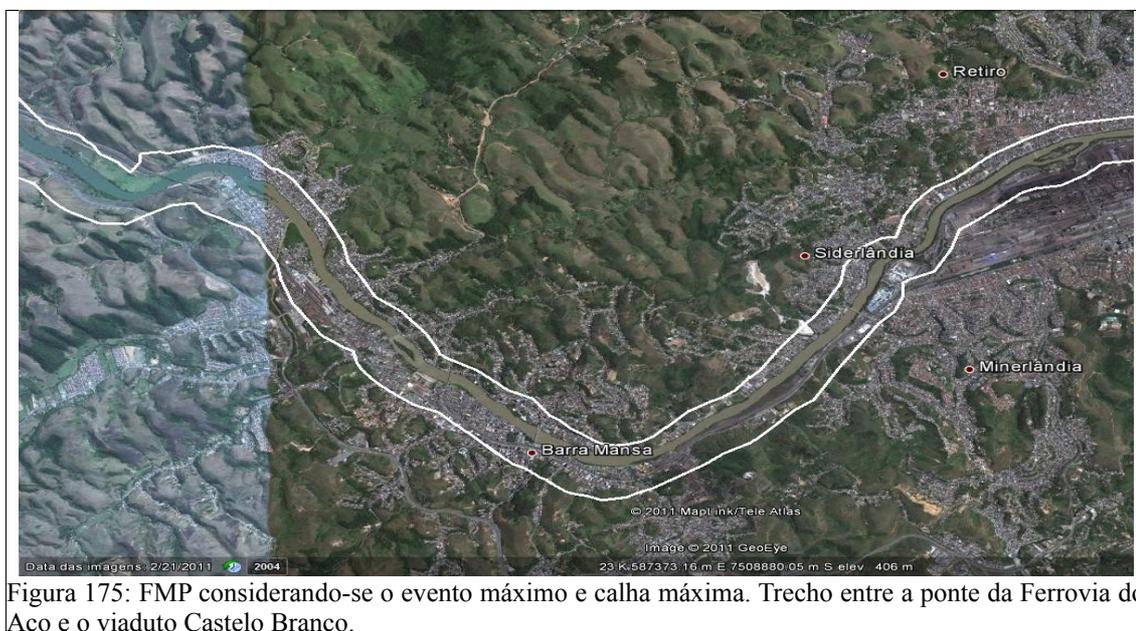
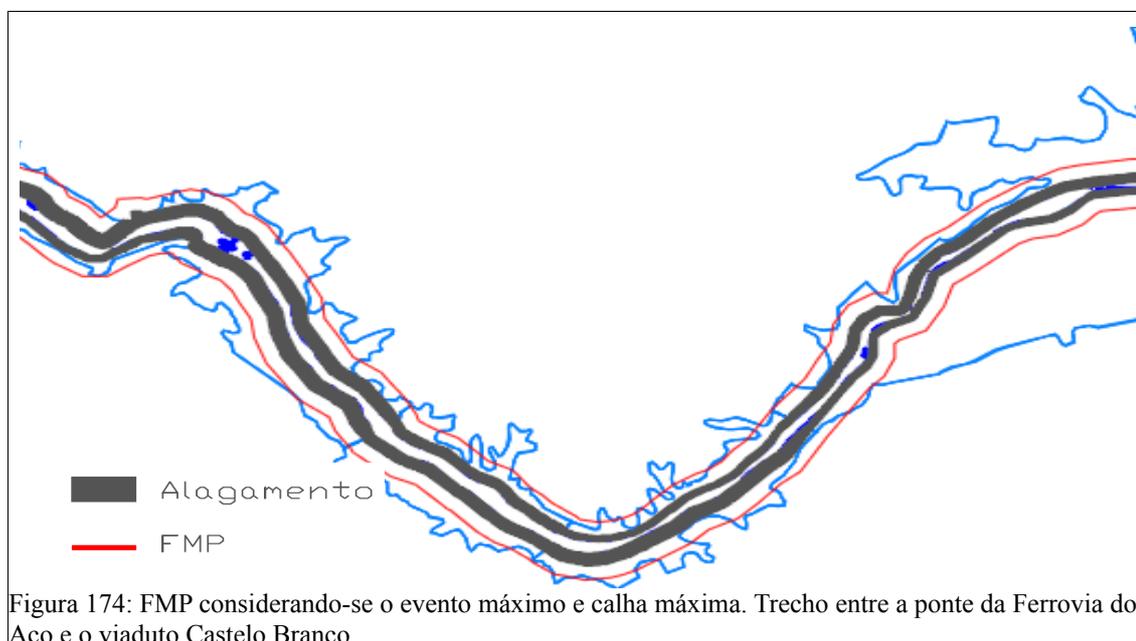


A figura 171 apresenta a FMP considerando-se o evento máximo e calha máxima referente ao trecho do rio Pirapetinga a Floriano. Observa-se que a FMP ocupa quase toda a área urbana de Floriano e parte significativa da área industrial de Porto Real.



A figura 173 apresenta a FMP considerando-se o evento máximo e calha máxima referente ao trecho de Floriano a ponte da Ferrovia do Aço. Observa-se que a FMP ocupa a área urbana de Floriano e de Barra Mansa. A FMP ocupa também a área a ser ocupada pelo

pátio de manobras da MRS, na várzea próxima a ponte. Observa-se que o rio no trecho corre bem encaixado entre Floriano e a ponte, diminuindo a largura da FMP.



A figura 175 apresenta a FMP considerando-se o evento máximo e calha máxima referente ao trecho entre a ponte da Ferrovia do Aço e o viaduto Castelo Branco. A FMP demarcada nesse critério atinge as encostas na margem esquerda do rio Paraíba do Sul, transpondo a RJ 123 e ocupando importantes áreas urbanizadas. Pela margem direita repete-se

a sobreposição da FMP com as áreas urbanas, atingindo praticamente todo o centro de Barra Mansa e o bairro de Aterrado em Volta Redonda. Atinge ainda, pela margem direita, importantes áreas industriais, como as ocupadas pela Siderúrgica Barra Mansa, Saint Gobain, Cimento Tupi e CSN.

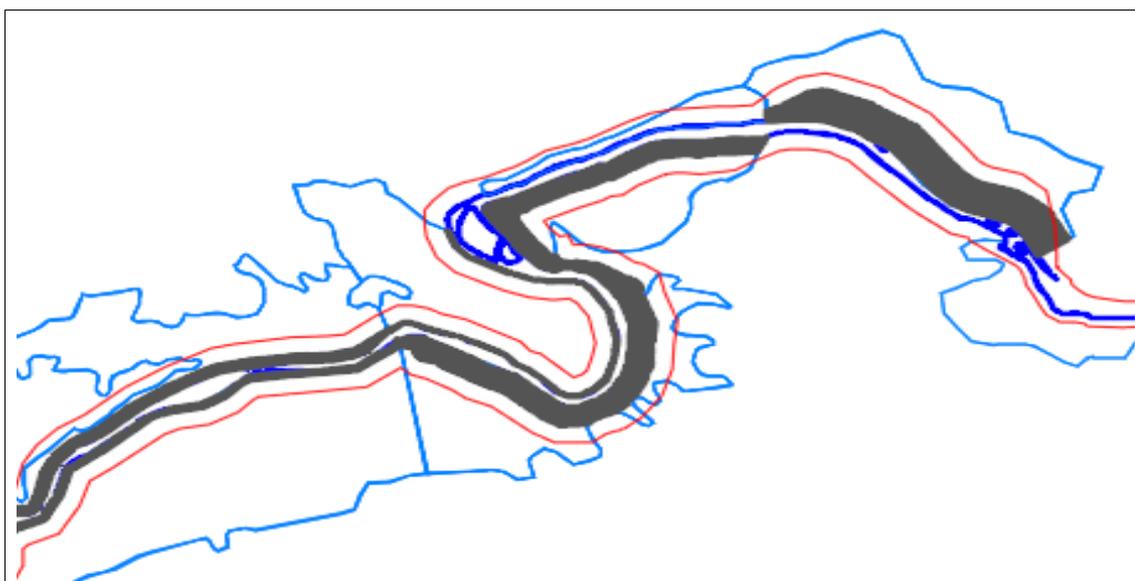


Figura 176: FMP considerando-se o evento máximo e calha máxima. Trecho entre o viaduto Castelo Branco e o início do município de Pinheiral.

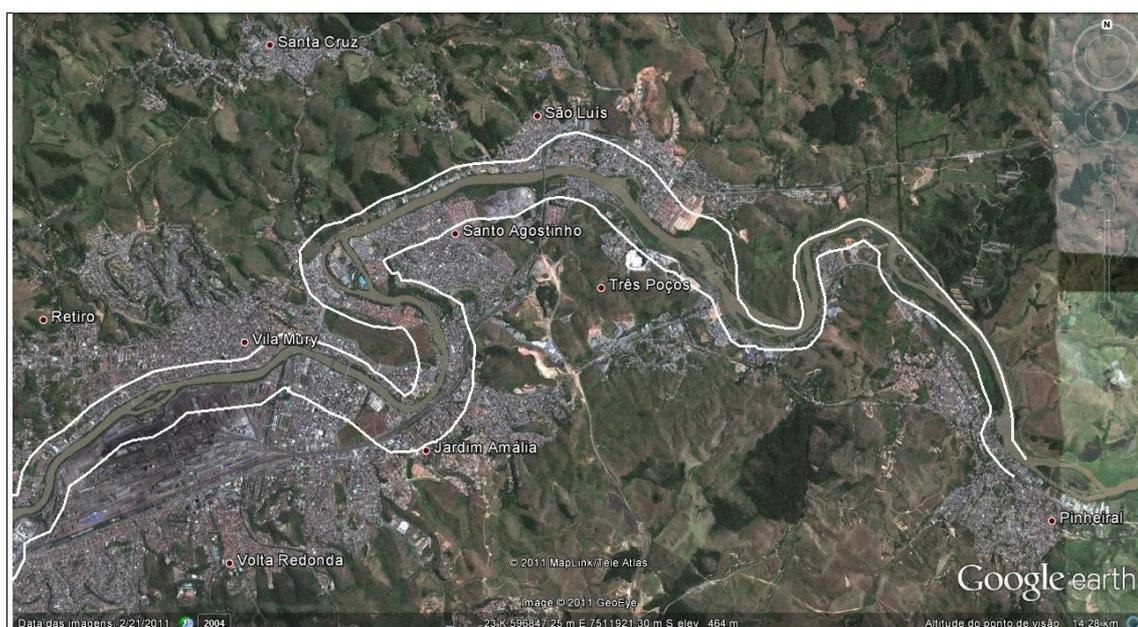


Figura 177: FMP considerando-se o evento máximo e calha máxima. Trecho entre o viaduto Castelo Branco e o início do município de Pinheiral.

A figura 177 apresenta a FMP considerando-se o evento máximo e calha máxima referente ao trecho entre o viaduto Castelo Branco e o início do município de Pinheiral. A demarcação da FMP nesse critério atinge importantes áreas urbanas no município de Volta Redonda, situadas nos bairros e localidades de Aterrado, Vila Mury, Aeroclube, Jardim Amália, Vila Americana, Barreira Cravo, Voldac e Santo Agostinho. Atinge também as áreas industriais e de estocagem de escória de alto forno da CSN.

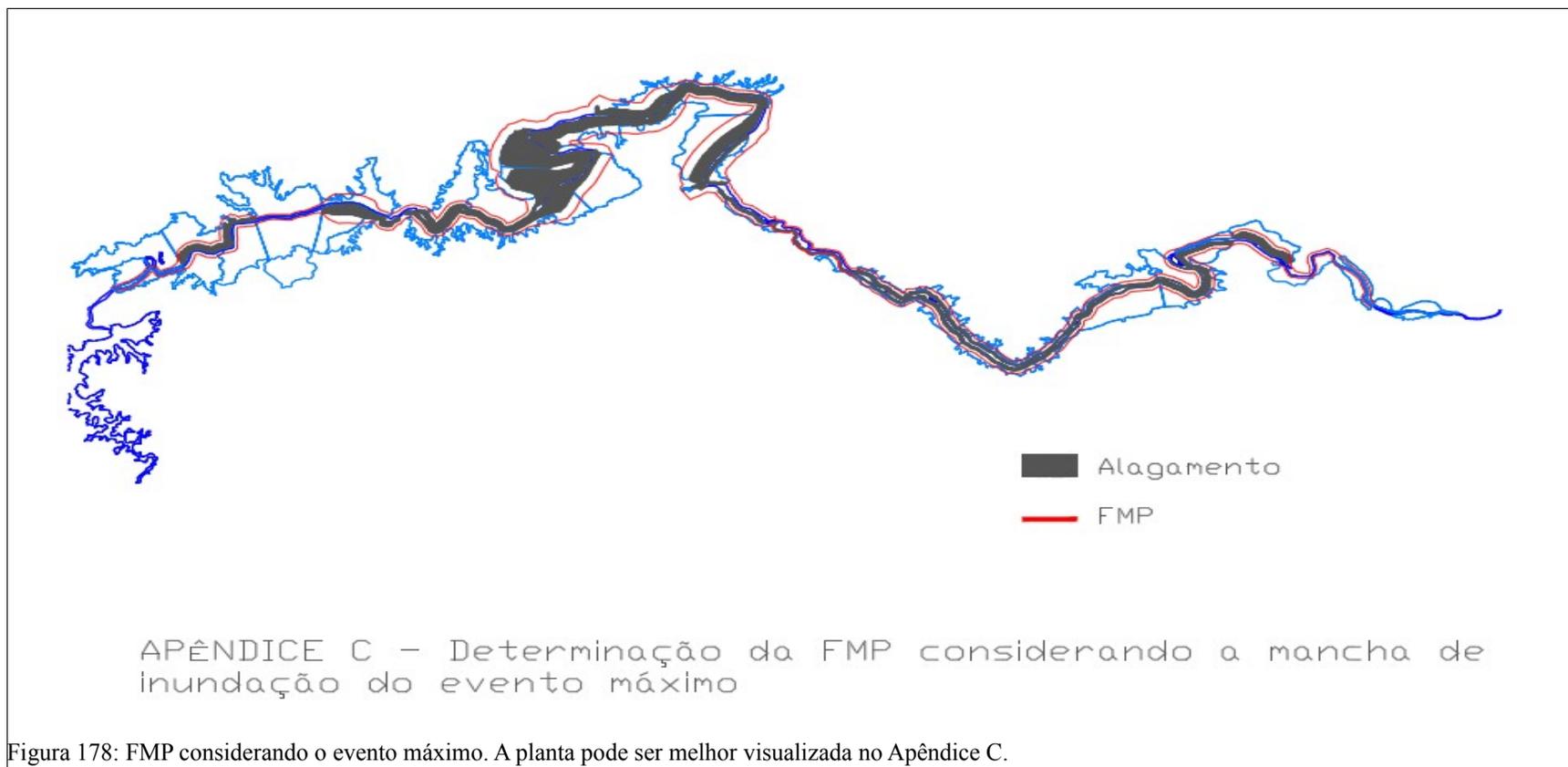
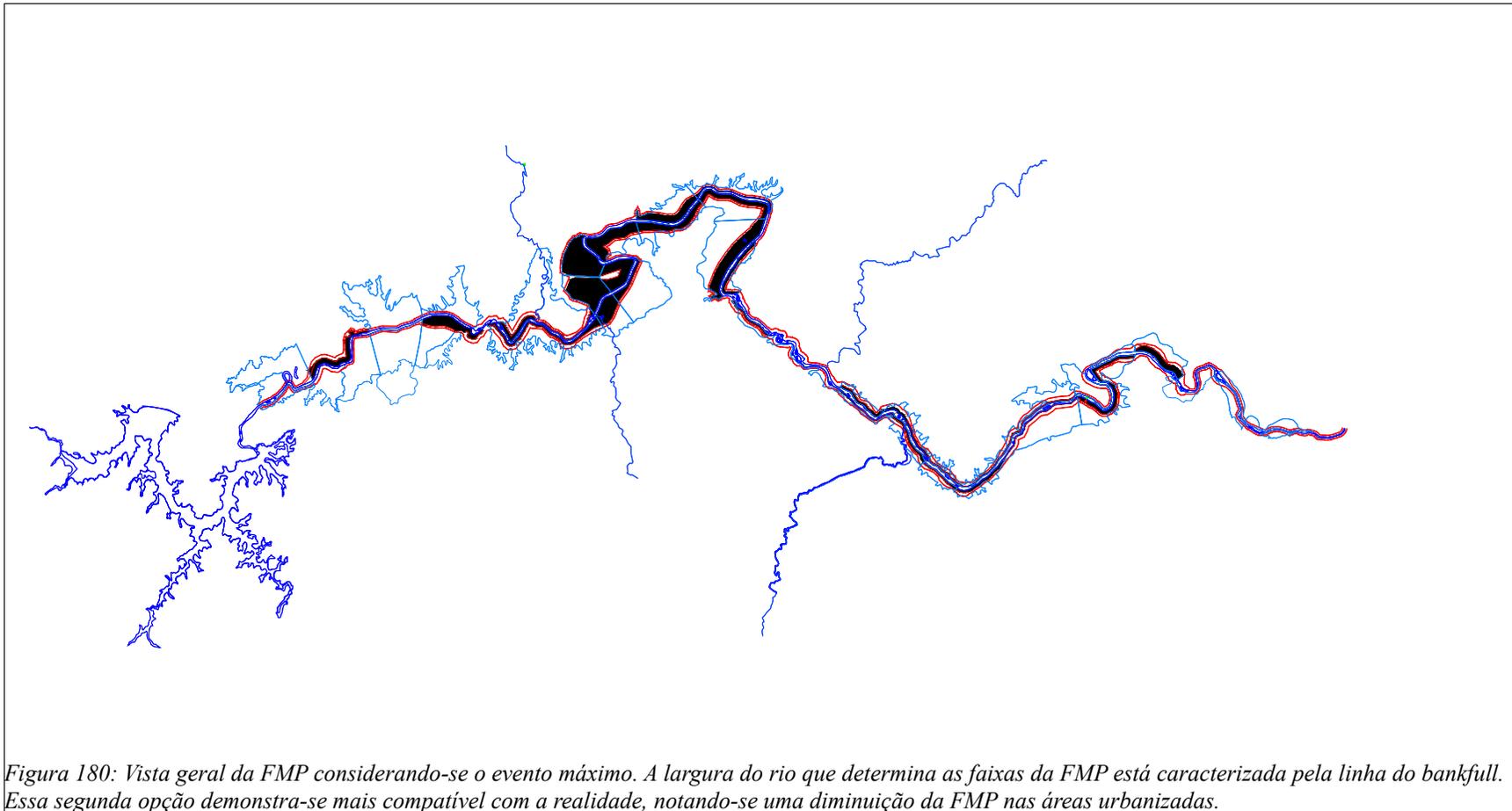




Figura 179: Vista geral da FMP caracterizada pelo evento máximo.



7.4 DISCUSSÃO DE RESULTADOS – OBSERVAÇÕES E FRAGILIDADES

A observação das figuras 169 a 180, torna visível que a aplicação do procedimento de considerar a maior enchente histórica como base para a demarcação da FMP, em áreas de históricas ocupações urbanas e industriais, é inadequada, inviável e sujeita a inúmeros questionamentos jurídicos. Seriam inúmeros os conflitos a serem superados.

Um primeiro ponto a ser considerado é que a demarcação, considerando-se o evento máximo, cria uma área sem definição legal entre o rio e o início da FMP. Esse distanciamento da FMP da calha do rio não foi considerado na elaboração do Código Florestal. Estabelece-se então um primeiro conflito numa possível aplicação da lei.

O segundo ponto a ser considerado, refere-se a caracterização das áreas urbanas e sua identificação histórica. Quanto maior a área urbana atingida, maior será o número de imóveis que deverão ter sua data de construção verificada e associada com os requisitos de caracterização de área urbana consolidada e da entrada em vigor de leis e resoluções.

O terceiro ponto a ser considerado seria o critério da razoabilidade. A demarcação ao caracterizar que imensas áreas urbanizadas estão na FMP, mas que não atendem as condições para classificação como áreas urbanas consolidadas, jogará na ilegalidade milhares de famílias e confrontará o direito à moradia, assegurado na Constituição Brasileira, a outro direito assegurado, que é o da preservação ambiental.

O quarto ponto seria o princípio da proporcionalidade. Embora seja possível regularizar algumas áreas com base na Lei nº 11.977/09, que estabeleceu requisitos menos exigentes que os da Resolução Conama nº 369/06, estabelecendo regra menos rígida para a caracterização de área urbana consolidada, não é possível regularizar área vizinha em idêntica situação, mas ocupadas por moradias que não se enquadrem no padrão de baixa renda.

O quinto conflito será dado pelas ocupações na FMP por empresas e indústrias, que ao se instalarem receberam incentivos e licenças dos poderes públicos, federais, estaduais e municipais.

O maior questionamento porém, é o da modificação do rio e sua artificialização. O rio Paraíba do Sul está, hoje, muito distante das condições naturais, e tem essas condições cada vez mais alteradas por barramentos, endicamentos e modificações da cobertura vegetal. O maior evento histórico, e mesmo o regime de vazões no trecho do estudo, nada mais tem a ver com as condições de 1965, quando da promulgação do Código Florestal. O espírito da lei foi quebrado, pois com a inauguração da Barragem do Funil, em 1969, e o controle de vazões que

passou a ser exercido, para o bem ou para o mal, impediu-se que se repetissem as enchentes de décadas anteriores. A aplicação do Código Florestal, tem que ser distinta, tem que enxergar as mudanças ocorridas no rio e na sua bacia hidrográfica.

7.5 PROPOSTA DE REVISÃO DA FMP

Sabe-se que o rio é um corpo em constante transformação, mas as cidades também o são. A relação da cidade com o rio tende a ser cada vez mais conflituosa, seja pela ocupação de áreas, seja pela poluição, seja pela ocupação dos solos e sua impermeabilização. O que se observa, na simulação da demarcação da FMP, segundo o critério da enchente máxima, é a dicotomia existente entre a realidade original, a época da promulgação da lei, e o momento atual.

A inércia e o despreparo das entidades públicas, na realidade, são o grande flagelo, que leva a criação de impasses e fatos consolidados, de difícil transformação. Tal afirmativa é muito clara, quando observa-se que inexistente FMP demarcada no rio Paraíba do Sul e seus afluentes. A falta de uma FMP demarcada se contrapõe a ações de embargo e demolição nas áreas ribeirinhas. É mais fácil culpar um ribeirinho, do que tomar medidas preventivas, que cabem apenas a administração pública. Será que as entidades públicas, através de seus administradores, que desde 1965 não demarcaram a FMP, passados quase 50 anos, não são os grandes responsáveis pelas ocupações marginais? Como esperar que o cidadão comum saiba da localização da FMP e seus limites precisos, se a mesma não está fisicamente demarcada e representada.

Frequentemente, alega-se que a falta da demarcação da FMP deve-se a falta de um entendimento comum quanto a aplicação do determinado no Código Florestal e o elevado custo dessa demarcação. Entende-se, contudo, que tais alegações devem ser repensadas, examinando-se a questão com mais cuidado. Se a aplicação da lei está condicionada a liberação de recursos, e as entidades públicas não dispõem dos mesmos, é melhor repensar a lei de modo a flexibilizá-la, ou estudar novos procedimentos que atendam os objetivos de maneira mais simples e barata.

Por outro lado, a definição da FMP ainda é motivo de discussão. A Resolução Conama nº 303, de 30 de março de 2002, procura dar um novo entendimento comum para a enchente máxima, ao definir que a mesma estaria representada pela enchente sazonal. Embora tal definição não seja, ainda, a ideal, pois mais uma vez usa-se uma definição que pode gerar

diferentes interpretações, esta representou um avanço, pelo afastamento da maior enchente histórica, na demarcação da FMP.

Acrescente-se que, na redação final do Projeto de Lei nº 1.876 de 1999, proposta de revisão do Código Florestal, a definição da enchente máxima é objeto de nova proposição. Dessa vez é definido, no Art. 3º, inciso IV, como leito regular: “a calha por onde correm regularmente as águas do curso d’água durante o ano”. No Art. 4º, inciso I, considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, “as faixas marginais de qualquer curso d’água natural, desde a borda da calha do leito regular, aplicando-se as larguras já definidas anteriormente na lei nº 4771 de 15/09/1965”. Embora venha sendo criticada, essa definição traz enormes avanços:

O primeiro é que a FMP passa a ser demarcada desde a borda da calha, afastando o equívoco da demarcação de uma FMP longe do leito do rio, criando uma área de conflitos. O segundo é a facilidade de entendimento, pela população ribeirinha, dos limites da FMP.

Contudo, a discussão do critério mais adequado para a demarcação da FMP, embora avançando, continua ignorando as características hidrológicas do rio, os processos que condicionam o extravasamento das calhas, assim como sua definição, e os procedimentos técnicos usuais de caracterização das enchentes, associando as mesmas a tempos de recorrência.

Deve-se considerar, também, que o rio apresentará diferentes configurações para a sua calha ao longo do seu trajeto e, quanto maior a declividade, maior a velocidade e maior a probabilidade das enchentes, mesmo as excepcionais, ficarem confinadas ao leito sazonal. Por outro lado, a medida que decresce a declividade, o rio vai ficando menos “encaixado”, propiciando que enchentes de maior significância não fiquem mais confinadas no seu leito sazonal. Tal fato pode ser observado, comparando-se as manchas de inundação das figuras 160 e 167. Assim, num primeiro momento, pode-se observar que discussões quanto a demarcação da FMP, considerando-se a maior enchente histórica, a enchente sazonal, ou a calha do leito regular, que não seriam significativas para trechos de elevada declividade, podem apresentar valores distintos para os outros trechos, e portanto necessitam de critérios hidrológicos claros.

Dessa forma indica-se uma nova proposta para a demarcação da FMP, calcada em toda a discussão desenvolvida até aqui e nas observações efetuadas na análise das manchas de inundação dos itens 6.1 e 6.2. Propõe-se a utilização de critérios já aceitos internacionalmente para a definição da calha do rio, associando-se esta a linha do bankfull. Essa proposição

assemelha-se ao Projeto de Lei nº 1.876 de 1999, ao considerar que a FMP começa na borda da calha do leito, mas difere-se desse Projeto de Lei ao considerar que a borda é o limite do leito maior ou periódico, caracterizado pela linha do bankfull, e capaz de suportar uma cheia sazonal, de característica ordinária com um tempo de recorrência de dois anos.

A nova proposta para a demarcação da FMP, permitiria manter os avanços do Projeto de Lei, de facilitar o entendimento da população ribeirinha da demarcação da FMP, do início desta a partir da borda do rio, e agregaria critérios hidrológicos claros a FMP. Acresce-se, também, que seria um equívoco considerar que o espaço entre o leito menor e o leito maior não seja efetivamente parte da calha do rio.

As figuras 181 a 185 mostram a FMP demarcada, considerando-se as manchas de inundação determinadas pelas enchentes ordinárias, com tempo de recorrência de dois anos, e que estas manchas determinam a largura do rio.

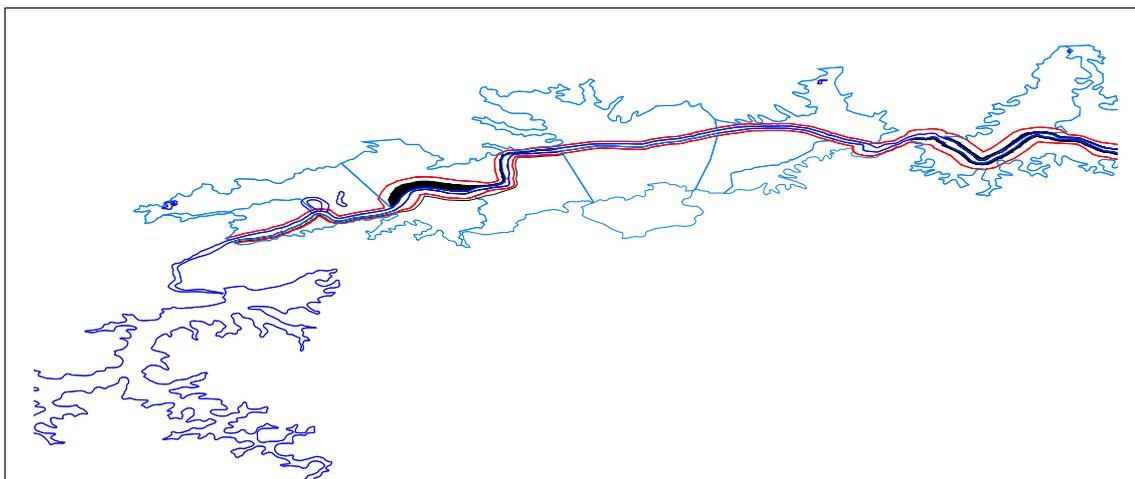


Figura 181: FMP demarcada considerando-se a cheia sazonal ordinária, trecho entre a Barragem do Funil e o rio Pirapetinga.

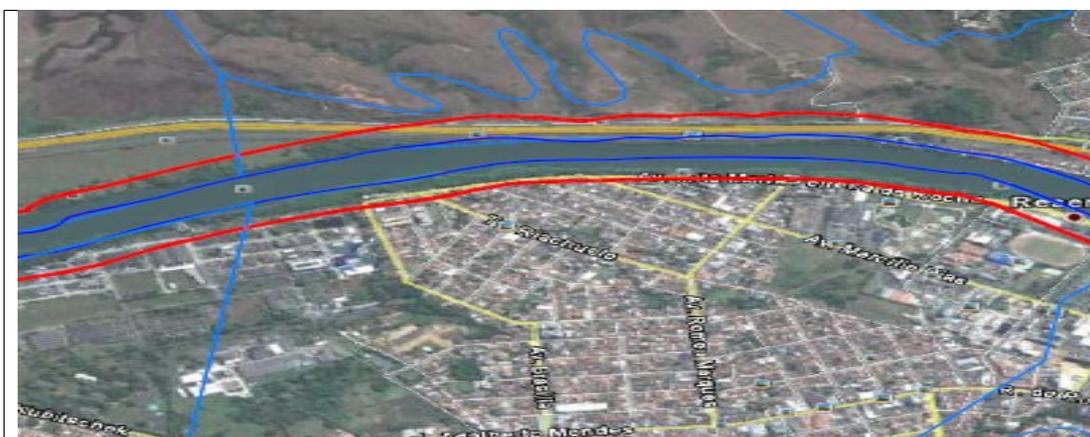
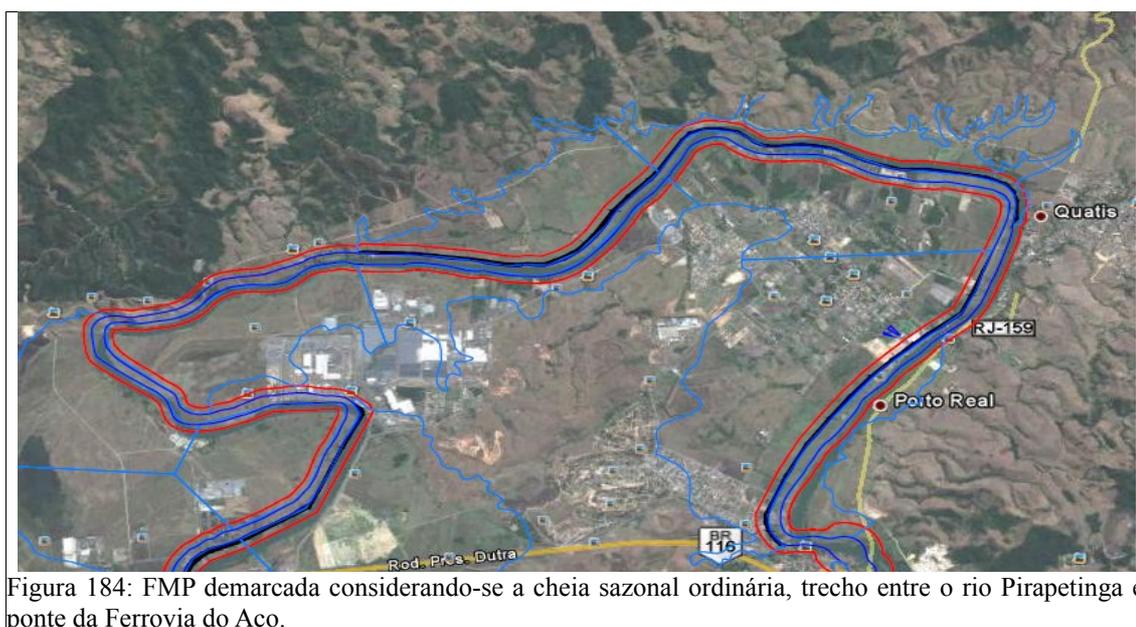
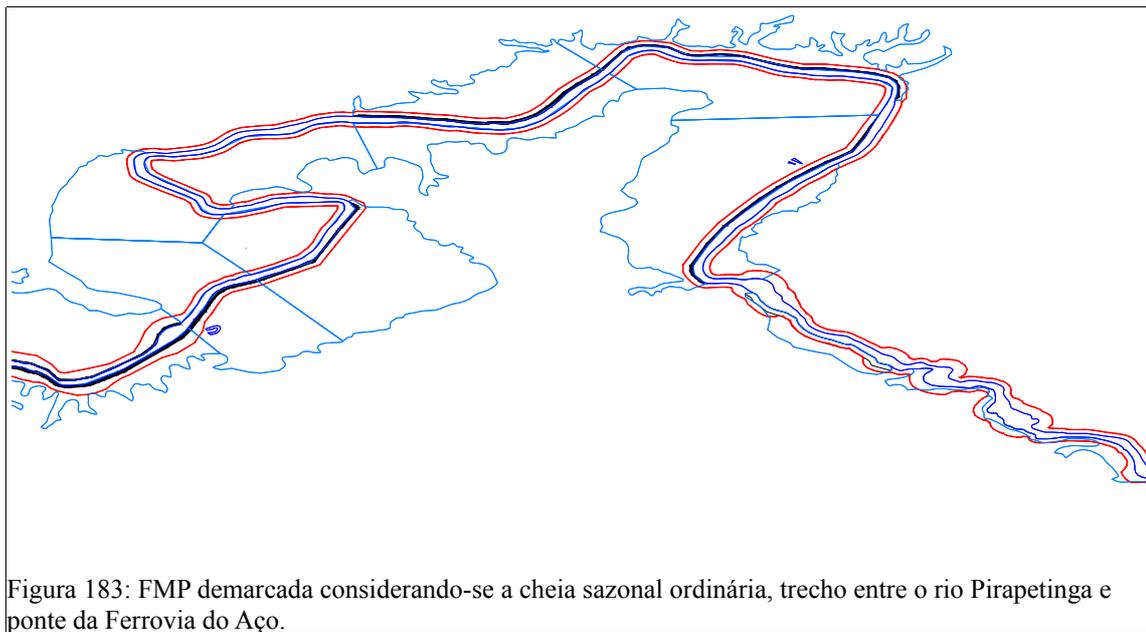


Figura 182: FMP demarcada considerando-se a cheia sazonal ordinária, trecho entre a Barragem do Funil e o rio Pirapetinga.

Na figura 182, apresenta-se a FMP demarcada considerando-se a cheia sazonal ordinária no trecho entre a Barragem do Funil e o rio Pirapetinga. Observa-se que nesse caso a área urbana de Resende é pouco atingida pela FMP. Fica-se mais próximo das condições históricas de ocupação da área da cidade.



Na figura 184, apresenta-se a FMP demarcada considerando-se a cheia sazonal ordinária no trecho entre o rio Pirapetinga e ponte da Ferrovia do Aço. Observa-se que a FMP está mais próxima da realidade ocupando as áreas marginais, mais baixas após o leito maior, não existem os enormes impactos na área industrial e nas cidades, identificados pelo critério anterior da maior enchente.

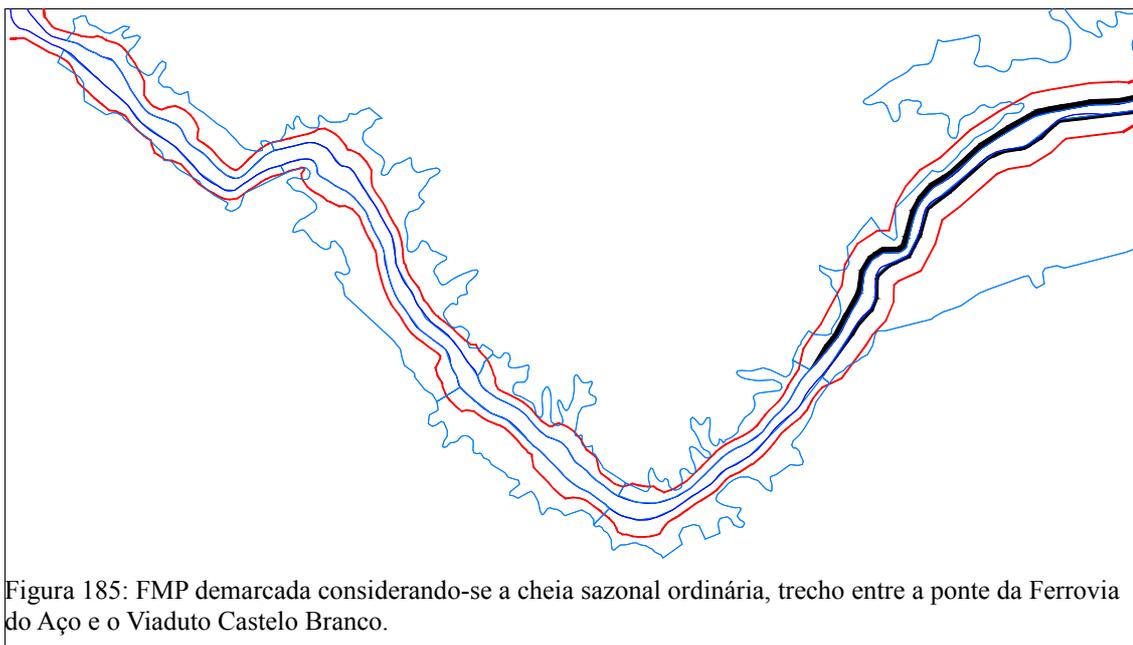
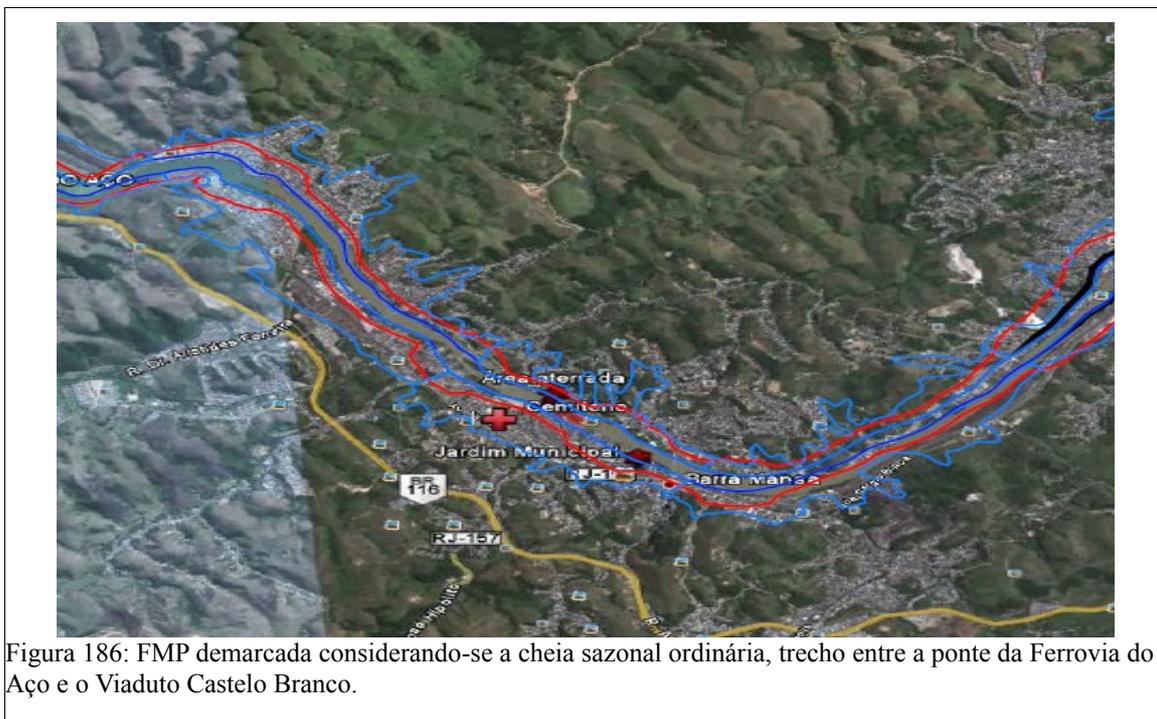


Figura 185: FMP demarcada considerando-se a cheia sazonal ordinária, trecho entre a ponte da Ferrovia do Aço e o Viaduto Castelo Branco.



Na figura 186, apresenta-se a FMP demarcada considerando-se a cheia sazonal ordinária no trecho entre a ponte da Ferrovia do Aço e o Viaduto Castelo Branco. Observa-se que a FMP continua a se sobrepor a importantes áreas urbanas. Algumas dessas áreas tem sido atingidas por enchentes, mesmo com a regulação promovida pela Barragem do Funil.

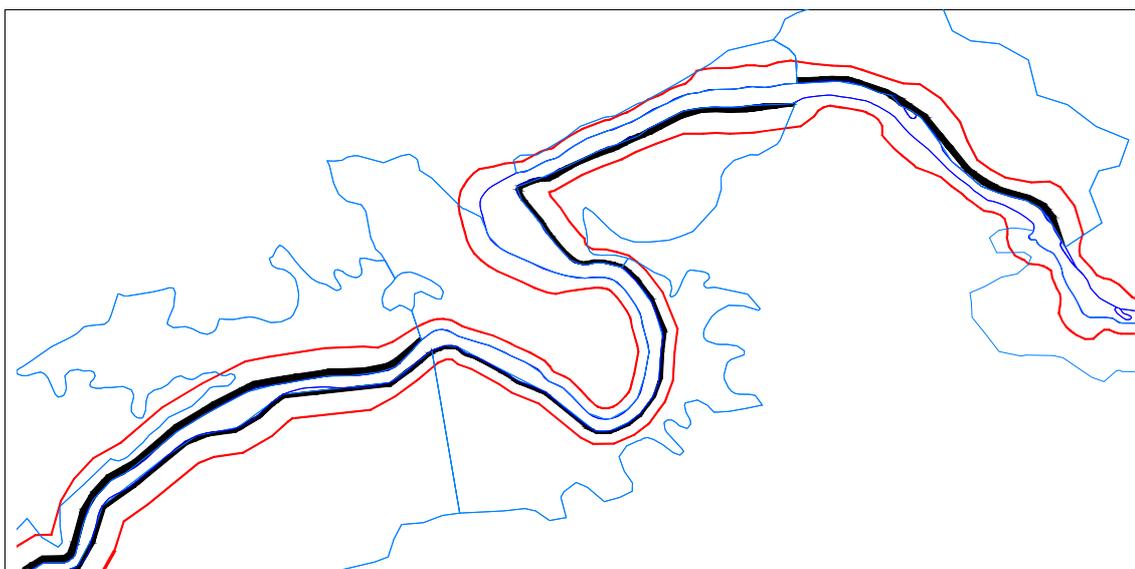


Figura 187: FMP demarcada considerando-se a cheia sazonal ordinária, trecho entre o Viaduto Castelo Branco e Pinheiral.

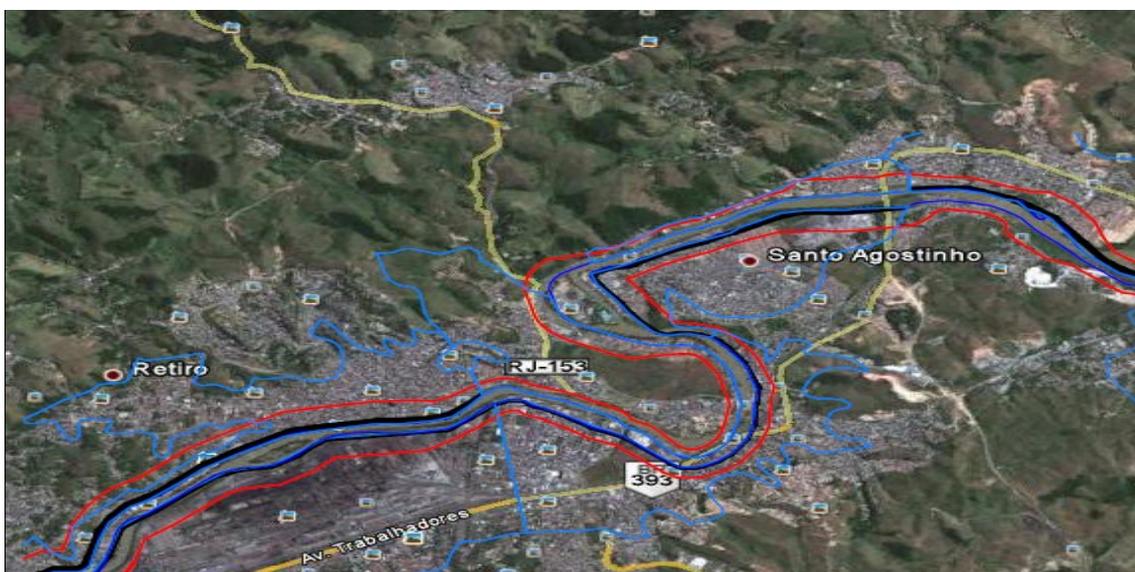
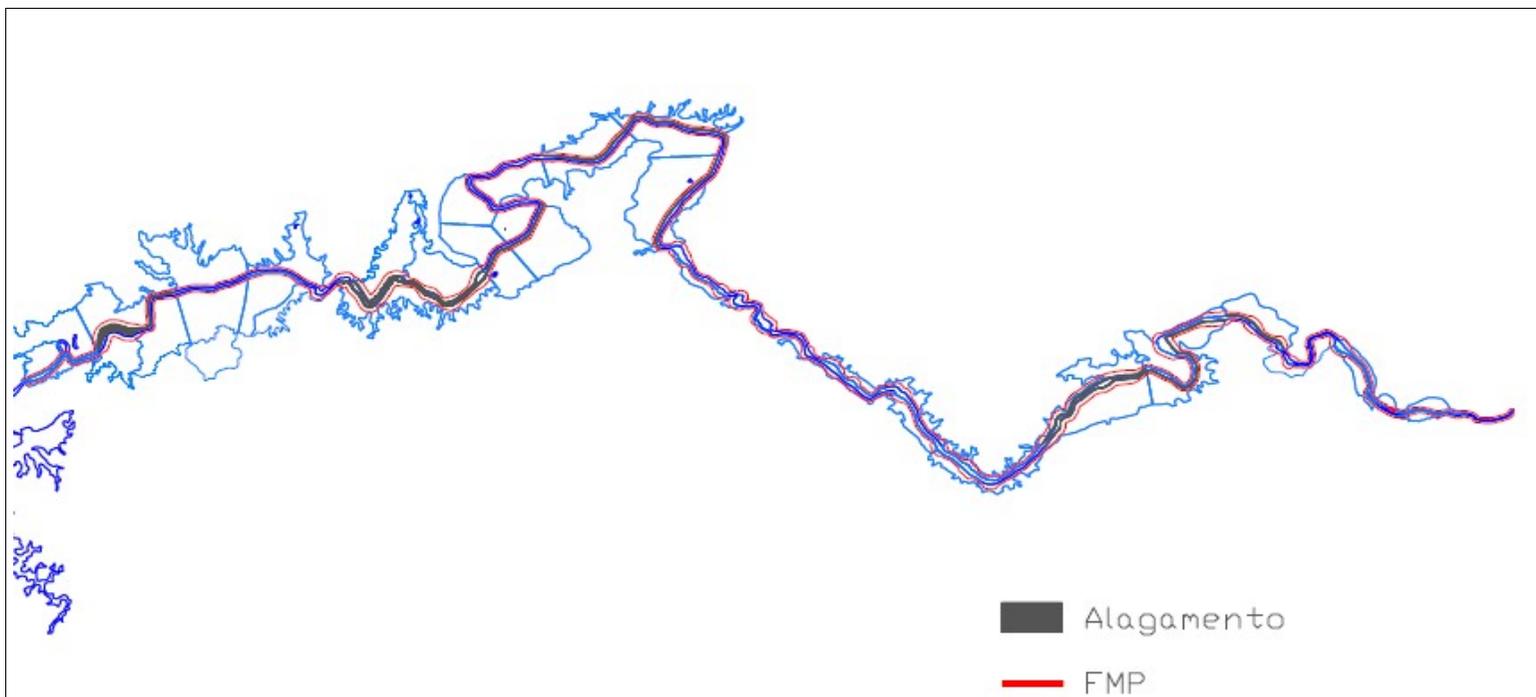


Figura 188: FMP demarcada considerando-se a cheia sazonal ordinária, trecho entre o Viaduto Castelo Branco e Pinheiral.

Na figura 188, apresenta-se a FMP demarcada considerando-se a cheia sazonal ordinária no trecho entre o Viaduto Castelo Branco e Pinheiral. Observa-se que a FMP atinge parte da CSN e nos bairros e localidades de Aterrado, Vila Murú, Aeroclube, Jardim Amália, Vila Americana, Barreira Cravo, Voldac e Santo Agostinho. A sobreposição da FMP com as áreas urbanas é contudo, muito menor do que se for considerado o evento máximo de cheia.



APÊNDICE D - Mapa de caracterização da FMP baseado nas enchentes sazonais

Figura 189: Vista geral da FMP demarcada considerando-se a cheia sazonal ordinária. No Apêndice D pode ser melhor visualizado.

7.6 PROPOSTA DE REVISÃO DA LMEO

A adoção de critérios mais claros, e menos subjetivos, para definição das faixas marginais pode ser de grande valia para que seja aumentada a capacidade de gestão das entidades públicas e aperfeiçoamento da responsabilidade, assim como a participação da sociedade, promovendo a defesa das áreas protegidas, como as APPs e as de domínio da União. Essas áreas devem ser de interesse comum, sejam esses proprietários rurais, mineradores, ribeirinhos ou munícipes que habitam áreas urbanas.

Sem entrar em considerações sociológicas, é patente que a sociedade atual, que se mobiliza e interage cada vez mais e com maior rapidez, não aceita mais imposições e surpresas, principalmente quando essas aparecem para propor mudanças repentinas nos domínios dos terrenos e nas possibilidades de sua ocupação. Mudanças essas, que são confrontantes com ocupações, muitas das quais, foram consolidadas em gerações anteriores e passaram a ser parte da herança das famílias.

É impossível, pelos relatos coletados e pelo observado, pensar em soluções que não envolvam diretamente a sociedade e ONGs. Ponto de partida para esse envolvimento é a apresentação clara dos fundamentos técnicos e jurídicos, que levem a caracterização de plantas demarcatórias das Faixas Marginais de Proteção (FMP) e das áreas de domínio da União, caracterizadas pela Linha Média das Enchentes Ordinárias (LMEO). É nesse contexto que devem ser redobrados os cuidados na demarcação da LMEO, de modo que a mesma reproduza com exatidão o espírito inicial da Lei Imperial nº 1.507 de 26/09/1867. O governo imperial, obviamente não estava preocupado em caracterizar os bens ou terras da coroa, mas procurava preservar as margens do rio, para as atividades portuárias e transporte de mercadorias de modo que gerassem novas receitas para o império. Deve-se entender a faixa de domínio da União, primeiramente, como uma simples faixa de servidão ao qual, por força da Constituição, do Código Florestal, do Código das Águas e do Estatuto das Cidades, passou também a ter relevante função ambiental.

Deve-se ter, portanto, para a demarcação da LMEO, critérios técnicos claros, para a caracterização das enchentes ordinárias. Critérios que possam ser expostos debatidos e defendidos em audiências públicas. Uma caracterização clara das enchentes ordinárias, nada mais seria do que, a adoção do princípio já proposto para a FMP, da adoção das enchentes sazonais ordinárias com tempo de recorrência de dois anos. Considerando-se que os princípios dessa proposta já foram discutidos no item 6.2, ficam claro os ganhos de simplificação de

procedimentos e segurança e participação da sociedade que seriam alcançados.

As figuras 186 a 189 apresentam a área de domínio da União, demarcada em linha branca, em imagens do Google Earth, segundo o critério proposto.

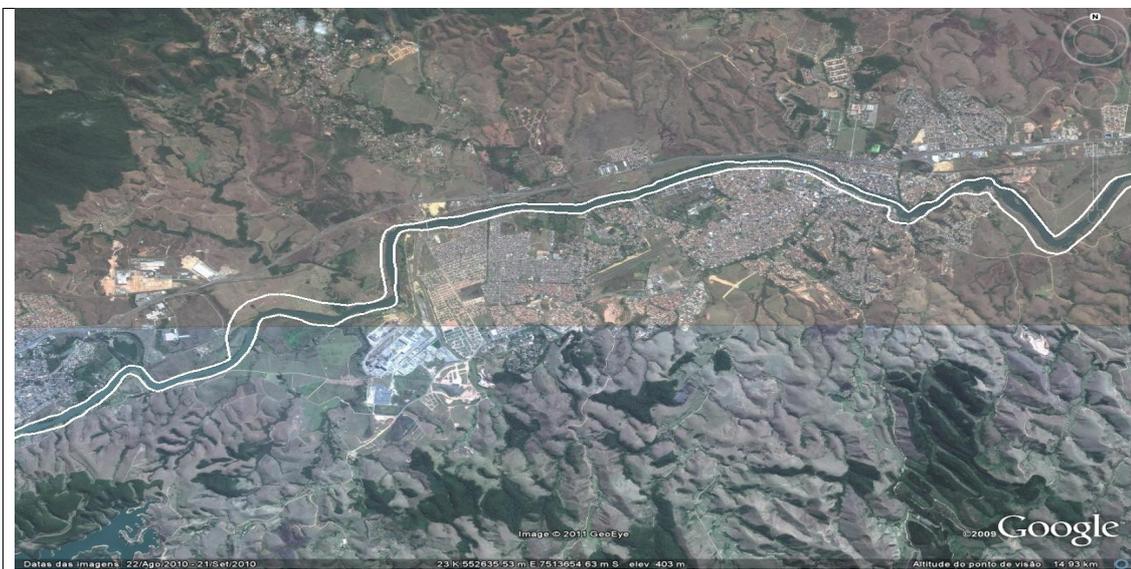


Figura 190: LMEO demarcada considerando-se a cheia sazonal ordinária, trecho entre a Barragem do Funil e o rio Pirapetinga.

Na figura 190 apresenta-se a LMEO demarcada considerando-se a cheia sazonal ordinária, trecho entre a Barragem do Funil e o rio Pirapetinga. Com exceção de várzea a montante da área onde se está construindo a Siderúrgica Votorantim, a área de domínio da União não atinge grandes áreas urbanizadas ou rurais. Destaque-se que algumas casas ribeirinhas, notadamente na margem esquerda, ocupam frações do leito sazonal e de área de domínio da União.



Figura 191: LMEO demarcada considerando-se a cheia sazonal ordinária, trecho entre o rio Pirapetinga e a ponte da Ferrovia do Aço.

Na figura 191 apresenta-se a LMEO demarcada considerando-se a cheia sazonal ordinária no trecho entre o rio Pirapetinga e a ponte da Ferrovia do Aço. A área de domínio da União não atinge as instalações industriais com exceção de tomadas de água e lançamentos de efluentes. A área é extremamente propícia para que a SPU cumpra a sua missão institucional, promovendo a recuperação da mata ciliar na área de dominialidade federal. As ocupações irregulares em área da União são ainda insipientes e podem ser contidas, com uma fiscalização preventiva.

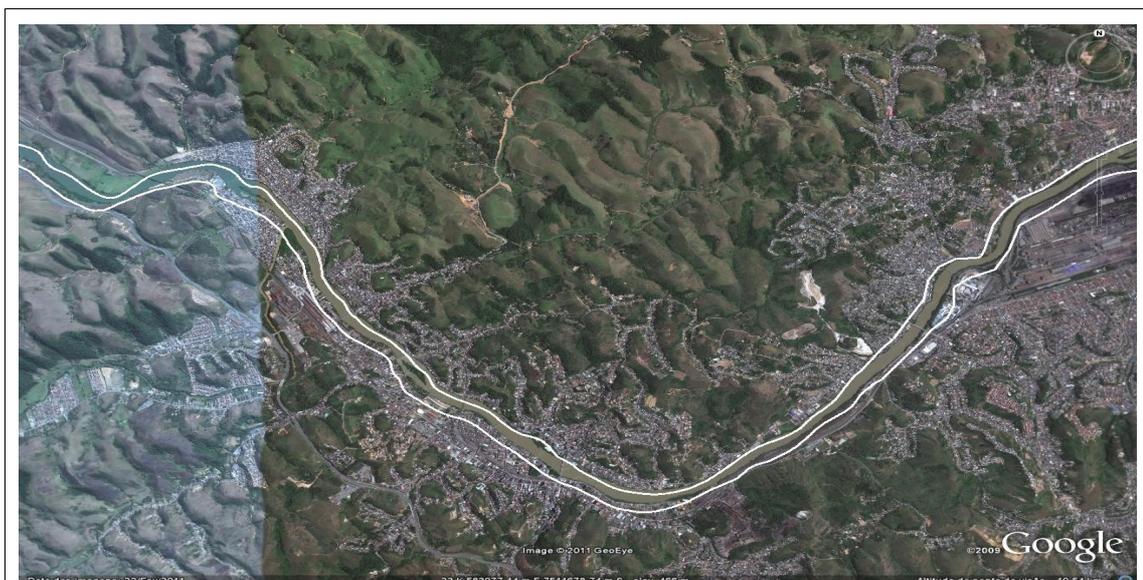


Figura 192: LMEO demarcada considerando-se a cheia sazonal ordinária, trecho entre a ponte da Ferrovia do Aço e o viaduto Castelo Branco.

Na figura 192, apresenta-se a LMEO demarcada considerando-se a cheia sazonal ordinária no trecho entre a ponte da Ferrovia do Aço e o viaduto Castelo Branco. Esse trecho tem mais de 20Km de ocupações em trecho de domínio da União. Embora as ocupações se dêem de forma quase contínua, deve-se considerar o histórico de cada uma dessas ocupações de forma individualizada. Outro fator observado e caracterizado por essa demarcação é a necessidade de atuação preventiva e constante de fiscalização de novos aterros no leito sazonal, que devem ser contidos com todo o rigor. Existem também projetos de urbanização da orla ribeirinha que necessitam de uma análise conjunta pela SPU e órgãos ambientais.

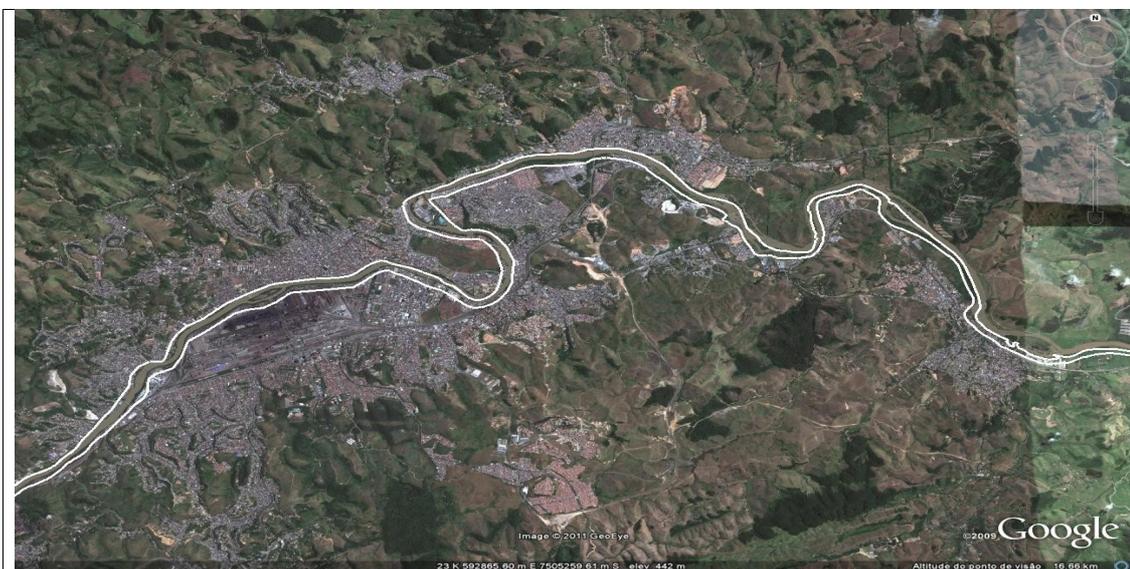


Figura 193: LMEO demarcada considerando-se a cheia sazonal ordinária, trecho entre o Viaduto Castelo Branco e Pinheiral.

Na figura 193, apresentamos a LMEO demarcada considerando-se a cheia sazonal ordinária no trecho entre o viaduto Castelo Branco e Pinheiral. Nessa área observa-se que uma boa parte da área da União, na margem esquerda, foi preservada de ocupações pelo fato da RJ 123, beirar o rio, impedindo a construção entre essa estrada e o leito sazonal, mantendo-se livre a faixa de 15m de domínio federal. Pela margem direita observa-se, que as instalações industriais da Cimento Tupi e da CSN, excetuando-se captações e lançamentos também não ocuparam a área da União, sendo possível a recuperação de mata ciliar em faixa de 15m em grande parte dessas áreas citadas. Atenção especial deve ser dada a fiscalização de aterros que estão sendo executados na Av. Francisco Crisóstomos Torres e que atingem diretamente o leito sazonal.

8 CONCLUSÃO

O histórico da relação do povo brasileiro com os rios, suas águas e, mais especificamente, com as suas margens pode ser o ponto de partida para o entendimento de como em diferentes períodos e por quais motivações econômicas e sociais, procedeu-se a ocupações das margens e destruição da mata ciliar. Através dessa visão histórica, da análise da legislação e procedimentos adotados pelas entidades públicas, pode-se perceber que os regulamentos e normas atuais, que buscam proteger os recursos hídricos, não são facilmente aplicáveis nem de percepção simples por parte do meio técnico-científico ou da população.

Com base nessa antiga relação, é necessário que se busquem novos procedimentos, mais participativos e claros, e que levem ao pleno exercício da cidadania, com a participação mais direta da população e, em especial, dos ribeirinhos, em ações de entidades públicas, como a SPU, IBAMA e INEA, que venham impactar e influenciar de forma direta a região que habitam. Com base nos relatos apresentados, pode-se entender que uma posição imperial com a imposição de normas, que não se traduzem numa relação aberta e de pouca compreensão, é procedimento pouco eficaz na manutenção das áreas ribeirinhas. É necessário que todos entendam o rio como um corpo dinâmico, que se modifica, se move e se redesenha ao longo dos séculos, e que para que essa mobilidade, fundamental ao seu equilíbrio, seja mantida, é dever de todos a preservação das faixas marginais.

Nessa premissa, torna-se necessário, que cada vez mais as ações públicas façam realmente jus ao nome, tornando-se transparentes, participativas e embasadas em critérios técnicos apropriados que possam ser expostos, entendidos e aprovados por todos, de forma clara, simples e única.

Não se deve também estabelecer critérios demarcatórios, que possam acirrar os conflitos no campo e que, por utilizarem um entendimento técnico particular do significado de palavras usadas no período imperial, e não respaldadas por seu próprio sentido etimológico, levam a impasses que acabam, por fim, sendo um vetor da degradação, em virtude do desconhecimento, da falta de compromisso do proprietário ribeirinho, da inação dos órgãos públicos e das disputas judiciais.

Assim, observou-se que a ON-GEADE-003 merece ser reestudada de forma urgente, pois na sua forma atual apresenta-se com diversas fragilidades. A referida norma não se encontra respaldada por critérios técnicos que possam representar com correção a média das enchentes ordinárias. O critério adotado também não é representativo de algum procedimento

adotado em outros países para a representação do *bankfull* e enchentes realmente ordinárias, como pregado no conceito original. A adoção da aceitabilidade do uso de cotas de enchentes entre três e vinte anos (*exclusive*), para a determinação de uma cota representativa da média das enchentes ordinárias é, na realidade, uma opção de interpretação particular e equivocada da Lei nº 1.507, de 26 de setembro de 1807, para a demarcação da LMEO em terras de inundação ou várzea.

A ON–GEADE–003, para a demarcação da LMEO, conforme previsto, depende de funcionários públicos especializados em recursos hídricos, o que não é usual na SPU. A utilização de funcionários mal treinados pode levar a ações equivocadas. Estas podem ser mais danosas do que a não demarcação da LMEO, pois aumentam a insegurança jurídica quanto a dominialidade de terrenos marginais. A demarcação da LMEO é fundamental para a preservação dos rios federais, podendo auxiliar na questão da recuperação de matas ciliares. Além disso, podem ser tomadas como ponto de partida para a utilização de procedimentos de requalificação fluvial dos corpos d'água. Entretanto, é importante discutir o critério definido pela instrução normativa, para adequar a conceituação de cheias ordinárias. A adoção da vazão de *bankfull*, por exemplo, poderia levar a um critério mais simples, de mais fácil definição (algumas vezes até visual, o que facilitaria a sua aceitação e o compromisso em mantê-la), coerente com a designação “ordinária”, podendo caracterizar a dominialidade federal em faixa de 15m a partir do limite definido por esta vazão. Se nesta nova opção houver entendimento que 15m são insuficientes, deve-se rever este valor, mas permitir que a adoção de referências fáceis e fixas sejam a opção preferencial.

A demarcação poderia, ainda, ser apoiada em procedimentos modernos de hidrologia, com o uso de modelos matemáticos, que apontem, através de cálculo, a provável linha do *bankfull* atual e a vazão associada. A adoção da modelagem matemática poderia permitir a representação correta da faixa ao longo de todo o rio, por ser capaz de gerar respostas ao longo de todo o trecho e não apenas em locais de medição, restritos a observações pontuais. A Lei nº 1.507, de 1807, precisa de adequações, pois não é razoável a indicação da provável linha do *bankfull* em 1807, pois não se pode reproduzir de forma fidedigna o que ocorria naquela época, por falta de registros. Além disso, e mais importante, também não é razoável usar por referência uma realidade que não mais existe.

É necessário também, que se busque um entendimento comum, que seja aplicável a diferentes leis, do significado do que é o rio, considerando-se a percepção do espaço que ocupa. É necessário que hidrólogos, geógrafos, biólogos, procuradores, entre outros

profissionais, tenham uma mesma definição para a seção de um rio e tipos de leitos fluviais. A profusão de diferentes entendimentos técnicos, aliados ao uso de pontos de partida pouco definidos, mutáveis e distintos, quanto à aplicação da legislação, como são exemplos explícitos a demarcação da faixa de domínio da União e da Faixa Marginal de Proteção, não fortalecem a preservação dos rios, tão necessária às futuras gerações. Como exemplo claro desse conflito, observou-se os diferentes critérios indicados para a demarcação da FMP pelo Código Florestal e Resolução Conama 303. A enchente caracterizada pelo nível mais alto do rio, obviamente, não é a enchente sazonal e essa referência não é adequada para a adoção de critérios idênticos nos diferentes entes federados. A conclusão quanto a esse ponto já foi apresentada indicando-se que as enchentes sazonais passem a ser representadas por um critério hidrológico claro, ou seja, enchentes com tempo de recorrência anual de dois anos e que se promova a adequação da lei de forma a se manter a segurança jurídica.

A utilização do MODCEL para a determinação de manchas de inundação de enchentes históricas associadas a diferentes critérios, como a maior inundação ocorrida ou a média das enchentes ordinárias mostrou-se bastante adequada. Através do estudo de caso foi possível provar que é possível determinar manchas de inundação e caracterizar a LMEO e a FMP, com base em dados de chuva, resolvendo-se um dos impasses para essas demarcações que é a falta de dados e estações fluviométricas suficientes.

Com a utilização do MODCEL, é possível a sobreposição de diversos mapas de inundação, tais como o decorrente de um hipotético rompimento da Barragem do Funil, da cota de inundação das áreas ribeirinhas nas cidades de Itatiaia, Resende, Porto Real, Barra Mansa, Volta Redonda, Pinheiral e Barra do Piraí, e sua associação com os mapas da LMEO e FMP, de forma a montar um modelo de recuperação e gestão das faixas marginais e se ampliar as possibilidades de discussão com a observação cruzada de vários aspectos. A adoção de modelos matemáticos como importante ferramenta para a demarcação da FMP, foi provada. A utilização de modelos como o MODCEL podem possibilitar grande economia de recursos para o governo federal, pois permite a integração de diferentes demarcações associando-se os trabalhos de campo, estudos hidrológicos e cartografia, que atualmente são desenvolvidos de forma individual pela SPU, IBAMA e INEA sem a integração de informações e equipes técnicas. A utilização do MODCEL demonstrou que esse programa também é importante ferramenta a ser utilizada na elaboração de projetos de Requalificação Fluvial e preservação dos recursos hídricos. Entretanto, destaca-se que outros modelos disponíveis podem igualmente contribuir para a discussão e modelos bidimensionais, em contraposição ao

próprio MODCEL, que é pseudo bidimensional e mais apropriado para integrar áreas urbanas, podem ser ainda mais interessantes quando da necessidade de reproduzir inundações em vastas planícies rurais.

9 RECOMENDAÇÕES

Considerando-se as informações levantadas e resultados obtidos ao longo da dissertação, e considerando-se, ainda, as conclusões apresentadas são propostas as seguintes recomendações.

◆ Indica-se que as proposições para a adoção de enchentes com TR de 2 anos, como representativa da marca do bankfull e, portanto, equivalente às enchentes ordinárias, caracterizando a largura do rio e servindo como ponto de partida para a determinação da LMEO e FMP, tenham ampliadas a discussão dos procedimentos, com a divulgação e apresentação de Trabalhos Técnicos em congressos, seminários e audiências públicas de modo a colher impressões, críticas e sugestões do meio técnico e científico. Nesse sentido, um primeiro passo já foi dado com a aprovação do Trabalho “ **O DOMÍNIO DOS TERRENOS MARGINAIS E SEU IMPACTO NA REQUALIFICAÇÃO FLUVIAL**”, que tem como autores, Ricardo Castro Nunes de Oliveira & Marcelo Gomes Miguez no XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, que será realizado em Maceió/AL, entre os dias 27 a 01 de dezembro. Trabalho semelhante, com o mesmo título, e dos mesmos autores, também foi aprovado para apresentação oral no IX CONGRESO REGIONAL PARA NORTE AMERICA Y EL CARIBE SOBRE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL – REGION I DE AIDIS, realizado no período de 16 a 18 de novembro de 2011, em San Juan/Porto Rico.

◆ Indica-se que ocupações impactantes na calha e margem de rios federais não devem ser admitidas sem uma Análise de Riscos, devendo o assunto ser amplamente debatido. Nesse sentido um primeiro passo foi dado, com a aprovação do Trabalho “**ANÁLISE DE RISCO DO SETOR DE EXTRAÇÃO DE AREIA - Rio Preto – Estudo de Caso**”, que tem como autores, Ricardo Castro Nunes de Oliveira; Rosiany Possati Campos; Assed Naked Haddad, no XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, que será realizado em Maceió/AL, como já citado anteriormente. Trabalho semelhante com o mesmo título, e dos mesmos autores, também foi aprovado para apresentação oral, também no IX CONGRESO REGIONAL PARA NORTE AMERICA Y EL CARIBE SOBRE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL – REGION I DE AIDIS, em San Juan/Porto Rico.

◆ Indica-se que os trabalhos desenvolvidos devem ter prosseguimento para verificar o uso de modelos bidimensionais completos (ou estritamente bi-dimensionais), como

o IBER (que é um modelo também gratuito), na determinação de enchentes com TR de 2 anos, de forma a proporcionar dados comparativos com o MODCEL.

◆ Os trabalhos de fiscalização do rio Paraíba do Sul não devem continuar a ser realizados de forma individual pelas diversas entidades públicas. A forma atual de atuação é motivo de ineficiência e dispersão de recursos públicos. Indica-se que a fiscalização seja realizada dentro de um projeto participativo que envolva as entidades federais, estaduais, municipais, ONGs e principalmente o CEIVAP. Como sugestão inicial de trabalho, acredita-se que esse projeto poderia desenvolver-se nos moldes do Projeto Orla que existe dentro do Programa de Gerenciamento Costeiro.

◆ É necessário que as entidades públicas, que atuam na demarcação e fiscalização, disponham de equipes bem treinadas e que disponham de setores especializados em recursos hídricos. A não existência de um setor especializado na SPU é indicação da sua fragilidade no cumprimento de suas obrigações legais, no que diz respeito às questões de terrenos marginais. É necessário que existam técnicos minimamente especializados em recursos hídricos de forma a que possam, ao menos, ser atestados e conferidos serviços terceirizados.

◆ Finalmente, indica-se que deve-se dar continuidade aos trabalhos, aqui iniciados, aproveitando-se os dados já colhidos como ferramentas iniciais da Caracterização Geomorfológica do Rio Paraíba do Sul. Esse deve ser o ponto de partida para a implantação necessária de um projeto abrangente de Requalificação Fluvial.

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABELHA, M. C. F.; AGOSTINHO, A. A.; GOULAT, E. **Plasticidade trófica em peixes de água doce**. Revista UNIMAR. 2001.

ABID **Dicionário de Termos Técnicos de Irrigação e Drenagem**, Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem – ABID, 1978.

ABRH. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Volume 11 n.3 Jul/Set 2006.

BOAS, M. D. V. **Modelo de Simulação de Sistemas Hídricos Complexos, Integrado com Avaliação de Qualidade da Água - Uma Ferramenta de Gestão para Apoio a Decisão**. 2008.

BOON, P.J. **River restoration in five dimensions**. Aquatic Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst. 8, 1998, 257–264.

BROOKES, A.; GREGORY, K. **Channelization, River Engineering and Geomorphology**. in J.M. Hooke(ed.). **Geomorphology in Environmental Planning**. Chichester, John Wiley & Sons Ltd. 1998.

BROOKES, A. **Recovery and restoration of some engineered British river channels**. in Boon, C. e Pets (ed.). **River conservation and management**. John Wiley & Sons. Chichester, 1992, 337-352 pp.

BROOKS, A.; SHIELDS, F.D. **River Channel Restoration: Guiding Principles for Sustainable Projects**. John Wiley & Sons Ltd. West Sussex. England, 1996, 433 pp

BROOKS, A. **Channelized Rivers: Perspectives for Environmental Management**. John Wiley & Sons, Chichester, 1988, 326 pp.

CAMPOS, R.P.; OLIVEIRA, R.C.N.; HADDAD, A. N. **Análise de Risco do Setor de Extração de Areia. Rio Preto – Estudo de Caso**, IX CONGRESO REGION I DE AIDIS, Retos y Oportunidades en Norteamérica y el Caribe, 2011.

CAMPOS, R.P.; OLIVEIRA, R.C.N.; HADDAD, A. N. **Análise de Risco do Setor de Extração de Areia. Rio Preto – Estudo de Caso**, XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, Maceio, 2011.

CEIVAP. **Caderno de Ações Sub-bacia do Rio Paraíba do Sul de Itaocara até a Foz - Relatório Contratual R-10 - Fundação COPPETEC Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente**

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo. Edgard Blücher, 2ª edição, 1980, p.p 83.

COPPETEC. **Plano de Recursos Hídricos para a Fase Inicial da Cobrança na Bacia do Rio Paraíba do Sul, Relatório Contratual PGRH-RE-010-R0**, 2002, p VI.1.

COPPETEC. DIAGNÓSTICO DAS ÁREAS INUNDÁVEIS, RIO PARAÍBA DO SUL, SUB-REGIÃO A, 2005.

CUNHA, A.G. **Dicionário Etimológico da Língua Portuguesa.** Rio de Janeiro. LexiKon, 2010, 4ª edição.

FREITAS, R. A. O. **Propagação de Ondas de Despacho e Controle de Inundações na Bacia do Paraíba do Sul.** 2005.

FERRANTE, V.L.B.: LORENZO H.C.: RIBEIRO M.L. **Alternativas de Sustentabilidade e Desenvolvimento Regional.** e- papers, 2007.

FERRARI, C. **Dicionário de Urbanismo 1.** Ed. São Paulo, 2004.

FONSECA & PRADO, J. **Um Importante Episódio na História da Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil: O Controle da Coroa Portuguesa Sobre o Uso da Água nas Minas de Ouro Coloniais.** RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 11 n.3 Jul/Set 2006, 5-14

GASPARINE, D. **Direito Administrativo.** 11. ed. Rev. Atualizada. São Paulo: Saraiva, 2006, p.876

GLENN, O.S., RICHARD, K.F., TALCOTT, W.E., KENNETH, K.B. **Soil and Water Conservation Engineering.** The Ferguson Foundation Agricultural Engineering Series, 2ª edição, 1966.

GORDON, N. O., McMAHON, T.A.; FINLAYSON, B.L. **Stream Hydrology. An Introduction for Ecologists.** John Wiley & Sons. New York, 1992.

HOUAISS, A.; VILLAR, M. S. **Minidicionário da Língua Portuguesa.** Rio de Janeiro. Objetiva Moderna, 2ª edição, 2004.

LARSEN, P. **Restoration Of River Corridors. German Experiences.** in P. Calow e G.E. Petts (ed.). **The Rivers Handbook,** Blackwell Scientific, Oxford, 1994, 419-440 pp.

LEME, M. P. A. **Direito Ambiental Brasileiro.** 18.ed.rev.atualizada São Paulo: Malheiros, 2010.

MARENGO, J. A. & ALVES, L. M. **Tendências Hidrológicas da Bacia do Rio Paraíba do Sul,** Revista Brasileira de Meteorologia, v.20, n.2, 2005, 215-226.

MIGUEZ, M.G. **Modelação Matemática de Grandes Planícies de Inundação através de um Esquema de Células de Escoamento com Aplicação ao Pantanal Matogrossense.** Dissertação de Mestrado apresentada à COPPE/UFRJ para obtenção do título de Mestre em Ciências em Engenharia Civil. Rio de Janeiro, RJ, 1994.

MIGUEZ, M.G. **Modelo Matemático de Células de Escoamento para Bacias Urbanas.** Tese de Doutorado apresentada à COPPE/UFRJ para obtenção do título de Doutor em Ciências em Engenharia Civil. Rio de Janeiro, RJ, 2001.

MIGUEZ, M.G. **Modelagem matemática de cheias urbanas, através de células de escoamento, como ferramenta na concepção de projetos integrados de combates às enchentes.** Relatório II – Apresentação da modelação topográfica e da topologia associada. PEC 4221 – Projeto CT-Hidro/GBH no 520093/2003-8, 2003.

MIGUEZ, M.G.; MASCARENHAS, F. C. B. ; MAGALHÃES, L. P. C. **Multifunctional Landscapes for Urban Flood Control in Developing Countries.** International Journal of Sustainable Development and Planning (online), v.2., 2007.

MIGUEZ, M. G.; MASCARENHAS, F. C. B. ; PRODANOFF, J. H. A. ; MAGALHÃES, L. P. C., 2007. **Simulating Floods in Urban Watersheds: Hydrodynamic Modelling of Macro, Micro-Drainage and Flows Over Streets.** WIT Transactions on Ecology and the Environment, v. 103, p. 645-656, 2007.

MIGUEZ, M. G.; MASCARENHAS, F. C. B. ; MAGALHÃES, L. P. C.; D'ALTÉRIO, C. F. V. **Planning and Design of Urban Flood Control Measures: Assessing Effects Combination.** Journal of Urban Planning and Development, v. 135, p. 100-109, 2009.

MIGUEZ, M. G.; MAGALHÃES, L. P. C.; ARAÚJO, F. F. **Stepping Towards Sustainable Urban Drainage Practices at Acari River Basin in Rio de Janeiro.** WIT Transactions on Ecology and the Environment (Online), v. 122, p. 305-316, 2009.

OLIVEIRA, R.C.N.; MIGUEZ, M.G. **O Domínio dos Terrenos Marginais e Seu Impacto na Requalificação Fluvial.** IX CONGRESO REGION I DE AIDIS, Retos y Oportunidades en Norteamérica y el Caribe, 2011.

OLIVEIRA, R.C.N.; MIGUEZ, M.G. **O Domínio dos Terrenos Marginais e Seu Impacto na Requalificação Fluvial.** XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, Maceio, 2011.

OLIVEIRA, D.G.M. **Metodologia de reabilitação fluvial integrada, O caso do rio Estorões na paisagem protegida das lagoas de bertianos e s. pedro d'arcos,** pp 1, 2006.

PALMER, M.A. ; J.D. Allan. **Restoring rivers. Issues in Science & Technology,** National Academy of Sciences, Winter, 2006, pp 40-48.

PEDROLI, B.; BLUST, G.; LOOY, K.; ROOIJ, S. **Setting targets in strategies for river restoration.** Landscape Ecology 17 (Suppl. 1), 2002.

REZENDE, O. M. **Avaliação de Medidas de Controle de Inundações em um Plano de Manejo Sustentável de Águas Pluviais Aplicado à Baixada Fluminense,** 2010.

ROCHA, L. L.: LACERDA. C.A.M. **Comentários ao Código de Mineração do Brasil.** 1983.

SILVA, M.L. **Dos terrenos marginais da união: conceituação a partir da constituição federal de 1988.** Revista da AGU, Eletrônica nº 82, 2008.

TEIXEIRA, M. D. M. **Influência dos Parâmetros Geomorfológicos e Hidráulicos na Navegabilidade Fluvial**, 2006.

TOSHIO MUKAI. **Direito Ambiental Sistematizado**. Forense Universitária, 2007.

TUCCI,C.E.M. **Hidrologia Ciencia e Aplicação**, 4 edição, 2009.

TUCCI,C.E.M. **Inundações Urbanas**. ABRH/RHAMA, 2007.

VERÓL, A.P. **Simulação da Propagação de Onda Decorrente de Ruptura de Barragem, Considerando a Planície de Inundação Associada a Partir da Utilização de um Modelo Pseudobidimensional**, 2010.

VIEIRA DA SILVA R C.; Wilson-Jr G. **Hidráulica Fluvial**, Volume I, 255 p. COPPE/UFRJ,RJ., 2005.

ZONENSEIN, J. **Índice de Risco de Cheia como Ferramenta de Gestão de Enchentes**, 2007

<http://imagem.band.com.br-Foto:Thiago Sampaio/AFP>. Consultado em 23 de julho de 2010.

<http://wikimapia.org>, Consultado em 18 de abril de 2011.

[http:// www.anpf.com.br/histnostrilhos/histnostrilhos09_novembro2033.htm](http://www.anpf.com.br/histnostrilhos/histnostrilhos09_novembro2033.htm). Consultado em 30 de abril de 2011.

barramansa.pdf . Consultado em 19 de abril de 2011.

<http://zonaderisco.blogspot.com/2010/07/inundacao-mega-desastre-em-lagoas.html>., Consultado em 2 de agosto de 2010.

<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/dtbs/riodejaneiro/>

<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/dtbs/riodejaneiro/>

<http://diariodovale.uol.com.br> , consultado em 27 de julho de 2010.

<http://diariodovale.uol.com.br/noticias/0,32631,Governo-decreta-que-%E2%80%98volta-redonda%E2%80%99-do-Paraiba-nao-existia.html#axzz1Kwtnf6Mv>. Consultado em 29 de abril de 2011.

<http://mtc-m18.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/ePrint%4080/2005/05.11.13.21/doc/v1.pdf>,

Consultado em 12/07/2010.

http://noticias.pgr.mpf.gov.br/noticias/noticias-do-site/copy_of_meio-ambiente-e-patrimonio-cultural/mpf-rj-quer-cessar-danos-ambientais-do-lixao-de-volta-redonda, consultado em 06 de abril de 2011.

<http://rjtv.globo.com/Jornalismo/RJTV/0,,MUL870830-9097,00.html>, consultado em 06 de abril de 2011.

<http://topicos.estadao.com.br/fotos-sobre-chuvas>, consultado em 18 de julho de 2010.

http://www.ana.gov.br/pnrh/documentos/5Textos/3EvolucaoLegal4_04_03.pdf, Acesso em: 22 de março de 2011.

http://www.ana.gov.br/pnrh/documentos/5Textos/3EvolucaoLegal4_04_03.pdf, acessado em: 22 de março de 2011).

<http://www.anpf.com.br/histnostrilhos/historianostrilhos09>

<http://www.dominiopublico.gov.br>, consultado em 7 de maio de 2011)

<http://www.faroldemocrata.com/?p=513> , consultado em setembro de 2010.

http://www.historiadobrasil.net/documentos/pau_brasil.htm, acessado em 10 de maio de 2011).

http://www.ibge.gov.br/seculox/arquivos_xls/palavra_chave/populacao/rural.shtm ,

consultado em 29 de março de 2011.

http://www.inea.rj.gov.br/noticias/noticia_dinamica1.asp?id_noticia=1066, Consultado em 7 de abril de 2011.

http://www.institutocidadeviva.org.br/inventarios/sistema/wp-content/uploads/2008/06/13_tres_pocos.pdf .Consultado em 29 de abril de 2011.

<http://www.internationalrivers.org/en/blog/lilian-alves/2010-7-9/no-nordeste-enchentes-devastadoras-estao-ligadas-rompimento-de-barragens>.

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constitui%C3%A7ao.htm, Acesso em: 22 de março de <http://www.jusbrasil.com.br/legislacao/156858/decreto-52748-08-sao-paulo-sp>, Consultada em 27 de abril de 2011.

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643.htm, acessado em: 20 de 11 de 2010)

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643.htm. Acesso em: 20 de 11 de 2010.

<http://www.prefeitura.sp.gov.br/portal/acidade/historia/index.php?p=4673>, acessado em 11 de maio 2011).

http://www.resende.rj.gov.br/page/galeria_cidade.asp, Consultado em 12 agosto de 2010.

<http://www.resendefotos.com.br/ListaFotoG.asp?CodFot=915>, consultado em 10 de abril de 2011.

<http://www.semarh.al.gov.br/programas/proagua/arquivos-para-baixar/Estudos%20Hidrologicos%20Rio%20Jacuibe.zip/view>, Consultado em 16 de julho de 2010.

<http://www.stf.jus.br/portal/jurisprudencia/listarJurisprudencia.asp?s1=479.NUME.%20NAO%20S.FLSV.&base=baseSumulas>. Acesso em 26 de março de 2011.

<http://www.voltaredonda.rj.gov.br/cultura/museu/apoio/arquivos/>

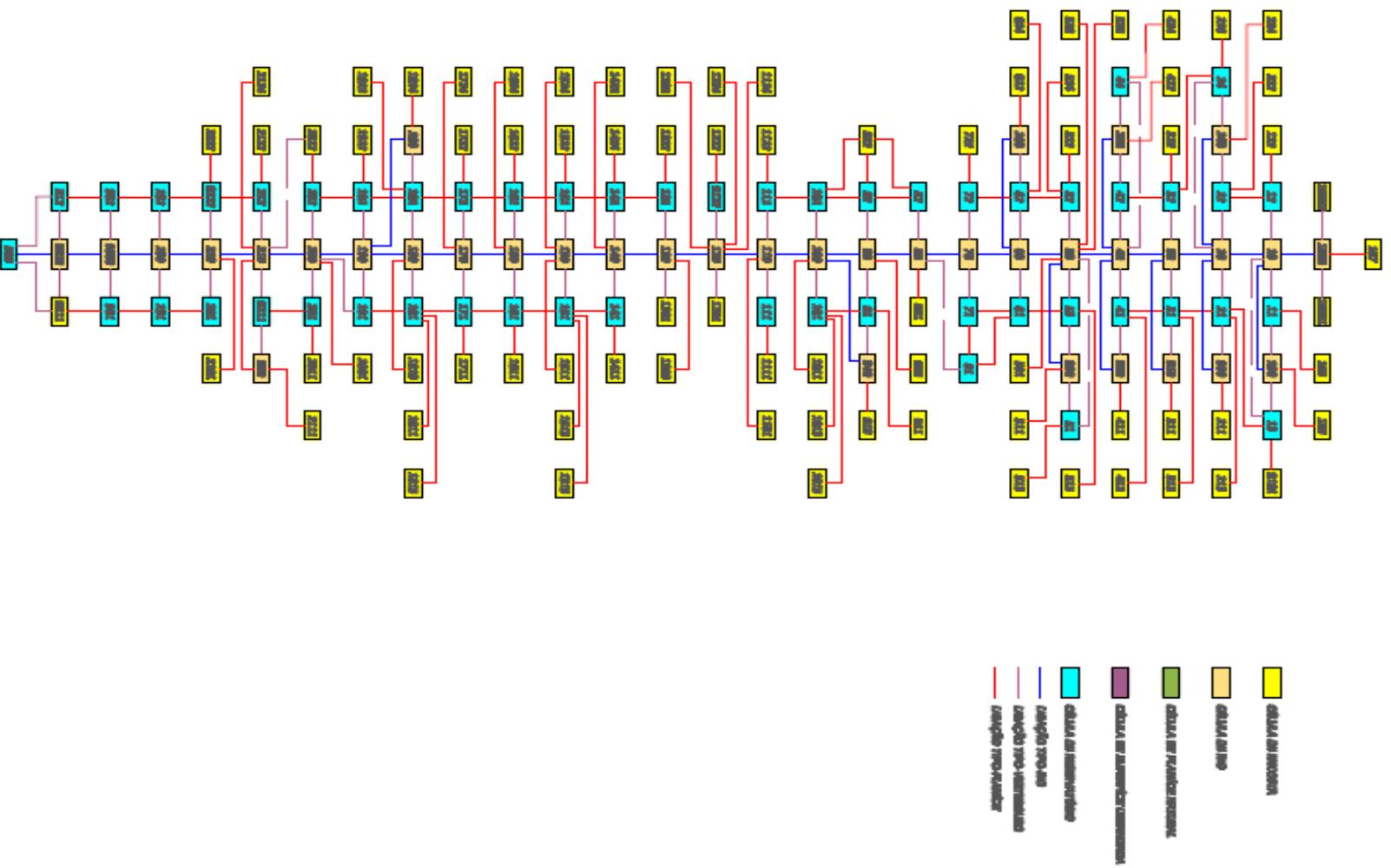
<http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/756409-forca-nacional-de-seguranca-vai-auxiliar-estados-de-al-e-pe-apos-temporais.shtml>, consultado em 18 de julho de 2010.

[robertoguião.pdf](#). Consultado em 28 de abril de 2011.

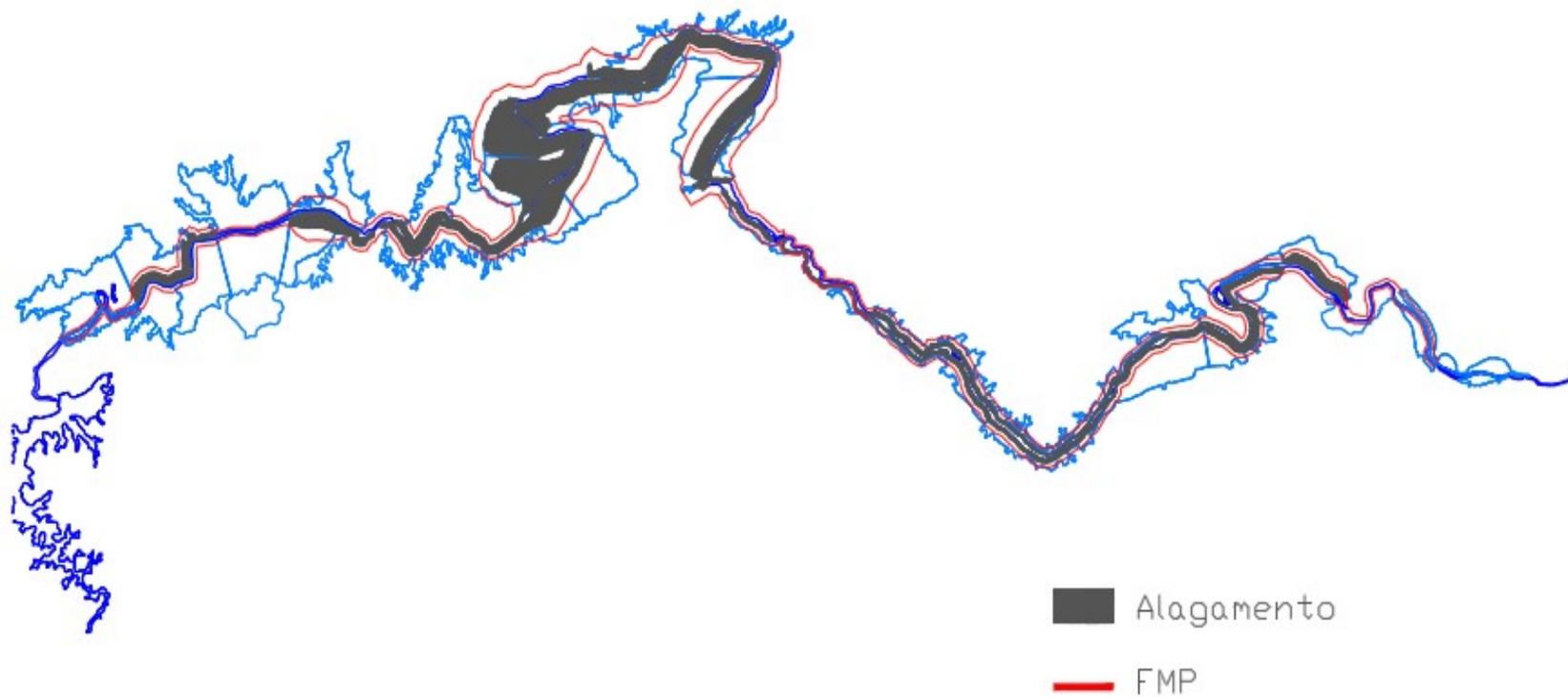
[voltaredonda.Pdf](#). Consultado em 27 de abril de 2011.

APÊNDICES

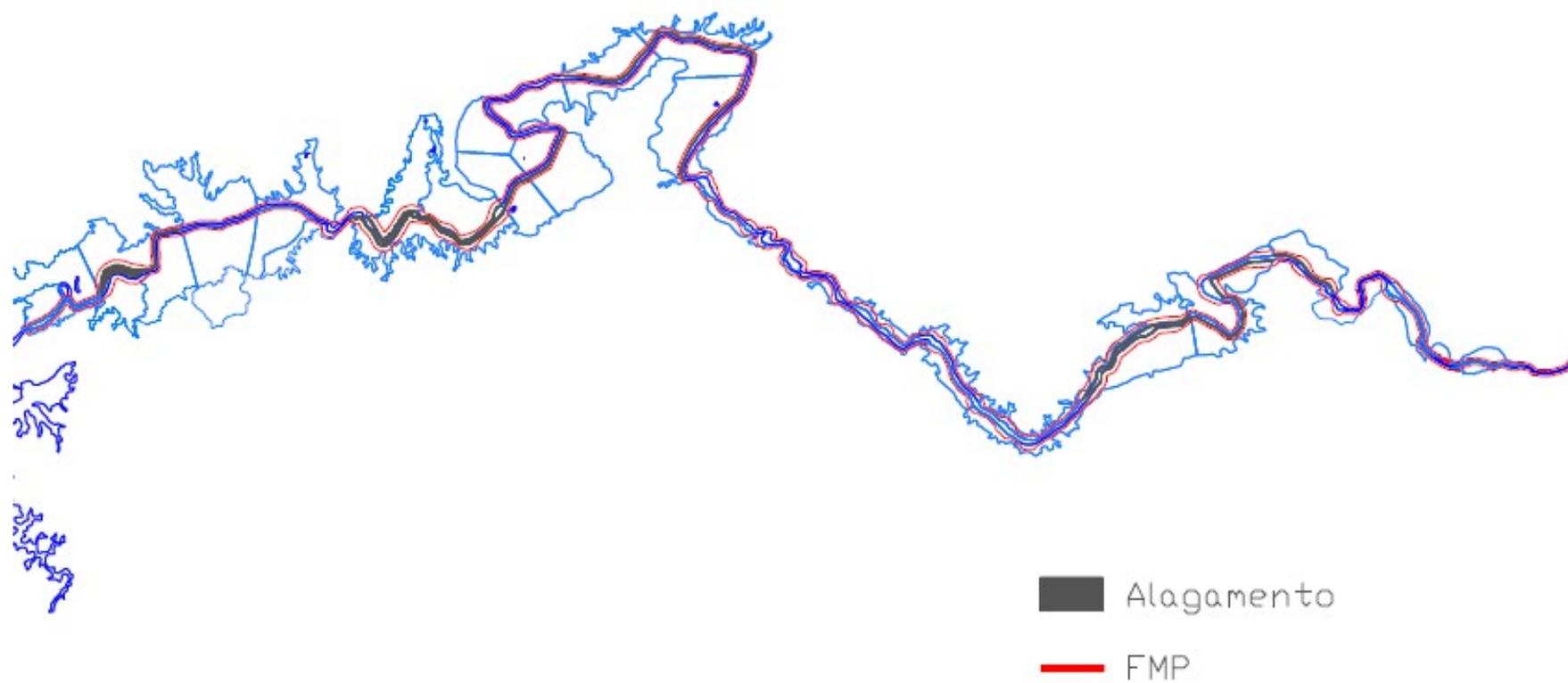
- APÊNDICE A Mapa de Divisão de Células da Área do Estudo
- APÊNDICE B Esquema Topológico Aplicado
- APÊNDICE C Determinação da FMP considerando a Mancha de
Inundação do Evento Máximo
- APÊNDICE D Mapa de Caracterização da FMP baseado nas Enchentes
Sazonais



APÊNDICE B – Esquema topológico aplicado



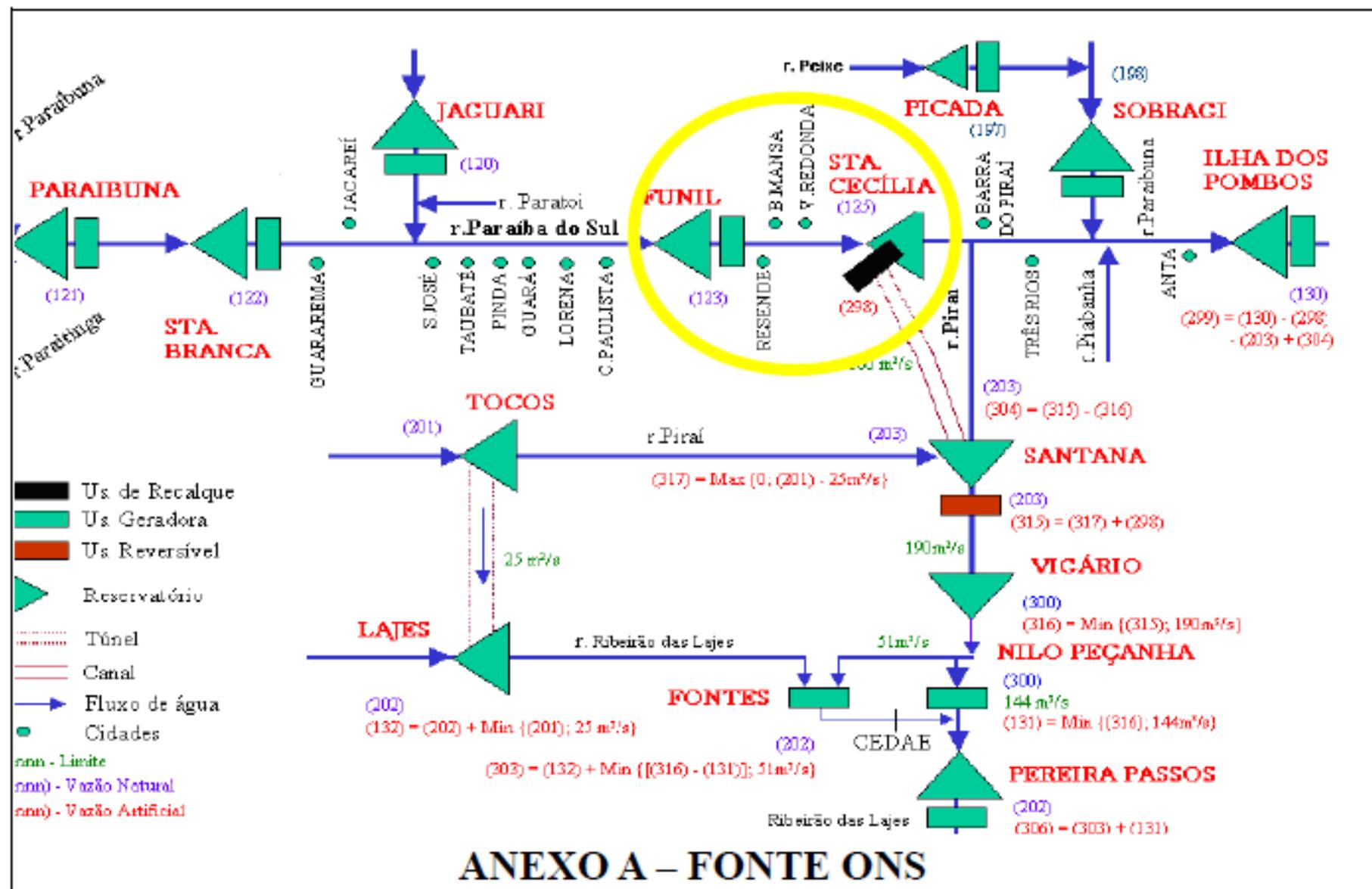
APÊNDICE C – Determinação da FMP considerando a mancha de inundação do evento máximo



APÊNDICE D - Mapa de caracterização da FMP baseado nas enchentes sazonais

ANEXOS

- Anexo A Esquema Geral de Aproveitamento Energético- Complexo Hidrelétrico do Paraíba do Sul/Lajes.
- Anexo B Representação Esquemática do Complexo de Lajes.
- Anexo C Decreto nº 52.748, de 26 de fevereiro de 2008 de São Paulo
- Anexo D Áreas inundáveis de Barra Mansa.
- Anexo E Áreas inundáveis de Volta Redonda.
- Anexo F Ata de Reunião no INEA em Barra Mansa.



ANEXO C

Decreto nº 52.748, de 26 de fevereiro de 2008 de São Paulo

JOSÉ SERRA, Governador do Estado de São Paulo, no uso de suas atribuições legais,
Decreta:

Artigo 1º- Fica instituído Grupo de Trabalho encarregado de revisar os estudos existentes e propor um conjunto de alternativas de novos mananciais para o uso múltiplo de recursos hídricos da Macro metrópole de São Paulo, visando a contribuir para o seu desenvolvimento sustentável, com prioridade para o abastecimento público, bem como diretrizes para o aproveitamento dos mananciais existentes e medidas de racionalização do uso da água até o horizonte de 30 (trinta) anos, considerada a viabilidade técnica, econômico-financeira, institucional e ambiental de cada uma delas.

§ 1º - O Grupo de Trabalho referido no "caput" deste artigo será composto pelos Secretários de Estado titulares das Pastas de Economia e Planejamento, Saneamento e Energia e do Meio Ambiente, sob a coordenação do primeiro.

§ 2º - Para efeito deste decreto, a Macro metrópole de São Paulo é composta pelas Regiões Metropolitanas de São Paulo (RMSP), Campinas (RMC) e Baixada Santista (RMBS), acrescida de regiões limítrofes ou adjacentes de interesse para o objetivo dos trabalhos definidos no "caput" deste artigo.

§ 3º - São total ou parcialmente incluídas no âmbito regional da Macro-metrópole de São Paulo as Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) do Alto Tietê (AT); do Piracicaba, Capivari e Jundiá (PCJ); da Baixada Santista (BS); do Sorocaba e Médio Tietê (SMT); **do Paraíba do Sul** (PS) e outras que indiretamente componham a área de influência deste conjunto ou que sejam de interesse para os trabalhos.

§ 4º - Para o desenvolvimento dos trabalhos o Grupo de Trabalho, por intermédio das Secretarias participantes, em seu conjunto ou individualmente, poderá constituir subgrupos de trabalho com a participação de técnicos da própria Administração estadual, de outros níveis de governo, de associações técnicas, especialistas convidados e outras entidades afetas ao tema.

Artigo 2º- A proposta a ser apresentada pelo Grupo de Trabalho definido no artigo 1º deste decreto deverá ser compatível com os planos de recursos hídricos aprovados em decorrência da Lei estadual nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991, e Lei federal nº 9.433, de 7 de janeiro de 1997, e buscar a conciliação entre as políticas públicas de saneamento, recursos hídricos,

meio ambiente e desenvolvimento regional, e outras que interfiram com o uso múltiplo dos recursos hídricos ou solução escolhida, devendo conter, sem prejuízo de outros pontos considerados essenciais:

I - avaliação dos conflitos pelo uso dos recursos hídricos existentes em decorrência de transferências de vazões entre unidades de gerenciamento objeto do estudo e proposição de alternativas de conciliação;

II - medidas voltadas à gestão da demanda de água pelos diversos setores usuários, com ênfase no abastecimento público;

III- identificação, no nível de planejamento, das obras necessárias à ampliação da oferta de água com vistas ao atendimento das demandas futuras;

IV - identificação, no nível de planejamento, de intervenções complementares nos sistemas de adução para abastecimento público voltadas ao máximo aproveitamento a água ofertada;

V - avaliação das regras operacionais do sistema hidráulico do Alto Tietê e das bacias vizinhas (Piracicaba, Capivari e Jundiá; Baixada Santista; e Sorocaba e Médio Tietê) e elaboração de diretrizes gerais para revisão quando necessário;

VI - concepção de medidas de contingência a serem adotadas pelos setores usuários em períodos hidrológicos desfavoráveis e proposição de instrumentos jurídicos de implementação;

VII - detalhamento de estratégia e planejamento da implementação da proposta para o horizonte de 10 (dez) anos.

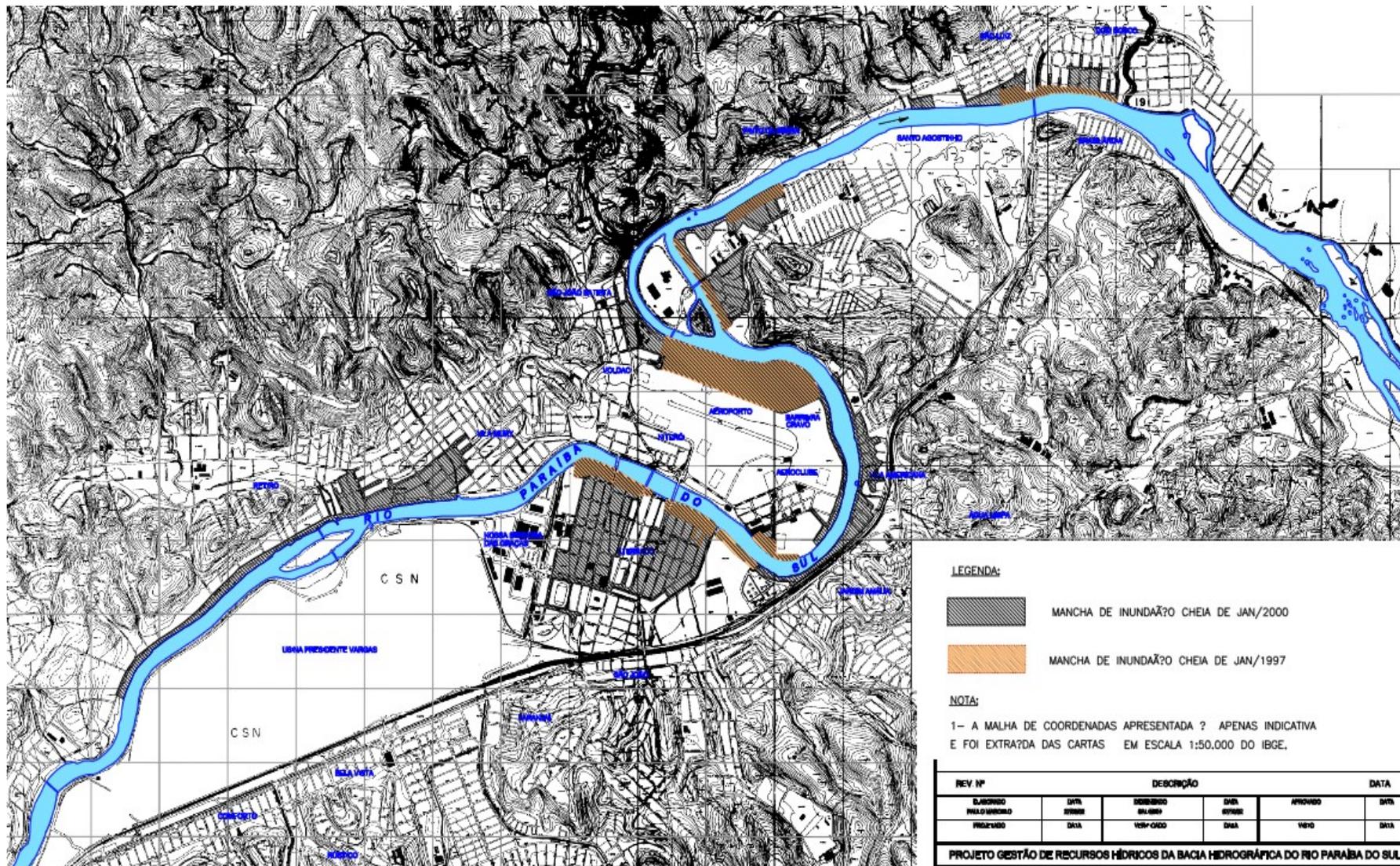
Parágrafo único - O Grupo de Trabalho deverá adotar mecanismos de consulta aos órgãos competentes dos demais níveis de governo e propiciar o acompanhamento dos trabalhos pelos colegiados responsáveis pelas políticas públicas referidas no "caput" deste artigo, especialmente os Comitês de Bacias Hidrográficas.

Artigo 3º- O prazo para a apresentação dos resultados será de 180 (cento e oitenta) dias após o início efetivo dos trabalhos.

Artigo 4º- As despesas decorrentes deste decreto serão suportadas por dotações próprias dos orçamentos das Secretarias que compõe o Grupo de Trabalho ou das respectivas entidades vinculadas, com execução pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE, no limite de suas atribuições legais.

Artigo 5º- Este decreto entra em vigor na data de sua publicação.

Palácio dos Bandeirantes, 26 de fevereiro de 2008 Publicado na Casa Civil, aos 26 de fevereiro de 2008,(7),grifo do autor.



ANEXO E

ANEXO F

ATA DE REUNIÃO

Aos trinta dias de janeiro de 2009, reuniram-se na Superintendência Regional do INEA, os participantes subscritos abaixo para debaterem os seguintes pontos acerca das intervenções realizadas nas margens do rio Paraíba do Sul, Bairro Roberto Silveira, Barra Mansa: 1) A princípio, foram feitas as apresentações de praxe; 2) O servidor da GRPU-RJ, Ricardo Castro, explanou sobre a irregularidade da obra, uma vez que o SPU não foi, previamente e formalmente, consultado, o que é imprescindível, haja vista tratar-se de área de dominialidade federal e que entregará notificação de vistoria, cobrando esclarecimentos, ao INEA e município de Barra Mansa; 3) Pelo Sr. Carlos Ramos, Eng. Civil do INEA, foi informado que a SERLA foi acionada pelo município de Barra Mansa para atender, em caráter emergencial, o desassoreamento da foz do rio Cotiara, a referida intervenção decorreu de contrato existente entre o município e o órgão ambiental, hoje incorporado ao INEA; 4) Foi informado também, que as intervenções absurdas constatadas ocorreram sem o prévio conhecimento do órgão ambiental estadual, cujo conhecimento da situação ocorreu somente após a comunicação, pelo analista processual, Carlos Lima Castro, no dia 29.01.2009; 5) Foi questionado ao Sr. Ricardo Castro, qual o procedimento a ser adotado na hipótese de atendimento de situações emergenciais, os participantes foram informados de que, no entendimento do servidor, qualquer intervenção em área de dominialidade federal deve ser precedida de consulta formal à Secretaria do Patrimônio da União, através da GRPU-RJ; 6) Os participantes entendem que há a necessidade de se buscar uma atuação coordenada entre todos os órgãos competentes para evitar futuros transtornos e demandas judiciais; 7) Foi levantada a possibilidade da celebração de um convênio entre a SPU e o INEA, de forma a agilizar a regularização de intervenções na foz de rios estaduais que atingem áreas de domínio da União; 8) Pelo Sr. Ricardo foi informado que poderá ser lavrado auto de infração e embargo administrativo; 9) Foi informado, pelo INEA, que as obras foram paralisadas e que a máquina será retirada, até que as questões legais e ambientais estarem solucionadas; 10) Ressalta-se que não houve participação, nesta reunião, de representantes do município de Barra Mansa, sendo ventilada a necessidade de agendamento de nova reunião entre TODOS os órgãos envolvidos. Ninguém mais querendo fazer o uso da palavra, encerrou-se a presente reunião às 14h.