



**AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA DE DEMARCAÇÃO DE TERRENOS
MARGINAIS E ACRESCIDOS. ESTUDO DE CASO DO TRECHO FLUMINENSE
DO RIO PARAÍBA DO SUL**

Jussara Stutz Oliveira

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-graduação em Planejamento
Energético, COPPE, da Universidade Federal do
Rio de Janeiro, como parte dos requisitos
necessários à obtenção do título de Mestre em
Planejamento Energético.

Orientador(es): Marcos Aurélio Vasconcelos de
Freitas
Mônica de Aquino Galeano
Massera da Hora

Rio de Janeiro
Fevereiro de 2019

**AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA DE DEMARCAÇÃO DE TERRENOS
MARGINAIS E ACRESCIDOS. ESTUDO DE CASO DO TRECHO FLUMINENSE
DO RIO PARAÍBA DO SUL**

Jussara Stutz Oliveira

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO
LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA
(COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE
DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
EM CIÊNCIAS EM PLANEJAMENTO ENERGÉTICO.

Examinada por:

Prof. Marcos Aurélio Vasconcelos de Freitas, D. Sc.

Profª. Mônica de Aquino Galeano Massera da Hora, D. Sc.

Prof. Marco Aurélio dos Santos, D. Sc.

Prof. Daniel de Berrêdo Viana, D. Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL
FEVEREIRO DE 2019

Oliveira, Jussara Stutz

Avaliação da Metodologia de demarcação de Terrenos Marginais e acrescidos. Estudo de Caso do trecho fluminense do rio Paraíba do Sul/Jussara Stutz Oliveira. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2019.

XII, 115 p.: il.; 29,7 cm.

Orientadores: Marcos Aurélio Vasconcelos de Freitas
Mônica de Aquino Galeano Massera da
Hora

Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de
Planejamento Energético, 2019.

Referências Bibliográficas: p. 61-69.

1. Terrenos marginais e acrescidos. 2. Cota média das
enchentes ordinárias. 3. rio Paraíba do Sul. I. Freitas,
Marcos Aurélio Vasconcellos de, *et al.* II. Universidade
Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de
Planejamento Energético. III. Título.

"Ainda que eu falasse as línguas dos homens e dos anjos, se não tiver caridade, sou como o bronze que soa, ou como o címbalo que retine. Mesmo que eu tivesse o dom da profecia, e conhecesse todos os mistérios e toda a ciência; mesmo que tivesse toda a fé, a ponto de transportar montanhas, se não tiver caridade, não sou nada."

I Coríntios, 13

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, pelo dom da vida e por me permitir concluir mais essa etapa.

Em segundo a todos que de alguma forma colaboraram para que chegasse até aqui.

Ao meu marido, um grande companheiro, que nunca me deixou desistir, sempre me motivando e colaborando, seja pelas palavras amigáveis e sinceras, seja por gestos afetuosos. E ao meu filho Pedro, que ainda está em meu ventre, quem tem estado às vinte e quatro horas do dia comigo, aguentando firme toda pressão.

Aos meus pais, que continuamente se dedicaram e ainda dedicam para a minha evolução profissional e pessoal.

De forma especial aos meus estimados orientadores, pelos quais tenho grande admiração, Mônica da Hora e Marcos Freitas, através da doação do seu tempo e de seus conhecimentos, pela paciência e dedicação, tudo isso com um imenso carinho.

E a todos os membros do PPE, à equipe de limpeza, da administração e aos professores.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

**AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA DE DEMARCAÇÃO DE TERRENOS
MARGINAIS E ACRESCIDOS. ESTUDO DE CASO DO TRECHO FLUMINENSE
DO RIO PARAÍBA DO SUL**

Jussara Stutz Oliveira

Fevereiro/2019

Orientadores: Marcos Aurélio Vasconcelos de Freitas
Mônica de Aquino Galeano Massera da Hora

Programa: Planejamento Energético

Este trabalho discorre sobre a metodologia de demarcação dos terrenos marginais e acrescidos da Secretaria de Patrimônio da União e propõe a consideração da vazão correspondente ao tempo de recorrência de 2 anos nesta metodologia. Foi adotado o estudo de caso do trecho fluminense do rio Paraíba do Sul. Os resultados alcançados indicam que a metodologia preconizada pela Secretaria de Patrimônio da União não é capaz de considerar o processo contínuo de antropização do rio Paraíba do Sul, causado, principalmente, pela implantação e operação de aproveitamentos hidrelétricos. Além disso, foi possível verificar que as réguas limimétricas dos postos fluviométricos estudados são influenciadas pelas constantes alterações no leito e ocupação das margens do rio, dificultando a estimativa da cota de enchente ordinária. A pesquisa conclui pela sugestão da adoção da vazão com tempo de recorrência de 2 anos, à semelhança do Instituto Estadual do Ambiente, pois acredita-se que de posse deste valor e da modelagem das condições hidrodinâmicas do escoamento, será possível estabelecer os níveis d'água de demarcação da linha média de enchentes ordinárias.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

EVALUATION OF THE METHODOLOGY OF DEMARCATON OF MARGINAL AND ADDED LANDS. CASE STUDY OF THE FLUMINIAN STRAIGHT OF THE PARAÍBA DO SUL RIVER

Jussara Stutz Oliveira

February/2019

Advisors: Marcos Aurélio Vasconcelos de Freitas
Mônica de Aquino Galeano Massera da Hora

Department: Energy Planning

This paper discourse about the methodology of demarcation of marginal lands and added by the Secretariat for Federal Heritage and proposes the consideration of the flow rate corresponding to the recurrence interval of 2 years in this methodology. It was adopted the case study of the fluminense stretch of the Paraíba do Sul river. The results indicate that methodology preconized by Secretariat for Federal Heritage is not able to consider the continuous process of anthropization of Paraíba do Sul river, caused, mainly, from the implantation and operation of hydro power plants. In addition, it was possible to verify that limnimetric rulers of the studied fluvimetric stations are influenced by constants alterations in the bed and occupation of the stream bank, making difficult the estimation of the ordinary flood quota. The research concludes by the suggestion of the adoption of flow rate with a recurrence interval of 2 years, as to the State Environmental Agency (INEA), due to belief that in possession of this value and the modeling of hydrodynamic flow conditions, it will be possible to establish the water levels of demarcation of the average line of flood ordinary.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO.....	1
1.1 OBJETIVO GERAL	3
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.3 JUSTIFICATIVA	3
1.4 ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO.....	4
CAPÍTULO 2: DOMÍNIO PÚBLICO E PRIVADO DOS TERRENOS DAS MARGENS E LEITO DOS CURSOS D'ÁGUA	5
2.1 ÂMBITO INTERNACIONAL	5
2.1.2 Estados Unidos da América	5
2.1.2 França	7
2.1.3 Inglaterra	8
2.1.4 Portugal	8
2.1.5 Espanha	9
2.2 NO BRASIL	10
2.2.1 Lei nº 1.507 de 1867	11
2.2.2 Decreto nº 4.105 de 1868.....	11
2.2.3 Código das Águas de 1934.....	12
2.2.4 Decreto nº 9.760 de 1946	13
2.2.5 Orientação Normativa-GEADE-003 de 2001	14
2.2.6 Código Civil de 2002	15
2.2.7 Código Florestal de 2012	16
2.2.8 Instrução Normativa nº 2 de 2018	18
2.2.9 Lei Estadual nº 650 de 1983	19
2.2.10 Lei Estadual nº 1.130 de 1987	20
2.2.11 Decreto Estadual nº 42.356 de 2010	20
2.2.12 Norma Operacional para a demarcação da FMP de cursos d'água no Estado do Rio de Janeiro	22

2.2.13 Nota Técnica INEA de 2018	23
2.3 PARÂMETROS HIDRÁULICOS E HIDROLÓGICOS ASSOCIADOS	24
2.3.1 Calha Regular e Leito Menor	24
2.3.2 Cheias ordinárias	26
CAPÍTULO 3: MATERIAIS E MÉTODOS.....	29
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO RIO PARAÍBA DO SUL	29
3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS APROVEITAMENTOS HIDRELÉTRICOS....	33
3.2.1. UHE Funil	33
3.2.2. UEL Santa Cecília	34
3.2.3. Complexo Anta/Simplício	35
3.2.4. UHE Ilha dos Pombos	36
3.2.5. Operação do Complexo de Lajes/Paraíba do Sul	36
3.3. DEMARCAÇÃO DE TERRENOS MARGINAIS E ACRESCIDOS PROPOSTA PELA SPU	41
3.4. DEMARCAÇÃO DE FMP DO INEA	44
3.5. AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DOS DADOS.....	46
3.6. POSTOS FLUVIOMÉTRICOS COM INFORMAÇÃO DE DADOS.....	46
CAPÍTULO 4: RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	50
4.1 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DA SPU	51
4.2 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DO INEA	54
4.3 ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DAS USINAS HIDRELÉTRICAS	56
CAPÍTULO 5: CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
APÊNDICE A	70
APÊNDICE B.....	99
APÊNDICE C.....	107

Lista de Figuras

Figura 1: Limites de jurisdição em função da cota do nível d'água máximo ordinário ...	5
Figura 2: Variação da cota do nível d'água máximo ordinário em função de processos de erosão e assoreamento	6
Figura 3: Faixa de proteção da fauna e flora ribeirinha.....	7
Figura 4: Delimitação do domínio público das margens e leito de um curso d'água.....	7
Figura 5: Domínio público hidráulico e suas zonas de proteção.....	10
Figura 6: À esquerda, demarcação de FMP em rio com largura rio inferior a 10 metros. À direita, demarcação de APP em rio com largura inferior a 10 metros.....	21
Figura 7: Faixa Marginal de Proteção de Rios	22
Figura 8: Seção do rio.....	25
Figura 9: Os tipos de leitos fluviais, notando-se a distinção entre o leito de vazante, o leito menor e o leito maior.....	26
Figura 10: Bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul	29
Figura 11: Perfil longitudinal do rio Paraíba do Sul.....	32
Figura 12: Esquema de aproveitamento hídrico do Subsistema Lajes	34
Figura 13: Demarcação LMEO	41
Figura 14: Etapas para o cálculo de vazões máximas	44
Figura 15: Perfil longitudinal do trecho fluminense do rio Paraíba do Sul com as usinas e postos fluviométricos.....	48
Figura 16: Exemplo de seções de réguas instaladas segundo os padrões da ANA	50

Lista de Tabelas

Tabela 1: Largura de APP em função da largura de um curso d'água	16
Tabela 2: Aproveitamentos hidrelétricos e elevatória existentes no trecho fluminense do rio Paraíba do Sul	33
Tabela 3: Equações para determinação da largura de referência nos casos em que o Decreto 42.356/2010 não é aplicável	45
Tabela 4: Postos fluviométricos selecionados	47
Tabela 5: Período de falhas para os dados de cota e vazão	49
Tabela 6: Leituras de Réguas calculadas a partir da metodologia da SPU	52
Tabela 7: Metodologia da SPU - Vazão e tempo de recorrência para os períodos associados às leituras de réguas	53
Tabela 8: Variação Percentual da vazão entre os diferentes períodos temporais	54
Tabela 9: Vazão e variação percentual das vazões para o tempo de recorrência de 2 anos para os diferentes períodos temporais	55
Tabela 10: Valores de vazão calculados pela metodologia do INEA e pela metodologia da SPU para os diferentes períodos	56

Abreviações e Siglas

AHE - Aproveitamento Hidrelétrico

ANA - Agência Nacional de Águas

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

APP - Áreas de Preservação Permanente

DAEE/SP - Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo

DNAEE - Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica

FMP - Faixa Marginal de Proteção

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas

INEA – Instituto Estadual do Ambiente

LLTM - Linha Limite dos Terrenos Marginais

LMEO - Linha Média das Enchentes Ordinárias

NMA - Níveis Máximos de Água

OHWM - *Ordinary High Water Mark* (nível d'água máximo ordinário)

ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico

SERLA – Superintendência Estadual de Rios e Lagoas

SPU – Secretaria do Patrimônio da União

STJ – Superior Tribunal de Justiça

TR – Tempo de Recorrência

TCU – Tribunal de Contas da União

UEL - Usina Elevatória

UHE - Usina Hidrelétrica

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

Para garantir o ordenamento territorial e ambiental é fundamental a existência de um planejamento e, principalmente, um contínuo monitoramento por parte do poder público, a fim de manter uma boa gestão do território. Quando não há essa atuação fiscalizadora fica facilitada a ocupação e expansão da população em áreas que pertençam à União ou em áreas que deveriam ser preservadas, o que prejudica o equilíbrio social e ambiental do ecossistema a que pertença (PEREIRA, 2009).

Um exemplo das áreas afetadas pela ocupação desordenada e indevida são as margens dos rios, de ocorrência histórica, movida tanto pelo interesse em seus usos múltiplos como também no interesse de suas propriedades hidrodinâmicas, como a navegabilidade. Essa ocupação ribeirinha pode prejudicar o ecossistema aquático, além de alterar as características físicas do leito e a qualidade e a quantidade de água. As consequências negativas dessa ocupação não se contêm no âmbito ambiental, pois causam transtornos sociais e econômicos, visto que a margem está periodicamente sujeita a inundações (MMA, 2017).

Como forma de reconhecimento da importância em garantir uma gestão territorial ordenada e em equilíbrio com o meio, leis voltadas para a gestão e proteção das áreas ribeirinhas foram promulgadas. De maneira geral, a base legal vigente reconhece os terrenos marginais como bens da União.

A Secretaria de Patrimônio da União (SPU), órgão vinculado ao Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão, é responsável por administrar os patrimônios da União. Dentre as suas competências, destaca-se a incorporação e regularização dos bens da União, que incluem os terrenos marginais de rios navegáveis federais. Para a regularização desses terrenos marginais, é necessária a demarcação da Linha Média de Enchente Ordinária (LMOE), que é determinada pela média de enchente ordinária, além da consulta de documentos que indiquem a posição das margens fluviais no ano de 1867 ou próximo a ele (SPU, 2001).

Essa demarcação é de suma importância tanto para a gestão pública, como para a ambiental, visto que impede a ocupação irregular dessas faixas, porém, a metodologia da SPU apresenta dificuldades de implantação, como por exemplo, ao reportar-se à representação cartográfica do ano de 1867 e da média das enchentes ordinárias

(OLIVEIRA, 2011). Conforme Nascimento (2015), a União tem encontrado dificuldades para realizar essa demarcação em estrita obediência aos termos legais, e em face disso, constatam-se inúmeros julgados do Superior Tribunal de Justiça (STJ) anulando os processos demarcatórios, justamente contra a falta de critérios científicos e técnicos utilizados.

Esta ausência de normatização também é citada por TCU (2015) quando menciona que a legislação que rege a demarcação é ampla e carece de regulamentação, o que ocasiona dúvidas de interpretação por parte dos órgãos/entidades operadores, e cita como exemplo a divergência de entendimentos entre a Agência Nacional de Águas (ANA) e a SPU sobre rios federais e respectivos terrenos marginais. De acordo com o Tribunal de Contas da União (TCU), a ausência de normas abordando aspectos conceituais (LMEO, navegabilidade, flutuabilidade, leito fluvial, v.g.) inviabiliza a atuação da SPU no desempenho de suas atribuições, mais especificamente, a atividade de avaliação de imóveis, cuja delimitação físico-geográfica necessita de marcos normativos objetivos (TCU, 2015).

Com base no exposto, o presente estudo buscou analisar a metodologia da demarcação da LMEO a partir da base legal vigente, e, em seguida, recomendar a incorporação da variável vazão correspondente ao tempo de recorrência de 2 anos, para ser adotada como complemento à essa metodologia. Acredita-se que a incorporação desta variável facilitará o processo de delimitação física, uma vez que poderão ser utilizadas ferramentas computacionais de simulação de escoamento hidrodinâmico. Cabe ressaltar que não será objeto da presente pesquisa a delimitação propriamente dita, em virtude das dificuldades apontadas.

Para o estudo de caso foi escolhido o trecho fluminense do rio Paraíba do Sul, rio de domínio federal que atravessa e serve de limite aos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais. No estado do Rio de Janeiro, o rio atravessa a conhecida região socioeconômica do Vale do Paraíba, caracterizada por trechos com ocupação da área ribeirinha (LABHIDRO, 2006).

No rio Paraíba do Sul são identificados usos múltiplos da água, principalmente para a geração de energia. Conta também com a presença de reservatórios para garantir armazenamento e atuar como controle de cheias e reguladores de vazão e com um sistema de transposição de água (LIGHT, 2017).

O estirão do rio Paraíba do Sul selecionado no âmbito deste estudo refere-se ao trecho fluminense porque o Estado Rio de Janeiro possui Norma Operacional para a demarcação da Faixa Marginal de Proteção (FMP), definida pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA). Dessa forma, será possível fazer a comparação desta norma com a Orientação Normativa para a demarcação dos terrenos marginais pertencentes à União definida pela SPU.

1.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a metodologia de cálculo da linha média de enchente ordinária a partir das vazões máximas anuais através de um estudo de caso do estirão rio Paraíba do Sul no trecho correspondente ao estado do Rio de Janeiro.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos da presente pesquisa são:

- Levantar as informações de leituras de régua, vazões e perfil transversal disponíveis nos postos fluviométricos localizados no trecho fluminense do rio Paraíba do Sul.
- Calcular a cota média para cada posto fluviométrico conforme a metodologia preconizada pela Orientação Normativa – GEADE-003 da SPU.
- Associar a cota média à vazão a partir da curva-chave de cada posto fluviométrico utilizado no estudo.
- Propor a incorporação da variável vazão correspondente ao tempo de recorrência de 2 anos, a ser adotada em complementação à metodologia preconizada pela SPU.

1.3 JUSTIFICATIVA

A metodologia proposta em SPU (2001) apresenta algumas dificuldades de implantação, como por exemplo a demarcação da LMEO representativa do ano de 1867, o que pode inviabilizado em virtude da ausência de informações e alterações decorrentes de ocupação e uso dos solos e dos rios desde então.

Além disso, há que se considerar que de acordo com o artigo 12-C do Decreto-Lei 9.760/46, cabe à SPU a conclusão até 31 de dezembro de 2025, da identificação dos

terrenos marginais de rio federal navegável, dos terrenos de marinha e seus acrescidos (BRASIL, 1946).

Assim, justifica-se a avaliação da metodologia, bem como a proposição de alternativas que possam embasar a SPU e dar celeridade nos processos de demarcação. Para tanto, foi realizado um estudo de caso no estirão fluminense do rio Paraíba do Sul, o qual é alvo de transformações antrópicas, sobretudo pelos aproveitamentos hidrelétricos, reservatórios e desvios de água, o que pode descharacterizar o regime hidrológico do rio.

1.4 ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO

A estrutura organizacional do estudo compõe-se na pesquisa e no levantamento de dados, apresentados em forma de capítulos.

No Capítulo I, INTRODUÇÃO, apresenta-se a situação problema, os objetivos da pesquisa, a sua importância e a organização deste estudo.

No Capítulo II, DOMÍNIO PÚBLICO E PRIVADO DAS MARGENS E LEITO DOS CURSOS D'ÁGUA, encontra-se descrita a revisão bibliográfica relacionada à área temática da pesquisa.

O Capítulo III, MATERIAIS E MÉTODOS, apresenta as informações disponíveis e as etapas de desenvolvimento do estudo.

O Capítulo IV, RESULTADOS E DISCUSSÃO, são relatados os resultados alcançados e os mesmos são comparados com as metodologias da SPU e Inea.

No Capítulo V, CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES, se apresentam as conclusões deste trabalho, bem como os possíveis desdobramentos para estudos futuros.

As publicações consultadas para o desenvolvimento da pesquisa estão relacionadas nas referências bibliográficas.

CAPÍTULO 2: DOMÍNIO PÚBLICO E PRIVADO DOS TERRENOS DAS MARGENS E LEITO DOS CURSOS D'ÁGUA

O presente capítulo apresenta a contextualização da pesquisa a partir da descrição da legislação e instrumentos relacionados com o tema demarcação da LMEO, bem como discorre sobre questões relevantes sobre o domínio público e privado dos terrenos das margens e leito dos cursos d'água, em âmbito internacional e nacional.

2.1 ÂMBITO INTERNACIONAL

2.1.2 Estados Unidos da América

A Suprema Corte dos EUA define que o leito e as margens de todos os rios, lagos e riachos que são navegáveis são de propriedade dos estados, “em confiança” para o uso público. Esta propriedade estende-se do leito até o nível d’água máximo ordinário (*ordinary high water mark - OHWM*), abrangendo as terras submersas e submersíveis (NOR, 2013).

Conforme o *Clean Water Act* de 1977, este nível d’água define os limites laterais de jurisdição do Estado para as águas interiores (não influenciadas pelas marés) dos EUA, Figura 1.

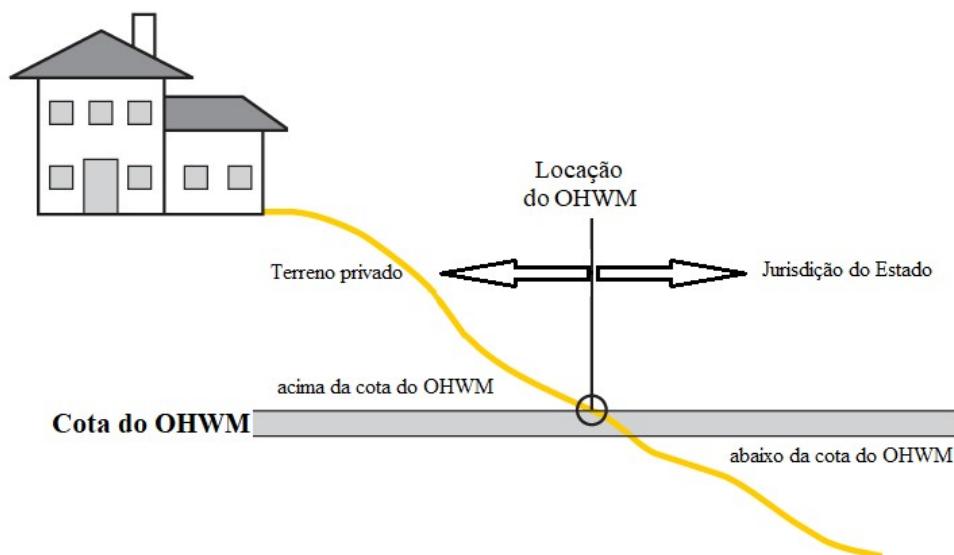


Figura 1: Limites de jurisdição em função da cota do nível d’água máximo ordinário

Fonte: Adaptado de DNR, 2019.

De acordo com USACE (2019), a demarcação precisa do OHWM é essencial para implementação efetiva dessas leis, no entanto, a sua materialização é desafiadora à luz da dinâmica espacial e temporal das águas interiores e dos vários impactos antropogênicos (por exemplo, processos erosivos e de assoreamento) que compõem essa complexidade, Figura 2.

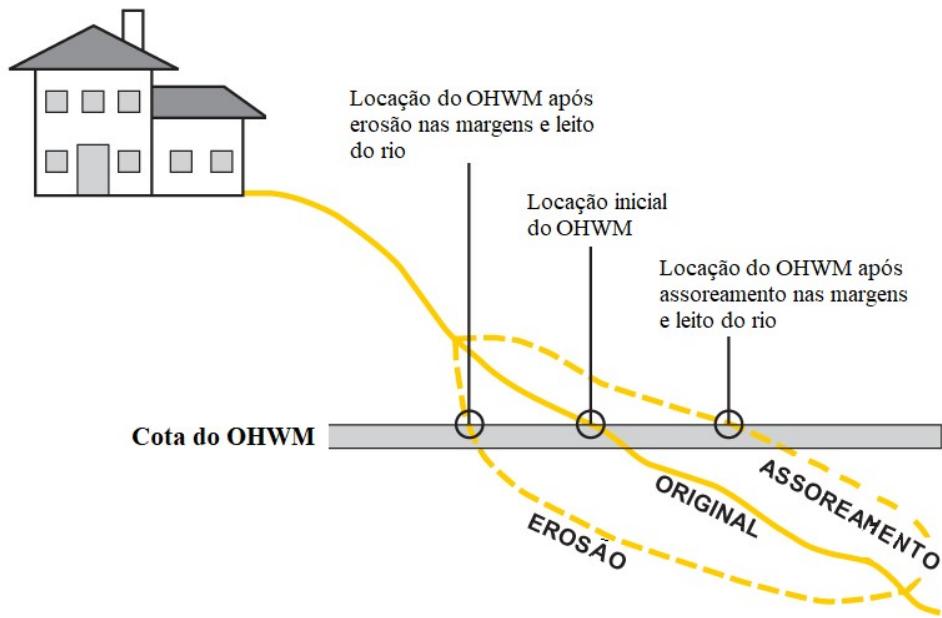


Figura 2: Variação da cota do nível d'água máximo ordinário em função de processos de erosão e assoreamento
Fonte: Adaptado de DNR, 2019.

Quando há interesse da criação de uma faixa de proteção da fauna e flora ribeirinha (*riparian buffer protection*) ao longo de um determinado rio, a legislação americana define uma largura que varia entre 15 a 30 metros (50 a 100 pés), no mínimo, contados a partir do topo da margem do curso d'água, Figura 3. Se o limite da faixa ultrapassar a jurisdição do Estado, ou seja, se estiver em propriedade privada, o governo deve comprar as parcelas de terra ou compensar o trecho sem proteção em outro lugar da bacia hidrográfica do rio em questão (WENGER e FOWLER, 2000).

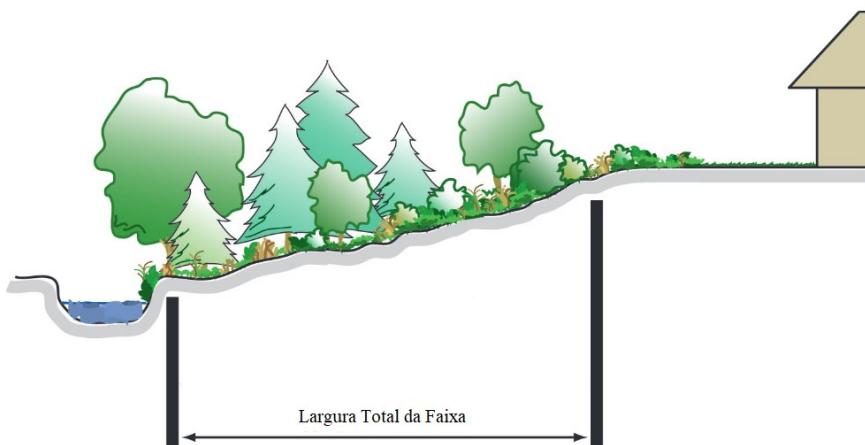


Figura 3: Faixa de proteção da fauna e flora ribeirinha
Fonte: Adaptado de Welsch, 1991.

2.1.2 França

Os limites de domínio público e privado das margens e leito dos cursos d'água na França são estabelecidos pelo *Code Général de la Propriété des Personnes Publiques* (Código Geral da Propriedade das Instituições Públicas), promulgado no ano de 2006.

O código define que o domínio público fluvial natural é constituído por rios e lagos pertencentes ao Estado, suas instituições públicas e autoridades locais. Além disso, os limites de domínio público dos cursos de água são determinados pela altura das águas que fluem em toda a sua extensão antes de transbordarem (*plénissimum flumen*) (RÉPUBLIQUE FRANÇAISE, 2019). A Figura 4 mostra o esquema do domínio.

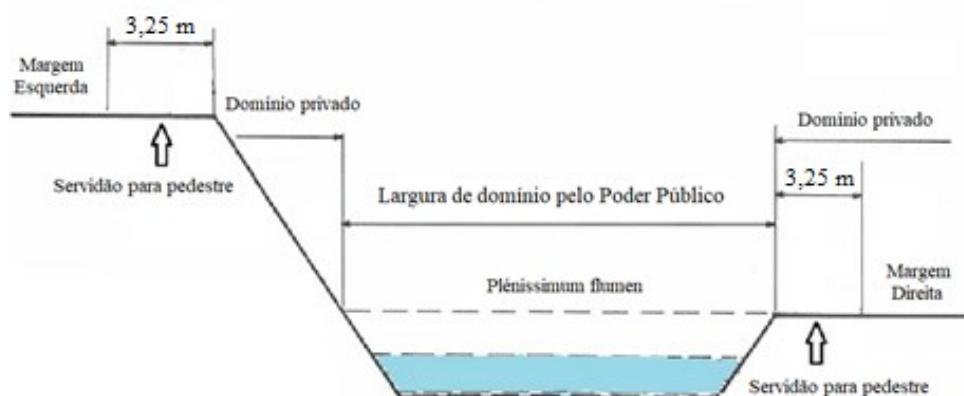


Figura 4: Delimitação do domínio público das margens e leito de um curso d'água
Fonte: Adaptado de République Française, 2019.

2.1.3 Inglaterra

De acordo com EA (2018), os cursos d'água na Inglaterra são vinculados às propriedades privadas, de modo que o proprietário de terreno atravessado por um rio ou que o curso d'água sirva de limite do terreno, desde que comprovado por escritura, é o proprietário deste rio.

Desta forma, cabe ao proprietário o cumprimento de normas para a realização de intervenções nos cursos d'água em sua propriedade. Além disso, é de responsabilidade do proprietário a manutenção, livre de obstruções, do escoamento natural do curso d'água, bem como ações de prevenção da poluição da água, preservação da fauna e flora aquática e manutenção das estruturas hidráulicas de controle de cheias.

2.1.4 Portugal

De acordo com a Lei n.º 54, de 15 de novembro de 2005, a titularidade dos recursos hídricos, que compreendem as águas, com os respetivos leitos e margens, zonas adjacentes, zonas de infiltração máxima e zonas protegidas, classificam-se como recursos dominiais ou pertencentes ao domínio público, e como recursos patrimoniais, pertencentes a entidades públicas ou particulares (DRE, 2019).

O domínio público hídrico (DPH) compreende o domínio público marítimo, o domínio público lacustre e fluvial e o domínio público das restantes águas. O DPH pode pertencer ao Estado, às regiões autônomas e aos municípios e freguesias.

Por outro lado, a lei reconhece a propriedade privada sobre parcelas de leitos ou margens das águas, desde que haja comprovação documental do título legítimo antes de 31 de dezembro de 1864 (art. 15). Os proprietários de parcelas privadas de leitos e margens de águas públicas devem mantê-las em bom estado de conservação e estão sujeitos a todas as obrigações que a lei estabelecer no que respeita à execução de obras hidráulicas necessárias à gestão adequada das águas públicas abrangendo a manutenção, regularização, conservação, desobstrução e limpeza (art. 21).

Cabe destacar que todas as parcelas privadas de leitos e margens de águas públicas estão sujeitas às servidões estabelecidas por lei e a uma servidão de uso público para garantia de acesso às águas, da pesca, da navegação e da flutuação, da fiscalização e policiamento pelas entidades competentes. Para que desempenhem o fim

de utilidade pública a que se destinam, essas parcelas são consideradas inalienáveis, impenhoráveis e imprescritíveis.

A lei elenca os bens – águas e terrenos conexos – que integram o DPH, define as noções de leito e de margem (art. 10º e 11º, respectivamente). No que diz respeito ao leito, sua delimitação corresponde ao nível d'água das cheias médias, sem transbordamento para o solo natural, habitualmente seco. Já as margens, que representam a faixa de terreno contígua à linha que limita o leito, possuem largura de 30 metros (águas navegáveis ou flutuáveis) ou de 10 metros (caso contrário).

A delimitação dos leitos e margens dominiais confinantes com terrenos de outra natureza compete ao Estado (art. 17). Para tanto, foi criada pelo Decreto-Lei nº 56, de 12 de março de 2012, a Agência Portuguesa do Ambiente (APA), cujas competências consistem em: (1) coordenar o procedimento de delimitação do DPH; (2) assegurar a demarcação dos leitos e margens dominiais; (3) licenciar os usos dos recursos hídricos.

2.1.5 Espanha

Na Espanha, a *Ley de Aguas* define que águas são de domínio público do Estado, que, por sua vez, é denominado de Domínio Público Hidráulico (DPH) (BOE, 2001).

O DPH inclui as águas continentais, superficiais e subterrâneas, ou seja, as dos rios, canais intermitentes, lagos, reservatórios e aquíferos; as águas provenientes da dessalinização; os canais de correntes naturais contínuas ou descontínuas, ou seja, a terra em que ela circula, tanto rios quanto barrancos, e, os leitos de reservatórios e lagos (BOE, 2001). A Figura 5 apresenta as faixas de DPH com as suas respectivas zonas de proteção.



Figura 5: Domínio público hidráulico e suas zonas de proteção
Fonte: Adaptado de MITECO, 2011.

De acordo com MITECO (2011), a ribeira representa terras de domínio público ocupadas sob condição de inundação máxima ordinária e o seu limite corresponde ao nível d'água máximo ordinário (*máxima crecida ordinária*). Este nível d'água é definido em regulamento pelo DPH e está relacionado à uma vazão máxima ordinária, estimada a partir de séries históricas diárias de, no mínimo, 10 anos de observação. Para cada ano, é selecionada a vazão máxima anual e, em seguida, estima-se a média das vazões máximas anuais, que corresponderá à vazão máxima ordinária.

2.2 NO BRASIL

De acordo com Miranda (2008), a ocupação do solo sem atendimento aos padrões de sustentabilidade ambiental sujeita a população às intempéries, sem possibilidade de previsão desses efeitos, que se somam em progressão de danos. Por outro lado, a regulação do uso e da ocupação do solo, bem como a aplicação dos limites ambientais nas margens dos cursos d'água com ocupação consolidada, é hoje um dos grandes desafios do poder público, principalmente no que tange ao entendimento da base legal vigente e dos conceitos hidráulicos e hidrológicos associados aos cursos d'água.

2.2.1 Lei nº 1.507 de 1867

Na Lei nº 1.507, de 26 de setembro de 1867, já se fazia menção quanto ao uso e proteção das margens dos rios, porém o intuito não era a questão ambiental e nem a preocupação com a qualidade do curso hídrico, mas sim reservar para a servidão pública as margens dos rios navegáveis ou afluentes dos navegáveis que se encontrassem fora do alcance das marés, com extensão horizontal de sete braças (15,4 metros) a partir do ponto médio das enchentes ordinárias para o interior, podendo o Governo autorizar a concessão desses terrenos (art. 39).

A servidão pública pode ser entendida como o direito público real sobre imóvel privado, no qual passa a ser utilizado, em detrimento do uso próprio, para os interesses coletivos, como por exemplo assegurar a realização e manutenção de obras e serviços públicos ou de utilidade pública (CRETELLA JÚNIOR, 2006). Essa preocupação, à época, dizia respeito às atividades desenvolvidas ao longo dos rios e também em suas margens, como a comercialização, transporte e até mesmo questões de segurança.

Cabe mencionar que na referida lei não há a conceituação do termo terreno de marinha.

2.2.2 Decreto nº 4.105 de 1868

Em seguida, foi promulgado o Decreto nº 4.105, de 22 de fevereiro de 1868, o qual trata sobre a regulação dos terrenos de marinha, dos reservados nas margens de rios e seus acréscidos natural ou artificialmente.

No que diz respeito aos terrenos de marinha, o §1º do art. 1º menciona que são terrenos de marinha todos os que banhados pelas águas do mar ou dos rios navegáveis que vão até a distância de 15 braças craveiras (33 metros) para a parte de terra, contadas desde o ponto a que chega a preamar média.

Quanto à definição de terrenos reservados, o referido decreto manteve a redação da Lei 1.507/1867, em seu §2º do art. 1º: “São terrenos reservados para a servidão pública nas margens dos rios navegáveis e de que se fazem os navegáveis, todos os que banhados pelas águas dos ditos rios, fora do alcance das marés, vão até a distância de 7 braças craveiras (15,4 metros) para a parte de terra, contadas desde o ponto médio das enchentes ordinárias”. Permitiam-se algumas concessões desses terrenos, as quais

deveriam ser requeridas na Corte e nas Províncias, por intermédio das Câmaras Municipais (art. 2). A medição e demarcação dos terrenos marginais era atribuição exclusiva da autoridade administrativa (§2º do art. 19).

Além disso, o decreto inseriu o conceito de terrenos acrescidos, que são os terrenos formados ou os que vierem a se formar, seja de forma natural ou artificial, além do ponto médio de enchentes ordinárias em direção às águas dos rios. Também estabeleceu como se daria a diferenciação entre o domínio marítimo ou o domínio fluvial, o qual seria determinado pelo alcance das marés, ou seja, quando as águas deixarem de ser salgadas de modo sensível ou não houver ação poderosa do mar, percebido mediante fator geológico como, por exemplo, a formação de depósitos marinhos, o domínio será fluvial, caso contrário, domínio marítimo (§3º e §4º do art. 1).

2.2.3 Código das Águas de 1934

O Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934 declarou como bens públicos dominicais os terrenos reservados nas margens de correntes públicas de uso comum e navegáveis, os quais não pertencessem à particulares mediante título legítimo (art. 11). Esses terrenos reservados pertenceriam à União, caso a corrente navegável também pertencesse à União (art. 31). Vale ressaltar a permissão do uso desses terrenos pelos ribeirinhos, principalmente o cultivo pelos pequenos proprietários, em casos em que não houvesse conflito com o interesse público, porém reservava-se uma faixa de 10 metros destinados à servidão de trânsito, disponíveis para os agentes da administração pública (§ 2º do art. 11, art. 12).

Conforme o 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. É possível observar que o valor de 7 braças craveiras (15,4 metros) foi alterado para 15 metros, valor adotado atualmente.

No que diz respeito aos terrenos de marinha, também declarados como bem público, manteve-se a definição do Decreto nº 4.105 de 1868, onde, em seu artigo 13, define: “Constituem terrenos de marinha todos os que, banhados pelas águas do mar ou dos rios navegáveis, vão até 33 metros para a parte da terra, contados desde o ponto a que chegar o preamar médio”.

Além disso, menciona que os fatores determinantes para estabelecer o domínio marítimo ou domínio fluvial, para o efeito de medirem-se ou demarcarem-se 33 (trinta e três) ou 15 (quinze) metros, serão indicados pela seção transversal do rio cujo nível oscile ou não com a maré ou por qualquer fator geológico ou biológico que ateste ou não a ação poderosa do mar (art.15).

2.2.4 Decreto nº 9.760 de 1946

O Decreto-lei 9.760, de 5 de setembro de 1946, dispõe sobre os bens imóveis da União. Incluiu, dentre outros, os terrenos de marinha e seus acréscidos, bem como os terrenos marginais dos rios navegáveis, em territórios federais, exceto os particulares, comprovadamente mediante título legítimo, (alíneas “a” e “b” do art. 1º). De acordo com a interpretação da alínea b do art. 1º, vale ressaltar que eram admitidos que os terrenos marginais de rios navegáveis em território federal pudessem pertencer à particulares, estando seu uso associado ao interesse do proprietário, assim como esta possibilidade também é admitida pelo Código das Águas.

Este Decreto-lei modificou sutilmente algumas nomenclaturas e definições, dentre os quais se destacam terrenos reservados para terrenos marginais e ponto médio de enchente ordinária para linha média de enchente ordinária. Assim, conforme o art. 4º, os terrenos marginais passam a ser definidos como aqueles banhados pelas correntes navegáveis, fora do alcance das marés, até a distância de 15 metros, medidos horizontalmente para o sentido da terra, contados a partir da linha média das enchentes ordinárias (LMEO).

O Decreto prevê as que as demarcações sejam realizadas até 31 de dezembro de 2025, tanto a linha da preamar média como a linha média de enchente ordinária (art. 12C incluído pela Lei 13.465/2017).

Quanto ao conceito de terrenos de marinha, o Decreto os define como aqueles que possuem uma extensão de 33 m contados horizontalmente a partir da linha do preamar médio em direção à terra, seja ela situada no continente, na costa marítima ou margens de rios e lagos sobre influências das marés, bem como os terrenos que contornam ilhas influenciadas pelas marés (art. 2). Ainda acrescenta em seu parágrafo único o que caracteriza a influência das marés: a oscilação periódica de no mínimo cinco centímetros do nível das águas. É possível que se formem porções de terra de

forma natural ou artificialmente na direção dos mares ou cursos d’água influenciados pela maré, seguidos dos terrenos de marinha, conceituados como terrenos acrescidos de marinha (art. 3).

Estabelece como competência da Secretaria do Patrimônio da União (SPU) a determinação da posição das linhas do preamar médio do ano de 1831 e da média das enchentes ordinárias (art. 9º). A determinação será feita à vista de documentos e plantas, relativos àquele ano, ou, quando não obtidos, a época que do mesmo se aproxime (art. 10º). O primeiro passo desse processo se inicia com a audiência pública, a fim de recolher os documentos e plantas, mediante solicitação ao Município abrangido pelo trecho a ser demarcado e também dirimir dúvidas e fornecer informações à população interessada. A SPU no Estado determinará a posição da linha demarcatória por despacho, somente após a realização dos trabalhos técnicos necessários (art. 12). Não há menção do conteúdo mínimo desses trabalhos técnicos.

Nas disposições finais e transitórias, o decreto cita que todos os tipos de bens imóveis da União não estão sujeitos ao usucapião¹, bem como reafirma que a demarcação desses terrenos deverá fundamentar-se na lei vigente na época em que tenham sido realizadas (arts. 200 e 202).

2.2.5 Orientação Normativa-GEADE-003 de 2001

Dado que a competência para demarcar a LMEO é da SPU, o órgão publicou em 4 de junho de 2001, a Orientação Normativa que disciplina a demarcação de terrenos marginais e seus acrescidos (ON-GEADE-003). Este documento buscou estabelecer diretrizes e critérios para a demarcação de terrenos marginais e seus acrescidos, naturais ou artificiais, por meio da determinação da posição da Linha Média das Enchentes Ordinárias (LMEO) e da Linha Limite dos Terrenos Marginais (LLTM).

O documento orienta que inicialmente seja feito um levantamento de dados a respeito da área a ser demarcada, a fim de definir com precisão o trecho objeto da futura demarcação, os quais podem ser divididos em subtrechos, tendo como critério principal os acidentes geográficos que os delimitam. Esses dados devem fundamentar-se em bases cartográficas, a fim de viabilizar a futura marcação do terreno marginal. Em

¹ De acordo com Andrade (2010), usucapião é o direito real sobre um bem imóvel em consequência da ocupação deste por tempo determinado, fixados pela legislação pertinente.

seguida, deve ser feita uma visita de campo a fim de confirmar as informações levantadas ou averiguar inconformidades.

Quando o trecho a ser demarcado já estiver definido, o próximo passo deve-se identificar as estações fluviométricas existentes, bem como aquelas localizadas à montante e à jusante do mesmo.

É recomendável que seja feita uma pesquisa documental histórica, visando detectar possíveis mudanças nos regimes hidrológicos, para que a demarcação dos terrenos marginais fluviais e acréscidos represente o ano de 1867 ou cerca desse ano. Para isso, a ON-GADE-003 indica que sejam pesquisados documentos, bases cartográficas antigas, imagens, fotos aéreas, depoimentos, textos e relatos, ou mesmo buscas em órgãos oficiais ou fidedignos.

Entretanto, cabe destacar que por muitas vezes essas informações e documentos são inexistentes, além de trazerem certa subjetividade, visto que sua precisão e detalhamentos podem estar aquém do necessário para fins comparativos. Sem contar que a condição atual de um rio pode estar completamente diferente quando comparada a 1867, visto as alterações causadas pelas canalizações, barragens, reservatórios e a urbanização, dentre outras.

2.2.6 Código Civil de 2002

De acordo com a lei federal nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002, que instituiu o novo Código Civil, os bens dominicais são bens pertencentes ao poder público, ou seja, são aqueles pertencentes às pessoas jurídicas de direito público interno (União, Estados) a que se tenha dado estrutura de direito privado (art. 99). Os bens dominicais integram o patrimônio da Administração Pública, mas não possuem destinação pública específica, podendo ser utilizados das formas previstas em lei. Como exemplo desses bens têm-se os prédios públicos desativados, as terras devolutas, os terrenos marginais e de marinha e seus acréscidos (JUSTEN FILHO, 2005).

Devido ao fato de os mesmos não possuírem destinação específica, o poder público é responsável por definir o uso mais adequado desses bens, de forma que sejam respeitados os princípios da administração pública, em especial o da função social da propriedade (MP, 2017).

Dentro do contexto das possibilidades de uso e propriedades dos bens públicos, o usucapião não é possível, como mencionado anteriormente, porém, a legislação prevê a regularização fundiária, que objetiva legalizar a ocupação residencial em áreas urbanas da União ocupadas em desconformidade com a lei patrimonial. Também prevê a regularização fundiária de interesse social, atividade à cargo da SPU, voltada para as famílias com renda mensal igual ou inferior a cinco salários mínimos (MP, 2017).

2.2.7 Código Florestal de 2012

A lei federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012, estabelece regras de utilização e exploração das florestas, declara como bens de interesse comum as florestas e outras formas de vegetação e determina as Áreas de Preservação Permanente (APP).

São declaradas como APPs, as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, a partir da borda da calha do leito regular, em zonas rurais ou urbanas (art. 2º). Dessa forma, é possível notar a preocupação em garantir a proteção dos rios, através da preservação da mata ciliar, em área rural e urbana, independentemente do tipo ou classificação da cobertura vegetal, evidenciada pela definição de APP: “área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas” (inciso II, art. 3º).

A largura das faixas delimitadoras das APPs varia em função da largura do rio, como ilustrado na Tabela 1, e são contadas a partir da borda da calha do leito regular.

Tabela 1: Largura de APP em função da largura de um curso d'água

Largura do rio (L)	Largura APP
$L < 10\text{m}$	30 m
$10\text{ m} \leq L > 50\text{ m}$	50 m
$50\text{ m} \leq L < 200\text{ m}$	100 m
$200\text{ m} \leq L < 600\text{ m}$	200 m
$L \text{ m} > 600\text{ m}$	500 m

Fonte: BRASIL, 2012.

No que diz respeito à proteção das APPs, as alterações nessas áreas apenas serão permitidas em casos de utilidade pública, interesse social ou de baixo impacto ambiental (art. 8º).

Quanto ao uso nas APPs, segundo o § 6º do art. 4º, é permitido, para pequenas propriedades ou posse rural familiar, o plantio de culturas temporárias e sazonais que se utilizam das oscilações das vazões dos rios e, para os imóveis rurais com até 15 módulos fiscais, a prática de aquicultura e a sua respectiva infraestrutura associada, desde que sejam observadas as regras impostas pela Lei, as quais visam garantir uma prática sustentável.

Para os imóveis rurais localizados ao longo de cursos d'água naturais é necessária a recomposição da faixa marginal, iniciada a partir da borda da calha do leito regular, que irá variar de acordo com a área do imóvel, independente da largura do curso d'água. Sendo: até 1 módulo fiscal, recomposição de 5 metros; superior a 1 e de até 2 módulos fiscais, recomposição de 8 metros; superior a 2 e de até 4 módulos fiscais, recomposição de 15 metros e; superior a 4 módulos fiscais, mínimo de 20 e máximo de 100 metros.

Ainda que as residências, as atividades e infraestrutura associada atendam os quesitos determinados pela lei, os mesmos apenas serão permitidos quando não representarem risco a vida e a integridade física das pessoas. Quando a bacia hidrográfica for considerada crítica, a faixa destinada à preservação permanente pode ser aumentada mediante ato do Chefe do Poder Executivo, bem como, também o poder público determinará adoção de medidas mitigadoras visando garantir a estabilidade das margens e a qualidade da água, quando ameaçadas pelo agravamento de processos erosivos ou pelas inundações. Em imóveis que contenham APP e estejam inseridos em Unidades de Conservação de Proteção Integral não serão aplicáveis essas regras, mas sim o Plano de Manejo daquela unidade (art. 61-A).

Do ponto de vista administrativo, de acordo com Santos (2001):

Áreas de Preservação Permanente são limitações administrativas, impostas pelo Poder Público, e têm como finalidade atender às exigências do interesse público e do bem-estar social. São impostas na modalidade de limitação administrativa negativa, de não fazer, em que o particular fica impedido pela lei de fazer algo, no caso em espécie a exploração ou supressão de matas e vegetação em áreas predeterminadas da sua propriedade rural. São elas, restrições que incidem sobre o uso pleno da propriedade, e ainda consideradas

encargos particular e individual, embora revertam em benefício social e coletivo gratuito [...] são áreas reconhecidas como de utilidade pública, de interesse comum a todos e localizadas, em geral, dentro do imóvel rural, público ou particular.

2.2.8 Instrução Normativa nº 2 de 2018

A Instrução Normativa (IN) nº 2 de 2018 da SPU dispõe sobre os conceitos e critérios para a identificação das áreas de domínio da União constantes nos incisos III, IV, VI e VII do art. 20 da Constituição Federal, dentre os quais consta os terrenos marginais (SPU, 2018).

A identificação dos terrenos marginais poderá ocorrer de duas formas, pela identificação simplificada (IS), quando for necessária apenas a sua segregação dentro de outro imóvel já registrado em nome da União, ou pelo processo de demarcação.

A IS visa o atendimento de demandas de interesse público, social e/ou ambiental detectadas pelo SPU ou outros órgãos da União, estaduais ou municipais, onde o SPU permanece responsável pela efetivação das etapas de identificação, podendo delegar a competência. A IS dos terrenos marginais ocorrerá mediante identificação aproximada, a qual considerará o limite de 15 metros contados a partir da linha das cheias máximas em direção a terra. Para isso será designada uma comissão com três servidores, sendo no mínimo um do SPU, a qual produzirá um relatório final instruído por: portaria de designação da comissão, ofício de consulta de interesse, se for o caso, material utilizado para a caracterização, planta e respectivo arquivo vetorial em formato *shapefile* e memorial descritivo da área delimitada (§5º, art. 21).

Nos casos em que não sejam aplicáveis à IS é imprescindível o processo de demarcação tradicional. A definição de terrenos marginais utilizada por essa IN é a mesma dada pelo art.4º do Decreto-Lei 9.760/1946: “São terrenos marginais os que banhados pelas correntes navegáveis, fora do alcance das marés, vão até a distância de 15 (quinze) metros, medidos horizontalmente para a parte da terra, contados desde a linha média das enchentes ordinárias”, além disso, ressalta dentre os bens de domínio da União: “a) os terrenos marginais dos rios federais navegáveis, se, por qualquer título legítimo, não pertencerem a particular; b) os terrenos marginais situados na faixa de fronteira do território nacional, independente do domínio do curso d’água; e c) os

terrenos marginais de cursos d'água situados inteiramente em áreas sob domínio da União". A condição de navegabilidade do rio é atendida quando, coberto todo o álveo, a navegação de embarcações de qualquer tipo seja admissível e deve ser devidamente comprovada. Segundo esta IN, a demarcação dos terrenos marginais deverá seguir o Decreto-Lei 9.760/1946, arts. 9º ao 14º, e a instrução normativa vigente da SPU.

Ressalta-se que são inoponíveis à União, os títulos de terceiros incidentes nas áreas de terrenos de marginais, exceto àqueles que sejam considerados legítimos. Por sua vez, cabe à SPU a confirmação de propriedades oriundas de títulos efetivamente legítimos, bem como a regularização de outros, além de no interesse social, averiguar e recusar as decorrentes de forma ilícita.

2.2.9 Lei Estadual nº 650 de 1983

A lei estadual nº 650, de 11 de janeiro de 1983, dispõe sobre a política estadual de defesa e proteção das bacias fluviais e lacustres do Estado do Rio de Janeiro. A lei buscou estabelecer normas de proteção, conservação e fiscalização dos cursos d'água estaduais, bem como seus terrenos marginais (arts. 1º e 2º). Dentre os instrumentos de controle do sistema de proteção dos cursos d'água está inserida a Faixa Marginal de Proteção (FMP)².

Por FMP entende-se aquelas áreas de terra que margeiam os corpos d'água, demarcadas pelo Estado do Rio de Janeiro, com a finalidade de proteger as águas públicas estaduais e preservar suas condições ecológicas, hidráulicas e sanitárias tendo em vista os aspectos ambientais conexos ao domínio hídrico. As FMPs são demarcadas para qualquer corpo d'água de propriedade estadual, como tal definidos na Constituição Federal e na Carta Estadual do Rio de Janeiro. Só não cabe a demarcação de FMP no caso de águas públicas da União (SERLA, 1997).

Cabe destacar que as atribuições da extinta SERLA foram transferidas ao Instituto Estadual do Ambiente (Inea) por meio da lei estadual nº 5.101, de 4 de outubro de 2007.

² A demarcação da FMP é uma atividade praticada apenas no estado do Rio de Janeiro.

2.2.10 Lei Estadual nº 1.130 de 1987

A lei nº estadual 1.130, de 12 de fevereiro de 1987, define as áreas de interesse especial do Estado, dentre as quais se destacam as áreas de proteção de rios, compreendidas como as faixas marginais, determinadas como de domínio público (Inciso VI do art. 3º e art. 9º).

As FMPs compreendem as faixas de terra projetadas horizontalmente a partir dos níveis máximos de água (NMA), destinadas à proteção, à defesa, à conservação e à operação de sistemas fluviais (parágrafo único do art. 9). Elas visam assegurar uma área que permita a livre variação dos níveis das águas em sua cheia ordinária, bem como garantir acesso à operação de máquinas para execução de serviços de dragagem e limpeza, evitar a erosão da margem e assoreamento de jusante, conter os sedimentos oriundos do solo e prover a retenção de agroquímicos (RIO DE JANEIRO, 2018). Além disso, de acordo com a Constituição Estadual do Rio de Janeiro, de 5 de outubro de 1988, a FMP é considerada como APP (inciso III, artigo 268).

2.2.11 Decreto Estadual nº 42.356 de 2010

O Decreto 42.356, de 16 de março de 2010, dispõe sobre o tratamento e demarcação da FMP nos processos de licenciamento e autorizações ambientais. O decreto reconhece como existentes as FMPs em áreas urbanas, independentemente de estarem ou não antropizadas (art. 2º), destinando a responsabilidade pela demarcação ao Inea, conforme art. 3º.

O decreto tratou de forma unificada a FMP e a APP, utilizando o mesmo processo demarcatório ao longo dos cursos d'água naturais ou retificados, a partir do limite da área atingida por cheia de recorrência não inferior a três anos (art. 3º).

Essa unificação era condizente, pois o extinto Código Florestal de 1965 reconhecia que a demarcação da APP deveria ser considerada a partir nível máximo ou mais alto da água, alínea “a” do art. 2º. Porém, com o novo Código Florestal de 2012, a APP passa a ser demarcada a partir da calha do leito regular. A Figura 6 ilustra as diferenças entre as demarcações de FMP e APP, a partir da promulgação do novo Código Florestal.



Figura 6: À esquerda, demarcação de FMP em rio com largura rio inferior a 10 metros. À direita, demarcação de APP em rio com largura inferior a 10 metros

Fonte: Soares e Santos, 2013.

Cabe destacar que a resolução CONAMA 303/2002, que dispõe sobre parâmetros, definições e limites de APPs, menciona que nível mais alto é aquele alcançado por ocasião da cheia sazonal do curso d’água perene ou intermitente, e o termo regular, definido pelo atual Código Florestal, refere-se a calha por onde correm regularmente as águas do curso d’água durante o ano.

Além disso, vale ressaltar que, conceitualmente, a FMP e a APP são distintas. De acordo com Miranda (2008), as FMPs dizem respeito ao aspecto hidrológico do rio, referindo-se aos espaços que o corpo hídrico necessita para expansão de calha em épocas de cheias acima dos parâmetros históricos de vazão, e espaços de movimentação de margens (aluviões e avulsões) e áreas de transbordo dos rios, que fazem parte da vida do corpo hídrico, enquanto as APPs são aquelas compostas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem e a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico, proteger o solo e assegurar o bem-estar social.

Para áreas localizadas em zona urbana, o decreto prevê redução dos limites mínimos estabelecidos pelo Código Florestal, mediante vistoria local feita por pelo menos três servidores do INEA atestando cumulativamente: que a área encontra-se antropizada; a existência de longa e consolidada ocupação urbana, contando com, no mínimo, quatro equipamentos de infraestrutura urbana; a inexistência de função ecológica da FMP/APP e; que a alternativa de recuperação da área seja inviável.

Nestas condições, a FMP/APP mínima será de 15 metros contados a partir de uma seção teórica com tempo de recorrência igual a 10 anos ou, quando a distância entre as margens existentes for superior à calculada, adotar-se-á essa margem em detrimento da seção teórica (incisos I, II, III e VI do art. 4º e §1º do art. 4º). A intenção em adotar um tempo de recorrência de 10 anos, aplicados aos casos previstos, é amenizar a redução da FMP, pois, quanto maior for o tempo de recorrência, maior a seção hidráulica de passagem da cheia projetada.

Observa-se também nesse decreto, a definição de um critério hidrológico, vazão com tempo de recorrência não inferior a 3 anos para áreas não urbanas e de 10 anos para áreas urbanas consolidadas. Do ponto de vista técnico, a adoção desse critério hidrológico evita interpretações equivocadas ou passíveis de questionamentos.

A Figura 7, a seguir, ilustra os critérios do Inea com relação às larguras das FMPs.

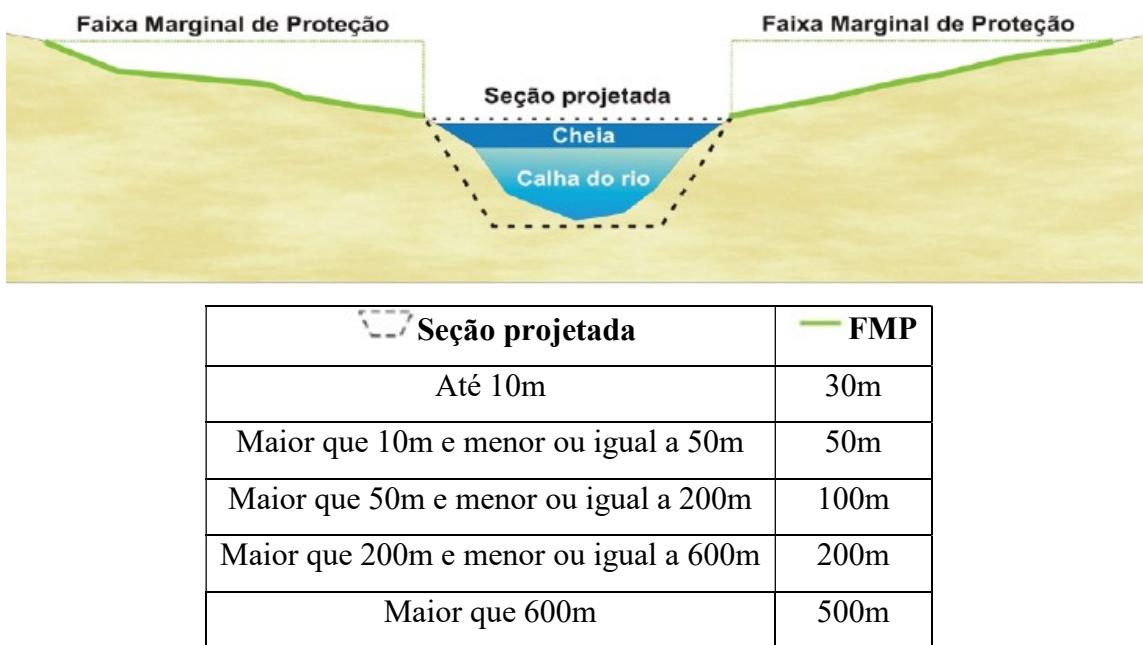


Figura 7: Faixa Marginal de Proteção de Rios
Fonte: INEA, 2010.

2.2.12 Norma Operacional para a demarcação da FMP de cursos d'água no Estado do Rio de Janeiro

O INEA publicou, em 8 de janeiro de 2016, a Norma Operacional (NOP) para demarcação das FMPs no Estado do Rio de Janeiro (NOP-INEA nº 33). O documento visou estabelecer os critérios e procedimentos que devem ser adotados para a

demarcação, que são válidos para os corpos d’água inseridos integral ou parcialmente no Estado do Rio de Janeiro. Os cursos d’água de domínio federal também terão suas FMPs demarcadas, porém apenas na porção inserida no território do estado.

O ponto de partida para a demarcação da FMP é fundamentado em critérios hidrológicos, ou seja, é definido pela largura que o curso d’água atinge devido à passagem de determinada cheia, associada a uma vazão máxima de referência. Essa demarcação pode ser feita por trechos ou para toda a extensão do rio, conforme solicitação ao órgão. No caso de já haver uma seção hidráulica implantada e aprovada para o curso d’água a ser demarcado, a FMP será a partir dessa margem da seção estabelecida nesse projeto. A vazão de referência a ser adotada dependerá se a área é urbana consolidada ou não. Nos casos em que a área não for considerada como urbana consolidada, será adotada uma vazão correspondente ao tempo de recorrência de 2 anos, caso contrário, será adotada uma vazão correspondente ao tempo de recorrência de 10 anos.

É possível observar que o valor do TR adotado para as áreas não urbanas na NOP difere do valor adotado pelo Decreto 42.356/2010, o qual considera um tempo de recorrência não inferior a 3 anos para o cálculo da seção de cheia.

2.2.13 Nota Técnica INEA de 2018

A Nota Técnica nº 2, de 10 de abril de 2018, propõe um critério para determinação da LMEO, a fim de demarcar os terrenos reservados ao Estado do Rio de Janeiro, ou seja, os terrenos a margem de rios estaduais. Objetiva estabelecer uma metodologia fundamentada em conceitos claros e menos subjetivos, visando agilizar os processos administrativos relativos à usucapião e demarcação de terras do Estado.

Os estudos convergem para o fato de que a cheia ordinária está associada a tempo médio de recorrência entre 1,5 a 2 anos, que por sua vez é associada à vazão que ocorre dentro da calha (*bankfull*), quando o rio se encontra em regime. Por sua vez, para o uso do modelo matemático, utilizado como ferramenta de determinação das manchas de inundação e definição da LMEO, é recomendado que seja adotado um número inteiro, sendo, portanto, proposto pela nota técnica a adoção do TR de 2 anos, o qual também é adotado pela Norma Técnica Operacional nº 33 para demarcação da FMP, o que torna o processo demarcatório mais prático, visto a uniformização do critério de referência (TR=2 anos).

É de suma importância a adoção de um tempo de recorrência unificado para fundamentar e agilizar os processos de demarcação. Além disso, ao se adotar um valor de referência único, as áreas estabelecidas serão coexistentes, uma vez que os terrenos marginais estarão contidos nas FMPs, bem como nas APPs.

2.3 PARÂMETROS HIDRÁULICOS E HIDROLÓGICOS ASSOCIADOS

2.3.1 Calha Regular e Leito Menor

Conforme a Lei 12.651/2012, o leito regular corresponde à calha por onde correm regularmente as águas do curso d’água durante o ano, e a várzea de inundação corresponde às áreas marginais aos cursos d’água sujeitas a inundações periódicas (incisos XIX e XXI, art. 3º).

No Projeto de Lei 1876/1999 (Brasil, 1999), a qual mediante alterações veio a transformar-se na Lei ordinária 12.651/2012, a definição de leito menor é a mesma definição dada ao leito regular do Código Florestal (Lei 12.651/2012), “leito menor: canal por onde correm regularmente as águas do curso d’água durante o ano”. Dessa forma é possível notar que, apesar de terem recebido nomenclaturas diferentes (calha regular e leito menor), ambas foram definidas da mesma forma.

Junior (2013) acredita que o termo calha regular esteja associada a uma vazão que preenche a calha transversal do rio, até o nível máximo antes do transbordamento. Essa vazão também é chamada de vazão dominante, cuja descarga é a responsável por formar e delinear a seção transversal do rio. Em seu estudo, adotou a vazão associada ao tempo de recorrência de 2 anos para calcular a largura de referência da calha regular.

Pereira (2008) menciona que:

Em relação ao escoamento, o leito menor corresponde ao canal principal, sendo mais bem definido que os outros canais em termos de largura, profundidade, continuidade da vazão e da vegetação. Ao leito menor associa-se a vazão dominante, que corresponde à cheia com um período de retorno próximo de 2 anos. Esta vazão corresponde à vazão que efetivamente molda a calha do rio.

Já Leopold (1994) afirma que a descarga dominante tem o tempo de recorrência médio de 1,5 anos e conclui que a maioria dos cientistas concorda em relação ao tempo

de recorrência da descarga dominante ser entre 1 e 2,5 anos. Allen *et al.* (1994) adotaram o tempo de recorrência entre 2 a 2,33 anos em um estudo voltado para definição das dimensões médias do canal (equações de previsão).

Ainda segundo TUCCI (2007):

A cota correspondente ao leito menor do rio geralmente se encontra entre 1,5 e 2 anos de tempo de retorno. Tucci e Genz (1996) determinaram a cota correspondente ao leito menor dos postos da bacia do rio Paraguai e verificaram que na média o tempo de retorno deste nível é de 1,87 anos. A vazão que delimita o leito maior ou o vale de inundação corresponde geralmente a um risco da ordem de 100 anos, variando em função dos condicionantes geológicos.

Dessa forma, Tucci (2007) classifica o leito do rio em duas porções, o leito menor e o leito maior, conforme apresentado na Figura 8.

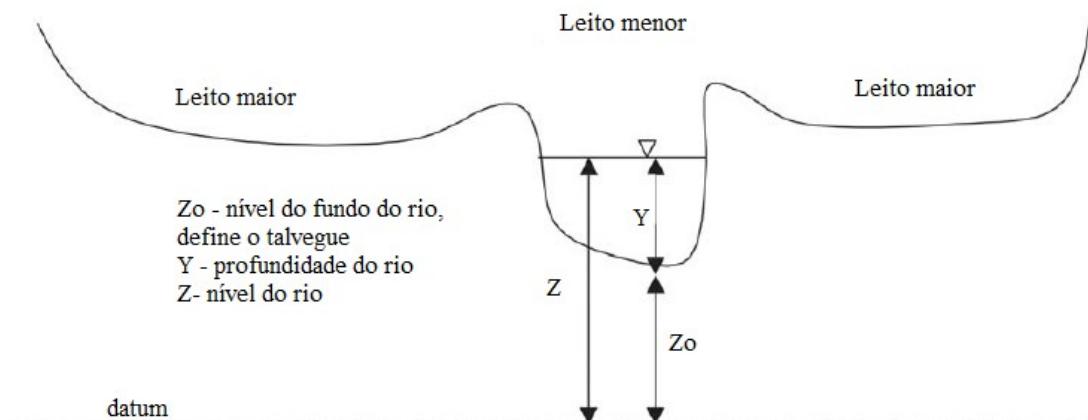


Figura 8: Seção do rio
Fonte: Tucci, 2007.

Já Christofolleti (1981) classificou o leito do rio em três partes, o leito de vazante, o leito menor e o leito maior (sazonal ou excepcional), conforme a Figura 9, a seguir, segundo descrição abaixo:

- a) Leito de vazante: está inserido no leito menor e é por onde escoam as águas baixas. Localiza-se entre as margens do leito menor e acompanha o talvegue, (linha de maior profundidade ao longo do leito).
- b) Leito menor: bem delimitado, visualmente identificado entre margens geralmente bem definidas. Crescimento de vegetação impedido ou dificultado

- devido ao contínuo escoamento da água. Ao longo de seu trecho é possível observar irregularidades, com partes mais profundas, outras menos profundas, mais retilíneas e oblíquas em relação ao eixo visível do leito (umbrais);
- c) Leito maior periódico ou sazonal: regularmente ocupado pelas cheias pelo menos uma vez a cada ano;
 - d) Leito maior excepcional: onde correm as enchentes com intervalos irregulares, porém, nem todos os anos.



Figura 9: Os tipos de leitos fluviais, notando-se a distinção entre o leito de vazante, o leito menor e o leito maior
Fonte: Christofolleti, 1981.

Segundo SPU (2006), o leito maior sazonal é a "calha alargada ou maior de um rio, ocupada em períodos anuais de cheia". E o leito menor ou caixa de um rio, segundo SPU (2001), é definido como “parte do canal ocupada pelas águas e cuja frequência impede o crescimento da vegetação. Esse tipo de leito é delimitado por margens bem definidas”.

2.3.2 Cheias ordinárias

A cheia ordinária está associada à vazão máxima em uma dada seção do corpo hídrico, ocorrida em um prazo temporal determinado. Segundo Destefani (2005), as cheias são classificadas como extraordinárias e ordinárias, a primeira é representada pelas cheias de magnitude superior a vazão média das cheias anuais, enquanto as ordinárias correspondem às cheias de magnitude até a vazão média das cheias anuais. Em seu estudo optou por utilizar o método de Gumbel para analisar a recorrência das cheias, onde os valores encontrados para as cheias médias anuais corresponderam a TR de 2,3 anos.

Por sua vez, Gumbel (1945) afirma que a média das vazões de cheias anuais possui tempo de recorrência de 2,32762 anos, comumente aproximado para 2,33 anos. Valor similar, tempo de recorrência de 2,3 anos, também foi encontrado por Leopold *et al.* (1964) para os rios da América do Norte. Ainda, segundo Tucci (2007), a média das vazões máximas anuais apresenta ocorrência de cerca de dois anos.

A vazão máxima associada a um determinado tempo de retorno é obtida mediante o ajuste dos dados através da distribuição de probabilidade, quando se obtém uma relação entre a variável aleatória (vazão máxima) e a probabilidade de ocorrer um evento em que essa vazão seja igualada ou superada.

Em relação às possíveis funções de distribuição, a presente pesquisa adotou o preconizado em Eletrobras (1999), que recomenda a adoção das distribuições de probabilidade de Gumbel ou exponencial de dois parâmetros, conforme a assimetria da amostra. Se superior a 1,5, exponencial de dois parâmetros, caso contrário, Gumbel.

O quantil de projeto da distribuição exponencial de dois parâmetros (X_T) é expresso pela Equação 1 e os parâmetros X_0 e β expressos pelas Equações 2 e 3, respectivamente:

$$X_T = X_0 - \beta \cdot \ln\left(\frac{1}{T}\right) \quad (1)$$

$$X_0 = \bar{X} - s \quad (2)$$

$$\beta = s \quad (3)$$

Onde:

X_T quantil de projeto

X_0 e β parâmetros da distribuição

s desvio-padrão da amostra

\bar{X} média da amostra

T tempo de retorno

Já o quantil de projeto (X_T) da distribuição de Gumbel é expresso pela Equação 4 e os parâmetros α e μ expressos pelas Equações 5 e 6, respectivamente:

$$X_T = \mu - \alpha \cdot \left(\ln \left(-\ln \left(1 - \frac{1}{T} \right) \right) \right) \quad (4)$$

$$\alpha = 0,78s \quad (5)$$

$$\mu = \bar{X} - 0,577\alpha \quad (6)$$

Onde α e μ são os parâmetros da distribuição

A média (X) é obtida pela Equação 7, o desvio padrão (S) pela Equação 8 e a assimetria (g) pela Equação 9:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n X_i \quad (7)$$

$$S = \left[\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \right]^{0,5} \quad (8)$$

$$g = \frac{n}{(n-1).(n-2)} \cdot \left(\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{S^3} \right) \quad (9)$$

Onde n é o tamanho da amostra.

CAPÍTULO 3: MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO RIO PARAÍBA DO SUL

A bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul faz parte da Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste, Figura 10. A área de drenagem da bacia abrange 183 municípios (61.307 km²), sendo 39 localizados no Estado de São Paulo (22,73%, 13.934 km²), 56 no Estado do Rio de Janeiro (43,41%, 26.674 km²) e 88 em Minas Gerais (33,76%, 20.699 km²), com territórios parcial ou totalmente inseridos na bacia. A bacia representa 0,7 % da área do Brasil e cerca de 6% da Região Sudeste. A área ocupada pela bacia corresponde a 63% da área total do Rio de Janeiro, 5% de São Paulo e 4% de Minas Gerais (COHIDRO, 2014).

Como suas águas drenam mais de um estado, o rio é classificado como federal, com domínio da União, cuja gestão, de acordo com o art. 4º da Lei 9.984/2000 é representada pela Agência Nacional de Águas (ANA).

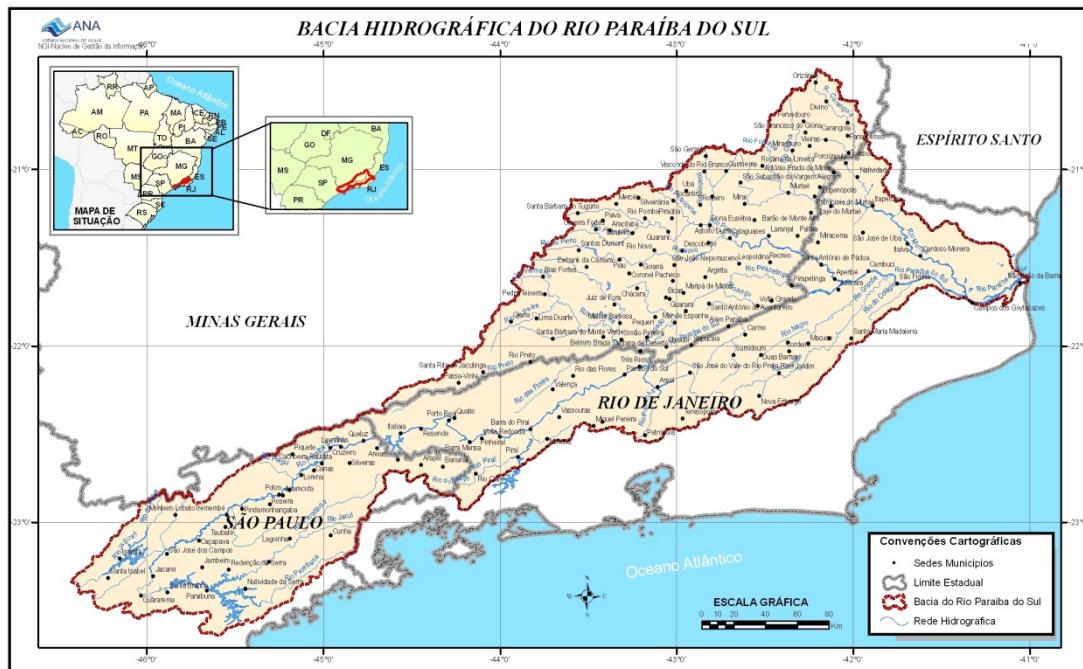


Figura 10: Bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul
Fonte: ANA, 2017.

O rio Paraíba do Sul é formado pela confluência dos rios Paraibuna e Paraitinga, com uma extensão aproximada de 1.100 km contados a partir da nascente do Paraitinga. O início do seu curso ocorre no norte de São Paulo, nas proximidades do município de

Paraibuna, na Serra da Bocaina, a 1.800 de altitude, e sua foz localiza-se ao norte do estado do Rio de Janeiro, no município de São João da Barra. Os principais rios afluentes da margem esquerda são o Jaguari, Buquirá, Paraibuna Mineiro, Pomba e Muriaé, e os da margem direita são o Uma, Bocaina, Bananal, Piraí, Piabanga, Paquequer e Dois Rios (LABHIDRO, 2006; COHIDRO, 2014).

Ao longo de sua extensão as suas características físicas variam, subdividindo-se em quatro seções (VALLENGE, 2011), a saber:

- **Curso Superior:** 317 km de extensão contados a partir da nascente até a cidade de Guarema (SP) e abrange aproximadamente 9,4% da área de drenagem total da bacia. Possui declividade acentuada e chuvas torrenciais, tornando-se necessário a presença de reservatórios a fim de controlar as enchentes. Os reservatórios existentes contêm as enchentes nas áreas correspondentes aos dois terços superiores do rio.
- **Curso Médio Superior:** a partir do fim do curso superior até a Cachoeira Paulista, com 208 km de extensão e área de drenagem equivalente a 12,12% do total. O trecho apresenta pequena declividade, com gradiente altimétrico de 55 m entre o início e fim do trecho, onde perpassa por relevo menos acidentado e com presença de várzeas extensas.
- **Curso Médio Inferior:** a partir do fim do curso médio superior até São Fidélis (RJ), com extensão de 480 km e área de drenagem abrangendo cerca de 61,20% do total. Trecho com presença de cachoeiras e áreas de várzea, além de conter o Pico das Agulhas Negras, ponto mais alto da bacia, com 2.787 m de altitude.
- **Curso Inferior:** a partir do fim do curso médio até a foz. Apresenta extensão de 95 km, área de drenagem abrangendo cerca de 17,28% do total e declividade média de 22 cm/km. A área pela qual perpassa esse trecho compreende a Baixada Campista, onde se localiza o município de Campos dos Goytacazes, sobressalente sob o ponto de vista da extensão urbana e considerável atividade econômica.

A bacia drena umas das regiões mais desenvolvidas do país, caracterizada por uma ocupação aglomerada nos centros urbanos, corroborando com a poluição e degradação ambiental, além da presença de indústrias relevantes (CEIVAP, 2018).

Ao longo do estirão do rio Paraíba do Sul, foram construídos aproveitamentos hidrelétricos e reservatórios, principalmente entre os anos de 1930 e 1960, como a Paraibuna/Paraitinga, Santa Branca, Funil, Santa Cecília e Ilha dos Pombos. Cabe também destacar o sistema Paraíba do Sul/Guandu, o qual, mediante a transposição das águas do rio Paraíba do Sul em Santa Cecília, permite o abastecimento da Região Metropolitana no Rio de Janeiro e ainda supre a demanda de energia elétrica (ANA, 2018). Como último conjunto de aproveitamentos hidrelétricos construídos na década de 2010, destacam-se Anta e Simplício, cujo arranjo considera o barramento do rio Paraíba do Sul, a montante do distrito de Anta (RJ), e seu desvio através de túneis e canais aproveitando um desnível natural de 115 m em aproximadamente 30 km de extensão até a Usina de Simplício, situada próxima à cidade de Além Paraíba (FURNAS, 2018). A Figura 11, a seguir, ilustra o perfil longitudinal do rio Paraíba do Sul com as respectivas cotas das cidades e aproveitamentos hidrelétricos.

A área objeto de estudo compreende o estirão do rio Paraíba do Sul que perpassa o estado do Rio de Janeiro. Portanto, o trecho fluminense se inicia a partir da UHE Funil com foz no município de Campos dos Goytacazes.

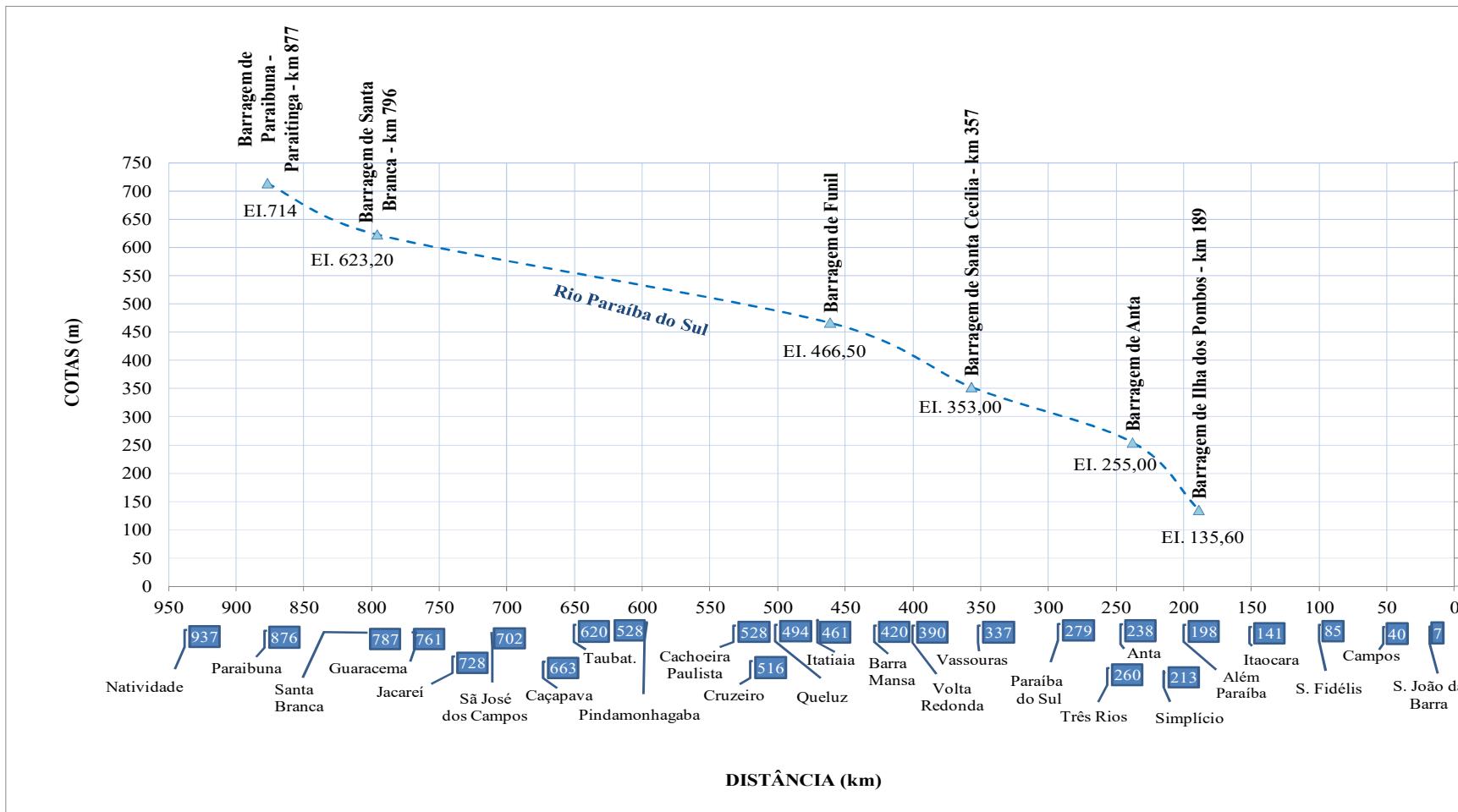


Figura 11: Perfil longitudinal do rio Paraíba do Sul
Fonte: Adaptado de Sampaio, 2010.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS APROVEITAMENTOS HIDRELÉTRICOS

De acordo com LABHIDRO (2014), ao longo do estirão fluminense do rio Paraíba do Sul, encontram-se instalados quatro aproveitamentos hidrelétricos e uma usina elevatória, relacionados na Tabela 2.

Tabela 2: Aproveitamentos hidrelétricos e elevatória existentes no trecho fluminense do rio Paraíba do Sul

Aproveitamento	Latitude	Longitude	Ano de Instalação	Potência (MW)
UHE Funil	22° 02' 07"	42° 59' 27"	1969	216
UEL Santa Cecília	22° 28' 55"	43° 50' 19"	1952	-
PCH Anta	22° 02' 00""	43° 00' 00""	2013	28
UHE Simplício	21° 51' 00"	42° 36' 00"	2013	306
UHE Ilha dos Pombos	22° 31' 49"	44° 34' 00"	1924	188

Fonte: Adaptado de LABHIDRO, 2014.

3.2.1. UHE Funil

A Usina Hidrelétrica de Funil foi construída no médio Paraíba, em Resende, no Estado do Rio de Janeiro, no local conhecido como “Salto do Funil”, com o início da operação em novembro de 1969.

A motivação para a construção dessa usina ocorreu na década de 30, a fim de fornecer energia para a estrada de ferro que interligaria três estados, Rio de Janeiro, São Paulo e Belo Horizonte. Porém, por motivos econômicos, apenas em 1961 a sua construção foi iniciada, pela Companhia Hidrelétrica do Vale do Paraíba (Chevap), que foi posteriormente absorvida pela ELETROBRÁS, em 1965. Por fim, em 1967, a obra foi concluída (FURNAS, 2017).

A barragem de Funil é uma estrutura de concreto de dupla curvatura, em forma de abóbada. Seu reservatório tem extensão de 40 km e 320 km de perímetro, com profundidade máxima de 70m e média de 20m, o que permite a esse reservatório um acúmulo de quase 900 milhões de metros cúbicos d’água. As vazões média e mínima são de, respectivamente, 220 m³/s e 80 m³/s, e a cota operacional mínima é de 444 m e máxima é de 465,50 m (CBDB, 1982; FURNAS, 2017).

A usina de Funil possui relevante importância na regularização de vazões, auxiliando na redução da frequência e intensidade das cheias que ocorrem nas cidades de Resende, Barra Mansa, Volta Redonda e Barra do Piraí (FURNAS, 2017).

3.2.2. UEL Santa Cecília

Na cidade de Barra do Piraí, as águas do reservatório da Barragem de Santa Cecília são transpostas para a bacia do Ribeirão das Lajes, mediante o bombeamento através das Usinas Elevatórias de Santa Cecília e de Vigário, com recalque de 15 m e de 35 m, respectivamente. Esse desvio é conhecido como o desvio Paraíba-Pirai, e permite que suas águas sejam encaminhadas para a tomada d'água que alimenta atualmente as UHEs em cascata Nilo Peçanha, Fontes Nova, Pereira Passos e a PCH Paracambi, pertencentes a bacia do Ribeirão das Lajes (Figura 12). Após a barragem, as águas do rio Paraíba do Sul fluem com vazão reduzida até encontrar-se com as águas do rio Paraibuna, posteriormente fletindo na direção de seu delta até desaguar no Oceano Atlântico, em São João da Barra (ONS, 2016; LABHIDRO, 2014).



Figura 12: Esquema de aproveitamento hídrico do Subsistema Lajes
Fonte: Oliveira, 2013.

Em relação à operação da Usina Elevatória, seu nível mínimo equivale à cota de 352,00 m, a fim de que seja garantido o bombeamento. Esse valor de cota ocorre pelo

fato do elevado assoreamento do reservatório, que já possui cerca de 50% de seu volume útil comprometido. No que diz respeito a vazão defluente do reservatório de Santa Cecília, o qual não possui função de regulação, mas sim de armazenar água para ser recalcada, a cidade de Barra do Piraí e algumas pontes da RJ 145 podem ser comprometidas caso essa vazão ultrapasse o valor de 1.100 m³/s. Isso se deve ao fato de Barra do Piraí localizar-se a jusante deste reservatório, onde ocorre a confluência do rio Piraí com o rio Paraíba do Sul, sendo impactado pela ação das cheias dos dois rios. O tempo de recorrência dessa vazão corresponde a 2 anos, e é suficiente para atingir residências ribeirinhas e as longarinas de duas pontes rodoviárias importantes (LABHIDRO, 2007).

Em condições normais de operação, o desvio Paraíba-Piraí pode trazer 160 m³/s, que corresponde a aproximadamente 54% da vazão natural do rio, mantendo a descarga a jusante da Usina Elevatória em Santa Cecília em 90 m³/s (ANA, 2015).

3.2.3. Complexo Anta/Simplício

O Aproveitamento Hidrelétrico (AHE) de Simplício foi construído por Furnas e localiza-se na divisa dos estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais, abrangendo os municípios fluminenses de Três Rios e Sapucaia e os municípios mineiros de Chiador e Além Paraíba (ANEEL, 2011).

A AHE Simplício é composta pela usina de Anta, a qual possui um barramento no rio Paraíba do Sul e seu desvio através de um circuito hidráulico, o qual inclui um conjunto de canais, túneis, diques e reservatórios que se estende por aproximadamente 30 km, apresentando um desnível natural de 115m, até a Usina de Simplício – Queda Única (geração a fio d’água), com três unidades de 101,9 MW cada, totalizando a capacidade instalada de 305,7 MW (FURNAS, 2018).

Ainda foi possível instalar dois pequenos geradores na barragem de Anta, com capacidade de 14 MW cada, por onde as águas correspondentes à vazão sanitária obrigatória do leito original do rio Paraíba do Sul passam. Dessa forma, somando-se a capacidade das usinas hidrelétricas, é possível obter uma capacidade de 333,7 MW. Vale dizer que o empreendimento entrou em operação em junho de 2013 (FURNAS, 2018).

3.2.4. UHE Ilha dos Pombos

A Usina Hidrelétrica Ilha dos Pombos está localizada na divisa de dois estados, entre os municípios de Carmo/RJ e de Além Paraíba/MG, a uma distância de aproximadamente 180 km da sua foz, representando o último aproveitamento da Light no rio Paraíba do Sul.

A potência instalada atual é de 162 MW, porém essa potência foi consequência de sucessivas alterações e instalações. A construção da usina foi na década de 20, pela Brazilian Hydro Electric Co. Ltda, quando foram instaladas as duas primeiras unidades geradoras com potência de 22 MW cada, as começaram a operar em 1924. Em 1929 entrou em operação a terceira unidade e oito anos depois a quarta unidade, com potência nominal de 29 MW e 44 MW, respectivamente (CORRÊA, 1997).

Em 03 de junho de 1940, o Decreto nº 5749 autorizou a elevação do nível máximo operacional em 5,0 m em relação ao nível utilizado anteriormente (134,60 m). No entanto, devido à insuficiência dos serviços realizados, só foi possível aumentar o nível d'água em 1,0m, passando a operar com nível máximo de 135,60 m. Por fim, em 1949, a quinta e última unidade de potência de 50,6 MW entrou em operação, estabelecendo-se então a configuração que perdura até hoje (MATOS *et al.*, 1992).

3.2.5. Operação do Complexo de Lajes/Paraíba do Sul

O Decreto-Lei nº 7.542, de 11 de maio de 1945, autorizou a *Companhia da Carris, Luz e Fôrça do Rio de Janeiro*, atual Light, derivar as águas do ribeirão do Vigário e do rio Piraí, e, até 160 m³/s, das águas do rio Paraíba, a fim de utilizá-las na ampliação da usina do Ribeirão das Lajes. Este valor de 160 m³/s foi mantido pelo Decreto nº 18.588, de 11 de maio de 1945, mesmo após sua alteração feita pelo o Decreto nº 20.657, de 26 de fevereiro de 1946.

Vinte e seis anos depois é aprovado o plano de obras de regularização do rio Paraíba do Sul, através do Decreto 68.324, de 9 de março de 1971, apresentado pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo – DAEE/SP ao Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica do Ministério de Minas e Energia (DNAEE), plano este que considerava os reservatórios de Santa Branca, Jaguari e Funil, e autorizava a construção do reservatório de Paraibuna-Paraitinga. Nesse decreto é

mantida a autorização concedida a Light pelo Decreto 18.588, de 11 de maio de 1945, no valor de 160 m³/s em Santa Cecília. Além disso, fixou o valor de 90 m³/s para a descarga mínima jusante de Santa Cecília, estando esse valor vinculado à conclusão da primeira etapa da obra de regularização, referindo-se ao reservatório Paraibuna-Paraítinga. Também determinou que o Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE) deveria estabelecer as normas de operação dos reservatórios integrantes do plano de regularização.

Em seguida, a Portaria DNAEE nº 22, de 24 de fevereiro de 1977, estabeleceu as regras de operação da sequência de reservatórios da bacia do rio Paraíba do Sul até o reservatório de Santa Cecília, visando-se garantir a vazão afluente mínima ao reservatório de Santa Cecília, que por sua vez garantiria a vazão para o Complexo Hidrelétrico de Lajes e manteria a defluência do reservatório de 90 m³/s. Para situações que representem períodos hidrológicos críticos, permitia-se que a afluência em Santa Cecília fosse reduzida de 250 m³/s para 190 m³/s, mantendo-se os 90 m³/s a jusante (LABHIDRO, 2006).

Já o Decreto nº 81.436, de 9 de março de 1978, alterou o artigo 7º do Decreto nº 68.324/1971, prevendo casos de condições hidrológicas adversas, quando ficava autorizada, mediante aprovação do DNAEE, a redução da descarga a jusante de Santa Cecília de 90 para até 71 m³/s, quando o bombeamento das águas do Paraíba do Sul restringia-se a 119 m³/s.

No que diz respeito à vazão defluente para a operação do Complexo Hidrelétrico de Lajes destaca-se que a mesma não é constante, ou seja, o valor de 160 m³/s previsto para as situações normais de operação representa uma média, visto que a liberação da vazão varia de acordo com a carga solicitada, definida pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), variando no mínimo de 120 m³/s, em 21 horas do dia, até o máximo de aproximadamente 324 m³/s, nas três horas restantes (LABHIDRO, 2006).

Segundo LIGHT (2005), os níveis dos reservatórios de regularização vêm sofrendo contínuas reduções, causados pelas condições hidrológicas adversas e pela necessidade em garantir os limites de vazão estabelecidos pelas regras de operação. Para mensurar a situação crítica da questão, destaca-se que a última vez que os reservatórios atingiram o pleno armazenamento data a estação chuvosa de 1995-1996.

Vale ressaltar que, no ano de 2000, com a criação da Agência Nacional de Águas (ANA), as atribuições de definir e fiscalizar as condições de operação de reservatórios por agentes públicos e privados, a fim de garantir o uso múltiplo dos recursos hídricos, passa a ser realizada pela mesma, em articulação com o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) (Lei nº 9.984/2000, inciso XII e §3ºdo art. 4).

Com isso, diante da situação dos níveis dos reservatórios se encontrarem abaixo da cota normal, a ANA promulgou a Resolução nº 211/2003, dispondo sobre as regras a serem adotadas para a operação do sistema hidráulico do rio Paraíba do Sul. Dessa forma, definiu as descargas mínimas a jusante dos aproveitamentos, a saber: Paraibuna 30m³/s, Santa Branca 40 m³/s, Jaguari 10 m³/s, Funil 80 m³/s, Santa Cecília 71 m³/s, Pereira Passos 120 m³/s, onde o limite mínimo para o bombeamento em Santa Cecília era de 119 m³/s. A vazão a jusante de Santa Cecília deveria ser aumentada gradativamente de 71 para 90 m³/s quando a vazão incremental entre o trecho Funil-Santa Cecília fosse maior que 110 m³/s. Além disso, estabeleceu a ordem de prioridade do deplecionamento dos reservatórios para atender o limite mínimo de 190 m³/s em Santa Cecília: Funil, Santa Branca, Paraibuna, Jaguari, podendo ser revisto em função das afluências efetivamente verificadas.

Três meses depois, em consequência de reuniões realizadas com os órgãos competentes e outros representantes sobre a problemática da situação do deplecionamento dos reservatórios, é promulgada a Resolução nº 282, de 4 de agosto de 2003, que reduz temporariamente a vazão mínima afluente à barragem de Santa Cecília de 190 para 160 m³/s. Para isso, prevê avaliações periódicas dos impactos, que servirão de base para a partição da vazão defluente da barragem de Santa Cecília e a vazão a ser bombeada para o rio Guandu.

A Resolução nº 408, de 18 de novembro de 2003, propôs a utilização do reservatório de Lajes para complementar a necessidade da Estação de Tratamento do Guandu, permitindo a redução do valor de 160 m³/s no bombeamento na estação elevatória de Santa Cecília.

Porém, no ano de 2014, a bacia passa novamente por condições hidrometeorológicas desfavoráveis, e em 27 de maio de 2014, a ANA emitiu a Resolução nº 700, reduzindo a vazão afluente à barragem de Santa Cecília de 190 para 173 m³/s, válido até o prazo do dia 30 de junho do mesmo ano, observada as avaliações

periódicas dos impactos, que por sua vez determinavam a partição da vazão que será bombeada e a defluente. Em 28 de junho de 2014, emitiu a Resolução nº 898, solicitando a prorrogação da redução até 31 de julho de 2014.

Já na Resolução nº 1038, de 16 de julho de 2014, determinou a redução da vazão mínima afluente à barragem de Santa Cecília até o dia 15 de agosto de 2014, do valor de 190 para 165 m³/s, prorrogado até 30 de setembro pela Resolução 1072, de 11 de agosto de 2014.

Em 29 de agosto de 2014, foi permitida a terceira redução do valor do limite mínimo da vazão afluente à Santa Cecília, de 190 para 160 m³/s, válido até 30 de setembro de 2014, autorizada pela Resolução nº 1309 até 30 de setembro de 2014. Este valor foi prorrogado pelas resoluções nº 1516, de 29 de setembro de 2014, nº 1603, de 29 de outubro de 2014, nº 1779, de 27 de novembro de 2014 e nº 2048, de 19 de dezembro de 2014, o qual se tornou vigente até o dia 31 de janeiro de 2015.

Porém, antes de terminar a vigência da resolução nº 2048/2014, a ANA emitiu a resolução nº 2051, de 23 de dezembro de 2014, autorizando a quarta redução, passando de 190 para 140 m³/s, a valer até o dia 31 de janeiro de 2015. Além disso, determinou a soma da vazão defluente de Santa Cecília com a vazão defluente de Pereira Passos para o controle da redução do limite mínimo em Santa Cecília, o qual também passou a ser considerado nas resoluções seguintes.

Em 30 de janeiro de 2015, a resolução nº 86 autorizou a prorrogação da vazão mínima estipulada na resolução anterior (190 para 140 m³/s), além de permitir a redução da descarga mínima a jusante dos reservatórios de Santa Branca, de 40 para 34 m³/s e de Jaguari, de 10 para 7 m³/s.

Contudo, mais uma redução foi necessária, emitida pela Resolução nº 145, de 27 de fevereiro de 2015, onde o limite foi reduzido de 190 para 110 m³/s, até 30 de junho de 2015, além reduzir a descarga mínima à jusante dos reservatórios de Santa Branca, de 40 para 34 m³/s, de Funil, de 80 para 70 m³/s e de Jaguari, de 10 para 4m³/s, sendo o último também reduzido em relação à resolução anterior, que alterava de 10 para 7 m³/s.

Ainda em 2015 foi emitida a Resolução Conjunta nº 1.382, de 07 de dezembro de 2015, a qual revogou a Resolução nº 211/2003. Ela estabeleceu os limites mínimos para vazão a jusante, a saber: Paraibuna, 10 m³/s (instantânea); Santa Branca, 30 m³/s

(instantânea); Jaguari, 4 m³/s (instantânea); Funil, 70 m³/s (instantânea); Santa Cecília, 71 m³/s (instantânea); Bombeada em Santa Cecília para o Guandu, 119 m³/s (média diária), e; Pereira Passos, 120 m³/s (instantânea). A operação normal ficou caracterizada quando a vazão a jusante de Santa Cecília for de 71 m³/s (até 5 % acima) e a jusante de Pereira Passos for 120 m³/s (até 2 % acima). Porém, foi permitido o aumento desse limite à jusante de Santa Cecília e a jusante de Pereira Passos, sendo estabelecido para a última o limite de 160 m³/s, tendo como condições comuns, quando: ocorrerem vazões incrementais não controladas no trecho entre os aproveitamentos de Funil e Santa Cecília; ou o reservatório de Funil estiver operando para atender às regras de controle de cheias; ou o Sistema Hidráulico Paraíba do Sul estiver operando acima de 80% do volume útil do reservatório; ou, uma condição específica aplicável à Pereira Passos, quando a barragem de Santa Cecília estiver liberando para o rio Paraíba do Sul uma vazão de 90 m³/s.

Além disso, a referida resolução também estabeleceu os limites mínimos percentuais do volume útil dos reservatórios, estabelecendo a ordem e os estágios de deplecionamento, os quais poderão ser revistos pela ANA. Vale ressaltar que, para atender os limites mínimos a jusante dos aproveitamentos, o reservatório de Paraibuna foi autorizado a operar abaixo do nível mínimo normal até o nível que disponibiliza um volume adicional de 425 m³, sendo que em primeiro momento estabeleceu-se a disponibilização de 263 m³.

Todavia, cerca de um mês depois da resolução conjunta, houve a necessidade em reduzir até o dia 31 de março de 2016, o limite mínimo de Santa Cecília de 190 para 110 m³/s, a descarga mínima dos reservatórios de Paraibuna, de 30 para 7 m³/s, Santa Branca, de 40 para 10 m³/s, de Funil, de 80 para 60 m³/s e de Jaguari, de 10 para 4 m³/s, previstos pela Resolução nº 65, de 28 de janeiro de 2016. O controle da redução do limite mínimo em Santa Cecília é realizado adicionando-se a vazão defluente de Pereira Passos. As resoluções nº 288, de 28 de março de 2016, nº 561, de 30 de maio de 2016 e nº 1188, de 29 de setembro de 2016, autorizaram a prorrogação desses limites até o prazo último de 30 de novembro de 2016. Como essas resoluções já foram revogadas vide a vigência do prazo, volta a valer os limites preconizados na resolução conjunta nº 1.382/2015.

3.3. DEMARCAÇÃO DE TERRENOS MARGINAIS E ACRESCIDOS PROPOSTA PELA SPU

A metodologia encontra-se descrita em SPU (2001). Para que seja possível a demarcação desses terrenos marginais, é necessário, previamente, determinar a LMEO, a partir da qual serão contados 15 m em direção a terra (Figura 13), além da incorporação ou decréscimos de terrenos que ocorreram de forma natural ou artificial até o ano de 1867.

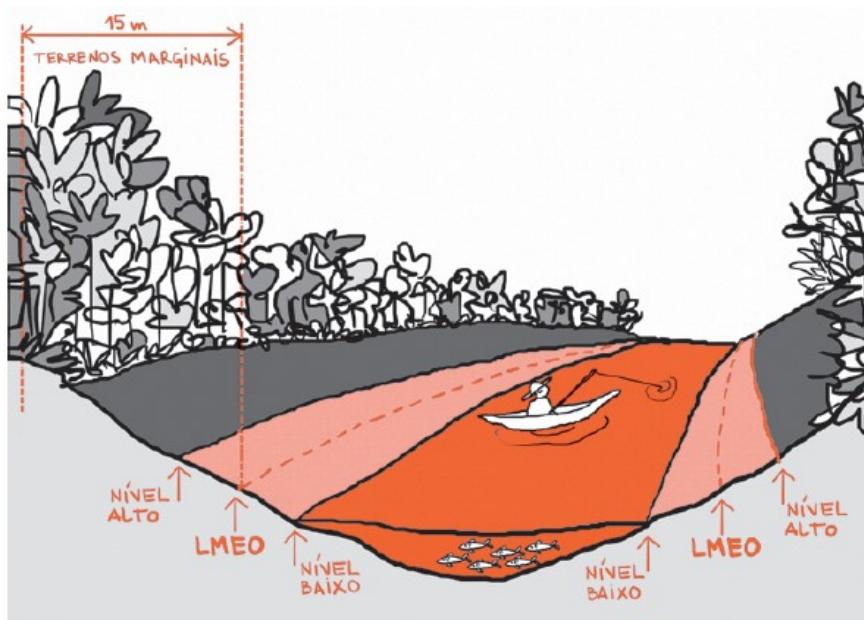


Figura 13: Demarcação LMEO
Fonte: SPU, 2006.

Para definir se a mudança foi antes do ano de 1867, a metodologia recomenda que seja feita uma pesquisa de documentos antigos, dando preferência àqueles que mais se aproximem da referida data.

Quanto à definição da LMEO, a metodologia propõe que seja feito, inicialmente, o levantamento de dados, a fim de definir o trecho ou subtrechos a ser demarcado, delimitando-os por acidentes geográficos, estimar o comprimento das margens e da LMEO e estimar a área de recobrimento aerofotogramétrico e de mapeamento. Em seguida deve ser feito o reconhecimento de campo, visando verificar as premissas da primeira etapa.

Após a definição do trecho a ser demarcado, deve ser feita uma pesquisa sobre a existência de estações fluviométricas, bem como suas informações disponíveis. Quando os dados forem insuficientes ou indisponíveis, os níveis das cheias poderão ser determinados pelas réguas linimétricas, que deverão ser colocadas em postos de observações, distribuídas em função da declividade da superfície da lâmina d'água. Para os trechos com estações fluviométricas, os dados deverão ser obtidos preferencialmente juntos aos órgãos federais, estaduais, municipais, ou empresas especializadas, como por exemplo, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

Nos trechos em que houver estações fluviométricas, o cálculo da média das enchentes ordinárias utilizará apenas os dados de leituras de régua dos postos que apresentarem no mínimo 20 anos de observação, de onde serão obtidos os valores das cotas máximas anuais. Essas cotas deverão ser organizadas de forma decrescente, desconsiderando-se as enchentes com tempo de retorno inferior a 3 anos e também as enchentes com tempo de retorno igual ou superior a 20 anos. De posse dos valores resultantes da seleção anterior, é feita a média aritmética, resultando na cota média das enchentes ordinárias. Para que seja possível a determinação da cota das enchentes ordinárias, é preciso que as leituras das réguas estejam referidas ao *datum* vertical oficial do Brasil.

De posse das cotas das médias das enchentes ordinárias, referidas ao *datum* vertical oficial do Brasil, nas estações fluviométricas limitantes do trecho a ser demarcado, é preciso determinar o gradiente altimétrico (ΔG) entre essas estações, que resultará da divisão da diferença de altitude entre as estações pela distância entre as mesmas (Equação 10). A distância entre as estações deverá ser demarcada considerando a porção central do corpo hídrico, no eixo vertical, medida na planta utilizada como base cartográfica.

$$\Delta G = \frac{|\Delta h|}{D} \quad (10)$$

onde:

ΔG gradiente altimétrico, em cm/km;

$|\Delta h|$ módulo da diferença de altitude entre as estações, em cm;

D distância entre as estações, em km.

Caso o trecho entre as estações não seja homogêneo, ou seja, exista modificações na declividade da superfície da lâmina d'água devido a desníveis, estrangulamento ou afluentes com vazões significativas, isso deverá ser considerado na determinação do gradiente altimétrico, que deve ser calculado para trechos homogêneos.

Por fim, calcula-se a cota básica (CB), a qual definirá o traçado da linha média das enchentes ordinárias, conforme a Equação 11:

$$CB = h \pm (d \times \Delta G) \quad (11)$$

onde:

CB cota básica, em cm.

h altitude da média das enchentes ordinárias na estação fluviométrica, em cm.

d distância entre a estação fluviométrica e o trecho a ser demarcado, medido pelo eixo do rio, em km.

Para os casos em que não houver alterações primitivas das margens do rio, como aterros ou assoreamentos, seja de forma natural ou artificialmente, a cota básica definirá a posição da LMEO, caso contrário, a LMEO será definida segundo os estudos e as pesquisas realizadas em documentos antigos, conforme mencionados anteriormente. Caso esses acréscidos (aterros naturais ou artificiais) ou decréscidos (avanços oriundos de erosão fluvial) tenham sido originados antes de 1867, estes serão considerados na linha de terrenos marginais, sendo incorporados ou decréscidos da faixa de 15 m a partir da LMEO, caso contrário, não serão considerados. A preocupação em representar a realidade de 1867 se deve à data em que foi promulgada a primeira lei sobre o tema (Lei nº 1.507/1867).

Determinada a posição da LMEO, observando os critérios expostos, a mesma deve ser traçada sobre uma cópia da carta que possua curvas de nível equidistantes 1 m. Caso não haja base cartográfica adequada, a linha será determinada topograficamente, mediante a posição planimétrica dos seus pontos definidores no terreno. O método utilizado para definir a posição planimétrica pode ser pela topografia convencional ou por satélites geodésicos. Essa demarcação é seguida por vistorias no terreno, a fim de evitar qualquer incoerência no traçado.

3.4. DEMARCAÇÃO DE FMP DO INEA

A NOP-INEA nº 33 define que a largura mínima da FMP é demarcada a partir da seção do rio definida pela passagem de determinada cheia associada a um tempo de recorrência.

Para as áreas não urbanas consolidadas, a vazão a ser adotada deverá corresponder ao tempo de recorrência de 2 anos, que representa a seção da calha regular, a partir da qual serão demarcadas as FMPs. A largura da FMP para essas áreas deverá respeitar os valores estabelecidos pela Lei 12.651/2012 (Tabela 1). Já para as áreas urbanas consolidadas a vazão a ser adotada correspondente ao tempo de recorrência de 10 anos, a partir da qual será demarcada uma faixa de 15m, de acordo com o Decreto 42.356/2010. A norma indica as etapas ilustradas na Figura 14.

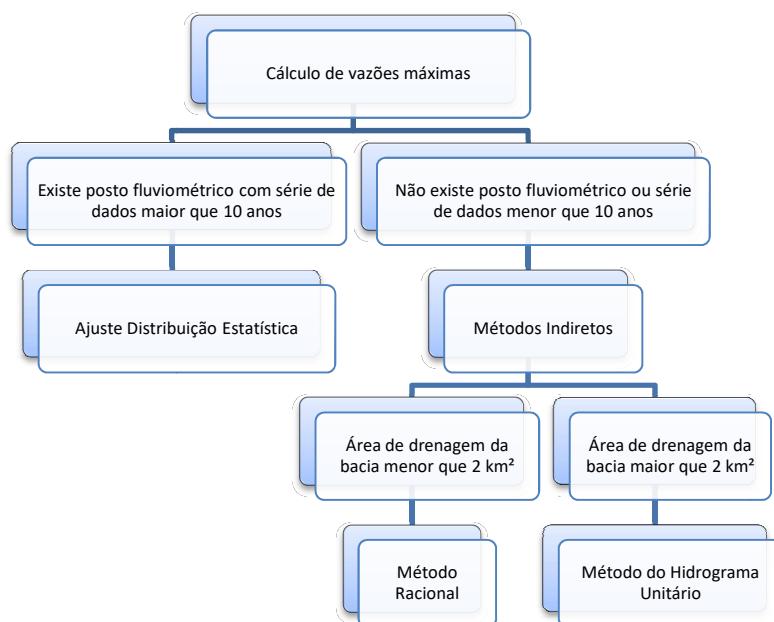


Figura 14: Etapas para o cálculo de vazões máximas
Fonte: INEA, 2016.

Com a posse do valor da vazão, será estimada a propagação dessas cheias ao longo do rio para então determinar sua abrangência espacial/territorial, a partir da qual será demarcada a FMP. A metodologia utilizada para prever essa propagação irá variar em função das informações hidrológicas disponíveis sobre o curso hídrico a ser demarcado. Quando já existir o levantamento topobatimétrico das seções do trecho fluvial de interesse, é recomendado que a estimativa da largura seja realizada através do uso do modelo de hidráulica fluvial, simulado a partir da vazão de referência ($TR=2$ anos ou $TR=10$ anos). Quando não houver disponibilidade do levantamento topobatimétrico, a recomendação se subdivide de acordo com as áreas passíveis da aplicação do Decreto nº 42.356/2010.

Para as áreas classificadas como não urbana consolidada, a largura será estimada utilizando as curvas regionais, resultantes da relação largura da seção transversal do curso d'água versus vazão máxima de 2 anos de recorrência, conforme apresentado na Tabela 3. Já para a área urbana consolidada recomenda-se a simulação hidráulica a partir de uma seção teórica aferida em vistoria ao local, e, caso a medição da seção seja dificultada por algum motivo, a equipe técnica poderá ajustá-la mediante o uso de ferramentas como a consulta de imagens de satélites, além de atentar se a velocidade de escoamento adotada na simulação está compatível com o tipo de revestimento e se os valores do talude estão coerentes. Os valores de larguras obtidos podem sofrer ajustes desde que justificado pela área técnica do INEA.

Tabela 3: Equações para determinação da largura de referência nos casos em que o Decreto 42.356/2010 não é aplicável

Regiões com Equações estabelecidas	Largura (m)
Bacias Litorâneas	$3,7425(Q_{TR2})^{0,4757}$
Bacia do rio Paraíba do Sul	$1,8543(Q_{TR2})^{0,6495}$
Bacia do rio Piabanga	$2,1163(Q_{TR2})^{0,5503}$
Bacia do rio Dois Rios	$2,2010(Q_{TR2})^{0,588}$

Fonte: INEA, 2016.

A partir da largura de referência do curso d'água, serão verificados os limites mínimos da FMP definido pela Lei Federal 12.651/2012 (Tabela 1), observada a aplicação do Decreto 42.356/2010 (áreas urbanas consolidadas), quando será adotado o

valor de 15 m para a FMP. A ampliação do valor poderá ser realizada pelo INEA quando justificadas por critérios técnicos ou pela presença de ecossistemas adjacentes relevantes.

3.5. AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DOS DADOS

As séries históricas de leitura de régua e vazões, curva descarga e perfil transversal dos postos fluviométricos foram obtidos a partir da base de dados gerenciada pela ANA com auxílio do Sistema de Informações Hidrológicas (Hidroweb). Para o tratamento das séries históricas foi empregado o programa Hidro 1.2, de domínio público disponibilizado pela ANA, além da planilha eletrônica Excel.

Para cada posto fluviométrico, foram avaliadas a consistência dos dados e os períodos de falhas da série disponibilizada de leitura de régua e de vazão. Em relação à consistência, em todos, foram utilizados os dados consistidos, nível de consistência 2.

Com relação às séries históricas, buscou-se avaliar a influência da presença dos aproveitamentos hidrelétricos nas vazões e níveis d'água do rio Paraíba do Sul, pois de acordo com Tucci e Mendes (2006), do ponto de vista da dinâmica hidráulica, a instalação e operação dos aproveitamentos hidrelétricos demanda o controle contínuo da operação do reservatório, a fim de garantir que estejam atendendo as restrições necessárias, além de considerar possíveis interferências de jusante e montante.

Com base no exposto e considerando que a UHE Funil teve início de operação no segundo semestre de 1969 e, é a usina com o maior reservatório de regularização, além do controle de cheias do trecho fluminense do rio Paraíba do Sul, para análise da influência destes empreendimentos, foram consideradas as seguintes condições:

- 1º Período: Série parcial até o ano de 1970, período admitido como anterior à implantação dos aproveitamentos hidrelétricos.
- 2º Período: Série parcial após 1970, período admitido como posterior à implantação dos aproveitamentos hidrelétricos.

Dessa forma, as metodologias da SPU e do Inea foram aplicadas para cada um desses períodos.

3.6. POSTOS FLUVIOMÉTRICOS COM INFORMAÇÃO DE DADOS

Foram selecionados os postos do trecho fluminense que possuíam dados disponíveis de leituras de régua, vazões, curvas-chave e seções transversais, como

relacionado na Tabela 4. A Figura 15 mostra a localização dos postos e dos aproveitamentos hidrelétricos ao longo do trecho fluminense do rio Paraíba do Sul.

Tabela 4: Postos fluviométricos selecionados

Código	Nome	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Área de drenagem (km ²)
58242000	UHE Funil Jusante 1	22° 30' 1,08"	44° 33' 15,12"	-	13.400
58250000	Resende	22° 28' 0,12"	44° 26' 43,08"	392,0	14.000
58300000	UHE Funil Jusante 2	22° 32' 15,00"	44° 10' 32,88"	374,0	15.800
58305001	Volta Redonda	22° 30' 6,84"	44° 5' 27,96"	376,0	16.000
58321000	Barra do Piraí	22° 27' 2,16"	43° 47' 52,08"	123,0	17.639*
58370000	UEL Santa Cecília Barra do Piraí	22° 27' 0,00"	43° 47' 49,92"	346,0	19.800
58380001	Paraíba do Sul Ana	22° 9' 46,08"	43° 17' 11,04"	280,0	21.400
58385000	UHE Ilha dos Pombos Três Rios	22° 7' 10,92"	43° 12' 27,00"	260,0	21.600
58630002	Anta	22° 2' 7,08"	42° 59' 26,88"	231,6	32.700
58652000	UHE Ilha dos Pombos Barramento	21° 51' 9,00"	42° 36' 23,04"	141,0	34.300
58795000	Três Irmãos	21° 37' 32,88"	41° 59' 7,08"	60,0	45.300
58880001	São Fidelis	21° 38' 43,08"	41° 45' 7,92"	-	48.900
58974000	Campos - Ponte Municipal	21° 45' 11,88"	41° 18' 1,08"	14,0	55.700

* Extraído de COHIDRO (2014).

Para cada posto fluviométrico, foram avaliadas a consistência dos dados e os períodos de falhas da série disponibilizada de leitura de régua e de vazão (Tabela 5).

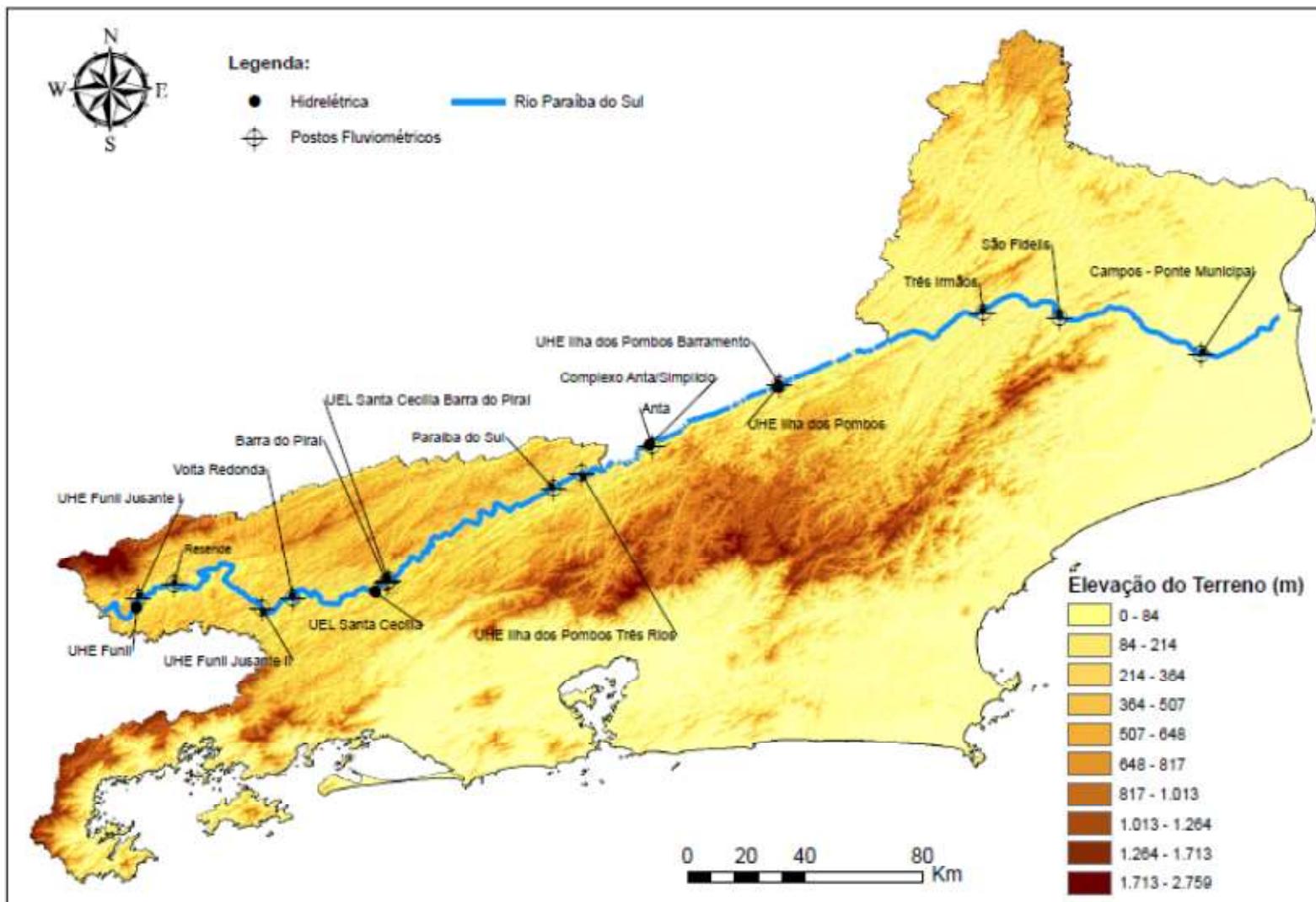


Figura 15: Perfil longitudinal do trecho fluminense do rio Paraíba do Sul com as usinas e postos fluviométricos
Fonte: Elaboração própria, 2019.

Tabela 5: Período de falhas para os dados de cota e vazão

Código	Nome	Período de observação de Leituras de Régua	Período de falhas de Leituras de Régua	Período de observação de Vazões	Período de falhas de vazões
58242000	UHE Funil Jusante 1	1957 a 2016	1965 a 1967; 2007	1957 a 2016	1965 a 1978; 2002 a 2007
58250000	Resende	1930 a 2016	1949 a 1952; 1965 a 1967; 1969; 1980 a 1982; 1996 a 1998; 2008 a 2010	1930 a 2016	1949 a 1952; 1965 a 1967; 1969; 1980 a 1982; 1996 a 1998; 2008 a 2010
58300000	UHE Funil Jusante 2	1932 a 2016	1937 a 1940; 1949 a 1952; 1965 a 1967; 1980 a 1988; 2008 a 2010	1941 a 2016	1949 a 1952; 1965 a 1967; 1979 a 1989; 2008 a 2010
58305001	Volta Redonda	1941 a 2014	1949 a 1952; 1965 a 1967; 1970; 1979 a 1988	1941 a 2014	1949 a 1952; 1965 a 1967; 1970; 1979 a 1988
58321000	Barra do Piraí	1922 a 1995	Sem falha	1922 a 1994	1949 a 1952; 1965 a 1967; 1970 a 1975
58370000	UEL Santa Cecília Barra do Piraí	1998 a 2012	2002 a 2004; 2011; 2012	Sem dados	Sem dados
58380001	Paraíba do Sul	1956 a 2014	1972; 2006; 2013	1973 a 2014	2006; 2013
58385000	UHE Ilha dos Pombos Três Rios	1998 a 2012	2000; 2002 a 2011	1998 a 2012	2000; 2002 a 2011
58630002	Anta	1923 a 2014	Sem falhas	1923 a 2014	Sem falhas
58652000	UHE Ilha dos Pombos Barramento	1998-2012	2007-2012	Sem dados	Sem dados
58795000	Três Irmãos	1931 a 2014	1949 a 1952; 1965 a 1967	1931 a 2014	1949 a 1952; 1965 a 1967
58880001	São Fidelis	1925 a 2014	1944 a 1970; 1972; 2008	1973 a 2014	2008
58974000	Campos - Ponte Municipal	1923 a 2014	1949 a 1952; 1965 a 1967	1923 a 2014	1949 a 1952; 1965 a 1967

Obs: Como a metodologia da SPU exige séries com, no mínimo 20 anos de extensão, os postos 58370000 (10 anos de dados); 58385000 (4 anos de dados); 58652000 (9 anos de dados) foram expurgados do estudo.

CAPÍTULO 4: RESULTADOS E DISCUSSÃO

As metodologias para a determinação da cheia máxima, utilizada para a demarcação das FMP, e a metodologia para a determinação de enchente ordinária, utilizada para a demarcação dos terrenos marginais pertencentes à União, foram comparadas quanto aos critérios e definições conceituais. Para tanto, com base no exposto no Capítulo 2, adotou-se, no âmbito do presente estudo, que os parâmetros leito menor e calha regular são sinônimos e definidos a partir da vazão associada ao tempo de recorrência de dois anos, também adotada como sinônimo de cheia ordinária.

Além disso, foi possível comparar os resultados obtidos através da aplicação de ambas metodologias, em virtude da utilização da curva-chave representativa de cada posto fluviométrico, que permitiu transformar a leitura de régua, calculada pela metodologia do SPU, em vazão, associada ao tempo de recorrência. Vale lembrar que as réguas visam acompanhar a variação do nível d'água do rio diariamente e, para tanto, são realizadas leituras diárias às 7:00 e 17:00 horas, como ilustrado na Figura 16. Entretanto, tal como apontado em ANEEL (2009), para a conversão da leitura de régua em cota, é necessária a amarração e nivelamento geométrico das réguas referenciadas ao Sistema Geodésico Brasileiro.



Figura 16: Exemplo de seções de réguas instaladas segundo os padrões da ANA
Fonte: ANA, 2011.

Entretanto, o banco de dados Hidroweb da ANA denomina “cota” a série histórica de leitura de régua. Para não haver dúvida qual parâmetro hidrológico que está sendo analisado e calculado, optou-se por adotar o termo “leitura de régua”.

Os resultados alcançados são apresentados resumidamente nos itens subsequentes resumidos a seguir e encontram-se detalhados nos **Apêndices A, B e C**. No Apêndice A encontram-se os perfis transversais das seções do rio para cada posto fluiométrico e suas curvas-chave. Nos **Apêndices B e C** estão apresentados os roteiros de cálculo adotados, tomando por exemplo os postos fluiométricos de Resende e Campos – Ponte Municipal. A escolha destes postos foi motivada pelo fato de que o primeiro representa o primeiro município a jusante da UHE Funil e o segundo, o último município antes da foz do rio Paraíba do Sul.

4.1 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DA SPU

Destaca-se que, conforme a Tabela 3, três postos fluiométricos foram expurgados do estudo por possuírem série de dados inferior a 20 anos, tamanho mínimo exigido pela SPU. Dos postos que atendem a exigência, verificou-se que para três deles a metodologia não pode ser aplicada para o período até 1970, devido à série possuir menos de 20 anos de dados, são eles: UHE Funil Jusante 1 (11 anos de observação); Paraíba do Sul (15 anos de observação) e São Fidélis (19 anos de observação).

Os resultados obtidos através da metodologia da SPU encontram-se relacionados na Tabela 6, a seguir.

Tabela 6: Leituras de Réguas calculadas a partir da metodologia da SPU

Posto Fluviométrico	Leitura de Réguas (m)	
	Período até 1970	Período a partir de 1970
58242000 - UHE Funil Jusante 1 ¹	Período inferior a 20 anos	4,50
58250000 – Resende	3,12	3,95
58300000 - UHE Funil Jusante 2	4,39	4,53
58305001 - Volta Redonda	5,08	5,06
58321000 - Barra do Piraí*	4,46	4,48
58380001 - Paraíba do Sul**	Período inferior a 20 anos	4,56
58630002 – Anta	5,49	5,99
58795000 - Três Irmãos	4,85	5,37
58880001 - São Fidélis	Período inferior a 20 anos	5,72
58974000 - Campos - Ponte Municipal	10,68	10,64

¹ UHE Funil Jusante 1: a leitura de régua para o período até 1970 tem 11 anos.

² Paraíba do Sul: a leitura de régua para o período até 1970 tem 15 anos.

³ São Fidélis: a leitura de régua para o período até 1970 tem 19 anos.

* Posto localizado a montante da UEL Santa Cecília.

** Posto localizado a jusante da UEL Santa Cecília.

Para a análise da metodologia da SPU, foi preciso estimar a vazão e o tempo de recorrência para cada leitura de régua calculada, a partir da utilização da(s) curva(s)-chave de cada posto fluviométrico, em cada período temporal, a saber: até 1970 e a partir de 1970. Os resultados da vazão e seus respectivos tempos de recorrência, bem como as curvas-chaves utilizadas, encontram-se relacionados na Tabela 7, a seguir.

Tabela 7: Metodologia da SPU - Vazão e tempo de recorrência para os períodos associados às leituras de régua

Código Posto – Nome	Período até 1970				Período a partir de 1970			
	LR (m)	Vazão (m³/s)	Curva-chave adotada	TR (anos)	LR (m)	Vazão (m³/s)	Curva-chave adotada	TR (anos)
58242000 - UHE Funil Jusante 1	Período inferior a 20 anos			4,50	700	$Q(H) = 68,8197^* (H - 0,14)^{1,575}$	7,3	
58250000 - Resende	3,12	990	$Q(H) = 273,14^* (H + 0,14)^{1,089}$	3,1	3,95	$Q(H) = 213,4419^* (H - 1,8)^{1,339}$	2,5	
58300000 - UHE Funil Jusante 2 ¹	4,39	-	Curva-chave indisponível	-	4,53	972	$Q(H) = 117,5467^* (H - 0,45)^{1,502}$	6,3
58305001 - Volta Redonda	5,08	1157	$Q(H) = 73,4070^* (H + 0,42)^{1,618}$	6,8	5,06	1042	$Q(H) = 19,5000^* (H + 1,04)^{2,200}$	6,0
58321000 - Barra do Piraí*	4,46	1328	$Q(H) = 115,0000^* (H - 0,09)^{1,658}$	5,3	4,48	1233	$Q(H) = 74,9310^* (H - 0,11)^{1,900}$	7,4
58380001 - Paraíba do Sul**	Período inferior a 20 anos			4,56	903	$Q(H) = 169,3000^* (H - 0,50)^{1,195}$	7,5	
58630002 - Anta	5,49	2275	$Q(H) = 76,7441^* (H + 1,22)^{1,780}$	5,8	5,99	2021	$Q(H) = 115,3372^* H^{1,600}$	6,5
58795000 - Três Irmãos	4,85	3453	$Q(H) = 274,0000^* (H + 0,57)^{1,500}$	9,2	5,37	3181	$Q(H) = 9,3728^* (H + 1,61)^{3,000}$	6,5
58880001 - São Fidélis	Período inferior a 20 anos			5,72	4311	$Q(H) = 401,3337^* (H - 1,34)^{1,607}$	7,3	
58974000 - Campos - Ponte Municipal	10,68	4528	$Q(H) = 0,0003^* (H + 3,70)^{6,200}$	6,5	10,64	4605	$Q(H) = 0,0131^* (H + 2,22)^{5,000}$	7,0

LR – leitura de régua.

¹ UHE Funil Jusante 2: Só tem curva-chave a partir de 1988, mas tem leitura de régua desde 1932.

* Posto localizado a montante da UEL Santa Cecília.

** Posto localizado a jusante da UEL Santa Cecília.

Da Tabela 7 é possível observar que nem sempre o maior valor de leitura de régua corresponde ao maior valor de vazão. Para os postos de Resende (58250000), Barra do Piraí (58321000), Anta (58630002), e Três Irmãos (58795000) o valor da leitura da régua do período até 1970 é menor quando comparada com o período após 1970, porém suas vazões correspondentes são maiores. Para o posto de Campos- Ponte Municipal (58974000) ocorre o contrário. Estes resultados podem ser explicados pelas distintas equações das curvas-chave.

Quanto aos tempos de recorrência (TR), nota-se que não há uma convergência para um valor comum, com oscilação entre 2,5 e 9,2 anos.

A comparação da diferença percentual entre as vazões dos dois períodos pode ser verificada na Tabela 8, a seguir.

Tabela 8: Variação Percentual da vazão entre os diferentes períodos temporais

Código - Nome	Variação percentual da vazão entre os períodos (%)
58242000 - UHE Funil Jusante 1	Indisponível
58250000 – Resende	39,67
58300000 - UHE Funil Jusante 2	Indisponível
58305001 - Volta Redonda	9,91
58321000 - Barra do Piraí*	7,11
58380001 - Paraíba do Sul**	Indisponível
58630002 – Anta	11,17
58795000 - Três Irmãos	7,87
58880001 - São Fidélis	Indisponível
58974000 - Campos - Ponte Municipal	-1,70

* Posto localizado a montante da UEL Santa Cecília.

** Posto localizado a jusante da UEL Santa Cecília.

Da análise da Tabela 8 é possível observar que o período até 1970 apresentou os valores de vazão superiores ao período a partir de 1970, à exceção do posto Campos-Ponte Municipal (58974000), localizado próximo à foz do rio. O posto Resende (58250000) foi o que apresentou a diferença percentual mais significativa, o qual está localizado logo após o reservatório de Funil. O resultado de Campos pode ser explicado pela distância considerável de Funil até a foz e que, portanto, os efeitos de controle de cheias já não mais se fariam sentir de forma tão acentuada como Resende.

4.2 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DO INEA

Para cada posto fluviométrico foi calculada a vazão referente ao TR de 2 anos, conforme a metodologia do INEA, para os diferentes períodos. Os resultados obtidos se encontram na Tabela 9, a seguir.

Tabela 9: Vazão e variação percentual das vazões para o tempo de recorrência de 2 anos para os diferentes períodos temporais

Código Posto - Nome	Vazão para o Tempo de Recorrência de 2 anos (m³/s)		Variação percentual das vazões entre os períodos (%)
	Período até 1970	Período a partir de 1970	
58242000 - UHE Funil Jusante 1	Período inferior a 10 anos	500	Indisponível
58250000 – Resende	860	553	35,69
58300000 - UHE Funil Jusante 2	775	726	6,34
58305001 - Volta Redonda	838	754	10,01
58321000 - Barra do Piraí*	975	772	20,82
58380001 - Paraíba do Sul**	Sem dados	646	Sem dados
58630002 – Anta	1758	1531	12,91
58795000 – Três Irmãos	2360	2215	6,14
58880001 - São Fidélis	Sem dados	2727	Sem dados
58974000 - Campos - Ponte Municipal	3360	3026	9,95

* Posto localizado a montante da UEL Santa Cecília.

** Posto localizado a jusante da UEL Santa Cecília.

De acordo com a Tabela 9 é possível observar que, para todos os postos fluviométricos, as vazões do período até 1970 são maiores do que as vazões do período a partir de 1970. Pela metodologia do INEA, também o posto Resende foi o que apresentou o maior valor de variação percentual da vazão entre os períodos, justificado pela proximidade da UHE Funil.

A Tabela 10, a seguir, consolida os resultados da vazão obtidos pelas metodologias do Inea e SPU para os dois períodos temporais.

Tabela 10: Valores de vazão calculados pela metodologia do INEA e pela metodologia da SPU para os diferentes períodos

Código Posto - Nome	Vazão calculada pela Metodologia do INEA (TR igual a dois anos) (m³/s)		Vazão calculada pela Metodologia da SPU (enchente ordinária) (m³/s)	
	Período até 1970	Período a partir de 1970	Período até 1970	Período a partir de 1970
58242000 - UHE Funil Jusante 1	691	500	Período inferior a 20 anos	700
58250000 - Resende	860	553	990	597
58300000 - UHE Funil Jusante 2	775	726	Sem dados	972
58305001 - Volta Redonda	838	754	1157	1042
58321000 - Barra do Piraí*	975	772	1328	1233
58380001 - Paraíba do Sul**	Sem dados	646	Período inferior a 20 anos	903
58630002 - Anta	1758	1531	2275	2021
58795000 - Três Irmãos	2360	2215	3453	3181
58880001 - São Fidélis	Sem dados	2727	Período inferior a 20 anos	4311
58974000 - Campos - Ponte Municipal	3360	3026	4528	4605

* Posto localizado a montante da UEL Santa Cecília.

** Posto localizado a jusante da UEL Santa Cecília.

Da Tabela 10 é possível notar que os valores de vazão previstos pela metodologia da SPU foram maiores, visto que corresponderam a TRs maiores quando comparados à metodologia do INEA (TR=2).

4.3 ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DAS USINAS HIDRELÉTRICAS

Como já era de se esperar, para ambas metodologias, o período até 1970 apresentou os maiores valores de vazão. Este resultado é justificado pela operação da UHE Funil no controle de cheias do estirão de jusante e pela transposição de águas em Santa Cecília que reduz, substancialmente, as vazões para jusante.

A influência dos aproveitamentos hidrelétricos também foi notada por Oliveira e Hora (2013), em estudo que comparou a série de vazão natural diária disponibilizada pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) com a série de vazão máxima diária obtida nos postos fluviométricos localizados próximos a esses aproveitamentos. Esta observação também foi relatada por Detzel *et al.* (2011) e Marengo e Alves (2005), que verificaram uma tendência negativa nas séries históricas de vazão, onde foi notado o decréscimo nas afluências.

Portanto, pode-se inferir que a metodologia da SPU não é a mais indicada para o estirão fluminense do rio Paraíba do Sul, considerando as significativas alterações do regime hidráulico/hidrológico da calha do rio, a partir do ano de 1970. Mais ainda, quando a metodologia exige que a demarcação dos terrenos marginais fluviais e acrescidos represente o ano de 1867 ou cerca desse ano. Por exemplo, no caso em estudo, seriam 100 anos depois.

CAPÍTULO 5: CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A partir do levantamento documental, foi possível observar que a legislação brasileira difere das demais legislações pesquisadas em nível internacional. A principal questão refere-se ao reconhecimento do direito privado dos leitos e margens dos cursos d'água.

Nos casos de direito privado, a legislação atribui ao proprietário dos leitos e margens dos cursos d'água, as ações de regularização, conservação, desobstrução e limpeza, inclusive com previsão de penalizações, como no caso da Inglaterra.

Ademais, em muitos países, é prevista uma faixa de acesso ao curso d'água (servidão), sob jurisdição pública do Estado. No caso dos EUA e Espanha, a largura desta faixa está vinculada a um nível d'água máximo ordinário (denominado de *ordinary high water mark* ou *máxima crecida ordinária*). No caso de Portugal, a largura da faixa está associada a um nível d'água correspondente a uma cheia média, já a França considera a altura das águas antes de transbordarem (*plénissimum flumen*).

A Espanha é o único país que define claramente o procedimento de cálculo do nível d'água máximo ordinário, que está associado à média das vazões máximas anuais, para séries históricas de vazões diárias com extensão de, no mínimo, 10 anos.

No que diz respeito ao Brasil, a legislação é bastante extensa e requer atenção para o seu correto entendimento. A competência para demarcar os terrenos marginais (banhados por rios, lagos ou quaisquer correntes de águas federais e fora do alcance das marés) e de terrenos de marinha (quando há influência de marés) e seus acréscidos, de propriedade da União, é da SPU, por meio de procedimento administrativo e declaratório, definido no Decreto-Lei nº 9.760/1946.

Há que se considerar também que a SPU, por força de lei, deve concluir a identificação/demarcação destes terrenos até 31 de dezembro de 2025. Para tanto, consta na metodologia de identificação/demarcação, a exigência da sua representação em base cartográfica que remonte ao ano de 1867 ou próximo à ele. A materialização da delimitação está vinculada à LMEO e para sua estimativa, deve-se considerar 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.

Da análise da metodologia, observou-se que a mesma não vislumbra a avaliação da dinâmica do escoamento e nem dos processos que interferem nos níveis d'água e nos volumes escoados ao longo do tempo, como por exemplo, obras hidráulicas para controle de cheias, aproveitamentos hidrelétricos com reservatórios de acumulação e processos de assoreamento e/ou erosão.

Além disso, os dados de níveis d'água levantados junto ao Hidroweb, banco de dados da ANA, não se referem às cotas e sim às leituras de régua, que são sujeitas a modificações por danos físicos e/ou ausência de nivelamentos. As entidades operadoras das estações têm, por obrigação, a cada medição de vazão verificar o nivelamento das réguas. Cabe destacar que, não se observou nas estações fluviométricas analisadas, a amarração das réguas a um *datum* com referência de nível ao Sistema Geodésico Brasileiro, o que impede a conversão da leitura da régua em cota.

Verificou-se também, que as seções transversais dos postos fluviométricos instalados ao longo do estirão fluminense do rio Paraíba do Sul vêm, ao longo dos anos, sofrendo um processo de modificação contínuo, oriundo de atividades de antropização seja por ocupação ribeirinha, extração de areia, construção de pontes, aproveitamentos hidrelétricos, controle de cheias, transposições/derivações, dentre outros. Este processo contínuo reflete-se nas inúmeras curvas-chave estabelecidas para cada um dos postos, o que dificulta, de sobremaneira, a obtenção de uma série extensa de dados, tanto de leitura de leitura de régua, quanto de vazão.

Observou-se também que o regime das vazões de cheias do estirão fluminense do rio Paraíba do Sul sofreu redução considerável a partir da implantação da UHE Funil, que com seu considerável volume de espera realiza o controle e a redução das frequências e magnitudes das cheias para o estirão de jusante. Portanto, pode-se inferir que a metodologia da SPU não é a mais indicada para este estirão, considerando as significativas alterações do regime hidráulico/hidrológico da calha do rio, a partir do ano de 1970. Mais ainda, quando esta alteração ocorreu mais de 100 anos após a exigência de representação cartográfica referida ao ano de 1867.

Sugere-se que a SPU adote uma vazão característica representativa das cheias ordinárias que permita a avaliação do escoamento e, consequentemente, das cotas resultantes em cada posto fluviométrico ou local de interesse. No caso do rio Paraíba do Sul, esta vazão pode ser equivalente àquela adotada pelo INEA, quando da demarcação

da FMP, ou seja, tempo de recorrência igual a dois anos. Como mencionado anteriormente, esta vazão representa a média das vazões máximas anuais. Destaca-se que esta vazão é semelhante àquela definida pela legislação espanhola, bem como a sua estimativa permite considerar séries de vazões diárias com extensão inferior àquela demandada pela SPU. Neste caso, tal como a legislação espanhola, poderiam ser utilizadas séries com 10 anos de observação.

Por outro lado, acredita-se que a demarcação da LMEO ao longo de um rio não deva ser avaliada pontualmente em cada seção transversal de posto fluviométrico ou local de interesse, pois o rio tem a sua dinâmica própria de escoamento. Assim, para estudos futuros, recomenda-se a modelagem das condições hidrodinâmicas do escoamento do estirão fluminense do rio Paraíba do Sul para estabelecer os níveis d'água correspondentes às cheias com tempo de recorrência igual a 2 anos e, em seguida, materializar estes níveis *in loco* por meio de levantamento topobatimétrico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, P. M.; ARNOLD, J. C.; BYARS, B.W. Downstream Channel Geometry for Use in Planning Level. *Water Resources Bulletin* – American Water Resources Association – Vol. 30, nº4, 1994.

ANA. Agência Nacional de Águas. *Resolução nº 211, de 26 de maio de 2003*. Dispõe sobre as regras a serem adotadas para a operação do sistema hidráulico do Rio Paraíba do Sul, que compreende, além dos reservatórios localizados na bacia, também as estruturas de transposição das águas do Rio Paraíba do Sul para o sistema Guandu. 2003.

_____. *Resolução nº 282, de 4 de agosto de 2003*. Dispõe sobre a redução temporária da vazão mínima afluente à barragem de Santa Cecília, no Rio Paraíba do Sul. 2003.

_____. *Resolução nº 408, de 18 de novembro de 2003*. Dispõe sobre a utilização do reservatório de Lajes para redução adicional no bombeamento da estação elevatória de Santa Cecília. 2003

_____. *Orientações para elaboração do relatório de instalação de estações hidrométricas*. Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica. Brasília: ANA, SGH, 2011. 37p.

_____. *Orientações para elaboração do relatório de instalação de estações hidrométricas*. Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica. Brasília: ANA, SGH, 2011. 37p.

_____. *Resolução nº 700, de 27 de maio de 2014*. Dispõe sobre a redução temporária da vazão mínima afluente à barragem de Santa Cecília, no Rio Paraíba do Sul. 2014.

_____. *Resolução nº 898, de 28 de junho de 2014*. Dispõe sobre a prorrogação da redução temporária da vazão mínima afluente à barragem de Santa Cecília, no Rio Paraíba do Sul. 2014.

_____. *Resolução nº 1038, de 16 de julho de 2014*. Dispõe sobre a redução temporária da vazão mínima afluente à barragem de Santa Cecília, no Rio Paraíba do Sul. 2014.

_____. *Resolução nº 1072, de 11 de agosto de 2014*. Dispõe sobre a redução temporária da vazão mínima afluente à barragem de Santa Cecília, no Rio Paraíba do Sul. 2014.

_____. *Resolução nº 1309, de 29 de agosto de 2014*. Dispõe sobre a redução temporária da vazão mínima afluente à barragem de Santa Cecília, no Rio Paraíba do Sul. 2014.

_____. *Resolução nº 1516, de 29 de setembro de 2014*. Dispõe sobre a redução temporária da vazão mínima afluente à barragem de Santa Cecília, no Rio Paraíba do Sul. 2014.

_____. *Resolução nº 1603, de 29 de outubro de 2014*. Dispõe sobre a redução temporária da vazão mínima afluente à barragem de Santa Cecília, no Rio Paraíba do Sul. 2014.

_____. *Resolução nº 1779, de 27 de novembro de 2014*. Dispõe sobre a redução temporária do limite mínimo à barragem de Santa Cecília, no Rio Paraíba do Sul. 2014.

_____. *Resolução nº 2048, de 19 de dezembro de 2014.* Dispõe sobre a redução temporária da vazão mínima afluente à barragem de Santa Cecília, no Rio Paraíba do Sul. 2014.

_____. *Resolução nº 2051, de 23 de dezembro de 2014.* Dispõe sobre a redução temporária do limite mínimo à barragem de Santa Cecília, no Rio Paraíba do Sul. 2014.

_____. *Resolução nº 86, de 30 de janeiro de 2015.* Dispõe sobre a redução temporária do limite mínimo à barragem de Santa Cecília, no Rio Paraíba do Sul, e da redução temporária da descarga mínima a jusante dos reservatórios de Santa Branca, no Rio Paraíba do Sul, e de Jaguari, no Rio Jaguari. 2015.

_____. *Resolução nº 145, de 27 de fevereiro de 2015.* Redução Temporária Santa Cecília – Paraíba do Sul. 2015.

_____. *Resolução nº 1.382, de 07 de dezembro de 2015.* Dispõe sobre as condições de operações a serem observadas para o Sistema Hidráulico Paraíba do Sul. Resolução Conjunta ANA/DAEE/IGAM/INEA, 2015.

_____. *Plano de Ações Complementares para a Gestão da Crise Hídrica na Bacia do Rio Paraíba do Sul.* Agência Nacional de Águas. Junho de 2015.

_____. *Resolução nº 65, de 28 de janeiro de 2016.* Dispõe sobre a redução temporária do limite mínimo à barragem de Santa Cecília, no Rio Paraíba do Sul. 2016.

_____. *Resolução nº 288, de 28 de março de 2016.* Dispõe sobre a redução temporária do limite mínimo à barragem de Santa Cecília, no Rio Paraíba do Sul, e da redução temporária da descarga mínima a jusante dos reservatórios de Paraibuna, Santa Branca e Funil, no Rio Paraíba do Sul, e de Jaguari, no Rio Jaguari. 2016.

_____. *Resolução nº 561, de 30 de maio de 2016.* Dispõe sobre a redução temporária do limite mínimo à barragem de Santa Cecília, no Rio Paraíba do Sul, e da redução temporária da descarga mínima a jusante dos reservatórios de Paraibuna, Santa Branca e Funil, no Rio Paraíba do Sul, e de Jaguari, no Rio Jaguari. 2016.

_____. *Resolução nº 1188, de 29 de setembro de 2016.* Dispõe sobre a redução temporária do limite mínimo à barragem de Santa Cecília, no Rio Paraíba do Sul. 2016.

_____. *Mapa da Bacia do Rio Paraíba do Sul.* Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sag/CobrancaUso/BaciaPBS/_img/MapaPBS.jpg>. Acesso em: dezembro de 2017.

_____. *Dados da Bacia do Rio Paraíba do Sul.* Agência Nacional de Águas. Disponível em: <<http://gripbsul.ana.gov.br/ABacia.html>>. Acesso em: janeiro de 2018.

_____. *Hidroweb – Séries Históricas de Estações Fluviométricas.* Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/medicoes_historicas_abas.jsf>. Acesso em: fevereiro de 2018.

ANDRADE, T. O. *A ação de usucapião. Âmbito Jurídico*, Rio Grande, XIII, n. 76, 2010. Disponível em: <http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=7787>. Acesso em: maio 2018.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. *Diretrizes para elaboração de serviços de cartografia e topografia, relativos a estudos e projetos de aproveitamentos hidrelétricos.* Superintendência de Gestão e Estudos Hidroenergéticos. Brasília: ANEEL, SGH, 2009. 26p.

_____. *UHE Simplício – Queda Única tem mais prazo para entrar em operação.* Agência Nacional de Energia Elétrica. Brasília, 2011 Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias_area/dsp_detalheNoticia.cfm?idNoticia=4102&idAreaNoticia=1>. Acesso em: fevereiro de 2018.

_____. *UHE Simplício – Queda Única tem mais prazo para entrar em operação.* Agência Nacional de Energia Elétrica. Brasília, 2011 Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias_area/dsp_detalheNoticia.cfm?idNoticia=4102&idAreaNoticia=1>. Acesso em: fevereiro de 2018.

BOE. Boletín Oficial del Estado. *Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.* Espanha, núm. 176, de 24/07/2001. Disponível em: <<https://www.boe.es/eli/es/rdlg/2001/07/20/1/con>>. Acesso em: 8 fev. 2019.

BRASIL. *Lei nº 1.507 de 1867, de 26 de setembro de 1867.* Fixa a despeza e orça a receita geral do Império para os exercícios de 1867 - 68 e 1868 - 69, e dá outras providencias. Coleção de Leis do Império do Brasil de 31/12/1867 – Vol. 1, col. 1, p. 139.

_____. *Decreto nº 4.105, de 22 de fevereiro de 1868.* Regula a concessão dos terrenos de marinha, dos reservados nas margens dos rios e dos accrescidos natural ou artificialmente. Coleção de Leis do Império do Brasil, 1868, Vol. 1, pt. II, p. 92.

_____. *Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934.* Decreta o Código de Águas. Diário Oficial da União. Rio de Janeiro, 20 Jul. 1934.

_____. *Decreto-Lei nº 7.542, de 11 de maio de 1945.* Autoriza a derivação de águas do ribeirão do Vigário e dos rios Piraí e Paraíba, para a ampliação da usina de Ribeirão das Lajes. Diário Oficial da União, 15 maio 1945.

_____. *Decreto nº 18.588, de 11 de maio de 1945.* Autoriza a Companhia de Carris, Luz e Força do Rio de Janeiro, Limitada, a ampliar progressivamente o aproveitamento já realizado na Usina de Ribeirão das Lages. Diário Oficial da União, 15 maio 1945.

_____. *Decreto nº 20.657, de 26 de fevereiro de 1946.* Modifica o art. 2º do Decreto nº 18.588 de 11 de maio de 1945. Diário Oficial da União, 01 mar. 1946.

_____. *Decreto-Lei 9.760, de 5 de setembro de 1946.* Dispõe sobre os bens imóveis da União e dá outras providências. Diário Oficial da União. Rio de Janeiro, 06 set. 1946.

_____. *Projeto de Lei 1876/1999.* Revoga a Lei nº 4.771, de 1965 (Código Florestal); altera a Lei nº 9.605, de 1998. PL chamado de novo Código Florestal. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=17338>>. Acesso em: junho de 2018.

_____. *Decreto 68.324, de 09 de março de 1971.* Aprova o plano de regularização do rio Paraíba e dá outras providências. Diário Oficial da União, 10 mar. 1971.

_____. *Portaria DNAEE nº 22, de 24 de fevereiro de 1977.* Estabelece as regras de operação da cascata de reservatórios da bacia do rio Paraíba do Sul até o reservatório de Santa Cecília. 1977.

_____. *Decreto nº 81.436, de 09 de março de 1978.* Altera a redação dos artigos 3º e 7º do Decreto n. 68324, de 09 de março de 1971, que aprova o plano de regularização do rio Paraíba do Sul e dá outras providências. Diário Oficial da União, 10 mar. 1978.

_____. *Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000.* Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Água - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Diário Oficial da União, 18 jul. 2000.

_____. *Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002.* Institui o Código Civil. Diário Oficial da União. Brasília, 11 jan. 2002.

_____. *Lei 12.651, de 25 de maio de 2012.* Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, 28 maio 2012.

_____. *Lei 13.465, de 11 de julho de 2017.* Dispõe sobre a regularização fundiária rural e urbana, sobre a liquidação de créditos concedidos aos assentados da reforma agrária e sobre a regularização fundiária no âmbito da Amazônia Legal; institui mecanismos para aprimorar a eficiência dos procedimentos de alienação de imóveis da União; altera as Leis nos 8.629, de 25 de fevereiro de 1993, m13.001, de 20 de junho de 2014, 11.952, de 25 de junho de 2009, 13.340, de 28 de setembro de 2016, 8.666, de 21 de junho de 1993, 6.015, de 31 de dezembro de 1973, 12.512, de 14 de outubro de 2011, 10.406, de 10 de janeiro de 2002 (Código Civil), 13.105, de 16 de março de 2015 (Código de Processo Civil), 11.977, de 7 de julho de 2009, 9.514, de 20 de novembro de 1997, 11.124, de 16 de junho de 2005, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 10.257, de 10 de julho de 2001, 12.651, de 25 de maio de 2012, 13.240, de 30 de dezembro de 2015, 9.636, de 15 de maio de 1998, 8.036, de 11 de maio de 1990, 13.139, de 26 de junho de 2015, 11.483, de 31 de maio de 2007, e a 12.712, de 30 de agosto de 2012, a Medida Provisória no 2.220, de 4 de setembro de 2001, e os Decretos-Leis nos 2.398, de 21 de dezembro de 1987, 1.876, de 15 de julho de 1981, 9.760, de 5 de setembro de 1946, e 3.365, de 21 de junho de 1941; revoga dispositivos da Lei Complementar nº76, de 6 de julho de 1993, e da Lei no 13.347, de 10 de outubro de 2016; e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, 08 set. 2017.

CBDB. Comitê Brasileiro de Barragens. *Main brazilian dams: design, construction and performance.* Comitê Brasileiro de Barragens. ICOLD Publications, Brasil, 1982, p 653.

CEIVAP. Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. *Sistema de Informações Geográficas e Geoambientais da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – SIGACEIVAP.* Disponível em: <<http://sigaceivap.org.br/sigaceivap/observatorioBacia>>. Acesso em: janeiro de 2018.

CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia Fluvial.* São Paulo: Edgar Blucher Ltda, 1981. 313 p.

COHIDRO. Cohidro Consultoria Estudos e Projetos Ltda. *Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul e Planos de Ação de Recursos Hídricos das Bacias Afluentes.* Relatório de Diagnóstico, RP – 06, Tomo I, 2014. Cohidro Consultoria Estudos e Projetos.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução nº 303, 20 de março de 2002.* Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Publicada no DOU nº 90, de 13 de maio de 2002, Seção 1, página 68. CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente.

CORRÊA, W. G. *UHE Ilha dos Pombos - Estudos sobre a Reatividade Alcali-Agregado no Concreto da UHE Ilha dos Pombos e as Medidas de Proteção adotadas*. Simpósio sobre Reatividade Álcali-Agregado em Estruturas de Concreto, Goiânia, 1997.

CRETELLA JÚNIOR, J. *Tratado de Direito Administrativo*, V.5, 2006, p. 183.

DESTEFANI, E. V. *Regime Hidrológico do Rio Ivaí – PR*. 2005. 94p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia de Mestrado, Universidade Estadual de Maringá. Maringá, PR. 2005.

DETZEL, D. H. M; BESSA, M. R; VALLEJOS, C. A. V.; SANTOS, A. B.; THOMSEN, L. S. Estacionariedade das Afluências às Usinas Hidrelétricas Brasileiras. RBRH - *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 16, n. 3, 2011, p. 95-111.

DNR. Indiana Department of Natural Resources. *Ordinary High Watermarks*. Disponível em: <<https://www.in.gov/dnr/water/3658.htm>>. Acesso em jan. 2019.

DRE. Diário da República Eletrônico. *Lei n.º 54, de 15 de novembro de 2005*. Estabelece a titularidade dos recursos hídricos. Diário da República n.º 219, série I-A de 2005-11-15. Disponível em: <[https://data.dre.pt/eli/54/2005/11/15/p/dre/pt/html](https://data.dre.pt/eli/lei/54/2005/11/15/p/dre/pt/html)>. Acesso em: 5 jan. 2019.

ELETROBRAS. Centrais Elétricas Brasileiras S.A. *Diretrizes para Estudos e Projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas*. Centrais Elétricas Brasileiras S. A. Rio de Janeiro, 1999. Disponível em <http://www.eletrobras.com.br/EM_Atuacao_Manuais/default.asp>. Acesso em: 24 nov. 2017.

EA. Environment Agency. *Owning a watercourse*. Published 15 February 2018. Disponível em: <<https://www.gov.uk/guidance/owning-a-watercourse>>. Acesso em: 5 jan. 2019.

FURNAS. Furnas Centrais Elétricas S/A. *Entrada em Operação da UHE Simplicio*. Disponível em: <<http://www.furnas.com.br/hotsites/EnergiaFurnas2016/usinas.html>>. Acesso em: 7 jan. 2018.

_____. *Usina Hidrelétrica de Funil*. Disponível em <http://www.furnas.com.br/hotsites/sistemafurnas/usina_hidr_funil.asp>. Acesso em: 7 jan. 2018.

GUMBEL, E. J. Floods Estimated by Probability Method. *Bng. News-Rec.*, v. 134, n. 24, 1945, p. 833-837.

JUNIOR, M. M. C. *Metodologia para determinação das Áreas de Preservação Permanente das margens de cursos d'água: um estudo de caso na Bacia do Rio Piabanha*. Dissertação de Mestrado do Programa de Engenharia Civil – COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2013.

JUSTEN FILHO, M. *Curso de Direito Administrativo*. São Paulo: Saraiva, 2005, p. 704.

LABHIDRO. Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente. *Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul – Diagnóstico dos Recursos Hídricos*. 2006. Disponível em: <www.ceivap.org.br/downloads/PSR-010-R0.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2017.

_____. *Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul. Análise dos Impactos e das Medidas Mitigadoras que envolvem a Construção e Operação de Usinas Hidrelétricas*. Relatório Contratual PSR-009-R1, 2007. Fundação Coordenação de

Projetos, Pesquisas e Estudos Tecnológicos, Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente.

_____. *Elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro – R3 – A -Temas Técnicos Estratégicos – RT – 05 – Aproveitamentos Hidrelétricos no Estado do Rio de Janeiro*. 2014.

LEOPOLD, L.; WOLMAN, M. G.; MILLER, J. P. “*Fluvial Processes in Geomorphology*”. New York: Dover Publications, 1964.

LEOPOLD, L. B., 1994. *A view of the river*: Cambridge, Mass., Harvard University Press, 298 p.

LIGHT. Light S.A. *Anexo I – O Sistema Gerador da LIGHT*. Contribuições da LIGHT Serviços de Eletricidade S.A. Audiência Pública nº 004/2005. 2005

_____. Light Energia. Disponível em: <<http://www.light.com.br/grupo-light/Empresas-do-Grupo/light-energia.aspx>>. Acesso em: 10 nov. 2017.

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M. Tendências hidrológicas da bacia do rio Paraíba do Sul. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 20, n. 2, 2005, p. 215-226.

MATOS, A. C. B. F.; ALVES, A. J.; CAMPOS, J. A.; CAMPOS, M. T. F. R.; CALDAS, P. S.; MAURO, V. *Reabilitação Do Barramento da UHE Ilha dos Pombos*. XX Seminário Nacional de Grandes Barragens. Curitiba, 1992.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. *Controle de Inundações*. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/aguas-urbanas/controle-de-inunda%C3%A7%C3%B5es>>. Acesso em: novembro de 2017.

MIRANDA, A. H. M. *APP em área urbana consolidada*. Boletim Eletrônico IRIB. São Paulo, n. 3230, 2008. Disponível em: <<http://www.irib.org.br/boletins/detalhes/584>>. Acesso em: 21 mai. 2018.

MITECO. Ministerio para la Transición Ecológica. *Mapa de Caudales Máximos - Memoria Técnica*. Gobierno de España: junio de 2011. Disponível em: <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/memoria_tecnica_v2_junio2011_tcm30-214566.pdf>. Acesso em: 5 jan. 2019.

MP. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. *Glossário: Patrimônio da União*. Disponível em: <<http://www.planejamento.gov.br/assuntos/gestao/patrimonio-da-uniao/glossario-patrimonio-da-uniao>>. Acesso em: 12 dez. 2017.

NASCIMENTO, A. C. B. Demarcar margens de rios não navegáveis como terreno de marinha é ilegal. *Revista Consultor Jurídico [Online]*, 14 de julho de 2015. Disponível em: <<https://www.conjur.com.br/2015-jul-14/augusto-nascimento-demarcar-margem-rio-nao-navegavel-ilegal>>. Acesso em: 5 jan. 2019.

NOR. National Organization for Rivers. *Public Rights on Rivers*. Second Edition. November 2013. 118p.

OLIVEIRA, F. J. G. Eletrificação e formação do patrimônio territorial da Light na cidade do Rio de Janeiro e no Médio Vale do Paraíba. *Espaço e Economia [Online]*, n 3, 2013. Disponível em: <<http://journals.openedition.org/espacoeconomia/497>>. Acesso em: março de 2018.

OLIVEIRA, J. S.; HORA, M. A. G. M. Avaliação das Alterações do Regime Fluvial do Rio Paraíba do Sul pela Operação dos Aproveitamentos Hidrelétricos. In: *I Congresso Fluminense de Engenharia, Tecnologia e Meio Ambiente – UFF*. Niterói, 2013.

OLIVEIRA, R. C. N. *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. Escola Politécnica e Escola de Química. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2011.

ONS. Operador Nacional do Sistema Elétrico. *Atualização de Séries Históricas de vazões – Período 1931 a 2015*. Rio de Janeiro, 2016.

PEREIRA, I. L. V. *Estudos de Revitalização de Cursos de Água – Trecho Experimental no Rio das Velhas*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos – UFMG, Belo Horizonte, 2008.

PEREIRA, R. R., 2009. “*Planejamento Territorial: suas Implicações para a Promoção da Saúde e da Justiça Ambiental*”. GEOUSP: Espaço e Tempo (Online), São Paulo, n. 26, p. 19-28, dec. 2009. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/74125/77767>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE. *Les limites du domaine public fluvial et sa délimitation*. Disponível em: <<http://www.lot.gouv.fr/les-limites-du-domaine-public-fluvial-et-sa-4040.html>>. Acesso em: 5 jan. 2019.

RIO DE JANEIRO. *Lei Estadual nº 650, de 11 de janeiro de 1983*. Dispõe sobre a Política Estadual de Defesa e Proteção das Bacias Fluviais e Lacustres do Rio de Janeiro. Diário Oficial do Estado. Rio de Janeiro, 12 jan. 1983.

_____. *Lei Estadual nº 1.130, de 12 de fevereiro de 1987*. Define as áreas de Interesse Especial do Estado e dispõe sobre os imóveis de área superior a 1.000.000 m² (hum milhão de metros quadrados) e imóveis localizados em áreas limítrofes de municípios, para efeito do exame e anuência prévia a projetos de parcelamento do solo para fins urbanos, a que se refere o art. 13 da Lei nº 6.766/79.

_____. *Decreto nº 42.356, de 16 de março de 2010*. Dispõe sobre o tratamento e a demarcação das faixas marginais de proteção nos processos de licenciamento ambiental e de emissões de autorizações ambientais no Estado do Rio de Janeiro e dá outras providências. Diário Oficial do Estado. Rio de Janeiro, 17 mar. 2010.

_____. Instituto Estadual do Ambiente. *Estabelecimento de critério para determinação da linha média das enchentes ordinárias para a demarcação dos terrenos reservados ao Estado do Rio de Janeiro - Nota Técnica nº 002*. Rio de Janeiro, 2018.

_____. Instituto Estadual do Ambiente. *Norma Operacional para demarcação das faixas marginais de proteção de cursos d’água no Estado do Rio de Janeiro -NOP-INEA – 33*. Rio de Janeiro, 2016.

SAMPAIO, M. *Apresentação sobre Usinas Hidrelétricas*. 2010. Disponível em: <<https://slideplayer.com.br/slide/3115182/>>. Acesso em: 28 nov. 2018.

SANTOS, F. J. R. “*Áreas de Preservação Permanente e Áreas de Reserva Legal – Limitações Administrativas*”. 10º Encontro de Notários e Registradores do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2001. Disponível em <http://www.mp.go.gov.br/portalweb/hp/9/docs/areas_de_preservacao_permanente_e_areas_de_reserva_legal.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2018.

SERLA. Superintendência Estadual de Rios e Lagoas. *Portaria SERLA nº 261-A, de 31 de julho de 1997*. Determina normas para demarcação de faixas marginais de Proteção em Lagos, Lagoas e Lagunas e dá outras providências. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/1997/p_serla_261_a_1997_demarcacaofaixasmarginaislagos_lagoas_lagunas_rj_revg_p_serla_15_1976_67_1977.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2018.

SOARES, N.; SANTOS, J. M. *Professores afirmam que Novo Código Florestal ameaça biomas*. Jornal do Campus: JC-USP, 15 agosto de 2013. Disponível em: <<http://alfonsin.com.br/professores-afirmam-que-novo-codigo-florestal-ameaca-biomass/>> Acesso em: 21 mai. 2018.

SPU. Secretaria do Patrimônio da União. *Orientação Normativa que disciplina a demarcação de terrenos marginais e seus acrescidos (ON-GADE-03)*. Relatório, 2001. Disponível em: <http://www.planejamento.gov.br/assuntos/patrimonio-da-uniao/legislacao/orientacoes-normativas/orientacoes-normativas-arquivos-pdf/on_gade_03_terrenos_marginais.pdf/@@download/file/ON_GADE_03_terrenos_marginais.pdf>. Acesso em: junho de 2018.

_____. *Manual de Regularização Fundiária em Terras da União*. Relatório, 2006. Disponível em: <http://www.planejamento.gov.br/secretarias/upload/arquivo/spu/publicacoes/081021_pub_manual_regularizacao-1.pdf>. Acesso em: junho de 2018.

_____. *Instrução Normativa nº 2, de 27 de julho de 2018*. Dispõe sobre os conceitos e os critérios para identificação das áreas de domínio da União, de gestão da SPU, relacionadas nos incisos III, IV, VI e VII do art. 20 da Constituição Federal. Diário Oficial da União. Brasília, 30 jul. 2018.

TCU. Tribunal de Contas da União. *Acórdão 175/2015*. Disponível em: <<https://contas.tcu.gov.br/sagas/SvIVisualizarRelVotoAcRtf?codFiltro=SAGAS-SESSAO-ENCERRADA&seOcultaPagina=S&item0=510874>>. Acesso em: 5 jan. 2019.

TUCCI, C. E. M. Inundações urbanas. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. Porto Alegre, 2007, p. 393.

TUCCI, C. E. M.; GENZ, F. *Comportamento Hidrológico*. Hidrossedimentologia do Alto Rio Paraguai, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, UFRGS, FEMA/MT Fundação do Meio Ambiente do Mato Grosso, SEMA, Secretaria do Meio Ambiente do Mato Grosso do Sul, Ministério do Meio Ambiente, 1996.

TUCCI, C. E. M.; MENDES, C. A. *Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica*. 2 ed. Brasília, 2006.

USACE. US Army Corps of Engineers. *Ordinary High Water Mark (OHWM) Research, Development, and Training*. Article. Disponível em: <<https://www.erdc.usace.army.mil/Media/Fact-Sheets/Fact-Sheet-Article-View/Article/486085/ordinary-high-water-mark-ohwm-research-development-and-training/>>. Acesso em: 5 jan. 2019.

VALLENGE. *Relatório técnico da bacia do rio Paraíba do Sul: subsídios às ações de melhoria da gestão*. Vallenge Consultoria, Projetos e Obras. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <www.agevap.org.br/downloads/relatorioGeralVersaoParaSite.29dez11.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2017.

WELSCH, D. *Riparian forest buffers*. FS Pub. No. NA-PR-07-91. US Department of Agriculture, Forest Service. Forest Resources Management, Radnor, PA. 1991.

WENGER, S. J.; FOWLER, L. *Protecting Stream and River Corridors - Creating Effective Local Riparian Buffer Ordinances*. Public Policy Research Series. Carl Vinson Institute of Government, University of Georgia, 2000. 79p.

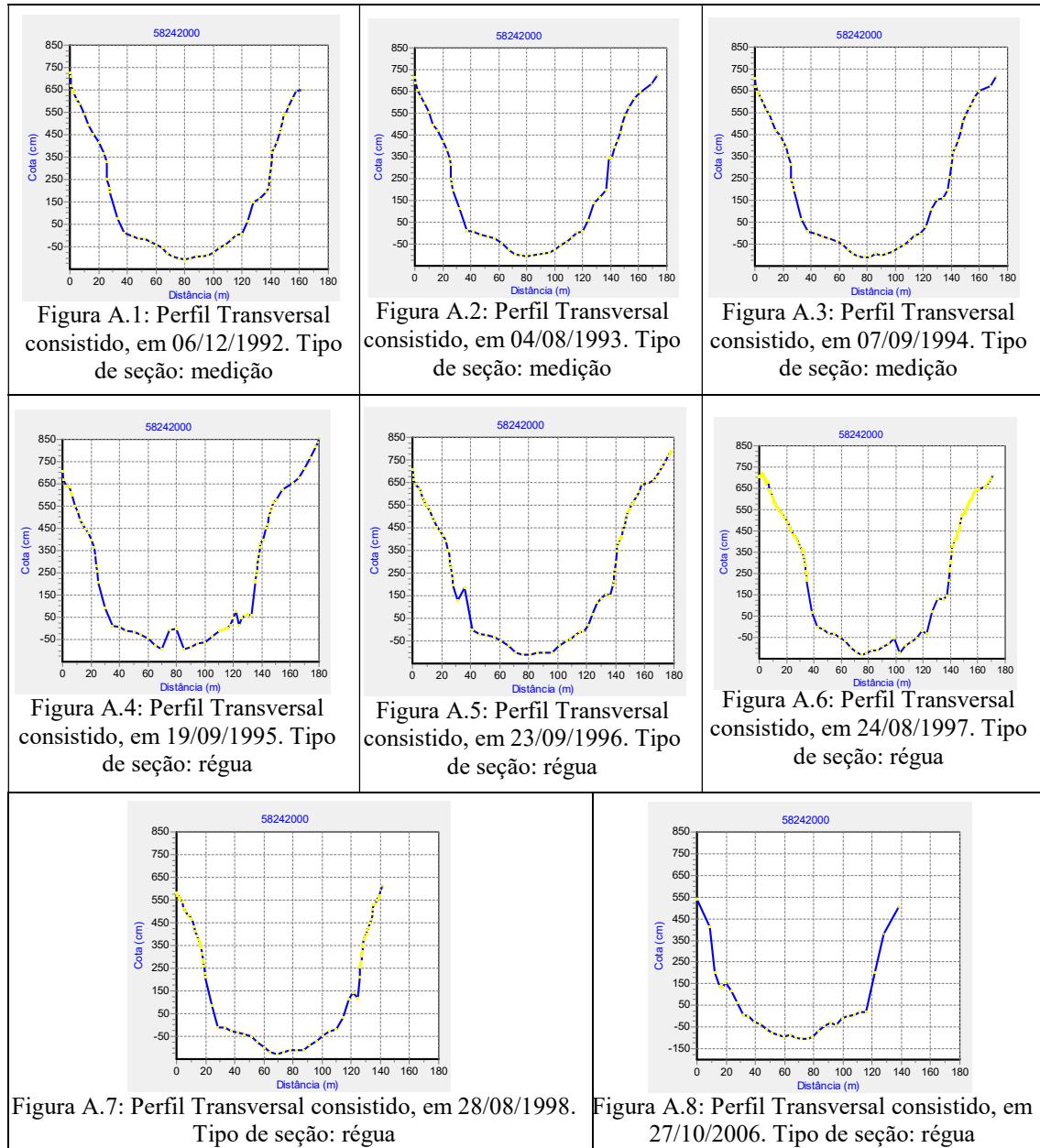
APÊNDICE A

Perfil Transversal e curvas-chave dos postos fluviométricos localizados ao longo do estirão do rio Paraíba do Sul no trecho objeto de estudo

UHE FUNIL JUSANTE 1 (58242000)

Perfil transversal

Os perfis transversais do posto fluviométrico UHE Funil Jusante 1 (58242000) encontrados no banco de dados da ANA (Hidroweb) estão disponíveis nas Figuras A.1 a A.8. Os perfis transversais apresentados são os consistidos.



Curva-Chave

As curvas-chave do posto fluviométrico UHE Funil Jusante 1 (58242000) encontradas no banco de dados da ANA (Hidroweb) estão disponíveis na Tabela A.1. As curvas-chave apresentadas são as consistidas.

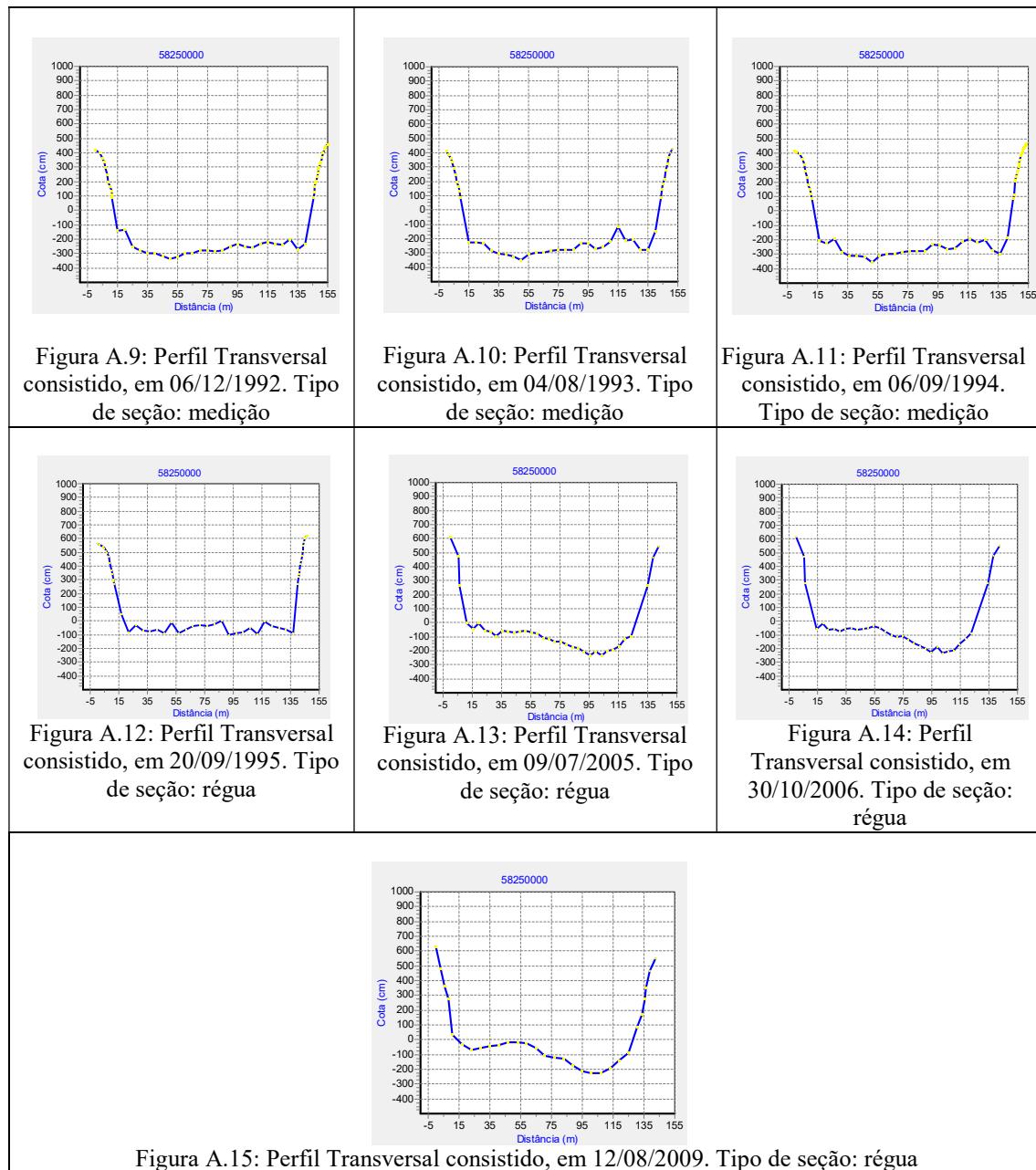
Tabela A.1: Curvas-chave consistidas do posto fluviométrico UHE Funil Jusante 1 (58242000)

Validade (início-fim)	Cota	Equação	Número da curva
01/08/1956 - 31/10/1966	$140 < H < 710$	$Q(H) = 33,37 * (H + 0,25)^{1,734}$	01/
01/11/1966-31/12/1987	$100 < H < 710$	$Q(H) = 44,44 * (H + 0,04)^{1,767}$	03/
01/01/1988 - 31/12/2001	$120 < H < 620$	$Q(H) = 54,02 * (H - 0,2)^{1,713}$	01/01
27/11/1996-31/12/2007	$110 < H < 199$	$Q(H) = 54,6118 * (H - 0,04)^{1,795}$	01/02
27/11/1996-31/12/2007	$199 < H < 500$	$Q(H) = 68,8197 * (H - 0,14)^{1,575}$	02/02
01/01/1988 - 31/12/2009	$110 < H < 199$	$Q(H) = 54,6118 * (H - 0,04)^{1,795}$	01/02
01/01/1988 - 31/12/2009	$199 < H < 500$	$Q(H) = 68,8197 * (H - 0,14)^{1,575}$	02/02

RESENDE (58250000)

Perfil Transversal

Os perfis transversais do posto fluviométrico Resende (58250000) encontrados no banco de dados da ANA (Hidroweb) estão disponíveis nas Figuras A.9 a A.15. Os perfis transversais apresentados são os consistidos.



Curva-Chave

As curvas-chave do posto fluviométrico Resende (58250000) encontradas no banco de dados da ANA (Hidroweb) estão disponíveis na Tabela A.2. As curvas-chave apresentadas são as consistidas.

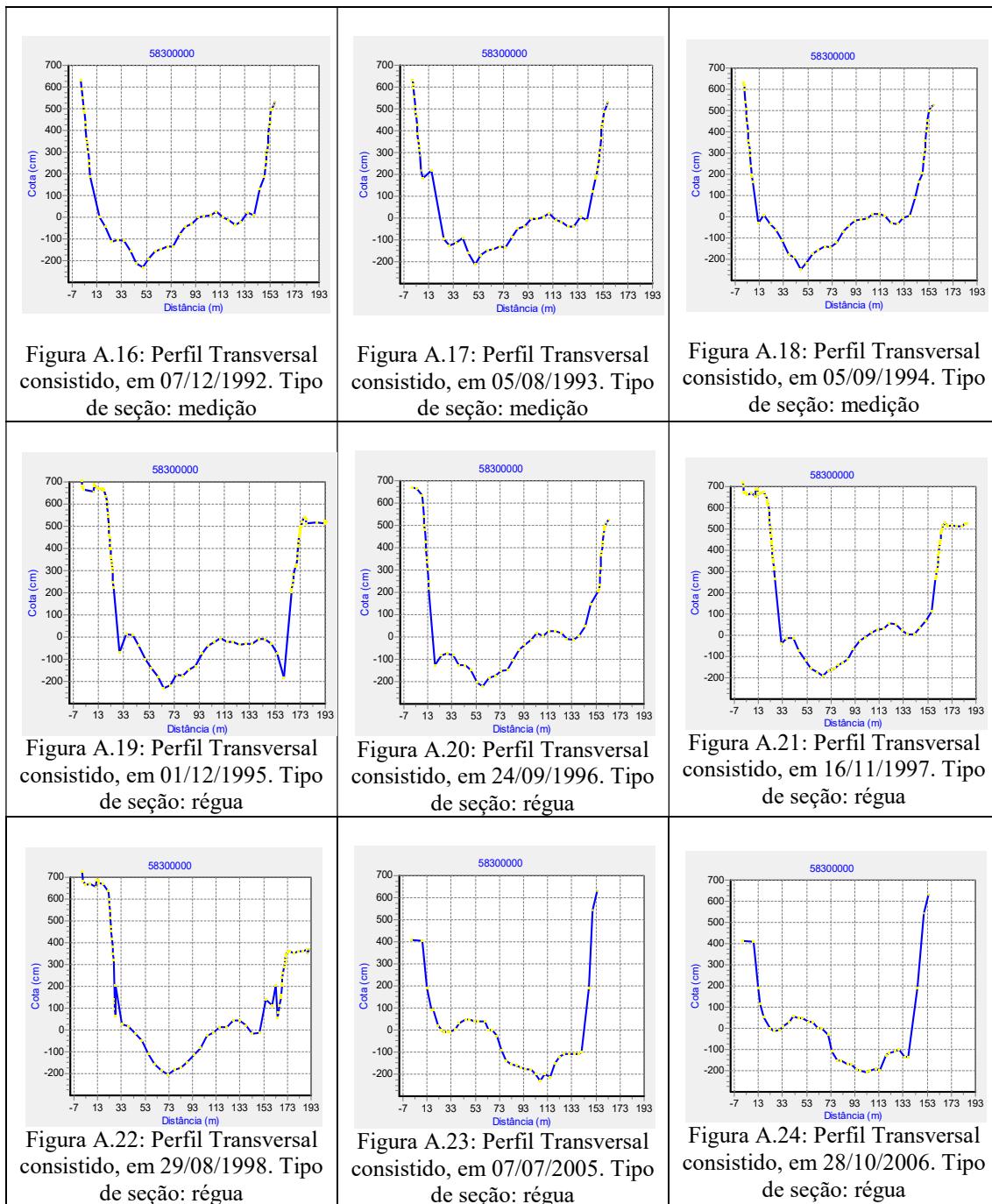
Tabela A.2: Curvas-chave consistidas do posto fluviométrico Resende (58250000)

Validade (início-fim)	Cota	Equação	Nº da Curva
01/01/1930-08/02/1940	$10 < H < 340$	$Q(H) = 294,1 * (H + 0,15)^{1,242}$	01/_
09/02/1940-11/11/1955	$0 < H < 390$	$Q(H) = 259,92 * (H + 0,21)^{1,266}$	02/_
12/11/1955-06/08/1971	$0 < H < 380$	$Q(H) = 273,14 * (H + 0,14)^{1,089}$	03/_
06/08/1971-31/12/1987	$30 < H < 330$	$Q(H) = 286,48 * (H - 0,20)^{1,012}$	03/_
01/01/1988-27/12/1992	$70 < H < 350$	$Q(H) = 217,00 * (H - 0,05)^{1,310}$	01/_
28/12/1992-19/09/1995	$56 < H < 350$	$Q(H) = 217,00 * (H - 0,05)^{1,310}$	01/_
20/09/1995-30/09/2006	$230 < H < 470$	$Q(H) = 213,4419 * (H - 1,8)^{1,339}$	01/01
20/09/1995-31/12/2007	$230 < H < 470$	$Q(H) = 213,4419 * (H - 1,8)^{1,339}$	01/01
20/09/1995-31/12/2011	$230 < H < 470$	$Q(H) = 213,4419 * (H - 1,8)^{1,339}$	01/01
20/09/1995 - 31/12/2012	$230 < H < 470$	$Q(H) = 213,4419 * (H - 1,8)^{1,339}$	01/01

UHE FUNIL JUSANTE 2 (58300000)

Perfil Transversal

Os perfis transversais do posto fluviométrico UHE Funil Jusante 2 (58300000) encontrados no banco de dados da ANA (Hidroweb) estão disponíveis nas Figuras A.16 a A.25. Os perfis transversais apresentados são os consistidos.



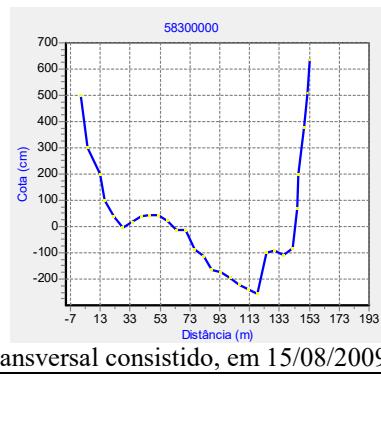


Figura A.25: Perfil Transversal consistido, em 15/08/2009. Tipo de seção: régua

Curva-Chave

As curvas-chave do posto fluviométrico UHE Funil Jusante 2 (58300000) encontradas no banco de dados da ANA (Hidroweb) estão disponíveis na Tabela A.3. As curvas-chave apresentadas são as consistidas.

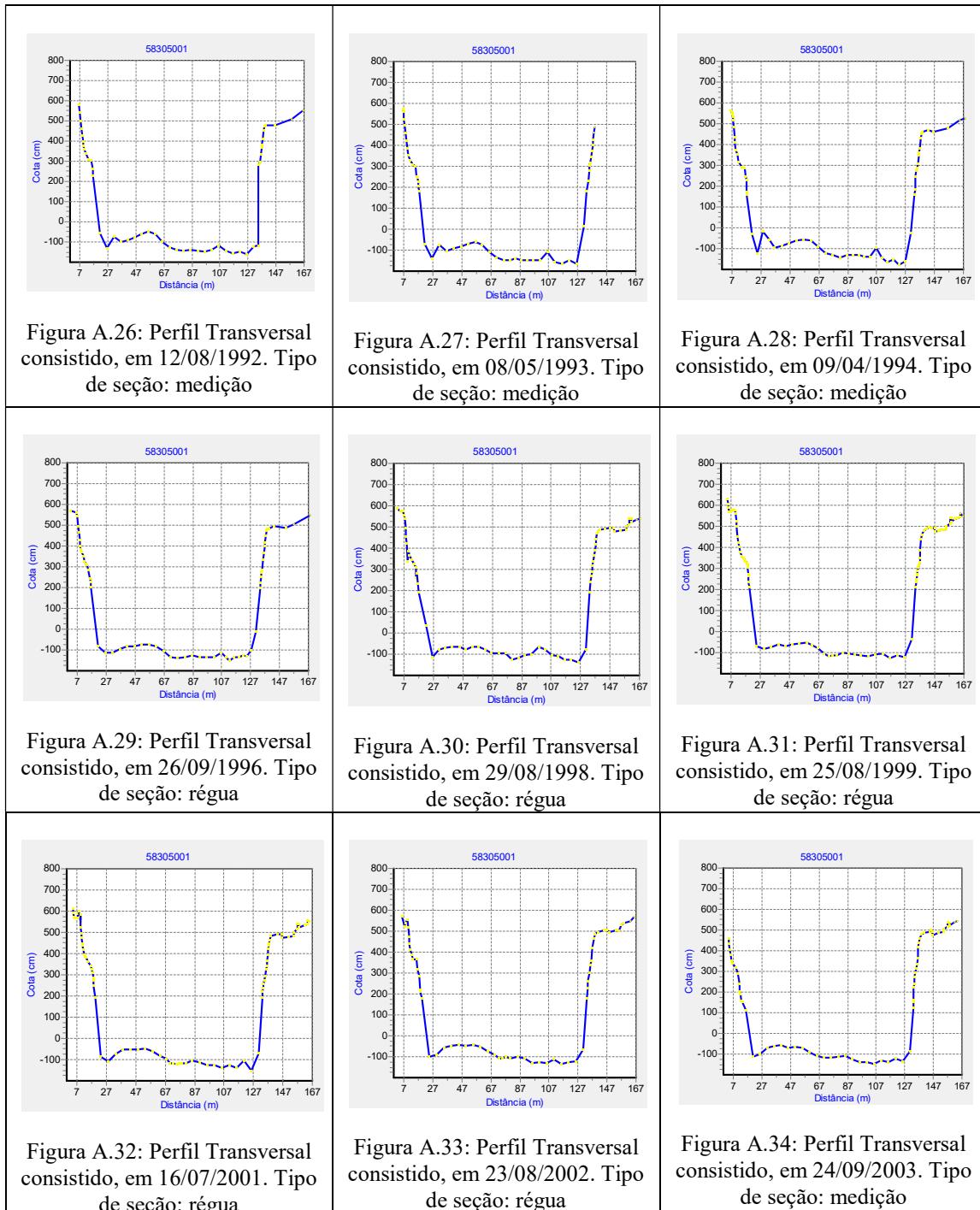
Tabela A.3: Curvas-chave consistidas do posto fluviométrico UHE Funil Jusante 2
(58300000)

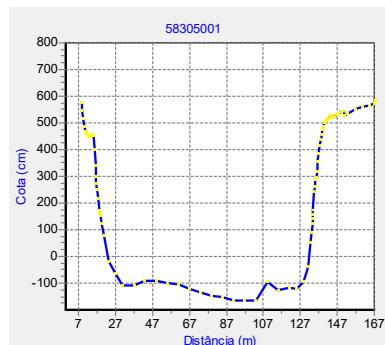
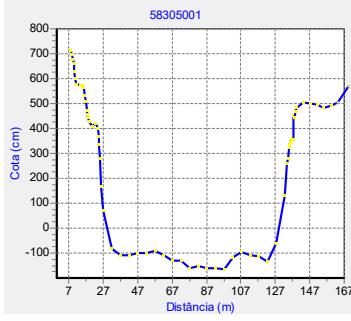
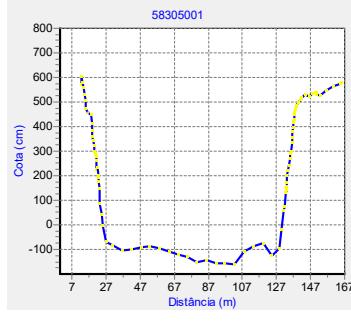
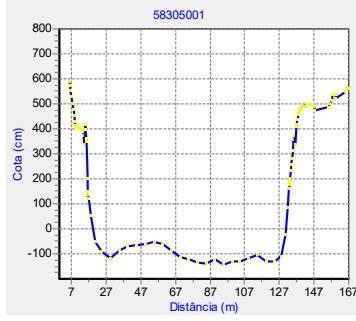
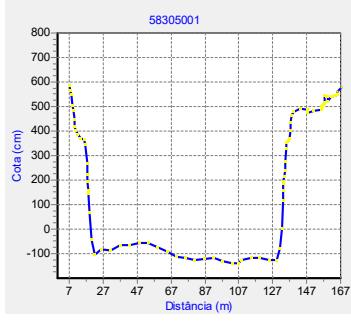
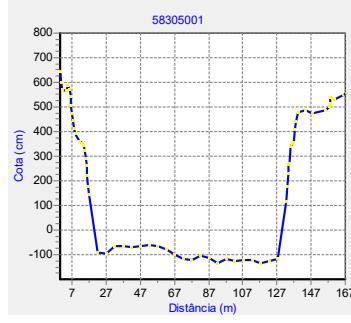
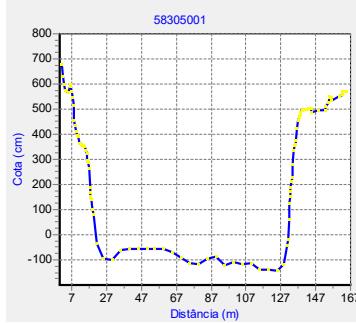
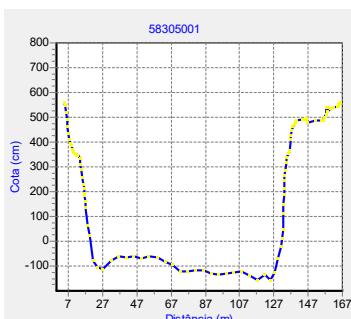
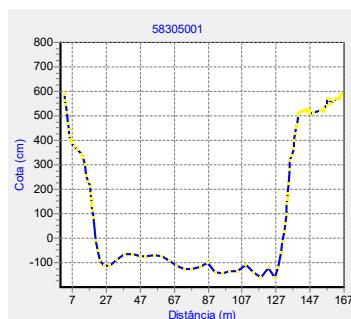
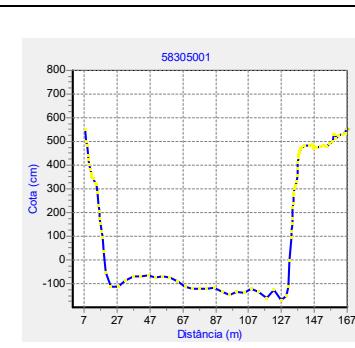
Validade (início-fim)	Cota	Equação	Nº da curva
14/04/1940-04/04/1964	$90 < H < 540$	Tem a tabela e curva, mas não tem a equação	01/_
05/04/1964-19/11/1971	$110 < H < 510$	Tem a tabela e curva, mas não tem a equação	02/_
20/11/1971-31/03/1980	$148 < H < 448$	Tem a tabela e curva, mas não tem a equação	03/_
01/02/1988-30/09/2006	$140 < H < 600$	$Q(H) = 117,5467 * (H - 0,45)^{1,502}$	01/01
01/02/1988-31/12/2007	$140 < H < 600$	$Q(H) = 117,5467 * (H - 0,45)^{1,502}$	01/01
01/02/1988-31/12/2011	$140 < H < 600$	$Q(H) = 117,5467 * (H - 0,45)^{1,502}$	01/01
01/02/1988-31/12/2012	$140 < H < 600$	$Q(H) = 117,5467 * (H - 0,45)^{1,502}$	01/01

VOLTA REDONDA (58305001)

Perfil Transversal

Os perfis transversais do posto fluviométrico Volta Redonda (58305001) encontrados no banco de dados da ANA (Hidroweb) estão disponíveis nas Figuras A.26 a A.44. Os perfis transversais apresentados são os consistidos.





Curva-Chave

As curvas-chave do posto fluviométrico Volta Redonda (58305001) encontradas no banco de dados da ANA (Hidroweb) estão disponíveis na Tabela A.4. As curvas-chave apresentadas são as consistidas.

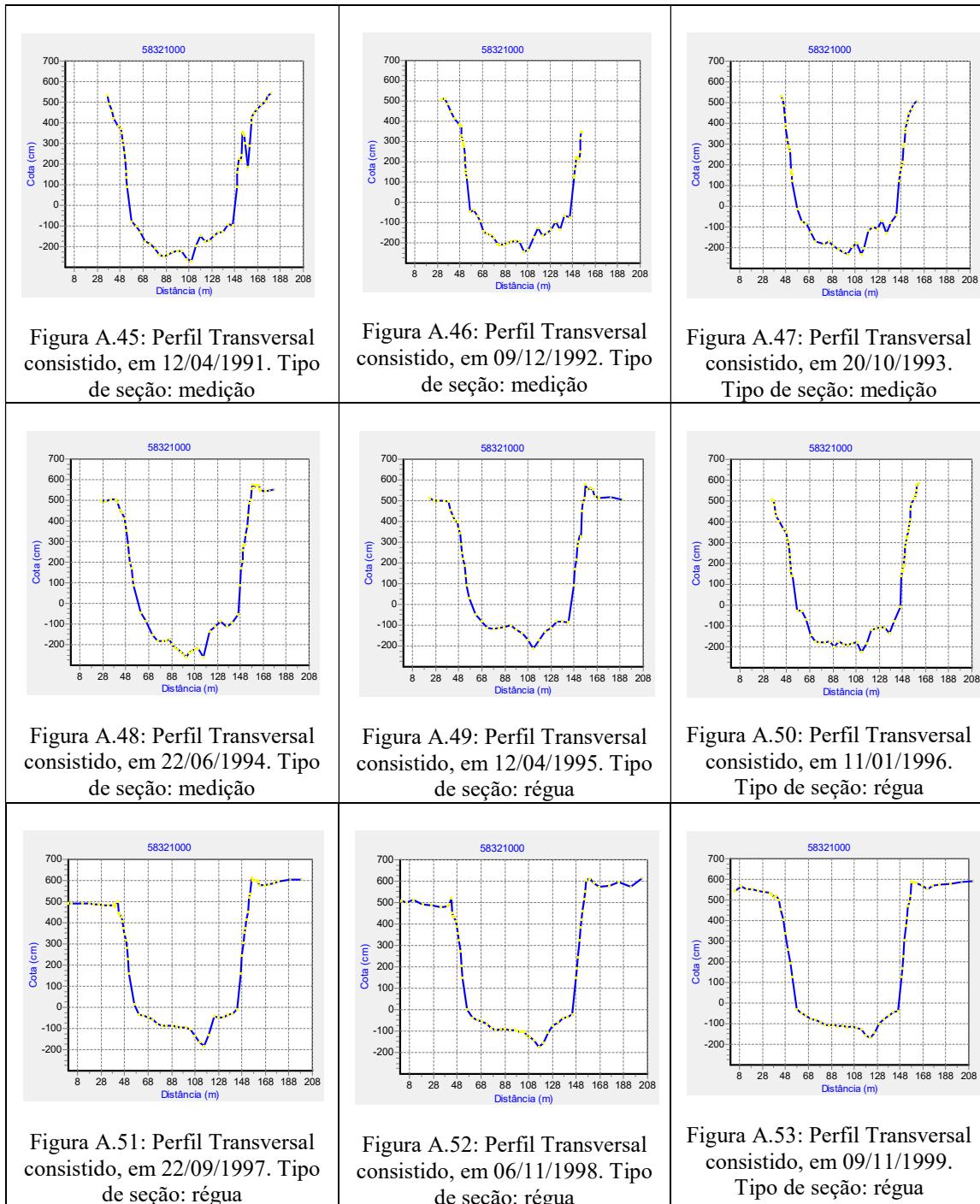
Tabela A.4: Curvas-chave consistidas do posto fluviométrico Volta Redonda (58305001)

Validade (início-fim)	Cota	Equação	Nº da curva
01/01/1940-21/01/1943	$70 < H < 550$	$Q(H) = 73,4366 * (H + 0,32)^{1,618}$	01/_
22/01/1943-24/02/1952	$70 < H < 266$	$Q(H) = 78,1124 * (H + 0,30)^{1,620}$	01/02
22/01/1943-24/02/1952	$266 < H < 600$	$Q(H) = 73,4070 * (H + 0,42)^{1,618}$	02/02
25/02/1952-26/03/1960	$70 < H < 403$	$Q(H) = 73,2731 * (H + 0,26)^{1,635}$	01/02
25/02/1952-26/03/1960	$403 < H < 500$	$Q(H) = 73,4407 * (H + 0,32)^{1,618}$	02/02
27/03/1960-06/02/1963	$110 < H < 266$	$Q(H) = 78,1124 * (H + 0,30)^{1,620}$	01/02
27/03/1960-06/02/1963	$266 < H < 500$	$Q(H) = 73,4070 * (H + 0,42)^{1,618}$	02/02
07/02/1963-11/10/1964	$90 < H < 400$	$Q(H) = 73,4407 * (H + 0,32)^{1,618}$	01/_
12/10/1964-17/11/1967	$100 < H < 159$	$Q(H) = 71,9509 * (H + 0,26)^{1,635}$	01/03
12/10/1964-17/11/1967	$159 < H < 418$	$Q(H) = 37,5103 * (H + 0,87)^{1,841}$	02/03
12/10/1964-17/11/1967	$418 < H < 600$	$Q(H) = 19,5000 * (H + 1,04)^{2,200}$	03/03
18/11/1967-10/03/1971	$80 < H < 400$	$Q(H) = 73,2731 * (H + 0,26)^{1,635}$	01/_
11/03/1971-02/02/1972	$150 < H < 266$	$Q(H) = 18,8741 * (H + 0,51)^{2,537}$	01/03
11/03/1971-02/02/1972	$266 < H < 317$	$Q(H) = 63,2860 * (H + 0,20)^{1,634}$	02/03
11/03/1971-02/02/1972	$317 < H < 350$	$Q(H) = 19,5000 * (H + 1,04)^{2,200}$	03/03
03/02/1972-05/10/1972	$150 < H < 396$	$Q(H) = 64,7135 * (H + 0,36)^{1,600}$	01/02
03/02/1972-05/10/1972	$396 < H < 400$	$Q(H) = 19,5000 * (H + 1,04)^{2,200}$	02/02
06/10/1972-12/01/1975	$120 < H < 151$	$Q(H) = 72,3732 * (H + 0,26)^{1,635}$	01/03
06/10/1972-12/01/1975	$151 < H < 469$	$Q(H) = 75,0084 * (H + 0,27)^{1,557}$	02/03
06/10/1972-12/01/1975	$469 < H < 500$	$Q(H) = 19,5000 * (H + 1,04)^{2,200}$	03/03
13/01/1975-18/07/1975	$150 < H < 266$	$Q(H) = 18,8722 * (H + 0,51)^{2,537}$	01/03
13/01/1975-18/07/1975	$266 < H < 317$	$Q(H) = 63,2860 * (H + 0,20)^{1,634}$	02/03
13/01/1975-18/07/1975	$317 < H < 500$	$Q(H) = 19,5000 * (H + 1,04)^{2,200}$	03/03
19/07/1975-19/04/1979	$130 < H < 314$	$Q(H) = 73,9936 * (H + 0,26)^{1,635}$	01/02
19/07/1975-19/04/1979	$314 < H < 500$	$Q(H) = 73,4407 * (H + 0,32)^{1,618}$	02/02
20/04/1979-06/03/1982	$60 < H < 400$	$Q(H) = 66,8454 * (H + 0,28)^{1,600}$	01/02
20/04/1979-06/03/1982	$400 < H < 650$	$Q(H) = 19,5000 * (H + 1,04)^{2,200}$	02/02
07/03/1982-05/12/1995	$60 < H < 381$	$Q(H) = 102,5551 * (H - 0,14)^{1,395}$	01/02
07/03/1982-05/12/1995	$381 < H < 650$	$Q(H) = 19,5000 * (H + 1,04)^{2,200}$	02/02
06/12/1955-19/08/1997	$160 < H < 469$	$Q(H) = 75,0084 * (H + 0,27)^{1,557}$	01/02
06/12/1955-19/08/1997	$469 < H < 550$	$Q(H) = 19,5000 * (H + 1,04)^{2,200}$	02/02
20/08/1997-31/12/2014	$130 < H < 317$	$Q(H) = 63,2762 * (H + 0,20)^{1,634}$	01/02
20/08/1997-31/12/2014	$317 < H < 600$	$Q(H) = 19,5000 * (H + 1,04)^{2,200}$	02/02

BARRA DO PIRAI (58321000)

Perfil Transversal

Os perfis transversais do posto fluviométrico Barra do Piraí (58321000) encontrados no banco de dados da ANA (Hidroweb) estão disponíveis nas Figuras A.45 a A.63. Os perfis transversais apresentados são os consistidos.



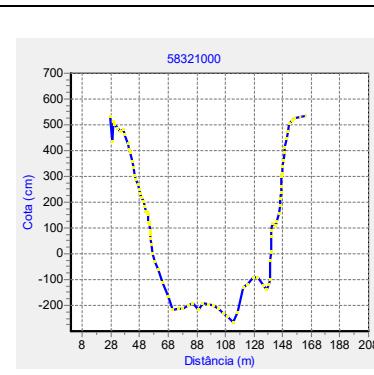


Figura A.54: Perfil Transversal consistido, em 24/08/2005. Tipo de seção: régua

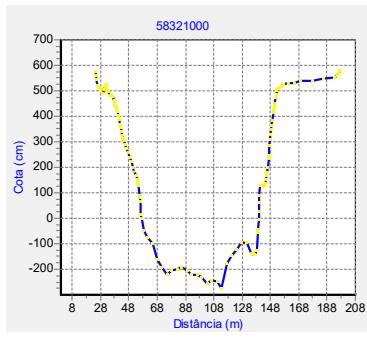


Figura A.55: Perfil Transversal consistido, em 27/07/2006. Tipo de seção: medição

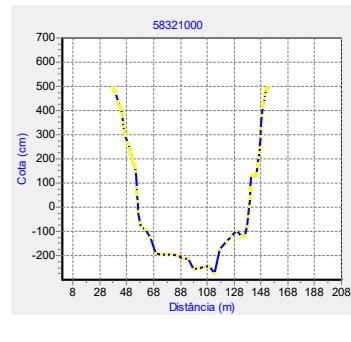


Figura A.56: Perfil Transversal consistido, em 10/08/2007.
Tipo de seção: medição

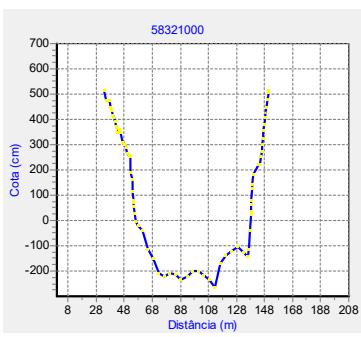


Figura A.57: Perfil Transversal consistido, em 29/07/2009. Tipo de seção: medição

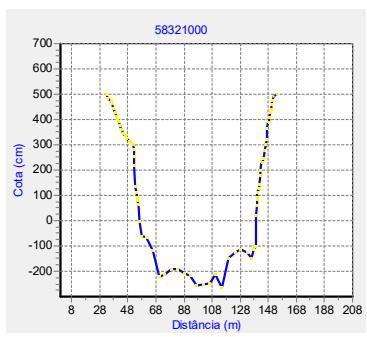


Figura A.58: Perfil Transversal consistido, em 06/07/2010. Tipo de seção: medição

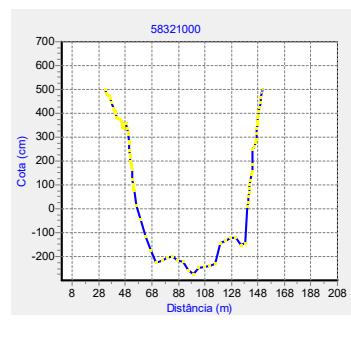


Figura A.59: Perfil Transversal consistido, em 30/06/2011.
Tipo de seção: medição

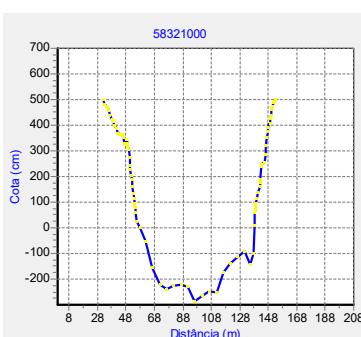


Figura A.60: Perfil Transversal consistido, em 24/05/2012. Tipo de seção: medição

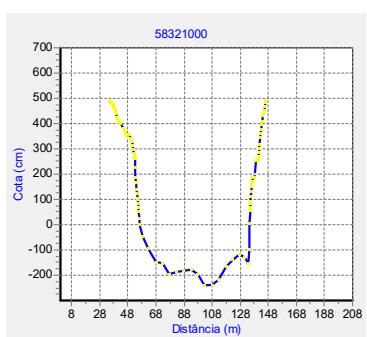


Figura A.61: Perfil Transversal consistido, em 21/06/2013. Tipo de seção: medição

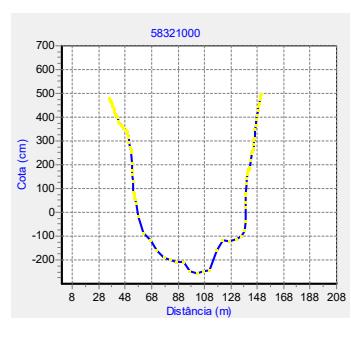


Figura A.62: Perfil Transversal consistido, em 06/12/2014.
Tipo de seção: medição

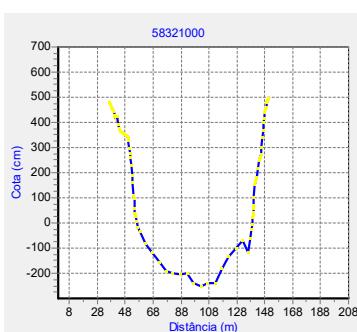


Figura A.63: Perfil Transversal consistido, em 25/03/2015. Tipo de seção: medição

Curva-Chave

As curvas-chave do posto fluviométrico Barra do Piraí (58321000) encontradas no banco de dados da ANA (Hidroweb) estão disponíveis na Tabela A.5. As curvas-chave apresentadas são as consistidas.

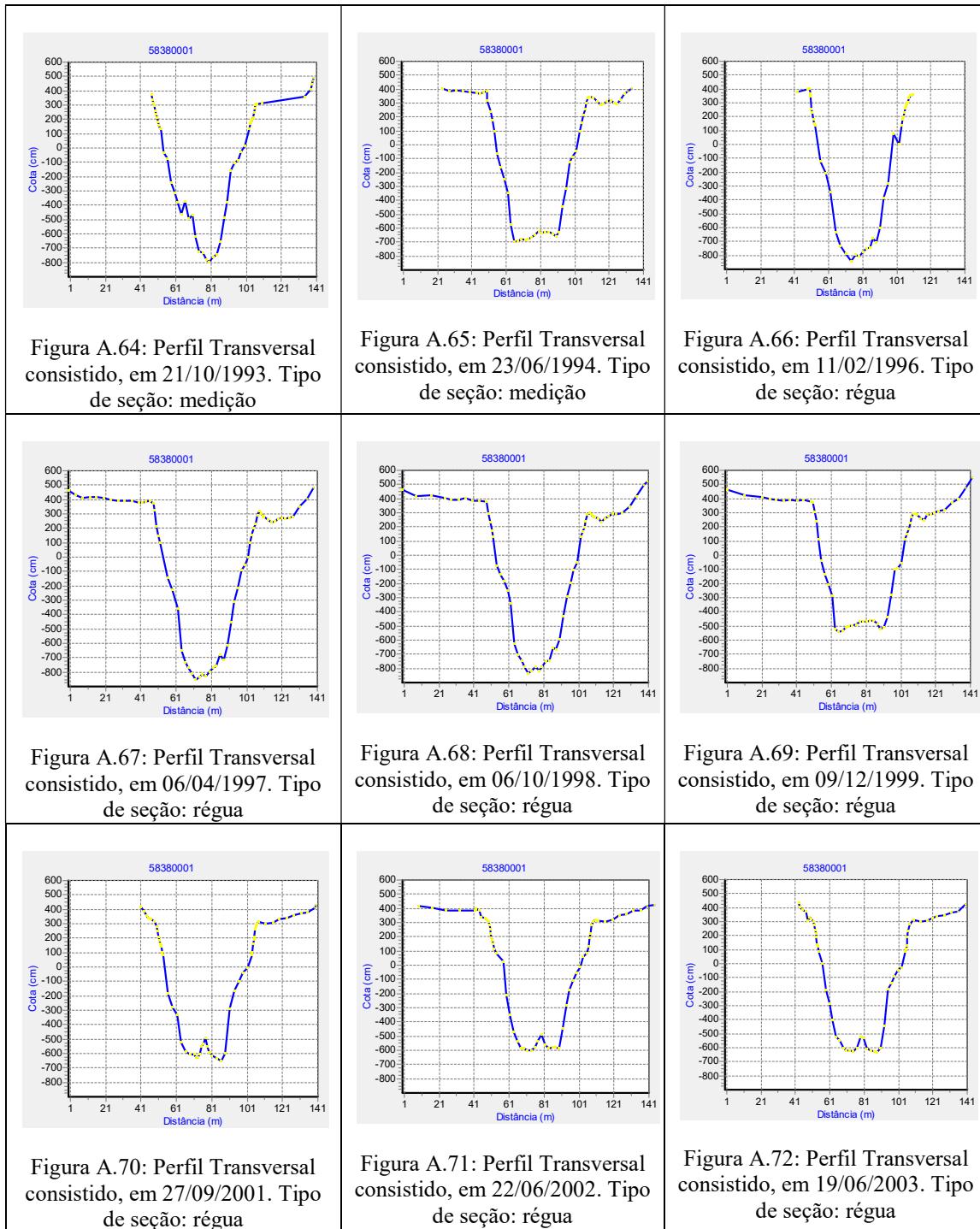
Tabela A.5: Curvas-chave consistidas do posto fluviométrico Barra do Piraí (58321000)

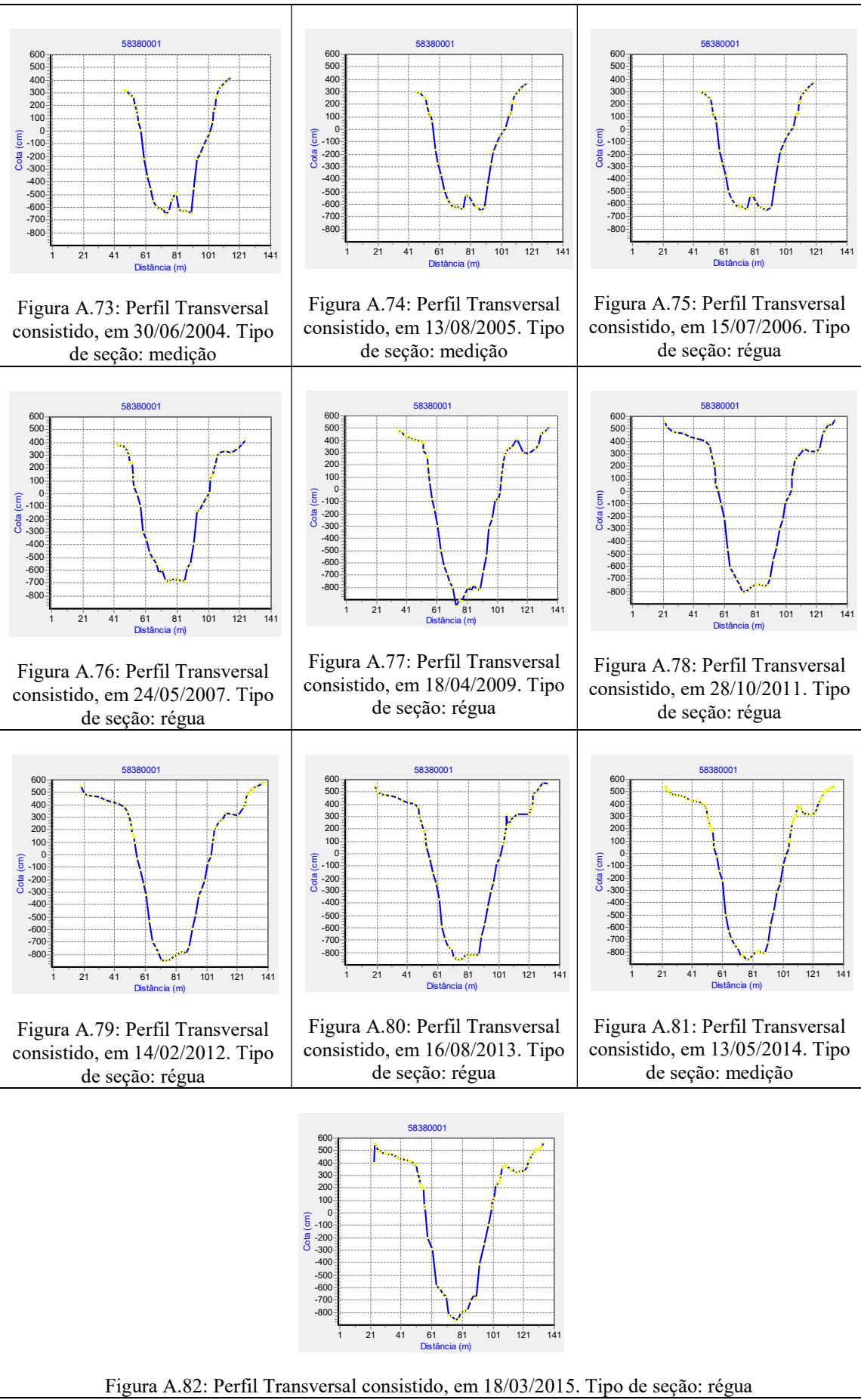
Validade (início-fim)	Cota	Equação	Nº da curva
01/01/1922-31/03/1955	$30 < H < 119$	$Q(H) = 121,7387 * (H - 0,03)^{1,778}$	01/02
01/01/1922-31/03/1955	$119 < H < 600$	$Q(H) = 146,8955 * (H - 0,14)^{1,551}$	02/02
01/04/1955-26/01/1962	$10 < H < 21$	$Q(H) = 55,0000 * (H - 0,10)^{1,300}$	01/03
01/04/1955-26/01/1962	$21 < H < 232$	$Q(H) = 82,4412 * (H - 0,06)^{1,730}$	02/03
01/04/1955-26/01/1962	$232 < H < 450$	$Q(H) = 74,9310 * (H - 0,11)^{1,900}$	03/03
27/01/1962-31/12/1969	$20 < H < 96$	$Q(H) = 110,0000 * (H - 0,07)^{1,600}$	01/02
27/01/1962-31/12/1969	$96 < H < 600$	$Q(H) = 115,0000 * (H - 0,09)^{1,658}$	02/02
01/01/1970-31/12/1975	-	Curva-chave inexistente	-
01/01/1976-26/02/1993	$30 < H < 68$	$Q(H) = 110,0000 * (H - 0,07)^{1,600}$	01/03
01/01/1976-26/02/1993	$68 < H < 232$	$Q(H) = 86,0873 * (H + 0,03)^{1,600}$	02/03
01/01/1976-26/02/1993	$232 < H < 500$	$Q(H) = 74,9310 * (H - 0,11)^{1,900}$	03/03
27/02/1993-02/09/1996	$80 < H < 145$	$Q(H) = 90,4968 * (H - 0,06)^{1,444}$	01/03
27/02/1993-02/09/1996	$145 < H < 232$	$Q(H) = 82,4412 * (H - 0,06)^{1,730}$	02/03
27/02/1993-02/09/1996	$232 < H < 450$	$Q(H) = 74,9310 * (H - 0,11)^{1,900}$	03/03
03/09/1996-04/07/2004	$10 < H < 115$	$Q(H) = 83,0500 * (H - 0,09)^{1,730}$	01/03
03/09/1996-04/07/2004	$115 < H < 194$	$Q(H) = 74,2571 * (H + 0,02)^{1,346}$	02/03
03/09/1996-04/07/2004	$194 < H < 600$	$Q(H) = 74,9310 * (H - 0,35)^{1,940}$	03/03
05/07/2004-28/07/2009	$10 < H < 81$	$Q(H) = 110,5000 * (H - 0,09)^{1,600}$	01/03
05/07/2004-28/07/2009	$81 < H < 232$	$Q(H) = 86,0873 * (H + 0,03)^{1,600}$	02/03
05/07/2004-28/07/2009	$232 < H < 600$	$Q(H) = 74,9310 * (H - 0,11)^{1,900}$	03/03
29/07/2009-31/12/2014	$10 < H < 600$	$Q(H) = 115,0000 * (H - 0,06)^{1,657}$	01/

PARAÍBA DO SUL (58380001)

Perfil Transversal

Os perfis transversais do posto fluviométrico Paraíba do Sul (58380001) encontrados no banco de dados da ANA (Hidroweb) estão disponíveis nas Figuras A.64 a A.82. Os perfis transversais apresentados são os consistidos.





Curva-Chave

As curvas-chave do posto fluviométrico Paraíba do Sul (58380001) encontradas no banco de dados da ANA (Hidroweb) estão disponíveis na Tabela A.6. As curvas-chave apresentadas são as consistidas.

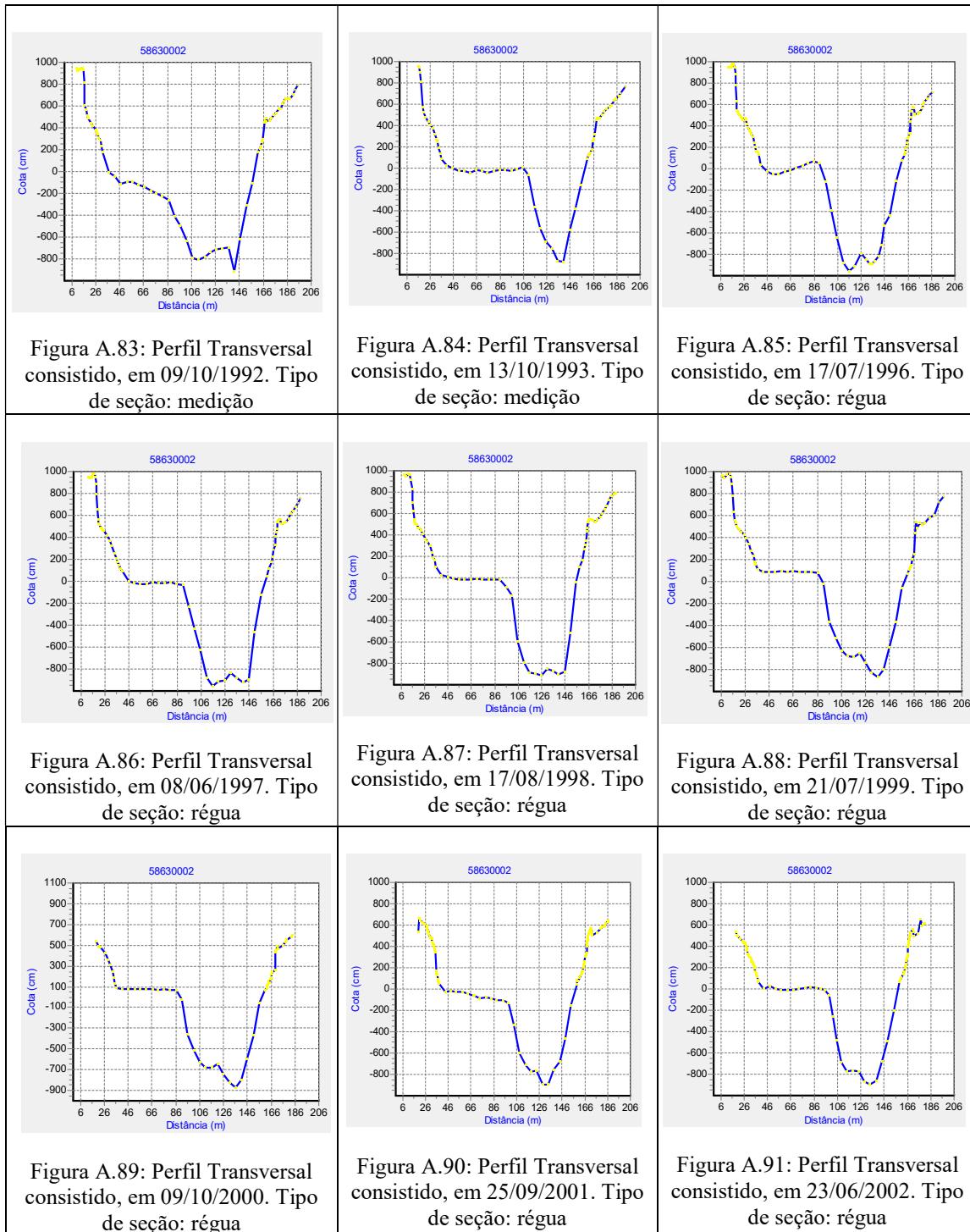
Tabela A.6: Curvas-chave consistidas do posto fluviométrico Paraíba do Sul (58380001)

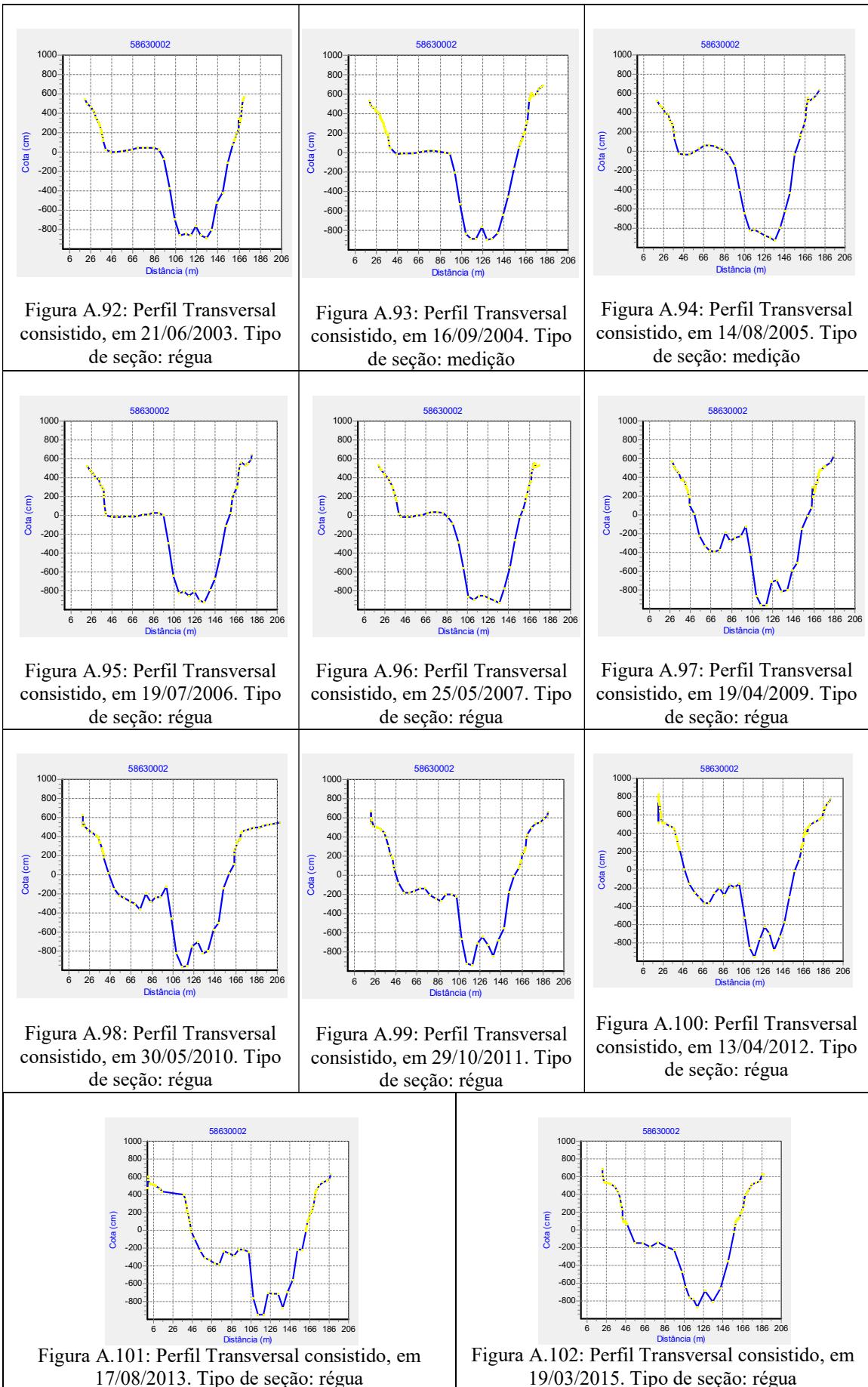
Validade (início-fim)	Cota	Equação	Nº da curva
28/10/1972-21/04/1973	40 < H < 151	$Q(H) = 10,9105 * (H + 1,05)^{3,000}$	01/02
28/10/1972-21/04/1973	151 < H < 350	$Q(H) = 170,6910 * (H - 0,45)^{1,195}$	02/02
22/04/1973-01/04/1975	40 < H < 59	$Q(H) = 10,9105 * (H + 1,05)^{3,000}$	01/03
22/04/1973-01/04/1975	59 < H < 218	$Q(H) = 27,5697 * (H + 0,66)^{2,500}$	02/03
22/04/1973-01/04/1975	218 < H < 400	$Q(H) = 140,4053 * (H + 0,09)^{1,195}$	03/03
02/04/1975-18/05/1977	30 < H < 94	$Q(H) = 33,9745 * (H + 0,68)^{2,000}$	01/03
02/04/1975-18/05/1977	94 < H < 218	$Q(H) = 27,5697 * (H + 0,66)^{2,500}$	02/03
02/04/1975-18/05/1977	218 < H < 400	$Q(H) = 140,4053 * (H + 0,09)^{1,195}$	03/03
19/05/1977-21/02/1979	30 < H < 105	$Q(H) = 33,9745 * (H + 0,71)^{2,000}$	01/03
19/05/1977-21/02/1979	105 < H < 218	$Q(H) = 27,5697 * (H + 0,66)^{2,500}$	02/03
19/05/1977-21/02/1979	218 < H < 400	$Q(H) = 140,4053 * (H + 0,09)^{1,195}$	03/03
22/02/1979-26/01/1985	40 < H < 98	$Q(H) = 11,3217 * (H + 0,99)^{3,000}$	01/03
22/02/1979-26/01/1985	98 < H < 128	$Q(H) = 89,0000 * H^{1,400}$	02/03
22/02/1979-26/01/1985	128 < H < 500	$Q(H) = 169,3000 * (H - 0,50)^{1,195}$	03/03
27/01/1985-25/03/1991	80 < H < 204	$Q(H) = 9,3271 * (H + 1,13)^{3,000}$	01/03
27/01/1985-25/03/1991	204 < H < 314	$Q(H) = 170,6910 * (H - 0,45)^{1,195}$	02/03
27/01/1985-25/03/1991	314 < H < 450	$Q(H) = 59,8787 * (H + 0,89)^{1,600}$	03/03
26/03/1991-28/03/1994	80 < H < 206	$Q(H) = 102,9269 * (H - 0,19)^{1,400}$	01/03
26/03/1991-28/03/1994	206 < H < 433	$Q(H) = 83,5698 * (H - 0,09)^{1,600}$	02/03
26/03/1991-28/03/1994	433 < H < 550	$Q(H) = 169,3000 * (H - 0,50)^{1,195}$	03/03
29/03/1994-22/07/2004	50 < H < 126	$Q(H) = 83,0978 * (H + 0,01)^{1,600}$	01/02
29/03/1994-22/07/2004	126 < H < 600	$Q(H) = 169,3000 * (H - 0,50)^{1,195}$	02/02
23/07/2004-26/07/2007	70 < H < 206	$Q(H) = 102,9269 * (H - 0,19)^{1,400}$	01/02
23/07/2004-26/07/2007	206 < H < 400	$Q(H) = 83,5698 * (H - 0,09)^{1,600}$	02/02
27/07/2007-16/03/2011	80 < H < 107	$Q(H) = 102,9269 * (H - 0,19)^{1,400}$	01/02
27/07/2007-16/03/2011	107 < H < 550	$Q(H) = 169,3000 * (H - 0,50)^{1,195}$	02/02
17/03/2011-03/01/2013	90 < H < 173	$Q(H) = 101,5572 * (H - 0,22)^{1,400}$	01/02
17/03/2011-03/01/2013	173 < H < 400	$Q(H) = 83,5698 * (H - 0,11)^{1,600}$	02/02
04/01/2013-31/12/2014	60 < H < 206	$Q(H) = 102,9269 * (H - 0,19)^{1,400}$	01/03
04/01/2013-31/12/2014	206 < H < 433	$Q(H) = 83,5698 * (H - 0,09)^{1,600}$	02/03
04/01/2013-31/12/2014	433 < H < 450	$Q(H) = 169,3000 * (H - 0,50)^{1,195}$	03/03

ANTA (58630002)

Perfil Transversal

Os perfis transversais do posto fluviométrico Anta (58630002) encontrados no banco de dados da ANA (Hidroweb) estão disponíveis nas Figuras A.83 a A.102. Os perfis transversais apresentados são os consistidos.





Curva-Chave

As curvas-chave do posto fluviométrico Anta (58630002) encontradas no banco de dados da ANA (Hidroweb) estão disponíveis na Tabela A.7. As curvas-chave apresentadas são as consistidas.

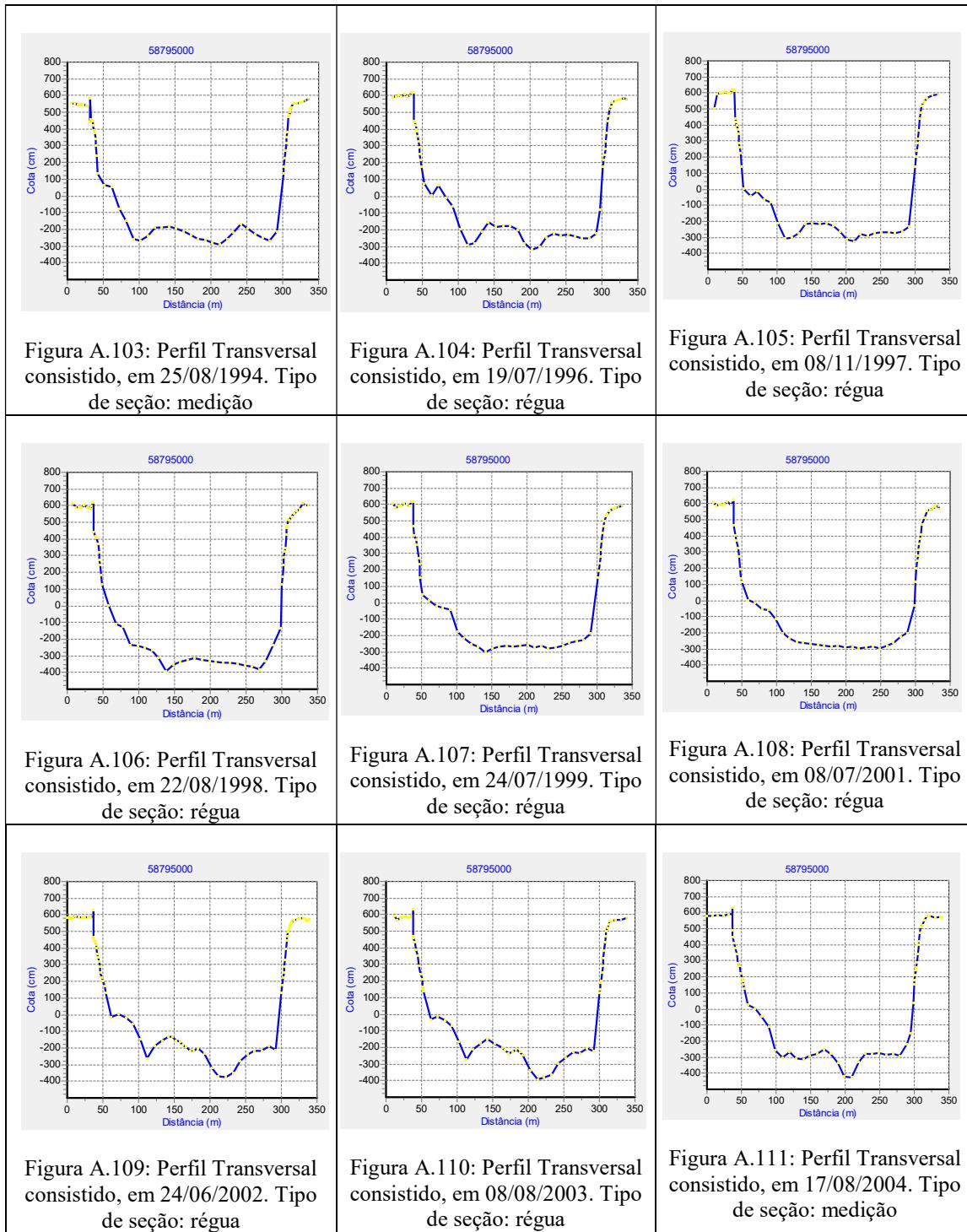
Tabela A.7: Curvas-chave consistidas do posto fluviométrico Anta (58630002)

Validade (início-fim)	Cota	Equação	Nº da curva
01/01/1922-02/07/1975	-400 < H < -125	$Q(H) = 0,0212 * (H + 30,05)^{2,511}$	01/04
01/01/1922-02/07/1975	-125 < H < -13	$Q(H) = 0,0002 * (H + 11,40)^{5,653}$	02/04
01/01/1922-02/07/1975	-13 < H < 313	$Q(H) = 0,0001 * (H + 10,05)^{6,270}$	03/04
01/01/1922-02/07/1975	313 < H < 700	$Q(H) = 76,7441 * (H + 1,22)^{1,780}$	04/04
03/07/1975-19/01/1977	-150 < H < 179	$Q(H) = 56,9878 * (H + 1,51)^{1,879}$	01/03
03/07/1975-19/01/1977	179 < H < 312	$Q(H) = 0,0001 * (H + 10,05)^{6,270}$	02/03
03/07/1975-19/01/1977	312 < H < 450	$Q(H) = 76,7441 * (H + 1,22)^{1,780}$	03/03
20/01/1977-14/10/1989	20 < H < 187	$Q(H) = 0,0005 * (H + 7,44)^{6,000}$	01/03
20/01/1977-14/10/1989	187 < H < 507	$Q(H) = 0,0004 * (H + 8,75)^{5,760}$	02/03
20/01/1977-14/10/1989	507 < H < 700	$Q(H) = 76,7441 * (H + 0,21)^{1,780}$	03/03
15/10/1989-11/12/1992	50 < H < 521	$Q(H) = 0,0002 * (H + 9,61)^{5,900}$	01/02
15/10/1989-11/12/1992	521 < H < 700	$Q(H) = 115,3372 * H^{1,600}$	02/02
12/12/1992-28/10/1994	40 < H < 491	$Q(H) = 0,0073 * (H + 7,12)^{4,900}$	01/03
12/12/1992-28/10/1994	491 < H < 521	$Q(H) = 0,0002 * (H + 9,61)^{5,900}$	02/03
12/12/1992-28/10/1994	521 < H < 600	$Q(H) = 115,3372 * H^{1,600}$	03/03
29/10/1994-26/07/2013	0 < H < 521	$Q(H) = 0,0002 * (H + 9,61)^{5,900}$	01/02
29/10/1994-26/07/2013	521 < H < 650	$Q(H) = 115,3372 * H^{1,600}$	02/02
27/07/2013-31/12/2014	-65 < H < 450	$Q(H) = 0,0002 * (H + 9,90)^{5,900}$	01/_

TRÊS IRMÃOS (58795000)

Perfil Transversal

Os perfis transversais do posto fluviométrico Três Irmãos (58795000) encontrados no banco de dados da ANA (Hidroweb) estão disponíveis nas Figuras A.103 a A.120. Os perfis transversais apresentados são os consistidos.



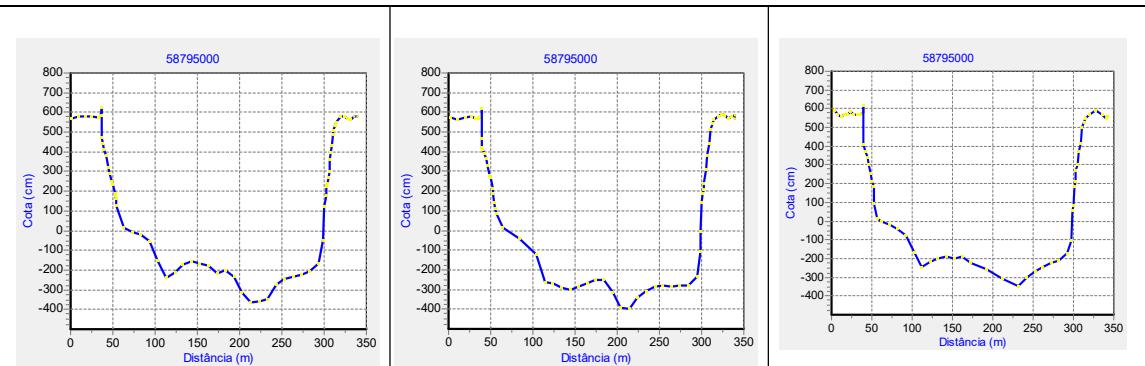


Figura A.112: Perfil Transversal consistido, em 07/05/2005. Tipo de seção: régua

Figura A.113: Perfil Transversal consistido, em 28/08/2006. Tipo de seção: medição

Figura A.114: Perfil Transversal consistido, em 16/03/2007. Tipo de seção: medição

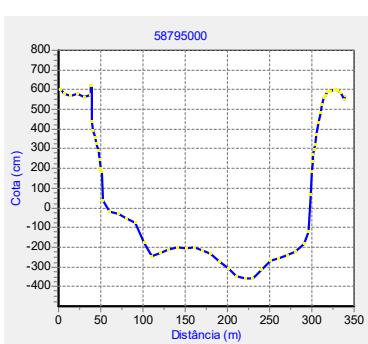


Figura A.115: Perfil Transversal consistido, em 06/02/2008. Tipo de seção: medição

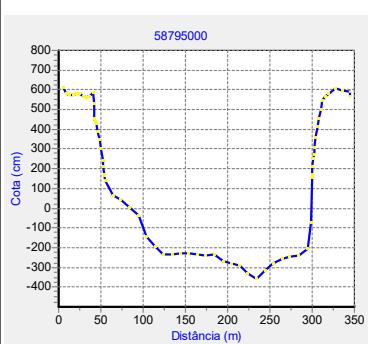


Figura A.116: Perfil Transversal consistido, em 26/10/2010. Tipo de seção: medição

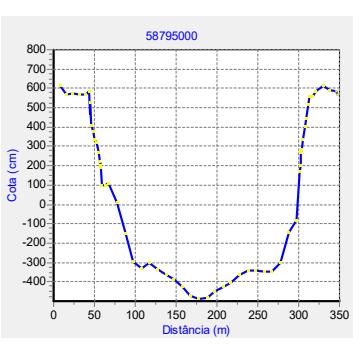


Figura A.117: Perfil Transversal consistido, em 20/06/2012. Tipo de seção: régua

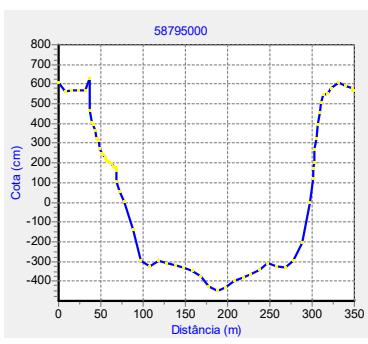


Figura A.118: Perfil Transversal consistido, em 22/06/2013. Tipo de seção: régua

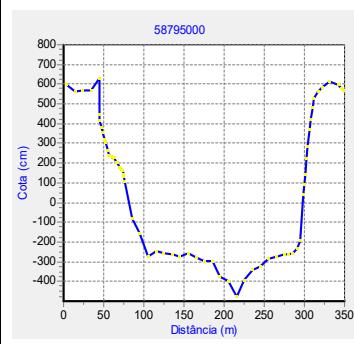


Figura A.119: Perfil Transversal consistido, em 22/03/2014. Tipo de seção: régua

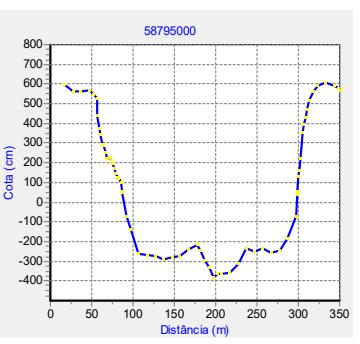


Figura A.120: Perfil Transversal consistido, em 19/06/2015. Tipo de seção: medição

Curva-Chave

As curvas-chave do posto fluviométrico Três Irmãos (58795000) encontradas no banco de dados da ANA (Hidroweb) estão disponíveis na Tabela A.8. As curvas-chave apresentadas são as consistidas.

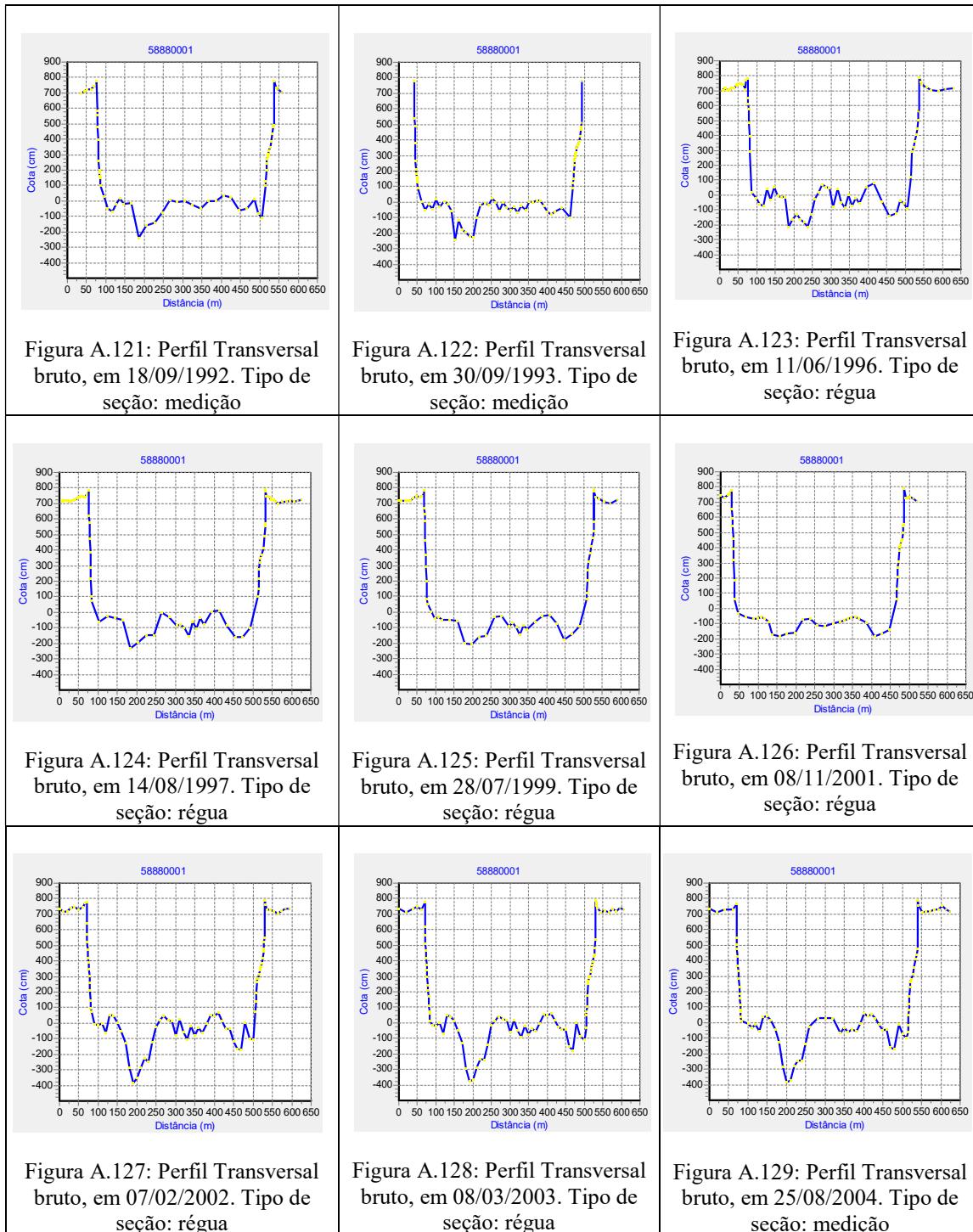
Tabela A.8: Curvas-chave consistidas do posto fluviométrico Três Irmãos (58795000)

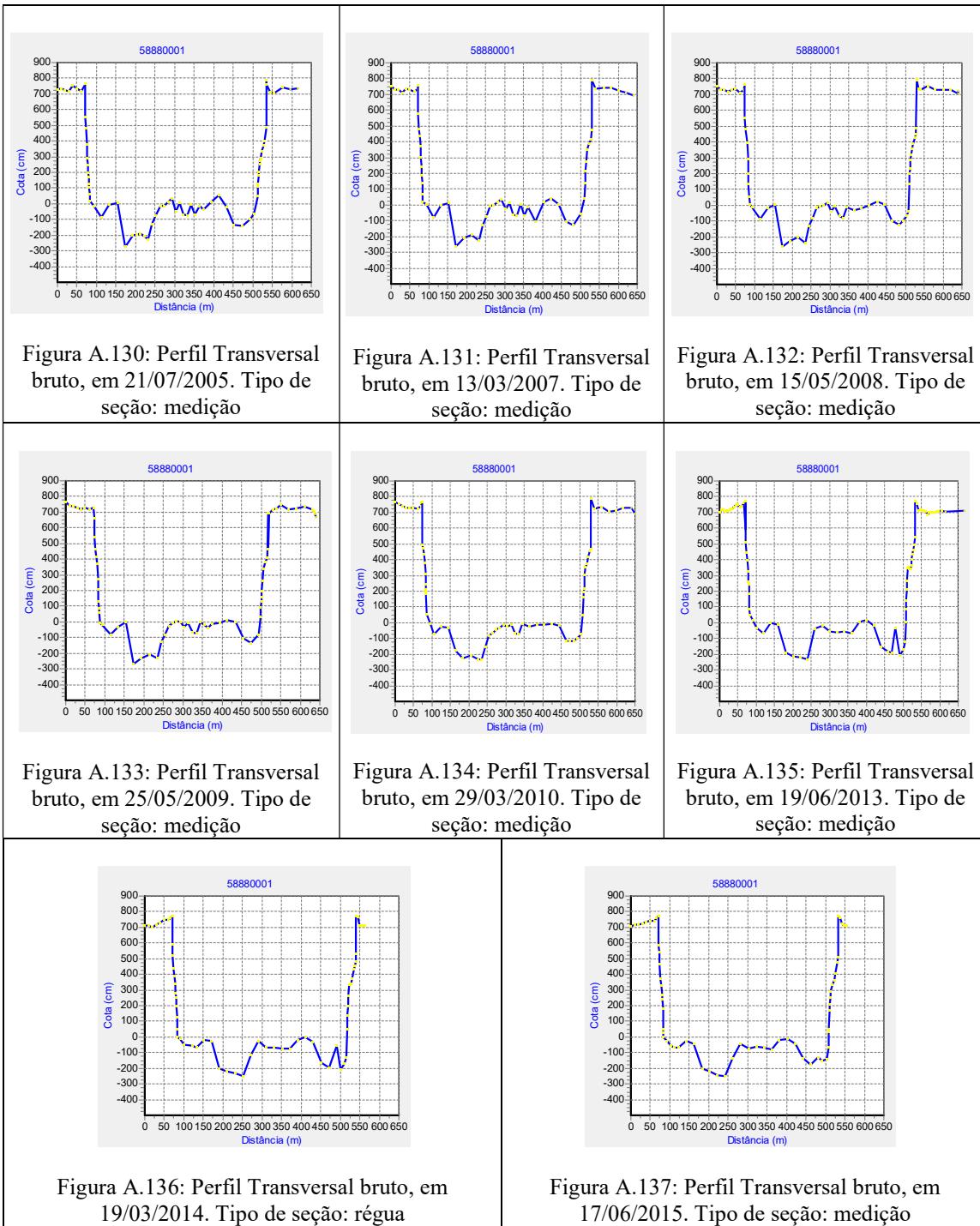
Validade (início-fim)	Cota	Equação	Nº da curva
01/08/1930-14/06/1954	80 < H < 130	$Q(H) = 5,9645 * (H + 2,37)^{3,000}$	01/04
01/08/1930-14/06/1954	130 < H < 200	$Q(H) = 393,7262 * (H - 0,51)^{1,199}$	02/04
01/08/1930-14/06/1954	200 < H < 401	$Q(H) = 386,0000 * (H - 0,63)^{1,592}$	03/04
01/08/1930-14/06/1954	401 < H < 550	$Q(H) = 274,0000 * (H + 0,57)^{1,500}$	04/04
15/06/1954-24/12/1971	0 < H < 122	$Q(H) = 49,4592 * (H + 1,09)^{2,000}$	01/04
15/06/1954-24/12/1971	122 < H < 285	$Q(H) = 0,6920 * (H + 2,83)^{4,250}$	02/04
15/06/1954-24/12/1971	285 < H < 480	$Q(H) = 214,4060 * (H + 0,04)^{1,550}$	03/04
15/06/1954-24/12/1971	480 < H < 650	$Q(H) = 9,3728 * (H + 1,61)^{3,000}$	04/04
25/12/1971-07/06/1983	50 < H < 184	$Q(H) = 17,5271 * (H + 1,18)^{3,000}$	01/04
25/12/1971-07/06/1983	184 < H < 285	$Q(H) = 0,6920 * (H + 2,83)^{4,250}$	02/04
25/12/1971-07/06/1983	285 < H < 480	$Q(H) = 214,4060 * (H + 0,04)^{1,550}$	03/04
25/12/1971-07/06/1983	480 < H < 650	$Q(H) = 9,3728 * (H + 1,61)^{3,000}$	04/04
08/06/1983-20/12/1989	90 < H < 102	$Q(H) = 184,0000 * (H + 0,11)^{1,250}$	01/04
08/06/1983-20/12/1989	102 < H < 302	$Q(H) = 0,7000 * (H + 2,83)^{4,250}$	02/04
08/06/1983-20/12/1989	302 < H < 514	$Q(H) = 225,0000 * (H + 0,04)^{1,550}$	03/04
08/06/1983-20/12/1989	514 < H < 650	$Q(H) = 9,3728 * (H + 1,61)^{3,000}$	04/04
21/12/1989-18/06/2014	50 < H < 123	$Q(H) = 201,9030 * (H + 0,02)^{1,250}$	01/04
21/12/1989-18/06/2014	123 < H < 285	$Q(H) = 0,6920 * (H + 2,83)^{4,250}$	02/04
21/12/1989-18/06/2014	285 < H < 480	$Q(H) = 214,4060 * (H + 0,04)^{1,550}$	03/04
21/12/1989-18/06/2014	480 < H < 650	$Q(H) = 9,3728 * (H + 1,61)^{3,000}$	04/04
19/06/2014-31/12/2014	10 < H < 89	$Q(H) = 101,0000 * (H + 0,82)^{1,250}$	01/03
19/06/2014-31/12/2014	89 < H < 136	$Q(H) = 105,6652 * (H + 0,59)^{1,600}$	02/03
19/06/2014-31/12/2014	136 < H < 300	$Q(H) = 240,5288 * (H - 0,19)^{1,600}$	03/03

SÃO FIDÉLIS (58880001)

Perfil Transversal

Os perfis transversais do posto fluviométrico São Fidélis (58880001) encontrados no banco de dados da ANA (Hidroweb) estão disponíveis nas Figuras A.121 a A.137. Os perfis transversais apresentados são os consistidos.





Curva-Chave

As curvas-chave do posto fluviométrico São Fidélis (58880001) encontradas no banco de dados da ANA (Hidroweb) estão disponíveis na Tabela A.9. As curvas-chave apresentadas são as consistidas.

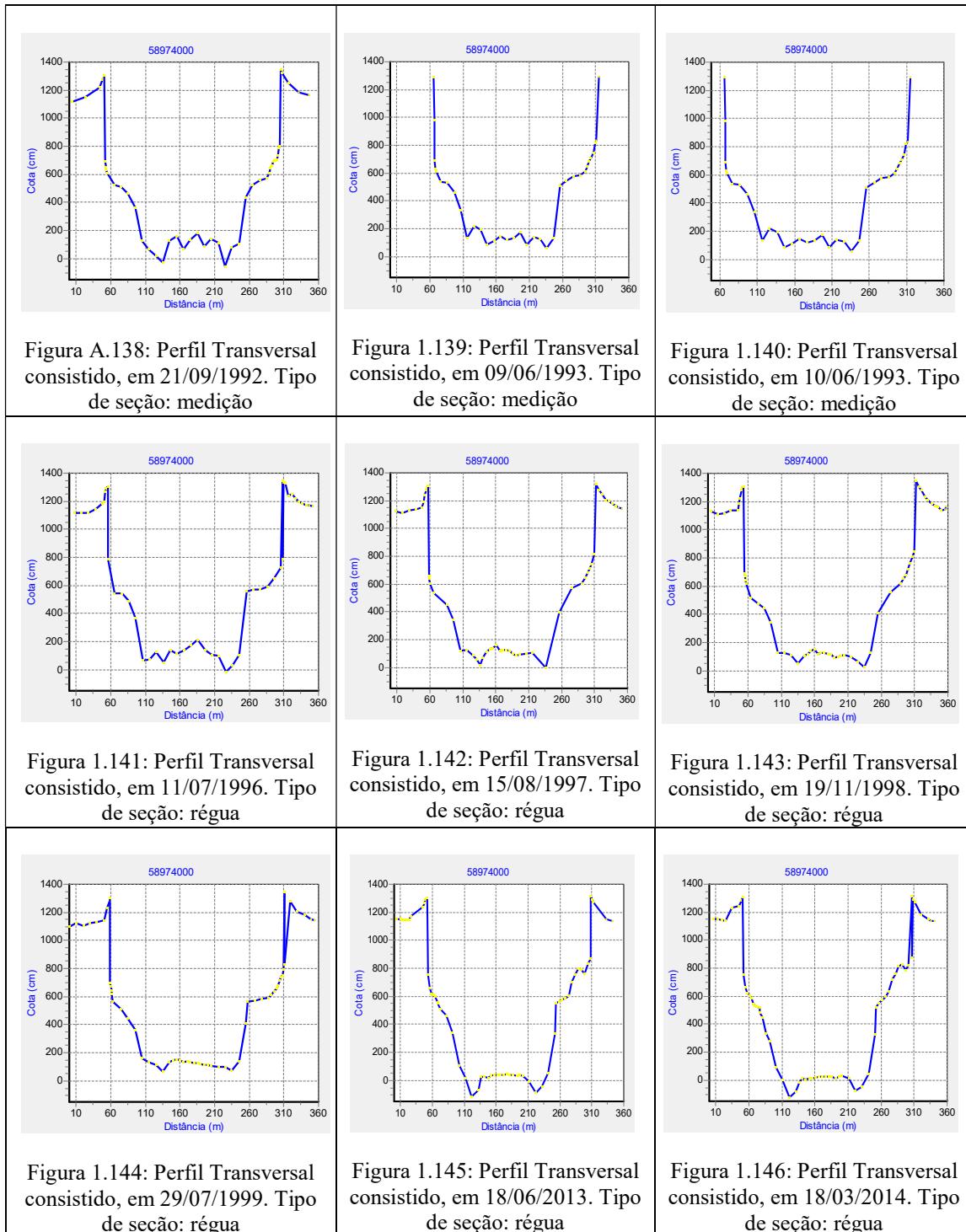
Tabela A.9: Curvas-chave consistidas do posto fluviométrico São Fidélis (58880001)

Validade (início-fim)	Cota	Equação	Nº da curva
01/01/1973-12/01/1983	$60 < H < 254$	$Q(H) = 213,6966 * (H + 0,36)^{1,620}$	01/03
01/01/1973-12/01/1983	$254 < H < 442$	$Q(H) = 220,8734 * (H + 0,55)^{1,499}$	02/03
01/01/1973-12/01/1983	$442 < H < 650$	$Q(H) = 401,3337 * (H - 1,34)^{1,607}$	03/03
13/01/1983-18/05/1994	$60 < H < 175$	$Q(H) = 188,3378 * (H + 0,30)^{1,639}$	01/04
13/01/1983-18/05/1994	$175 < H < 393$	$Q(H) = 362,8008 * (H - 0,28)^{1,353}$	02/04
13/01/1983-18/05/1994	$393 < H < 442$	$Q(H) = 220,8734 * (H + 0,55)^{1,499}$	03/04
13/01/1983-18/05/1994	$442 < H < 700$	$Q(H) = 401,3337 * (H - 1,34)^{1,607}$	04/04
19/05/1994-29/08/2005	$50 < H < 109$	$Q(H) = 323,9043 * (H + 0,08)^{1,180}$	01/04
19/05/1994-29/08/2005	$109 < H < 254$	$Q(H) = 213,6966 * (H + 0,36)^{1,620}$	02/04
19/05/1994-29/08/2005	$254 < H < 442$	$Q(H) = 220,8734 * (H + 0,55)^{1,499}$	03/04
19/05/1994-29/08/2005	$442 < H < 650$	$Q(H) = 401,3337 * (H - 1,34)^{1,607}$	04/04
30/08/2005-07/06/2014	$30 < H < 129$	$Q(H) = 165,0000 * (H + 0,63)^{1,638}$	01/04
30/08/2005-07/06/2014	$129 < H < 254$	$Q(H) = 213,6966 * (H + 0,36)^{1,620}$	02/04
30/08/2005-07/06/2014	$254 < H < 442$	$Q(H) = 220,8734 * (H + 0,55)^{1,499}$	03/04
30/08/2005-07/06/2014	$442 < H < 700$	$Q(H) = 401,3337 * (H - 1,34)^{1,607}$	04/04
08/06/2014-31/12/2014	$0 < H < 221$	$Q(H) = 216,2404 * (H + 0,55)^{1,494}$	01/02
08/06/2014-31/12/2014	$221 < H < 250$	$Q(H) = 213,6966 * (H + 0,36)^{1,620}$	02/02

CAMPOS - PONTE MUNICIPAL (58974000)

Perfil Transversal

Os perfis transversais do posto fluviométrico Campos - Ponte Municipal (58974000) encontrados no banco de dados da ANA (Hidroweb) estão disponíveis nas Figuras A.138 a A.147. Os perfis transversais apresentados são os consistidos.



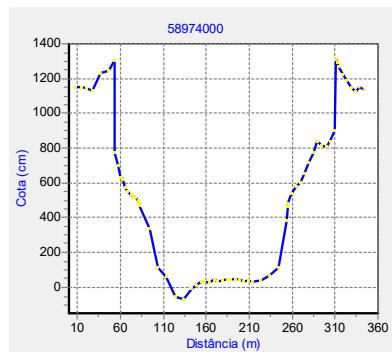


Figura 1.147: Perfil Transversal consistido, em 18/06/2015. Tipo de seção: régua

Curva-Chave

As curvas-chave do posto fluviométrico Campos - Ponte Municipal (58974000) encontradas no banco de dados da ANA (Hidroweb) estão disponíveis na Tabela A.10. As curvas-chave apresentadas são as consistidas.

Tabela A.10: Curvas-chave consistidas do posto fluviométrico Campos - Ponte Municipal (58974000)

Validade (início-fim)	Cota	Equação	Nº da curva
10/12/1922-15/12/1948	570 < H < 711	$Q(H) = 18,5510 * (H - 3,59)^{2,963}$	01/02
10/12/1922-15/12/1948	711 < H < 1150	$Q(H) = 0,0003 * (H + 3,70)^{6,200}$	02/02
16/12/1948-17/02/1954	600 < H < 780	$Q(H) = 163,4533 * (H - 4,87)^{1,800}$	01/02
16/12/1948-17/02/1954	780 < H < 1050	$Q(H) = 0,0003 * (H + 3,70)^{6,200}$	02/02
18/02/1954-06/03/1972	530 < H < 698	$Q(H) = 18,5433 * (H - 3,55)^{2,963}$	01/03
18/02/1954-06/03/1972	698 < H < 1100	$Q(H) = 0,0003 * (H + 3,70)^{6,200}$	02/03
18/02/1954-06/03/1972	1100 < H < 1200	$Q(H) = 0,5416 * (H - 1,11)^{4,000}$	03/03
07/03/1972-09/06/1976	560 < H < 577	$Q(H) = 18,5510 * (H - 3,50)^{2,963}$	01/03
07/03/1972-09/06/1976	577 < H < 672	$Q(H) = 346,9108 * (H - 5,11)^{1,200}$	02/03
07/03/1972-09/06/1976	672 < H < 1150	$Q(H) = 0,0003 * (H + 3,70)^{6,200}$	03/03
10/06/1976-22/01/1991	540 < H < 699	$Q(H) = 1,2613 * (H - 1,99)^{4,000}$	01/03
10/06/1976-22/01/1991	699 < H < 1060	$Q(H) = 0,0146 * (H + 1,85)^{5,000}$	02/03
10/06/1976-22/01/1991	1060 < H < 1150	$Q(H) = 0,0003 * (H + 3,70)^{6,200}$	03/03
23/01/1991-19/01/2004	500 < H < 705	$Q(H) = 0,0021 * (H + 1,88)^{5,950}$	01/03
23/01/1991-19/01/2004	705 < H < 980	$Q(H) = 0,0106 * (H + 2,74)^{5,000}$	02/03
23/01/1991-19/01/2004	980 < H < 1150	$Q(H) = 0,0131 * (H + 2,22)^{5,000}$	03/03
20/01/2004-09/01/2008	510 < H < 630	$Q(H) = 3,9994 * (H - 1,09)^{3,000}$	01/04
20/01/2004-09/01/2008	630 < H < 705	$Q(H) = 0,0021 * (H + 1,88)^{5,950}$	02/04
20/01/2004-09/01/2008	705 < H < 980	$Q(H) = 0,0106 * (H + 2,74)^{5,000}$	03/04
20/01/2004-09/01/2008	980 < H < 1200	$Q(H) = 0,0131 * (H + 2,22)^{5,000}$	04/04
10/01/2008-07/12/2010	510 < H < 592	$Q(H) = 7,8092 * (H - 1,76)^{3,000}$	01/03
10/01/2008-07/12/2010	592 < H < 953	$Q(H) = 232,9701 * (H - 4,12)^{1,500}$	02/03
10/01/2008-07/12/2010	953 < H < 1100	$Q(H) = 0,0131 * (H + 2,22)^{5,000}$	03/03
08/12/2010-10/11/2013	500 < H < 635	$Q(H) = 26,1581 * (H - 2,24)^{2,200}$	01/04
08/12/2010-10/11/2013	635 < H < 705	$Q(H) = 0,0021 * (H + 1,88)^{5,950}$	02/04
08/12/2010-10/11/2013	705 < H < 980	$Q(H) = 0,0106 * (H + 2,74)^{5,000}$	03/04
08/12/2010-10/11/2013	980 < H < 1100	$Q(H) = 0,0131 * (H + 2,22)^{5,000}$	04/04
11/11/2013-31/12/2014	440 < H < 717	$Q(H) = 303,7026 * (H - 4,03)^{1,230}$	01/03
11/11/2013-31/12/2014	717 < H < 953	$Q(H) = 232,9701 * (H - 4,12)^{1,500}$	02/03
11/11/2013-31/12/2014	900 < H < 953	$Q(H) = 0,0131 * (H + 2,22)^{5,000}$	03/03

APÊNDICE B

Memória de Cálculo para o Posto Fluviométrico Resende

Vazões máximas e tempo de retorno associado para o período até 1970

Ano	Vazão Máx Diária
1930	964
1931	1171
1932	1085
1933	748
1934	761
1935	1243
1936	1161
1937	1118
1938	923
1939	1400
1940	863
1941	482
1942	709
1943	944
1944	1124
1945	1484
1946	1390
1947	1518
1948	987
1953	460
1954	464
1955	505
1956	786
1957	838
1958	917
1959	783
1960	657
1961	904
1962	956
1963	619
1964	651
1968	512
1970	851

Nº de ordem	Vazão Ordenada	Probabilidade (%)	TR (anos)
1	1518	0,030	33,00
2	1484	0,061	16,50
3	1400	0,091	11,00
4	1390	0,121	8,25
5	1243	0,152	6,60
6	1171	0,182	5,50
7	1161	0,212	4,71
8	1124	0,242	4,13
9	1118	0,273	3,67
10	1085	0,303	3,30
11	987	0,333	3,00
12	964	0,364	2,75
13	956	0,394	2,54
14	944	0,424	2,36
15	923	0,455	2,20
16	917	0,485	2,06
17	904	0,515	1,94
18	863	0,545	1,83
19	851	0,576	1,74
20	838	0,606	1,65
21	786	0,636	1,57
22	783	0,667	1,50
23	761	0,697	1,43
24	748	0,727	1,38
25	709	0,758	1,32
26	657	0,788	1,27
27	651	0,818	1,22
28	619	0,848	1,18
29	512	0,879	1,14
30	505	0,909	1,10
31	482	0,939	1,06
32	464	0,970	1,03
33	460	1,000	1,00

n:	33
Média:	908
S:	296
g:	0,37

Distribuição Gumbel

$\alpha =$	231
$\mu =$	775

TR (anos)	Vazão (m^3/s)
2	860
2,33	909
3	984
5	1121
10	1294
3,1	990

n : tamanho da amostra

S: desvio padrão

g: coeficiente de assimetria

μ e α : parâmetros da distribuição

Vazões máximas e tempo de retorno associado para o período a partir de 1970

Ano	Vazão Máx Diária
1970	851
1971	432
1972	578
1973	636
1974	882
1975	443
1976	461
1977	607
1978	475
1979	353
1983	803
1984	601
1985	589
1986	531
1987	595
1988	613
1989	620
1990	359
1991	1041
1992	425
1993	486
1994	472
1995	702
1999	552
2000	875
2001	335
2002	587
2003	504
2004	657
2005	573
2006	613
2007	421
2011	728
2012	367
2013	689
2014	300
2015	400
2016	979

Nº de ordem	Vazão Ordenada	Probabilidade (%)	TR (anos)
1	1041	0,026	38,00
2	979	0,053	19,00
3	882	0,079	12,67
4	875	0,105	9,50
5	851	0,132	7,60
6	803	0,158	6,33
7	728	0,184	5,43
8	702	0,211	4,75
9	689	0,237	4,22
10	657	0,263	3,80
11	636	0,289	3,45
12	620	0,316	3,17
13	613	0,342	2,92
14	613	0,368	2,71
15	607	0,395	2,53
16	601	0,421	2,38
17	595	0,447	2,24
18	589	0,474	2,11
19	587	0,500	2,00
20	578	0,526	1,90
21	573	0,553	1,81
22	552	0,579	1,73
23	531	0,605	1,65
24	504	0,632	1,58
25	486	0,658	1,52
26	475	0,684	1,46
27	472	0,711	1,41
28	461	0,737	1,36
29	443	0,763	1,31
30	432	0,789	1,27
31	425	0,816	1,23
32	421	0,842	1,19
33	400	0,868	1,15
34	367	0,895	1,12
35	359	0,921	1,09
36	353	0,947	1,06
37	335	0,974	1,03
38	300	1,00	1,00

n:	38
Média:	583
S:	180
g:	0,74

Distribuição de Gumbel

$\alpha =$	140
$\mu =$	502

TR (anos)	Vazão (m³/s)
2	553
2,33	583
3	628
5	712
10	817
1,6	597

n : tamanho da amostra

S: desvio padrão

g: coeficiente de assimetria

μ e α : parâmetros da distribuição

Cota Período Até 1970 (Metodologia SPU)

Ano	Cota Máx Anual
1930	245
1931	289
1932	271
1933	197
1934	200
1935	304
1936	287
1937	278
1938	236
1939	336
1940	237
1941	142
1942	200
1943	256
1944	297
1945	375
1946	355
1947	382
1948	266
1953	136

Nº de ordem	Cota Ordenada	Probabilidade (%)	TR (anos)
1	382	0,03	33,00
2	375	0,06	16,50
3	355	0,09	11,00
4	336	0,12	8,25
5	304	0,15	6,60
6	302	0,18	5,50
7	297	0,21	4,71
8	290	0,24	4,13
9	289	0,27	3,67
10	287	0,30	3,30
11	286	0,33	3,00
12	278	0,36	2,75
13	271	0,39	2,54
14	270	0,42	2,36
15	266	0,45	2,20
16	266	0,48	2,06
17	256	0,52	1,94
18	250	0,55	1,83
19	249	0,58	1,74
20	245	0,61	1,65

Metodologia SPU: TR igual a 3 anos, excluindo-se TR igual ou superior a 20 anos			
Nº de ordem	Cota Ordenada	Probabilidade (%)	TR (anos)
2	375	0,06	16,50
3	355	0,09	11,00
4	336	0,12	8,25
5	304	0,15	6,60
6	302	0,18	5,50
7	297	0,21	4,71
8	290	0,24	4,13
9	289	0,27	3,67
10	287	0,30	3,30
11	286	0,33	3,00
Cota Média		312	

Cota Período Até 1970 (Metodologia SPU) - Continuação

Ano	Cota Máx Anual
1954	137
1955	148
1956	250
1957	266
1958	290
1959	249
1960	210
1961	286
1962	302
1963	198
1964	208
1968	164
1970	270

Nº de ordem	Cota Ordenada	Probabilidade (%)	TR (anos)
21	237	0,64	1,57
22	236	0,67	1,50
23	210	0,70	1,43
24	208	0,73	1,38
25	200	0,76	1,32
26	200	0,79	1,27
27	198	0,82	1,22
28	197	0,85	1,18
29	164	0,88	1,14
30	148	0,91	1,10
31	142	0,94	1,06
32	137	0,97	1,03
33	136	1,00	1,00

Cota Período A Partir de 1970 (Metodologia SPU)

Ano	Cota Máx Anual
1970	270
1971	170
1972	220
1973	240
1974	324
1975	174
1976	180
1977	230
1978	185
1979	143
1983	297
1984	228
1985	224
1986	204
1987	226
1988	226
1989	228
1990	152
1991	336
1992	172
1993	190

Nº de ordem	Cota Ordenada	Probabilidade (%)	TR (anos)
1	492	0,026	38,00
2	467	0,053	19,00
3	430	0,079	12,67
4	420	0,105	9,50
5	415	0,132	7,60
6	400	0,158	6,33
7	393	0,184	5,43
8	389	0,211	4,75
9	380	0,237	4,22
10	370	0,263	3,80
11	346	0,289	3,45
12	340	0,316	3,17
13	336	0,342	2,92
14	330	0,368	2,71
15	324	0,395	2,53
16	321	0,421	2,38
17	320	0,447	2,24
18	309	0,474	2,11
19	297	0,500	2,00
20	270	0,526	1,90
21	240	0,553	1,81

Metodologia SPU: TR igual a 3 anos,
excluindo-se TR igual ou superior a 20 anos

Nº de ordem	Cota Ordenada	Probabilidade (%)	TR (anos)
2	467	0,053	19,00
3	430	0,079	12,67
4	420	0,105	9,50
5	415	0,132	7,60
6	400	0,158	6,33
7	393	0,184	5,43
8	389	0,211	4,75
9	380	0,237	4,22
10	370	0,263	3,80
11	346	0,289	3,45
12	340	0,316	3,17
Cota Média		395	

Cota Período A Partir de 1970 (Metodologia SPU) - Continuação

Ano	Cota Máx Anual	Nº de ordem	Cota Ordenada	Probabilidade (%)	TR (anos)
1994	186	22	230	0,579	1,73
1995	321	23	228	0,605	1,65
1999	380	24	228	0,632	1,58
2000	467	25	226	0,658	1,52
2001	320	26	226	0,684	1,46
2002	393	27	224	0,711	1,41
2003	370	28	220	0,737	1,36
2004	415	29	204	0,763	1,31
2005	389	30	190	0,789	1,27
2006	400	31	186	0,816	1,23
2007	346	32	185	0,842	1,19
2011	430	33	180	0,868	1,15
2012	330	34	174	0,895	1,12
2013	420	35	172	0,921	1,09
2014	309	36	170	0,947	1,06
2015	340	37	152	0,974	1,03
2016	492	38	143	1,00	1,00

Cálculo da vazão através da curva-chave, inserindo-se a cota obtida pela metodologia da SPU para os diferentes períodos

Período	Equação da Curva-Chave utilizada
Série parcial até 1970	$Q(H) = 273,14 * (H + 0,14)^{1,089}$
Série parcial a partir de 1970	$Q(H) = 213,4419 * (H - 1,8)^{1,339}$

	Cota (m)	Vazão correspondente (m^3/s)	TR série até 1970	TR série a partir 1970
Série parcial até 1970	3,12	990	3,1	
Série parcial a partir de 1970	3,95	597		2,5

	Variação percentual das vazões (%)
Até 1970 e a partir 1970	39,67

APÊNDICE C

Memória de Cálculo para o Posto Fluviométrico Campos – Ponte Municipal

Vazões máximas e tempo de retorno associado para o Período Até 1970

Ano	Vazão Máx Diária
1923	3967
1924	5947
1925	4329
1926	4037
1927	3014
1928	3099
1929	4560
1930	2696
1931	3795
1932	3614
1933	3829
1934	4002
1935	4145
1936	2747
1937	4863
1938	3303
1939	2987
1940	3229
1941	2155
1942	3199
1943	5588
1944	3170
1945	3127
1946	4560
1947	4801
1948	3646
1953	1607
1954	1925
1955	2442
1956	3318
1957	3518
1958	2186
1959	2634
1960	3967
1961	5287
1962	4842
1963	2186
1964	4521
1968	2919
1969	3646
1970	1465

Nº de ordem	Vazão Ordenada	Probabilidade (%)	TR (anos)
1	5947	0,02	41,00
2	5588	0,05	20,50
3	5287	0,07	13,67
4	4863	0,10	10,25
5	4842	0,12	8,20
6	4801	0,15	6,83
7	4560	0,17	5,86
8	4560	0,20	5,13
9	4521	0,22	4,56
10	4329	0,24	4,10
11	4145	0,27	3,73
12	4037	0,29	3,42
13	4002	0,32	3,15
14	3967	0,34	2,93
15	3967	0,37	2,73
16	3829	0,39	2,56
17	3795	0,41	2,41
18	3646	0,44	2,28
19	3646	0,46	2,16
20	3614	0,49	2,05
21	3518	0,51	1,95
22	3318	0,54	1,86
23	3303	0,56	1,78
24	3229	0,59	1,71
25	3199	0,61	1,64
26	3170	0,63	1,58
27	3127	0,66	1,52
28	3099	0,68	1,46
29	3014	0,71	1,41
30	2987	0,73	1,37
31	2919	0,76	1,32
32	2747	0,78	1,28
33	2696	0,80	1,24
34	2634	0,83	1,21
35	2442	0,85	1,17
36	2186	0,88	1,14
37	2186	0,90	1,11
38	2155	0,93	1,08
39	1925	0,95	1,05
40	1607	0,98	1,03
41	1465	1,00	1,00

n:	41
Média:	3533
S:	1055
g:	0,2

Distribuição de Gumbel

$\alpha =$	823
$\mu =$	3059

TR (anos)	Vazão (m^3/s)
2	3360
2,33	3535
3	3801
5	4293
10	4910
6,5	4528

n : tamanho da amostra

S: desvio padrão

g: coeficiente de assimetria

μ e α : parâmetros da distribuição

Vazões máximas e tempo de retorno associado para o Período A Partir de 1970

Ano	Vazão Máx Diária
1970	1465
1971	4091
1972	3273
1973	2919
1974	2946
1975	2373
1976	2288
1977	2309
1978	3740
1979	5658
1980	2702
1981	2106
1982	3014
1983	4011
1984	1846
1985	5753
1986	2550
1987	2654
1988	4263
1989	2898
1990	1381
1991	3709
1992	5472
1993	1501
1994	2551
1995	2960
1996	4939
1997	5896
1998	1988
1999	1919
2000	2984
2001	2032
2002	2540
2003	3183
2004	3599
2005	3314
2006	1676
2007	6604
2008	5132
2009	3599

Nº de ordem	Vazão Ordenada	Probabilidade (%)	TR (anos)
1	6604	0,02	45,00
2	5896	0,04	22,50
3	5753	0,07	15,00
4	5658	0,09	11,25
5	5472	0,11	9,00
6	5132	0,13	7,50
7	5054	0,16	6,43
8	4939	0,18	5,63
9	4263	0,20	5,00
10	4091	0,22	4,50
11	4011	0,24	4,09
12	3825	0,27	3,75
13	3810	0,29	3,46
14	3740	0,31	3,21
15	3709	0,33	3,00
16	3599	0,36	2,81
17	3599	0,38	2,65
18	3314	0,40	2,50
19	3273	0,42	2,37
20	3183	0,44	2,25
21	3014	0,47	2,14
22	2984	0,49	2,05
23	2960	0,51	1,96
24	2946	0,53	1,88
25	2919	0,56	1,80
26	2898	0,58	1,73
27	2702	0,60	1,67
28	2654	0,62	1,61
29	2551	0,64	1,55
30	2550	0,67	1,50
31	2540	0,69	1,45
32	2427	0,71	1,41
33	2373	0,73	1,36
34	2309	0,76	1,32
35	2288	0,78	1,29
36	2106	0,80	1,25
37	2032	0,82	1,22
38	1988	0,84	1,18
39	1919	0,87	1,15
40	1846	0,89	1,13

n:	45
Média:	3247
S:	1342
g:	0,7

Distribuição de Gumbel

$\alpha =$	1047
$\mu =$	2643

TR (anos)	Vazão (m^3/s)
2	3026
2,33	3248
3	3588
5	4213
10	4998
7,0	4605

n : tamanho da amostra

S: desvio padrão

g: coeficiente de assimetria

μ e α : parâmetros da distribuição

**Vazões máximas e tempo de retorno associado para o Período A Partir de 1970 -
Continuação**

Ano	Vazão Máx Diária	Nº de ordem	Vazão Ordenada	Probabilidade (%)	TR (anos)
2010	3810	41	1676	0,91	1,10
2011	3825	42	1501	0,93	1,07
2012	5054	43	1465	0,96	1,05
2013	2427	44	1381	0,98	1,02
2014	1149	45	1149	1,00	1,00

Cotas até 1970 (Metodologia SPU)

Ano	Cota Máx Anual
1923	1038
1924	1133
1925	1058
1926	1042
1927	977
1928	983
1929	1070
1930	953
1931	1028
1932	1017
1933	1030
1934	1040
1935	1048
1936	957
1937	1085
1938	997
1939	975
1940	992
1941	906
1942	990

Nº de ordem	Cota Ordenada	Probabilidade (%)	TR (anos)
1	1133	0,02	41,00
2	1118	0,05	20,50
3	1105	0,07	13,67
4	1085	0,10	10,25
5	1084	0,12	8,20
6	1082	0,15	6,83
7	1070	0,17	5,86
8	1070	0,20	5,13
9	1068	0,22	4,56
10	1058	0,24	4,10
11	1048	0,27	3,73
12	1042	0,29	3,42
13	1040	0,32	3,15
14	1038	0,34	2,93
15	1038	0,37	2,73
16	1030	0,39	2,56
17	1028	0,41	2,41
18	1019	0,44	2,28
19	1019	0,46	2,16
20	1017	0,49	2,05

Metodologia SPU: TR igual a 3 anos, excluindo-se TR igual ou superior a 20 anos			
Nº de ordem	Cota Ordenada	Probabilidade (%)	TR (anos)
3	1105	0,07	13,67
4	1085	0,10	10,25
5	1084	0,12	8,20
6	1082	0,15	6,83
7	1070	0,17	5,86
8	1070	0,20	5,13
9	1068	0,22	4,56
10	1058	0,24	4,10
11	1048	0,27	3,73
12	1042	0,29	3,42
13	1040	0,32	3,15
Cota média		1068	

Cotas até 1970 (Metodologia SPU) - Continuação

Ano	Cota Máx Anual
1943	1118
1944	988
1945	985
1946	1070
1947	1082
1948	1019
1953	847
1954	883
1955	932
1956	998
1957	1011
1958	909
1959	948
1960	1038
1961	1105
1962	1084
1963	909
1964	1068
1968	970
1969	1019
1970	829

Nº de ordem	Cota Ordenada	Probabilidade (%)	TR (anos)
21	1011	0,51	1,95
22	998	0,54	1,86
23	997	0,56	1,78
24	992	0,59	1,71
25	990	0,61	1,64
26	988	0,63	1,58
27	985	0,66	1,52
28	983	0,68	1,46
29	977	0,71	1,41
30	975	0,73	1,37
31	970	0,76	1,32
32	957	0,78	1,28
33	953	0,80	1,24
34	948	0,83	1,21
35	932	0,85	1,17
36	909	0,88	1,14
37	909	0,90	1,11
38	906	0,93	1,08
39	883	0,95	1,05
40	847	0,98	1,03
41	829	1,00	1,00

Cotas a partir de 1970 (Metodologia SPU)

Ano	Cota Máx Anual
1970	829
1971	1045
1972	995
1973	970
1974	972
1975	926
1976	909
1977	911
1978	1022
1979	1121
1980	946
1981	891
1982	971
1983	1039
1984	863
1985	1125
1986	933
1987	942
1988	1054
1989	962

Nº de ordem	Cota Ordenada	Probabilidade (%)	TR (anos)
1	1160	0,02	45,00
2	1129	0,04	22,50
3	1125	0,07	15,00
4	1121	0,09	11,25
5	1109	0,11	9,00
6	1092	0,13	7,50
7	1088	0,16	6,43
8	1082	0,18	5,63
9	1054	0,20	5,00
10	1045	0,22	4,50
11	1039	0,24	4,09
12	1022	0,27	3,75
13	1020	0,29	3,46
14	1017	0,31	3,21
15	1016	0,33	3,00
16	1002	0,36	2,81
17	1002	0,38	2,65
18	995	0,40	2,50
19	982	0,42	2,37
20	972	0,44	2,25

Metodologia SPU: TR igual a 3 anos,
excluindo-se TR igual ou superior a 20 anos

Nº de ordem	Cota Ordenada	Probabilidade (%)	TR (anos)
3	1125	0,07	15,00
4	1121	0,09	11,25
5	1109	0,11	9,00
6	1092	0,13	7,50
7	1088	0,16	6,43
8	1082	0,18	5,63
9	1054	0,20	5,00
10	1045	0,22	4,50
11	1039	0,24	4,09
12	1022	0,27	3,75
13	1020	0,29	3,46
14	1017	0,31	3,21
15	1016	0,33	3,00
Cota média		1064	

Cotas a partir de 1970 (Metodologia SPU) – Continuação

Ano	Cota Máx
1990	804
1991	1020
1992	1109
1993	798
1994	918
1995	954
1996	1082
1997	1129
1998	860
1999	852
2000	956
2001	865
2002	917
2003	972
2004	1002
2005	982
2006	822
2007	1160
2008	1092
2009	1002
2010	1016
2011	1017
2012	1088
2013	889
2014	698

Nº de	Cota	Probabilidade	TR (anos)
21	972	0,47	2,14
22	971	0,49	2,05
23	970	0,51	1,96
24	962	0,53	1,88
25	956	0,56	1,80
26	954	0,58	1,73
27	946	0,60	1,67
28	942	0,62	1,61
29	933	0,64	1,55
30	926	0,67	1,50
31	918	0,69	1,45
32	917	0,71	1,41
33	911	0,73	1,36
34	909	0,76	1,32
35	891	0,78	1,29
36	889	0,80	1,25
37	865	0,82	1,22
38	863	0,84	1,18
39	860	0,87	1,15
40	852	0,89	1,13
41	829	0,91	1,10
42	822	0,93	1,07
43	804	0,96	1,05
44	798	0,98	1,02
45	698	1,00	1,00

Cálculo da vazão através da curva-chave, inserindo-se a cota obtida pela metodologia da SPU

Período	Equação da Curva-chave utilizada
Série parcial até 1970	$Q (H) = 0,0003 * (H + 3,70)^{6,200}$
Série parcial a partir de 1970	$Q (H) = 0,0131 * (H + 2,22)^{5,000}$

	Cota (m)	Vazão correspondente (m³/s)	TR série até 1970	TR série a partir 1970
Série parcial até 1970	10,68	4528	6,5	
Série parcial a partir de 1970	10,64	4605		7,0

	Variação percentual das vazões (%)
Até 1970 e a partir 1970	-1,70