



USO DE METODOLOGIAS SIMPLIFICADAS PARA DETERMINAÇÃO DO HIDROGRAMA ECOLÓGICO NA BACIA DO RIO PIABANHA/RJ

Valéria Santana da Silva

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

Orientador: José Paulo Soares de Azevedo

Rio de Janeiro

Junho de 2012

USO DE METODOLOGIAS SIMPLIFICADAS PARA DETERMINAÇÃO DO
HIDROGRAMA ECOLÓGICO NA BACIA DO RIO PIABANHA/RJ

Valéria Santana da Silva

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 ENGENHARIA CIVIL.

Examinada por:

Prof. José Paulo Soares de Azevedo, Ph.D.

Prof. Marcelo Gomes Miguez, D.Sc.

Dr. Jander Duarte Campos, D.Sc.

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

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL
JUNHO DE 2012

Silva, Valéria Santana da

Uso de Metodologias Simplificadas para
Determinação do Hidrograma Ecológico na Bacia do Rio
Piabanha/RJ / Valéria Santana da Silva. – Rio de Janeiro:
UFRJ/COPPE, 2012.

XIII, 149 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: José Paulo Soares de Azevedo

Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de
Engenharia Civil, 2012.

Referências Bibliográficas: p. 91-101.

1. Vazão Ecológica. 2. Hidrograma Ecológico. 3. Rio
Piabanha. I. Azevedo, José Paulo Soares. II. Universidade
Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de
Engenharia Civil. III. Título.

*Aos meus pais que me proporcionaram
chegar até aqui, por tudo, dedico esta dissertação.*

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, agradeço a Deus, responsável por todas as minhas conquistas.

A minha mãe, Maria de Lourdes, pelo amor, carinho e dedicação. Obrigada por ter me aguentado durante este período. Ao meu pai Manoel, *in memoriam*, que me proporcionou chegar até aqui.

A minha família pelos momentos de descontração, em especial ao meu afilhado Jeferson Emmanuel e a minha cunhada Juliana Lizzi que me ajudaram no fechamento desse trabalho, e ao meu irmão Rafael Santana que montou um computador novo pra mim da segunda vez que meu notebook quebrou. Obrigada!

Aos colegas e amigos da UFF, pela nossa caminhada na graduação, compartilhando momentos de desânimo, desafios, conquistas e celebrações. Também aos professores que me mostraram a paixão pela engenharia e que me serviram de exemplo. As amigas de faculdade Asthar Luana, Mariangela Penedo e Paula Coutinho pela força, incentivo e descontração.

Ao meu orientador José Paulo Soares de Azevedo, pela sugestão do tema e confiança depositada ao longo da elaboração deste trabalho.

Agradeço aos membros da banca examinadora, Prof. Mônica da Hora, Prof. Marcelo Miguez, Prof. José Paulo e Eng. Jander Duarte, pelo compromisso e atenção dispensada. Ao Eng. Jander Duarte pelas contribuições e disponibilidade quando precisei. A Prof. Mônica da Hora pelas sugestões e por aceitar o convite para a banca.

À CPRM, ao INEA e a UFRJ pelas informações concedidas e disponibilização de dados, especialmente nas pessoas da Mariana D. Villas Boas (CPRM), Giselle Menezes (INEA) e Thiago de Paula (mestrando da COPPE).

A amiga Luciana Melo pela motivação, conversas e sugestões em todo percurso de desenvolvimento deste trabalho. Sem esquecer os cafés da tarde, onde rimos junto com o Paulinho e a estagiária “abusada” que sempre vinha atrás da gente.

A PCE Engenharia, empresa onde trabalho, e ao Eng. Fernando Ferreira por me concederem a oportunidade de cursar o mestrado. Obrigada pela oportunidade profissional e pela convivência com pessoas com quem aprendo a cada dia.

Aos colegas de trabalho dos departamentos de Hidrologia/Hidráulica que acompanharam e me impulsionaram nessa jornada: Amanda Alves, André Vidal, André Tavares, Lude Quieto, Valéria Oliveira, Luciana Melo, Camila Souto, Larissa Costa, Vanessa Schneider, Olívia Mattos, Fernanda Splitz, Bianca Molinari, Paulo Torres e Celine Tosta. Com incentivo de vocês foi possível a conclusão de mais essa etapa da minha caminhada.

Aos novos colegas de departamento (Desenvolvimento e Estudos de Projetos) André Panza, David Machado, Flávia Turco e Gustavo Domingos, pela presença e força na etapa final desse trabalho.

A todas as pessoas que não foram citadas, mas tiveram um importante papel nessa caminhada, seja pela companhia em momentos de desespero ou mesmo pela torcida. Muito obrigada! Com vocês tudo ficou mais fácil.

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

USO DE METODOLOGIAS SIMPLIFICADAS PARA DETERMINAÇÃO DO HIDROGRAMA ECOLÓGICO NA BACIA DO RIO PIABANHA/RJ

Valéria Santana da Silva

Junho/2012

Orientadores: José Paulo Soares de Azevedo

Programa: Engenharia Civil

A gestão dos recursos hídricos e atendimento dos usos múltiplos da água passam pelo conhecimento dos cursos d'água e suas necessidades ecológicas. A vazão ecológica que deve permanecer no rio após as retiradas de água ainda não tem uma definição na legislação brasileira. Este trabalho aborda os conceitos e questões relevantes sobre a vazão ecológica, como a utilização de um hidrograma ecológico que represente a sazonalidade das vazões naturais. As metodologias de determinação de vazões ecológicas são apresentadas com ênfase nos métodos Hidrológicos e Hidráulicos buscando modificações que aproximem os resultados de um regime natural do rio. Foram aplicados os métodos da $Q_{7,10}$, Curva de Permanência, Montana Modificado e Perímetro Molhado na bacia do rio Piabanha. Os resultados obtidos demonstraram que dois desses métodos podem ser usados para estimar um hidrograma ecológico preliminar na bacia do rio Piabanha. Essa dissertação se insere no projeto em desenvolvimento pela COPPE, CPRM e INEA: “*Metodologia para Determinação de Vazões Ecológicas na Bacia do Rio Piabanha Integrando Aspectos Hidrológicos, Limnológicos, Ecológicos e Socioeconômicos*”.

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

USE OF SIMPLIFIED METHODS FOR DETERMINATION OF ENVIRONMENTAL
FLOW IN PIABANHA RIVER/RJ

Valéria Santana da Silva

June/2012

Advisor: José Paulo Soares de Azevedo

Department: Civil Engineering

Water resources management and the reach of its multiple uses is related to the knowledge of water courses characteristics and its ecological needs. In Brazilian legislation, there is no clear definition regarding the amount of the flow rate which must remain in rivers after the water withdraw. This dissertation addresses concepts and relevant issues regarding the instream flow, such as the usage of an environmental flow that represents seasonality of natural river flow. The methodology used to determine the instream flow is presented with emphasis on the Hydrologic and Hydraulic methods seeking for changes that approximate the results to the river natural water flow. The methods applied were $Q_{7,10}$, Flow Duration Curve, Montana Modified and Wetted Perimeter at Piabanha River watershed. Results have shown that two of these methods can be used to estimate a preliminary environmental flow at Piabanha River watershed. This dissertation is part of “*Methodology for the determination of the environmental flow at Piabanha River watershed which integrates hydrological aspects, limnologic, ecologic and social economics*”, a project which has been developed by COPPE, CPRM e INEA.

Sumário

LISTA DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE TABELAS.....	xiii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. APRESENTAÇÃO.....	1
1.2. JUSTIFICATIVA	3
1.3. OBJETIVOS.....	5
1.3.1. Objetivo Geral	5
1.3.2. Objetivos Específicos.....	5
1.4. ESTRUTURAÇÃO	6
2. CONCEITUAÇÃO DA VAZÃO ECOLÓGICA.....	8
2.1. ASPECTOS RELEVANTES.....	14
2.1.1. Hidrograma Ecológico	15
2.1.2. Fatores Físicos para os Organismos Aquáticos	20
2.2. DEFINIÇÕES	21
3. MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES ECOLÓGICAS	23
3.1. MÉTODOS HIDROLÓGICOS.....	24
3.1.1. Método $Q_{7,10}$	25
3.1.2. Curva de Permanência	28
3.1.3. Método de Tennant ou Montana.....	30
3.1.4. Outros Métodos Hidrológicos	33
3.2. MÉTODOS HIDRÁULICOS.....	35
3.2.1. Método do Perímetro Molhado.....	36
3.2.2. Outros Métodos Hidráulicos	39
3.3. OUTROS MÉTODOS	40
3.3.1. Método de Avaliação em Habitat	40
3.3.2. Métodos Holísticos.....	42
4. ESTUDO DE CASO	45
4.1. CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA	45
4.1.1. Localização	45
4.1.2. Uso do Solo e Ocupação da Bacia	47
4.1.3. Regime Pluviométrico	49
4.1.4. Sistema Hidrográfico e Ecossistemas Aquáticos	50
4.2. ANÁLISE DOS DADOS.....	51
4.2.1. Inventário do Rio Piabanha	52
4.2.2. Estações Fluviométricas	53

4.2.3.	Seleção do Posto Fluviométrico	56
4.3.	ESTUDO DE REGIONALIZAÇÃO DA SUB-BACIA 58.....	58
4.4.	APLICAÇÃO DOS MÉTODOS HIDROLÓGICOS.....	60
4.4.1.	Método Q7,10	61
4.4.2.	Método da Curva de Permanência.....	64
4.4.3.	Método de Tennant ou Montana Modificado	67
4.5.	APLICAÇÃO DO PERÍMETRO MOLHADO.....	68
5.	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	73
5.1.	ANÁLISE DOS MÉTODOS HIDROLÓGICOS	73
5.1.1.	Método da Q7,10	73
5.1.2.	Método da Curva de Permanência.....	75
5.1.3.	Método de Montana Modificado.....	78
5.2.	ANÁLISE DO MÉTODO HIDRÁULICO - PERÍMETRO MOLHADO	82
5.2.1.	Método do Perímetro Molhado	82
5.3.	DISCUSSÃO GERAL DOS RESULTADOS.....	84
6.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	88
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	91
	APÊNDICE 1 - Disponibilidade de Dados Fluviométricos	102
	APÊNDICE 2 - Série Histórica de Vazões Diárias do Posto Fluviométrico Pedro do Rio	105
	APÊNDICE 3 - Vazões Médias Mensais da Estação Pedro do Rio	116
	APÊNDICE 4 – Curvas de Permanência Mensal do Posto Pedro do Rio	117
	ANEXO I - Resolução N° 129, de 29/06/2011 - MMA/CNRH	123
	ANEXO II – Lei Estadual N.º 3.239, de 02/08/1999 - Rio de Janeiro	125
	ANEXO III - Portaria SERLA (atualmente INEA) N° 567, de 07/05/2007 – INEA	137
	ANEXO IV - Resolução N°740, de 06/10/2009 – ANA	145

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema da Vazão de Referência e sua Relação com a Vazão Outorgável e o Percentual Restante. Adaptado de GALVÃO (2008).....	11
Figura 2: Hidrogramas do rio São Francisco, a Montante (Morpará, linha clara) e a Jusante (Juazeiro, linha escura) do Reservatório de Sobradinho. Fonte: COLLISCHONN (2006).	15
Figura 3: AHE Belo Monte e Trecho de Vazão Reduzida (TRV). Fonte: ELETROBRÁS /UFPA (2008).	18
Figura 4: Comparação das Curvas de Permanência com Base na Série de Vazões Médias Mensais e com Base na Série de Vazões Médias Diárias, Posto Pedro do Rio. 29	
Figura 5: Exemplificação do Método do Perímetro Molhado. Fonte: Stalnaker et al. (1995)	38
Figura 6: Demonstração do Efeito de Escala na Análise do Método do Perímetro Molhado.....	38
Figura 7: Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Piabanha. Adaptado de COPPE/UFRJ, 2006 e DE PAULA (2011).	46
Figura 8: Principais Sub-bacias do Rio Piabanha. Fonte: DE PAULA (2011).	47
Figura 9: Isoietas Totais Anuais e Relevo da Bacia do Rio Piabanha. Fonte: COPPE/UFRJ (2010).....	49
Figura 10: Postos Fluviométricos da ANA localizados na Bacia Hidrográfica do Rio Piabanha.	53
Figura 11: Fluviogramas do posto Pedro do Rio.....	54
Figura 12: Fluviogramas do posto Moura Brasil.....	55
Figura 13: PCH's no Rio Piabanha e Postos Fluviométricos próximos.....	56
Figura 14: Localização da Estação Fluviométrica Pedro do Rio e Medição de Vazão na Seção. Fonte: COPPE/UFRJ (2010) e Google Earth 6.2.....	58
Figura 15: Resumo de Vazões Médias Mensais da Série Histórica do Posto Pedro do Rio.	61
Figura 16: Distribuição de Weibull, Posto Pedro do Rio.	63
Figura 17: Curva de Permanência Anual, Posto Pedro do Rio (com Base na Série Diária).....	64
Figura 18: Seção Transversal do Posto Pedro do Rio.	69
Figura 19: Curva Vazão x Perímetro Molhado da Seção em Pedro do Rio.	70
Figura 20: Resultado da Seção Transversal do Posto Pedro do Rio.....	71

Figura 21: Efeito de Escala na Curva Vazão x Perímetro Molhado na Seção de Pedro do Rio.	72
Figura 22: Comparação das Vazões Médias Mensais Mínimas ($Q_{mín}$ mensal) com as Vazões Ecológicas Calculadas pelo Método da $Q_{7,10}$ e Regionalização da CPRM.	74
Figura 23: Comparação das Vazões Médias Mensais Mínimas com as Vazões Ecológicas/Hidrogramas Ecológicos Calculados pela Curva de Permanência.	76
Figura 24: Comparação das Vazões Médias Mensais Mínimas com as Vazões Ecológicas/Hidrogramas Ecológicos Calculados a partir da Q_{95} , com Base na Série de Vazões Médias Diárias e com Base na Série de Vazões Médias Mensais.	77
Figura 25: Comparação dos Hidrogramas Ecológicos Determinados pelo do Método de Montana, Hidrogramas Ecológicos Alternativos e Vazões Médias Mensais Mínimas..	79
Figura 26: Hidrogramas Ecológicos do Método Montana Modificado, na Seção de Pedro do Rio e Vazões Médias Mensais Mínimas e Médias.....	81
Figura 27: Comparação da Vazão Ecológica Determinada pelo Perímetro Molhado e Vazões Médias Mensais Mínimas e Médias, Posto Pedro do Rio.	83
Figura 28: Comparação dos Resultados Obtidos e as Vazões Médias Mensais na Seção da Estação Pedro do Rio.	85

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Características Ecológicas Associadas aos Componentes do Regime Hidrológico. Fonte: COLLISCHONN et al. (2005).....	16
Tabela 2: Vazões médias a serem mantidas no TVR de Belo Monte (m ³ /s). Fonte: ANA (2009).	19
Tabela 3: Influências dos Fatores Físicos para os Organismos Aquáticos. Adaptado de BENETTI et al. (2003)	20
Tabela 4: Recomendações de Vazões pelo Método de Tennant ou Montana. Fonte: Adaptado de TENNANT (1976).	31
Tabela 5: Comparação de Métodos Hidrológicos. Fonte: SANTA CATARINA (2006).	34
Tabela 6: Resumo dos Métodos Hidráulicos. Adaptado de LONGHI e FORMIGA (2011).	39
Tabela 7: Comparação de Métodos de Classificação de Habitats. Fonte: SANTA CATARINA (2006).....	42
Tabela 8: Comparação de Métodos Holísticos. Fonte: LONGHI e FORMIGA (2011).	44
Tabela 9: Características dos Aproveitamentos Hidrelétricos no Rio Piabanha.	52
Tabela 10: Principais Características dos Postos Fluviométricos Estudados.....	53
Tabela 11: Descrição do Posto Fluviométrico Pedro do Rio. Fonte: ANA (2011).....	57
Tabela 12: Vazões Calculadas no Rio Piabanha nas Seções de Interesse.....	60
Tabela 13: Resumo das Vazões Médias Mensais do Posto Pedro do Rio.....	61
Tabela 14: Vazão Mínima de Sete Dias com Duração Anual, Posto Pedro do Rio.	62
Tabela 15: Parâmetros da Série de Vazões Mínimas de 7 dias, Posto Pedro do Rio.	62
Tabela 16: Ajuste da Distribuição de Weibull para o Posto Pedro do Rio.....	63
Tabela 17: Curva de Permanência Mensal com Base na Série de Vazões Médias Diárias, Posto Pedro do Rio.	65
Tabela 18: Curva com 90% e 95% de Permanência com Base na Série de Vazões Médias Mensais.	66
Tabela 19: Hidrograma Ecológico com Base na Curva de Permanência Mensal.	66
Tabela 20: Porcentagens sobre a QMLT no Posto Pedro do Rio.	67
Tabela 21: Resultados do Método de Tennant e Hidrogramas Alternativos.....	68
Tabela 22: Dados das Estações do Rio Piabanha – Projeto EIBEX.....	69

Tabela 23: Comparação das Vazões Mensais do Hidrograma Ecológico com Permanência de 95%, Calculado com Base na Série de Vazões Médias Diárias e Mensais, Posto Pedro do Rio.....	78
Tabela 24: Método Montana Modificado, Hidrogramas Ecológicos na Seção de Pedro do Rio.	80
Tabela 25: Resultados dos Métodos de Determinação da Vazão Ecológica e Hidrograma Ecológico e Vazões Médias Mensais na Seção da Estação Pedro do Rio.....	84

1. INTRODUÇÃO

1.1. APRESENTAÇÃO

O conhecimento do regime hidrológico de uma bacia hidrográfica é essencial para a melhor gestão dos recursos hídricos. Para a outorga da água, por exemplo, é importante a definição de quanto é possível retirar do curso d'água sem criar conflitos entre usuários ou gerar escassez hídrica no estirão. A vazão mínima que deve permanecer no leito do rio após as retiradas, deve ser capaz de manter a sustentabilidade ambiental. A definição desta vazão vem sendo amplamente discutida, sendo denominada, de forma generalizada, de vazão remanescente, residual, sanitária ecológica ou ambiental. Evidente que há diferenças significativas em relação a algumas dessas vazões, como veremos ao longo desta dissertação.

Assim sendo, a vazão ecológica, objeto desta dissertação, corresponde à vazão mínima capaz de garantir a sustentabilidade ambiental em determinado trecho de um corpo hídrico durante o ano. Esta vazão, em função da biodiversidade ecológica, pode ser variável ao longo do ano e compatível com a concessão de outorga sazonal, característica de alguns tipos de usuários dos recursos hídricos, conforme previsão na política de gerenciamento dos recursos hídricos.

No Brasil os órgãos gestores dos recursos hídricos têm restringido, de forma conservadora, a outorga a valores percentuais das vazões de referência correspondente a Q_{95} , Q_{90} ou $Q_{7,10}$ ¹. Esse critério resulta em um valor fixo para a vazão a ser outorgada, sendo a vazão ecológica igual a, no mínimo, o percentual restante. Esses valores de vazão são determinados através de métodos estatísticos, que não consideram variáveis ecológicas.

A quantidade de água necessária para dar sustentabilidade ecológica a um rio pode ser variável no tempo e os critérios de definição de vazão remanescente, para satisfazer os usuários atuais e futuros, devem contemplar não apenas as situações de vazões mínimas durante os períodos de estiagem, mas também nos períodos de cheias, que caracterizam o regime hidrológico (COLLISCHONN *et al.*, 2007). Nesta referência

¹ Q_{95} , Q_{90} são vazões com permanência de 95% ou 90 % do tempo. $Q_{7,10}$ é a menor vazão média de sete dias consecutivos com dez anos de recorrência.

bibliográfica, é ressaltado que no Brasil a adoção de critérios de vazão ecológica variável no tempo e no espaço deverá levar em conta: (i) as diferenças entre os regimes hidrológicos das regiões brasileiras; (ii) a existência e adequação ao Sistema Nacional de Recursos Hídricos; (iii) a importância do uso da água para geração de energia elétrica; (iv) a natureza incipiente dos estudos que relacionam a ecologia e a hidrologia.

Um regime de vazões deve contemplar as amplitudes, durações, frequências, recessão e ascensão das vazões, assim como a velocidade e profundidade do escoamento. A variação dessas características é importante para os processos migratórios de reprodução e busca por alimento, além de fornecer oportunidades de sobrevivência a todos os organismos, em épocas distintas. Os níveis d'água altos e baixos criam condições de habitat essenciais para a reprodução e crescimento, e conduzem os processos ecológicos necessários para a saúde do ecossistema. A alteração da variabilidade natural de vazões modifica a disponibilidade de peixes.

Alguns autores ressaltam a necessidade de incorporar pulsos periódicos de vazão de cheia com o objetivo de remover os sedimentos finos e sais de zonas estagnadas. Essa vazão de cheia também proporciona a troca de nutrientes, entre margens e leito, e distribuição de organismos pelo rio, proporcionando diversidade de habitats para peixes adultos e sobrevivência de micro-habitat nas margens.

O conflito entre a proteção do habitat dos organismos aquáticos e a crescente demanda para a captação de água nos rios, para diferentes usos, é um problema para a gestão dos recursos hídricos (SARMENTO, 2006). No Brasil existem limites para outorga de água, na maioria dos estados, porém não há ainda um método oficial consistente de determinação das vazões ecológicas, considerando as variáveis e parâmetros envolvidos nessa questão.

A determinação das vazões ecológicas é um estudo complexo, haja vista que cada bacia hidrográfica tem um comportamento único. Além disso, sua fixação depende dos objetivos e da qualidade da água esperada para o curso d'água. Devem ser levados em conta não só a sustentabilidade do ecossistema como também os usos múltiplos na bacia, considerando a avaliação dos usos consuntivos e das vazões ecológicas, a partir de séries de vazões naturais médias diárias ou mensais, nos locais ou trechos de rios

objetos de solicitação de outorga pelo uso dos recursos hídricos, de forma a não gerar conflitos entre setores usuários ou impactos ambientais.

A existência de inúmeros métodos para determinação da vazão ecológica complica este processo. Os métodos têm sido classificados em várias categorias, refletindo a variação da complexidade na sua aplicação. Em adição, há de se considerar a disparidade entre os resultados apresentados por diferentes metodologias atualmente utilizadas, dificultando o estabelecimento da vazão ecológica (SARMENTO, 2006).

Destaca-se que alguns métodos podem apresentar vazões ecológicas altas, que podem impossibilitar qualquer valor de outorga no período de estiagem. Por outro lado vazões ecológicas muito baixas podem estar subestimadas para o período de cheias, quando as vazões são naturalmente maiores e, neste caso, poderia haver maior disponibilidade de água para outorga. Os métodos de determinação das vazões ecológicas nem sempre consideram um regime de vazões, muitas vezes resultam em um valor único.

Nesse estudo serão aplicados os métodos da $Q_{7,10}$, Curva de Permanência (Q_{90} e Q_{95}), Montana e Perímetro Molhado. Algumas modificações serão inseridas nas metodologias utilizadas de forma a se obter um hidrograma ecológico. Embora os métodos da curva de permanência (Q_{90} e Q_{95}) e da $Q_{7,10}$ não considerem variáveis ecológicas, eles serão tratados como métodos de determinação de vazões ecológicas, através da utilização de percentuais aplicados a essas vazões, obtidas por métodos estatísticos, conforme previsto nas legislações de recursos hídricos.

1.2. JUSTIFICATIVA

Esta dissertação se insere no escopo da primeira fase de pesquisas do projeto *“Metodologia para Determinação de Vazões Ecológicas na Bacia do Rio Piabanha Integrando Aspectos Hidrológicos, Limnológicos, Ecológicos e Socioeconômicos”*

aprovado e financiado pelo MCT/FINEP/CT-HIDRO² (Ministério da Ciência e Tecnologia/ Financiadora de Estudos e Projetos/ Fundo Setorial de Recursos Hídricos).

O projeto, que está sendo desenvolvido em conjunto pela COPPE/UFRJ, INEA³-RJ e CPRM⁴, pretende gerar um hidrograma ambiental para a bacia do rio Piabanha, localizada na região serrana do Rio de Janeiro. As atividades de campo tiveram início em março deste ano.

No escopo do projeto, está a geração de vários conjuntos de dados e informações, que viabilizarão um diagnóstico da situação ambiental da bacia e, por conseguinte, a obtenção de um hidrograma ambiental. Algumas das análises pretendidas no projeto, dentre outras, são: (i) Estabelecimento dos fatores estruturadores da comunidade zooplânctônica e fitoplânctônica; (ii) Identificação dos fatores estruturadores das taxocenoses⁵ de peixes e das espécies indicadoras; (iii) Caracterização dos macro, meso e micro habitats para peixes; (iv) Caracterização da coluna d'água quanto sua composição química (C, N e P); (v) Levantamento e classificação dos usuários de água bruta na bacia; (vi) Modelagem de qualidade da água; (vii) Caracterização da área de estudo visando a aplicação do BBM (*Building Block Method*); (viii) Realização de Seminário/Oficinas sobre vazões ambientais; (iv) Aplicação das metodologias mais simples que não exigem informações biológicas; etc..

² CT-HIDRO: Destina-se a financiar estudos e projetos na área de recursos hídricos, para aperfeiçoar os diversos usos da água, de modo a assegurar à atual e às futuras gerações alto padrão de qualidade e utilização racional e integrada, com vistas ao desenvolvimento sustentável e à prevenção e defesa contra fenômenos hidrológicos críticos ou devido ao uso inadequado de recursos naturais. Os recursos são oriundos da compensação financeira atualmente recolhida pelas empresas geradoras de energia elétrica. Fonte: www.finep.gov.br/fundos_setoriais/ct_hidro/ct_hidro_ini.asp

³ INEA: Instituto Estadual do Ambiente tem a missão de proteger, conservar e recuperar o meio ambiente para promover o desenvolvimento sustentável. Instalado em jan/2009, unifica e amplia a ação dos três órgãos ambientais vinculados à Secretaria de Estado do Ambiente (SEA): a Fundação Estadual de Engenharia e Meio Ambiente (FEEMA), a Superintendência Estadual de Rios e Lagoas (SERLA) e o Instituto Estadual de Florestas (IEF). Fonte: www.inea.rj.gov.br/inea/sobre.asp

⁴ CPRM: Serviço Geológico do Brasil é uma empresa pública, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, que tem as atribuições de Serviço Geológico do Brasil. Fonte: www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=19

⁵ Taxocenose: é um grupo de espécies com identidade taxionômica que pode ou não possuir similaridade em suas distribuições geográficas ou papéis ecológicos.

Além disso, a bacia do rio Piabanha é uma das principais sub-bacias do rio Paraíba do Sul, com grande importância social e econômica, na qual recentemente vêm sendo realizados diversos estudos, como o projeto EIBEX-I⁶ de monitoramento da bacia do rio Piabanha, concluído em março de 2010.

O estudo de um hidrograma ecológico traz a possibilidade da bacia do rio Piabanha passar de um limite fixo de outorga dos recursos hídricos para outorgas variáveis e sazonais na bacia.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo Geral

Definir um hidrograma ecológico para a bacia hidrográfica do rio Piabanha com base em metodologias simplificadas de determinação de vazões ecológicas.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Apresentar, através de pesquisa bibliográfica, metodologias de cálculo de vazões ecológicas com ênfase nos métodos hidrológicos e hidráulicos.

- Definição das vazões de referência, outorgável, remanescente ou residual, ecológica e ambiental.

- Escolher uma seção do rio Piabanha para aplicação dos métodos selecionados de determinação de vazões ecológicas com base nas informações disponíveis na bacia.

- Analisar e comparar os critérios e metodologias empregadas, assim como sua efetividade, na determinação das vazões ecológicas, para escolha do método mais representativo para o estirão estudado do rio Piabanha.

⁶ EIBEX-I: Estudos Integrados de Bacias Experimentais – Parametrização Hidrológica na Gestão de Recursos Hídricos das Bacias da Região Serrana do Rio de Janeiro, desenvolvido pela COPPE/UFRJ com colaboração do IGEO, UFRJ, UERJ, CPRM e SERLA (INEA).

1.4. ESTRUTURAÇÃO

Esta dissertação está organizada em seis capítulos, conforme descrito a seguir, além deste capítulo introdutório e das referências bibliográficas.

Capítulo 2: *Conceituação das Vazões Ecológicas.* Fornece uma contextualização geral da vazão ecológica, abordando os diferentes termos e conceitos utilizados em artigos e estudos, passando pela legislação das vazões de referência e de outorga. Além disso, apresenta aspectos relevantes para definição da vazão ecológica, sendo eles: o hidrograma ecológico e fatores físicos importantes para os organismos aquáticos. Por fim descreve os termos e definições que serão adotados nesse estudo, vazões: remanescente, de referência, outorgável, ecológica e ambiental.

Capítulo 3: *Métodos de Determinação das Vazões Ecológicas.* Apresenta a classificação dos grupos de métodos de determinação das vazões ecológicas e realiza uma revisão das metodologias, com ênfase para os métodos Hidrológicos e Hidráulicos, utilizados nos estudos de caso, sejam eles: Vazão Mínima com Sete Dias de Duração com Tempo de Recorrência de 10 Anos ($Q_{7,10}$), Curva de Permanência, Tennant ou Montana e Perímetro Molhado. Adicionalmente são propostas modificações nos métodos, quando possível, visando aproximar os resultados de um regime hidrológico natural.

Capítulo 4: *Estudo de Caso.* Traz a caracterização da bacia hidrográfica do rio Piabanha. Faz uma análise dos dados existentes na bacia, com o objetivo de avaliar e selecionar um trecho para aplicação dos métodos de determinação da vazão ecológica. Na seção selecionada, foram aplicados os métodos da $Q_{7,10}$, Curva de Permanência mensal e anual, Montana Modificado e Perímetro Molhado.

Capítulo 5: *Discussão dos Resultados.* Apresenta a avaliação dos resultados encontrados em cada método de determinação da vazão ecológica, comparando com as vazões médias mensais mínimas e/ou médias com enfoque no hidrograma ecológico. Adicionalmente, apresenta uma proposta para o método de Montana modificado. Em sequência são analisados todos os resultados conjuntamente.

Capítulo 6: *Conclusões e Recomendações.* Traz as conclusões pertinentes aos resultados obtidos para a bacia do rio Piabanha. São também propostas algumas

recomendações quanto a futuros trabalhos, a medida que os dados do projeto estejam disponíveis.

As publicações consultadas para o desenvolvimento da dissertação estão relacionadas no final do texto.

Os Apêndices 1, 2 e 3 tratam dos dados fluviométricos analisados e utilizados, respectivamente, a disponibilidade de dados, a série histórica de vazões diárias do posto Pedro do Rio e as vazões médias mensais. No Apêndice 4 encontra-se as curvas de permanências mensais do posto Pedro do Rio.

Nos Anexos I, II, III e IV estão as legislações citadas no texto, as Resoluções, a Lei e a Portaria consultadas.

2. CONCEITUAÇÃO DA VAZÃO ECOLÓGICA

O conceito de vazão ecológica surgiu ao longo da segunda metade do século XX, quando os problemas associados ao manejo da água começaram a ser percebidos no meio ambiente (COLLISCHONN, 2006). As limitações de disponibilidade hídrica vêm se tornando cada vez mais presentes, como pode ser observado nos conflitos de usos d'água. Com o desenvolvimento econômico cresce a demanda pelos recursos hídricos, que por sua vez, devem permanecer em condições sustentáveis para o meio ambiente.

O tema vazão ecológica, sua definição e determinação vem sendo amplamente discutido em seminários, congressos, planos de bacias e afins, destacando-se, dentre outros, os seguintes trabalhos no Brasil:

- Metodologias para Determinação de Vazões Ecológicas em Rios (BENETTI, LANNA, COBALCHINI, 2003);
- Vazão Ecológica Constante vs. Vazão Ecológica Variável (SOUZA, FRAGROSO e GIACOMONI, 2004);
- Da Vazão Ecológica ao Hidrograma Ecológico (COLLISCHONN *et al.*, 2006);
- Estado da Arte da Vazão Ecológica no Brasil e no Mundo (SARMENTO, UNESCO/ANA/CBHSF, 2007);
- Enfoque Ecossistêmico Aplicado à Gestão de Recursos Hídricos - Hidrograma Ecológico (AGRA, 2009);
- Vazões médias a serem mantidas no trecho de vazão reduzida (TVR) da UHE Belo Monte (RESOLUÇÃO Nº 740, 2009);
- Plano de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos – Meta 4, Definição da Vazão Remanescente ou Ecológica (UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS *et al.*, 2010).

A definição de vazão ecológica não possui consenso, sendo utilizados diversos termos para sua nomeação, como vazão residual, sanitária, remanescente, ambiental, ecológica ou hidrograma ecológico, este tendo surgido mais recentemente. Ao mesmo tempo, as definições empregadas para cada termo contemplam menos ou mais considerações em sua descrição. Algumas definições utilizadas são descritas a seguir:

“A vazão ecológica, em sentido lato, pode ser definida como a vazão que permite assegurar a conservação e manutenção dos ecossistemas aquáticos naturais, a produção das espécies com interesse desportivo ou comercial, assim como a conservação e manutenção dos ecossistemas piscícolas e os aspectos estéticos da paisagem ou outros de interesse científico ou cultural” (WESCHE & RECHARD, 1980; GORDON et al., 1992).

“Um hidrograma de vazões instantâneas que deve ser mantida no corpo hídrico, de maneira que os efeitos abióticos (alterações das condições), produzidos pela modificação da vazão, não altere de forma significativa a dinâmica do ecossistema” (AGIRREY & BIKUÑA, 2000).

(a) “As vazões mínimas a serem mantidas a jusante de intervenções hidráulicas ou de uma retirada de água qualquer, bem como em qualquer ponto de controle de um corpo de água, deve contemplar as vazões necessárias ao atendimento dos múltiplos usos atuais e previstos, bem como as vazões ecológicas necessárias ao provimento do ecossistema”. (b) Aspectos a observar: usos consuntivos (irrigação, indústria, abastecimento público e privado, entre outros) e não-consuntivos (navegação, geração de energia etc.); vazão ecológica, definida na licença ambiental, quando houver; enquadramento do corpo d’água: aspectos qualitativos da água. (Nota Técnica 21/2010; SRHU/GAC⁷ Secretaria Executiva do CNRH).

Os termos vazão sanitária, remanescente e ambiental são utilizados como sinônimos, o que não é conceitualmente errado, mas devem ser entendidos quais os controles que estão sendo regulados (TUCCI, 2011).

No “II Congresso Estadual de Comitês de Bacia Hidrográfica - SP” em agosto/2010, Leila Gomes (DAEE⁸) deixa claro que se trata de um tema extremamente complexo, que embora o assunto venha sendo amplamente discutido no Conselho

⁷ Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano / Secretaria Executiva do Conselho Nacional de Recursos Hídricos.

⁸ Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE é o órgão gestor dos recursos hídricos do Estado de São Paulo

Nacional de Recursos Hídricos (CNRH⁹), na Câmara Técnica de Análise de Projeto (CTAP) desde maio de 2006, os conceitos mostram que a vazão ecológica ainda não tem uma definição pelo CNRH e o assunto ainda continua em discussão.

Nesse congresso são destacadas algumas apreciações sobre vazão ecológica, que no ano seguinte, viria a constar, com algumas modificações, da Resolução N° 129 de 29/06/2011 do CNRH, como transcrito a seguir (a resolução completa é apresentada no Anexo I).

Trechos da Resolução N° 129 de 29/06/2011 do CNRH:

Considerando a necessidade de se estabelecer diretrizes gerais para a definição da vazão mínima remanescente, a serem observadas nas avaliações de disponibilidade hídrica, resolve:

Art. 2º Para efeito desta Resolução consideram-se:

I - vazão mínima remanescente: a menor vazão a ser mantida no curso de água em seção de controle;

II - seção de controle: seção transversal perpendicular à direção principal de escoamento no curso de água utilizada para monitorar vazões;

III - termo de alocação de água: termo de compromisso celebrado entre a autoridade outorgante e os usuários, com a participação do comitê de bacia, quando houver, visando a distribuição dos recursos hídricos da respectiva bacia hidrográfica;

IV - vazão de referência: aquela que representa a disponibilidade hídrica do curso de água, associada a uma probabilidade de ocorrência; e

V - trechos de vazão reduzida: trecho do curso de água compreendido entre a barragem ou o canal de adução e a seção do curso natural na qual as vazões são restituídas.

Art. 3º Para determinação da vazão mínima remanescente em uma seção de controle serão considerados:

I - a vazão de referência;

II - os critérios de outorga formalmente estabelecidos;

III - as demandas e características específicas dos usos e das interferências nos recursos hídricos a montante e a jusante;

IV - os critérios de gerenciamento adotados nas bacias hidrográficas dos corpos de água de interesse;

⁹ O Conselho Nacional de Recursos Hídricos desenvolve atividades desde junho de 1998, ocupando a instância mais alta na hierarquia do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, instituído pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. É um colegiado que desenvolve regras de mediação entre os diversos usuários da água sendo, assim, um dos grandes responsáveis pela implementação da gestão dos recursos hídricos no País. Fonte: www.cnrh.gov.br/

V - as prioridades e diretrizes estabelecidas nos planos de recursos hídricos;

VI - o enquadramento dos corpos de água;

VII - os termos de alocação de água; e

VIII - o estabelecido pelo órgão de meio ambiente competente, no processo de licenciamento.

Art. 4º Cabe à autoridade outorgante estabelecer critérios específicos para a determinação de vazões mínimas remanescentes, em articulação com os demais integrantes do sistema de gerenciamento de recursos hídricos, quando couber.

Art. 7º A vazão mínima remanescente, sob o ponto de vista temporal, poderá ser:

I - permanente, quando deve ser sempre adotada;

II - sazonal, quando há períodos regulares em que deve ser adotada; e

III - temporária, quando adotada de forma excepcional e em caráter provisório.

Como se pode perceber as definições das vazões de outorga e mínima remanescente estão intrinsecamente vinculadas à vazão de referência e ao enquadramento do curso d'água. A Figura 1 mostra um esquema da vazão de referência e sua relação com a vazão de outorga e a vazão mínima remanescente.

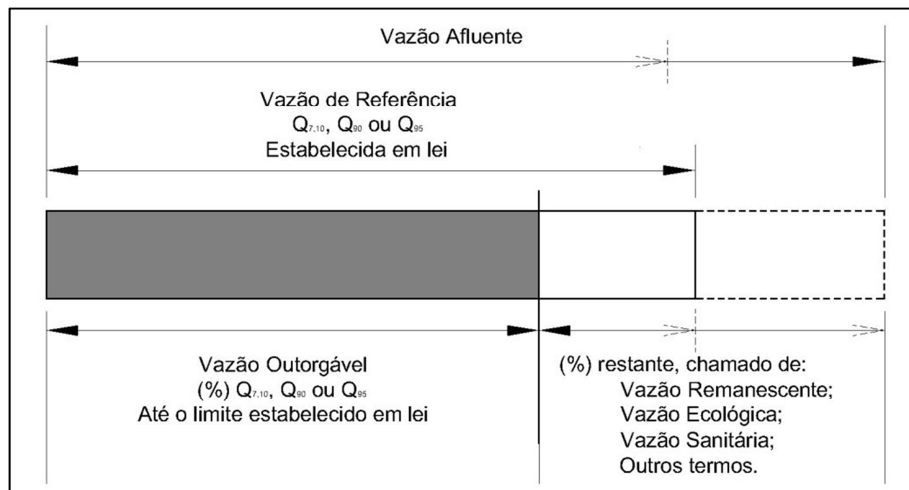


Figura 1: Esquema da Vazão de Referência e sua Relação com a Vazão Outorgável e o Percentual Restante. Adaptado de GALVÃO (2008).

A vazão mínima que deve permanecer no leito após as retiradas de água, depende da vazão de referência, que é definida pela legislação no âmbito estadual ou nacional, de acordo com a bacia hidrográfica em questão. A vazão máxima outorgável no trecho do curso d'água também depende da vazão de referência.

Quando as outorgas atingem seu limite, estabelecido em lei, a vazão que resta após as retiradas de água no trecho é chamada de remanescente, ecológica ou sanitária, dentre outros termos dependendo da finalidade para a qual ela foi definida. Se ocorrer a vazão de referência no curso d'água, essa vazão será exatamente o percentual restante, do contrário ela será tanto maior quanto for a vazão afluyente.

A Outorga é um instrumento administrativo que visa à utilização múltipla e racional das águas superficiais e subterrâneas, assegurando o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água. No estado do Rio de Janeiro a Lei Estadual n.º 3.239 (Anexo II), que instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos, na Seção V trata da outorga do direito de uso de recursos hídricos, destacando-se os seguintes artigos:

Art. 19 - O regime de outorga do direito de uso de recursos hídricos tem como objetivo controlar o uso, garantindo a todos os usuários o acesso à água, visando o uso múltiplo e a preservação das espécies da fauna e flora endêmicas ou em perigo de extinção.

Parágrafo Único - As vazões mínimas estabelecidas pelo Plano de Bacia Hidrográfica (PBH), para as diversas seções e estirões do rio, deverão ser consideradas para efeito de outorga.

Art. 22 - Estão sujeitos à outorga os seguintes usos de recursos hídricos:

I - derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo de água, para consumo;

II - extração de água de aquífero;

III - lançamento, em corpo de água, de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final;

IV - aproveitamento dos potenciais hidrelétricos; e

V - outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo hídrico.

Art. 23 - Toda outorga estará condicionada às prioridades de uso estabelecidas no Plano de Bacia Hidrográfica (PBH) e respeitará a classe em que o corpo de água estiver enquadrado, a conservação da biodiversidade aquática e ribeirinha, e, quando o caso, a manutenção de condições adequadas ao transporte aquaviário.

Art. 26 - A outorga não implica em alienação parcial das águas, que são inalienáveis, mas no simples direito de seu uso, nem confere delegação de poder público, ao titular.

Qualquer uso que altere o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente no corpo hídrico em questão está sujeito à outorga. Os padrões de qualidade da água devem ser atendidos para a ocorrência da vazão de referência conforme a Resolução

CONAMA 357/2005, que estabelece os critérios de classificação dos rios para enquadramento, para uma vazão de referência.

De acordo com a Lei 4.247/2003 e 5.234/2008 o limite de usos insignificantes adotado no Rio de Janeiro é de 0,40 l/s para captação superficial e de 5,0 m³/dia para captação subterrânea, esses usos não precisam de outorga.

Na legislação brasileira a vazão de referência varia de estado para estado e depende da disponibilidade hídrica e do enquadramento do curso d'água. Há, no entanto, uma tendência de se adotar referências com maior probabilidade de ocorrência em estados com menor disponibilidade hídrica, em razão do “valor” da água (UNISINOS *et al.*, 2010).

No Rio de Janeiro, a PORTARIA SERLA¹⁰ N° 567 de 2007 (Anexo III) define a vazão média mínima de sete dias consecutivos com dez anos de recorrência ($Q_{7,10}$) como vazão de referência (Q_{ref}) para os rios estaduais, sendo a vazão máxima outorgável ($Q_{out,máx}$) 50% da $Q_{7,10}$.

Na região sudeste (RJ, ES, SP e MG) apenas o Espírito Santo não adota o mesmo critério do Rio de Janeiro, adotando a vazão com 90% de permanência (Q_{90}) como vazão de referência e 50% da Q_{90} para a máxima vazão outorgável.

Já na região sul (PR, RS e SC) apenas no Paraná tem critério de outorga, sendo a vazão de referência igual a vazão com 95% de permanência (Q_{95}) e 50% desta para a máxima vazão outorgável.

No norte do país não há previsão legal nos estados do AC, AP, RO, PR e AM, no Pará é utilizada a Q_{ref} igual a Q_{95} e como valor máximo outorgável 70% da Q_{95} . Já no Tocantins a Q_{ref} é a Q_{90} com critérios variáveis de 75% a 95% da Q_{ref} para vazão outorgável e 25% da Q_{ref} para o usuário único.

¹⁰ O Governo do Estado do Rio de Janeiro criou através da Lei nº 5.101, de 04 de outubro de 2007, o Instituto Estadual do Ambiente (INEA) com a missão de proteger, conservar e recuperar o meio ambiente para promover o desenvolvimento sustentável. O novo instituto, instalado em 12 de janeiro de 2009, unifica e amplia a ação dos três órgãos ambientais vinculados à Secretaria de Estado do Ambiente (SEA): a Fundação Estadual de Engenharia e Meio Ambiente (FEEMA), a Superintendência Estadual de Rios e Lagoas (SERLA) e o Instituto Estadual de Florestas (IEF). Fonte: www.inea.rj.gov.br/inea/sobre.asp

No nordeste SE, AL, BA, CE, PI, PE, PB e RN adotam a Q_{90} para vazão de referencia e critério de outorga variando de 80% a 95% da Q_{90} . Contudo, MA não possui critério legal.

O centro-oeste é a região onde os critérios são mais diversificados, o DF adota a 80% da Q_{90} , $Q_{7,10}$ ou da vazão média mínima mensal, o MT e GO usam 70% da Q_{95} e no MS não há previsão legal.

2.1. ASPECTOS RELEVANTES

Nos Estados Unidos, pesquisadores constataram que a redução na vazão de um rio estava associada à redução da diversidade de espécies ou da população de determinada espécie. As observações destes pesquisadores, que resultaram no que atualmente é conhecido como o Método Tennant, ou Montana, de determinação de vazão ecológica, indicaram qual a porcentagem de vazão que deveria ser deixada no rio para manter diferentes níveis de qualidade de habitat para peixes (BENNETI, LANNA e COBALCHINI, 2003).

As alterações provocadas pelos usos da água no meio ambiente interferem nos fatores abióticos mais importantes para os organismos aquáticos, resultando em alterações da qualidade da água, diminuição da diluição e da capacidade natural de depuração. Interfere na estrutura das comunidades aquáticas, na desova de peixes e consequentemente na diversidade de habitats e alimento. Dessa forma surgiu a necessidade de estudos para preservação do meio aquático.

Uma vez que as vazões sofrem variações ao longo do ano, a adoção de uma vazão única em todo o ano pode resultar em degradação dos ecossistemas. A Figura 2 apresenta um exemplo de dois hidrogramas observados no rio São Francisco, um a montante do reservatório de Sobradinho e outro a jusante. O hidrograma de Morpará, de montante, apresenta cheias e estiagens sazonais, enquanto o hidrograma de Juazeiro, de jusante, só foram observadas pequenas cheias. Isso mostra que o regime hidrológico a jusante foi completamente modificado, descaracterizando os períodos de cheias e estiagens, que agora são bem parecidos. O critério de vazão ecológica estabelecido foi mantido todo o tempo, inclusive com vazões maiores, mesmo no período de estiagem.

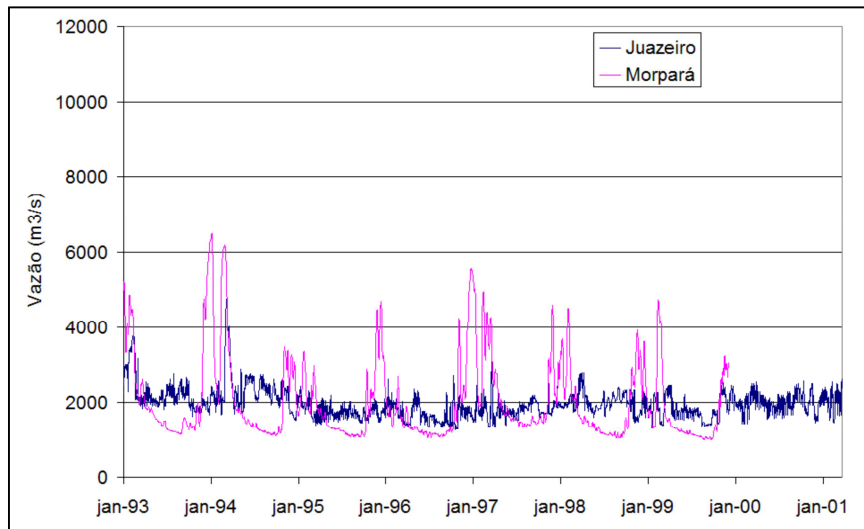


Figura 2: Hidrogramas do rio São Francisco, a Montante (Morpará, linha clara) e a Jusante (Juazeiro, linha escura) do Reservatório de Sobradinho. Fonte: COLLISCHONN (2006).

A qualidade dos ecossistemas é dependente do regime hidrológico e suas variáveis, como vazão, velocidade, profundidade, magnitude, frequência e duração e qualidade da água.

2.1.1. Hidrograma Ecológico

Estudos recentes mostram que a quantidade de água necessária para dar sustentabilidade ecológica a um rio é variável no tempo e que os critérios de definição de vazão remanescente devem contemplar não apenas as situações de vazões mínimas durante os períodos de estiagem, mas também os outros períodos que caracterizam o regime hidrológico (COLLISCHONN, 2007). Cada fase do ciclo hidrológico tem sua função no ecossistema.

De acordo com Junk *et al.* (1989 *apud* AMORIM, 2009), as flutuações de nível d'água ou os pulsos de inundação periódicos controlam os sistemas de planície que se ligam aos corpos d'água por intermédio de uma zona úmida transacional, determinando comunidades de plantas e animais, produção primária e secundária e ciclo de nutrientes.

Com o critério de somente um valor constante de vazão ecológica deixa-se de ter essas flutuações de nível d'água, além de se perder outras variações, que serão expostas mais adiante. Os pulsos de vazão tentam reproduzir a variabilidade de habitat que é

perdida quando a vazão ecológica é constante. Esses pulsos podem ser chamados de vazão de limpeza, pois removem sedimentos finos e sais de zonas estagnadas.

Para O’Keeffe (2006), o regime de vazões ecológicas, para ser atendido em sua plenitude, deve compreender um fluxo adequado não apenas em quantidade, mas em qualidade e sincronismo com o ecossistema local, respeitando os múltiplos usos da água.

As alterações causadas nos rios trazem diferentes consequências no habitat existente. As diferentes espécies de peixes respondem de forma distinta aos distúrbios causados pela degradação em seu meio, podendo se adaptar ou não as novas condições de habitat. No entanto, alguns conceitos gerais podem ser aplicados. A Tabela 1 mostra algumas características ecológicas importantes associadas aos diferentes componentes do regime hidrológico (RICHTER, 2003).

Essas características não estão presentes em todos os cursos d’água, no entanto representam grande parte das interações que ocorrem naturalmente em um regime fluvial. As respostas às perturbações naturais e humanas fazem cada rio único e contribui para manter a diversidade estrutural no ambiente.

Tabela 1: Características Ecológicas Associadas aos Componentes do Regime Hidrológico.
Fonte: COLLISCHONN et al. (2005).

Vazões mínimas	Vazões altas	Cheias
<ul style="list-style-type: none"> • São suficientemente baixas para concentrar presas em áreas limitadas, e assim, favorecer os predadores durante um período limitado do tempo; • São suficientemente baixas para eliminar, ou reduzir a densidade de espécies invasoras; • São suficientemente altas para manter o habitat das espécies nativas; • São suficientemente altas para manter a qualidade da água, especialmente a temperatura e a concentração de oxigênio dissolvido; • São suficientemente altas para manter o nível do lençol freático na planície; • São suficientemente baixas para expor bancos de areia e praias que são utilizados para reprodução de répteis ou aves; • São suficientemente baixas para secar áreas de inundação temporária. 	<ul style="list-style-type: none"> • Determinam o tipo de sedimento do fundo do rio; • Evitam a invasão do leito do rio por plantas terrestres; • Renovam a água armazenada em lagos marginais, braços mortos do rio e em regiões de estuários. 	<ul style="list-style-type: none"> • Modificam a calha do rio, criando curvas, bancos de areia, ilhas, praias, áreas de maior ou menor velocidade de água, e diversidade de ambientes; • Inundam as planícies, depositando sedimentos e nutrientes necessários para a vegetação terrestre; • Inundam e criam lagoas marginais na planície, criando oportunidades de reprodução e alimentação para peixes e aves; • Indicam o início do período de migração ou de reprodução para algumas espécies de peixes; • Eliminam ou reduzem o número de espécies invasoras ou exóticas; • Controlam a abundância de plantas nas margens e na planície; • Espalham sementes de plantas pela planície.

Na construção de um hidrograma ecológico devem ser observados as necessidades do ecossistema, as necessidades humanas, os conflitos possíveis e as

soluções viáveis, além de um programa de manejo adaptativo e a realização de experimentos de manejo.

A integração entre diferentes áreas como Hidrologia, Hidráulica, Ictiologia e Ecologia é uma importante oportunidade para a obtenção de informações integradas para a elaboração de diretrizes para determinação de um hidrograma ecológico. Porém a falta de informações, em especial dos ecossistemas, torna essa tarefa demorada e onerosa, dificultando a adoção plena do hidrograma ecológico. Porém, como solução paliativa pode-se adotar hidrogramas ecológicos mais simples como, por exemplo, o que foi adotado no aproveitamento da hidrelétrica de Belo Monte, Resolução N°740 de 2009 da ANA (Anexo IV).

Belo Monte

O Aproveitamento Hidrelétrico de Belo Monte localizado próximo da cidade de Altamira, no Pará, compreende um barramento na calha do rio Xingu, com vertedouro e casa de força complementar, um canal de derivação para o reservatório intermediário e a casa de força principal, onde as águas captadas voltam para o rio Xingu. O trecho entre o barramento e a casa de força principal é chamado de Trecho de Vazão Reduzida (TVR).

A Figura 3 mostra o AHE Belo Monte e o TVR, que começa na barragem e termina no canal de fuga da casa de força principal. No projeto atual os canais de derivação se tornaram um canal único e o vertedouro complementar não existe mais.

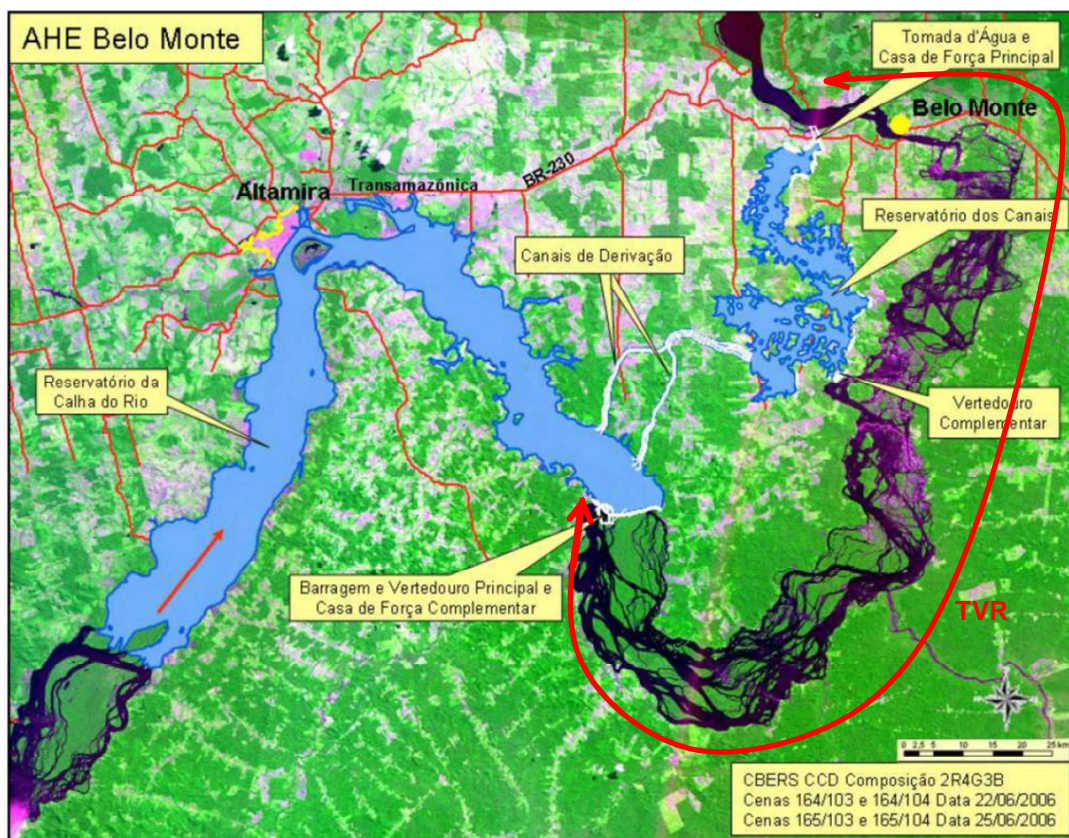


Figura 3: AHE Belo Monte e Trecho de Vazão Reduzida (TRV). Fonte: ELETROBRÁS /UFPA (2008).

No Estudo de Impacto Ambiental (EIA) de Belo Monte, foram definidos dois hidrogramas de vazões médias mensais, baseado na série histórica de vazões, denominados “Hidrograma Ecológico de Consenso”. Os hidrogramas “A” e “B”, apresentados na Tabela 2, deverão ser mantidos no TVR e alternados em anos consecutivos, conforme Resolução N°740 de 2009 da ANA. O Art. 4º, nos parágrafos abaixo transcritos, apresentam as condições de operação do reservatório do aproveitamento hidrelétrico.

§ 1o Caso, em dado mês, a vazão afluyente seja inferior à prescrita no Anexo III, deve ser mantida vazão igual à afluyente no TVR;

§ 2o O NA mínimo do reservatório poderá ser reduzido para atender simultaneamente as condições expressas nos incisos I e II, quando a vazão afluyente for inferior à vazão prescrita para o TVR somada a 300 m³/s;

§ 3o A vazão instantânea no mês de outubro no TVR não poderá ser inferior a 700 m³/s, exceto caso a vazão afluyente o seja;

§ 4o Nos meses de ascensão do hidrograma, a vazão instantânea no TVR não deverá ser inferior à vazão média prescrita para o mês anterior, exceto caso a vazão afluyente o seja;

§ 5o Nos meses de recessão do hidrograma, a vazão instantânea no TVR não deverá ser inferior à vazão média prescrita para o mês seguinte, exceto caso a vazão afluente o seja;

Tabela 2: Vazões médias a serem mantidas no TVR de Belo Monte (m³/s). Fonte: ANA (2009).

Hidrograma	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
A	1100	1600	2500	4000	1800	1200	1000	900	750	700	800	900
B	1100	1600	4000	8000	4000	2000	1200	900	750	700	800	900

O hidrograma “A” representa um ano mais seco, que deverá ser continuado pelo hidrograma “B” no ano seguinte. Para garantir a navegação no trecho de vazão reduzida, deverá ser mantida a vazão mínima de 700 m³/s, corresponde ao mês de outubro. Por outro lado, a vazão máxima de 8000 m³/s corresponde aproximadamente à vazão de inundação das planícies nas ilhas, onde foi observado que ocorria a desova nesses ambientes.

A Licença Prévia nº 342/2010 estabeleceu como uma de suas condicionantes para o AHE Belo Monte, que o Hidrograma Ecológico de Consenso deverá ser testado após a conclusão da instalação da plena capacidade de geração da casa de força principal. Os testes deverão ocorrer durante os seis primeiros anos de funcionamento da usina associados a um robusto plano de monitoramento. Neste tempo, se importantes impactos forem identificados na Volta Grande do Xingu, trecho de vazão reduzida, poderão suscitar alterações nas vazões estabelecidas e eventualmente reformular a Licença de Operação.

No Estudo de Impactos Ambientais (SOUZA, 2009) apresenta-se a necessidade de desenvolvimento de:

- (i) Atividades de acompanhamento e avaliação de resultados da liberação do regime hidrológico sobre o meio ambiente e o modo de vida da população;
- (ii) Programa de Monitoramento das Condições de Navegabilidade e das Condições de Vida;
- (iii) Projeto de Monitoramento da Atividade Garimpeira e
- (iv) Projeto de Monitoramento da largura, profundidade e velocidades em seções do trecho de vazão reduzida.

2.1.2. Fatores Físicos para os Organismos Aquáticos

Outros cuidados na avaliação da vazão ecológica estão nos fatores físicos, como a temperatura da água, a concentração de sedimentos, cor, turbidez, condutividade elétrica, odor, nutrientes, oxigênio dissolvido etc., que estão associados ao regime hidrológico natural de vazões.

Em muitas metodologias de fixação de vazões ecológicas, os fatores físicos são introduzidos como variáveis relevantes, pois influenciam nas diversas etapas de desenvolvimento de organismos aquáticos, ribeirinhos e dos bancos de areia (RICHTER, 2003). Segundo Allan (1995) os fatores físicos mais importantes para os organismos aquáticos são corrente, substrato, temperatura e oxigênio, como descrito na Tabela 3.

Tabela 3: Influências dos Fatores Físicos para os Organismos Aquáticos. Adaptado de BENETTI *et al.* (2003)

Fatores Físicos	Influências para os Organismos Aquáticos
Correntes	Transportam nutrientes; Removem dejetos; Cada espécie está adaptada para viver em zonas mais lentas ou mais rápidas, mas não em ambas; Afetam a distribuição de algas em rios.
Substrato (materiais formadores do leito do rio)	Os materiais tendem a diminuir em direção à foz do rio; Organismos aquáticos apresentam afinidades com tipos específicos de substrato.
Temperatura	Apresenta variações temporais e locais; Afeta o metabolismo dos organismos, regulando muitas atividades de seu ciclo de vida (acasalamento, reprodução, desenvolvimento de ovos e crescimento); Afeta a solubilidade de oxigênio; Organismos encontram maior stress em águas com temperaturas elevadas do que com temperaturas mais frias.
Oxigênio	Quando temperaturas mais altas coincidem com períodos de estiagem e de maiores demandas de água para necessidades humanas os organismos não conseguem satisfazer seus requerimentos de oxigênio; A interação com as correntes também afeta a disponibilidade de oxigênio.

Assim, processos físicos são fundamentais na estruturação de cursos d'água, porque produzem a variabilidade de habitat que está relacionada diretamente com a diversidade de espécies (ANGERMEIER & KARR, 1994; BARBOUR *et al.*, 1999 *apud* FIRMIANO DE PAULO, 2007).

2.2. DEFINIÇÕES

A seguir são apresentadas algumas definições que se julgou mais próximas do que cada termo representa e a definição encontrada na legislação.

- **Vazão Remanescente ou mínima Residual (Qrem):** é a mínima vazão que deve permanecer a jusante de um barramento ou de uma captação no rio após todas as retiradas de água. Pela legislação a vazão ecológica esta incluída nesse valor. Resolução N° 129 de 29/06/2011 do CNRH: a menor vazão a ser mantida no curso de água em seção de controle.
- **Vazão de Referência (Qref):** aquela que representa a disponibilidade hídrica do curso de água, associada a uma probabilidade de ocorrência definida em legislação. Resolução CONAMA N° 357/2005: vazão do corpo hídrico utilizada como base no processo de gestão, tendo em vista o uso múltiplo das águas e a necessária articulação das instâncias do Sistema Nacional de Meio Ambiente – SISNAMA e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGRH.
- **Vazão Outorgável (máxima) (Qout;máx):** percentual da vazão de referência que pode ser utilizada para outorga de uso d'água.
- **Vazão Ecológica (Qeco):** é a demanda necessária de água a manter num rio de forma a assegurar a manutenção e conservação dos ecossistemas aquáticos naturais, aspectos da paisagem de outros de interesse científico ou cultural (J.M. BERNARDO, 1996).
- **Vazão Ambiental (Qamb):** é a quantidade de água necessária à manutenção dos rios, terras úmidas adjacentes, zonas costeiras e sistemas de águas

subterrâneas para que continuem exercendo suas funções, usos e benefícios a seus usuários; onde existam conflitos pelo uso da água e a vazão seja regulada (DYSON *et al.*, 2003).

Em geral os termos vazão ecológica e vazão ambiental são utilizados como sinônimos, mas também se encontra distinção no seu uso. Neste caso a vazão ecológica é vista como a vazão necessária para garantir a sobrevivência de ecossistemas aquáticos, enquanto a vazão ambiental é vista de forma mais abrangente, envolvendo componentes do curso d'água, necessidade da variabilidade hidrológica natural, preocupações econômica, social e biofísica.

A vazão ecológica vem sendo substituída por um regime de vazões mínimas, ou seja, um hidrograma ecológico, como no caso de Belo Monte.

Para defini-las é preciso um estudo multidisciplinar eco-hidrológico, ou seja, os dados fluviométricos devem ser avaliados em conjunto com a evolução dos ecossistemas dependentes do regime hidrológico do curso d'água, e isto abrange naturalmente a preservação da flora e da fauna que acompanham os períodos de estiagem (SILVEIRA e SILVEIRA, 2003).

3. MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES ECOLÓGICAS

A determinação da vazão ecológica ou do hidrograma ecológico, pode variar de acordo com a disponibilidade de dados e a complexidade na sua análise. Os dados necessários podem ser existentes, como as informações disponíveis no banco de dados Hidroweb da Agência Nacional de Água (ANA), ou deverão ser produzidos; pode ser de fácil obtenção ou demandar um período de pesquisas, análise dos dados e avaliação das informações antes da aplicação da metodologia escolhida.

Existem cerca de 210 metodologias distribuídas em 44 países para avaliação da vazão ecológica (SARMENTO, 2007) que podem ser divididas em grupos de diversas maneiras. O *Department for International Development* agrupa os métodos de determinação da vazão ecológica em quatro categorias (SOUZA, FRAGOSO e GIACOMONI, 2004):

- Métodos Hidrológicos;
- Métodos Hidráulicos;
- Métodos de Avaliação em Habitat e
- Métodos Holísticos.

Essa classificação já era usada em 1998 por Tharme e será adotada neste trabalho.

A escolha da metodologia para determinação da vazão ecológica deve levar em conta, além da disponibilidade de dados a aplicabilidade do método escolhido para a região de estudo, pois cada método tem suas peculiaridades e considerações que podem não representar a região. Além disso, os métodos mais simples, como os Hidrológicos e os Hidráulicos, só devem ser usados no âmbito da gestão dos recursos hídricos ao nível da bacia hidrográfica, pois não consideram variáveis ecológicas, a sazonalidade das vazões nem a qualidade da água.

Uma caracterização geral de cada grupo de métodos é apresentada nos itens a seguir, priorizando os grupos de métodos utilizados nesse trabalho. Também é apresentada uma breve descrição dos demais grupos de métodos.

3.1. MÉTODOS HIDROLÓGICOS

Os métodos hidrológicos são baseados em séries históricas de vazão para determinação da vazão ecológica recomendada. Esta série deve ter extensão suficiente para representar o regime atual da seção de estudo, é desejável uma série com pelo menos 30 anos de dados. Ela deve ser consistida antes da aplicação do método escolhido.

No Brasil as séries históricas podem ser obtidas através do Sistema de Informações Hidrológicas – Hidroweb/ANA de forma simples e sem custo. Na falta de uma série disponível na seção de estudo, ainda é possível recorrer a estudos de regionalização hidrológica da região. Além de não serem necessários trabalhos de campo no momento do estudo, outra vantagem desses métodos é a simplicidade e agilidade na sua aplicação, podendo ser realizado por apenas um profissional.

Pela sua simplicidade esses métodos desprezam fatores ecológicos, biológicos ou características físicas da região de estudo, que são diretamente afetados pela mudança do regime de vazões dos cursos d'água. Os métodos hidrológicos presumem que a manutenção de uma vazão de referência, calculada com base em alguma estatística da série histórica, possa acarretar em benefício ao ecossistema (COLLISCHONN *et al.*, 2006).

Ainda deve-se levar em conta que as séries de vazões possuem um grau de incerteza devido a imprecisões na medição. Além disso, muitos desses métodos foram desenvolvidos nos EUA para rios salmonícolas (com regime torrencial, declives acentuados, profundidades pequenas, leito rochoso, águas bem oxigenadas e frias), característico do hemisfério norte, e extremamente diferente dos rios brasileiros (FARIAS JÚNIOR, 2006).

Alguns métodos hidrológicos são:

- Baseado na vazão média mínima de 7 dias com período de recorrência de 10 anos ($Q_{7,10}$);
- Baseado na curva de permanência (Q_{90} e Q_{95});
- *Tennant* ou *Montana*;
- Nova Inglaterra ou “*Aquatic Base Flow*”;

- Vazão Base ou das Médias Móveis;
- Área de Drenagem;
- *Northern Great Plains Resource Program* (NGPRP);
- Método de Hope;
- Texas;
- Arkansas.

Devido às limitações dos métodos hidrológicos eles são apropriados apenas como uma estimativa preliminar em planos de bacias, devendo ser realizado um estudo aprofundado em projetos específicos.

No Brasil a maioria dos estados utilizam como vazão de referência para outorga as vazões obtidas através do Método da $Q_{7,10}$ ou do Método da Curva de Permanência (Q_{90} ou Q_{95}). Sendo permitido outorgar até uma determinada porcentagem dessas vazões, assim sendo, a vazão ecológica corresponde ao complemento dessa porcentagem, ou seja, 100% menos a porcentagem utilizada para a vazão outorgável máxima.

Ambos os métodos definem um único valor de vazão para todos os meses do ano, sem considerar a dinâmica natural do rio ou qualquer variável do habitat aquático. Uma aproximação do regime natural da calha em estudo seria usar uma vazão variável mês a mês; ainda seria uma aproximação inicial, porém menos distante da realidade.

Neste trabalho será apresentada a aplicação dos Métodos da $Q_{7,10}$ e Curva de Permanência (Q_{90} ou Q_{95}) comparando os resultados de um valor único anual e um valor diferente a cada mês. A seguir estes métodos são descritos.

3.1.1. Método $Q_{7,10}$

O Método da vazão média mínima de sete dias consecutivos com dez anos de recorrência ($Q_{7,10}$) foi elaborado na década de 70 nos EUA, inicialmente com o objetivo de definir uma vazão mínima de qualidade da água, com a finalidade de avaliar a eficiência de Estações de Tratamento de Efluentes (LOAR & SALE, 1981). Mais tarde este método foi utilizado para definição da vazão ecológica, considerando a aplicação de um percentual ao $Q_{7,10}$.

Fixou-se a duração de 7 dias por ser um intervalo de tempo que leva em conta as variações de consumo dos dias úteis e dos finais de semana, o que possibilitaria a operação dos reservatórios absorver o impacto das variações intra-semanais. O período de retorno de 10 anos foi escolhido por ser considerado um risco adequado à localidade em estudo, ou seja, julgou-se aceitável que em todo ano houvesse 10% de chance da vazão ficar abaixo do valor mínimo exigido para o suprimento urbano (ONO, 2006)

O cálculo da $Q_{7,10}$ é feito a partir da série de vazões diárias, gerando uma série das médias móveis de sete dias consecutivos e a série anual de valores mínimos de vazões médias de 7 dias (Q_7), considerando o menor valor das médias móveis para cada ano. Essa série anual é classificada em ordem crescente e ajustada para posições de locação (Tempo de Recorrência, TR) de acordo com uma distribuição probabilística, geralmente de Gumbel ou Weibull. A Função de Distribuição empírica $F(x)=P$ e o tempo de retorno TR são dados pelas seguintes equações:

$$P = \frac{i - \alpha}{N + 1 - 2\alpha} \quad (1)$$

Onde: P – probabilidade de não excedência;

i - ordem do valor ordenado;

α - coeficiente de posição de plotagem ($\alpha=0,4$ para Weibull e $\alpha = 0$ para Cunnane);

N – número total de dados.

$$TR = \frac{1}{P} \quad (2)$$

Onde: TR – tempo de recorrência.

O ajuste dos mínimos é realizado por uma distribuição probabilística, geralmente de Gumbel ou Weibull. A distribuição de Weibull usa o coeficiente de assimetria para pequenas amostras, como o caso geral, o coeficiente de assimetria amostral (g_a), a média e o desvio padrão (s). Os parâmetros das distribuições e as vazões associadas a diferentes tempos de retorno a partir da inversa da FAP da distribuição de Weibull são calculados como apresentado a seguir (NAGHETTINI e PINTO/CPRM, 2007).

Pela distribuição de Weibull tem-se a seguinte equação para a análise de mínimos:

$$Q_{7,T} = \bar{Q}_{7m} + k_T \cdot s \quad (3)$$

$$\text{Onde: } k_T = A(\lambda) + B(\lambda) \left\{ \left[-\ln(1 - 1/T) \right]^{\frac{1}{\lambda}} - 1 \right\} \quad (4)$$

$$A(\lambda) = \left(1 - \Gamma \left(1 + \frac{1}{\lambda} \right) \right) B(\lambda) \quad (5)$$

$$B(\lambda) = \left(\Gamma \left(1 + \frac{2}{\lambda} \right) - \left(\Gamma \left(1 + \frac{1}{\lambda} \right) \right)^2 \right)^{-0.5} \quad (6)$$

$$\lambda = \frac{1}{H_0 + H_1\gamma + H_2\gamma^2 + H_3\gamma^3 + H_4\gamma^4} \quad (7)$$

$Q_{7,T}$ - vazão mínima (m³/s) associada ao tempo de recorrência;

k_T - fator de frequência em função do tamanho da amostra;

\bar{Q}_{7m} - vazão média;

s - desvio padrão amostral;

g - assimetria amostral;

α, β, λ – parâmetros da distribuição de Weibull;

Γ - função gama;

T - tempo de recorrência (anos)

Constantes de WEIBULL:

$$H_0 = 0,2777758$$

$$H_1 = 0,3132618$$

$$H_2 = 0,0575671$$

$$H_3 = -0,0013039$$

$$H_4 = -0,0081523$$

Com o ajuste da distribuição de Weibull para a seção a vazão mínima para um período de retorno de dez anos ($Q_{7,10}$) é definida.

O método da $Q_{7,10}$ não considera variáveis ecológicas nem socioeconômicas. Essa vazão deve ser entendida apenas como uma estimativa inicial, como uma vazão mínima hidrológica de referência para estudos de outros métodos que contemplem variáveis ambientais como o *Instream Flow Incremental Methodology* (IFIM), visto mais adiante.

O valor da vazão $Q_{7,10}$ é bastante utilizado em conjunto com outros métodos, no sentido de avaliar a vazão ecológica determinada por algum método que considera o habitat, como uma vazão mínima apenas hidrológica (ANA, 2004).

No Brasil as legislações estaduais, principalmente das regiões Sul e Sudeste, utilizam um percentual desta vazão de referência para o estabelecimento da vazão outorgável máxima, resultando no valor da vazão ecológica como a diferença entre o $Q_{7,10}$ e o valor da vazão outorgável máxima, em cada local do corpo hídrico.

3.1.2. Curva de Permanência

O método da curva de permanência considera uma vazão que é igualada ou excedida a um determinado percentual do tempo, em geral em 90% ou 95% do tempo. Assumindo um risco de não acontecer de 10% ou 5% do tempo, respectivamente.

A curva de permanência pode ser elaborada com base na série histórica de vazões diárias, vazões médias mensais ou ainda com vazões médias anuais. A curva com base nas vazões diárias é a mais precisa e resulta em valores menores que os encontrados na curva construída com base mensal ou anual.

Para construção da curva de permanência a série histórica de vazões diárias ou médias mensais é ordenada de forma crescente e a permanência é dada pelo percentual de vezes em que a vazão observada é igualada ou superada. A Figura 4 exemplifica o método da curva de permanência, comparando a curva com base diária (linha cheia) com a curva de base mensal (linha tracejada).

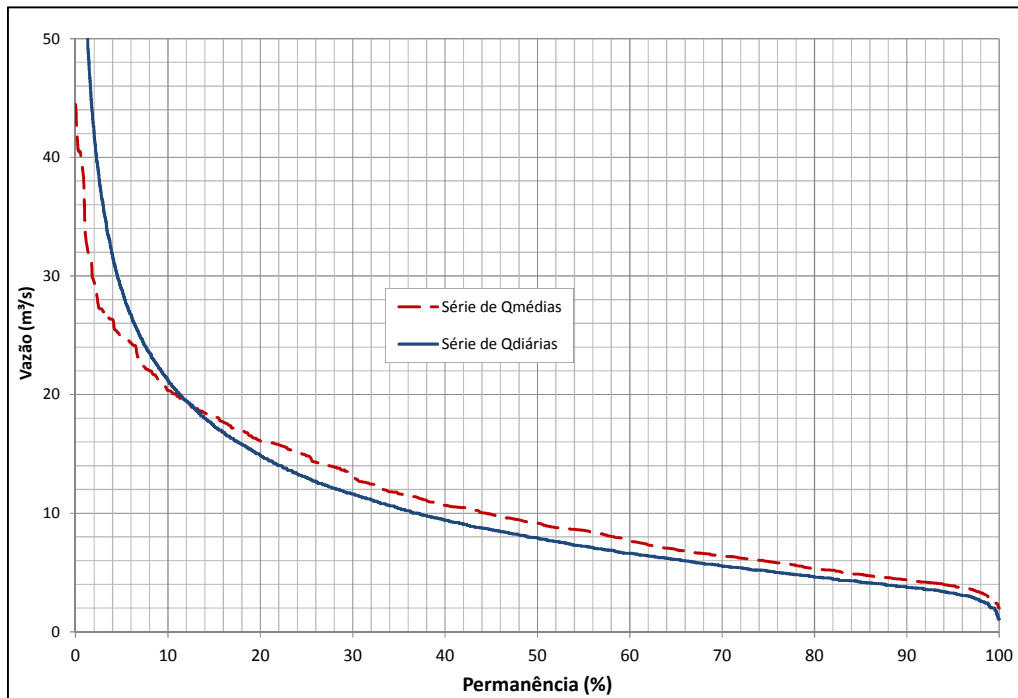


Figura 4: Comparação das Curvas de Permanência com Base na Série de Vazões Médias Mensais e com Base na Série de Vazões Médias Diárias, Posto Pedro do Rio.

O método da curva de permanência resulta em um valor fixo utilizado para todo o ano, ou seja, tanto no período de estiagem quanto no período de cheia. Sem representar as variações interanuais naturais dos cursos d'água. A utilização de vazões variáveis com os meses é de suma importância para a coerência do método, principalmente para cursos hídricos naturais e onde a precipitação tem forte interferência na composição da vazão (FARIAS JÚNIOR, 2006).

Neste método, a vazão ecológica é também estabelecida como um valor percentual das vazões com índices de 90% ou 95% do tempo, obtidas da curva de permanência para cada mês ou da curva de permanência anual, com base na série histórica de vazões diárias, que serão comparadas com os demais métodos.

3.1.3. Método de Tennant ou Montana

As vazões recomendadas pelo método de Tennant ou Montana são baseadas na vazão média anual ou média de longo termo (Q_{MLT}) da série histórica de vazões médias mensais. O biólogo Tennant desenvolveu o método, na década de 70, a partir observações sobre habitats aquáticos e vazões durante 10 anos nos estados de Montana, Nebraska e Wyoming, nos EUA (TENNANT, 1976). Para elaboração da metodologia foram realizadas análises físicas, químicas e biológicas em 11 cursos d'água (JOWET, 1997).

Tennant associou as condições do ecossistema fluvial com um percentual da vazão média de longo termo do rio. Foi detectado que: (i) 10% da vazão média anual sustentam a sobrevivência das espécies em um curto espaço de tempo; (ii) 30% garantem boas condições de vida; (iii) 60% fornecem excelentes condições para a maioria das formas de vida aquática, inclusive durante seu período de crescimento e também para a maioria dos usos recreativos (ARTHINGTON e ZALUCKI, 1998).

Segundo Tennant (1976), a aplicação desse método envolve as seguintes etapas:

- Determinação da vazão média anual no local de interesse;
- Observação do curso de água durante os períodos em que a vazão é aproximadamente 10%, 30% e 60% da vazão média anual, documentando-o através de fotografias dos vários tipos de habitat característicos das espécies, execução de levantamento de secções transversais e medições de largura do leito, profundidade e velocidade de escoamento;
- Utilização das informações obtidas para recomendar as vazões ecológicas, com base na Tabela 4.

O período úmido, no método original, vai de outubro a março e o período seco de abril a setembro. Com isso, para utilização em outras localidades é feita uma adaptação para os meses representativos da região em estudo, a Tabela 4 apresenta os percentuais em função do período úmido e seco na região do estudo de caso, e não dos meses relacionados originalmente no método de Tennant.

Tabela 4: Recomendações de Vazões pelo Método de Tennant ou Montana. Fonte: Adaptado de TENNANT (1976).

Condição do Rio	Vazão Recomendada (percentagem da vazão média anual)	
	Período seco	Período úmido
Máxima ou lavagem	200%	
Faixa Ótima	60% a 100%	
Excepcional	40%	60%
Excelente	30%	50%
Boa	20%	40%
Regular ou degradante	10%	30%
Pobre ou mínima	10%	10%
Degradação severa	0% a 10%	

Para o valor correspondente a 10% da vazão média anual, as condições tornam-se degradantes para parte das espécies e constituem fator limitante devido (PBH do rio Sado, 1999):

- a largura do leito, a profundidade e a velocidade do escoamento são reduzidas;
- a temperatura da água pode se elevar, principalmente durante o verão;
- os macroinvertebrados são bastante afetados;
- os peixes se concentram nas zonas mais profundas de elevadas densidades;
- a dificuldade para a circulação de peixes maiores.

Para a vazão equivalente a 30% da Q_{MLT} , as condições de profundidade e velocidade e temperatura são consideradas satisfatórias, os macroinvertebrados ainda são levemente afetados, mas o prejuízo às espécies piscícolas é menor e a vegetação ripícola não é afetada. Nesse caso, a redução de habitat não é tão considerável, os parâmetros físico-químicos são mantidos em níveis satisfatórios para a maioria das espécies.

Para a faixa entre 60% e 100% da vazão média anual, tem-se uma situação ótima para a maioria das formas de vida aquática. Essa faixa de vazões é aconselhada para

sucedem períodos de *stress* hídrico. O método recomenda pulsos de cheias para remoção de sedimentos e outros materiais do fundo do rio, essa vazão não deverá exceder duas vezes a Q_{MLT} .

Na formulação do método foram consideradas, espécies de salmonídeos, que tem como principais representantes a truta e o salmão, para a comercialização e pesca recreativa (ARTHINGTON e ZALUCKI, 1998).

O método de Tennant tem sido o segundo método mais utilizado para determinação de vazões ecológicas mínimas em países desenvolvidos, seguindo o método IFIM. (BENETTI *et al.*, 2003). Mas, apesar de ter sido desenvolvido com observações em 11 rios, sua aplicação em outras regiões deve se limitar a locais que apresentem características semelhantes às das localidades observadas, como clima, cursos d'água com morfologia semelhante e relação entre vazão e habitat parecida. Embora a aplicação do método envolva observações de campo com associações de vazões e condições de habitats, é comum a sua utilização valendo-se apenas da tabela desenvolvida por Tennant. Assim é recomendado que sua aplicação se limite a uma estimativa preliminar para a bacia em questão.

Uma desvantagem do método é não considerar as flutuações das vazões ano a ano e os efeitos sazonais ao longo dos meses. Algumas modificações foram implementadas na metodologia original. Como o “*Modified-Tennant Method*”, desenvolvido por biólogos do Canadá que incorporaram informações biológicas e físicas locais para satisfazer as necessidades das espécies piscícolas da região, adaptando-o ao longo de 30 anos. Outra modificação é o “*BC Modified Tennant Flow*” que permite a regionalização da sua implementação com enfoque na história dos peixes e da informação ecológica do rio em estudo (SARMENTO, 2007).

Uma modificação mais simples foi a realizada por Fraser (1978, *apud* PBH do rio Sado, 1999) e aplicado por Farias Júnior (2006), que sugere a incorporação da variação sazonal através da definição das vazões ecológicas baseadas em percentagens sobre as vazões médias mensais no lugar da vazão média anual. Este aspecto ajuda a representar a variação da vazão mês a mês e entre os períodos de estiagem e os chuvosos.

Como usado por Farias Júnior (2006) será utilizada a variação sazonal, definindo as vazões ecológicas a partir de percentuais das vazões médias mensais e não da Q_{MLT} . Na modificação do método de Tennant também será verificada a validade dos valores encontrados quanto aos percentuais da Q_{MLT} . Pelo método de Tennant vazões superiores a 30% da vazão média anual, para o período chuvoso, garantem uma condição regular no rio, enquanto 40% da Q_{MLT} garantem boas condições no rio. Já para o período seco manter uma condição entre regular e boa as vazões devem estar entre 10 e 20% da Q_{MLT} . Assim os percentuais encontrados nessa modificação do método de Tennant devem assegurar valores iguais ou maiores que os percentuais da Q_{MLT} do local estudado.

3.1.4. Outros Métodos Hidrológicos

A Tabela 5 faz um resumo de métodos hidrológicos utilizados mundialmente, os dados necessários para aplicação, o objetivo inicial de sua criação ou aplicação e algumas desvantagens e/ou limitações. É possível ver uma descrição mais ampla de outros métodos, como: *Northern Great Plains Resource Program* (NGPRP); *Hope*; Texas; Vazão Base ou Médias Móveis e Arkansas, na dissertação de mestrado de FARIAS JÚNIOR (2006).

Tabela 5: Comparação de Métodos Hidrológicos. Adaptado de SANTA CATARINA (2006).

MÉTODOS	Q _{7,10} (Chiang e Jonhson, 1976)	Análise da Curva de Permanência de Vazões	Tennant ou Método Montana (Tennant, 1976)	Aquatic Base Flow - ABF (Larsen, 1980)	Northern Great Plains Resource Program (NGPRP, 1974)	Método de Hope (Hope, 1975)
INFORMAÇÕES NECESSÁRIAS	Abióticas	Série de vazões médias diárias	Série de vazões médias diárias ou mensal	Série de vazões médias diárias, largura do leito, profundidade, velocidade do escoamento.	Série de vazões médias diárias ou mensal	Série de vazões médias diárias ou mensal
	Bióticas	Não usa	Não usa	Percentuais da vazão MLT necessária para atender às necessidades da biota aquática.	Vazão adicional necessária para a desova e incubação de peixes.	Vazões de descarga para desova/ crescimento de peixes; e transporte de sedimentos.
	Outras	Não usa	Não usa	Percentual da vazão MLT necessário para promover uma limpeza da calha fluvial.	Não usa	Curva de Permanência de Vazões
VANTAGENS	As informações são relativamente fácil de serem obtidas, seja em postos hidrométricos, ou por estudos de regionalização hidrológica.	As informações são relativamente fácil de serem obtidas, seja em postos hidrométricos, ou por estudos de regionalização hidrológica.	Baseia-se na vazão MLT, valor que pode ser facilmente estimado com base em estudos de regionalização hidrológica.	A vazão mediana do mês mais seco pode ser obtida e regionalizada com relativa facilidade.	Qeco para cada mês do ano é baseado na curva de permanência de vazões diárias.	Qeco para cada mês do ano é baseado na curva de permanência de vazões diárias.
DESvantagens	Não usa qualquer informação relacionada ao ecossistema fluvial	Não usa qualquer informação relacionada ao ecossistema fluvial	Os percentuais adotados nos EUA não podem ser automaticamente adotados em outro país, devido às diferenças climáticas e biológicas.	Baixo nível de precisão e resultados mais conservadores.	Não recomendado para cursos de águas quentes.	Não recomendado para cursos de águas quentes.
OBSERVAÇÕES	Método muito usado no Brasil.	Geralmente tem sido adotada como vazão de referência para outorga no Brasil.	Há necessidade de serem estimados os percentuais da vazão MLT que atendam às necessidades da biota aquática, e para a limpeza da calha fluvial.	Há necessidade de ser estabelecida a vazão adicional para desova e incubação de peixes, algo que geralmente não é conhecido.	É recomendada usar uma série histórica de no mínimo 20 anos.	Modificação do NGPRP

3.2. MÉTODOS HIDRÁULICOS

Os métodos hidráulicos relacionam a vazão com outros parâmetros hidráulicos de uma seção transversal, como o perímetro molhado, profundidade, velocidade, área molhada ou outros. A premissa do método é que a variação desses parâmetros com a vazão influencia nas características do habitat físico de espécies aquáticas, podendo comprometer os níveis adequados para a manutenção das espécies.

Esses métodos têm maior consideração ecológica que os métodos hidrológicos, mas, para sua correta aplicação, os métodos hidráulicos necessitam de relações específicas para a região de estudo (COLLISCHONN *et al.*, 2005). O ideal deste método é relacionar dados hidrológicos coletados em várias seções com dados biológicos de habitat físicos da biota do rio em estudo. Esses métodos permitem avaliar e relacionar as mudanças que ocorrem no habitat com as mudanças de vazão na seção.

Devem ser selecionadas uma ou mais seções transversais representativas dos diversos tipos de habitats existentes, ou seções consideradas críticas para uma determinada espécie. Nesses locais as variáveis físicas devem ser sensíveis à variação de vazão (LOAR & SALE, 1981).

Existem dois critérios de determinação da vazão ecológica utilizados nos métodos hidráulicos. O primeiro analisa as diferenças das características físicas do habitat entre uma vazão em análise e uma vazão de referência onde as condições são admitidas favoráveis. E o segundo critério considera um ponto de “inflexão” na curva, admitindo que a partir deste ponto não há degradação significativa do habitat. Muito embora, nem sempre ocorra esse ponto na curva, neste caso, é utilizado um ponto de mudança de declividade da curva, para recomendar um valor de vazão ecológica.

Algumas vantagens desses métodos são: a possibilidade de incorporação de informações ecológicas do habitat e características morfológicas de cada local estudado; aplicação simples, através de simulações em modelos hidráulicos; baixo custo e poucas informações são necessárias.

Entretanto, estes métodos são válidos apenas para o trecho estudado e define apenas uma vazão constante, sem representar a sazonalidade dos cursos d'água. Esses métodos fazem suposições simplistas ao se fazer uma extrapolação de uma única seção

transversal, dificultando sua defesa devido a sua razoável confiança (O'KEEFFE & QUESNE, 2008).

Podem ser destacados os seguintes métodos hidráulicos:

- Perímetro Molhado;
- Colorado ou da Região 2 do USFWS (*United States Fish and Wildlife Service*);
- Região 4 do USFWS;
- Oregon;
- Regressões Múltiplas.

O método do perímetro molhado é o mais utilizado desse grupo. Dentre as categorias de métodos de determinação de vazão ecológica, as metodologias hidráulicas posicionam-se em terceiro lugar entre as mais utilizadas no mundo (11,1%), e são as mais utilizadas na América do Norte (76%) com grande uso também, na Europa e Austrália (THARME, 2003).

3.2.1. Método do Perímetro Molhado

O Método do Perímetro Molhado (MPM) relaciona a disponibilidade de habitats para as espécies piscícolas com o perímetro molhado através da curva vazão x perímetro molhado. Esse método considera que a necessidade de desova e passagem de peixe em um rio é garantida quando é mantida uma vazão mínima que é determinada pelo chamado ponto de “inflexão” da curva vazão versus perímetro molhado (QxPm), garantindo a manutenção de habitats aquáticos.

Portela (2004) diz que o MPM teve aplicação difundida a partir do trabalho de White em 1976, que desenvolveu o procedimento baseado na curva QxPm, pressupondo que existe uma relação direta entre o perímetro molhado e a capacidade biogenética do rio. Porém o ponto de “inflexão” da curva QxPm foi utilizado para definir vazões ótimas ou mínimas para peixes de criação nos EUA (COLLINGS, 1974; COCHNAUER, 1976, NELSON, 1980) e Austrália (RICHARDSON, 1986), (GIPPEL e STEWARDSO, 1998).

Para aplicação do método são definidas seções transversais em uma ou mais zonas de rápidos e realizadas medições de velocidade e profundidade do escoamento, além da batimetria das seções. É definido um gráfico do perímetro molhado em função da vazão e identificado o principal ponto de “inflexão” da curva, a partir do qual o aumento de caudal se traduz num aumento pouco significativo do perímetro molhado e numa rápida deterioração das condições do habitat (SPEAR & CURRIER, 1983 *apud* ALVES e HENRIQUES, 1994), geralmente para peixes ou macro-invertebrados.

As seções escolhidas para aplicação do método devem consistir em seções críticas para os peixes. A escolha do trecho crítico para definir a vazão ecológica é justificada em termos de habitat dos invertebrados bentônicos. Estes constituem a fonte de alimento de diversas espécies piscícolas, nomeadamente de salmonídeos (LOPES e CARMO, 2002). Como a forma do canal pode influenciar nos resultados da análise, essa técnica é usualmente aplicada em rios com seções transversais largas, rasas e relativamente regulares (STALNAKER *et al.*, 1995). Seções com forma aproximadamente retangular apresentam pontos de “inflexão” mais acentuados.

A vazão recomendada é a correspondente ao chamado ponto de “inflexão” da curva, porém matematicamente este ponto não ocorre necessariamente nessa curva. Para se caracterizar um ponto de inflexão deve ocorrer uma mudança de concavidade, ou seja, a curva deve passar de côncava para convexa, ou vice-versa. Contudo no método do perímetro molhado é comum se referir como ponto de “inflexão” o ponto onde existe uma mudança acentuada na direção da curva, que pode não ser tão acentuada e de fácil identificação. Assim o critério do ponto de “inflexão” se torna um fator subjetivo.

A Figura 5 exemplifica o método do perímetro molhado. Na presente dissertação esse ponto será chamado de ponto de mudança de direção ou mudança de declividade da curva.

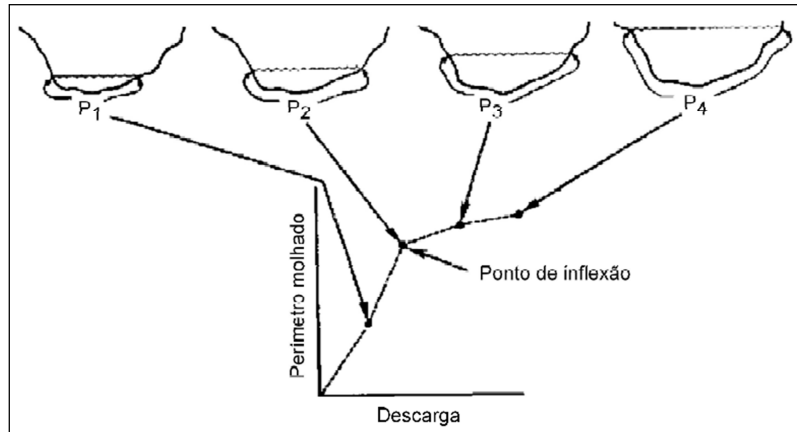


Figura 5: Exemplificação do Método do Perímetro Molhado. Fonte: Stalnaker *et al.* (1995)

Outro cuidado na análise do ponto de mudança de direção da curva é a escala relativa dos eixos do gráfico estudado. A Figura 6 mostra a distorção ocorrida com a mesma curva QxPm analisada em gráficos com escalas diferentes. No primeiro caso a vazão adotada seria igual a $3 \text{ m}^3/\text{s}$, já no segundo caso a vazão passaria a ser $5 \text{ m}^3/\text{s}$, mais de 60% do encontrado no primeiro caso.

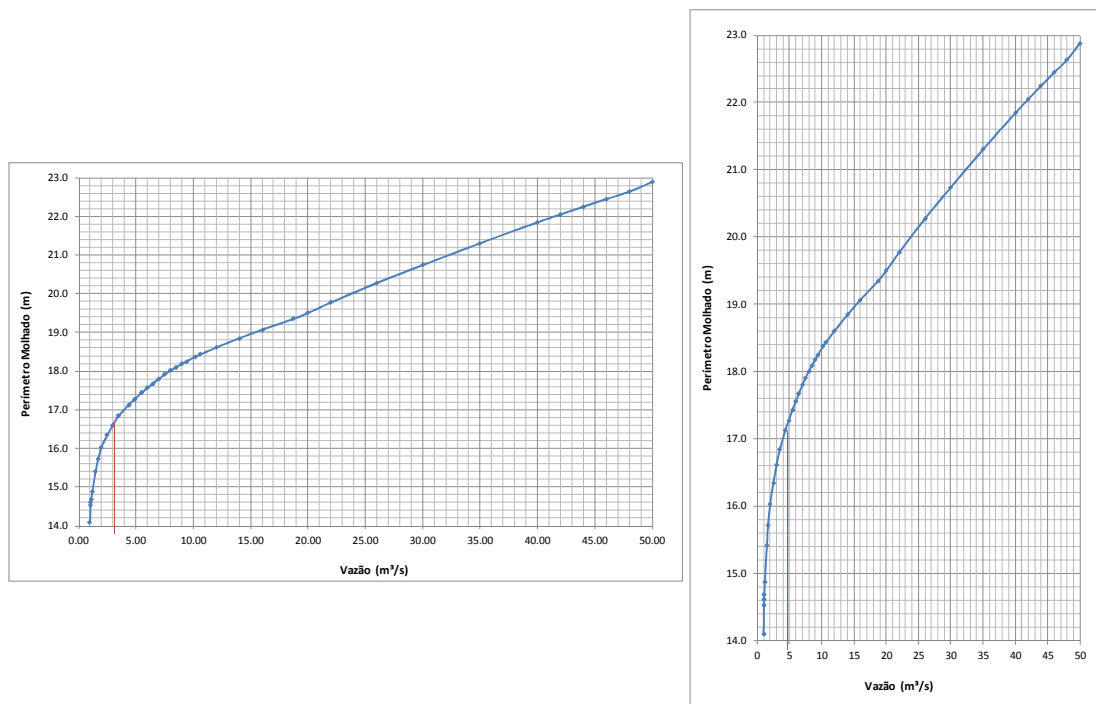


Figura 6: Demonstração do Efeito de Escala na Análise do Método do Perímetro Molhado.

O Método do Perímetro Molhado recomenda apenas um valor de vazão, sem considerar o regime natural do rio.

Este método é o terceiro mais utilizado nos EUA para quantificar vazões ecológicas para os rios (ANA, 2004).

3.2.2. Outros Métodos Hidráulicos

A Tabela 6 apresenta um resumo dos métodos hidráulicos utilizados mundialmente, os dados necessários para aplicação, o objetivo inicial de sua criação ou aplicação e algumas desvantagens e/ou limitações.

Tabela 6: Resumo dos Métodos Hidráulicos. Adaptado de LONGHI e FORMIGA (2011).

METODOLOGIA	O QUE UTILIZA	APLICAÇÃO	DESVANTAGENS
Método da Região 4 do USFWS (Herrington e Dunham, 1967)	Caracterização de seções transversais/modelo de simulação hidráulica	Permitir manutenção das características do habitat para populações de salmões em rios de montanha	Método de uso restrito em regiões montanhosas
Washington Toe-Width (Swift, 1976)	Distância entre as margens medida no fundo do rio	Determinar vazão ecológica mínima para peixes	Requer tempo e rigor em medições de altura de lâmina e velocidade da água
Método de Oregon (Thompson, 1972)	Conceitos de Largura Ponderada Utilizável e Largura Utilizável de rios	Vazões mínimas e ótimas para locomoção, desova, incubação e crescimento de espécies de peixes	Custo elevado
Método do Colorado (Russel e Mulvaney, 1973)	Seções transversais com seleção e simulação hidráulica de diversos parâmetros do rio	Preservação de espécies salmonícolas das Montanhas Rochosas (EUA)	Trabalhoso e de custo elevado
Método de Washington (Collings, 1974)	Cartografia de trechos do rio (mapa de isolinhas)	Proteger o habitat de espécies de peixes selecionadas	Muito trabalho de campo e custo elevado
Raio Hidráulico Ecológico (Liu et al, 2007)	Informação do rio (raio hidráulico, rugosidade e gradiente hidráulico)	Determinar velocidade de vazão ecológica do rio	Carece de credibilidade
Método do Perímetro Molhado (MPM) (Annear e Conder, 1984)	Medições de vazão para cálculo da relação vazão vs perímetro molhado nas seções fluviais consideradas críticas para passagem de peixes.	Boas condições de habitat para a ictiofauna	Método voltado a garantir a passagem de peixes durante a piracema, sem reportar-se a outros aspectos da biota aquática. Não há garantias de que faculte a passagem em qualquer tipo de seção.

3.3. OUTROS MÉTODOS

3.3.1. Método de Avaliação em Habitat

Os métodos de avaliação em habitat são baseados na relação entre a vazão e o habitat de uma espécie em uma determinada fase do seu ciclo de vida em um trecho de rio, relacionando a qualidade e quantidade de habitat disponível com os diferentes regimes de vazão.

O método incremental “*Instream Flow Incremental Methodology*” – IFIM é o mais conhecido. Ele simula a qualidade e a quantidade de habitats com variações nas vazões. Foi desenvolvido nos Estados Unidos, no final dos anos 70 e início dos anos 80, pelo grupo de estudos de descargas mínimas do *U.S. Fish and Wildlife Service* na *Colorado State University*, quando muitos reservatórios para geração de energia elétrica tiveram que renovar suas licenças de operação.

A metodologia IFIM desenvolve-se em cinco fases:

Fase 1: Identificação de Problemas: os problemas são identificados e questões gerais e objetivos são relacionados à identificação de direitos;

Fase 2: Planejamento do estudo e Caracterização das áreas de captação: a parte técnica do projeto é planejada com a caracterização dos processos das áreas de captação mais extensas, espécies presentes, e estratégias do seu ciclo de vida, identificando prováveis fatores restritivos, recolhendo dados hidrológicos, físicos e biológicos básicos;

Fase 3: Elaboração e Implementação do Modelo: as modelos fluviais são construídos e calibrados. A IFIM faz uma distinção entre o micro-habitat, modelado frequentemente utilizando uma abordagem tal como a PHABSIM¹¹ (*Physical Habitat Simulation Model*), e o macro-habitat, que inclui a química/qualidade da água e elementos físico-químicos, como a temperatura da água. Existe uma estrutura para definir os fluxos de manutenção para canais e

¹¹ PHABSIM (*Physical Habitat Simulation Model*) é um módulo de cálculo integrante do IFIM (*Instream Flow Incremental Methodology*).

planícies de alagamento, mas há poucos conselhos sobre os métodos específicos. Os modelos hidrológicos de cenários alternativos, incluindo uma base de condições naturalizadas ou históricas, são a força motriz dos modelos de habitat. Os modelos são integrados, utilizando o habitat como elemento comum;

Fase 4: Análise de Alternativas: Os cenários de descargas de barragens ou restrições de captação são formulados e examinados utilizando os modelos para definir o impacto de níveis diferentes da alteração do fluxo sobre espécies individuais, comunidades ou ecossistemas inteiros;

Fase 5: Resolução do Problema: Os resultados técnicos são utilizados nas negociações entre as partes interessadas diferentes para resolver as questões estabelecidas na primeira fase.

O modelo de simulação PHABSIM - *Physical Habitat Simulation System* – é uma das ferramentas analíticas da metodologia do IFIM, utilizado na fase de implementação do estudo, ele analisa os padrões temporais de vazão e as características físicas de micro-habitat, como velocidade, profundidade, substrato e cobertura vegetal. Entretanto, muitas vezes PHABSIM tem sido a única parte da metodologia utilizada, e muitos autores usam PHABSIM e IFIM como sinônimos (SCOTT; SHIRVELL, 1987 *apud* BENETTI *et al.*, 2003). Outra crítica ao modelo é a grande quantidade de informações requeridas que inviabilizam sua aplicação e disseminação.

A Tabela 7 apresenta exemplos de métodos baseados na relação entre habitat e a vazão, utilizados mundialmente. As informações necessárias para aplicação, algumas vantagens, desvantagens e/ou limitações e alguma observação.

Tabela 7: Comparação de Métodos de Classificação de Habitats. Adaptado de SANTA CATARINA (2006).

MÉTODOS		Idaho e Departamento de Pesca de Washington	Instream Flow Incremental Method (IFIM) / PHABSIM (Bovee, 1982)	River Hydraulics Habitat Simulation Program (RHYHABSIM)	Modelo "Individual-based Stream Fish Model"
INFORMAÇÕES NECESSÁRIAS	Abióticas	Características hidráulicas das seções fluviais mais críticas à passagem de peixes.	Pode incluir temperatura, pH, oxigênio dissolvido, e informações hidrológicas e hidráulicas tais como vazões, velocidades, níveis de água.	Mesmas do IFIM, com algumas simplificações.	Praticamente as mesmas do IFIM, agregadas às vazões extremas.
	Bióticas	Demandas de passagem dos peixes relacionadas às características hidráulicas da seção fluvial, como profundidade mín. e velocidade máx. da água.	Parâmetros biológicos, informações sobre o substrato e cobertura.	Mesmas do IFIM, com algumas simplificações.	Além das do IFIM usa a disponibilidade de alimentos para os peixes.
	Outras	-	"Índices de adequação de habitats" obtidos por consulta a especialistas ou observações.	Mesmas do IFIM, com algumas simplificações.	-
VANTAGENS		Forte base ecológica relacionada às demandas de passagem de peixes.	Considera o impacto ambiental do estabelecimento da vazão ecológica em diversas simulações. Estimula a participação dos usuários, especialistas e poder público, negociando os valores de vazão ecológica a serem estabelecidos.	Mesmas do IFIM, com algumas simplificações.	Considerado mais completo que o IFIM, com um módulo de visualização e animação que mostra o tamanho, distribuição e movimento de duas espécies de trutas.
DESVANTAGENS		Reporta--se apenas à passagem de peixes migratórios. Necessidade de conhecer, para cada população de peixe migratório, as restrições para vencimento de obstáculos fluviais.	Pouca (ou nenhuma) experiência de uso no Brasil; necessidade de se estabelecer os "Índices de adequação de habitats" para diversas espécies, o que exige conhecimentos que podem não ser disponíveis, apesar de ser possível a adoção de aproximações tendo por base o conhecimento de especialistas.	Mesmas do IFIM, com algumas simplificações.	Desenvolvido para duas espécies de trutas, peixes não com uns e exóticos ao ambiente brasileiro.
OBSERVAÇÕES		-	Pode ser considerado o método padrão nos EUA e em muitos países desenvolvidos; existe muita experiência nesses países. Programas para utilização do método são disponibilizados gratuitamente pelo USGS (Geological Survey dos Estados Unidos) ou vendidos por empresa de software (PHABSIM).	Programa de Simulação do Habitat Hidráulico Fluvial. Alternativa ao IFIM mais simplificada.	-

Outros exemplos de métodos baseados na relação entre habitat e a vazão são:

- Método do "WRI Cover";
- Método da Califórnia ou Método de Waters.

3.3.2. Métodos Holísticos

Os métodos holísticos são fundamentados na manutenção do regime hidrológico natural do rio. Como o nome já sugere, ele analisa todos os interesses existentes, avaliando os aspectos econômicos, sociais e ambientais.

O método da construção de blocos, *Building Block Methodology* (BBM) considera o acesso à água a todo ecossistema ribeirinho, incluindo as nascentes, o canal, a mata ciliar, a planície de inundação, águas subterrâneas, banhados e estuários e também as importantes características particulares das espécies raras, endêmicas e ameaçadas de extinção. Foi desenvolvido pelo *Department of Water Affairs and Forestry* com ajuda de cientistas para determinar as necessidades de vazão para ecossistemas aquáticos na África do Sul. Paralelamente, na Austrália, foi desenvolvido o “método holístico”.

O BBM se originou de dois grandes workshops feitos na África do Sul em 1987 sobre requerimentos mínimos de vazões, em que começaram os esforços para determinar vazões ecológicas para os rios Cape Town (KING; O’KEEFFE, 1989). De 1995 a 1996 foi feito um trabalho significativo pela Sociedade Sul-Africana de Cientistas Aquáticos, que formou um grupo que assumiu o compromisso de emitir um parecer sobre os princípios fundamentais que deveriam nortear o projeto de lei da nova lei de águas. O princípio chave resultante deste processo foi que: a quantidade, qualidade e a capacidade dos recursos hídricos de manterem as funções ecológicas dependem da determinação dos humanos de assumirem um compromisso de longo prazo, não individual, mas coletivo, de promover a sustentabilidade aquática e dos ecossistemas associados (PALMER, 1999).

Após a utilização do método IFIM para a determinação das vazões ecológicas sem resultados adequados aos requerimentos da África do Sul, foi desenvolvido uma metodologia local, que foi muito bem recebida, pois podia ser aplicada a qualquer rio e possuía uma execução mais simples do que o método IFIM, o método BBM.

De acordo com Palmer (1999), o BBM está baseado em três hipóteses:

Hipótese 1. A biota do ecossistema fluvial pode competir com condições naturais de vazão baixa que ocorrem habitualmente e pode necessitar de condições de vazão específicas, sazonais, vazões altas. Mas condições de vazões atípicas constituem uma perturbação e podem causar mudanças fundamentais no comportamento dessa biota;

Hipótese 2. A identificação dos componentes mais importantes do regime natural de vazões e a sua incorporação no regime modificado podem contribuir para a manutenção da biota natural e funções ecossistêmicas; e

Hipótese 3. Vazões que possuem uma influência muito grande na geomorfologia do canal devem ser incluídas no regime modificado de vazões para auxiliar na manutenção da estrutura natural do canal e na diversidade de biótopos físicos.

As atividades para aplicação do método BBM são (BENETTI *et al.*, 2003):
Preparação do Workshop; Execução do workshop e Atividades pós-workshop.

A utilização do método em situações com escassez de dados pode comprometer a confiabilidade dos resultados.

A Tabela 8 apresenta exemplos de métodos baseados na relação entre habitat e a vazão, utilizados mundialmente. As informações necessárias para aplicação, algumas vantagens, desvantagens e/ou limitações e alguma observação. Também pode ser citado o Manejo Ecologicamente Sustentável da Água.

Tabela 8: Comparação de Métodos Holísticos. Fonte: LONGHI e FORMIGA (2011).

METODOLOGIA	O QUE UTILIZA	APLICAÇÃO	DESVANTAGENS
Building Block Methodology – BBM (King & Louw, 1998)	Workshop com partes interessadas, estudos de escritório e de campo, pesquisa sócio-econômica, análise hidráulica e hidrológica do rio.	Rios regularizados e não regularizados, em se tratando da restauração das vazões; considera todos os organismos aquáticos.	Julgamento de sua efetividade necessita de tempo
Método Holístico (Arthington et al, 1992)	Profissionais fazem julgamentos acerca das consequências ecológicas para várias vazões no rio, em relação aos aspectos quantitativos e temporais.	Recuperação de ecossistemas de rios, pântanos, estuários e águas subterrâneas.	Não possui conjunto estruturado de procedimentos para uso; requer treinamento especializado; custo elevado na aquisição de dados.
Downstream Response to Imposed Flow Transformations – DRIFT (King et al. 2003).	Módulos de estudo biofísico, sociológico, de desenvolvimento de cenários e módulo econômico.	Recuperação de ecossistemas de rios e regiões ribeirinhas.	Limitação das interações sinérgicas entre diferentes cenários de vazões.

4. ESTUDO DE CASO

4.1. CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA

4.1.1. Localização

A bacia hidrográfica do rio Piabanha está localizada no estado do Rio de Janeiro, na região Centro-Sul fluminense, é uma das sub-bacias do rio Paraíba do Sul, na região hidrográfica Atlântico Sudeste do Brasil. O rio Piabanha nasce na serra do mar a, aproximadamente, 1.500 m de altitude, com cerca de 80 km de extensão e atravessa os municípios de Petrópolis, Areal e Três Rios, onde deságua na margem direita do rio Paraíba do Sul. A bacia do rio Piabanha também contempla os municípios de Teresópolis, São José do Vale do Rio Preto, Paraíba do Sul e Paty do Alferes, abrangendo uma área de drenagem total de 2.065 km² (COPPE/UFRJ, 2006 e 2010; PLANAVE e GUASCOR/ANEEL, 2001). A Figura 7 apresenta sua localização e delimitação.

Na bacia do rio Piabanha, vivem cerca de 590 mil habitantes (COPPE/UFRJ, 2010), sendo as cidades de Petrópolis, com 296 mil habitantes, e Teresópolis, com 164 mil habitantes, as mais populosas (IBGE, 2011). No seu trecho alto, o rio Piabanha apresenta grandes concentrações populacionais às suas margens, principalmente nas áreas de influência das cidades de Petrópolis e Itaipava. A partir de Pedro do Rio, no seu trecho médio, o vale do rio Piabanha se apresenta encaixado e fortemente ondulado, ocupado por sedes de fazendas e casas, com algumas concentrações populacionais, principalmente, nas áreas próximas às cidades de Posse e Areal. Em seu trecho baixo, o rio Piabanha apresenta áreas ocupadas com fazendas e pastagens (PLANAVE e GUASCOR/ANEEL, 2001).

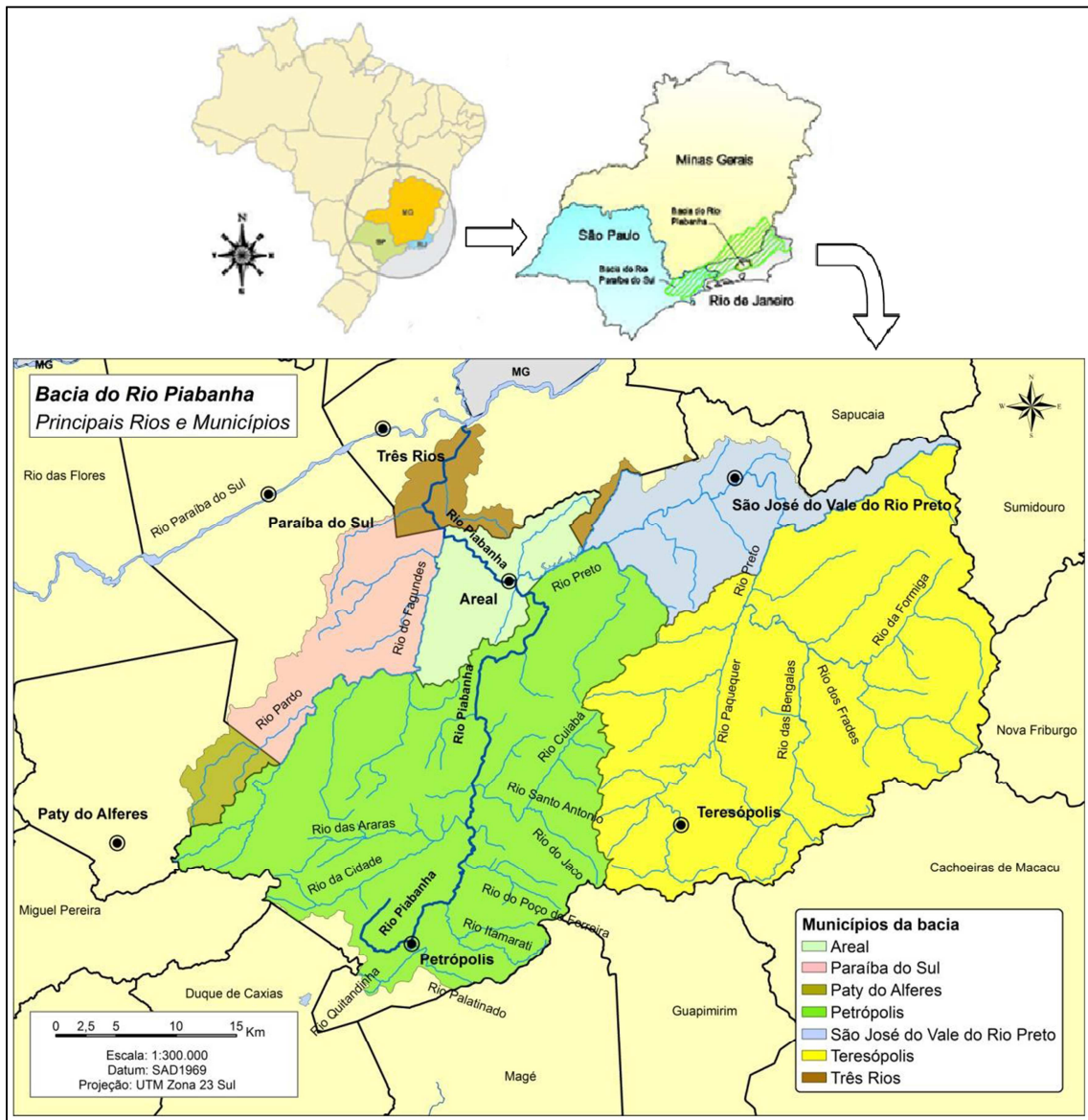


Figura 7: Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Piabanha. Adaptado de COPPE/UFRJ, 2006 e DE PAULA (2011).

Seu principal afluente pela margem direita é o rio Preto / rio Paquequer, que percorre Teresópolis, São José do Vale do Rio Preto, Quitandinha, Itamarati, Poço do Ferreira e Santo Antônio. Já pela margem esquerda os principais afluentes são o rio do Fagundes e o rio das Araras. A Figura 8 mostra a delimitação de suas principais sub-bacias.

O rio Piabanha apresenta fortes mudanças de direção e trechos retilíneos, com largura aproximadamente constante, em torno de 10 metros, em toda sua extensão com calha natural ou retificada. Possui energia elevada nos trechos mais a montante da bacia

e fundos de vales e energia média no trecho médio e baixo da bacia hidrográfica (PLANAVE e GUASCOR/ANEEL, 2001).

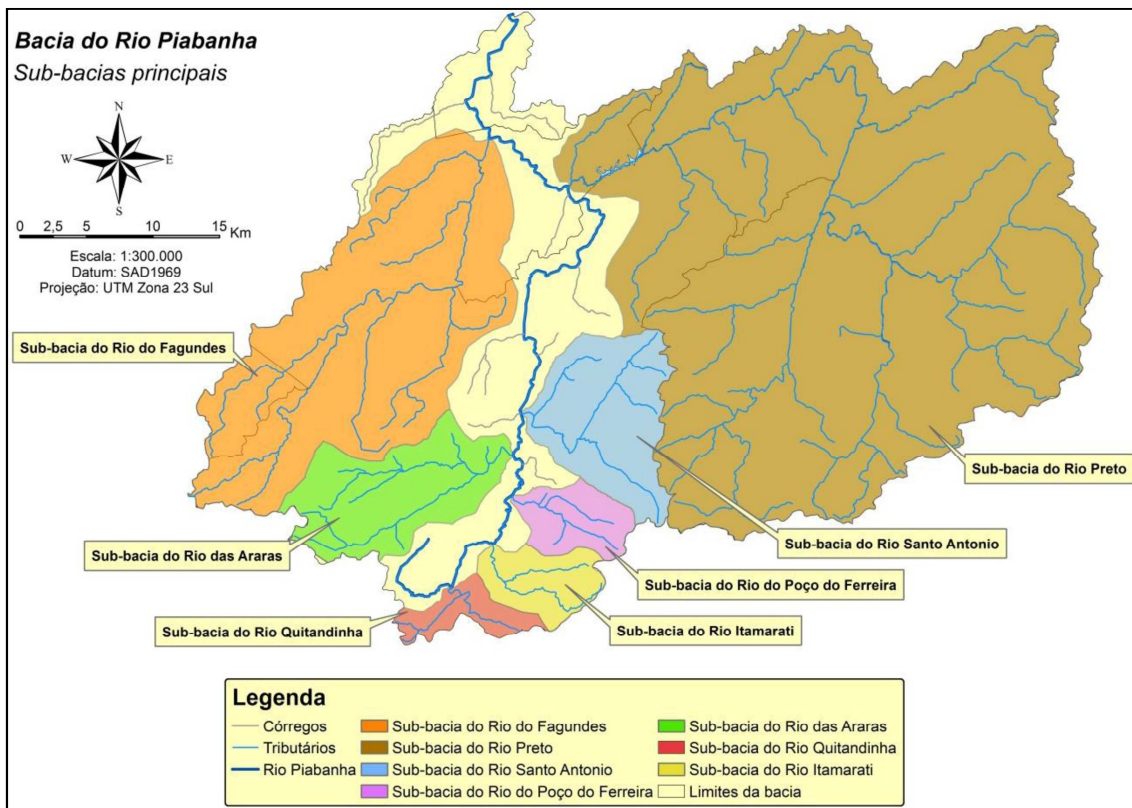


Figura 8: Principais Sub-bacias do Rio Piabanha. Fonte: DE PAULA (2011).

4.1.2. Uso do Solo e Ocupação da Bacia

As sub-bacias dos rios Quitandinha e Itamarati são bacias predominantemente urbanas. Enquanto as sub-bacias do rio do Poço do Ferreira e do rio Santo Antônio são caracterizadas pela ocupação rural. Já a sub-bacia do rio das Araras é constituída predominantemente por áreas de preservação da cobertura vegetal. A sub-bacia do rio Preto/Paquequer tem áreas urbanas e industriais, enquanto a sub-bacia do rio do Fagundes é predominantemente rural.

As sub-bacias do rio Preto e do rio do Fagundes possuem vazões da mesma ordem que o rio Piabanha. Ambas possuem uma pequena usina hidrelétrica. A usina Morro Grande no rio Preto e a usina Coronel Fagundes no rio do Fagundes.

A bacia hidrográfica do rio Piabanha é uma das sub-bacias contribuintes do rio Paraíba do Sul que apresenta a maior cobertura florestal, estimada em mais de 20% de suas terras, onde estão os mais expressivos remanescentes da Mata Atlântica (COPPE/UFRJ, 2006). Na bacia existem varias unidades de conservação como a Área de proteção Ambiental (APA) de Petrópolis, a Reserva Biológica do Tinguá, a Reserva Biológica de Araras e o Parque Nacional da Serra dos Órgãos.

As condições de relevo e solos somados a elevada pluviosidade na região contribuem para o alto risco de erosão na maior parte da bacia do rio Piabanha resultando em grande produção de sedimentos. O assoreamento do reservatório Morro Grande, situado entre Areal e São José do Rio Preto, é um exemplo dos intensos processos erosivos na sub-bacia do rio Preto.

A ocupação ao longo dos cursos dos rios pela agricultura, área urbana e indústrias é a maior responsável pela poluição hídrica das águas. A agricultura com aproximadamente 12,4 % da ocupação do solo e a área urbana com 2,1 % da ocupação na bacia lançam seus efluentes, em geral, sem tratamento no rio (COPPE/UFRJ, 2010 e DE PAULA, 2011).

Na agricultura predominam culturas de ciclo curto (como verduras e legumes), localizadas em geral nas margens dos rios e córregos, ocupando inclusive áreas de preservação permanente (APPs). O uso de agrotóxicos e lançamentos de esgotos de origem doméstica e animal, provenientes de currais e pocilgas, são comuns. A jusante de diversas áreas agrícolas esta a captação de água para abastecimento de Teresópolis no rio Preto.

As principais tipologias industriais no âmbito da bacia são as indústrias de bebidas, de produtos alimentícios, têxtil, moveleira, de equipamentos de uso industrial e confecções (ZEERJ, 2008), todas com uso intensivo de água e a maioria de alto potencial poluidor.

O enquadramento da água dos afluentes do rio Piabanha é predominante na classe I; ainda assim, o próprio rio Piabanha apresenta-se com a qualidade da água fortemente degradada (COPPE/UFRJ, 2006). Com suas baixas vazões não consegue absorver os lançamentos de esgotos *in natura* e outros efluentes sem tratamento.

4.1.3. Regime Pluviométrico

A bacia hidrográfica do rio Piabanha possui elevados índices pluviométricos com elevadas variações de acordo com a altitude e relevo da bacia. A pluviosidade média anual na região baixa da bacia, como na cidade de Três Rios, está em torno de 1.100 mm, já nas proximidades de Pedro do Rio e do município São José do Rio Preto a média anual sobe para 1.300 mm. Enquanto na parte alta da bacia, a variação da média pluviométrica anual está entre 1.500 mm e 2.500 mm, chegando a ultrapassar este valor nas encostas das cidades de Petrópolis e Teresópolis, Figura 9.

Como mostra a Figura 9 a distribuição pluviométrica é condicionada em boa parte pelo relevo da bacia, assim como a variação das temperaturas, de médias a baixas, com frequente invasão de frentes frias e de linhas de instabilidade tropical.

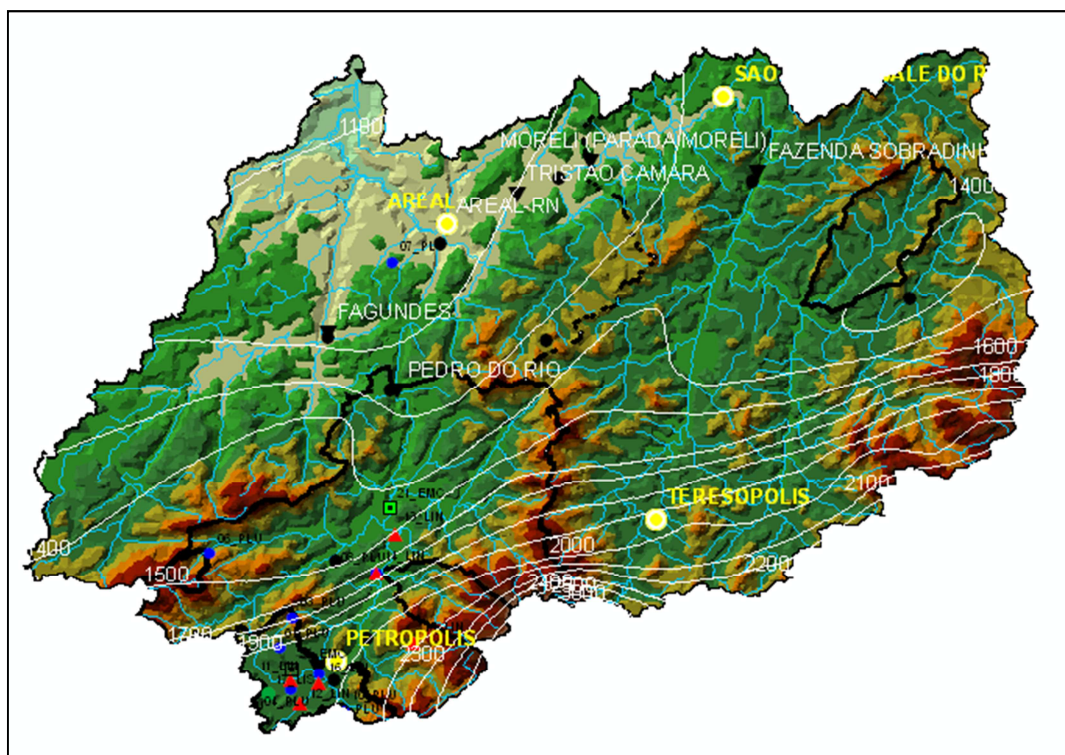


Figura 9: Isoietas Totais Anuais e Relevo da Bacia do Rio Piabanha. Fonte: COPPE/UFRJ (2010).

Como em grande parte das bacias brasileiras, o ano hidrológico na bacia do rio Piabanha corresponde ao período de setembro a agosto. Ao longo do ano os meses mais chuvosos na bacia estão entre dezembro e fevereiro e os meses mais secos entre junho e agosto. As maiores vazões ocorrem entre dezembro e março e as mínimas entre julho e setembro.

4.1.4. Sistema Hidrográfico e Ecossistemas Aquáticos

As principais características do sistema hidrográfico do vale do rio Piabanha, citadas no inventário da bacia hidrográfica do rio Piabanha (PLANAVE e GUASCOR/ANEEL, 2001) apresenta os seguintes elementos:

- *Canal principal com vazão e energia elevadas, de calha natural ou retificada, com até 10 metros de largura em toda a extensão. Em muitos pontos este canal sofreu retificação, canalização e estreitamento, principalmente em áreas urbanas;*
- *Canal principal com energia reduzida em reservatórios ou à montante de corredeiras;*
- *Canal com diminuição de volume: ocorrendo à jusante de represas (em especial na área da represa Alberto Torres – PCH Piabanha);*
- *Superfícies naturais de fluxo superficial que determinam altas vazões pluviais com taxa de concentração bastante rápida, mais comum na porção norte do vale;*
- *Superfícies urbanas de fluxos superficiais, com forte aporte de sedimentos antrópicos e rápida concentração das águas pluviais;*
- *Superfícies onde predominam fluxos sub-superficiais mais lentos: basicamente alguns remanescentes de mata ao longo do vale;*
- *Superfícies de fluxo superficiais de energia mediana: associadas às áreas de colinas, com forte carreamento de sólidos para o canal principal;*
- *A variação sazonal de vazão é apreciável; porém, as variações climáticas são de especial importância, com ocorrência de torrentes e de cheias ao longo de todo o vale.*

A qualidade da água apresenta-se fortemente degradada devido ao despejo de efluentes *in natura* de Petrópolis e despejos de todas as localidades ao longo do rio.

Ainda no inventário da bacia hidrográfica do rio Piabanha (PLANAVE e GUASCOR/ANEEL, 2001) são citadas as principais características dos ecossistemas aquáticos:

- *Quanto à vegetação marginal, nas corredeiras encontram-se espécies de porte arbóreo, típicas de Mata Atlântica; nos trechos de menor declividade a*

vegetação encontra-se degradada; mais ao sul a vegetação marginal se resume ao capim-colonião ou às manchas com espécies exóticas;

- A qualidade da água é boa nos afluentes, porém, altamente degradada em todo curso do rio Piabanha;

- A fisiografia fluvial apresenta-se determinada pela alta energia, com exceções nos trechos a montante de níveis de base locais ou de represas;

- A fauna aquática está preservada apenas nos principais afluentes. O grau de degradação do rio Piabanha indica uma inexistência de ecossistemas importantes;

- A pesca é realizada apenas como esporte (complemento das atividades turísticas) nos afluentes. No rio Piabanha não foram notadas atividades de pesca, nem mesmo esportiva;

- Espécies remanescentes da avifauna ainda podem ser identificadas ao longo do rio Piabanha.

4.2. ANÁLISE DOS DADOS

Para conhecimento da bacia hidrográfica do rio Piabanha e definição da área onde seriam realizados os estudos foram utilizados trabalhos realizados no âmbito desta bacia, como estudos, dissertações, artigos e dados disponíveis. Sendo os principais estudos consultados descritos a seguir:

- *EIBEIX-I: Estudos Integrados de Bacias Experimentais – Parametrização Hidrológica na Gestão de Recursos Hídricos das Bacias da Região Serrana do Rio de Janeiro*, desenvolvido pela COPPE/UFRJ em 2010 com colaboração do IGEO, UFRJ, UERJ, CPRM e SERLA (INEA);
- *Caderno de Ações da Bacia do Rio Piabanha do Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul*, realizado pela COPPE/UFRJ em 2006;
- *Estudos de Inventário Simplificado*, desenvolvido pela PLANAVE S/A – Estudos e Projetos de Engenharia e GUASCOR Serviços Ltda para ANEEL em 2001;
- *Relatório-síntese do trabalho de Regionalização de Vazões da Sub-bacia 58*, bacia do rio Paraíba do Sul, realizado pela CPRM em 2003.

4.2.1. Inventário do Rio Piabanha

No estudo de reavaliação da divisão de queda da bacia hidrográfica do rio Piabanha, inserido nos *Estudos de Inventário Simplificado* (PLANAVE e GUASCOR/ANEEL, 2001) foram apresentados três locais para implantação de pequenas usinas hidrelétricas no rio Piabanha, sem alteração da usina hidrelétrica Piabanha (CERJ), localizada no município de Areal com 18,1 MW de potência instalada. Dois aproveitamentos, Posse (14 MW) e Monte Alegre (16,1 MW), localizados a montante da pequena central hidrelétrica (PCH) Piabanha e um aproveitamento, São Sebastião (16,7 MW), a jusante desta mesma PCH. A Tabela 9 apresenta as principais características de interesse desses aproveitamentos hidrelétricos.

Tabela 9: Características dos Aproveitamentos Hidrelétricos no Rio Piabanha.

PCH	NA _{mont.} (m)	NA _{jus.} (m)	Queda Bruta (m)	Latitude	Longitude	Ad (km ²)	Q _{MLT} * (m ³ /s)	Q _{95%} (m ³ /s)	Q _{san.} ** (m ³ /s)
Posse	615	500	115	-22° 17'	-43° 09'	451	11,6	4,09	1,76
Monte Alegre	422	370	52	-22° 14'	-43° 07'	1591	31,3	9,71	4,16
São Sebastião	310	266	44	-22° 13'	-43° 08'	1991	37,1	10,96	4,88
Piabanha (existente)	-	-	-	-22° 12'	-43° 08'	1606	31,6	9,80	-

Notas: Dados retirados dos *Estudos de Inventário Simplificado* (PLANAVE e GUASCOR/ANEEL, 2001).

* Vazão Média de Longo Termo.

** Vazão sanitária = 0,8Q_{mín.}

Esta alternativa foi selecionada de forma a minimizar os impactos ambientais e evitar interferências com rodovias existentes. O conjunto dessas três usinas soma 46,8 MW de potência instalada. A proximidade dos aproveitamentos de cidades de médio porte e importantes consumidores industriais faz esse conjunto ser atraente economicamente para a região.

A Figura 13 apresenta a localização das PCH's, proposta nesse inventário, junto com as estações fluviométricas próximas.

4.2.2. Estações Fluviométricas

No Banco de Dados Hidrológicos *Hidroweb* da ANA existem nove estações fluviométricas localizadas na bacia hidrográfica do rio Piabanha, como apresentado na Figura 10. Levando em conta a importância estratégica para a bacia, optou-se por estudar prioritariamente seu rio principal, o rio Piabanha.

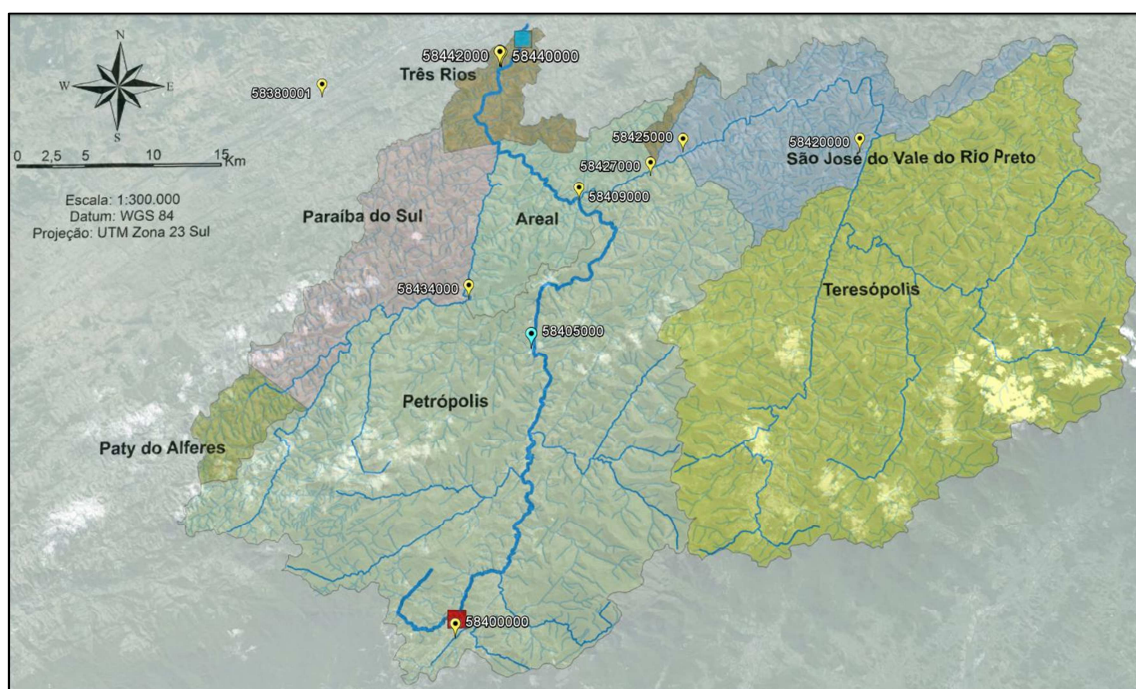


Figura 10: Postos Fluviométricos da ANA localizados na Bacia Hidrográfica do Rio Piabanha.

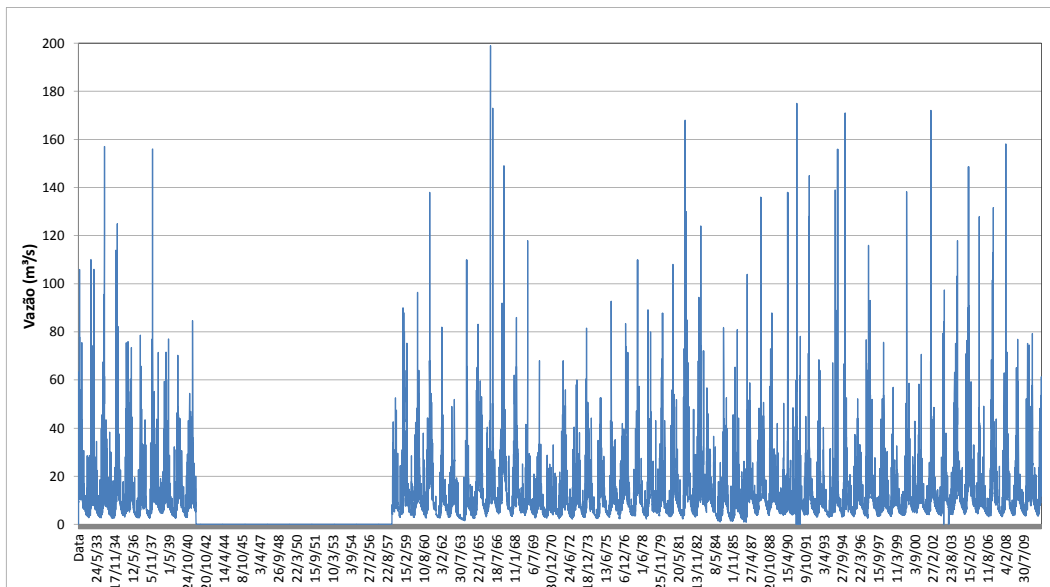
Cinco dessas estações estão sobre o rio Piabanha, sendo três em funcionamento (Pedro do Rio, Moura Brasil e Fazenda Barreira) e duas desativadas (Petrópolis e Areal). Suas principais características, como nome, código, altitude, área de drenagem, localização e período de observação de cada posto fluviométricos estudado estão relacionadas na Tabela 10.

Tabela 10: Principais Características dos Postos Fluviométricos Estudados.

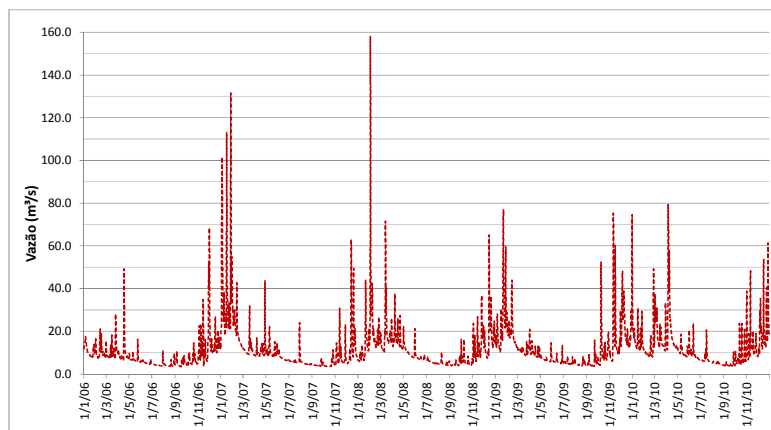
Posto	Código	Altitude (m)	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Período de Observação	
						Início	Fim
Petrópolis	58.400.000	807	43,1	-22:31:00	-43:11:00	Jul/38	Ago/87
Pedro do Rio	58.405.000	645	413	-22:19:56	-43:08:01	Dez/31	Dez/10
Areal	58.409.000	444	510	-22:14:02	-43:06:03	Jul/33	Set/75
Moura Brasil	58.440.000	260	2049	-22:08:30	-43:09:27	Jul/33	Fev/11
Fazenda Barreira	58.442.000	191	2052	-22:08:29	-43:09:31	Set/51	Abr/04

De acordo com a disponibilidade de dados do período de observação desses postos (Apêndice I) e excluindo os anos sem histórico de medição, a estação fluviométrica Petrópolis possui 30 anos com dados, a estação Pedro do rio possui 62 anos com dados, a estação Areal possui 25 anos com dados, a estação Moura Brasil possui 77 anos com dados e a estação Fazenda Barreira possui 44 anos com dados. Os dados disponíveis entre 2006 e 2010, nas estações Pedro do rio e Moura Brasil são dados brutos.

Foi realizada uma análise, para a estação Pedro do Rio no período entre 2006 e 2010, através da comparação do fluviograma, Figura 11, indicando que não há inconsistência nos dados. Logo toda a série histórica desse posto foi considerada nos estudos, resultando em uma série com 62 anos de dados históricos.



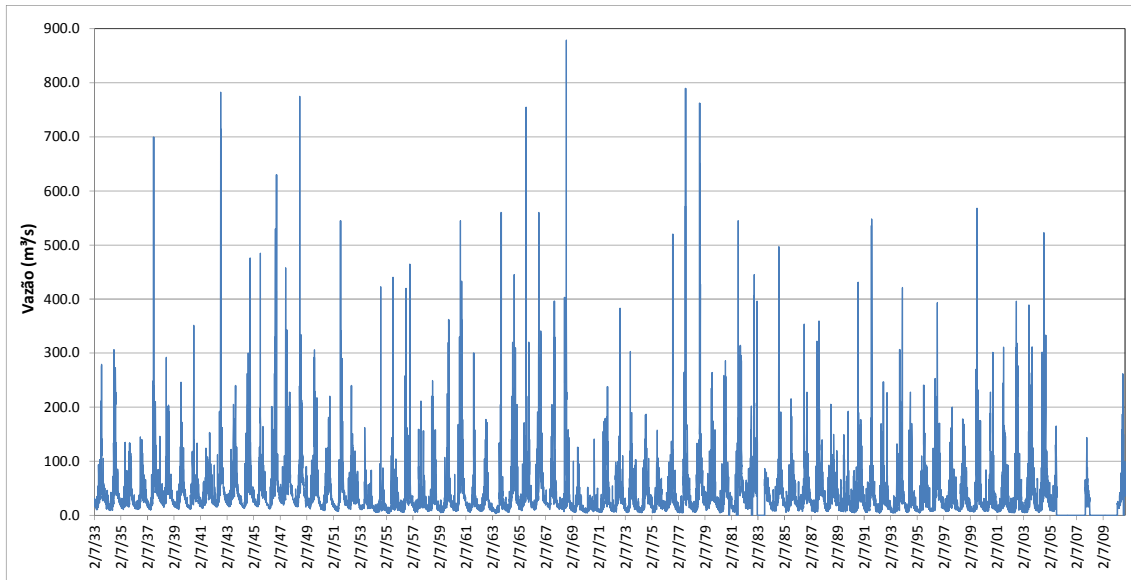
(a) Fluviograma Completo do posto Pedro do Rio (dez/1931 – dez/2010).



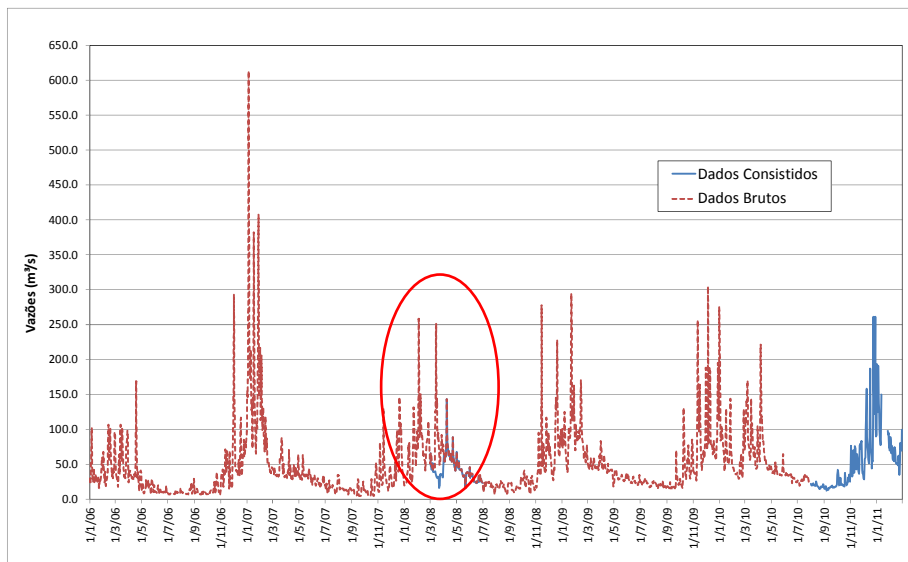
(b) Fluviograma com os dados brutos do posto Pedro do Rio.

Figura 11: Fluviogramas do posto Pedro do Rio.

Na estação Moura Brasil entre 2006 e 2011 há períodos coincidentes com dados brutos e dados consistidos, porém os fluviogramas estão com alguns valores de vazão diferentes em 2008, Figura 12 (b). Assim esse período foi desconsiderado da série histórica, resultando em uma série final com 71 anos de dados.



(a) Fluviograma Completo do posto Moura Brasil.



(b) Fluviograma com dados brutos e consistidos do posto Moura Brasil.

Figura 12: Fluviogramas do posto Moura Brasil.

4.2.3. Seleção do Posto Fluviométrico

Para a seleção do posto fluviométrico foi considerado como critério de escolha a disponibilidade de dados de vazão, sua localização, as usinas hidrelétricas propostas no inventário e sua importância estratégica para a bacia hidrográfica.

A Figura 13 apresenta os aproveitamentos proposto no inventário do rio Piabanha e postos fluviométricos mais próximos.

O posto 58409000 (Areal) está mais próximo dos aproveitamentos, porém está desativado há mais de 35 anos e sua série histórica é limitada. As estações Fazenda Barreira (58.442.000) e Moura Brasil (58.440.000), com áreas de drenagem equivalentes, contemplam todas as PCH's, porém a série histórica da primeira é de 44 anos enquanto da segunda é de 71 anos com medições consistidas até 2005. O posto Pedro do Rio (58.405.000), com 62 anos de dados também esta próximo das PCH's e tem medições consistidas mais atuais.

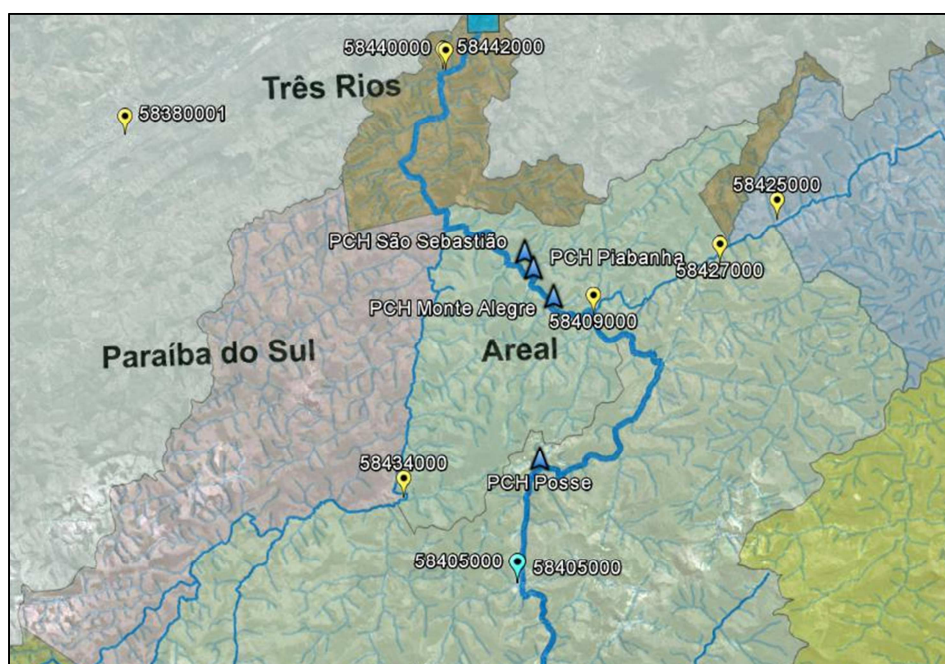


Figura 13: PCH's no Rio Piabanha e Postos Fluviométricos próximos.

Desta forma o posto fluviométrico Pedro do Rio foi selecionado para os estudos, a Tabela 11 apresenta uma complementação da descrição do posto.

A série de vazões diárias registradas no posto Pedro do Rio, cujo período de observação se estende de dez/1931 a dez/2010, não possui registros entre jul/1941 e dez/1957. Os anos de 1931 e 1941 foram descartados do estudo, pois o primeiro só apresenta medições no mês de dezembro e o segundo medições de janeiro a junho, contendo o período de estiagem incompleto. O ano de 1991 apresenta falhas de janeiro a abril, mas por ter o período de estiagem completo ele foi mantido. Os dados entre 2006 e 2010 disponibilizados no *Hidroweb* são dados brutos, porém como não foi verificada nenhuma inconsistência na série (item 4.2.2) este período foi considerado no estudo estatístico. Resultando em uma série final com 62 anos de dados para o estudo de vazões mínimas.

Tabela 11: Descrição do Posto Fluviométrico Pedro do Rio. Fonte: ANA (2011).

CÓDIGO	58405000
NOME	PEDRO DO RIO
BACIA	ATLÂNTICO, TRECHO LESTE (5)
SUB-BACIA	RIO PARAÍBA DO SUL (58)
RIO	RIO PIABANHA
ESTADO	RIO DE JANEIRO
MUNICÍPIO	PETRÓPOLIS
RESPONSÁVEL	ANA
OPERADORA	CPRM
ALTITUDE (M)	645
ÁREA DE DRENAGEM (KM ²)	413

A Figura 14 apresenta a localização da estação fluviométrica Pedro do Rio, e duas fotos da seção, uma delas mostrando uma medição de vazão no posto Pedro do Rio.



Figura 14: Localização da Estação Fluviométrica Pedro do Rio e Medição de Vazão na Seção.
Fonte: COPPE/UFRJ (2010) e Google Earth 6.2.

4.3. ESTUDO DE REGIONALIZAÇÃO DA SUB-BACIA 58

De acordo com o *Relatório-síntese do trabalho de Regionalização de Vazões da Sub-bacia 58*, bacia do rio Paraíba do Sul (CPRM, 2003), a bacia do rio Piabanha é uma região hidrológicamente homogênea tanto para as vazões mínimas e curvas de permanência como para as vazões médias e máximas. Em todos esses casos a sub-bacia do rio Piabanha é identificada como Região IV. Nesse estudo para cada região classificada como homogênea foram definidas equações de regionalização e curvas regionais de probabilidades.

O modelo sugerido para o cálculo de vazões mínimas e curvas de permanência na Região IV (sub-bacias do rio Piabanha) assim como suas limitações são apresentados a seguir.

- Modelo de cálculo sugerido para vazões mínimas anuais, válido para $40 < A < 2050 \text{ km}^2$:

$$Q_{\text{mín},d} = 0,0547 \cdot A^{0,6728} \cdot d^{0,0916} \quad (8)$$

Onde: $Q_{\text{mín},d}$ _ é a média das vazões mínimas anuais de cada duração em m^3/s ;

d _ é a duração em dias;

A _ é a área de drenagem em km^2 .

- Modelo de cálculo sugerido para a permanência de 95%, válida para $40 < A < 2050 \text{ km}^2$:

$$Q_{95} = 0,0721 \cdot A^{0,6422} \quad (9)$$

Onde: Q_{95} _ é a vazão de 95% de permanência na bacia em m^3/s ;

A _ é a área de drenagem em km^2 .

No caso das vazões mínimas foram apresentadas também as distribuições de frequência regionais, definidas pela relação das vazões mínimas anuais de cada duração adimensionalizadas pela sua respectiva vazão mínima média, $Q/Q_{\text{mín},d \text{ média}}$. Para o tempo de recorrência de 10 anos o valor da curva adimensional na Região IV é igual a 0,6421. Assim para se obter o valor da vazão mínima anual com duração de sete dias e tempo de retorno de dez anos ($Q_{7,10}$), basta multiplicar este valor adimensional pelo valor encontrado no modelo proposto para o cálculo de vazões mínimas com duração igual a sete dias.

A Tabela 12 apresenta as características e os resultados encontrados aplicando os modelos de regionalização nas seções das estações fluviométricas do rio Piabanha e dos aproveitamentos hidrelétricos propostos no inventário da bacia do rio Piabanha.

Tabela 12: Vazões Calculadas no Rio Piabanha nas Seções de Interesse.

Nome da Estação / Aproveitamento	Área (km ²)	Q _{MLT} (m ³ /s)	Vazão Específica (l/s.km ²)	Q _{min,7} calc. (m ³ /s)	Q _{min,7,10} calc. (m ³ /s)	Q ₉₅ calc. (m ³ /s)
Petrópolis	41	2,3	56,34	0,80	0,51	0,78
Pedro do Rio	411	11,1	26,76	3,75	2,41	3,44
PCH Posse	451	11,6	25,72	3,99	2,56	3,65
Areal - RN	511	12,6	24,70	4,34	2,79	3,96
PCH Monte Alegre	1.591	31,3	19,67	9,32	5,99	8,20
PCH São Sebastião	1.991	37,1	18,63	10,84	6,96	9,48
Moura Brasil	2.050	36,9	17,92	11,05	7,10	9,65
PCH Piabanha	1.606	31,6	22,98	9,38	6,02	8,25

Nota: Vazões calculadas pelos modelos de cálculo da *Regionalização de Vazões da Sub-bacia 58*.

4.4. APLICAÇÃO DOS MÉTODOS HIDROLÓGICOS

A aplicação dos métodos hidrológicos, ou estatísticos, se deu pela baixa demanda de informações, facilidade de obtenção dos dados, relativa simplicidade de execução e pela utilização da vazão média mínima de sete dias de duração com dez anos de recorrência (Q_{7,10}) no critério de outorga do estado do Rio de Janeiro.

Como apresentado no capítulo 3, dispondo de uma série histórica de vazões diárias representativas do local é possível aplicar os métodos estatísticos. Os métodos da Curva de Permanência (Q₉₅) e Q_{7,10} foram calculados com base na série histórica de vazões diárias da estação Pedro do Rio, Apêndice 2.

A Figura 15 mostra o gráfico resumo das vazões médias mensais série histórica de entre janeiro de 1932 e dezembro de 2010. O ano de 1983 foi um ano úmido, com ocorrências de cheias em junho e setembro, meses do período de estiagem, o que contribuiu para ascensão da média das vazões máximas nesses meses. A série histórica de vazões médias mensais se encontra no Apêndice 3 e seu resumo na Tabela 13.

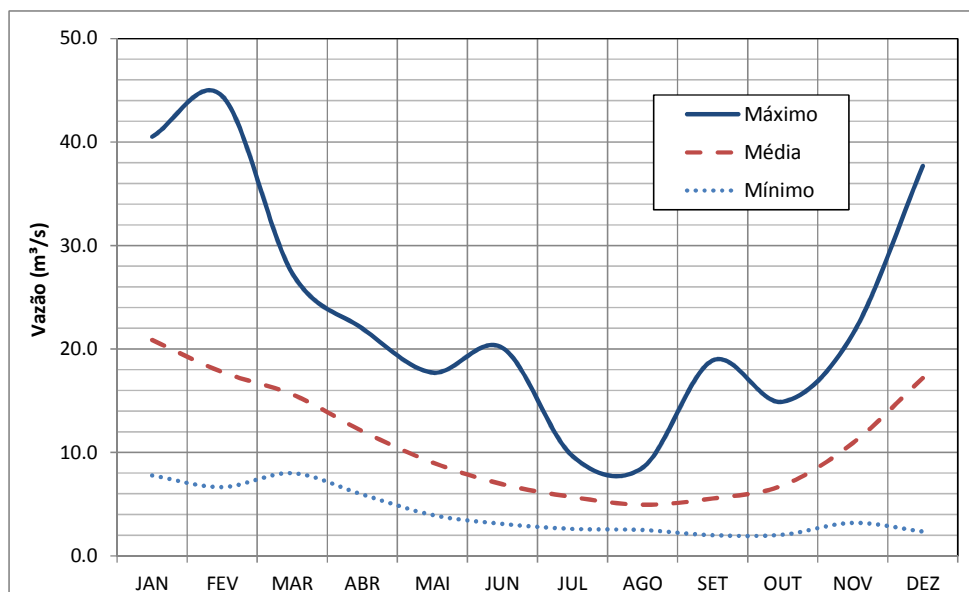


Figura 15: Resumo de Vazões Médias Mensais da Série Histórica do Posto Pedro do Rio.

Tabela 13: Resumo das Vazões Médias Mensais do Posto Pedro do Rio.

Q (m³/s)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Mínimo	7.8	6.7	8.0	5.9	4.0	3.1	2.6	2.5	2.0	2.1	3.2	2.4	11.1
Média	20.3	17.6	15.6	12.2	9.1	7.1	5.8	5.0	5.8	6.8	11.2	16.7	
Máximo	40.5	44.4	27.3	22.0	17.7	20.1	9.7	8.5	18.9	14.9	21.4	37.7	

Nota: Série Histórica entre jan/1932 e dez/2010. Período de Estiagem entre maio e outubro.

4.4.1. Método Q7,10

No estudo da vazão média mínima de sete dias consecutivos com dez anos de recorrência ($Q_{7,10}$), conforme a revisão da literatura, foi utilizada a série de dados diários da estação fluviométrica Pedro do Rio.

Na sub-bacia do rio Piabanha, bem como na região Sudeste do Brasil, o período de estiagem tem início no mês de maio e estende-se até os meses de setembro/outubro. Dessa forma, para a obtenção dos dados de vazão mínima anual, foi mantido o ano civil (janeiro a dezembro) a fim de não haver separação do período de estiagem.

A partir da série de vazões diárias foi gerada a série das médias móveis de sete dias consecutivos e a série anual de vazão mínima de sete dias (Q_7), considerando o menor valor das médias para cada ano, Tabela 14. A série anual foi classificada em ordem crescente e ajustada para posições de locação (Tempo de Recorrência - TR) de acordo com o critério de Weibull.

Tabela 14: Vazão Mínima de Sete Dias com Duração Anual, Posto Pedro do Rio.

n	Ano	Q7	n	Ano	Q7	n	Ano	Q7	n	Ano	Q7
1	1932	3.27	17	1965	3.36	33	1981	2.42	49	1997	3.36
2	1933	2.89	18	1966	4.36	34	1982	3.57	50	1998	3.86
3	1934	2.94	19	1967	3.41	35	1983	5.13	51	1999	3.73
4	1935	3.42	20	1968	3.82	36	1984	1.07	52	2000	5.03
5	1936	2.89	21	1969	3.01	37	1985	1.56	53	2001	4.21
6	1937	2.89	22	1970	2.59	38	1986	1.10	54	2002	3.72
7	1938	4.79	23	1971	2.72	39	1987	3.96	55	2003	4.30
8	1939	2.89	24	1972	2.17	40	1988	4.10	56	2004	4.21
9	1940	3.27	25	1973	2.96	41	1989	3.96	57	2005	4.55
10	1958	3.05	26	1974	2.44	42	1990	4.11	58	2006	3.61
11	1959	3.05	27	1975	3.19	43	1991	3.91	59	2007	3.45
12	1960	2.92	28	1976	2.47	44	1992	3.35	60	2008	3.94
13	1961	2.82	29	1977	3.70	45	1993	3.26	61	2009	3.87
14	1962	3.05	30	1978	2.41	46	1994	3.49	62	2010	3.86
15	1963	1.90	31	1979	3.80	47	1995	3.39			
16	1964	2.55	32	1980	3.22	48	1996	2.85			

O cálculo do ajuste dos mínimos foi feito pela distribuição de Weibull, que usa o coeficiente de assimetria para pequenas amostras, o coeficiente de assimetria amostral (ga), a média e o desvio padrão(s). Esses parâmetros da série de vazões mínimas de sete dias estão apresentados na Tabela 15, na primeira coluna, os valores para a série apenas com os dados consistidos pela ANA, e na segunda os valores para a série com dados brutos e consistidos.

Tabela 15: Parâmetros da Série de Vazões Mínimas de 7 dias, Posto Pedro do Rio.

Parâmetro	Valor	Valor
Nº de Eventos	57	62
Mínima (m³/s)	1,07	1,07
Média (m³/s)	3,27	3,31
Máxima (m³/s)	5,13	5,13
Desvio Padrão (m³/s)	0,85	0,82
Coef. de Assimetria (g)	-1,036	-1,033
Coef. Ass. p/ Amostras (ga)	-0,276	-0,396

Com os parâmetros acima foi calculado o ajuste da distribuição de Weibull para o Posto Pedro do Rio. A distribuição se mostrou com boa aderência para o posto em quase todo o período estudado, ver Figura 16. Para o tempo de recorrência de 10 anos o resultado da $Q_{7,10}$, para a seção do posto, foi igual a 2,14 m³/s, considerando apenas os dados consistidos pela ANA. Usando os dados brutos e consistidos da série de vazões a $Q_{7,10}$ encontrada foi de 2,21 m³/s.

Ainda foi verificado o resultado da vazão $Q_{7,10}$ aplicando-se a distribuição de Gumbel, o que resultou no valor de 4,34 m^3/s . Comparando os resultados obtidos nas duas distribuições observa-se que a distribuição de Gumbel apresentou um valor 95% maior do que o encontrado com a distribuição de Weibull.

Contudo, de forma conservadora, foi adotado o resultado obtido utilizando apenas os dados consistidos da ANA, ou seja, a $Q_{7,10}$ utilizada para determinação da vazão ecológica será 2,14 m^3/s . A Tabela 16 apresenta o ajuste da distribuição de Weibull para este resultado.

Tabela 16: Ajuste da Distribuição de Weibull para o Posto Pedro do Rio.

TR (anos)	K (FatFreq)	Q_7 (m^3/s)
1.005	2.261	5.19
1.0625	1.486	4.53
1.125	1.198	4.28
1.25	0.864	4.00
1.5	0.481	3.68
1.7	0.279	3.51
2	0.056	3.32
10	-1.335	2.14
20	-1.745	1.79
50	-2.196	1.41
100	-2.485	1.17

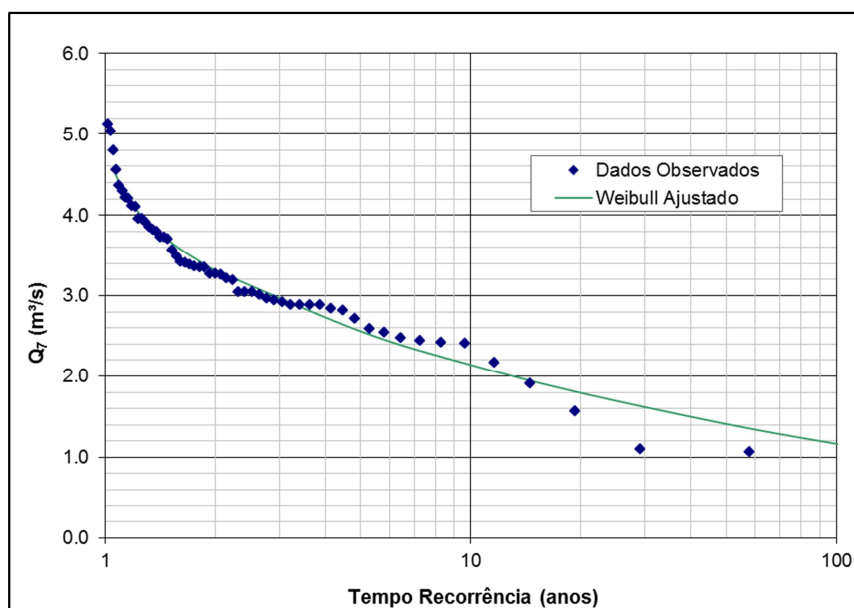


Figura 16: Distribuição de Weibull, Posto Pedro do Rio.

O critério de outorga do Rio de Janeiro (Portaria SERLA¹² 567 de 2007) permite a retirada de água até 50% da $Q_{7,10}$, ou seja, a vazão que sobra na seção do rio é de no mínimo 50% da $Q_{7,10}$, correspondendo a vazão ecológica. Na seção do posto Pedro do Rio este valor é de 1,07 m³/s.

4.4.2. Método da Curva de Permanência

A Curva de Permanência foi calculada a partir da série histórica de vazões médias diárias observadas do posto Pedro do Rio ordenada de forma decrescente, e sua permanência calculada pela posição de plotagem de cada valor, Figura 17.

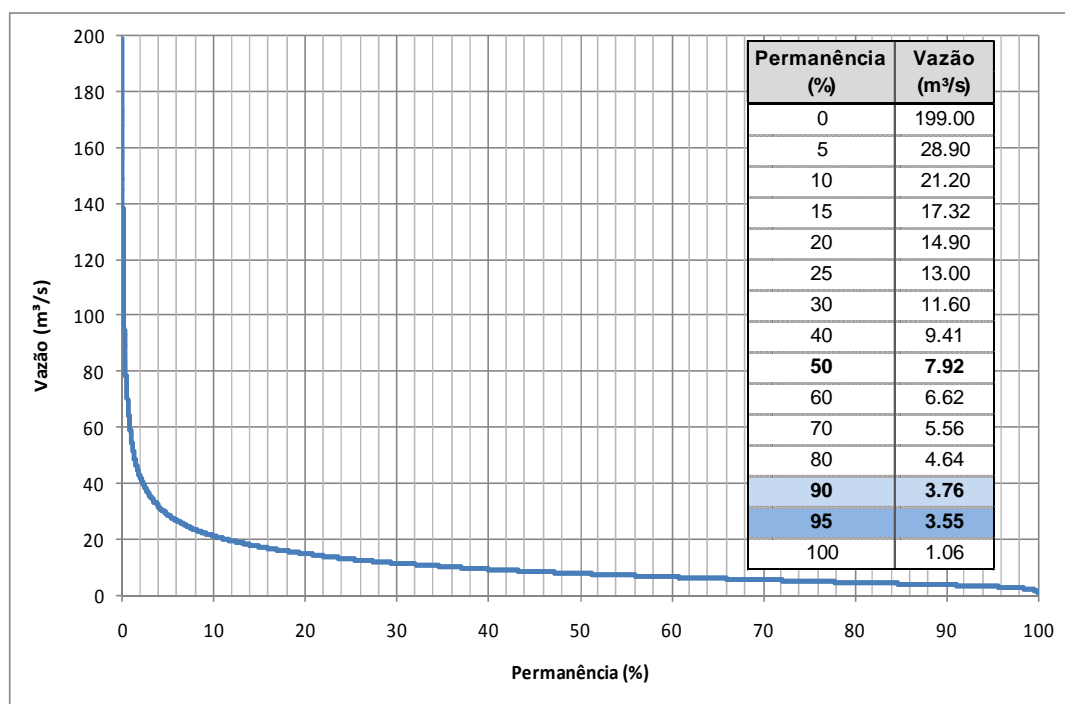


Figura 17: Curva de Permanência Anual, Posto Pedro do Rio (com Base na Série Diária).

A vazão de 3,55 m³/s corresponde à vazão com 95% de permanência anual encontrada na seção da estação Pedro do Rio. Indicando que em 95% do tempo a vazão

¹² O Governo do Estado do Rio de Janeiro criou através da Lei nº 5.101, de 04 de outubro de 2007, o Instituto Estadual do Ambiente (INEA) com a missão de proteger, conservar e recuperar o meio ambiente para promover o desenvolvimento sustentável. O novo instituto, instalado em 12 de janeiro de 2009, unifica e amplia a ação dos três órgãos ambientais vinculados à Secretaria de Estado do Ambiente (SEA): a Fundação Estadual de Engenharia e Meio Ambiente (FEEMA), a Superintendência Estadual de Rios e Lagoas (SERLA) e o Instituto Estadual de Florestas (IEF). Fonte: www.inea.rj.gov.br/

nessa seção do rio Piabanha é igual ou superior a este valor. A vazão com 90% de permanência nessa seção é de 3,76 m³/s.

As vazões Q_{90} e Q_{95} são vastamente utilizadas na legislação brasileira como vazão de referência para outorga. Autorizando a retirada de água na seção, de no máximo, um percentual dessa vazão, previamente definido em portarias, decretos ou resoluções.

Como indicado no Capítulo 3, foi calculada a curva de permanência mês a mês, definindo uma curva para cada mês. Neste caso, a partir da série histórica de vazões médias diárias foi construída uma série de vazões diárias para cada mês. Devido a falhas existentes na série histórica alguns meses ficaram com mais anos que outros. Com a série de cada mês montada, o processo de cálculo foi o mesmo da curva de permanência anual, o resultado é apresentado na Tabela 17. A curva de permanência de cada mês é apresentada graficamente no Apêndice 4.

Tabela 17: Curva de Permanência Mensal com Base na Série de Vazões Médias Diárias, Posto Pedro do Rio.

Permanência (%)	Vazão (m³/s)											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
0	199	158	173	138	156	72,2	43,2	47,8	76,7	75,5	116	172
5	52,2	40,1	33,0	24,3	16,2	11,7	9,8	8,6	12,7	16,8	29,6	42,6
10	38,0	30,6	25,9	18,6	12,9	9,6	7,9	6,8	8,6	12,1	20,9	31,3
15	31,4	25,7	21,9	15,9	11,3	8,6	7,2	6,2	7,1	9,7	16,6	26,2
20	27,0	22,5	19,9	14,5	10,6	8,0	6,6	5,8	6,3	8,4	14,4	22,7
30	22,3	18,8	16,8	12,6	9,4	7,2	6,0	5,2	5,3	6,6	11,3	18,1
40	18,7	16,3	14,4	11,3	8,6	6,6	5,4	4,7	4,8	5,7	9,2	15,0
50	16,3	14,4	12,5	10,0	8,0	6,2	5,2	4,3	4,3	5,1	7,8	12,7
60	14,0	12,7	11,2	9,2	7,3	5,8	4,8	3,9	4,0	4,6	6,6	11,0
70	12,1	11,3	10,2	8,5	6,9	5,4	4,4	3,7	3,7	4,1	5,7	9,3
80	10,3	9,7	9,1	7,9	6,4	5,0	4,1	3,5	3,3	3,6	4,7	7,8
90	8,4	8,0	7,8	6,9	5,7	4,5	3,8	3,1	2,9	3,1	3,7	6,2
95	6,8	6,9	6,9	6,3	4,9	3,9	3,2	2,6	2,4	2,6	3,1	4,7
100	3,3	4,2	5,0	4,1	3,1	2,6	2,1	1,4	1,1	1,1	1,1	1,1

Nota: Calculado a partir da série de vazões médias diárias de 1932 a 2010.

Outra maneira de calcular a curva de permanência é utilizando a série histórica de vazões médias mensais, neste caso, as vazões encontradas são maiores, como pode ser observado na Tabela 18.

Tabela 18: Curva com 90% e 95% de Permanência com Base na Série de Vazões Médias Mensais.

Permanência (%)	Vazão (m³/s)											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
90	11.3	10.2	9.5	8.4	6.5	4.8	4.1	3.6	3.5	4.0	5.7	10.5
95	9.8	9.3	9.1	7.7	6.1	4.0	3.7	3.3	3.3	3.5	4.5	8.8

Nota: Calculado a partir da série de vazões médias mensais de 1932 a 2010.

Na curva de permanência anual, com base na série de vazões médias mensais a vazão com permanência de 95% corresponde a 3,86 m³/s. Na Figura 4 (no capítulo 3), é possível ver as curvas de permanência anual, com base nas duas séries de vazões, sobrepostas.

Assim, se for considerado o mesmo percentual utilizado no Método $Q_{7,10}$, para concessão da vazão outorgável máxima no Estado do Rio de Janeiro, a vazão ecológica será de no mínimo 50% da vazão Q_{90} ou Q_{95} , dependendo do critério a ser estabelecido na legislação pertinente.

A aplicação deste critério resultaria em uma vazão ecológica de 1,88 m³/s, se fosse considerado a vazão de referência Q_{90} , correspondente a curva de permanência anual com a série de vazões médias diárias; e no caso de se considerar a Q_{95} , ter-se-ia como valores de vazão ecológica 1,77 m³/s ou 1,93 m³/s, respectivamente, para as séries de vazões médias diárias ou médias mensais.

Além disso, aplicando-se, também, o percentual de 50% nas vazões correspondentes a Q_{90} e Q_{95} , apresentadas na Tabela 17, seria obtido o hidrograma ecológico mensal, apresentado na Tabela 19.

Tabela 19: Hidrograma Ecológico com Base na Curva de Permanência Mensal.

Permanência (50%)	Hidrograma Ecológico (m³/s)											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Q90	4.21	3.97	3.91	3.45	2.85	2.27	1.88	1.52	1.46	1.52	1.86	3.12
Q95	3.37	3.43	3.45	3.12	2.47	1.95	1.61	1.29	1.21	1.27	1.52	2.37

Nota: Calculado a partir da série de vazões médias diárias de 1932 a 2010.

4.4.3. Método de Tennant ou Montana Modificado

No Método de Tennant ou Montana são recomendadas diversas vazões ecológicas definidas diretamente sobre a vazão média de longo termo (Q_{MLT}) da série histórica de vazões médias mensais. A Q_{MLT} do Posto Pedro do Rio corresponde ao valor de 11,08 m³/s. Os percentuais recomendados pela metodologia de Tennant para o posto Pedro do Rio são apresentados na Tabela 20.

Tabela 20: Porcentagens sobre a Q_{MLT} no Posto Pedro do Rio.

%	200%	100%	60%	50%	40%	30%	20%	10%
Q (m ³ /s)	22.16	11.08	6.65	5.54	4.43	3.32	2.22	1.11

Como exposto no Capítulo 3 foi utilizada a variação sazonal, definindo as vazões ecológicas a partir de percentuais das vazões médias mensais e não da Q_{MLT} . A fim de avaliar o percentual para essa modificação no método de Tennant foram calculadas três condições recomendadas na metodologia original e três alternativas de hidrogramas, conforme descrito a seguir e apresentado na Tabela 21. Os percentuais dos hidrogramas alternativos correspondem a média dos percentuais de período seco e úmido recomendados para cada condição do rio na metodologia original. A Tabela 21 é apresentada graficamente na Figura 25, no Capítulo 5.

Alternativas calculadas do método de Tennant para condição do rio:

- Excelente: 50% da Q_{MLT} no período úmido e 30% da Q_{MLT} no período seco;
- Boa: 40% da Q_{MLT} no período úmido e 20% da Q_{MLT} no período seco; e
- Regular: 30% da Q_{MLT} no período úmido e 10% da Q_{MLT} no período seco.

Hidrogramas alternativos:

- Hidrograma A: para uma Condição Excelente Modificada, equivalente a 40% das médias das vazões médias mensais ($Q_{méd.mensal}$);
- Hidrograma B: para uma Condição Boa Modificada, correspondente a 30% da $Q_{méd.mensal}$; e
- Hidrograma C: para uma Condição Regular Modificada, considera 20% da $Q_{méd.mensal}$.

Tabela 21: Resultados do Método de Tennant e Hidrogramas Alternativos.

Condição do Rio	Hidrograma Ecológico (m³/s)											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Excelente (50% - 30%)	6.65	6.65	6.65	6.65	4.43	4.43	4.43	4.43	4.43	4.43	6.65	6.65
Boa (40% - 20%)	4.43	4.43	4.43	4.43	2.22	2.22	2.22	2.22	2.22	2.22	4.43	4.43
Regular (30% - 10%)	3.32	3.32	3.32	3.32	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	3.32	3.32
Hidrograma A (0.4xQ_{méd.mensal})	8.34	7.11	6.25	4.82	3.61	2.77	2.28	1.98	2.22	2.72	4.36	6.88
Hidrograma B (0.3xQ_{méd.mensal})	6.26	5.33	4.68	3.62	2.71	2.08	1.71	1.48	1.67	2.04	3.27	5.16
Hidrograma C (0.2xQ_{méd.mensal})	4.17	3.55	3.12	2.41	1.81	1.39	1.14	0.99	1.11	1.36	2.18	3.44

Nota: Período Seco de maio a outubro.

4.5. APLICAÇÃO DO PERÍMETRO MOLHADO

Para aplicação do Método do Perímetro Molhado – MPM foram avaliadas as seções batimétricas disponibilizadas pela CPRM, levantadas em 2009 no projeto EIBEX, e as seções disponíveis no Hidroweb, ANA.

Pretendia-se simular um trecho em torno do posto Pedro do Rio, com as seções batimétricas do projeto EIBEX (COPPE/UFRJ, 2010), porém as seções no rio Piabanha se encontram espaçadas e com afluentes entre elas, causando diferenças de vazões, como mostrado na Tabela 22. Desta forma o método foi aplicado apenas na seção do posto Pedro do Rio.

Tabela 22: Dados das Estações do Rio Piabanha – Projeto EIBEX.

Estação	Latitude	Longitude	Data	Vazão (m ³ /s)	Cota (m)	Área (m ²)
Esperança	22° 30' 39"	43° 12' 37"	14/01/09	0.45	0.22	1.56
			25/08/09	0.32	0.15	1.12
			29/09/09	0.35	0.16	1.20
			26/10/09	0.67	0.28	2.06
Liceu Carlos Chagas	22° 29' 14"	43° 10' 38"	14/01/09	1.41	0.40	4.36
			13/05/09	1.40	0.40	4.21
			25/08/09	1.15	0.37	3.86
			29/09/09	2.32	0.46	4.67
Pedro do Rio	22° 19' 56"	43° 08' 01"	28/08/09	5.05	0.79	14.36
			30/09/09	11.62	1.22	21.39
			27/10/09	8.51	0.93	16.33

Na escolha da seção de cálculo foi verificado que a seção batimétrica do posto sofre variações mês a mês, como pode ser observado na Figura 18, que compara três seções feitas em meses consecutivos (agosto - outubro) em 2009 com uma seção de 2010. Apesar dessa variação na batimetria o resultado do método não é afetado, já que a forma da seção é mantida, ou seja, retangular, relativamente larga e pouco profunda, que é uma das indicações para aplicação do MPM.

Foi utilizada a seção batimétrica de 30/05/2010, disponível no Hidroweb/ANA, para aplicação do MPM. A seção foi calibrada a partir do resumo de descarga líquida, também disponível no Hidroweb/ANA, e em seguida foram simuladas outras vazões.

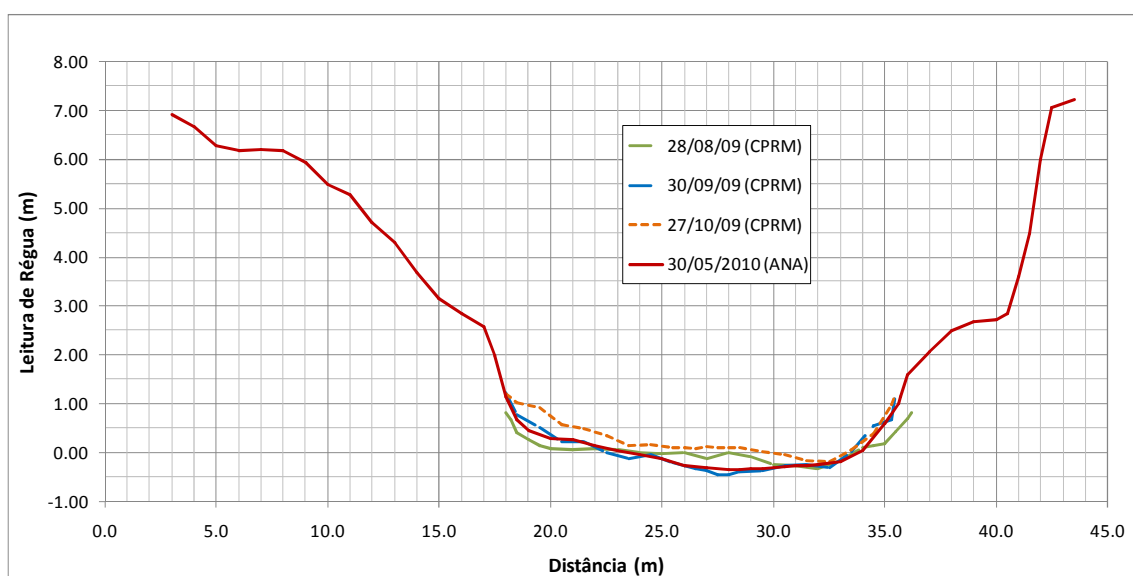


Figura 18: Seção Transversal do Posto Pedro do Rio.

Inicialmente foram simuladas vazões maiores que as encontradas no resumo de descargas, ou seja, acima de $1,6 \text{ m}^3/\text{s}$. Porém, para esta vazão a leitura de régua é $0,40 \text{ m}$, e observando-se a geometria da seção batimétrica, na Figura 18, é possível perceber que entre $0,00 \text{ m}$ e $0,50 \text{ m}$ existe um alargamento na seção, que representa um aumento expressivo do perímetro molhado da seção em função da vazão. Desta forma, foram simuladas vazões mais baixas que as encontradas no resumo de descargas da ANA, de forma a encontrar a vazão correspondente a este aumento no perímetro molhado na seção. A seguir são apresentados os resultados encontrados na aplicação do MPM nessa seção.

Pela curva Vazão x Perímetro Molhado da seção, Figura 19, pode-se identificar dois pontos de quebra bem definidos. Sendo eles, para as vazões de $56 \text{ m}^3/\text{s}$ e $58 \text{ m}^3/\text{s}$, neste intervalo a taxa de crescimento do perímetro molhado com o aumento da vazão é bastante acentuada. Considerando esse ponto de quebra mais pronunciado da curva Vazão x Perímetro Molhado, a vazão ecológica recomendada para essa seção seria $58 \text{ m}^3/\text{s}$. Porém este valor não faz sentido como vazão ecológica, já que corresponde a mais de cinco vezes a vazão média de longo termo ($Q_{MLT}=11,1 \text{ m}^3/\text{s}$).

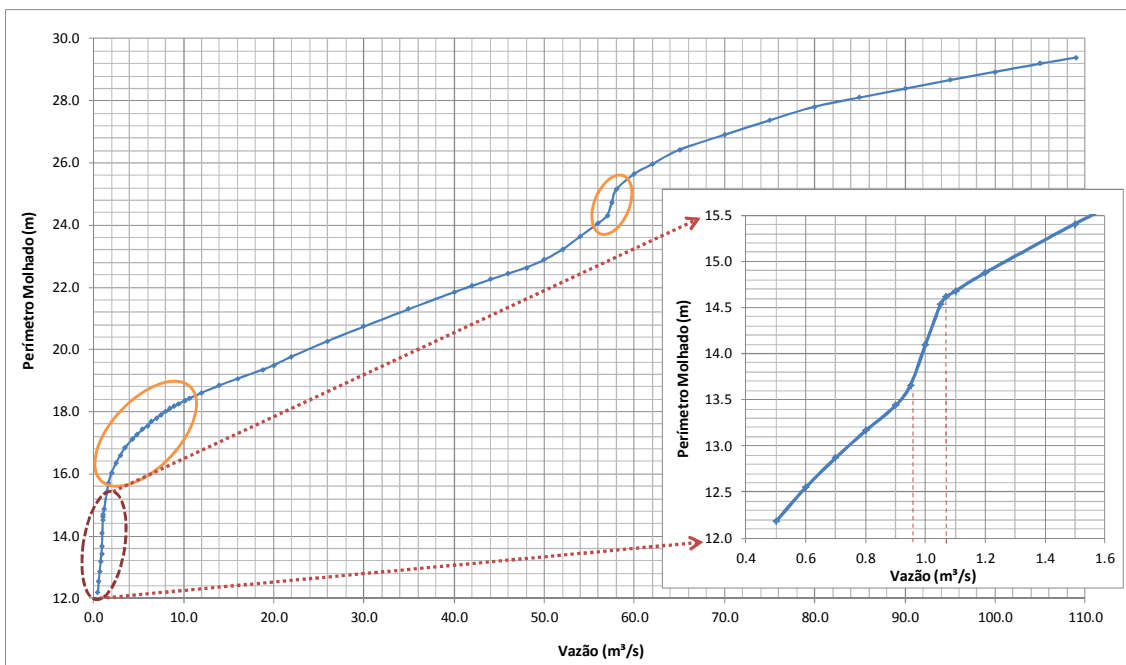


Figura 19: Curva Vazão x Perímetro Molhado da Seção em Pedro do Rio.

Em torno da vazão de 50 m³/s existe uma suave mudança de declividade da curva, mas este valor está na mesma ordem de grandeza dos pontos descritos anteriormente, logo não pode ser indicado para uma vazão ecológica.

Na curva também é possível identificar outro intervalo com mudança de declividade para as vazões entre 4,0 m³/s e 8,0 m³/s. Neste caso, em que a transição é mais suave, a determinação é mais subjetiva, a vazão ecológica recomendada depende do analista. Contudo, estes valores ainda são altos, para uma vazão ecológica constante no rio Piabanha, correspondendo de 36% a 72 % da Q_{MLT} (11,1 m³/s).

Fazendo um detalhe da curva Vazão x Perímetro Molhado, entre 12 e 15 m, é possível identificar outros dois pontos de quebra bem definidos, para as vazões de 0,95 m³/s e 1,07 m³/s. Estes valores são mais coerentes com o sentido de vazão ecológica.

Os níveis d'água relacionados com as vazões de 0,95 m³/s, 1,07 m³/s, 4,0 m³/s, 8,0 m³/s, 50 m³/s, 58 m³/s são apresentados na Figura 20.

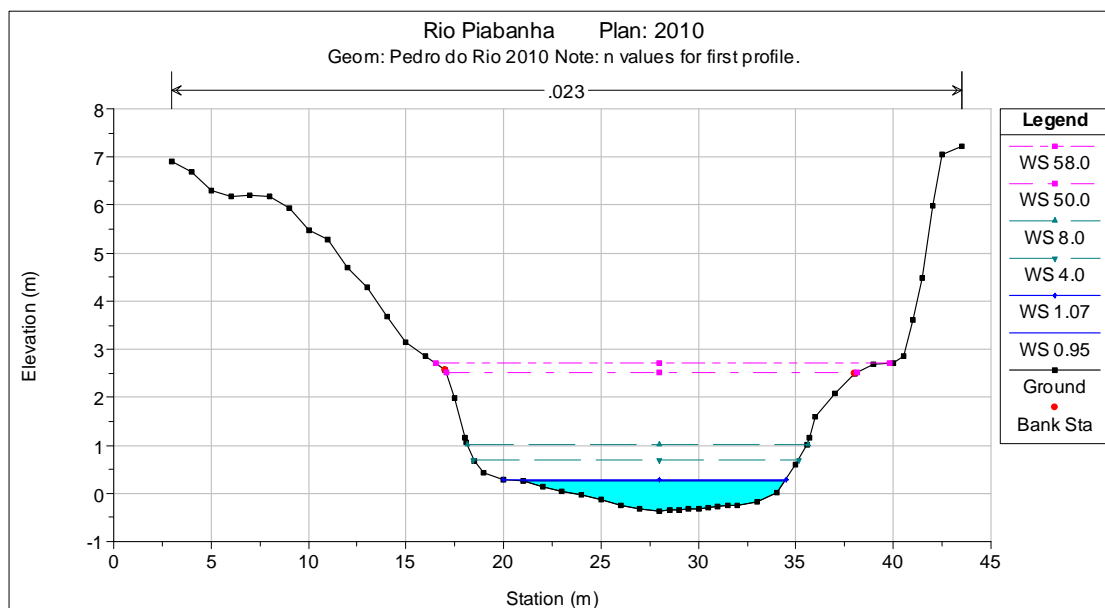


Figura 20: Resultado da Seção Transversal do Posto Pedro do Rio.

Nesse estudo será adotado o valor de 1,07 m³/s para a vazão ecológica do MPM.

Pela Figura 19 é possível perceber a dificuldade de identificar o primeiro ponto de quebra da curva, que só foi revelado após um detalhe do trecho. Esse efeito fica ainda pior com a escala distorcida, como mostra a Figura 21.

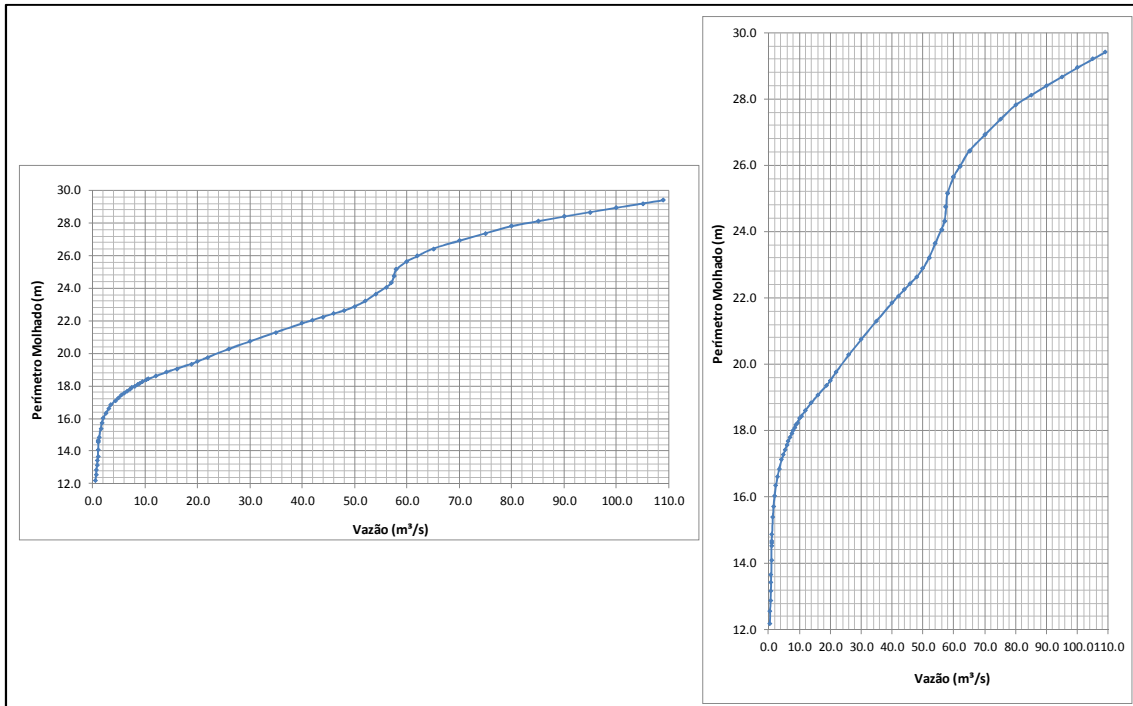


Figura 21: Efeito de Escala na Curva Vazão x Perímetro Molhado na Seção de Pedro do Rio.

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nessa primeira etapa do projeto¹³ em desenvolvimento na bacia do rio Piabanha, foram aplicadas metodologias simplificadas de determinação da vazão ecológica, sendo utilizados os métodos hidrológicos (Curva de Permanência, $Q_{7,10}$ e Montana) e um método hidráulico (Perímetro Molhado). Esses métodos foram selecionados por demandarem informações e dados já disponíveis para utilização, tais como: série histórica de vazões, seção topobatimétrica e medições de nível d'água e vazão na seção de estudo.

Pela análise realizada das vazões médias mensais ao longo do ano é possível perceber a sazonalidade das vazões, com uma diferença de até quatro vezes entre a menor e a maior média. Fica evidente então que a adoção de um valor constante de vazão ecológica para todos os meses do ano não condiz com a variação mensal da bacia do rio Piabanha. Desta forma foram realizadas algumas alterações, quando possível, nos métodos utilizados de forma a aproximar os resultados de um regime natural, um hidrograma ecológico no lugar de uma vazão fixa para a bacia do rio Piabanha.

O passo seguinte trata da avaliação dos resultados encontrados em cada método de determinação das vazões ecológicas de forma comparativa com as vazões médias mensais mínimas e/ou médias. De maneira a enriquecer e facilitar as conclusões, em sequência são analisados todos os resultados conjuntamente com enfoque no hidrograma ecológico.

5.1. ANÁLISE DOS MÉTODOS HIDROLÓGICOS

5.1.1. Método da $Q_{7,10}$

O método da vazão média mínima de sete dias consecutivos e dez anos de recorrência ($Q_{7,10}$) resulta em um único valor, fixo ao longo do ano. A sua aplicação é

¹³ O projeto “Metodologia para Determinação de Vazões Ecológicas na Bacia do Rio Piabanha Integrando Aspectos Hidrológicos, Limnológicos, Ecológicos e Socioeconômicos”, aprovado e financiado pelo MCT/FINEP/CT-HIDRO, esta sendo desenvolvido em conjunto pela COPPE/UFRJ, INEA-RJ e CPRM.

relativamente simples, se os dados necessários são acessíveis. Ele foi calculado sem alteração da metodologia preconizada, pois além de resultar em valores considerados bem baixos, para uma vazão ecológica, não foram vislumbradas modificações que tornassem o método mais atraente. Sua maior importância nesse estudo é o fato da $Q_{7,10}$ ser usada como vazão de referência para outorga de água no estado do Rio de Janeiro.

A vazão ecológica calculada com a série de vazões disponíveis no posto fluviométrico Pedro do Rio, considerando a legislação do Rio de Janeiro (50% da $Q_{7,10Calc.}$), foi igual a 1,07 m³/s, e a obtida levando em conta a equação do estudo de regionalização da Sub-bacia 58 da CPRM (50% de $Q_{7,10 Reg.}$) foi igual a 1,20 m³/s. Estes valores foram comparados com as vazões médias mensais mínimas ($Q_{mín\ mensal}$) e apresentados na Figura 22.

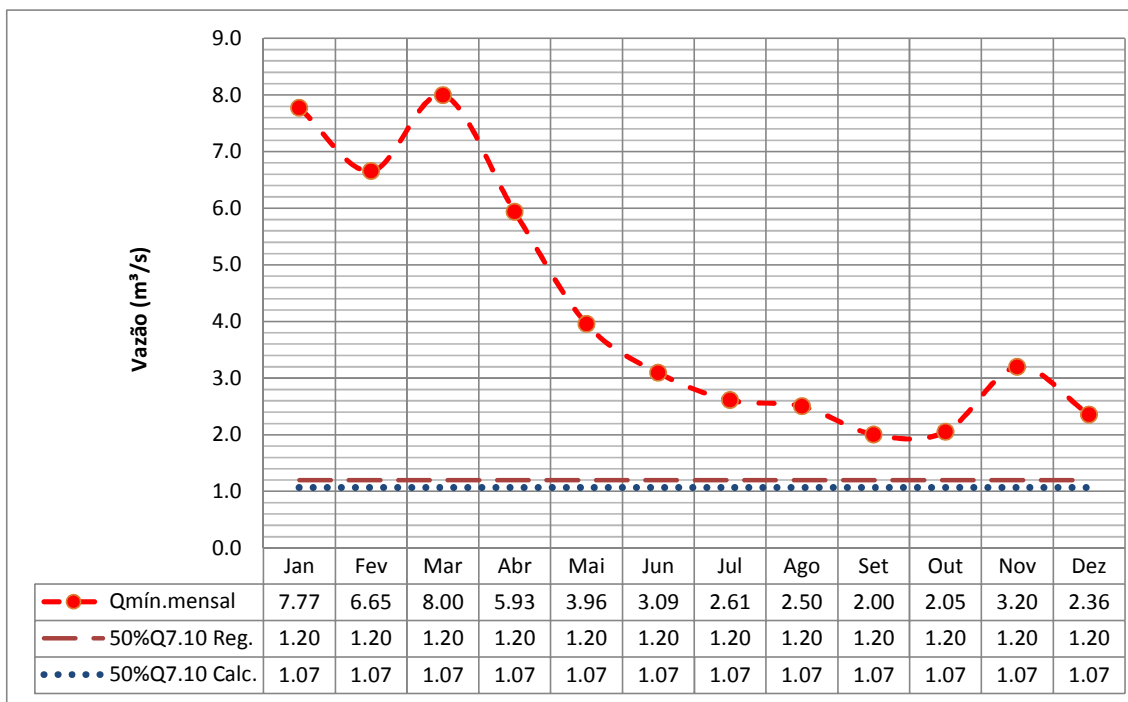


Figura 22: Comparação das Vazões Médias Mensais Mínimas ($Q_{mín\ mensal}$) com as Vazões Ecológicas Calculadas pelo Método da $Q_{7,10}$ e Regionalização da CPRM.

Observa-se, na Figura 22, que a vazão ecológica de 1,20 m³/s, calculada pelo Modelo $Q_{7,10}$, levando-se em conta o estudo de regionalização da CPRM, ficou bem próxima da vazão ecológica de 1,07 m³/s, calculada a partir da série de vazões médias diárias observadas. O desvio entre esses valores foi da ordem de 9%.

Além disso, comparando-se as vazões ecológicas calculadas com as vazões médias mensais mínimas percebe-se que ela se mantém abaixo das vazões mínimas em todos os meses.

A legislação do Rio de Janeiro (PORTARIA SERLA¹⁴ N° 567 de 2007) adota a $Q_{7,10}$ como vazão de referência e disponibiliza até 50% dela para outorga de uso d'água, restando então 50% para a vazão ecológica, estimada de forma indireta, pois esta não é definida na Portaria. No entanto, devemos lembrar que quanto mais restritiva a vazão de referência mais vazão permanece disponível ao ecossistema aquático. No RJ, por exemplo, se 50% da $Q_{7,10}$ estiver sendo utilizada pela outorga, a seção do rio terá disponível, para a vazão ecológica, a vazão afluente menos 50% da $Q_{7,10}$. Do contrário, se a vazão de referência fosse maior e o critério o mesmo ($50\%Q_{ref.}$) a mesma seção teria disponível menos vazão para o ecossistema aquático.

Percebe-se assim que a vazão de referência deve levar em conta a disponibilidade de água que se deseja consentir tanto para outorga quanto para o estirão do rio.

5.1.2. Método da Curva de Permanência

No Método da Curva de Permanência foi adotada a modificação no cálculo, de forma a se determinar curvas de permanência mês a mês e não apenas um valor fixo como na metodologia original. Também foi adotada, como critério, a utilização da série de vazões médias diárias, que apresentam valores mais próximos da realidade do que com o uso da série de vazões médias mensais. Para análise e comparação com outros métodos de determinação da vazão ecológica foram escolhidas as curvas com 90% e 95% de permanência.

Assim sendo, considerando-se o mesmo percentual utilizado no Método $Q_{7,10}$, para concessão da vazão outorgável máxima no Estado do Rio de Janeiro, a vazão

¹⁴ O Governo do Estado do Rio de Janeiro criou através da Lei nº 5.101, de 04 de outubro de 2007, o Instituto Estadual do Ambiente (INEA) com a missão de proteger, conservar e recuperar o meio ambiente para promover o desenvolvimento sustentável. O novo instituto, instalado em 12 de janeiro de 2009, unifica e amplia a ação dos três órgãos ambientais vinculados à Secretaria de Estado do Ambiente (SEA): a Fundação Estadual de Engenharia e Meio Ambiente (FEEMA), a Superintendência Estadual de Rios e Lagoas (SERLA) e o Instituto Estadual de Florestas (IEF).

ecológica será igual a 50% da vazão Q_{90} ou Q_{95} , dependendo do critério a ser estabelecido na legislação pertinente.

A Figura 23 apresenta os resultados das vazões ecológicas obtidas através do cálculo de 50% da vazão com 95% de permanência (Q_{95}) anual e mensal e de 50% da vazão com 90% de permanência (Q_{90}) mensal, comparando com as vazões médias mensais mínimas ($Q_{\text{mín mensal}}$) e com 50% a $Q_{95 \text{ Reg}}$, encontrada pelo modelo de cálculo da regionalização da CPRM.

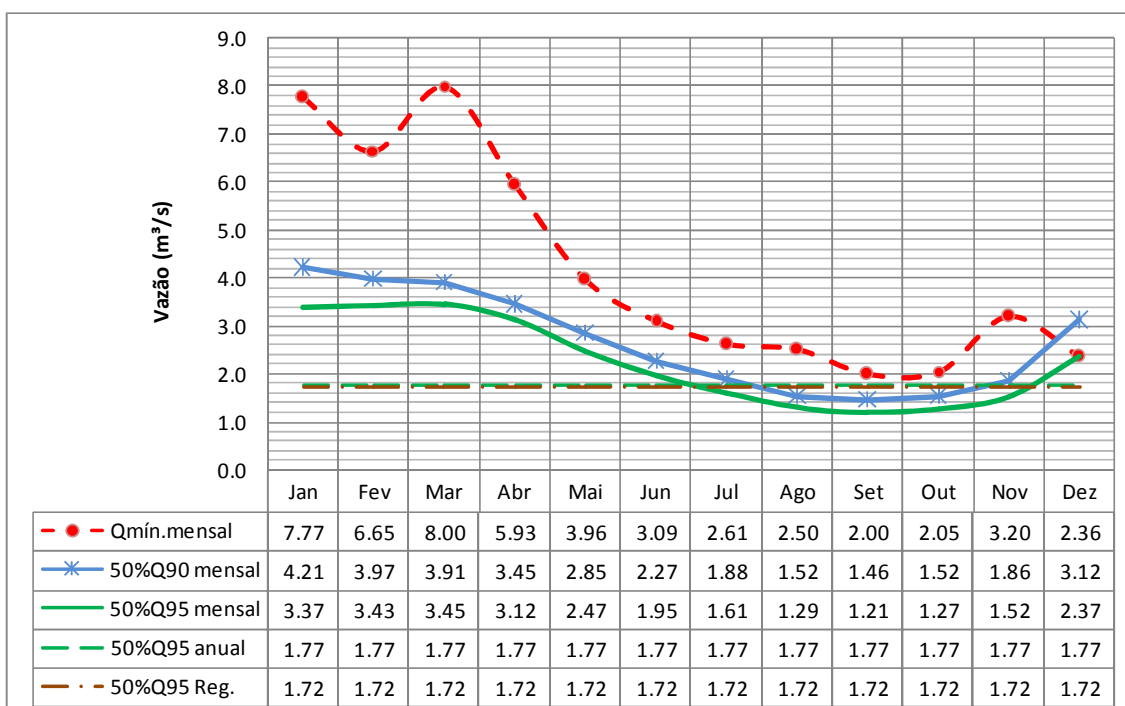


Figura 23: Comparação das Vazões Médias Mensais Mínimas com as Vazões Ecológicas/Hidrogramas Ecológicos Calculados pela Curva de Permanência.

As curvas das vazões ecológicas com 90% e 95% de permanência mensal, calculadas a partir da série de vazões médias diárias, são próximas e inferiores aos valores da série de vazões médias mensais mínimas do posto Pedro do Rio, garantindo um hidrograma ecológico mais condizente com a bacia do rio Piabanha.

Observa-se, na Figura 23, que a vazão ecológica calculada com 50% da Q_{95} anual, $1,77 \text{ m}^3/\text{s}$, permanece abaixo das vazões médias mensais mínimas em todo o ano, assim como a vazão ecológica de 50% da $Q_{95 \text{ Reg}}$, obtida a partir dos valores do estudo

de regionalização da CPRM, igual a 1,72 m³/s. O desvio entre esses dois valores foi de apenas 3%, mostrando que tais valores são equivalentes.

Método da Curva de Permanência com Base na Série de Vazões Médias

Na construção da curva de permanência, seja anual ou mensal, com base na série de vazões médias mensais, no lugar da série histórica de vazões médias diárias, o resultado encontrado são valores mais elevados. A Figura 24 mostra graficamente as diferenças encontradas com o uso das duas séries de vazões na estação Pedro do Rio, para a permanência de 95%.

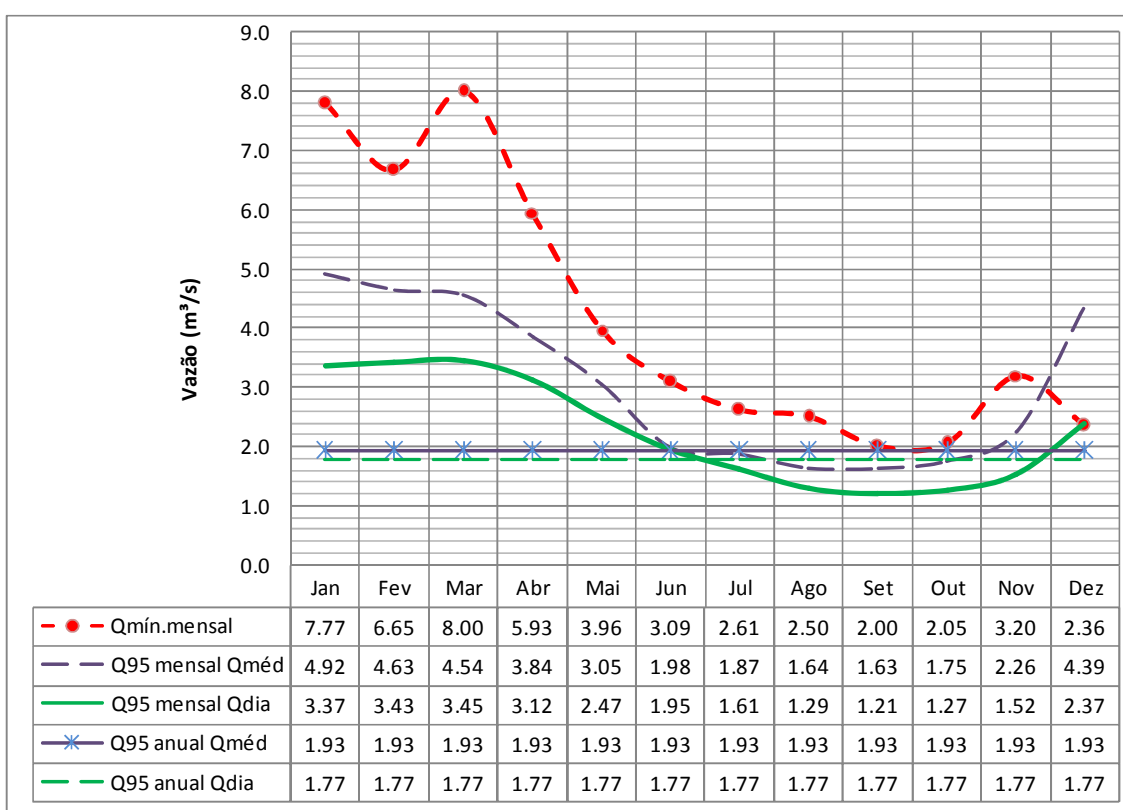


Figura 24: Comparação das Vazões Médias Mensais Mínimas com as Vazões Ecológicas/Hidrogramas Ecológicos Calculados a partir da Q₉₅, com Base na Série de Vazões Médias Diárias e com Base na Série de Vazões Médias Mensais.

Na curva de permanência anual com índice de 95%, observa-se que a vazão ecológica de 1,93 m³/s, obtida com base na série de vazões médias mensais, foi 9% superior a vazão ecológica encontrada a partir da série de vazões médias diárias, de 1,77 m³/s.

A diferença aumenta para 16% quando se considera a curva de permanência anual com índice de 90%, sendo a vazão ecológica de 2,18 m³/s (com base nas $Q_{méd}$ mensal) e 1,88 m³/s (com base nas $Q_{diárias}$).

As vazões ecológicas correspondentes aos hidrogramas ecológicos obtidos de 50% da permanência mensal com 95%, Figura 24, com base na série de vazões médias mensais e diárias, respectivamente, apresentaram diferenças de 2%, no mês de junho, até 85% no mês de dezembro, conforme Tabela 23, variando 34% em média.

Tabela 23: Comparação das Vazões Mensais do Hidrograma Ecológico com Permanência de 95%, Calculado com Base na Série de Vazões Médias Diárias e Mensais, Posto Pedro do Rio.

Q ₉₅ Mensal	Q ₉₅ Mensal (m ³ /s)											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Base de Q _{dia.}	3.37	3.43	3.45	3.12	2.47	1.95	1.61	1.29	1.21	1.27	1.52	2.37
Base de Q _{méd.}	4.92	4.63	4.54	3.84	3.05	1.98	1.86	1.63	1.63	1.75	2.26	4.39
$Q_{95.Qméd.} / Q_{95.Qdia.}$	1.46	1.35	1.32	1.23	1.23	1.02	1.16	1.26	1.35	1.38	1.49	1.85

Nota: Período de estiagem de maio a outubro.

5.1.3. Método de Montana Modificado

Para análise do método Montana, e estimativa de um resultado mais próximo de um hidrograma ecológico, foram calculadas três condições do método de Montana original (Excelente, Boa e Regular) e propostas três alternativas de hidrogramas com modificações para cada uma das condições iniciais. O método Montana Modificado foi baseado nas vazões médias mensais ($Q_{méd}$ mensal) e não na vazão média de longo termo (Q_{MLT}) como preconizado no método original. Os hidrogramas alternativos foram baseados na média entre o valor recomendado para o período úmido e o valor recomendado para o período seco de cada condição descrita no método.

A Figura 25 apresenta os hidrogramas ecológicos encontrados para método original (condições Excelente, Boa e Regular), as vazões médias mensais mínimas ($Q_{mín}$ mensal) e os hidrogramas ecológicos alternativos A, B e C, para comparação.

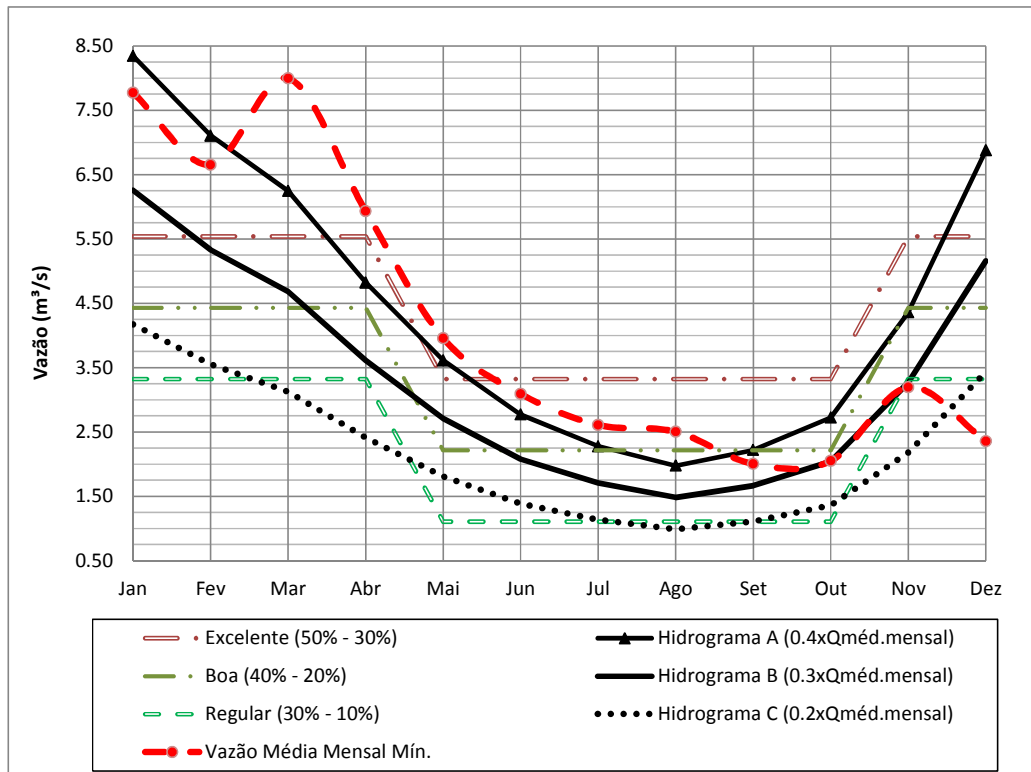


Figura 25: Comparação dos Hidrogramas Ecológicos Determinados pelo do Método de Montana, Hidrogramas Ecológicos Alternativos e Vazões Médias Mensais Mínimas.

Comparando os hidrogramas alternativos com as vazões mínimas médias mensais, o hidrograma A (40% $Q_{méd\ mensal}$) está acima das $Q_{mín\ mensais}$ em metade dos meses, enquanto os hidrogramas B (30% $Q_{méd\ mensal}$) e C (20% $Q_{méd\ mensal}$) estão sempre abaixo das $Q_{mín\ mensais}$, excluindo dezembro.

Pelo método de Montana, para o período chuvoso as vazões superiores a 30% da Q_{MLT} (3,32 m^3/s) garantem uma condição regular no rio, enquanto 40% da Q_{MLT} (4,43 m^3/s) garantem uma boa condição no rio. Já para o período seco manter uma condição entre regular e boa as vazões devem estar entre 10% e 20% da Q_{MLT} (1,11 m^3/s e 2,22 m^3/s), respectivamente. Considerando essa faixa, entre uma condição regular e boa em Pedro do Rio, para manter uma condição regular mínima a vazão no período chuvoso deve estar acima de 3,32 m^3/s e no período seco acima de 1,11 m^3/s . Seguindo o mesmo critério, para conservar uma boa condição no rio a vazão mínima deve ficar acima de 4,43 m^3/s no período úmido e 2,22 m^3/s no período de estiagem.

Admitindo o critério acima como válido, o hidrograma B (30% da $Q_{méd\ mensal}$) pode ser proposto para manter uma condição regular no rio, falhando em 1,5 % no mês

de novembro (3,27 m³/s). Já para atender uma condição boa no rio, o hidrograma A (40% da Q_{méd mensal}), apesar de falhar em dois meses, novembro (4,36 m³/s) e agosto (1,98 m³/s), é o mais recomendado. Usando a mesma relação, para conseguir uma condição pobre (ou mínima) no rio as vazões devem estar acima de 10% da vazão MLT (1,11 m³/s). O hidrograma C atende esse critério no período seco, com exceção do mês de agosto, e no período úmido atende com folga.

Resultado do Método de Montana Modificado

A analogia aplicada no método de Montana Modificado para os hidrogramas ecológicos alternativos indicou, na seção estudada, que para manter a mesma condição qualitativa do método original deve-se adotar, no cálculo do hidrograma ecológico, o percentual recomendado para o período úmido. Assim o método de Montana Modificado, hidrogramas ecológicos alternativos, corresponde aos percentuais indicados na Tabela 24 e apresentados graficamente na Figura 26.

Tabela 24: Método Montana Modificado, Hidrogramas Ecológicos na Seção de Pedro do Rio.

Condição do Rio	Vazões dos Hidrogramas Ecológicos (m ³ /s)											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Excepcional (60%Q _{méd})	12.52	10.66	9.37	7.23	5.42	4.16	3.42	2.96	3.33	4.09	6.54	10.31
Excelente (50%Q _{méd})	10.43	8.88	7.81	6.03	4.52	3.46	2.85	2.47	2.78	3.40	5.45	8.60
Boa (40%Q _{méd})	8.34	7.11	6.25	4.82	3.61	2.77	2.28	1.98	2.22	2.72	4.36	6.88
Regular (30%Q _{méd})	6.26	5.33	4.68	3.62	2.71	2.08	1.71	1.48	1.67	2.04	3.27	5.16
Mínima (20%Q _{méd})	4.17	3.55	3.12	2.41	1.81	1.39	1.14	0.99	1.11	1.36	2.18	3.44
Degradação Severa (<10%Q _{méd})	2.09	1.78	1.56	1.21	0.90	0.69	0.57	0.49	0.56	0.68	1.09	1.72

Notas: Período Seco de maio a outubro.

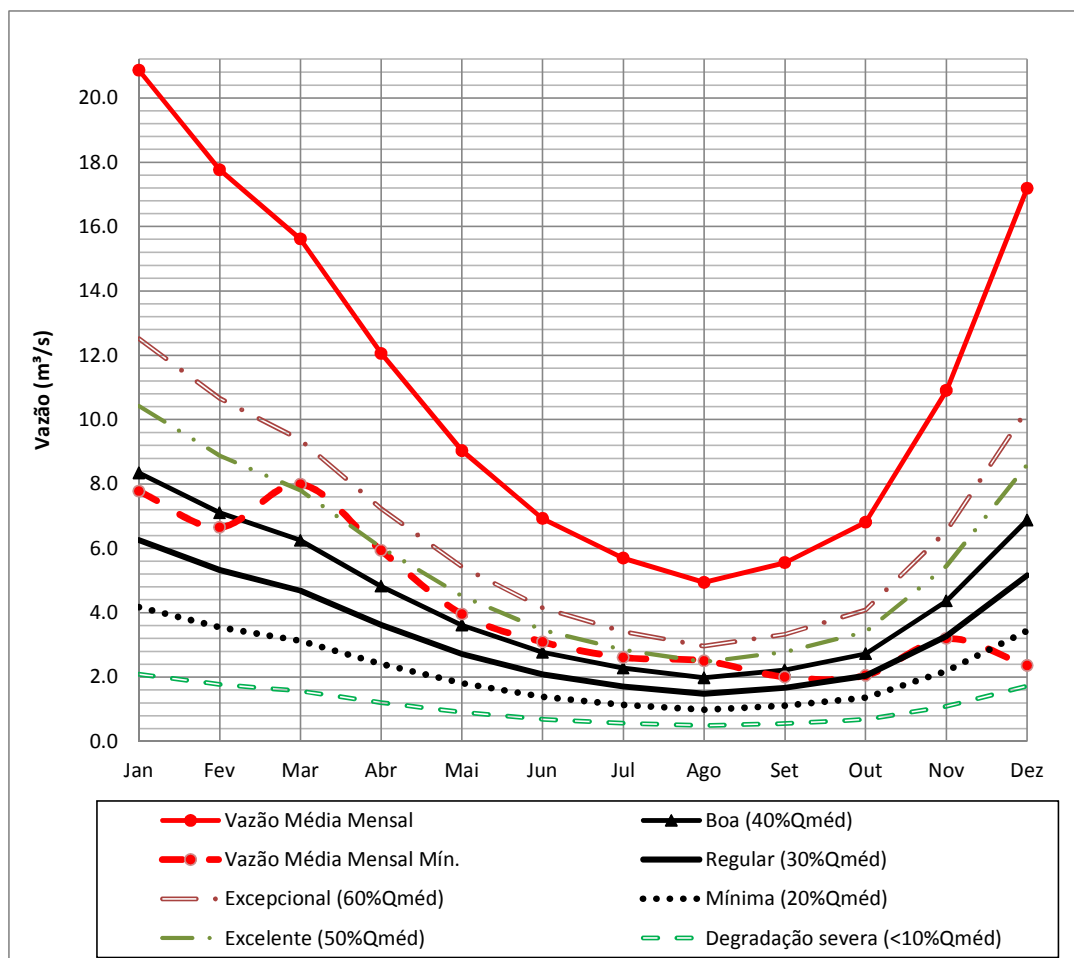


Figura 26: Hidrogramas Ecológicos do Método Montana Modificado, na Seção de Pedro do Rio e Vazões Médias Mensais Mínimas e Médias.

As modificações introduzidas no método de Montana (aplicação sobre a vazão média mensal e analogia com os percentuais da vazão MLT) proporcionaram hidrogramas ecológicos que permeiam a série de vazões médias mensais mínimas.

O Método de Montana Modificado apesar de ser baseado em uma metodologia estrangeira mostrou-se pertinente para a bacia do rio Piabanha. Porém considerando um ano seco, como por exemplo, o hidrograma formado pelas vazões médias mensais mínimas, os hidrogramas ecológicos iguais ou maiores que 40% da $Q_{méd. \text{ mensal}}$ poderiam comprometer a outorga de água nesse trecho do rio Piabanha. Indicando que a escolha do hidrograma ecológico a ser utilizado não pode levar em conta apenas as necessidades ecológicas do estirão estudado, mas também as necessidades econômicas da bacia.

Pelo método de Montana Modificado, o hidrograma correspondente a 30% da vazão média mensal é indicado para uma condição regular do rio e o hidrograma

equivalente a 20% da $Q_{\text{méd. mensal}}$ é recomendado para uma condição mínima do rio. Sendo a adoção de um ou outro hidrograma dependente das necessidades da bacia hidrográfica. Podendo ainda, como no exemplo de Belo Monte, usar dois hidrogramas em conjunto, intercalados ano a ano.

5.2. ANÁLISE DO MÉTODO HIDRÁULICO - PERÍMETRO MOLHADO

5.2.1. Método do Perímetro Molhado

A metodologia do perímetro molhado sugere a análise de algumas seções ao longo do estirão que se deseja estudar para escolha de uma seção considerada crítica para os peixes. Porém na região em torno do posto Pedro do Rio não há seções, além da batimetria do próprio posto. Também não há informações sobre a relação de habitat aquáticos relacionadas com vazão, nível ou outra variável hidráulica. Estas foram as primeiras dificuldades encontradas para aplicação desse método hidráulico. Desta forma, o estudo foi realizado com a seção disponibilizada no Hidroweb, sem considerar a premissa da seção crítica de habitat para peixes.

Como visto no Capítulo 4, o ponto mais pronunciado de mudança de declividade corresponde ao valor de 58 m³/s, esta vazão não condiz com uma vazão ecológica para a região de estudo, uma vez que ela equivale a quase três vezes a maior média das vazões médias mensais (20,9 m³/s).

Por outro lado, o segundo ponto de mudança de declividade encontrado, em uma primeira análise, não é tão claro e esta sujeito a interpretação do analista, podendo variar entre 4,0 m³/s e 8,0 m³/s, que ainda é considerado alto, visto que esta vazão representa mais de 50% da vazão MLT (11,1 m³/s) e esta acima das vazões médias mensais em alguns meses.

Para determinação da vazão ecológica, recomendada no MPM, foi necessária uma análise da geometria da seção batimétrica, de forma a identificar trechos onde o perímetro molhado aumentasse rapidamente com pouco incremento de vazão. Essa análise mostrou a necessidade de simular vazões menores do que as vazões previamente selecionadas.

A identificação do primeiro ponto de mudança de declividade na curva Vazão x Perímetro Molhado só foi possível com um detalhe no tramo inicial da curva.

A aplicação do Método do Perímetro Molhado na seção Pedro do Rio resultou na vazão ecológica de 1,07 m³/s. A Figura 27 apresenta a vazão ecológica recomendada do método sobreposta com as vazões médias mensais mínimas.

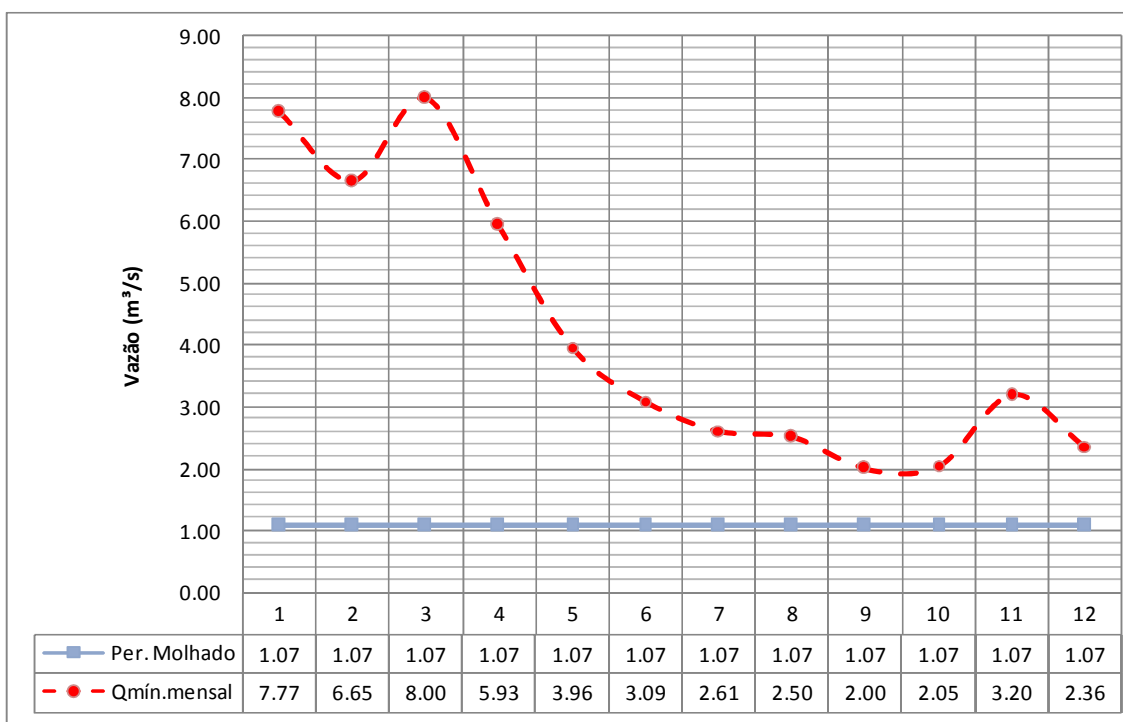


Figura 27: Comparação da Vazão Ecológica Determinada pelo Perímetro Molhado e Vazões Médias Mensais Mínimas e Médias, Posto Pedro do Rio.

A vazão ecológica está abaixo das vazões médias mensais mínimas em todo o ano. A vazão recomendada é equivalente à vazão ecológica calculada pelo método da $Q_{7,10}$ (1,07 m³/s).

O Método do Perímetro Molhado recomenda um valor fixo de vazão ecológica, sem considerar o regime natural de vazões do rio. Essa característica resultou em um valor muito baixo para o período de cheias.

A imprecisão do método, na definição do ponto de mudança de declividade na curva, a seção utilizada, que aparentemente não é crítica para peixes, e as imprecisões dos dados podem ser percebidas como fragilidades do MPM.

5.3. DISCUSSÃO GERAL DOS RESULTADOS

Conforme visto no Capítulo 2 a vazão ecológica está intrinsecamente ligada à vazão de referência e, por consequência, à vazão outorgada. Na legislação brasileira, a vazão ecológica não é definida explicitamente, a não ser quando há um barramento que regularize a vazão defluente. Nesse caso uma resolução do órgão responsável regulamenta a vazão que deverá ser disponibilizada para jusante, que não é necessariamente uma vazão ecológica.

A seguir, os resultados serão analisados do ponto de vista do hidrograma ecológico e seu comportamento ao longo do ano. Os resultados obtidos em cada método de determinação das vazões ecológicas são apresentados na Tabela 25, juntamente com as vazões médias mensais mínimas e médias. A Figura 28 mostra a representação gráfica desses resultados.

Tabela 25: Resultados dos Métodos de Determinação da Vazão Ecológica e Hidrograma Ecológico e Vazões Médias Mensais na Seção da Estação Pedro do Rio.

Método/Critério	Vazão (m³/s)											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Vazão Média Mínima ($Q_{\min.mensal}$)	7.77	6.65	8.00	5.93	3.96	3.09	2.61	2.50	2.00	2.05	3.20	2.36
Vazão Média Mensal ($Q_{\text{méd.mensal}}$)	20.86	17.77	15.62	12.05	9.04	6.93	5.69	4.94	5.55	6.81	10.90	17.19
$Q_{\text{eco}} = 50\%Q_{7,10}$	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07
$Q_{\text{eco}} = 50\%Q_{95}$ anual	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77
$Q_{\text{eco}} = 50\%Q_{95}$ mensal	3.37	3.43	3.45	3.12	2.47	1.95	1.61	1.29	1.21	1.27	1.52	2.37
$Q_{\text{eco}} =$ Montana Modif.Cond. Regular ($30\%Q_{\text{méd}}$)	6.26	5.33	4.68	3.62	2.71	2.08	1.71	1.48	1.67	2.04	3.27	5.16
$Q_{\text{eco}} =$ Montana Modif. Cond. Boa ($40\%Q_{\text{méd}}$)	8.34	7.11	6.25	4.82	3.61	2.77	2.28	1.98	2.22	2.72	4.36	6.88
$Q_{\text{eco}} =$ Perímetro Molhado	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07

Nota: Período de estiagem de maio a outubro.

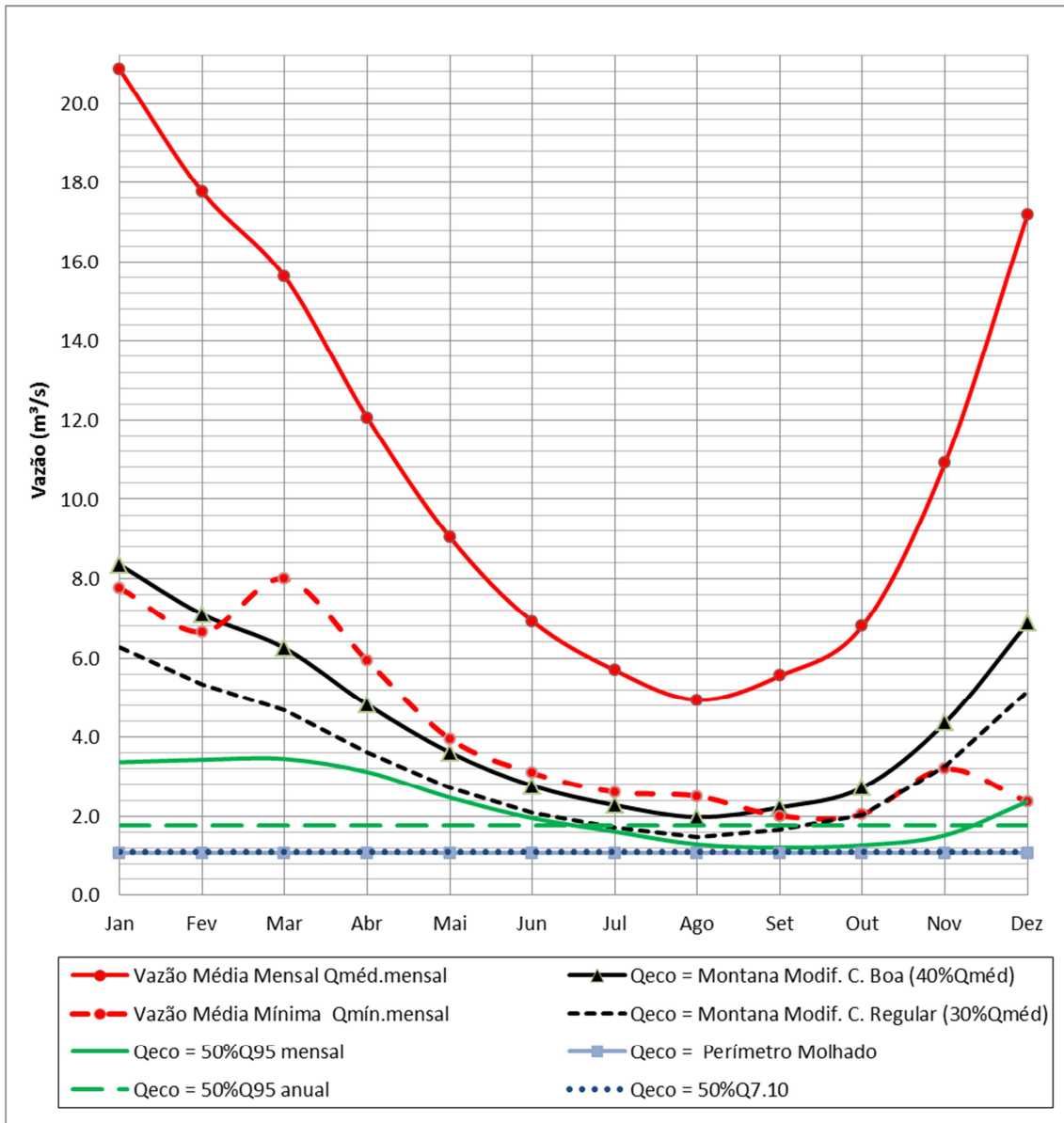


Figura 28: Comparação dos Resultados Obtidos e as Vazões Médias Mensais na Seção da Estação Pedro do Rio.

Todos os resultados de vazão ecológica apresentaram valores inferiores às vazões médias mensais em todos os meses.

A vazão ecológica definida pelo método do perímetro molhado, $1,07 \text{ m}^3/\text{s}$, é igual a vazão ecológica determinada pelo método da vazão média mínima de sete dias consecutivos com dez anos de recorrência, igual a 50% da $Q_{7,10}$, $1,07 \text{ m}^3/\text{s}$. Todos os demais métodos empregados apresentaram valores superiores as vazões ecológicas desses métodos, em todos os meses.

Os métodos do perímetro molhado e de 50% da $Q_{7,10}$ se mostraram os menos conservadores, do ponto de vista da vazão ecológica, recomendando valores bem abaixo das vazões médias mínimas em todo o ano. Esses métodos resultaram em valores equivalentes a 10% da vazão MLT^{15} (11,1 m³/s). No método de Montana a vazão correspondente a 10% da Q_{MLT} representa uma severa degradação da condição de habitat do rio, crítica para os organismos aquáticos, evidenciando como esse critério esta aquém do esperado para uma vazão ecológica. Porém, em bacias onde não há regularização de vazão, como no rio Piabanha, esta característica pode ser favorável para a vazão ecológica, ou seja, se o limite para outorga de água for 50% da vazão de referência a vazão ecológica será no mínimo os 50% restantes.

A vazão ecológica correspondente a 50% da vazão com 95% de permanência anual (1,77 m³/s), além de indicar um valor constante para todo o ano, ela também subestima a vazão ecológica no período de cheias, época em que as vazões são naturalmente maiores. A adoção de um valor constante não representa a sazonalidade de vazões da bacia. Logo esse método não é adequado para uma estimativa inicial de um hidrograma ecológico no rio Piabanha.

O hidrograma ecológico formado por 50% da curva de permanência mensal de 95% apresentou valores sempre menores que as vazões médias mensais mínimas; em torno de 50% menor no período de cheias e 60% menor no período de estiagem.

Pelo método de Montana Modificado, para manter uma condição boa do habitat, o hidrograma com 40% da $Q_{méd.mensal}$ deve ser recomendado. Contudo este hidrograma ecológico resultou em valores maiores que as vazões médias mensais mínimas por seis meses, o que poderia ser um risco para a outorga de água em um ano seco. Para uma condição regular do habitat (30% $Q_{méd.mensal}$) as vazões ecológicas resultaram em valores um pouco menores que as vazões médias mensais mínimas, ou seja, garantindo ainda um percentual para a outorga.

¹⁵ Vazão Média de Longo Termo.

Os hidrogramas determinados pelos métodos de Montana Modificado, para uma condição regular de habitat no rio, e 50% da curva com 95% de permanência mensal forneceram vazões menores que as vazões médias mensais mínimas, ficando bem próximas no período de estiagem (mai - out).

Esses métodos representaram melhor o regime de vazões naturais do rio Piabanha, e mostram que podem ser utilizados para uma estimativa inicial do hidrograma ecológico no rio Piabanha, tendo ainda, como vantagens a baixa demanda de dados e a relativa facilidade de aplicação.

Ambos os métodos não consideram variáveis ecológicas. Apesar de o método de Montana indicar que com um determinado percentual, as condições de habitat são boas, regulares ou degradantes, ele foi desenvolvido para estados norte-americanos. Sua utilização, mesmo com as considerações cabíveis realizadas, deve ser corroborada por outro método que represente bem a região em estudo.

Ao determinar um hidrograma ecológico para uma seção ou estirão de rio a vazão de referência acaba sendo influenciada, indiretamente, já que o hidrograma vai limitar a disponibilidade de água para outorga. Por outro lado, na hipótese de o hidrograma ecológico, juntamente com a vazão de referência, for utilizado para limitar as vazões máximas outorgáveis, seria possível a retirada de mais vazão e/ou mais lançamentos de efluentes no período de cheias, quando as vazões são naturalmente maiores. Assim é recomendado que na adoção de um hidrograma ecológico, mesmo que simplificado, tenha uma avaliação dos impactos para os usuários da bacia, qualitativamente e quantitativamente, tanto a jusante quanto a montante do trecho estudado.

São recomendadas duas alternativas de hidrogramas para a bacia do rio Piabanha, a primeira baseada nas curvas de permanências mensais, com índice de 95%, e a segunda baseada no método de Montana Modificado, para uma condição regular do rio.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os resultados encontrados nas metodologias estudadas devem ser entendidos como uma estimativa inicial de um hidrograma ecológico no rio Piabanha, no entorno do posto Pedro do Rio. Pois foram empregados apenas métodos hidrológicos e hidráulicos, que não avaliam o meio ambiente como um todo, nem mesmo o habitat aquático.

O método do perímetro molhado foi utilizado sem uma avaliação quanto ao aspecto biológico. Pela sua determinação subjetiva e demanda de dados, só é sugerida sua aplicação se já houver disponíveis seções batimétricas representativas para o ecossistema (zonas de rápido¹⁶) e medições de nível e vazão instantânea.

Os métodos que indicaram uma vazão fixa ao longo dos meses não representam a sazonalidade das vazões no rio Piabanha e por isso não representam uma alternativa lógica para um hidrograma preliminar da bacia, visto que existem outros métodos, como os utilizados, que produzem um hidrograma.

A vazão ecológica de 50% da curva permanência mensal, com índice de 95%, e o hidrograma de Montana Modificado, para uma condição regular de habitat no rio, se mostraram promissores para o hidrograma ecológico preliminar na bacia do rio Piabanha, em Pedro do Rio. Tanto pela proximidade com o regime hidrológico natural da bacia quanto pela sua relativa facilidade de aplicação. Sendo recomendada a avaliação, mesmo que simplificada, dos impactos para os usuários da bacia, a jusante e montante, tanto qualitativamente e quanto quantitativamente, antes da definição do hidrograma ecológico.

É recomendada a verificação da analogia utilizada¹⁷, quanto aos percentuais adotados sobre as vazões médias mensais, no método de Montana Modificado para outras seções da bacia do rio Piabanha, no intuito de validar, descartar ou incorporar

¹⁶ Seção considerada crítica para manutenção das funções dos organismos aquáticos.

¹⁷ Percentuais sobre as vazões médias mensais em oposição a vazão MLT para manter as condições do rio: Mínima (20%Q_{méd}); Regular (30%Q_{méd}); Boa (40%Q_{méd}); Excelente (50%Q_{méd}) e Excepcional (60%Q_{méd}).

outras modificações no método utilizado. Também é recomendada a aplicação de métodos de determinação de vazões ecológicas mais abrangentes, que considerem fatores ambientais, para validar ou não os resultados obtidos.

Embora os métodos utilizados, que recomendam um hidrograma ecológico, não considerem informações ecológicas eles representam a sazonalidade das vazões e se aproximam do regime hidrológico natural da bacia.

Esta dissertação apresentou uma revisão e discussão sobre metodologias simplificadas de determinação das vazões ecológicas e suas limitações. Os resultados obtidos mostraram a importância da aplicação de mais de um método para determinação do hidrograma ecológico, para melhor avaliação dos resultados.

O estudo realizado trouxe duas alternativas de hidrogramas ecológicos preliminares, além de uma avaliação do comportamento hidrológico na bacia do rio Piabanha. Os resultados apresentados podem servir de orientação para futuros estudos no âmbito do hidrograma ecológico na região estudada. A aplicação de metodologias mais detalhadas no futuro poderá indicar se as metodologias simplificadas são adequadas, ou não, na bacia hidrográfica do rio Piabanha.

No presente estudo, foi utilizada a série de vazões médias diárias observadas na estação fluviométrica Pedro do Rio. Não foi considerado o uso consuntivo na série de vazões utilizada, nem tão pouco vazões naturais¹⁸ (vazões que ocorreriam na seção do rio se não houvesse as ações antrópicas).

Não foi enfoque desta dissertação a qualidade de água, que é de essencial importância no momento de definição dos critérios, mais ou menos conservadores, que serão utilizados para determinação das vazões ecológicas. A falta de sua observação

¹⁸ O setor elétrico tem adotado o termo vazão natural para identificar a vazão que ocorreria em uma seção do rio, se não houvesse as ações antrópicas na sua bacia contribuinte — tais como regularizações de vazões realizadas por reservatórios, desvios de água, evaporações em reservatórios e usos consuntivos (irrigação, criação animal e abastecimentos urbano, rural e industrial). A vazão natural é obtida por meio de um processo de reconstituição, que considera a vazão observada no local e as informações relativas às ações antrópicas na bacia. Fonte: <www.ons.org.br/operacao/vazoes_naturais.aspx>

pode levar os parâmetros de qualidade a níveis inferiores às necessidades dos habitats aquáticos (DE PAULA, 2011).

Os estudos realizados nessa dissertação mostraram que, ainda que a legislação não defina a vazão ecológica ou métodos para sua determinação, processos de licenciamento estão cada vez mais exigentes, cabendo a incorporação de estudos específicos para a determinação da vazão ecológica, como foi o caso da UHE Belo Monte. A atualização na legislação e órgãos gestores do Brasil, através de estudos mais aprofundados, quanto aos métodos de determinação da vazão ecológica é de fundamental importância, mesmo para uma estimativa inicial das vazões ecológicas e vazões de referência para outorga.

As discussões sobre vazões ecológicas são relativamente recentes no Brasil, mas é possível ver avanços e convergência de alguns pontos, como, por exemplo, a vantagem de um hidrograma no lugar de uma vazão constante. Também há uma tendência no sentido da vazão ambiental como um conceito mais amplo, onde se avalia e integra os interesses de todos os componentes do ecossistema, Banco Mundial (2003).

Como recomendação fica a realização das demais metas, citadas no Capítulo 1, do projeto “*Metodologia para Determinação de Vazões Ecológicas na Bacia do Rio Piabanha Integrando Aspectos Hidrológicos, Limnológicos, Ecológicos e Socioeconômicos*” desenvolvido pela UFRJ/COPPE, INEA-RJ e CPRM. Ao final dos estudos uma grande quantidade de dados e informações será gerada tornando viável a execução de métodos mais aprofundados de determinação da vazão ecológica, como o BBM (*Building Block Methodology*), e a validação das metodologias utilizadas nesta dissertação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

II Congresso Estadual de Comitês de Bacia Hidrográfica (2010). “*Súmula da Mesa-Redonda*”. São Paulo de 17 a 20 de agosto.

AGIRREY, A. & BIKUÑA, B. G. (2000). “*Conceptos Básicos para la Aplicación Del Caudal Ecológico en los Ríos Ibéricos*”. Congresso Ibero Americano, Espanha 2000.

AGRA, S. G. (2009). “*Enfoque Ecosistêmico Aplicado à Gestão de Recursos Hídricos - Hidrograma Ecológico*”.

ALLAN, J. D. (1995). “*Stream Ecology Structure and Function of Running Waters*”. Chapman & Hall, London. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=EXJJqUUcTkC&oi=fnd&pg=PR11&dq=stream+ecology+structure+and+function+of+running+waters&ots=t7LYVrEI0K&sig=aN7wHM7EwjSZNqbok3JH5Z-Tybs#v=onepage&q=stream%20ecology%20structure%20and%20function%20of%20running%20waters&f=false>>

ALVES, M. H. (1993). “*Métodos de determinação do caudal ecológico*”. Dissertação de M.Sc em Hidráulica e Recursos Hídricos, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Portugal, p.162. Disponível em: http://www.inag.pt/inag2004/port/a_intervencao/d_hidrico/pdf/estudos_amb/caudal_eco_r_semiaridas.pdf

ALVES, M. H.; HENRIQUES, A. G. (1994). “*O caudal ecológico como medida de minimização dos impactes nos ecossistemas lóticos. Métodos para a sua determinação e aplicações*”. In: Actas do 6º SILUSB/1º SILUSBA, Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa. Lisboa, 11 a 14 de Abril de 1994. APRH/ABRH, pp. 177-190.

AMORIM, Flávia B. (2009). “*Impacto da Adoção de Vazões Ecológicas no Baixo Curso do Rio São Francisco sobre a Geração Hidrelétrica*”. Dissertação de M. Sc., Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica. Salvador, Bahia.

ANA/GEF/PNUMA/OEA (2004). “*Projeto de Gerenciamento Integrado das Atividades Desenvolvidas em Terra na Bacia do São Francisco, Sub-projeto 4.5C – Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia do Rio São Francisco – PBHSF (2004-2013)*”. Alocação de água. Estudo Técnico de Apoio nº 16. Brasília: SUM/ANA, 2004.

ANA - Agência Nacional de Águas (2005). “*Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil*”. Brasília: ANA; Ministério do Meio Ambiente, 2005. 123 p. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/pnrh_novo/Tela_Apresentacao.htm>.

ANA (2009). “*RESOLUÇÃO Nº 740, de 06 de Outubro de 2009*”. Declara reservada, à Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, na seção do rio Xingu situada às coordenadas 03° 07’ 35” de Latitude Sul e 51° 46’ 30” de Longitude Oeste, a disponibilidade hídrica caracterizada pelas vazões naturais afluentes. Disponível em: <arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2009/740-2009.pdf>

ANA (2011). *Hidroweb – Banco de Dados Hidrológicos*. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em: 07 de abril. 2011, 15:24:02.

ARTHINGTON, A. H.; ZALUCKI, J. M. (1998). “*Comparative Evaluation of Environmental Flow Assessment Techniques: Review of Methods*”. In: Land and Water Resources Research and Development Corporation - LWRRDC Occasional Paper 1998.141p.

BENETTI, A. D.; LANNA, A. E.; COBALCHINI, M. S. (2003). “*Metodologias para determinação de vazões ecológicas em rios*”. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Porto Alegre, Vol. 8 No. 2, p. 149-160.

BRASIL (1997). “*Lei n.º 9.433, de 8 de janeiro de 1997*”. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial da União, Brasília, 470 p.

BRASIL, CONAMA (2005). “*RESOLUÇÃO nº 357, de 17 de março de 2005*”. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu

enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília - DF, de 8 de março de 2005, nº 53, Seção 1, páginas 58-63. CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente.

BRASIL (2009). Ministério das Minas e Energia; Eletrobrás. “*Estudo de Impacto ambiental. Aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte*”. Disponível em: <http://siscom.ibama.gov.br/licenciamento_ambiental>. Acesso em: 05/07/2010.

BRASIL, MMA, COHID/CGENE/DILIC/IBAMA (2010). “*Parecer Nº 88/2010*”. Análise de atendimento às condicionantes da Licença Prévia nº 342/2010 e da solicitação de Licença de Instalação para as Instalações Iniciais do Aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte, processo administrativo Ibama nº 02001.001848/2006-75. Disponível em: <http://www.xinguvivo.org.br/wp-content/uploads/2010/10/AHE-Belo-Monte-Parcer-n%C2%B0-88_2010.pdf>

BRASIL, MMA/CNRH (2011). “*RESOLUÇÃO Nº 129, de 29 de Junho de 2011*”. Estabelece diretrizes gerais para a definição de vazões mínimas remanescentes. Publicada no Diário Oficial da União (D.O.U) em 26/09/2011. Disponível em: <http://www.cnrh.gov.br/sitio/index.php?option=com_docman&task=doc_details&gid=1466&Itemid=>>

BRITTO, K. F. L. (2005). “*Estudo da aplicação do método de estabelecimento de vazões ecológicas - Building Blocks Methodology – BBM – para o caso da PCH estação Indaial*”. Dissertação de M. Sc. em Engenharia Ambiental, Universidade Regional de Blumenau, Brasil, 2005. 358 p.

COLLISCHONN, W.; AGRA, S. G.; FREITAS, G. K.; PRIANTE, G. R.; TASSI, R.; SOUZA, C. F. (2005). “*Em Busca do Hidrograma Ecológico*”. XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, ABRH – Associação Brasileira de Recursos Hídricos, João Pessoa, PB.

COLLISCHONN, W.; AGRA, S. G.; FREITAS, G. K.; PRIANTE, G. R. (2006). “*Da vazão ecológica ao hidrograma ecológico*”. In: VIII Congresso da Água, 2006,

Figueira da Foz. Água, sede de sustentabilidade. Lisboa : Associação Portuguesa de Recursos Hídricos.

COLLISCHONN, Walter (2007). “*Vazões Ecológicas Variáveis no Tempo e no Espaço*”. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos (25-29 de nov/2007, São Paulo, SP). Anais. São Paulo: ABRH. 1 p.

COPPE/UFRJ (2006). “*Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul – Caderno de Ações da Bacia do Rio Piabanha*”. In: Relatório Contratual R-10, elaborado como parte dos documentos que compõem o Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Paraíba do Sul. ANA, LabHid COPPE/UFRJ, Fundação COPPETEC.

COPPE/UFRJ (2010). “*Projeto EIBEIX-I: Estudos Integrados de Bacias Experimentais – Parametrização Hidrológica na Gestão de Recursos Hídricos das Bacias da Região Serrana do Rio de Janeiro*. In: Relatório Técnico Parcial 2, Chamada Pública MCT/FINEP/CT-HIDRO – Bacias Representativas 04/2005. Elaborado conjuntamente pela fundação COPPETEC-COPPE-UFRJ com colaboração do IGEO-UFRJ-UERJ-CPRM-SERLA (INEA).

COSTA, Tatiana (2010). “*Apoio a decisão ao processo de definição da vazão ambiental: caso de estudo trecho baixo do rio São Francisco*”. Dissertação de M. Sc., Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica. Salvador, Bahia.

CPRM (2003). “*Relatório-síntese do trabalho de Regionalização de Vazões da Sub-bacia 58*”. In: Relatórios-Síntese de Regionalização de Vazões Elaborados em Convênio com a ANEEL. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/rehi/regionalizacao/sint_reg58.pdf>. Acesso em 10 de julho de 2011, 21:11:07.

DE PAULA, Thiago P. (2011). “*Diagnóstico e Modelagem Matemática da Qualidade da Água em Trecho do Rio Piabanha/RJ*”. Dissertação de M.Sc, Curso de Engenharia Civil – COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

ELETROBRÁS/UFPA (2008). “*III Fórum Técnico “Plano de Atendimento à População Atingida: Principais Diretrizes”*”.

FARIAS JÚNIOR, J. E. F. (2006). “*Análise das metodologias utilizadas para a determinação da vazão ecológica. Estudo de caso: Rio Coruripe/AL e Rio Solimões/AM*”. Dissertação de M. Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, p. 150.

FIRMIANO DE PAULO, Robélia G. (2007). “*Ferramentas para a determinação de vazões ecológicas em trechos de vazão reduzida: destaque para aplicação do método do perímetro molhado no caso de Capim Branco I*”. Dissertação de M. Sc., Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Minas Gerais. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1843/REPA-7BSEDC>>

GALVÃO, Deise M. O. (2008). “*Subsídios à Determinação de Vazões Ambientais em Cursos d’água não Regulados: O Caso do Ribeirão Piripau (DF/GO)*”. Dissertação de M. Sc. em Ciências Florestais. Publicação PPGEFL.DM- 096/08. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia. Brasília. DF. 219p. Disponível em: <http://efl.unb.br/arq_pdf/dissertacao/2008/Deise_Maria_de_Oliveira.pdf>

GIPPEL, C. J.; STEWARDSO, M. J. (1998). “*Use of Wetted Perimeter in Defining Minimum Environmental Flows*”. Regulated Rivers: Research & Management. Victoria, Australia. Disponível em: <[http://www.uri.edu/cels/nrs/whl/Teaching/nrs592/2009/Class%207%20Case%20Study%20RI%20\(Methods\)/Gippel%20wetted%20perimeter%20and%20sustainable%20flows%201998.pdf](http://www.uri.edu/cels/nrs/whl/Teaching/nrs592/2009/Class%207%20Case%20Study%20RI%20(Methods)/Gippel%20wetted%20perimeter%20and%20sustainable%20flows%201998.pdf)>

GONÇALVES, M. V. C.; KOIDE, S. e NETTO, O. M. C. (2003). “*Revisão e Aplicação de Alguns Métodos para Determinação de Vazão Mínima Garantida em Cursos d’água*” In: XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, Paraná-Curitiba, 23 a 27 de dezembro de 2003.

GORDON, N. D.; MCMAHON, T. A. & FINLAYSON, B. L. (1992). “*Stream Hydrology: An Introduction for Ecologists Chichester*”. Inglaterra, John Wiley & Sons, 1992.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2011). Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 07 de novembro de 2011, 20:28:03. Brasil.

JOWETT, I. G. (1997). “*Instream Flow Methods: A Comparison of Approaches*”. Regul. Rivers: Res. Mgmt. 13: 115-127.

LEITHOLD, Louis (1994). “*Cálculo com Geometria Analítica*”. 5ª.ed. Harbra, 1994. v. 1. ISBN 8529400941.

LOAR, J. M. & SALE, M. J. (1981). “*Analysis of Environmental Issues Related to Small-Scale Hydroelectric Development. V. Instream Flow Needs for Fisheries Resources*”. Environmental Sciences Division Publication No. 1829, ONRL/TM-7861. Oak Ridge, Tennessee (EUA), Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy.

LONGHI, Eloísa H. e FORMIGA, Klebber T. M. (2011). “*Metodologias para determinar vazão ecológica em rios*”. Revista Brasileira de Ciências Ambientais Nº 20, Junho de 2011. ISSN Impresso 1808-4524 / ISSN Eletrônico: 2176-9478. Disponível em: <www.rbciamb.com.br/images/online/Matéria_4_final_artigos279.pdf>

LOPES, L. F. G.; CORTES, R. M. V.; CARMO, J. S. A.; FERREIRA, Teresa (2002). “*Determinação do caudal ecológico a jusante da barragem do Touvedo – rio Lima*”. 6º congresso da água, Porto, Portugal, 18 a 22 de março de 2002. Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos (APRH). Disponível em: <http://home.utad.pt/~lflopes/Artigo_APRH.pdf>

MENDES, L. A. (2007). “*Análise dos critérios de outorga de direito de usos consuntivos dos recursos hídricos baseados em vazões mínimas e em vazões de permanência*”. Dissertação de M.Sc., Escola Politécnica de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-01082007-180524/>>

MOLINARI, Bianca Santos (2011). “*Avaliação da Vazão Ecológica do Ponto de Vista da Qualidade das Águas na Bacia do Rio Piabanha/RJ*”. Projeto de Graduação – UFRJ/ Escola Politécnica/ Curso de Engenharia Civil. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

MONTGOMERY, Douglas C. e RUNGER, George C. (2003). “*Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros*”. 2º ed. Rio de Janeiro: LTC

NAGHETTINI, Mauro; PINTO, Éber J. A. (2007). “*Hidrologia estatística*”. Belo Horizonte: CPRM, 552 p. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=981&sid=36>>

O’KEEFFE, Jay (2006). “*What are environmental flows? background and rationale*”. Delft, The Netherlands. Disponível em: <http://www.grh.ufba.br/%5Cecovazao%5CO'Keeffe_ENVIRONMENTAL%20FLOWS_alt.ppt>

O’KEEFFE, J. & QUESNE, T.L. (2008). “*An Overview of Environmental Flows and Their Assessment for All Levels of Users*”. Keeping Rivers Alive: Managing Water Resources for Sustainable Use. Draft, July, 2008.

ORTH, D. J. & MAUGHAN, O. E. (1981). “*Evaluation of the "Montana Method" for Recommending Instream Flows in Oklahoma Streams*”. Proc. Okla. Acad. Sci. 61:62-66. Disponível em: <http://digital.library.okstate.edu/oas/oas_pdf/v61/p62_66.pdf>

PALMER, C. G. (1999). “*Application of ecological research to the development of a new South Africa water law*”. Institute for Water Research, Rhodes University, PO Box 94, Grahamstown 6140, South Africa. In: Journal of the North American Benthological Society, 1999 18 (1):132-142. Disponível em: <<http://www.dwaf.gov.za/IWQS/SASAQS/CGPalmer.pdf>>

PLANAVE S/A e GUASCOR/ANEEL (2001). “*Estudos de Inventário Simplificado*”. Processo na ANEEL: no 48500.003942/99-67

PLANO DE BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SADO (1999). “*Anexo 9: Conservação da Natureza - Parte 2: Caudais Ecológicos*”. (Rev. nº00 – data 26-02-99). Portugal.

POFF, N. L.; OLDEN, J. D.; MERRIT, D. M.; PEPIN, D. M. (2007). “*Homogenization of regional river dynamics by dams and global biodiversity implications*”. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America – PNAS, march 12, 2007. <Disponível em: <http://www.pnas.org/content/104/14/5732.full.pdf+html>>

PORTELA, M. M. (2004). “*Caudais ecológicos em pequenos aproveitamentos hidroelétricos: comparação de métodos de definição com base em dois casos de estudo*”. In: 7º Congresso de águas, Associação Portuguesa de Recursos Hídricos (APRH). Lisboa, Portugal, março de 2004.

PQA (1998). “*Programa de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul – RJ, no âmbito do Programa de Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica (PQA)*”, mediante convênio MPO/SEPURB-Governo do Estado do Rio de Janeiro/SEMA/SERLA-Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e financiamento do Banco Mundial (BIRD). Projeto BRA96/017, Rio de Janeiro.

RIBEIRO JUNIOR, Leopoldo U. (2004). “*Contribuições metodológicas visando a outorga de recursos hídricos para geração hidrelétrica*”. Dissertação de M. Sc., Universidade Federal de Itajubá - UFI, Itajubá, MG, Brasil, p. 157.

RICHTER, B. D.; MATHEWS, R.; HARRISON, D. L.; WIGINGTON, R. (2003). “*Ecologically sustainable water management: Managing river flows for ecological integrity*”. Ecological Applications, vol. 13 No. 1 pp. 206-224. Disponível em: <http://www.ag.auburn.edu/auxiliary/alcfwru/fisheries/fish7380/richter_paper.pdf>

RIO DE JANEIRO (1999). “*Lei Estadual N.º 3.239, de 02 de Agosto de 1999*”. Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos; cria o sistema estadual de gerenciamento de recursos hídricos; regulamenta a Constituição Estadual, em seu artigo 261, parágrafo 1º, inciso VII; e dá outras providências. Disponível em: <www.inea.rj.gov.br/l_estadual/lei3239.asp>

RIO DE JANEIRO (2003). “*Lei Estadual N.º 4.247, de 16 de dezembro de 2003*”. Dispõe sobre a cobrança pela utilização dos recursos hídricos de domínio do Estado do

Rio de Janeiro e dá outras providências. Disponível em:
<http://www.inea.rj.gov.br/l_estadual/lei4247.asp>

RIO DE JANEIRO (2007). “*PORTARIA SERLA N° 567, de 07 de Maio de 2007*”. Estabelece critérios gerais e procedimentos técnicos e administrativos, bem como os formulários visando cadastro e requerimento, para emissão de outorga de direito de uso de recursos hídricos de domínio do Estado do Rio de Janeiro, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/l_estadual/port567.asp>

RIO DE JANEIRO (2008). “*Lei Estadual N.º 5.234, de 05 de maio de 2008*”. Altera a LEI N° 4.247, de 16 de dezembro de 2003, que dispõe sobre a cobrança pela utilização dos recursos hídricos de domínio do estado do rio de janeiro e dá outras providências. Disponível em:
<<http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/contlei.nsf/0/849352fa43bd7c318325744300733b91?OpenDocument>>

SANTA CATARINA (2006). “*Relatório Temático 02 - Sistema de Outorga de Direito de Uso dos Recursos Hídricos no Estado de Santa Catarina*”. In: Estudos dos Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos para o Estado de Santa Catarina e Apoio para sua Implementação. Secretaria de Estado da Agricultura e Desenvolvimento Rural Secretaria de Estado de Desenvolvimento Sustentável. 676-BAM-SEC-RT-P048, Maio/2006. Santa Catarina, Brasil.

SARMENTO, R. (2007). “*Estado da arte da vazão ecológica no Brasil e no mundo*”. In: Relatório do Projeto 704BRA2041 da Organização das Nações Unidas para a Educação a Ciência e a Cultura SARMENTO, R. (2007). “*Estado da arte da vazão ecológica no Brasil e no mundo*”. In: – UNESCO. UNESCO/ANA/CBHSF. 38p.

SILVEIRA, A.L. e SILVEIRA, L. (2003). “*Vazões mínimas*”. In: Paiva, J.B.D. e Cauduro, E.M. (eds). Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas. ABRH, Porto Alegre, RS, pp. 33-112.

SOUZA, Christopher. F.; FRAGROSO; J. C. R.; GIACOMONI, M. H. (2004). “*Vazão ecológica constante vs. Vazão ecológica variável*”. In: Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, João Pessoa, nov. 2004.

SOUZA, C.; AGRA, S. G; TASSI, R.; COLLISCHONN, W. (2008). “*Desafios e Oportunidades para a Implementação do Hidrograma Ecológico*”. In: REGA, Vol. 5, nº 1, p.25-38, jan/jun.2008.

SOUZA, Christopher. (2009). “*Vazão Ambientais em Hidrelétricas: Belo Monte e Manso*”. Tese de D. Sc. em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, agosto de 2009, Rio Grande do Sul.

STALNAKER, C., LAMB, B. L., HENRIKSEN, J., BOVEE, K. E BARTHLOW, J. (1995). “*The Instream Flow Incremental Methodology. A Primer for IFIM.*” U.S.Department of Interior. National Biological Service, Washington, D.C..

UNISINOS; CONSÓRCIO PRÓ-SINOS e COMITESINOS; KOTZIAN, H. (2010). “*Atividade 4.1 - Definição da Vazão Remanescente ou Ecológica para a Bacia do Rio dos Sinos*”. In: Plano Sinos - Plano de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos - Meta 4, São Leopoldo, RS.

TENNANT, D.L. (1976). “*Instream flow regimens for fish, wildlife, recreation and related environmental resources*”. In: Fisheries, 1(4), 6-10.

THARME, R.E. & KING, J.M. (1998). “*Development of the Building Block Methodology for instream flow assessments, and supporting research on the effects of different magnitude flows on riverine ecosystems*”. Water Research Commission Report No. 576/1/98. 452 pp.

THARME, R.E. (2003). “*A global perspective on environmental flow assessment: emerging trends in the development and application of environmental flows methodologies for rivers*”. In: River Research and Applications, 19: 397- 441.

TUCCI, C. E. M. (2004). “*Hidrologia, Ciência e Aplicação*”. 3º ed., Porto Alegre, Editora da UFRGS/ABRH, 2004.

TUCCI, C. E. M. (2009). “*Hidrograma Ambiental*”. Disponível em: <<http://rhama.net/wordpress/?p=114>>

TUCCI, C. E. M. (2011). “*Vazão Sanitária, Remanescente ou Ambiental?*”. Disponível em: <<http://rhama.net/wordpress/?p=188>>

WESCHE, T. A. & RECHARD, P. A. (1980). “*A Summary of Instream Flow Methods for Fisheries and Related Research Needs*”. Eisenhower Consortium Bulletin N° 9. Eisenhower Consortium for Western Environmental Forestry Research. 1980.

ZEERJ (2008). “*Análise e Qualificação Sócio-ambiental do Estado do Rio de Janeiro (escala 1:100.000): subsídios ao ZEE – Zoneamento Ecológico Econômico*”. Relatório da Etapa VI. Fase 02: Regiões Hidrográficas Médio Vale do Paraíba do Sul (RH-III), Piabanha (RH-IV), Dois Rios (RH-VII). Vol. 03. Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.sematur.rj.gov.br/download_zee/Relatorio%204/ZEE-RJ%20Relatorio%2004.pdf>

APÊNDICE 1: Disponibilidade dos Postos Fluviométricos

Ano	Disponibilidade dos Postos																	
	J	F	M	A	M	J	J	A	A	S	O	N	D					
1932	J	F	M	A	M	J	J	A	A	S	O	N	D	FAZENDA BARREIRA	MOURA BRASIL	AREAL - RN	PEDRO DO RIO	PETRÓPOLIS
	F	M	A	M	J	J	A	A	S	O	N	D						
	M	A	M	J	J	A	A	S	O	N	D							
	A	M	J	J	A	A	S	O	N	D								
	M	J	J	A	A	S	O	N	D									
	J	J	A	A	S	O	N	D										
	J	A	A	S	O	N	D											
	A	A	S	O	N	D												
	S	O	N	D														
	O	N	D															
	N	D																
	D																	
1933	J	F	M	A	M	J	J	A	A	S	O	N	D	FAZENDA BARREIRA	MOURA BRASIL	AREAL - RN	PEDRO DO RIO	PETRÓPOLIS
	F	M	A	M	J	J	A	A	S	O	N	D						
	M	A	M	J	J	A	A	S	O	N	D							
	A	M	J	J	A	A	S	O	N	D								
	M	J	J	A	A	S	O	N	D									
	J	J	A	A	S	O	N	D										
	J	A	A	S	O	N	D											
	A	A	S	O	N	D												
	S	O	N	D														
	O	N	D															
	N	D																
	D																	
1934	J	F	M	A	M	J	J	A	A	S	O	N	D	FAZENDA BARREIRA	MOURA BRASIL	AREAL - RN	PEDRO DO RIO	PETRÓPOLIS
	F	M	A	M	J	J	A	A	S	O	N	D						
	M	A	M	J	J	A	A	S	O	N	D							
	A	M	J	J	A	A	S	O	N	D								
	M	J	J	A	A	S	O	N	D									
	J	J	A	A	S	O	N	D										
	J	A	A	S	O	N	D											
	A	A	S	O	N	D												
	S	O	N	D														
	O	N	D															
	N	D																
	D																	
1935	J	F	M	A	M	J	J	A	A	S	O	N	D	FAZENDA BARREIRA	MOURA BRASIL	AREAL - RN	PEDRO DO RIO	PETRÓPOLIS
	F	M	A	M	J	J	A	A	S	O	N	D						
	M	A	M	J	J	A	A	S	O	N	D							
	A	M	J	J	A	A	S	O	N	D								
	M	J	J	A	A	S	O	N	D									
	J	J	A	A	S	O	N	D										
	J	A	A	S	O	N	D											
	A	A	S	O	N	D												
	S	O	N	D														
	O	N	D															
	N	D																
	D																	
1936	J	F	M	A	M	J	J	A	A	S	O	N	D	FAZENDA BARREIRA	MOURA BRASIL	AREAL - RN	PEDRO DO RIO	PETRÓPOLIS
	F	M	A	M	J	J	A	A	S	O	N	D						
	M	A	M	J	J	A	A	S	O	N	D							
	A	M	J	J	A	A	S	O	N	D								
	M	J	J	A	A	S	O	N	D									
	J	J	A	A	S	O	N	D										
	J	A	A	S	O	N	D											
	A	A	S	O	N	D												
	S	O	N	D														
	O	N	D															
	N	D																
	D																	
1937	J	F	M	A	M	J	J	A	A	S	O	N	D	FAZENDA BARREIRA	MOURA BRASIL	AREAL - RN	PEDRO DO RIO	PETRÓPOLIS
	F	M	A	M	J	J	A	A	S	O	N	D						
	M	A	M	J	J	A	A	S	O	N	D							
	A	M	J	J	A	A	S	O	N	D								
	M	J	J	A	A	S	O	N	D									
	J	J	A	A	S	O	N	D										
	J	A	A	S	O	N	D											
	A	A	S	O	N	D												
	S	O	N	D														
	O	N	D															
	N	D																
	D																	
1938	J	F	M	A	M	J	J	A	A	S	O	N	D	FAZENDA BARREIRA	MOURA BRASIL	AREAL - RN	PEDRO DO RIO	PETRÓPOLIS
	F	M	A	M	J	J	A	A	S	O	N	D						
	M	A	M	J	J	A	A	S	O	N	D							
	A	M	J	J	A	A	S	O	N	D								
	M	J	J	A	A	S	O	N	D									
	J	J	A	A	S	O	N	D										
	J	A	A	S	O	N	D											
	A	A	S	O	N	D												
	S	O	N	D														
	O	N	D															
	N	D																
	D																	

Legenda: Dados Consistidos
 Dados Brutos

DISPONIBILIDADE DOS POSTOS	1967												1968												1969												1970												1971												1972												1973																																					
	J	F	M	A	M	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	M	J	J	A	S	O	N	D																			
FAZENDA BARREIRA																																																																																																														
MOURA BRASIL																																																																																																														
AREAL - RN																																																																																																														
PEDRO DO RIO																																																																																																														
PETROPOLIS																																																																																																														

Legenda:  Dados Consistidos  Dados Brutos

DISPONIBILIDADE DOS POSTOS	2002				2003				2004				2005				2006			
	J	F	M	A	J	F	M	A	J	F	M	A	J	F	M	A	J	F	M	A
FAZENDA BARREIRA	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
MOURA BRASIL	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
AREAL - RN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PEDRO DO RIO	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
PETROPOLIS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

DISPONIBILIDADE DOS POSTOS	2007				2008				2009				2010				2011			
	J	F	M	A	J	F	M	A	J	F	M	A	J	F	M	A	J	F	M	A
FAZENDA BARREIRA	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
MOURA BRASIL	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
AREAL - RN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PEDRO DO RIO	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
PETROPOLIS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Legenda:  Dados Consistidos
 Dados Brutos

01/1938	36	33	29	33	40	26	21	19	22	17	16	16	17	18	24	23	21	26	18	15	14	21	16	13	12	12	11	11	10	10	10		
02/1938	10	9	18	19	11	55	42	23	22	21	23	26	17	17	31	22	19	18	15	14	13	14	22	16	14	12	33	22					
03/1938	20	16	31	25	22	16	17	14	13	12	12	11	12	13	12	11	11	10	12	11	10	9	12	14	15	24	15	15	11	10	9		
04/1938	9	9	8	9	9	8	40	12	14	10	9	26	15	15	34	17	13	12	11	44	21	23	21	15	14	13	12	11	11	10			
05/1938	12	15	12	10	9	9	9	9	9	8	11	9	9	9	13	9	8	9	10	13	16	10	9	10	9	9	8	10	9	8	8		
06/1938	8	7	7	7	7	7	72	22	17	12	10	10	9	9	12	9	8	8	8	8	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7			
07/1938	7	7	7	6	7	8	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	15	7	6	6	6	6	6	5	6	5	5	5	6	6		
08/1938	5	5	7	14	10	7	9	9	19	13	9	9	12	9	7	7	6	6	6	6	6	11	7	6	6	6	5	5	5	5	5		
09/1938	5	5	5	5	5	5	5	5	8	9	7	6	6	6	18	12	7	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	7	11	6		
10/1938	5	7	5	5	5	6	8	6	6	5	5	5	5	5	12	7	6	21	8	8	11	7	7	6	8	22	13	9	20	17	10		
11/1938	9	8	7	7	6	6	6	6	5	7	36	14	11	26	15	12	9	8	8	7	7	7	7	7	8	7	6	6	14	7			
12/1938	37	59	18	34	40	18	15	13	28	20	14	12	11	10	9	10	10	9	12	9	54	31	25	17	32	20	23	19	20	56	26		
01/1939	19	17	15	13	12	12	11	11	12	13	24	11	22	18	14	11	12	11	11	10	9	9	22	72	37	65	32	48	54	28	22		
02/1939	19	18	17	15	15	13	13	26	20	60	35	20	18	18	15	14	12	13	13	12	16	12	11	12	10	10	11	11					
03/1939	17	13	10	9	9	9	8	8	8	8	8	8	8	8	9	8	7	7	7	7	8	43	22	27	12	10	10	32	19	16	18		
04/1939	20	13	12	10	9	9	77	18	15	13	11	10	11	10	10	9	10	13	10	10	9	9	8	8	8	8	8	8	8	8			
05/1939	7	7	29	13	11	10	9	8	8	10	8	8	8	8	17	9	8	8	9	7	7	6	7	7	6	6	7	6	6	6	6		
06/1939	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6	7	10	12	7	7	6	6	6	6	5	5	5	6	6	6	5	5	6	5	5	5		
07/1939	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	6	5	5	4	4	5	7	5	6	11	7	5	5	5		
08/1939	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	4	4	4	4	4	4		
09/1939	4	4	7	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	32	13	12	5	6	5			
10/1939	4	5	7	6	5	7	6	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	5	4	3	3	3	3	3		
11/1939	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	17	5	7	10	18	8	5	4	5	3	4	15	6	12	7	10	31	15	8	6			
12/1939	8	7	6	14	7	6	7	46	32	15	18	10	25	17	12	10	8	11	18	27	13	26	40	27	18	16	23	21	17	13	12		
01/1940	19	12	10	16	10	9	10	19	41	70	41	27	21	17	19	17	15	13	18	49	24	18	30	23	20	27	28	24	29	43	46		
02/1940	25	22	19	22	24	44	25	44	24	21	19	20	18	17	16	15	15	15	14	20	14	11	22	15	27	31	19	16	14				
03/1940	13	16	19	18	13	12	13	13	11	16	15	44	23	17	22	37	19	16	14	16	18	20	14	12	12	20	12	12	12	24	12		
04/1940	12	11	10	11	16	16	14	11	14	12	9	9	9	9	8	8	9	12	9	9	8	8	8	8	11	8	7	7	9	8			
05/1940	7	8	9	31	14	10	16	13	10	9	8	8	8	8	8	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6	6		
06/1940	6	11	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	5	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4		
07/1940	7	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4		
08/1940	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	3	4	3	7	12	6	4		
09/1940	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	3	4	3	4	4	3	4	4	3	3	3	3	4	4	9	20	9	6	5	4			
10/1940	4	4	4	4	3	3	3	3	4	3	13	8	5	4	4	4	4	26	19	9	15	16	8	29	14	15	14	20	11	8			
11/1940	7	6	6	5	15	13	16	9	7	10	21	18	15	36	43	35	33	21	17	13	9	10	9	11	9	20	39	27	19				
12/1940	14	11	10	10	9	8	8	7	7	8	7	12	8	7	7	9	19	13	13	9	10	10	43	55	33	22	16	14	12	11	12		
01/1941	19	45	18	18	13	12	10	10	9	15	11	22	14	27	15	11	11	11	30	37	18	15	23	19	25	47	20	15	14	13	12		
02/1941	11	10	13	10	9	9	9	8	8	8	8	7	7	7	7	7	15	10	13	8	11	13	9	13	27	15	15						
03/1941	10	10	9	10	15	13	45	35	16	14	12	11	11	10	25	15	36	28	24	16	12	17	16	34	23	85	32	23	19	29	16		
04/1941	15	17	15	34	26	18	15	14	13	15	25	15	13	12	12	11	10	10	13	10	10	10	9	9	8	8	8	8	8	8			
05/1941	7	7	7	7	7	7	17	26	10	9	8	8	7	7	7	7	11	8	8	7	7	7	7	7	9	7	6	7	7	7	7		
06/1941	8	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	15	8	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	9	8	16	20	8		
07/1941																																	
08/1941																																	
09/1941																																	
10/1941																																	
11/1941																																	
12/1941																																	
01/1958	8	8	6	6	6	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	20	12	10	9	10	26	34	24	14	9
02/1958	8	7	8	13	17	15	17	43	19	20	14	11	10	10	9	8	8	8	8	7	6	6	5	6	6	6	6	6					
03/1958	7	13	9	8	7	8	8	8	7	7	6	6	5	5	5	5	5	7	9	9	7	8	14	13	31	31	15	10	9	8	9		
04/1958	10	15	12	9	9	9	8	8	7	7	7	7	8	37	53	16	14	15	38	20	14	12	12	13	11	10	9	9	8	8			
05/1958	8	8	8	8	8	20	16	10	11	9	8	7	10	47	32	17	11	9	8	7	7	6	9	9	20	12	9	10	10	9	9		
06/1958	9	8	8	8	8	8	7	7	7	7	7	6	6	7	9	8	8	30	16	11	9	8	7	6	6	6	6	6	6	6	6		
07/1958	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	7	7	7	7	7	6	6	7	7	7	7	7	6	6	5	5	5	5	4	4	4		
08/1958	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
09/1958	3	3	3	3	3	3	3	3	6	24	20	7	7	8	8	7	6	6	6	5	5	5	5	4	4	4	4	4	6	9	8		
10/1958	7	7	6	5	5	4	17	14	9	7	5	4	5	6	5	4	5	6	11	9	8	5	4	4	4	4	20	30	18	13	16		
11/1958	31	24	11	8	9	8	6	6	5	5	5	5	6	6	5	8	9	7	5	8	5	16	34	90	47	20	15	13					
12/1958	10	9	8	8	8	8	9																										

01/1960	15	11	13	11	9	9	9	8	8	9	11	19	17	13	10	10	9	13	20	48	25	19	16	13	15	16	14	13	11	11	19		
02/1960	19	34	18	96	47	22	24	20	17	19	17	15	13	12	11	10	10	15	46	23	14	13	14	18	20	21	23	23					
03/1960	29	32	25	18	16	52	54	31	20	31	25	28	64	32	34	26	23	21	20	20	19	35	20	18	28	22	22	19	24	19	17		
04/1960	14	15	13	14	14	14	14	11	10	11	21	17	14	12	13	12	11	10	10	10	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9		
05/1960	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	17	15	10	9	8	7	8	17	10	8	8	7	7	7	7	12		
06/1960	11	10	8	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	11	8			
07/1960	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	5	38	15	8	6	6	5			
08/1960	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	27	19	14	10	7	6	5	5	5	5			
09/1960	5	7	8	6	6	6	6	6	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	9			
10/1960	13	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	10	9	8	8	8	10	8	24	17	11	10			
11/1960	10	6	5	4	4	4	10	8	7	7	7	7	8	13	31	31	17	10	11	10	10	9	9	8	7	8	7	6	6	44			
12/1960	10	10	10	22	11	9	12	14	11	10	7	6	7	7	7	8	29	26	37	44	22	19	16	14	14	23	32	20	22	29	36		
01/1961	24	39	37	31	43	44	35	31	29	35	23	30	24	20	31	18	16	16	17	17	15	15	16	15	17	68	53	138	44	43	44		
02/1961	30	24	23	21	25	25	22	22	35	30	41	44	48	44	35	34	30	24	22	20	20	20	21	21	24	19	18						
03/1961	19	47	32	24	21	21	27	35	54	46	26	19	19	20	19	19	18	17	18	52	23	20	18	18	17	16	31	51	30	22	20		
04/1961	18	17	16	12	15	35	19	16	14	15	14	14	13	13	13	14	11	10	10	34	18	14	11	10	10	13	23	14	12	10			
05/1961	10	10	10	10	10	11	11	10	13	25	22	16	11	10	10	10	9	9	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7			
06/1961	6	7	7	7	7	9	9	9	8	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6			
07/1961	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	10	10	
08/1961	9	6	6	6	6	6	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
09/1961	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
10/1961	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
11/1961	3	3	3	3	3	3	8	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	5	3	4	4	3	3	9	5			
12/1961	4	5	6	22	10	10	9	10	5	16	8	6	7	8	8	6	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	24	10	6	5	23	29
01/1962	14	8	10	22	10	8	7	26	15	16	11	9	8	7	7	40	39	23	19	19	18	16	31	19	13	13	27	82	35	25	17		
02/1962	16	13	14	12	33	39	32	29	49	34	32	32	29	22	21	17	21	19	40	31	17	15	18	22	46	24	19	18					
03/1962	16	14	29	17	18	18	17	16	13	11	9	12	11	10	16	16	13	11	10	10	11	10	10	9	9	9	9	9	8	8	8		
04/1962	8	9	9	9	9	9	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	8	9	9	9	9	9	9	8	9	13			
05/1962	10	8	14	19	9	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	12	10	
06/1962	8	8	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6		
07/1962	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	8	8	6	6	5	4	4	4	4	4	4	4		
08/1962	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	17	6	5	4	4	3	3	3		
09/1962	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	4	5	4	3	3	3	3	3	3	3	5	22	13	8	6	5	4	4	5			
10/1962	6	4	4	5	6	6	5	4	4	8	14	14	8	7	7	6	6	5	5	6	10	7	6	5	6	6	5	5	24	10	8		
11/1962	7	19	15	10	8	7	6	12	23	17	13	13	11	12	10	8	7	9	8	9	9	49	19	16	13	11	9	9	8	9			
12/1962	8	8	7	19	13	15	13	11	9	9	9	9	12	18	24	15	14	16	19	17	26	18	19	19	15	13	15	23	23	18	16		
01/1963	15	16	13	12	11	10	10	10	9	9	8	8	8	8	8	9	8	12	13	17	13	12	10	26	17	13	10	10	10	9	22		
02/1963	12	12	20	27	20	52	31	26	27	19	17	13	14	15	13	11	16	18	13	12	12	18	13	12	12	12	11	10					
03/1963	9	10	10	16	19	10	9	8	8	8	8	7	8	7	7	6	5	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	18	6			
04/1963	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	19	7	6	5	5	18	8	6	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
05/1963	4	4	4	4	8	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	18	8	5	5	5	5	5	4	4	3	3	3	3	3	3		
06/1963	3	5	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
07/1963	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	2	2	2	2	2		
08/1963	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2		
09/1963	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
10/1963	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2	2	2	2		
11/1963	2	2	2	2	2	2	2	2	6	3	6	3	2	2	2	20	8	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3		
12/1963	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	4	3	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3		
01/1964	3	5	4	32	35	18	14	8	10	25	11	7	6	6	6	8	6	5	4	4	12	5	5	26	24	30	22	15	14	10	7		
02/1964	7	17	25	110	29	15	10	8	7	7	7	7	8	12	35	35	24	17	14	39	30	66	49	28	23	22	18	14					
03/1964	10	10	9	9	9	9	7	9	9	11	9	9	9	9	23	18	12	9	11	9	8	8	8	8	8	8	7	7	8	33	19		
04/1964	19	18	14	11	9	9	9	8	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8	7	7	7	6	6	6	7	7			
05/1964	9	11	10	7	7	6	9	8	8	8	8	7	7	11	7	7	7	7	7	6	6	6	7	7	6	6	5	5	6	13	17	13	
06/1964	8	6	6	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	6	5		
07/1964	5	5	6	11	6	16	8	6	5	6	5	5	5	5	5	4	4	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	6	5	4	4		
08/1964	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	4	5	4	3	3	3	3	3	3		
09/1964	3	3	11	10	8	6	5	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
10/1964	3	3	3	7	4	4	14	5	9	8	6	7	12	11	6	5	4	8	5	6	6	5	4	7	5	4	4	4	4	4	12		
11/1964	6	17	13	8	6	11	9	8	6	6	18	8	6	5	4	6																	

01/1966	14	21	29	18	27	24	29	43	29	43	86	199	115	96	72	49	33	30	28	26	23	22	21	20	19	18	18	18	20	16	15		
02/1966	16	16	15	15	14	13	12	11	10	10	10	10	10	10	10	9	9	9	10	9	8	12	10	9	13	10	24	16	12				
03/1966	10	14	17	13	30	15	19	17	16	14	50	37	21	19	17	13	12	11	11	11	10	10	10	10	10	10	173	38	26	21	19		
04/1966	18	17	36	29	24	23	30	25	27	27	32	27	22	21	20	19	17	16	15	15	14	14	13	13	18	14	13	12	12				
05/1966	11	11	11	11	11	14	13	12	11	11	11	13	12	12	11	12	12	9	9	9	9	9	11	27	14	12	11	11	10	10	10		
06/1966	10	10	10	10	9	9	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7	7	7	7	7	7	7	8			
07/1966	11	9	8	7	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5		
08/1966	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	8	6	6	6	5	5	5	5	5	15	7	7	6	6			
09/1966	5	5	5	5	8	7	7	6	6	5	5	4	4	4	4	4	4	11	6	5	10	7	6	6	6	5	5	5	5	5			
10/1966	5	5	5	5	5	8	7	24	12	10	7	6	6	5	5	5	8	6	15	11	7	6	6	6	6	5	5	6	31	17	13		
11/1966	10	10	30	18	15	10	9	15	12	11	21	12	33	39	22	17	27	34	19	17	14	27	33	28	20	16	15	14	16	14			
12/1966	12	12	12	11	11	13	11	14	11	9	9	9	9	9	8	16	20	12	13	10	46	40	52	92	77	36	30	80	36	30	30		
01/1967	33	33	24	21	25	27	36	24	21	36	27	27	46	42	25	47	31	27	24	27	24	22	25	65	33	33	36	45	32	32	30		
02/1967	27	24	26	29	24	22	22	24	22	26	27	39	27	27	32	25	23	61	149	58	45	38	33	30	30	28	26	22					
03/1967	21	25	26	24	22	32	30	33	36	28	24	23	23	26	23	25	25	28	48	28	26	25	27	23	22	20	21	19	18	38	31		
04/1967	25	23	20	18	35	23	19	19	18	17	17	17	16	15	15	14	28	23	19	17	16	19	15	14	14	15	15	15	14	14			
05/1967	16	16	15	14	26	18	15	15	15	15	14	13	12	12	12	12	12	11	11	10	10	10	10	9	9	9	9	9	9	9	9		
06/1967	8	8	8	8	8	8	13	11	9	8	9	9	9	8	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	8	9	7	7	7	7	7		
07/1967	6	6	6	6	6	6	7	7	7	6	6	9	8	7	7	28	24	17	11	9	8	8	8	7	7	7	7	7	7	7	7		
08/1967	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
09/1967	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	7	5	5	5	4	4	4	4	7	6	5	5	5	5	5	5	5		
10/1967	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	6	5	4	12	9	6	6	6		
11/1967	6	5	4	5	20	12	6	5	5	5	4	4	4	4	6	5	24	16	17	11	8	7	6	6	5	7	6	8	23	9			
12/1967	7	7	6	22	29	17	13	12	11	35	18	12	11	9	8	21	17	12	12	12	14	20	50	62	20	25	33	28	27	28	33		
01/1968	26	23	26	20	20	20	23	20	16	14	22	17	16	14	12	12	11	10	17	26	24	13	12	11	11	10	9	9	8	8	8		
02/1968	20	16	13	13	12	11	10	10	9	9	9	8	7	10	8	25	22	13	9	9	8	8	9	9	13	86	33	33	29				
03/1968	30	66	31	40	29	23	21	19	17	16	16	17	19	16	20	20	41	25	21	20	18	17	16	15	14	13	21	35	21	21			
04/1968	22	22	19	18	18	31	25	21	19	18	16	16	15	14	13	13	13	12	12	11	30	20	14	16	16	14	14	13	13	12			
05/1968	12	12	12	11	11	11	11	11	11	11	11	11	10	10	9	9	10	15	10	9	9	8	8	11	9	9	8	11	10	9	8	8	
06/1968	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6		
07/1968	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	13	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	11	6	5	5	13	15	8	7	7		
08/1968	6	6	6	6	7	6	9	6	6	9	8	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5		
09/1968	10	7	6	17	12	10	8	7	7	7	6	6	5	5	7	6	6	6	6	5	5	7	6	6	6	6	5	5	5	6			
10/1968	7	6	6	6	5	5	5	5	5	6	8	10	10	7	6	7	8	11	10	8	7	11	6	7	7	6	7	6	6	5	5		
11/1968	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	24	21	10	7	6	6	6	5	5	5	6				
12/1968	5	22	32	42	17	13	10	9	23	21	13	10	9	8	7	7	7	6	8	9	8	7	6	6	6	35	9	11	39	11	9		
01/1969	8	8	8	8	7	7	7	7	12	8	22	12	18	10	9	9	11	10	8	8	8	9	62	118	72	72	60	33	23	20	17		
02/1969	15	14	15	21	14	14	14	13	12	12	11	11	10	10	9	9	8	8	19	15	23	14	16	15	14	13	13	13					
03/1969	11	17	25	13	15	13	13	12	12	27	28	27	23	30	18	16	14	13	13	12	11	10	10	12	11	11	11	10	9	10	12		
04/1969	10	9	25	29	16	14	12	12	11	11	11	10	10	9	9	9	8	8	8	8	9	7	7	11	9	9	9	8	8	8			
05/1969	7	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	10	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	6	9	
06/1969	5	5	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
07/1969	5	5	9	6	5	5	4	4	4	5	5	4	10	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
08/1969	4	4	21	13	8	7	7	6	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4		
09/1969	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	17	5	4	4	4	4	3	3	3	3	3		
10/1969	3	4	3	4	4	9	15	19	9	6	5	6	5	5	5	5	5	5	5	5	17	11	7	6	20	9	6	5	6	5	5		
11/1969	10	7	6	6	5	5	5	5	8	14	24	28	11	8	7	6	8	7	12	8	7	7	16	16	9	8	7	6	14	11			
12/1969	30	19	12	10	9	9	12	19	18	13	11	10	10	18	26	13	11	11	10	8	7	7	7	14	33	30	16	13	11	10	10		
01/1970	10	10	10	10	10	10	11	10	10	68	28	19	16	13	16	13	11	11	16	16	16	15	12	11	10	13	25	15	13	11	11		
02/1970	11	11	9	8	8	8	8	8	7	7	7	7	7	7	6	6	7	7	6	6	7	7	33	12	8	8	9	10	13	10			
03/1970	10	8	8	8	9	12	8	10	8	16	8	9	9	17	10	9	9	8	7	10	7	7	7	7	7	8	7	6	6	6	6		
04/1970	6	6	6	6	6	6	6	6	8	13	7	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	6	13
05/1970	7	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3
06/1970	3	3	3	3	3	3	3	3	3	7	5	4	3	3	7	5	5	4	4	4	4	4	3	3	3	5	5	4	4	4	4	4	
07/1970	3	3	6	5	4	4	4	4	4	6	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
08/1970	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
09/1970	11	7	6	5	5	5	4	4	4	4	14	5	4	7	22	11	14	9	6	5	5	5	4	4	7	12	7	6	5	5			
10/1970	5	5	5	14																													

01/1972	13	12	12	12	11	10	24	18	11	16	14	11	9	8	8	7	7	7	7	7	7	7	9	14	12	22	17	14	10	9	20	10
02/1972	13	11	11	18	14	12	11	11	10	9	8	7	6	6	7	10	8	7	6	17	12	12	49	21	15	11	30	56	23			
03/1972	18	21	28	19	16	17	14	13	13	12	20	27	24	20	16	14	13	12	11	23	12	12	37	15	12	16	12	11	11	11	10	
04/1972	12	11	10	10	19	18	12	11	10	9	9	9	9	8	8	23	18	13	10	10	10	10	9	9	9	9	12	9	9			
05/1972	8	8	8	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	8	7	6	6	6	9	7	6	6	6	6	5	
06/1972	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
07/1972	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	7	15	5	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	
08/1972	3	3	3	4	7	7	11	6	4	4	3	3	3	5	7	5	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
09/1972	3	4	3	3	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	15	7	4	3	5	4	8		
10/1972	4	3	3	15	31	13	19	10	10	13	13	9	8	6	6	8	12	7	6	6	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	3
11/1972	3	3	30	11	8	8	6	5	5	5	7	7	6	40	12	11	8	15	36	14	18	12	11	9	8	25	25	12	9	10		
12/1972	20	9	11	11	13	9	8	8	7	7	9	8	9	11	7	7	6	6	6	9	9	6	7	15	9	8	9	14	13	8	23	
01/1973	11	15	13	12	12	9	12	9	18	10	10	17	10	14	11	46	58	38	24	19	16	18	15	13	11	19	28	16	20	23	25	
02/1973	16	18	13	22	27	26	60	30	24	20	17	16	15	14	13	13	23	17	15	19	13	12	13	15	13	14	14	11				
03/1973	10	10	9	10	11	9	9	9	9	18	11	14	16	14	11	9	9	8	8	10	12	13	30	16	14	11	10	10	10	9		
04/1973	10	9	8	8	7	7	7	7	16	14	25	13	11	23	12	9	9	9	9	9	9	38	14	11	9	9	9	8	8	8		
05/1973	8	8	8	8	8	8	9	10	9	10	10	27	10	9	9	9	8	8	8	8	8	9	9	8	7	7	7	7	7	7		
06/1973	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	5		
07/1973	5	5	7	7	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	14	7	6	5	4	4	4	
08/1973	4	4	4	4	4	8	6	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	
09/1973	3	3	4	3	3	3	3	10	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	12	14	4	5	6	4	4	4	4		
10/1973	4	4	4	4	3	3	3	29	6	5	4	4	14	5	5	5	5	17	12	7	5	5	6	8	6	7	10	9	6	60		
11/1973	23	17	41	22	13	14	11	10	8	7	6	6	7	32	28	13	8	7	82	29	21	15	13	13	37	24	15	14	11			
12/1973	11	10	10	11	12	40	35	23	27	24	14	14	13	12	10	13	19	19	17	15	35	51	24	18	24	26	25	21	19	18	18	
01/1974	20	24	26	23	20	18	16	18	21	15	16	18	17	20	22	15	13	13	12	11	13	17	15	14	12	22	40	35	26	20	18	
02/1974	17	14	13	12	12	12	12	13	14	12	17	13	13	12	11	9	9	12	16	11	10	10	10	10	10	9	9	9				
03/1974	9	8	8	7	9	8	7	9	7	6	6	5	7	7	6	6	6	6	6	7	7	21	24	8	12	27	17	11	9	9	8	
04/1974	7	7	16	10	8	17	9	8	7	7	6	11	12	44	13	11	8	7	7	7	17	9	9	8	15	17	12	12	10			
05/1974	9	9	8	8	8	7	7	7	7	6	6	6	6	11	6	6	6	6	6	7	7	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	
06/1974	5	5	5	5	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	4	4	4	8	12	8	8	8	10	8	7	6	
07/1974	6	6	6	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
08/1974	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	
09/1974	3	3	3	3	3	3	6	6	4	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4		
10/1974	4	3	3	4	3	3	5	4	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	17	8	4	5	4	3	3	5	3	10	35	12		
11/1974	6	5	4	4	4	4	9	5	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	6	3	9	4	4	4	4	3	5	8	4		
12/1974	4	3	3	26	13	10	8	7	7	9	6	6	5	5	20	13	42	18	39	19	12	11	23	19	16	13	13	12	12	27	19	
01/1975	24	53	26	20	19	18	18	13	13	22	25	47	33	22	25	20	28	28	48	53	34	43	41	31	24	19	19	17	17	20	18	
02/1975	23	19	19	27	32	21	18	16	26	24	18	17	16	14	12	12	11	11	11	16	14	14	15	23	13	19	17	27				
03/1975	14	12	13	12	11	10	10	10	11	11	15	10	9	9	8	10	8	10	8	8	8	8	7	7	24	20	17	14	11	10	9	
04/1975	8	8	20	21	20	13	11	10	9	8	8	8	8	8	8	28	13	10	9	9	10	9	9	8	8	8	8	8	8	7	7	
05/1975	7	7	7	15	10	8	8	10	9	9	9	9	8	8	8	8	8	12	11	10	10	8	8	8	10	8	8	8	8	7	7	
06/1975	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	5	10	6	6	5	5	6	7	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	
07/1975	5	5	8	10	7	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	4	4	6	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
08/1975	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
09/1975	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	8	8	4	4	
10/1975	3	3	9	10	6	10	6	4	4	5	5	11	10	6	20	10	7	6	10	10	8	6	5	5	5	5	4	4	4	5	9	
11/1975	9	9	7	6	6	6	9	8	6	43	17	30	12	10	7	6	6	6	21	10	9	9	8	8	13	93	35	25	13	15		
12/1975	14	10	10	10	9	9	8	7	7	9	8	7	11	43	29	14	13	12	11	10	10	16	14	13	19	35	24	16	15	12	11	
01/1976	11	10	10	12	12	12	11	18	22	12	12	32	23	15	12	11	10	10	10	9	9	8	11	10	10	9	15	10	15	10	10	
02/1976	13	18	19	13	11	22	14	12	28	15	11	11	11	10	10	10	16	11	11	10	10	10	10	10	28	15	13	11	12			
03/1976	11	11	11	11	11	10	10	10	10	10	9	10	10	11	10	16	11	10	8	11	9	35	17	17	12	10	11	13	16	12	11	
04/1976	10	9	9	9	10	8	8	8	8	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	10	9	7	6	6	6	6	6	
05/1976	14	15	11	10	10	9	8	8	7	13	10	10	9	10	9	8	8	8	7	9	7	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	
06/1976	7	7	7	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6	7	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5		
07/1976	5	10	6	10	6	6	5	5	5	7	9	7	4	4	4	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
08/1976	3	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3	16	14	19	8	5	5	5	5	12	9	6	5	4	4	4	4	4	5	25	9	
09/1976	7	7	7	6	6	9	8	8	7	6	6	6	8	16	13	27	13	9	8	7	7	6	6	6	6	6	7	37	13	9		
10/1976	8	8	8	7	7	6	6	6	6	21	10	7	7	7	7	6	6	6	9	42	18	10	10	10	12	10	20	12				

01/1978	14	23	21	17	15	14	14	13	12	13	28	32	43	30	26	110	34	29	25	23	21	19	18	18	17	17	16	15	14	14	13
02/1978	13	13	13	13	18	14	28	31	20	20	20	18	20	33	22	20	18	54	22	20	20	20	20	18	18	16	15	15			
03/1978	14	14	14	13	20	57	27	16	13	12	12	12	12	11	11	11	11	11	11	11	10	10	12	14	11	9	16	12	17	12	
04/1978	10	10	15	10	10	9	9	9	9	9	9	9	9	8	8	10	9	8	9	16	13	12	12	11	11	11	11	11	11		
05/1978	10	9	9	11	27	13	12	11	11	10	10	10	10	9	9	9	9	9	9	11	11	15	12	10	9	9	8	8	8	8	
06/1978	18	14	14	13	10	10	9	9	8	8	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	6	6	6	5	
07/1978	5	5	5	5	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	7	5	5	5	5	5	6	5	5	5	4	4	4	4	4	
08/1978	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	8	5	5	4	4	4	4	4	4	4	5	6	4	4	4	4	
09/1978	14	10	6	5	10	6	5	4	5	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
10/1978	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	8	6	5	4	4	10	5	4	6	6	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	
11/1978	4	8	5	4	3	18	5	4	4	4	4	43	12	5	4	4	4	4	4	4	4	4	8	6	89	23	12	10	33		
12/1978	8	8	8	8	8	7	8	19	17	11	10	9	8	8	7	8	10	12	14	10	9	23	20	14	12	10	12	18	13	11	
01/1979	18	15	24	44	23	18	17	15	19	16	14	13	13	12	12	11	11	11	11	12	35	41	21	15	17	20	20	21	32		
02/1979	23	22	22	21	80	38	28	20	24	18	18	17	16	28	40	22	19	18	42	28	28	47	26	23	21	20	18	18			
03/1979	17	18	25	19	18	18	19	18	17	16	15	14	13	25	24	16	14	14	14	14	13	12	12	13	16	17	15	13	11		
04/1979	6	6	5	9	8	10	18	16	11	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11	25	26	12	10	10	9		
05/1979	9	9	8	8	9	7	6	6	5	5	8	6	5	5	9	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	10	12	
06/1979	7	6	6	6	6	6	6	6	14	8	6	6	6	6	14	7	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	8	7	7		
07/1979	6	6	6	5	5	5	5	5	43	9	11	8	7	6	6	6	7	5	5	11	8	7	5	5	5	5	5	5	5		
08/1979	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	11	5	5	5	5	5	10	7	6	5	5	5	5	5	14	6	5		
09/1979	5	5	5	5	7	14	6	6	5	5	5	5	5	6	14	11	9	12	23	17	12	8	7	7	6	6	5	5	5		
10/1979	5	5	5	8	5	5	5	5	7	7	5	5	5	5	5	9	6	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
11/1979	6	28	14	12	9	7	6	5	10	8	33	11	10	9	8	8	7	6	6	7	7	6	17	12	18	30	29	14	12		
12/1979	9	8	9	9	20	11	8	8	8	8	8	9	10	7	8	8	17	9	8	8	12	9	12	16	19	17	49	18	14		
01/1980	61	27	17	14	12	11	11	10	10	10	10	31	40	24	47	25	27	69	29	28	52	26	24	18	20	24	25	21	20		
02/1980	15	88	37	26	22	19	18	16	15	15	14	14	13	18	16	13	16	17	20	15	26	16	14	14	14	13	12	12	12		
03/1980	12	12	11	10	10	10	10	9	9	9	9	10	9	16	14	10	9	9	9	8	8	8	8	8	8	8	7	7	7		
04/1980	17	10	10	16	43	26	20	14	12	12	8	9	10	13	32	20	14	12	11	10	10	9	9	9	9	9	9	9	9		
05/1980	8	8	8	8	8	8	8	7	7	7	7	6	7	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	7	5	5	5	4	4		
06/1980	5	5	6	9	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	8	10	7	5		
07/1980	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	8	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4	4	4		
08/1980	10	5	5	5	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	3	3	4	5	4	4	3	3	5	4	4	14	13	7		
09/1980	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	5	6	4	4	13	13	6	5	7	5	5	4	4		
10/1980	4	4	3	3	3	3	5	8	6	6	41	27	16	11	8	6	6	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4		
11/1980	14	6	5	5	4	4	4	17	19	9	15	56	23	13	10	8	8	7	6	13	6	5	5	4	20	10	7	5	5		
12/1980	94	63	30	108	18	24	18	19	17	18	14	13	25	22	21	15	28	17	15	13	12	12	12	12	11	15	12	13	24		
01/1981	17	29	20	18	17	17	16	14	14	30	28	35	54	29	30	37	25	20	20	17	28	49	32	24	25	28	26	25	24		
02/1981	19	19	18	18	18	18	20	18	20	22	18	16	15	14	14	14	13	16	14	15	14	16	14	16	14	13	12	12			
03/1981	11	10	10	10	17	13	18	18	18	15	13	12	13	11	10	10	11	52	26	18	17	17	14	13	12	12	11	13	19		
04/1981	16	15	11	10	9	11	13	12	16	14	11	10	10	9	9	8	13	31	18	14	12	11	10	10	10	9	9	10	21		
05/1981	10	10	9	9	9	8	8	8	8	8	8	7	7	7	7	7	8	8	7	7	7	7	7	7	7	6	6	11	7		
06/1981	6	6	6	6	6	7	13	7	6	6	6	6	5	5	5	5	7	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
07/1981	4	4	17	19	11	8	7	6	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
08/1981	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	5	4	6	4	4	5	4	4	4	4	4	4		
09/1981	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	5		
10/1981	6	3	3	3	3	4	4	4	5	4	4	4	4	5	5	12	5	4	4	53	10	6	4	4	4	3	14	7	5		
11/1981	4	4	5	11	8	5	4	4	4	11	73	24	13	11	9	7	19	15	10	16	13	10	8	7	7	17	12	9	9		
12/1981	9	28	168	70	23	18	28	43	28	36	25	28	115	35	26	24	35	27	23	19	18	16	16	15	17	15	17	15	13		
01/1982	12	33	130	47	33	33	25	23	19	18	24	35	28	23	21	19	18	17	16	15	17	17	25	85	39	25	23	21	19		
02/1982	18	18	17	16	17	17	17	17	14	13	13	12	12	11	11	11	10	10	10	9	9	11	11	40	40	36	24				
03/1982	22	45	36	25	20	17	21	21	26	67	39	39	29	28	25	21	25	23	20	19	18	16	46	28	33	23	20	19	22		
04/1982	49	28	24	25	21	21	21	20	19	19	17	16	16	16	18	18	16	15	19	15	14	14	13	14	13	13	12	12	13		
05/1982	13	12	11	10	13	10	11	11	10	10	10	10	10	9	9	9	9	9	10	9	9	8	8	8	10	9	8	8	8		
06/1982	8	8	8	7	7	7	8	7	7	7	7	6	6	6	6	7	9	7	6	6	6	6	7	6	6	12	8	6	6		
07/1982	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	12	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	14		
08/1982	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	13	48	12	8	5	4	4	4	9	11	6	5	5	5	5	4	4	4	4		
09/1982	4	5	4	4	4	4	29	9	6	5	5	4	4	4	4	4	3	3	3	5	5	4	4	4	4	3	3	4	7		
10/1982	4	4	4	4	4	3	3	3	7	10	19	8	29	17	8	6	5	5	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	25		
11/1982	6	6	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	10	5	8	5	5	4	4	4	4	4	5	9	24	6	12		
12/1982	4	5	37	24	11	11	14	20	19	14	10	9	8	7	8	8	7	8	18	29	14	16	42	23	16	23	17	21	33		
01/1983	65	32	24	23	21																										

01/1984	13	13	13	12	12	17	12	12	11	11	11	11	10	10	9	9	9	9	9	9	15	15	20	14	13	12	13	10	13	11	9	
02/1984	9	9	11	11	11	9	9	10	10	15	12	13	11	11	8	9	9	8	8	7	9	8	8	9	9	8	7	7	6			
03/1984	7	7	7	7	7	13	7	11	8	7	7	7	7	7	7	6	6	5	5	5	6	13	17	7	6	5	6	5	5	9	37	
04/1984	11	8	10	6	26	10	11	9	8	10	12	9	8	7	7	7	6	6	7	6	10	6	6	13	8	7	9	7	6			
05/1984	7	15	7	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	13	6	5	32	7	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4		
06/1984	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	5			
07/1984	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	3	12	4	
08/1984	3	2	2	5	3	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	5	3	18	7	4	4	3	3	
09/1984	2	2	2	2	2	2	2	4	6	4	3	3	2	2	2	2	1	1	2	2	2	6	5	3	2	2	3	2	2	1		
10/1984	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	26	9	7	4	3	3	18	5	3	3	2	2		
11/1984	13	5	3	3	2	2	6	3	2	2	4	8	11	9	4	3	3	4	4	4	5	9	6	5	4	6	13	9	6	5		
12/1984	5	5	6	8	5	4	4	20	14	9	5	5	4	11	13	17	11	7	9	6	5	6	5	5	4	13	13	11	7	7	31	
01/1985	18	11	21	14	9	8	8	17	39	17	12	10	8	8	9	9	16	13	10	19	13	10	22	82	58	38	29	37	25	42	44	
02/1985	29	27	33	25	23	18	17	16	14	18	15	14	12	12	14	13	11	11	10	10	9	12	19	15	16	13	12	37				
03/1985	16	18	20	19	20	17	15	14	18	21	15	14	13	27	17	14	14	41	17	14	13	12	12	11	10	10	11	10	10	10		
04/1985	20	11	11	9	8	10	8	8	12	8	8	25	12	12	9	8	8	15	53	20	14	12	10	9	9	8	8	8	8	8		
05/1985	40	12	11	10	9	8	8	8	8	7	8	8	7	7	7	7	7	6	6	6	6	16	7	7	6	6	6	6	5	5	6	
06/1985	5	5	8	9	9	6	6	5	5	12	6	6	5	5	5	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
07/1985	4	4	4	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
08/1985	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	3	3	3	3	4	14	6	4	3	2	2	3	2	4	
09/1985	5	16	10	5	5	3	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2	1	2	2	2	8	3	4	6	4	3	3	2	2	15		
10/1985	5	4	7	4	3	3	2	8	4	3	3	3	2	2	2	1	1	2	1	1	2	8	3	3	9	14	4	3	2	1	3	
11/1985	3	3	3	46	28	9	7	5	4	3	3	3	3	2	3	2	2	2	2	2	2	6	3	3	10	19	8	36	15	19		
12/1985	18	7	7	40	14	14	9	8	7	6	5	5	5	5	8	5	4	4	4	4	16	7	15	39	57	20	65	35	20	21	18	
01/1986	16	14	17	13	11	20	13	12	13	19	24	30	17	19	17	15	12	11	10	12	12	13	12	9	8	10	10	8	10	7	7	
02/1986	7	7	9	16	12	9	9	11	7	7	7	17	12	12	9	13	12	13	30	18	14	17	12	10	9	8	8	8				
03/1986	8	8	7	9	10	8	10	81	21	13	10	9	8	10	8	8	7	8	7	8	8	7	7	7	6	6	16	8	5	5	16	
04/1986	9	7	6	6	6	6	6	7	6	6	5	6	6	5	5	44	13	9	7	7	7	7	25	13	8	7	8	19	11	9		
05/1986	8	7	7	6	6	6	6	6	6	6	5	5	7	6	6	5	5	5	15	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	
06/1986	7	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
07/1986	3	3	3	3	3	3	13	5	4	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	22	11	7	5	5	4	4	3	3	3	
08/1986	19	5	4	4	3	3	3	3	3	3	2	2	5	3	5	3	3	3	3	3	8	7	4	3	3	3	3	2	2	2	2	
09/1986	4	3	2	2	2	2	2	5	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	2	1	9	9	4	3	2	2	26	7	5	4		
10/1986	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	3	2	4	7	7	4	2	1	1	1	1	1	
11/1986	1	1	1	1	1	1	1	14	4	2	8	7	9	6	23	3	3	3	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	5	2	
12/1986	1	1	3	4	4	3	8	5	11	10	4	8	9	6	5	5	3	3	3	4	5	4	11	21	69	104	98	37	24	27	21	
01/1987	27	17	20	48	17	15	14	13	12	14	14	12	13	11	10	9	21	16	28	16	14	50	23	22	30	20	31	24	28	22	18	
02/1987	16	15	15	14	14	14	14	12	11	52	20	18	19	18	15	15	15	27	16	14	13	12	12	11	11	11	12	11				
03/1987	10	10	10	10	9	9	9	10	19	59	35	18	52	23	20	22	26	24	22	20	19	18	17	16	15	14	14	13	14	14	14	
04/1987	13	12	13	22	40	24	19	20	24	18	17	16	14	14	14	13	13	13	12	11	11	11	11	19	22	14	13	15	13	12		
05/1987																																
06/1987	11	11	10	10	10	9	26	14	11	10	10	10	9	9	9	12	14	11	10	9	9	9	11	13	13	10	10	9	9	9		
07/1987	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8	7	7	7	7	7	7	7	7	13	
08/1987	16	10	8	7	7	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	4	4	
09/1987	6	5	5	11	6	13	8	6	6	5	5	8	6	5	5	5	6	6	10	7	6	6	7	8	6	5	5	5	5	5		
10/1987	5	4	10	7	6	5	7	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	6	10	6	5	5	4	4	26	10	6	
11/1987	5	5	4	4	4	4	14	6	6	21	15	12	8	7	7	35	15	10	7	7	6	5	5	6	6	6	10	8	6	6		
12/1987	8	7	6	6	7	34	24	12	28	37	14	18	41	48	20	18	14	13	32	31	18	21	16	14	13	11	11	10	10	10	14	
01/1988	29	14	11	10	37	17	29	18	13	20	17	15	19	13	12	15	13	11	10	10	18	11	11	11	13	12	10	12	13	10	12	
02/1988	21	112	27	63	52	136	42	38	36	30	90	62	52	39	31	30	34	39	49	45	39	47	33	27	27	25	24	22	21			
03/1988	21	24	27	30	26	22	20	19	26	19	17	18	21	18	17	16	27	22	24	21	17	16	15	15	14	13	13	13	13	12	12	
04/1988	12	15	16	13	18	14	12	12	27	13	12	11	11	21	13	12	12	13	13	11	13	11	45	22	14	12	12	51	23	25		
05/1988	19	14	13	14	40	23	20	15	20	16	14	13	13	23	14	13	36	21	21	15	14	17	14	13	20	15	14	13	12	15	18	
06/1988	18	13	12	12	12	11	11	11	11	11	13	12	11	11	18	16	12	11	10	10	10	9	9	9	10	15	14	10	9	9		
07/1988	8	8	8	8	8	8	9	8	9	8	9	17	18	14	12	9	9	8	8	8	8	8	7	7	8	8	6	6	8	8	7	7
08/1988	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	10	7	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	5	5	
09/1988	5	5	6	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	7	6	
10/1988	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	5	5	10	6	5	4	5	13	6	5	7	6	5	8	6	32	18	14	9	7	8	
11/1988	8	57	15	12	51	25	16	11	9	8																						

01/1990	14	14	8	22	17	10	9	8	7	6	5	5	5	5	5	6	5	5	5	8	6	8	12	7	6	6	5	6	5	5	4
02/1990	6	5	4	11	8	6	5	5	5	6	5	5	10	12	10	6	9	5	5	5	5	6	5	7	7	12	11	20			
03/1990	8	7	13	10	7	6	14	8	14	9	7	6	6	5	5	6	7	6	12	15	21	13	12	9	9	10	8	8	9	7	
04/1990	9	11	8	7	7	6	6	9	11	35	10	10	7	8	7	5	7	6	138	25	26	19	14	12	11	11	10	10	8	10	
05/1990	16	28	13	11	10	9	9	9	9	8	8	23	12	10	9	8	18	16	9	8	8	8	8	8	7	7	7	7	7	6	
06/1990	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	19	10	8	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
07/1990	6	5	5	5	5	11	5	5	5	5	15	27	10	7	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
08/1990	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	8	5	5	13	14	7	6	5	5	9	6	
09/1990	5	7	6	6	5	5	5	4	4	4	4	4	4	20	25	10	7	6	5	5	5	5	5	49	23	12	9	7	7	6	
10/1990	6	6	9	7	6	5	5	5	5	5	5	5	15	7	5	12	12	7	6	6	9	6	5	5	15	13	10	12	7		
11/1990	6	12	7	6	5	18	9	7	7	6	6	5	5	6	5	5	5	5	6	6	5	4	5	13	12	7	6	41	10		
12/1990	6	6	6	5	5	5	5	16	19	6	5	6	6	6	8	7	60														
01/1991													41	60	55	67	175	93	40	45											
02/1991																															
03/1991																															
04/1991																															
05/1991	9	9	8	9	9	12	29	19	17	13	12	12	12	11	11	11	11	10	10	10	11	10	10	10	9	9	9	9	8		
06/1991	8	8	8	8	8	8	8	7	13	16	10	9	8	8	8	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6	6		
07/1991	10	7	7	6	8	7	6	6	6	6	6	6	6	6	8	8	7	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	
08/1991	5	5	11	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
09/1991	4	20	7	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	14	6	5	6	12	6	5	4	4	5	12	8	5	8		
10/1991	30	8	26	12	8	6	45	25	14	11	9	8	7	7	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4		
11/1991	4	7	11	8	8	6	5	6	6	13	8	6	5	6	6	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	6	4	5		
12/1991	11	31	8	6	5	5	5	6	6	7	6	12	9	7	12	16	28	23	25	20	27	23	18	15	23	40	21	37	23		
01/1992	16	14	13	25	128	32	25	22	27	25	23	20	18	15	23	33	112	36	28	26	29	145	126	56	37	33	30	27	26		
02/1992	19	16	16	15	14	13	23	20	19	17	16	25	21	15	13	12	12	12	13	12	12	11	11	10	10	20	17	21	27		
03/1992	14	13	13	12	11	11	10	10	13	11	10	11	14	13	11	10	18	12	9	9	9	9	8	9	8	8	10	9	8		
04/1992	8	7	8	7	7	7	16	19	10	9	8	8	7	12	8	8	7	7	7	6	8	7	7	7	7	14	11	8			
05/1992	7	8	8	10	8	12	9	8	7	7	7	7	6	8	7	7	6	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6		
06/1992	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4		
07/1992	4	4	4	4	4	4	11	9	6	6	7	6	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
08/1992	4	4	10	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4		
09/1992	3	3	3	3	3	7	26	24	10	5	5	5	6	5	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	5	31	19	10		
10/1992	6	6	6	10	6	4	7	6	43	15	10	7	11	8	7	6	5	5	5	5	8	6	5	5	5	5	5	5	7		
11/1992	5	5	5	9	68	33	14	15	34	16	15	13	11	12	10	8	47	19	13	12	11	14	13	12	11	20	42	16			
12/1992	12	64	20	16	14	12	12	12	11	10	18	38	21	18	14	13	13	22	14	13	12	12	13	12	17	11	11	10			
01/1993	9	8	9	15	11	13	10	12	11	13	10	10	10	9	8	11	17	14	15	11	11	14	12	11	10	9	9	8			
02/1993	8	9	8	15	12	9	7	8	11	9	8	15	11	11	11	17	9	8	8	8	8	10	8	8	8	12	12	12			
03/1993	8	13	9	9	8	8	7	7	7	7	7	8	14	11	9	7	31	9	13	10	40	21	12	11	10	12	14	10			
04/1993	11	9	13	10	9	20	15	10	14	12	10	10	11	9	9	8	8	8	7	7	8	8	7	7	7	7	7	6			
05/1993	8	7	7	7	7	8	8	7	6	6	6	6	6	5	9	8	7	7	6	6	6	6	5	5	5	5	5	9			
06/1993	9	9	8	6	6	7	6	6	6	5	12	11	8	6	6	6	6	5	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5			
07/1993	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4			
08/1993	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3			
09/1993	3	3	3	5	4	3	3	3	3	3	10	8	5	4	3	4	4	3	3	6	9	6	7	5	16	6	8	6			
10/1993	4	4	4	4	10	5	31	11	6	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3			
11/1993	3	3	4	4	4	4	4	15	7	4	4	4	4	4	4	3	3	14	9	7	5	5	5	9	6	4	4	4			
12/1993	4	4	4	5	4	4	4	6	11	20	18	8	6	5	5	6	17	8	67	37	17	13	5	13	11	9	10				
01/1994	15	12	9	14	17	13	13	9	11	16	13	13	14	27	22	13	11	10	12	12	16	16	16	13	11	12	17				
02/1994	10	9	10	8	8	7	9	9	9	7	7	10	7	7	9	13	7	7	6	6	5	5	5	5	5	7	9				
03/1994	13	10	139	24	18	13	17	21	16	11	10	9	21	21	16	14	14	15	14	17	19	29	28	17	23	15	86				
04/1994	24	89	27	25	21	19	18	16	20	17	16	14	14	13	14	14	12	12	13	14	12	11	16	29	15	12	11				
05/1994	10	11	10	9	9	9	9	9	9	9	8	8	8	10	20	156	58	21	16	14	13	13	13	12	11	11	11				
06/1994	12	11	10	10	13	11	10	10	12	13	10	10	10	9	9	9	9	9	9	9	8	11	9	8	11	9	8				
07/1994	8	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6			
08/1994	6	6	6	8	7	7	6	6	6	5	5	11	7	6	6	5	5	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
09/1994	5	5	5	4	4	4	4	4	4	7	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	6	7	5			
10/1994	4	4	3	3	4	4	5	6	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	6			
11/1994	4	4	4	4	4	4	4	3	18	6	4	4	4	4	4	4	4	29	67	14	10	12	9	7	7	6	6				
12/1994	6	6	5	5	7	7	13	22	13	10	8	10	7	6	8	11	9	11	24	17	11	10	171	45	29	16	16				
01/1995	10	10	11	11	10	10	8	8	7	7	13	8	9	9	7	7	7	6	6	8	10	22	33	18	13	43	24				
02/1995	36	25	24	19	17	16	17	17	26	18	16	32	22	19	22	17	19	17	17	18	15	14	13	13	12	12	11				
03/1995	11	11	10	10	10	11	11	11	9	9	11	10	10	12	11	9	9	9	8	9	8	9	9	8	8	9	8				
04/1995	12	9	9	8	7	7	6	6	7	7	7	7	11	9	8	8	7	7	7	7	10	8									

01/1996	22	26	52	20	19	16	26	18	17	39	20	23	17	15	14	13	12	11	14	13	17	27	16	14	16	12	11	11	11	11	11	10
02/1996	10	12	13	22	16	14	13	18	13	18	14	12	12	18	17	12	11	11	10	10	14	12	12	11	12	10	10	9	9			
03/1996	8	9	11	10	21	15	11	10	12	33	18	16	15	14	11	13	15	14	16	16	16	13	13	11	12	11	10	11	10	10		
04/1996	10	10	9	9	9	8	9	9	9	8	8	10	10	10	9	8	8	11	30	13	11	10	9	9	8	8	8	18	10	9	8	
05/1996	8	8	11	15	9	9	9	8	8	8	9	8	7	7	7	8	9	7	7	7	7	7	7	16	12	8	7	7	7	7	7	
06/1996	7	6	17	9	8	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	9	9
07/1996	6	6	5	5	5	5	6	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	8	6	5	4	4	4	4	4	5	5
08/1996	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	11	6	5	4	8	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
09/1996	4	5	4	28	8	20	20	6	6	5	6	77	23	11	12	9	23	26	9	9	8	8	7	7	7	7	8	7	5	4		
10/1996	4	3	4	10	9	5	9	8	7	5	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
11/1996	3	9	20	64	27	16	11	9	8	8	7	7	7	7	11	15	9	67	20	27	116	41	27	22	18	16	15	14	13	12		
12/1996	12	15	11	19	16	22	16	16	13	12	11	20	23	40	18	15	54	17	16	14	13	16	28	23	23	21	17	15	17	14	14	
01/1997	20	21	25	35	93	63	32	26	27	34	24	23	22	36	39	36	54	34	26	26	24	21	21	19	19	18	17	17	16	21		
02/1997	16	15	15	15	14	13	13	13	14	15	13	12	12	12	11	11	12	11	11	11	11	17	12	11	15	16	15	17	14			
03/1997	22	27	19	52	21	20	16	14	13	13	12	12	11	11	12	38	19	14	13	12	11	11	11	11	10	10	10	10	10	11	10	
04/1997	10	11	11	11	21	12	12	10	11	10	9	9	9	9	8	8	8	8	8	8	8	8	10	8	13	9	8	8	8	8	7	
05/1997	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	9	7	8	15	8	7	7	8	28	
06/1997	11	9	8	8	8	10	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
07/1997	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	
08/1997	4	4	4	4	4	4	4	4	11	7	5	5	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	
09/1997	3	3	3	3	3	4	4	4	3	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	5	4	4	12	
10/1997	8	9	6	5	5	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	6	8	4	4	9	22	6	6	5	9	23	8	5	5	4	
11/1997	4	4	4	4	6	9	5	11	5	4	4	4	4	5	11	5	5	13	11	6	44	13	7	9	9	9	19	11	8			
12/1997	8	9	19	8	7	7	8	8	7	6	6	4	5	5	5	13	27	15	11	8	7	6	7	6	10	7	6	6	6	9		
01/1998	6	5	7	9	6	6	12	22	52	21	14	11	11	9	9	9	11	9	10	11	8	8	8	7	7	7	7	7	7	6	6	
02/1998	6	6	6	6	6	6	7	10	7	6	6	76	18	11	35	33	54	40	21	26	16	17	24	17	16	15	13	11				
03/1998	11	11	11	10	10	9	9	9	9	8	8	10	8	8	17	9	8	9	9	8	30	15	12	11	11	18	11	9	9	9	9	
04/1998	9	32	31	18	13	12	11	11	10	10	9	9	9	9	9	8	8	9	9	8	8	8	8	7	7	8	7	7	7	11		
05/1998	7	7	7	10	16	11	11	9	8	7	7	7	7	7	7	13	8	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	30	10	
06/1998	10	8	7	7	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6	6	5	6	6	6	6	6	6	18	11	9	7	6	6		
07/1998	6	6	5	5	6	5	5	5	5	6	6	7	12	9	7	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
08/1998	5	5	6	5	5	5	7	5	5	5	5	6	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	7
09/1998	5	5	4	4	4	4	3	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	10	5	4	4	4	4	4	4	5	
10/1998	5	8	6	12	24	7	12	9	9	12	7	7	8	7	6	6	7	10	7	6	6	5	5	4	38	12	8	9	7	11	17	
11/1998	15	9	9	9	8	7	6	12	10	8	51	18	11	10	9	9	8	7	20	16	11	57	16	12	10	9	13	12	10	9		
12/1998	8	8	8	7	7	14	23	12	10	10	10	10	8	8	19	13	10	9	10	9	8	8	8	10	20	20	18	14	14	15	12	
01/1999	14	17	23	16	13	17	27	15	14	13	12	12	11	13	21	13	11	10	10	9	9	9	9	15	12	10	9	20	19	15	13	
02/1999	18	13	12	10	10	10	11	13	10	16	18	19	13	11	12	10	11	10	9	9	9	9	8	8	8	12	12	11				
03/1999	9	9	10	13	10	10	11	10	9	10	23	13	33	16	13	11	20	17	14	13	11	10	12	12	11	9	9	11	11			
04/1999	10	9	9	9	9	8	8	8	8	21	9	8	8	8	8	8	8	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6		
05/1999	6	6	6	6	6	6	8	7	7	7	7	6	7	15	9	8	7	7	7	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6
06/1999	5	5	5	5	6	7	7	12	7	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	
07/1999	5	5	5	5	5	7	6	5	6	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	9	
08/1999	6	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	13	9	6	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
09/1999	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	8	5	14	5	4	6	5	4	4	4	4	4	11	10	6	5	4	4	7		
10/1999	5	4	6	7	8	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	6	11	6	5	4	4	6	5	4	8	
11/1999	5	5	4	4	4	17	6	5	6	18	15	8	8	29	20	16	10	8	7	6	6	8	6	8	9	7	6	6	6	5		
12/1999	5	12	8	6	7	11	8	49	12	31	50	30	19	20	15	14	12	10	9	8	7	7	10	10	8	7	12	10	12	10	12	
01/2000	60	126	138	53	29	22	21	17	16	15	13	13	14	17	14	12	13	13	23	13	11	11	10	14	27	40	23	17	16	15		
02/2000	17	17	15	13	12	20	15	14	24	16	15	13	12	12	11	11	34	17	15	13	12	11	11	11	10	10	10	11	11			
03/2000	10	9	9	9	9	8	8	17	12	10	16	59	22	15	13	12	12	18	35	21	16	15	18	15	13	13	13	12	16	17	15	
04/2000	12	13	36	18	16	16	15	14	13	12	12	11	11	11	11	11	10	10	20	11	10	10	10	10	10	9	9	9	9	9		
05/2000	9	9	8	8	8	8	8	9	10	9	11	9	8	8	8	8	8	8	8	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
06/2000	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
07/2000	5	5	5	28	16	10	7	6	6	6	6	6	6	6	6	15	10	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
08/2000	5	5	5	22	15	8	7	7	6	6	6	25	12	9	8	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	5	5	6	13	15	8	7
09/2000	7	43	18	35	17	13	11	10	9	8	8	8	7	7	7	7	7	8	7	7	6	6	6	6	6	6	12	9	7	7	6	
10/2000	6																															

01/2002	25	20	17	15	14	14	13	12	13	11	11	11	11	38	27	45	27	25	39	23	19	17	16	21	20	30	19	16	18	19	17		
02/2002	23	34	41	26	20	18	17	17	27	24	19	17	16	14	14	15	18	19	15	21	44	20	17	24	17	16	15	14					
03/2002	13	13	14	14	13	12	13	11	11	12	11	11	10	11	13	12	12	11	13	11	14	20	13	11	29	34	49	16	13	12	11		
04/2002	11	11	11	10	10	10	10	11	11	10	9	9	9	9	9	9	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7	11	9	8		
05/2002	8	12	20	11	9	8	8	8	9	10	8	8	8	7	7	7	7	7	7	8	7	9	14	12	9	9	8	7	7	7	7		
06/2002	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	7	7	7	6	6	6	6	5			
07/2002	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	14	11	8	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	5	5	5		
08/2002	4	6	5	7	5	7	8	6	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
09/2002	11	9	6	5	5	4	12	11	7	11	7	6	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	6	5	9	16	7	6	5	5	5		
10/2002	5	7	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	5		
11/2002	5	5	4	4	10	28	25	14	8	7	6	10	8	15	8	16	8	8	7	6	6	8	10	11	8	8	9	6	5	5			
12/2002	5	5	19	8	6	7	11	9	27	28	18	68	55	20	17	26	25	62	19	15	14	15	11	18	15	80	21	16	16	16	16		
01/2003	13	12	14	19	14	51	23	16	14	13	84		17	19	21	18	26	29	43	22	67	46	26	21	27	20	36	26	97	53	29		
02/2003	24	22	20	19	18	17	16	16	15	15	14	14	13	12	12	12	13	15	15	13	15	14	12	12	11	11	11	10					
03/2003	10	10	10	11	10	12	10	10	19	12	17	11	17	13	14	20	38	33	19	20	16	26	31	18	17	16	14	14	13	12	12		
04/2003	12	12	11	11	13	11	22	13	12	12	13	11	14	11	11	11	10	10	10	9	9	10	10	9	9	9	9	9	9	8			
05/2003	8	10	20	11	9	11	11	10	9	10	11	9	9	9	9	9	8	8	8	8	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7		
06/2003	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6		
07/2003	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	12	9	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	7	6	5	5	
08/2003	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	4	4	7	6	5	5	4	4	4	4	4	4	15	12	7	22	10	7		
09/2003	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	7	5	14	10	7	12	8	7	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6			
10/2003	5	5	5	4	4	4	4	16	12	7	9	24	12	9	9	7	7	6	6	5	5	5	21	11	7	6	6	10	6	10	7		
11/2003	6	6	51	30	11	9	15	25	14	10	9	8	7	9	8	7	7	6	22	26	13	11	9	8	8	10	11	54	63				
12/2003	25	30	17	15	23	20	19	17	15	15	13	12	11	11	10	9	9	12	11	9	9	11	16	27	59	39	26	16	14	13	17		
01/2004	25	75	33	25	23	19	17	15	45	39	23	19	24	23	22	64	42	26	22	19	18	17	16	16	15	14	13	12	12	11			
02/2004	11	12	12	11	11	12	103	22	16	15	16	20	16	17	53	34	31	19	18	20	25	19	17	48	41	61	118	35	29				
03/2004	25	25	23	22	23	23	20	18	18	17	30	26	19	17	18	26	18	17	16	20	21	17	16	17	16	15	14	15	14	15	14		
04/2004	16	13	13	13	13	13	19	15	13	25	15	15	16	14	13	13	12	13	12	12	26	18	13	12	15	23	16	15	14	13			
05/2004	12	12	11	11	11	11	11	15	11	11	10	10	10	10	9	21	12	11	11	11	13	11	10	10	9	9	9	9	9	9	9		
06/2004	10	10	10	22	12	13	10	10	9	9	8	10	10	9	9	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7	7	7	7		
07/2004	7	7	7	7	7	7	7	7	9	10	14	11	8	8	7	7	7	20	11	24	17	12	10	10	9	8	8	8	8	7	7		
08/2004	7	7	7	7	7	6	6	6	11	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	
09/2004	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6		
10/2004	6	5	16	17	8	7	8	6	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	5	14	9	6	6	5	17	8	7	12	7	6	6		
11/2004	5	12	6	6	6	7	71	23	12	9	8	7	6	6	6	6	13	10	18	12	9	8	7	7	6	6	7	8	76	21			
12/2004	14	12	11	10	23	12	11	20	14	64	21	22	17	14	13	12	15	13	12	12	59	47	67	90	49	32	38	23	20	23	19		
01/2005	17	17	16	15	15	14	14	18	21	22	34	25	22	17	15	14	17	17	149	36	29	25	34	21	29	41	34	30	25	23	37		
02/2005	79	37	33	60	91	71	40	36	33	30	26	25	24	23	22	21	20	19	19	18	22	19	17	18	17	19	19	24					
03/2005	22	30	54	54	28	24	22	20	19	18	17	16	16	16	16	15	16	17	17	17	21	17	15	15	21	33	21	24	18	16	16		
04/2005	15	14	14	13	59	18	16	15	14	14	13	13	13	13	12	12	15	12	12	12	12	18	12	13	12	27	22	15	20	14			
05/2005	23	18	16	14	13	12	12	12	11	11	11	11	11	11	10	10	10	10	10	9	9	10	13	10	25	20	12	11	10	10	10		
06/2005	10	9	9	9	9	9	9	9	9	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	8	25	33	11	9	9	9	9	8	8	8		
07/2005	8	8	8	8	7	7	18	21	15	11	11	9	9	8	8	8	8	8	12	16	11	9	9	8	8	8	8	8	8	7	7		
08/2005	7	7	7	7	7	7	7	6	6	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5		
09/2005	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	5	5	6	11	7	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	7	17	14	8	7			
10/2005	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	6	6	5	5	5	5	5	5	6	6	8	6	6		
11/2005	6	6	10	8	14	11	6	30	12	8	8	8	8	7	6	6	8	9	7	9	22	9	7	7	8	31	16	11	9	8			
12/2005	8	13	49	15	11	11	128	23	17	14	36	41	25	26	22	17	26	16	42	20	22	14	13	13	40	39	17	16	14	14	13		
01/2006	12	14	15	15	18	16	15	12	12	11	10	10	9	9	9	9	8	8	8	8	8	8	8	7	11	14	14	13	9	11	12		
02/2006	17	13	9	9	8	8	8	7	9	8	9	15	21	11	10	19	13	10	10	11	9	9	9	10	8	9	8	8					
03/2006	16	9	9	8	8	8	8	8	8	7	9	7	14	8	8	18	10	8	9	8	12	9	8	7	7	28	22	15	11	10	10		
04/2006	11	9	11	9	10	8	8	7	7	7	8	7	7	6	6	6	18	49	17	12	11	9	9	8	8	8	9	8	7	7			
05/2006	7	10	8	7	7	7	7	7	7	7	11	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6		
06/2006	5	6	6	5	5	5	7	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	7	6	5	5
07/2006	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	11	6	
08/2006	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	10	9	5	
09/2006	4	5	6	6	11	6	5	5	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	6	6	5	8	5	4	7	9	6	5	5	4	4		
10																																	

01/2008	6	6	6	6	6	10	10	7	8	6	9	14	9	8	7	7	6	8	8	11	44	25	21	17	16	12	11	11	11	21	14	
02/2008	16	17	158	35	27	32	36	42	24	18	21	16	15	17	16	15	13	12	15	14	14	22	19	14	27	20	20	16	14			
03/2008	20	15	14	12	12	11	11	11	11	12	10	20	18	72	29	40	21	19	18	16	15	14	15	17	17	20	20	16	15	26	18	
04/2008	14	14	13	17	15	15	21	38	20	17	19	15	15	15	14	26	16	15	14	14	13	27	16	14	13	12	12	11	11	13		
05/2008	22	14	15	13	12	12	11	11	10	10	10	10	10	10	9	9	9	9	9	9	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7	21	
06/2008	10	9	9	8	8	8	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8	7	7	7	7	6	6	7	7	7	9	7	7	6	6	
07/2008	6	6	7	8	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
08/2008	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10	7	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	6	5	4	4	4	5	6
09/2008	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	7	5	5	4	4	5	4	4	4	4	4	5	7	8	8	5
10/2008	5	16	7	5	8	5	6	7	16	8	6	5	5	5	5	4	4	5	5	8	7	5	5	4	4	4	4	4	4	4	7	7
11/2008	7	5	24	8	15	10	18	9	7	6	11	9	8	27	16	9	8	15	10	11	8	8	10	15	37	24	21	17	19	23		
12/2008	16	12	20	14	11	10	10	9	8	7	8	9	11	9	65	31	28	20	23	36		16	16	14	12	13	22	19	25	16	14	
01/2009	18	14	14	12	23	28	20	15	14	13	12	12	11	10	13	30	17	20	20	16	54	77	38	37	27	27	22	60	27	21	29	
02/2009	25	20	21	18	19	25	18	17	19	19	21	18	37	44	26	20	18	17	16	16	15	15	14	13	14	13	12	12				
03/2009	12	11	11	11	11	11	11	12	10	10	11	10	12	11	12	10	10	9	10	9	9	9	9	9	15	9	9	10	12	14	13	
04/2009	12	21	12	10	9	10	12	16	13	10	11	9	9	9	9	9	13	9	8	8	8	8	8	8	13	8	8	8	13	8	8	
05/2009	8	9	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6	8	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	15	9	7	
06/2009	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	6	10	7	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	14	6	5	
07/2009	5	5	6	6	6	5	5	5	5	5	8	6	5	5	5	5	4	6	5	5	5	5	5	5	5	8	6	5	6	5	7	
08/2009	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	8	5	4	5	7	5	4	4	4	4	
09/2009	4	4	4	5	5	4	9	5	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	16	6	6	9	6	5	4	4	8		
10/2009	7	5	5	4	4	4	4	13	52	41	14	9	8	7	9	9	6	13	7	15	8	7	8	6	7	11	11	18	20	14	11	
11/2009	9	11	8	7	7	6	6	6	6	16	75	39	36	16	13	60	26	15	13	11	11	11	9	10	11	13	9	17	13	30		
12/2009	14	13	18	37	48	25	28	31	39	30	28	20	17	18	16	14	14	21	21	14	13	15	12	12	13	18	16	30	27	21	75	
01/2010	33	22	19	18	16	21	16	15	14	13	13	12	12	14	31	21	14	13	12	11	11	22	12	12	16	29	16	13	13	12	12	
02/2010	11	11	11	10	10	9	9	9	9	10	10	9	8	8	8	8	8	17	18	10	9	8	8	8	12	49	16	12				
03/2010	23	37	24	28	30	25	31	19	16	16	16	13	12	13	24	16	22	19	16	15	14	13	13	13	12	12	11	11	11	33	19	
04/2010	14	14	11	11	19	79	64	39	58	35	25	25	21	20	18	17	16	16	15	14	14	14	13	12	13	12	12	13	12	12		
05/2010	12	11	11	11	10	10	10	9	12	19	12	13	12	10	10	9	9	9	9	9	9	9	8	8	8	8	13	12	10	9	9	
06/2010	21	12	10	9	9	12	9	9	8	8	9	24	11	10	9	9	8	8	8	7	7	7	8	7	7	7	7	7	7	6		
07/2010	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6	10	7	12	7	21	11	8	7	7	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	
08/2010	5	5	5	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	7	6	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	
09/2010	4	4	4	4	4	5	4	6	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	10	5	5	4		
10/2010	4	11	8	7	5	5	5	7	6	7	5	8	24	5	4	4	4	11	24	8	6	5	5	8	6	21	14	8	7	6	12	
11/2010	39	16	11	8	7	7	19	10	8	8	48	16	12	12	14	11	11	20	12	9	11	10	11	12	15	19	12	9	9	8		
12/2010	9	9	12	12	9	29	22	35	19	22	14	12	12	20	18	54	19	14	19	15	13	12	23	40	18	15	16	61	27	21	19	

APÊNDICE 3: Série de Vazões Médias Mensais da Estação Pedro do Rio

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1932	29.9	20.3	17.5	9.2	10.1	7.2	4.6	6.7	4.6	8.4	9.1	24.1	12.6
1933	32.2	15.9	17.0	9.4	9.3	5.8	5.0	4.1	4.8	10.5	12.9	20.1	12.2
1934	40.5	15.7	18.1	9.2	7.6	7.2	5.2	4.6	4.9	4.6	6.5	21.0	12.1
1935	25.0	41.3	18.2	12.6	8.2	5.5	5.2	4.6	7.3	12.3	9.3	14.0	13.6
1936	9.8	19.2	24.4	14.0	8.1	6.0	4.2	3.7	4.4	4.2	6.0	14.6	9.9
1937	25.2	16.3	10.0	10.0	12.7	6.8	4.7	3.7	3.3	7.1	10.5	37.7	12.3
1938	19.7	20.7	14.3	15.8	9.9	10.9	6.3	7.8	6.4	8.6	9.6	23.0	12.7
1939	21.8	17.1	12.7	12.6	8.7	6.1	5.2	3.9	5.6	4.1	7.6	17.1	10.2
1940	24.6	20.9	17.2	10.0	8.8	6.4	5.0	4.2	4.6	9.2	16.9	14.0	11.8
1941	18.5	10.5	21.5	13.1	8.3	7.3	-	-	-	-	-	-	-
1958	8.8	10.9	9.7	13.9	11.9	8.4	5.7	3.4	6.3	8.7	14.2	18.4	10.0
1959	26.6	10.4	20.9	9.7	7.5	5.7	4.2	8.4	4.2	4.1	11.6	11.4	10.4
1960	14.3	22.0	27.2	11.6	9.5	6.9	7.0	6.2	4.6	6.6	10.8	17.6	12.0
1961	33.1	27.2	26.4	15.2	10.0	7.0	6.7	4.5	3.4	3.0	3.7	8.8	12.4
1962	19.9	25.5	12.4	8.6	8.1	6.3	4.9	3.9	4.7	7.2	12.5	15.2	10.8
1963	11.8	17.4	8.0	6.1	4.5	3.1	2.6	2.5	2.0	2.1	3.2	2.4	5.5
1964	12.4	24.6	10.6	8.3	8.0	4.6	5.5	3.3	3.7	6.1	11.1	22.4	10.0
1965	26.3	26.4	19.5	14.2	13.5	8.2	6.7	5.3	4.3	10.7	10.2	14.8	13.3
1966	39.4	11.9	22.7	19.7	11.4	8.2	6.5	6.0	5.9	8.7	19.3	25.3	15.4
1967	31.6	34.4	26.4	18.1	12.3	7.9	8.7	5.8	4.7	4.4	8.5	20.4	15.3
1968	15.7	16.2	23.1	16.9	9.9	6.6	6.4	7.1	6.8	6.8	6.1	13.6	11.3
1969	22.3	13.3	15.0	10.7	6.4	5.7	4.9	5.4	3.7	7.1	9.6	14.1	9.9
1970	15.0	9.3	8.7	5.9	4.0	3.9	4.0	5.1	6.8	9.4	11.5	7.9	7.6
1971	8.7	6.7	9.6	8.6	6.4	4.9	3.7	4.3	5.2	7.5	14.1	22.0	8.5
1972	11.8	14.8	16.4	11.0	6.7	4.6	4.2	4.0	3.6	7.9	12.6	9.7	8.9
1973	18.4	18.6	11.4	11.4	8.8	5.4	5.0	3.6	4.3	8.6	18.6	20.8	11.2
1974	19.0	11.8	9.4	11.4	6.6	6.5	4.5	3.5	3.0	5.3	4.5	14.1	8.3
1975	27.0	18.0	11.0	10.6	8.7	5.9	5.2	3.7	4.1	6.9	15.4	14.0	10.9
1976	12.7	13.6	12.0	7.3	8.5	5.3	4.4	6.3	9.5	10.4	16.0	20.0	10.5
1977	22.1	15.2	10.2	13.8	9.2	5.3	4.5	3.9	5.4	4.1	10.9	18.8	10.3
1978	23.2	20.4	14.3	10.2	10.3	8.0	4.9	4.1	4.5	4.0	12.0	11.2	10.6
1979	19.5	26.6	15.8	10.6	7.0	6.7	7.5	5.7	7.9	5.3	12.1	12.0	11.4
1980	25.0	19.3	9.4	13.5	6.1	5.6	4.7	4.9	4.6	7.1	10.5	24.8	11.3
1981	25.4	16.1	15.3	12.4	7.6	5.8	5.7	4.1	3.3	6.7	11.9	31.9	12.2
1982	29.2	16.1	27.3	18.4	9.6	7.0	5.8	7.0	5.2	7.7	5.8	17.8	13.1
1983	28.4	15.8	24.6	16.6	11.4	20.1	9.0	6.3	18.9	14.9	15.5	16.8	16.5
1984	11.8	9.3	8.4	8.8	6.8	3.8	3.0	3.1	2.6	3.5	5.4	8.8	6.3
1985	21.7	17.0	15.6	12.3	8.6	5.4	3.4	2.9	4.2	3.7	8.6	15.9	9.9
1986	13.5	11.5	11.2	9.6	6.0	3.7	4.5	3.9	3.9	2.4	3.7	16.9	7.6
1987	20.3	16.0	18.8	16.1		10.8	7.4	6.2	6.4	6.0	8.6	18.2	-
1988	15.0	44.4	18.9	16.9	17.5	11.6	9.0	6.5	4.8	7.3	16.5	15.3	15.3
1989	17.2	15.5	16.5	11.1	10.0	10.3	8.9	5.9	6.6	5.9	6.2	11.2	10.4
1990	7.8	7.4	9.1	15.4	10.4	6.3	6.6	5.6	8.9	7.6	8.3	-	-
1991	-	-	-	-	11.2	7.9	6.3	4.8	6.3	9.7	5.8	17.1	-
1992	39.7	15.9	10.6	8.6	6.9	4.9	5.1	4.1	7.6	7.8	17.8	16.0	12.1
1993	10.8	9.9	11.8	9.5	6.8	6.3	4.1	3.6	5.2	5.5	5.2	11.8	7.5
1994	14.0	7.5	24.1	18.3	17.7	9.8	6.8	5.7	4.4	4.3	9.5	17.6	11.7
1995	15.2	18.4	9.6	7.7	8.1	6.1	5.1	3.9	6.8	9.3	12.6	14.0	9.7
1996	18.1	12.8	13.6	10.1	8.4	6.6	4.9	4.4	12.5	4.1	21.4	18.6	11.3
1997	29.2	13.3	15.6	9.6	7.9	7.0	5.5	4.2	4.2	6.4	8.6	8.6	10.0
1998	10.5	18.3	10.8	10.7	8.7	7.3	5.8	5.0	4.3	9.4	13.7	11.6	9.7
1999	13.9	11.3	12.4	8.2	6.6	5.6	4.9	4.7	5.2	5.1	8.9	14.1	8.4
2000	27.0	14.2	15.7	12.7	8.0	6.2	7.6	8.5	10.5	6.2	8.6	16.0	11.8
2001	16.8	15.2	14.4	9.8	8.5	6.5	5.9	4.7	5.3	5.5	9.0	24.1	10.5
2002	20.1	20.8	15.0	9.1	8.8	6.1	5.9	4.8	6.6	4.3	9.2	22.2	11.1
2003	-	14.8	16.3	10.9	8.9	-	5.7	6.2	6.2	8.2	16.0	17.7	-
2004	24.4	29.7	19.2	15.1	10.9	9.2	9.6	6.4	4.7	7.5	13.5	26.1	14.7
2005	27.1	31.5	21.7	16.1	12.4	10.0	9.7	6.2	6.6	5.3	10.5	24.9	15.2
2006	11.1	10.5	10.5	10.3	7.1	5.2	4.5	4.4	5.3	6.3	13.9	16.0	8.8
2007	40.5	19.9	11.6	11.4	10.5	7.4	6.6	4.8	4.2	4.6	8.8	13.5	12.0
2008	11.8	25.0	18.8	16.2	10.5	7.3	5.7	5.0	4.7	6.2	13.8		-
2009	24.2	19.4	10.7	10.3	7.0	6.0	5.4	4.5	5.2	11.5	17.4	23.2	12.1
2010	16.3	11.6	18.6	22.0	10.3	9.3	7.1	5.0	4.4	8.4	13.8	20.6	12.3
Mínimo	7.8	6.7	8.0	5.9	4.0	3.1	2.6	2.5	2.0	2.1	3.2	2.4	
Média	20.9	17.8	15.6	12.1	9.0	6.9	5.7	4.9	5.6	6.8	10.9	17.2	11.1
Máximo	40.5	44.4	27.3	22.0	17.7	20.1	9.7	8.5	18.9	14.9	21.4	37.7	

APÊNDICE 4: Curvas de Permanências Mensais do Posto Pedro do Rio

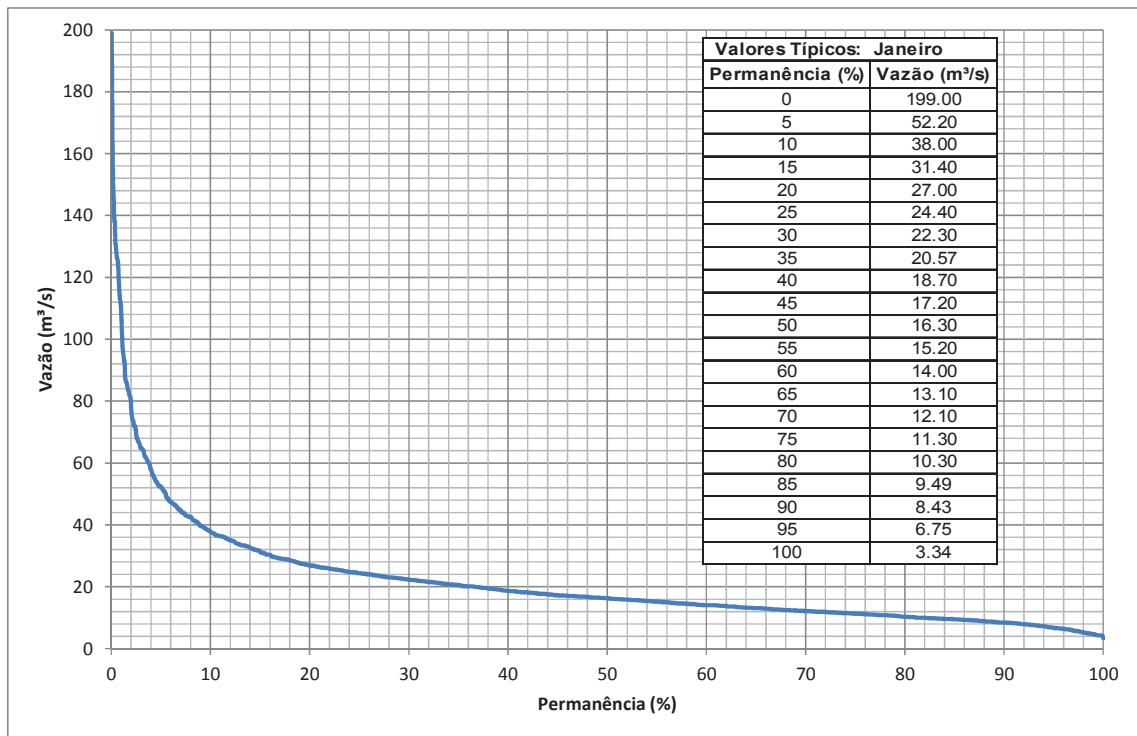


Figura 1: Curva de Permanência do Mês de Janeiro.

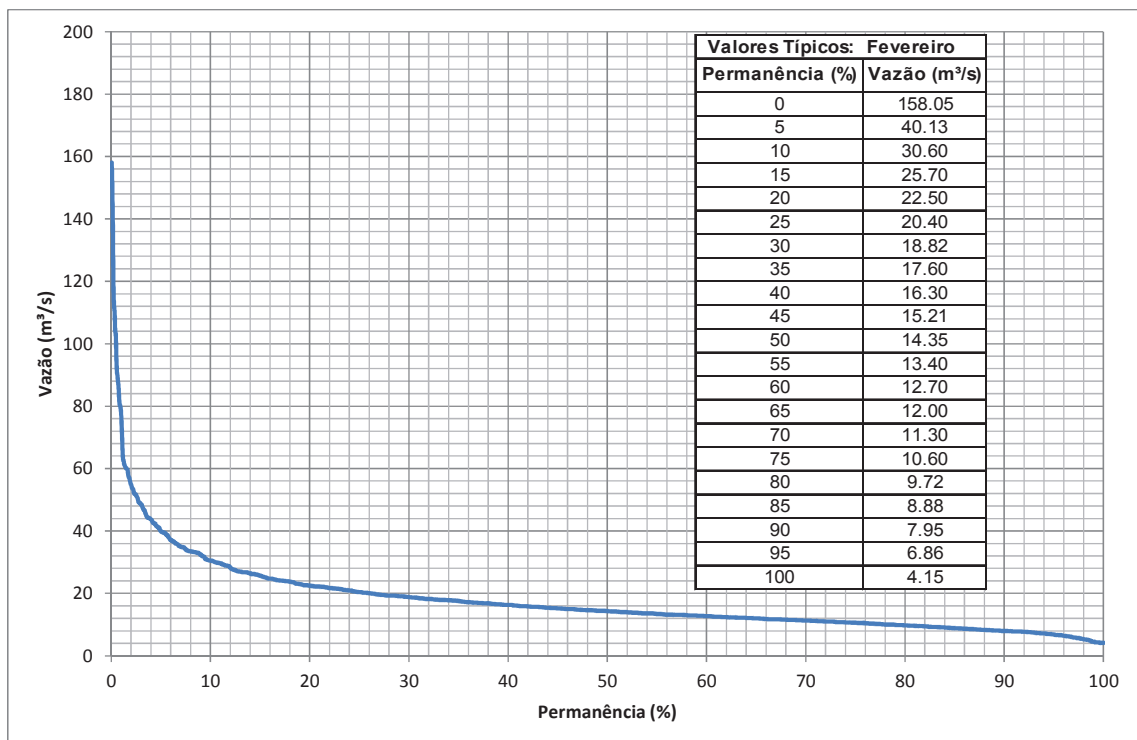


Figura 2: Curva de Permanência do Mês de Fevereiro.

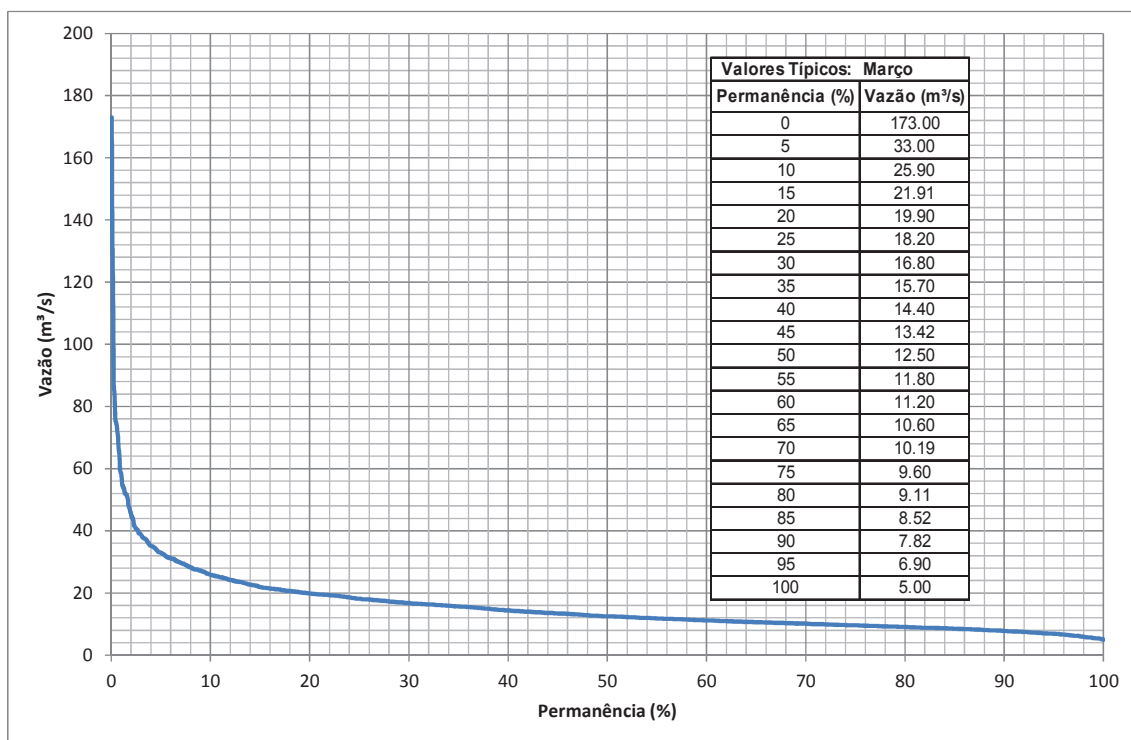


Figura 3: Curva de Permanência do Mês de Março.

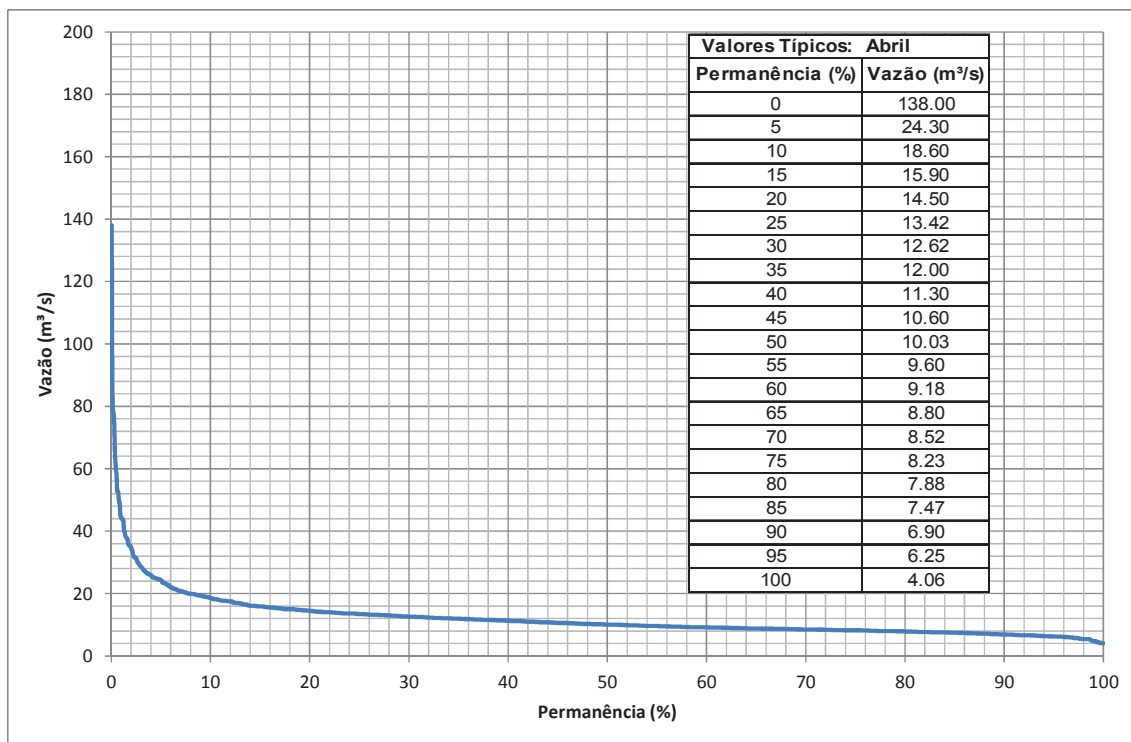


Figura 4: Curva de Permanência do Mês de Abril.

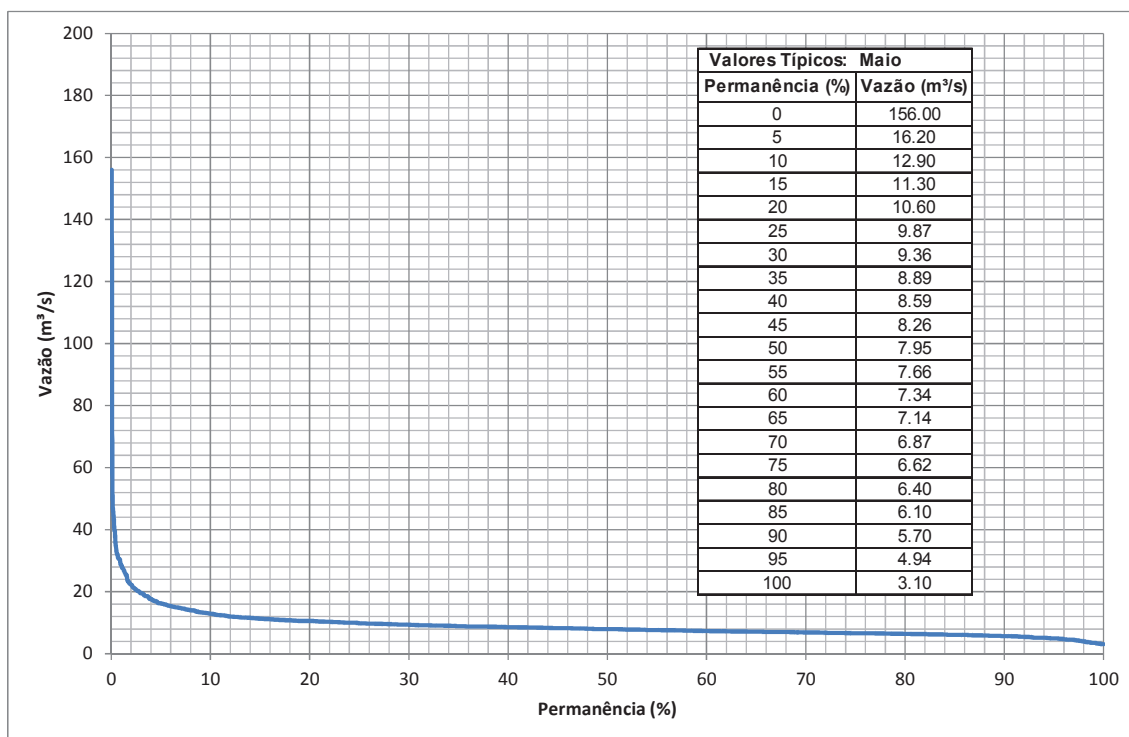


Figura 5: Curva de Permanência do Mês de Maio.

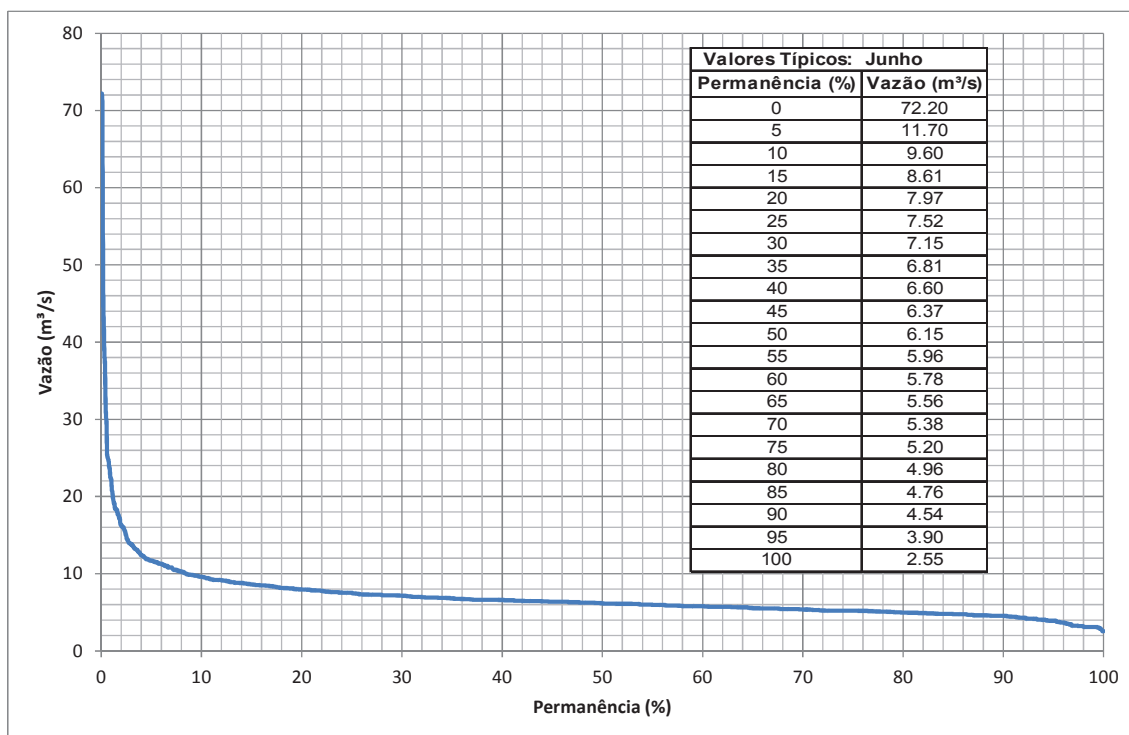


Figura 6: Curva de Permanência do Mês de Junho.

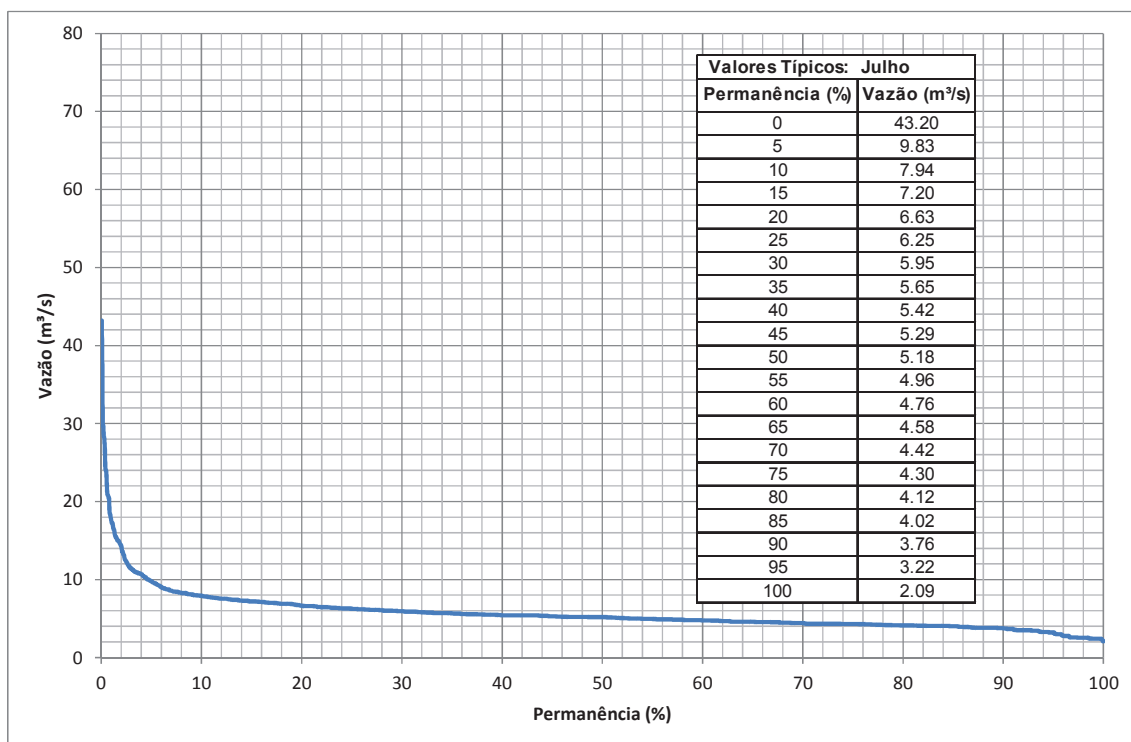


Figura 7: Curva de Permanência do Mês de Julho.

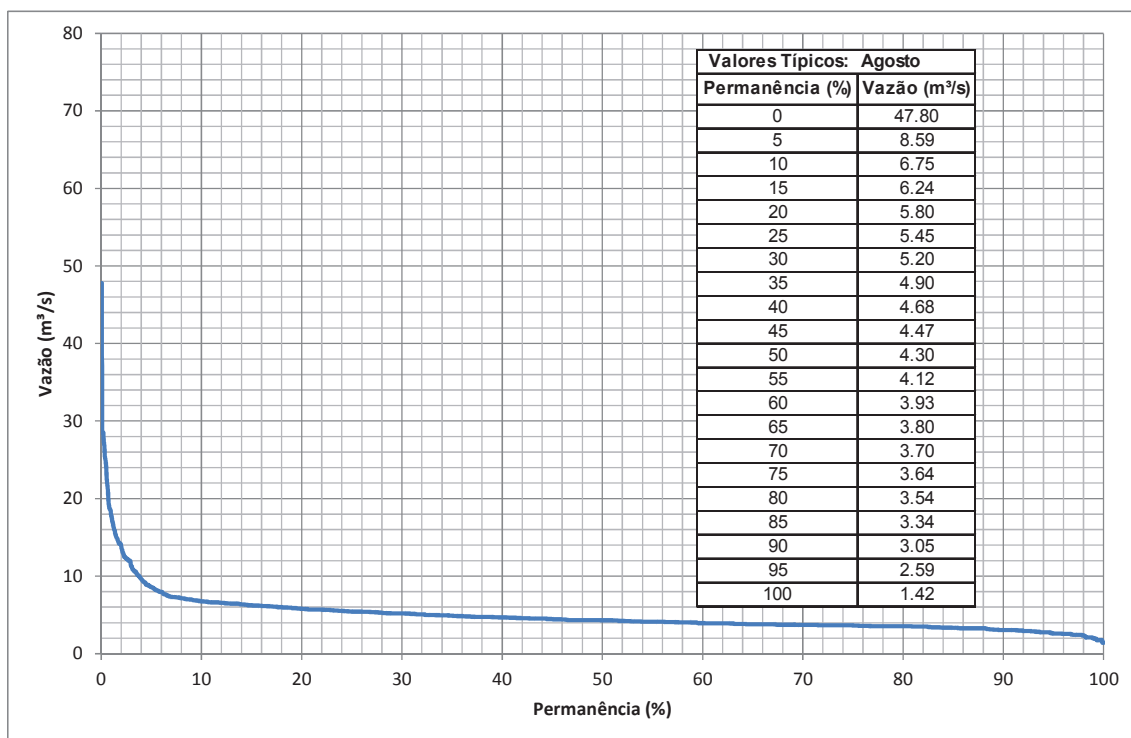


Figura 8: Curva de Permanência do Mês de Agosto.

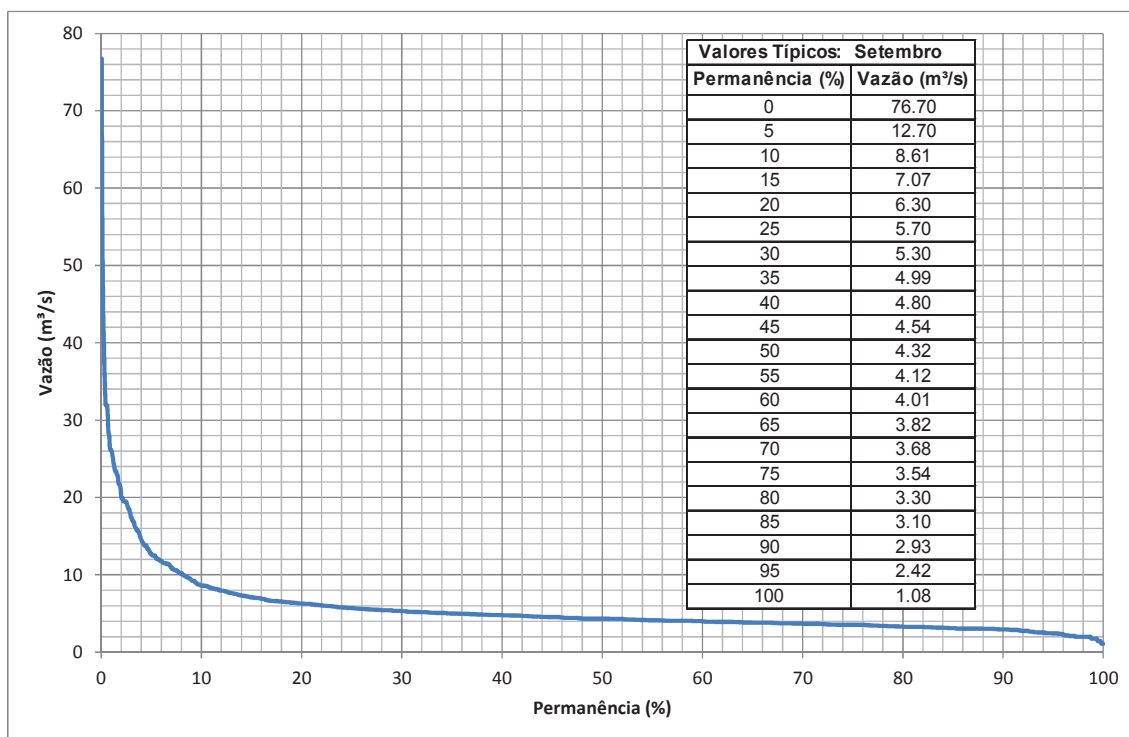


Figura 9: Curva de Permanência do Mês de Setembro.

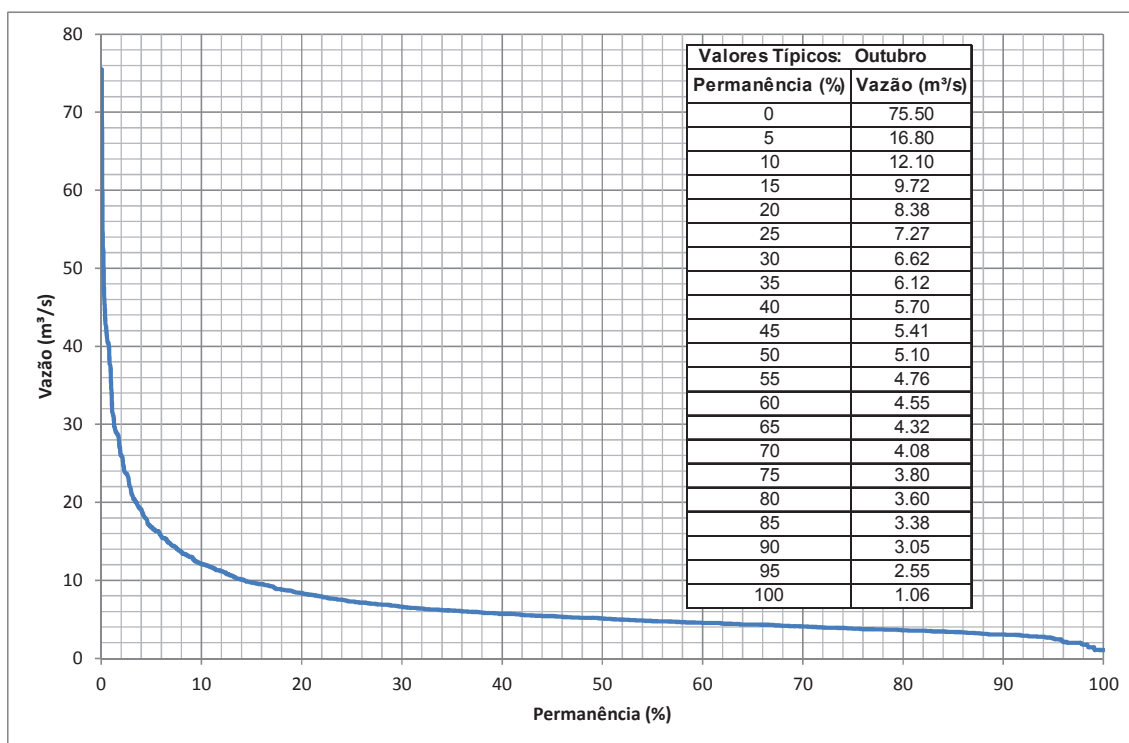


Figura 10: Curva de Permanência do Mês de Outubro.

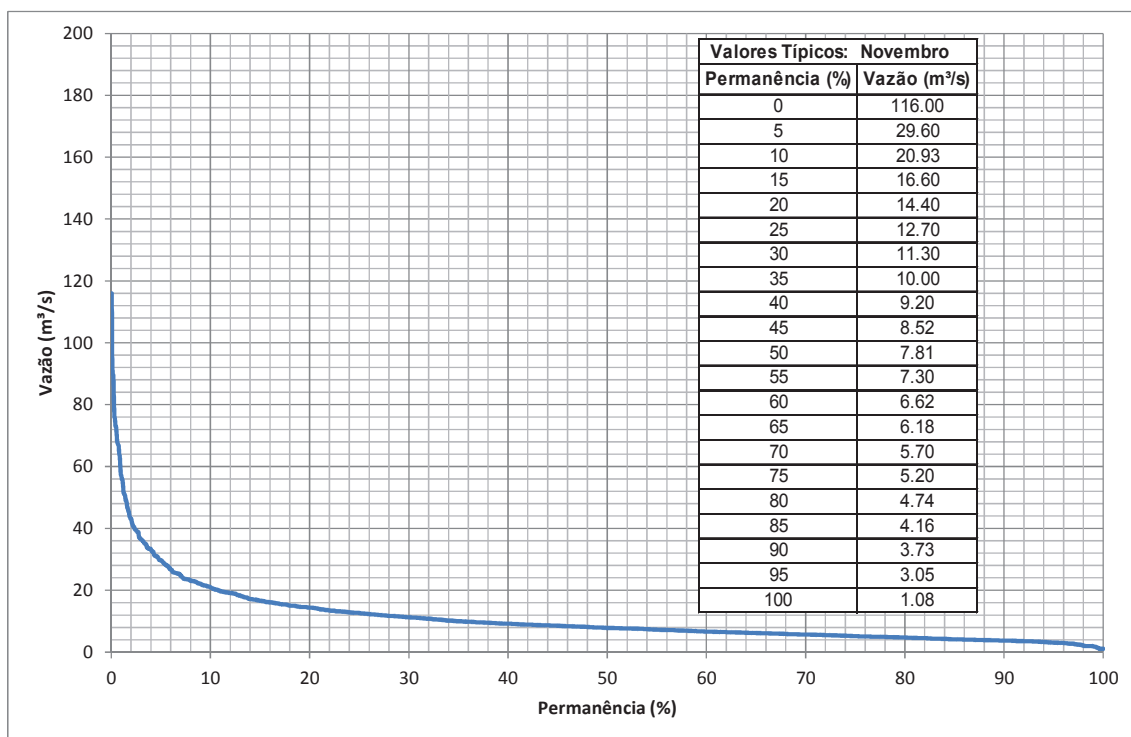


Figura 11: Curva de Permanência do Mês de Novembro.

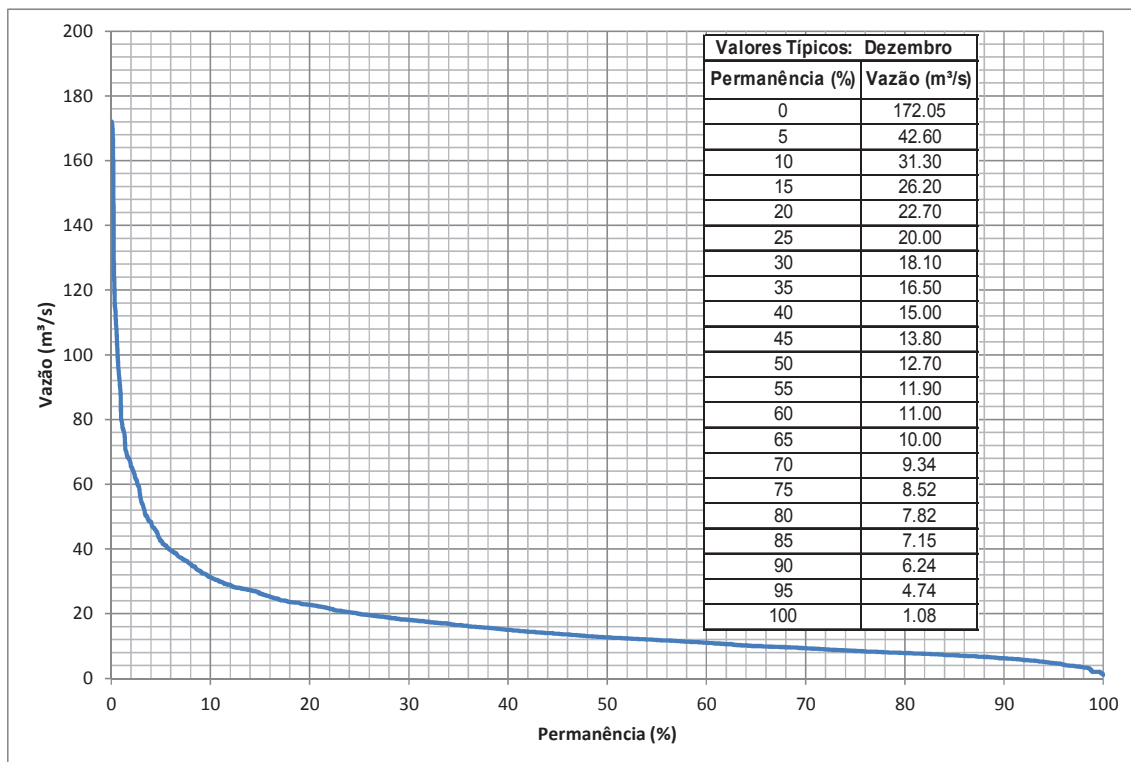


Figura 12: Curva de Permanência do Mês de Dezembro.

Anexo I: Resolução Nº 129, de 29/06/2011 - MMA/CNRH



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS

RESOLUÇÃO Nº 129, DE 29 DE JUNHO DE 2011

(publicada no D.O.U em 26/09/2011)

Estabelece diretrizes gerais para a definição de vazões mínimas remanescentes.

O **CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS-CNRH**, no uso das competências que lhe são conferidas pelas Leis nºs 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e 9.984, de 17 de julho de 2000, e tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, anexo à Portaria nº 377, de 19 de setembro de 2003, do Ministério do Meio Ambiente, e

Considerando a Década Brasileira da Água, instituída por Decreto de 22 de março de 2005, cujos objetivos são promover e intensificar a formulação e implementação de políticas, programas e projetos relativos ao gerenciamento e uso sustentável da água, em todos os níveis assim como assegurar a ampla participação e cooperação das comunidades voltadas ao alcance dos objetivos contemplados na Política Nacional de Recursos Hídricos ou estabelecidos em convenções, acordos e resoluções a que o Brasil tenha aderido;

Considerando a diretriz de integrar a gestão de recursos hídricos à gestão ambiental, como dispõe o inciso III, do artigo 3º, da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997;

Considerando a Resolução CNRH nº 16, de 08 de maio de 2001, que estabelece critérios gerais para outorga de direito de uso de recursos hídricos; e

Considerando a necessidade de se estabelecer diretrizes gerais para a definição da vazão mínima remanescente, a serem observadas nas avaliações de disponibilidade hídrica, resolve:

Art. 1º Estabelecer diretrizes gerais para a definição das vazões mínimas remanescentes em um curso de água.

Art. 2º Para efeito desta Resolução consideram-se:

I - vazão mínima remanescente: a menor vazão a ser mantida no curso de água em seção de controle;

II - seção de controle: seção transversal perpendicular à direção principal de escoamento no curso de água utilizada para monitorar vazões;

III - termo de alocação de água: termo de compromisso celebrado entre a autoridade outorgante e os usuários, com a participação do comitê de bacia, quando houver, visando a distribuição dos recursos hídricos da respectiva bacia hidrográfica;

IV - vazão de referência: aquela que representa a disponibilidade hídrica do curso de água, associada a uma probabilidade de ocorrência; e

V - trechos de vazão reduzida: trecho do curso de água compreendido entre a barragem ou o canal de adução e a seção do curso natural na qual as vazões são restituídas.

Art. 3º Para determinação da vazão mínima remanescente em uma seção de controle serão considerados:

I - a vazão de referência;

II - os critérios de outorga formalmente estabelecidos;

III - as demandas e características específicas dos usos e das interferências nos recursos hídricos a montante e a jusante;

IV - os critérios de gerenciamento adotados nas bacias hidrográficas dos corpos de água de interesse;

V - as prioridades e diretrizes estabelecidas nos planos de recursos hídricos;

VI - o enquadramento dos corpos de água;

VII - os termos de alocação de água; e

VIII - o estabelecido pelo órgão de meio ambiente competente, no processo de licenciamento.

Parágrafo único. - As vazões mínimas remanescentes devem ser utilizadas como limitantes quando da emissão de manifestações prévias, de outorgas de direito de uso de recursos hídricos e nas autorizações de intervenções hidráulicas.

Art. 4º Cabe à autoridade outorgante estabelecer critérios específicos para a determinação de vazões mínimas remanescentes, em articulação com os demais integrantes do sistema de gerenciamento de recursos hídricos, quando couber.

Art. 5º As autoridades outorgantes deverão adotar critérios diferenciados para determinação de vazão mínima remanescentes em cursos de água intermitentes.

Art. 6º As autoridades outorgantes poderão adotar critérios diferenciados para determinação de vazão mínima remanescente:

I - em trechos de rios com vazão reduzida em decorrência de empreendimentos de geração hidrelétrica, mediante apresentação de estudos que avaliem a interferência nos usos múltiplos no trecho em estudo; e

II - em outras situações, desde que tecnicamente justificadas.

Art. 7º A vazão mínima remanescente, sob ponto de vista temporal, poderá ser:

I - permanente, quando deve ser sempre adotada;

II - sazonal, quando há períodos regulares em que deve ser adotada; e

III - temporária, quando adotada de forma excepcional e em caráter provisório.

Art. 8º Em situações de eventos hidrológicos críticos com comprometimento da disponibilidade hídrica, poderão ser mantidas a jusante de seções de controle, vazões abaixo da vazão mínima remanescente, desde que atendidos os usos prioritários estabelecidos na Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e aprovadas pela autoridade outorgante em articulação com o órgão ambiental competente.

Art. 9º O valor da vazão mínima remanescente poderá ser alterado pela autoridade outorgante em uma seção de controle, nos seguintes casos:

I - por deliberação do comitê de bacia hidrográfica e em consonância com o plano de recursos hídricos da bacia aprovado;

II - por solicitação do usuário de recursos hídricos, mediante apresentação de estudo técnico que a justifique;

III - por termos de alocação de água;

IV - por solicitação de órgão de meio ambiente competente, devidamente justificada;

V - em decorrência do enquadramento do corpo de água; e

VI - por mudanças nos critérios de outorga formalmente estabelecidos.

Art. 10. Os procedimentos decorrentes da presente resolução deverão ser realizados, em articulação com os órgãos competentes do Sistema Nacional de Meio Ambiente – SISNAMA, quando couber.

Art. 11. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

IZABELLA TEIXEIRA
Presidente

NABIL GEORGES BONDUKI
Secretário-Executivo

Anexo II: Lei Estadual n.º 3.239, de 02 de agosto de 1999 - Rio de Janeiro

LEI Nº 3239, de 02 de agosto de 1999

Institui a política estadual de Recursos Hídricos; cria o sistema estadual de gerenciamento de recursos hídricos; regulamenta a Constituição Estadual, em seu artigo 261, parágrafo 1º, inciso VII; e dá outras providências

O GOVERNADOR DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO Faço saber que a Assembléia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

TÍTULO I DA POLÍTICA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS

CAPÍTULO I DOS PRINCÍPIOS DA POLÍTICA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS

Art. 1º - A água é um recurso essencial à vida, de disponibilidade limitada, dotada de valores econômico, social e ecológico, que, como bem de domínio público, terá sua gestão definida através da Política Estadual de Recursos Hídricos, nos termos desta Lei.

§ 1º - A água é aqui considerada em toda a unidade do ciclo hidrológico, que compreende as fases aérea, superficial e subterrânea.

§ 2º - A bacia ou região hidrográfica constitui a unidade básica de gerenciamento dos recursos hídricos.

Art. 2º - A Política Estadual de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos:

I - VETADO

II - da descentralização, com a participação do Poder Público, dos usuários, da comunidade e da sociedade civil;

III - do acesso à água como direito de todos, desde que não comprometa os ecossistemas aquáticos, os aquíferos e a disponibilidade e qualidade hídricas para abastecimento humano, de acordo com padrões estabelecidos; e

IV - de, em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos ser o consumo humano e a dessedentação de animais.

CAPÍTULO II DOS OBJETIVOS DA POLÍTICA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS

Art. 3º - A Política Estadual de Recursos Hídricos tem por objetivo promover a harmonização entre os múltiplos e competitivos usos da água, e a limitada e aleatória disponibilidade, temporal e espacial, da mesma, de modo a:

I - garantir, à atual e às futuras gerações, a necessária disponibilidade dos recursos naturais, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;

II - assegurar o prioritário abastecimento da população humana;

III - promover a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos, de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais;

IV - promover a articulação entre União, Estados vizinhos, Municípios, usuários e sociedade civil organizada, visando à integração de esforços para soluções regionais de proteção, conservação e recuperação dos corpos de água;

V - buscar a recuperação e preservação dos ecossistemas aquáticos e a conservação da biodiversidade dos mesmos; e

VI - promover a despoluição dos corpos hídricos e aquíferos.

CAPÍTULO III DAS DIRETRIZES DA POLÍTICA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS

Art. 4º. São diretrizes da Política Estadual de Recursos Hídricos:

I - a descentralização da ação do Estado, por regiões e bacias hidrográficas;

II - a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade, e das características ecológicas dos ecossistemas;

III - a adequação da gestão dos recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais, das diversas regiões do Estado;

IV - a integração e harmonização, entre si, da política relativa aos recursos hídricos, com as de preservação e conservação ambientais, controle ambiental, recuperação de áreas degradadas e meteorologia;

V - articulação do planejamento do uso e preservação dos recursos hídricos com os congêneres nacional e municipais;

VI - a consideração, na gestão dos recursos hídricos, dos planejamentos regional, estadual e municipais, e dos usuários;

VII - o controle das cheias, a prevenção das inundações, a drenagem e a correta utilização das várzeas;

VIII - a proteção das áreas de recarga dos aquíferos, contra poluição e superexploração;

IX - o controle da extração mineral nos corpos hídricos e nascentes, inclusive pelo estabelecimento de áreas sujeitas a restrições de uso;

X - o zoneamento das áreas inundáveis;

XI - a prevenção da erosão do solo, nas áreas urbanas e rurais, com vistas à proteção contra o assoreamento dos corpos de água;

XII - a consideração de toda a extensão do aquífero, no caso de estudos para utilização de águas subterrâneas;

XIII - a utilização adequada das terras marginais aos rios, lagoas e lagunas estaduais, e a articulação, com a União, para promover a demarcação das correspondentes áreas marginais federais e dos terrenos de marinha;

XIV - a consideração, como continuidade da unidade territorial de gestão, do respectivo sistema estuarino e a zona costeira próxima, bem como, a faixa de areia entre as lagoas e o mar;

XV - a ampla publicidade das informações sobre recursos hídricos; e

XVI - a formação da consciência da necessidade de preservação dos recursos hídricos, através de ações de educação ambiental, com monitoramento nas bacias hidrográficas.

CAPÍTULO IV DOS INSTRUMENTOS DA POLÍTICA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS

Art. 5º - São instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos, os seguintes institutos:

I - o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERHI);

II - o Programa Estadual de Conservação e Revitalização de Recursos Hídricos (PROHIDRO);

III - os Planos de Bacia Hidrográfica (PBH'S);

IV - o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes dos mesmos;

V - a outorga do direito de uso dos recursos hídricos;

VI - a cobrança aos usuários, pelo uso dos recursos hídricos; e

VII - o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos (SEIRHI).

SEÇÃO I DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS

Art. 6º - O Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERHI) constitui-se num diploma diretor, visando fundamentar e orientar a formulação e a implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos, e o gerenciamento dos mesmos.

Art. 7º - O Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERHI) é de prazo e horizonte de planejamento compatíveis com o período de implantação de seus programas e projetos.

§ 1º - O PERHI caracteriza-se como uma diretriz geral de ação e será organizado a partir dos planejamentos elaborados para as bacias hidrográficas, mediante compatibilizações e prioridades dos mesmos.

§ 2º - A Lei que instituir o Plano Plurianual, na forma constitucional, levará em consideração o PERHI.

Art. 8º - O Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERHI) será atualizado no máximo a cada 4 (quatro) anos, contemplando os interesses e necessidades das bacias hidrográficas e considerando as normas relativas à proteção do meio ambiente, ao desenvolvimento do Estado e à Política Estadual de Recursos Hídricos.

Parágrafo Único - O PERHI contemplará as propostas dos Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH's), os estudos realizados por instituições de pesquisa, pela sociedade civil organizada e pela iniciativa privada, e os documentos públicos que possam contribuir para sua elaboração.

Art. 9º - Constarão do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERHI), entre outros:

- I - as características sócio-econômicas e ambientais das bacias hidrográficas e zonas estuarinas;
- II - as metas de curto, médio e longo prazos, para atingir índices progressivos de melhoria da qualidade, racionalização do uso, proteção, recuperação e despoluição dos recursos hídricos;
- III - as medidas a serem tomadas, programas a desenvolver e projetos a implantar, para o atendimento das metas previstas;
- IV - as prioridades para outorga de direitos de uso de recursos hídricos;
- V - as diretrizes e critérios para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos;
- VI - as propostas para a criação de áreas sujeitas à restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos;
- VII - as diretrizes e os critérios para a participação financeira do Estado, no fomento aos programas relativos aos recursos hídricos
- VIII - as diretrizes para as questões relativas às transposições de bacias;
- IX - os programas de desenvolvimentos institucional, tecnológico e gerencial, e capacitação profissional e de comunicação social, no campo dos recursos hídricos;
- X - as regras suplementares de defesa ambiental, na exploração mineral, em rios, lagoas, lagunas, aquíferos e águas subterrâneas; e
- XI - as diretrizes para a proteção das áreas marginais de rios, lagoas, lagunas e demais corpos de água.

Parágrafo Único - Do PERHI, deverá constar a avaliação do cumprimento dos programas preventivos, corretivos e de recuperação ambiental, assim como das metas de curto, médio e longo prazos.

Art. 10 - Para fins de gestão dos recursos hídricos, o território do Estado do Rio de Janeiro fica dividido em Regiões Hidrográficas (RH's), conforme regulamentação.

SEÇÃO II DO PROGRAMA ESTADUAL DE CONSERVAÇÃO E REVITALIZAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

Art. 11 - Fica criado o Programa Estadual de Conservação e Revitalização de Recursos Hídricos (PROHIDRO), como instrumento de organização da ação governamental, visando à concretização dos objetivos pretendidos pela Política Estadual de Recursos Hídricos, mensurados por metas estabelecidas no Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERHI) e no Plano Plurianual.

§ 1º - O objetivo do PROHIDRO é proporcionar a revitalização, quando necessária, e a conservação, onde possível, dos recursos hídricos, como um todo, sob a ótica do ciclo hidrológico, através do manejo dos elementos dos meios físico e biótico, tendo a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e trabalho.

§ 2º - O PROHIDRO integra a função governamental de Gestão Ambiental, a qual, como maior nível de agregação das competências do setor público, subentende as áreas de: Preservação e Conservação Ambientais; Controle Ambiental; Recuperação de Áreas Degradadas; Meteorologia; e Recursos Hídricos.

SEÇÃO III DOS PLANOS DE BACIA HIDROGRÁFICA

Art. 12 - Os Planos de Bacia Hidrográfica (PBH's) atenderão, nos respectivos âmbitos, às diretrizes da Política Estadual de Recursos Hídricos, e servirão de base à elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERHI).

Art. 13 - Serão elementos constitutivos dos Planos de Bacia Hidrográfica (PBH's):

- I - as caracterizações sócio-econômica e ambiental da bacia e da zona estuarina;
- II - a análise de alternativas do crescimento demográfico, de evolução das atividades produtivas e de modificações dos padrões de ocupação do solo;
- III - os diagnósticos dos recursos hídricos e dos ecossistemas aquáticos e aquíferos;
- IV - o cadastro de usuários, inclusive de poços tubulares;
- V - o diagnóstico institucional dos Municípios e de suas capacidades econômico-financeiras;
- VI - a avaliação econômico-financeira dos setores de saneamento básico e de resíduos sólidos urbanos;
- VII - as projeções de demanda e de disponibilidade de água, em distintos cenários de planejamento;
- VIII - o balanço hídrico global e de cada sub-bacia;
- IX - os objetivos de qualidade a serem alcançados em horizontes de planejamento não-inferiores aos estabelecidos no Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERHI);
- X - a análise das alternativas de tratamento de efluentes para atendimento de objetivos de qualidade da água;
- XI - os programas das intervenções, estruturais ou não, com estimativas de custo; e
- XII - os esquemas de financiamentos dos programas referidos no inciso anterior, através de:

- a) - simulação da aplicação do princípio usuário-poluidor-pagador, para estimar os recursos potencialmente arrecadáveis na bacia;
- b) - rateio dos investimentos de interesse comum; e
- c) - previsão dos recursos complementares alocados pelos orçamentos públicos e privados, na bacia.

Parágrafo Único - Todos os Planos de Bacia Hidrográfica (PBH's) deverão estabelecer as vazões mínimas a serem garantidas em diversas seções e estirões dos rios, capazes de assegurar a manutenção da biodiversidade aquática e ribeirinha, em qualquer fase do regime.

Art. 14 - Como parte integrante dos Planos de Bacia Hidrográfica (PBH's), deverão ser produzidos Planos de Manejo de Usos Múltiplos de Lagoa ou Laguna (PMUL's), quando da existência dessas.

Art. 15 - Os Planos de Manejo de Usos Múltiplos de Lagoa ou Laguna (PMUL's) terão por finalidade a proteção e recuperação das mesmas, bem como, a normatização do uso múltiplo e da ocupação de seus entornos, devendo apresentar o seguinte conteúdo mínimo:

- I - diagnóstico ambiental da lagoa ou laguna e respectiva orla;
- II - definição dos usos múltiplos permitidos;
- III - zoneamento do espelho d'água e da orla, com definição de regras de uso em cada zona;
- IV - delimitação da orla e da Faixa Marginal de Proteção (FMP);
- V - programas setoriais;
- VI - modelo da estrutura de gestão, integrada ao Comitê da Bacia Hidrográfica (CBH); e
- VII - fixação da depleção máxima do espelho superficial, em função da utilização da água.

SEÇÃO IV DO ENQUADRAMENTO DOS CORPOS DE ÁGUA EM CLASSES

Art. 16 - O enquadramento dos corpos de água em classes, com base na legislação ambiental, segundo os usos preponderantes dos mesmos, visa a:

- I - assegurar às águas qualidade compatível com os usos prioritários a que forem destinadas;
- II - diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes; e
- III - estabelecer as metas de qualidade da água, a serem atingidas.

Art. 17 - Os enquadramentos dos corpos de água, nas respectivas classes de uso, serão feitos, na forma da lei, pelos Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH's) e homologados pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHI), após avaliação técnica pelo órgão competente do Poder Executivo.

SEÇÃO V DA OUTORGA DO DIREITO DE USO DE RECURSOS HÍDRICOS

Art. 18 - As águas de domínio do Estado, superficiais ou subterrâneas, somente poderão ser objeto de uso após outorga pelo poder público.

Art.19 - O regime de outorga do direito de uso de recursos hídricos tem como objetivo controlar o uso, garantindo a todos os usuários o acesso à água, visando o uso múltiplo e a preservação das espécies da fauna e flora endêmicas ou em perigo de extinção.

Parágrafo Único - As vazões mínimas estabelecidas pelo Plano de Bacia Hidrográfica (PBH), para as diversas seções e estirões do rio, deverão ser consideradas para efeito de outorga.

Art. 20 - VETADO

Art. 21 - VETADO


Art. 22 - Estão sujeitos à outorga os seguintes usos de recursos hídricos:

- I - derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo de água, para consumo;
- II - extração de água de aquífero;
- III - lançamento, em corpo de água, de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final;
- IV - aproveitamento dos potenciais hidrelétricos; e
- V - outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo hídrico.

*** § 1º - Independem de outorga pelo poder público, conforme a ser definido pelo órgão gestor e executor de recursos hídricos estadual, o uso de recursos hídricos para a satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais, ou o de caráter individual, para atender às necessidades básicas da vida, distribuídos no meio rural ou urbano, e as derivações, captações, lançamentos e acumulações da água em volumes considerados insignificantes.**

*** Nova redação dada pela Lei nº 4247/2003.  veja**

§ 2º - A outorga para fins industriais somente será concedida se a captação em cursos de água se fizer a jusante do ponto de lançamento dos efluentes líquidos da própria instalação, na forma da Constituição Estadual, em seu artigo 261, parágrafo 4º.

* § 3º - A outorga e a utilização de recursos hídricos, para fins de geração de energia elétrica, obedecerão ao determinado no Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERHI) e no Plano de Bacia Hidrográfica (PBH) e, na sua ausência, as determinações do órgão gestor de recursos hídricos do Estado do Rio de Janeiro.
* Nova redação dada pela Lei nº 4247/2003.  veja

Art. 23 - Toda outorga estará condicionada às prioridades de uso estabelecidas no Plano de Bacia Hidrográfica (PBH) e respeitará a classe em que o corpo de água estiver enquadrado, a conservação da biodiversidade aquática e ribeirinha, e, quando o caso, a manutenção de condições adequadas ao transporte aquaviário.

* Parágrafo único - Na ausência dos Planos de Bacia Hidrográfica - PBH'S, caberá ao órgão gestor de recursos hídricos estadual estabelecer as prioridades apontadas pelo caput deste artigo.

* Acrescentado pela Lei nº 4247/2003.  veja

Art. 24 - A outorga poderá ser suspensa, parcial ou totalmente, ou revogada, em uma ou mais das seguintes circunstâncias:

I - não cumprimento, pelo outorgado, dos termos da outorga;

II - ausência de uso por 3 (três) anos consecutivos;

III - necessidade premente de água para atender a situações de calamidade, inclusive as decorrentes de condições climáticas adversas;

IV - necessidade de prevenir ou reverter significativa degradação ambiental;

V - necessidade de atender aos usos prioritários de interesse coletivo; ou

VI - comprometimento do ecossistema aquático ou do aquífero.

Art. 25 - A outorga far-se-á por prazo não excedente a 35 (trinta e cinco) anos, renovável, obedecidos o disposto nesta Lei e os critérios estabelecidos no Plano Estadual de Recursos Hídricos (PEHRI) e no respectivo Plano de Bacia Hidrográfica (PBH).

Art. 26 - A outorga não implica em alienação parcial das águas, que são inalienáveis, mas no simples direito de seu uso, nem confere delegação de poder público, ao titular.

SEÇÃO VI

DA COBRANÇA PELO USO DE RECURSOS HÍDRICOS

Art. 27 - A cobrança pelo uso de recursos hídricos objetiva:

I - reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor;

II - incentivar a racionalização do uso da água; e

III - obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos Planos de Bacia Hidrográfica (PBH's).

§ 1º - Serão cobrados, aos usuários, os usos de recursos hídricos sujeitos à outorga.

§ 2º - A cobrança pelo uso dos recursos hídricos não exime o usuário, do cumprimento das normas e padrões ambientais previstos na legislação, relativos ao controle da poluição das águas.

* § 2º - A cobrança pelo uso dos recursos hídricos não exime o usuário, do cumprimento das normas e padrões ambientais previstos na legislação, relativos ao controle da poluição das águas, bem como sobre a ocupação de áreas de domínio público estadual.

* Nova redação dada pela Lei nº 4247/2003.  veja

Art. 28 - Na fixação dos valores a serem cobrados pelo uso de recursos hídricos, devem ser observados, dentre outros, os seguintes aspectos:

I - nas derivações, captações e extrações de água, o volume retirado e seu regime de variação; e

II - nos lançamentos de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, o volume lançado e seu regime de variação, e as características físico-químicas, biológicas e de toxicidade do efluente; ...VETADO...

Art. 29 - VETADO

§ 1º - A forma, periodicidade, processo e demais estipulações de caráteres técnico e administrativo, inerentes à cobrança pelo uso de recursos hídricos, serão estabelecidos no Regulamento desta Lei.

§ 2º - Os débitos decorrentes da cobrança pelo uso do recursos hídricos, não pagos, em tempo hábil, pelos respectivos responsáveis, serão inscritos na dívida ativa, conforme Regulamento.

§ 3º - Deverão ser estabelecidos mecanismos de compensação, aos Municípios e a terceiros, que comprovadamente sofrerem restrições de uso dos recursos hídricos, decorrentes de obras de aproveitamento hidráulico de interesse comum ou coletivo, na área física de seus respectivos territórios ou bacias.

SEÇÃO VII

DO SISTEMA ESTADUAL DE INFORMAÇÕES SOBRE RECURSOS HÍDRICOS

Art. 30 - O Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos (SEIRHI), integrado ao congêneres federal, objetiva a coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes na gestão dos mesmos.

Parágrafo Único - Os dados gerados pelos órgãos integrantes do SEIRHI serão fornecidos ao Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos.

Art. 31 - São princípios básicos para o funcionamento do Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos (SEIRHI):

I - a descentralização na obtenção e produção de dados e informações;

II - a coordenação unificada do sistema; e

III - a garantia de acesso aos dados e informações, para toda a sociedade.

Art. 32 - São objetivos do Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos (SEIRHI):

I - reunir, dar consistência e divulgar os dados e informações sobre as situações qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos no Estado; bem como, os demais informes relacionados aos mesmos;

II - atualizar permanentemente as informações sobre disponibilidade e demanda de recursos hídricos, em todo o território estadual; e

III - fornecer subsídios à elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERHI) e dos diversos Planos de Bacia Hidrográfica (PBH's)

CAPÍTULO V

DA PROTEÇÃO DOS CORPOS DE ÁGUA E DOS AQUÍFEROS

Art. 33 - As margens e leitos de rio, lagoas e lagunas serão protegidos por:

I - Projeto de Alinhamento de Rio (PAR);

II - Projeto de Alinhamento de Orla de Lagoa ou Laguna (PAOL);

III - Projeto de Faixa Marginal de Proteção (FMP);

IV - delimitação da orla e da FMP; e

V - determinação do uso e ocupação permitidos para a FMP.

Art. 34 - O Estado auxiliará a União na proteção das margens dos cursos d'água federais e na demarcação dos terrenos de marinha e dos acrescidos, nas fozes dos rios e nas margens das lagunas.

Art. 35 - É vedada a instalação de aterros sanitários e depósitos de lixo às margens de rios, lagoas, lagunas, manguezais e mananciais, conforme determina o artigo 278 da Constituição Estadual.

§ 1º - O atendimento ao disposto no "caput" deste artigo não isenta o responsável, pelo empreendimento, da obtenção dos licenciamentos ambientais previstos na legislação e do cumprimento de suas exigências.

§ 2º - Os projetos de disposição de resíduos sólidos e efluentes, de qualquer natureza, no solo, deverão conter a descrição detalhada das características hidrogeológicas e da vulnerabilidade do aquífero da área, bem como as medidas de proteção a serem implementadas pelo responsável pelo empreendimento.

Art. 36 - A exploração de aquíferos deverá observar o princípio da vazão sustentável, assegurando, sempre, que o total extraído pelos poços e demais captações nunca exceda a recarga, de modo a evitar o deplecionamento.

Parágrafo Único - Na extração de água subterrânea, nos aquíferos costeiros, a vazão sustentável deverá ser aquela capaz de evitar a salinização pela intrusão marinha.

Art. 37 - As águas subterrâneas ou de fontes, em função de suas características físico-químicas, quando se enquadrarem na classificação de mineral, estabelecida pelo Código das Águas Minerais, terão seu aproveitamento econômico regido pela legislação federal pertinente e a relativa à saúde pública, e pelas disposições desta Lei, no que couberem.

Art. 38 - Quando, por interesse da conservação, proteção ou manutenção do equilíbrio natural das águas subterrâneas ou dos serviços públicos de abastecimento, ou por motivos ecológicos, for necessário controlar a captação e o uso, em função da quantidade e qualidade, das mesmas, poderão ser delimitadas as respectivas áreas de proteção.

Parágrafo Único - As áreas referidas no "caput" deste artigo serão definidas por iniciativa do órgão competente do Poder Executivo, com base em estudos hidrogeológicos e ambientais pertinentes, ouvidas as autoridades municipais e demais organismos interessados, e as entidades ambientalistas de notória e relevante atuação.

Art. 39 - Para os fins desta Lei, as áreas de proteção dos aquíferos classificam-se em:

I - Área de Proteção Máxima (APM) , compreendendo, no todo ou em parte, zonas de recarga de aquíferos altamente vulneráveis à poluição e que se constituam em depósitos de águas essenciais para o abastecimento público;

II - Área de Restrição e Controle (ARC), caracterizada pela necessidade de disciplina das extrações, controle máximo das fontes poluidoras já implantadas e restrição a novas atividades potencialmente poluidoras; e

III - Área de Proteção de Poços e Outras Captações (APPOC), incluindo a distância mínima entre poços e outras captações, e o respectivo perímetro de proteção.

CAPÍTULO VI DA AÇÃO DO PODER PÚBLICO

Art. 40 - Na implantação da Política Estadual de Recursos Hídricos, cabe ao Poder Executivo, na sua esfera de ação e por meio do organismo competente, entre outras providências:

I - outorgar os direitos de uso de recursos hídricos e regulamentar e fiscalizar as suas utilizações;

II - realizar o controle técnico das obras e instalações de oferta hídrica;

III - implantar e gerir o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos (SEIRHI);

IV - promover a integração da política de recursos hídricos com as demais, setoriais, sob égide da ambiental;

V - exercer o poder de polícia relativo à utilização dos recursos hídricos e das Faixas Marginais de Proteção (FMP's) dos cursos d'água;

VI - manter sistema de alerta e assistência à população, para as situações de emergência causadas por eventos hidrológicos críticos; e

VII - celebrar convênios com outros Estados, relativamente aos aquíferos também a esses subjacentes e às bacias hidrográficas compartilhadas, objetivando estabelecer normas e critérios que permitam o uso harmônico e sustentado das águas.

*** VIII - implementar a cobrança pelo uso dos recursos hídricos.**

*** Acrescentado pela Lei nº 4247/2003.  veja**

Art. 41 - Na implementação da Política Estadual e Recursos Hídricos, cabe aos poderes públicos dos Municípios promover a integração da mesma com as políticas locais referentes a saneamento básico, uso e ocupação do solo, preservação e conservação ambientais, controle ambiental, recuperação de áreas degradadas e meteorologia; a níveis federal, estadual e municipal.

TÍTULO II DO SISTEMA ESTADUAL DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS CAPÍTULO I

DOS OBJETIVOS DO SISTEMA ESTADUAL DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS

Art. 42 - Fica o Poder Executivo autorizado a instituir o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGRHI), com os seguintes objetivos principais:

I - coordenar a gestão integrada das águas;

II - arbitrar administrativamente os conflitos relacionados com os recursos hídricos;

III - implementar a Política Estadual de Recursos Hídricos;

IV - planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos; e

V - promover a cobrança pelo uso dos recursos hídricos.

CAPÍTULO II DA COMPOSIÇÃO DO SISTEMA ESTADUAL DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS

Art. 43 - Integram o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGRHI), as seguintes instituições:

I - o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHI);

II - o Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FUNDRHI);

III - os Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH's);

IV - as Agências de Água; e

V - os organismos dos poderes públicos federal, estadual e municipais cujas competências se relacionem com a gestão dos recursos hídricos.

SEÇÃO I DO CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS

Art. 44 - O Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHI), órgão colegiado, com atribuições normativa, consultiva e deliberativa, encarregado de supervisionar e promover a implementação das diretrizes da Política Estadual de Recursos Hídricos, é composto, na forma do Regulamento desta Lei, pelos representantes das seguintes autoridades ou instituições:

I - VETADO

II - VETADO

III - VETADO

IV - VETADO

V - VETADO

Parágrafo Único - VETADO

Art. 45 - Compete ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHI):

I - promover a articulação do planejamento estadual de recursos hídricos, com os congêneres nacional, regional e dos setores usuários;

II - estabelecer critérios gerais a serem observados na criação dos Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH's) e Agências de Água, bem como na confecção e apresentação dos respectivos Regimentos Internos.

III - homologar outorgas de uso das águas, delegando competência para os procedimentos referentes aos casos considerados inexpressivos, conforme Regulamento;

IV - arbitrar, em última instância administrativa, os conflitos existentes entre os CBH's;

V - deliberar sobre os projetos de aproveitamento de recursos hídricos cujas repercussões não extrapolem o âmbito do Estado;

VI - deliberar sobre as questões que lhe tenham sido encaminhadas pelos CBH's;

VII - analisar as propostas de alteração da legislação pertinente a recursos hídricos e à Política Estadual de Recursos Hídricos;

VIII - estabelecer as diretrizes complementares para implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos, para aplicação de seus instrumentos e para atuação do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGRHI);

IX - aprovar proposta de instituição de CBH, de âmbito estadual, e estabelecer critérios gerais para a elaboração de seus Regimentos;

X - aprovar e acompanhar a execução do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERHI) e determinar as providências necessárias ao cumprimento de suas metas;

XI - estabelecer critérios gerais para a outorga de direitos de uso de recursos hídricos e para a cobrança por seu uso, e homologar os feitos encaminhados pelos CBH's; e

XII - VETADO

Art. 46 - O Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHI) disporá de:

I - um Presidente, eleito entre seus integrantes; e

II - um Secretário-Executivo, responsável pelo desenvolvimento dos programas governamentais relativos aos recursos hídricos, da gestão ambiental.

SEÇÃO II DO FUNDO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS

Art. 47 - Fica autorizada a criação do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FUNDRHI), de natureza e individualização contábeis, vigência ilimitada, destinado a desenvolver os programas governamentais de recursos hídricos, da gestão ambiental.

§ 1º - VETADO

§ 2º - O FUNDRHI será constituído por recursos das seguintes fontes:

I - receitas originárias da cobrança pelo uso de recursos hídricos, incluindo a aplicação da Taxa de Utilização de Recursos Hídricos, prevista pela Lei Estadual nº 1.803, de 25 de março de 1991;

II - produto da arrecadação da dívida ativa decorrente de débitos com a cobrança pelo uso de recursos hídricos;

III - dotações consignadas no Orçamento Geral do Estado e em créditos adicionais;

IV - dotações consignadas no Orçamento Geral da União e nos dos Municípios, e em seus respectivos créditos adicionais;

V - produtos de operações de crédito e de financiamento, realizadas pelo Estado, em favor do Fundo;

VI - resultado de aplicações financeiras de disponibilidades temporárias ou transitórias do Fundo;

VII - receitas de convênios, contratos, acordos e ajustes firmados visando a atender aos objetivos do Fundo;

VIII - contribuições, doações e legados, em favor do Fundo, de pessoas físicas ou jurídicas de direito privado ou público, nacionais, estrangeiras ou internacionais;

IX - compensação financeira que o Estado venha a receber em decorrência dos aproveitamentos hidrelétricos em seu território;

X - parcela correspondente, da cobrança do passivo ambiental referente aos recursos hídricos; e

XI - quaisquer outras receitas eventuais, vinculadas aos objetivos do Fundo.

§ 3º - O FUNDRHI reger-se-á pelas normas estabelecidas nesta Lei e em seu Regulamento.

Art. 48 - VETADO

Art. 49 - A aplicação dos recursos do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FUNDRHI) deverá ser orientada pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERHI) e pelo respectivo Plano de Bacia Hidrográfica (PBH), e compatibilizada com o Plano Plurianual, a Lei de Diretrizes Orçamentárias e o Orçamento Anual do Estado, observando-se o seguinte:

I - os valores arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos, inscritos como receita do FUNDRHI, serão aplicados na região ou na bacia hidrográfica em que foram gerados, e utilizados em:

a) - financiamento de estudos, programas, projetos e obras incluídos nos respectivos PBH's, inclusive para proteção de mananciais ou aquíferos;

* b) - custeio de despesas de operação e expansão da rede hidrometeorológica e de monitoramento da qualidade da água, de capacitação de quadros de pessoal em gerenciamento de recursos hídricos e de apoio à instalação de Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH); e demais ações necessárias para a gestão dos recursos hídricos, ou

* Nova redação dada pela Lei nº 4247/2003.  veja

c) - pagamento de perícias realizadas em ações civis públicas ou populares, cujo objeto seja relacionado à aplicação desta Lei e à cobrança de passivos ambientais, desde que previamente ouvido o respectivo CBH;

* II - as despesas previstas nas alíneas "b" e "c" , do inciso I deste artigo estarão limitadas a 10% (dez por cento) do total arrecadado e serão aplicadas no órgão gestor dos recursos hídricos do Estado do Rio de Janeiro.

* Nova redação dada pela Lei nº 4247/2003.  veja

III - os recursos do FUNDRHI poderão ser aplicados a fundo perdido, em projetos e obras que alterem a qualidade, quantidade ou regime de vazão de um corpo d'água, quando do interesse público e aprovado pelo respectivo CBH; e

IV - o FUNDRHI será organizado mediante subcontas, que permitam a gestão autônoma dos recursos financeiros pertinentes a cada região ou bacia hidrográfica.

Art. 50 - VETADO

Art. 51 - VETADO

Parágrafo Único - Serão órgãos constituintes da Agência Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro (AERHI.RJ):

I - o de deliberação superior, representado pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHI); e

II - o de execução, representado pela Diretoria Executiva.

SEÇÃO III DOS COMITÊS DE BACIA HIDROGRÁFICA

Art. 52 - Os Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH's) são entidades colegiadas, com atribuições normativa, deliberativa e consultiva, reconhecidos e qualificados por ato do Poder Executivo, mediante proposta do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHI).

Parágrafo Único - Cada CBH terá, como área de atuação e jurisdição, a seguinte abrangência:

I - a totalidade de uma bacia hidrográfica de curso d'água de primeira ou segunda ordem; ou

II - um grupo de bacias hidrográficas contíguas.

Art. 53 - Ao Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH) caberá a coordenação das atividades dos agentes públicos e privados, relacionados aos recursos hídricos, e ambientais compatibilizando as metas e diretrizes do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERHI), com as peculiaridades de sua área de atuação.

Art. 54 - O Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH) será constituído, na forma do Regulamento desta Lei, por representantes de:

I - os usuários da água e da população interessada, através de entidades legalmente constituídas e com representatividade comprovada;

II - as entidades da sociedade civil organizada, com atuação relacionada com recursos hídricos e meio ambiente;

III - os poderes públicos dos Municípios situados, no todo ou em parte, na bacia, e dos organismos federais e estaduais atuantes na região e que estejam relacionados com os recursos hídricos.

§ 1º - VETADO

§ 2º - O CBH será reconhecido pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHI), em função dos critérios estabelecidos por esse, das necessidades da bacia e da capacidade de articulação de seus membros.

§ 3º - O CBH será dirigido por um Diretório, constituído, na forma de seu Regimento, por conselheiros eleitos dentre seus pares.

Art. 55 - Os Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH's) têm as seguintes atribuições e competências:

I - propor ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHI), a autorização para constituição da respectiva Agência de Água;

II - aprovar e encaminhar ao CERHI a proposta do Plano de Bacia Hidrográfica (PBH), para ser referendado;

III - acompanhar a execução do PBH;

IV - aprovar as condições e critérios de rateio dos custos das obras de uso múltiplo ou de interesse comum ou coletivo, a serem executadas nas bacias hidrográficas;

V - elaborar o relatório anual sobre a situação dos recursos hídricos de sua bacia hidrográfica;

VI - propor o enquadramento dos corpos de água da bacia hidrográfica, em classes de uso e conservação, e encaminhá-lo para avaliação técnica e decisão pelo órgão competente;

VII - propor os valores a serem cobrados e aprovar os critérios de cobrança pelo uso da água da bacia hidrográfica, submetendo à homologação do CERHI;

VIII - encaminhar, para efeito de isenção da obrigatoriedade de outorga de direito de uso de recursos hídricos, as propostas de acumulações, derivações, captações e lançamentos considerados insignificantes ;

IX - aprovar a previsão orçamentária anual da respectiva Agência de Água e o seu plano de contas;

X - aprovar os programas anuais e plurianuais de investimentos, em serviços e obras de interesse dos recursos hídricos, tendo por base o respectivo PBH;

XI - ratificar convênios e contratos relacionados aos respectivos PBH's;

XII - implementar ações conjuntas com o organismo competente do Poder Executivo, visando a definição dos critérios de preservação e uso das faixas marginais de proteção de rios, lagoas e lagoas; e

XIII - dirimir, em primeira instância, eventuais conflitos relativos ao uso da água.

Parágrafo Único - Das decisões dos CBH's caberá recurso ao CERHI.

SEÇÃO IV DAS AGÊNCIAS DE ÁGUA

Art. 56 - As Agências de Água são entidades executivas, com personalidade jurídica própria, autonomias financeira e administrativa, instituídas e controladas por um ou mais Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH's).

Art. 57 - As Agências de Água não terão fins lucrativos, serão regidas pela Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 e por esta, e organizar-se-ão de acordo com a Lei Federal nº 9.790, de 23 de março de 1999, segundo quaisquer das formas admitidas em direito.

Art. 58 - A qualificação da Agência de Água e conseqüente autorização de funcionamento, pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHI), ficarão condicionadas ao atendimento dos seguintes requisitos:

I - prévia existência dos respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH's); e

II - viabilidade financeira assegurada pela cobrança do uso dos recursos hídricos, em sua área de atuação, comprovada nos respectivos Planos de Bacia Hidrográfica (PBH's).

Parágrafo Único - As instituições de pesquisa e universidades poderão colaborar com as Agências de Água, na prestação de assistência técnica, principalmente no que se refere ao desenvolvimento de novas tecnologias.

Art. 59 - Compete à Agência de Água, no âmbito de sua área de atuação:

I - manter balanço atualizado da disponibilidade de recursos hídricos;

II - manter o cadastro de usuários de recursos hídricos;

III - efetuar, mediante delegação do outorgante, a cobrança pelo uso de recursos hídricos;

IV - analisar e emitir pareceres sobre os projetos e obras a serem financiados com recursos gerados pela cobrança do uso dos recursos hídricos e encaminhá-los à instituição financeira responsável pela administração desses recursos;

V - acompanhar a administração financeira dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos;

VI - implementar o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos (SEIRHI), em sua área de atuação;

VII - celebrar convênios e contratar financiamentos e serviços, para desempenho de suas atribuições;

VIII - elaborar a sua proposta orçamentária e submetê-la à apreciação dos respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH's);

IX - promover os estudos necessários à gestão dos recursos hídricos;

X - elaborar as propostas dos Planos de Bacia Hidrográfica (PBH's), para apreciação pelos respectivos CBH's; e

XI - propor, aos respectivos CBH's:

a) - o enquadramento dos corpos de água nas classes de uso, para encaminhamento ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHI);

b) - os valores a serem cobrados pelo uso dos recursos hídricos;

c) - o plano de aplicação dos valores arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos; e

d) - o rateio dos custos das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo.

Parágrafo Único - A Agência de Água poderá celebrar Termo de Parceria, conforme disposto na Lei Federal nº 9.790, de 23 de março de 1999, em seus artigos 9º a 15, com organismos estatais federais, estaduais ou municipais, destinados à formação de vínculo de cooperação entre as partes, para o fomento e a execução das atividades de interesse dos recursos hídricos.

SEÇÃO V

DO SECRETARIADO EXECUTIVO DO CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS

Art. 60 - VETADO

Art. 61 - VETADO

I - gerenciar o Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FUNDRHI);

II - prestar todo o apoio administrativo, técnico e financeiro ao CERHI;

III - coordenar a elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERHI) e encaminhá-lo à aprovação do CERHI;

IV - instruir os expedientes provenientes dos Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH's);

V - coordenar o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos (SEIRHI); e

VI - elaborar o programa de trabalho e respectiva proposta orçamentária anual, e submetê-los à aprovação do CERHI.

CAPÍTULO III

DAS ORGANIZAÇÕES DA SOCIEDADE CIVIL DE INTERESSE DOS RECURSOS HÍDRICOS

Art. 62 - São consideradas, para os efeitos desta Lei, como Organizações da Sociedade Civil de Interesse dos Recursos Hídricos (OSCIRHI's), as seguintes entidades:

I - consórcios e associações intermunicipais de bacias hidrográficas;

II - associações regionais, locais ou setoriais de usuários de recursos hídricos;

III - organizações técnicas e de ensino e pesquisa, voltados aos recursos hídricos e ambientais;

IV - organizações não-governamentais com objetivo de defesa dos interesses difusos e coletivos da sociedade; e

V - outras organizações assim reconhecidas pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHI).

Art. 63 - Poderão ser qualificadas, pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHI), como Organização da Sociedade Civil de Interesse dos Recursos Hídricos (OSCIRHI), as pessoas jurídicas de direito privado, não-governamentais, sem fins lucrativos e que atendam ao disposto na Lei Federal nº 9.790, de 28 de março de 1999.

TÍTULO III

DAS INFRAÇÕES E DAS PENALIDADES

Art. 64 - Considera-se infração a esta Lei, qualquer uma das seguintes ocorrências:

I - derivar ou utilizar recursos hídricos, independentemente da finalidade, sem a respectiva outorga de direito de uso;

II - fraudar as medições dos volumes de água utilizados ou declarar valores diferentes dos medidos;

III - descumprir determinações normativas ou atos que visem a aplicação desta Lei e de seu Regulamento;

IV - obstar ou dificultar as ações fiscalizadoras;

V - perfurar poços para extração de água subterrânea ou operá-los sem a devida autorização; e

VI - deixar de reparar os danos causados ao meio ambiente, fauna, bens patrimoniais e saúde pública.

Art. 65 - Sem prejuízo de outras sanções administrativas, cíveis e penais cabíveis, bem como da obrigação de reparação dos danos causados, as infrações estão sujeitas à aplicação das seguintes penalidades:

I - advertência, por escrito, a ser feita pelo respectivo Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH), na qual poderão ser estabelecidos prazos para correção das irregularidades e aplicação das penalidades administrativas cabíveis;

* II - multa simples ou diária, em valor monetário equivalente ao montante previsto na Lei Federal nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, ou outro índice sucedâneo, a ser aplicada pela entidade governamental competente; e/ou

* Nova redação dada pela Lei nº 4247/2003.  veja

III - cassação da outorga de uso de água, efetivada pela autoridade que a houver concedido.

Parágrafo Único - Em caso de reincidência, a multa será aplicada em dobro.

Art. 66 - Da imposição das penalidades previstas nos incisos I e II do artigo anterior, caberão recursos administrativos, no prazo de 10 (dez) dias, a contar da data de publicação, conforme dispuser o Regulamento.

Art. 67 - Da cassação da outorga, caberá pedido de reconsideração, a ser apresentado no prazo de dez (10) dias, a contar da ciência, seja por notificação postal ao infrator de endereço conhecido, seja pela publicação, nos demais casos, conforme dispuser o Regulamento.

TÍTULO IV DAS DISPOSIÇÕES GERAIS E TRANSITÓRIAS

Art. 68 - VETADO

Art. 69 - A instituição do Programa Estadual de Conservação e Revitalização de Recursos Hídricos (PROHIDRO) atende ao estabelecido pelo artigo 3º da Portaria nº 117, de 12 de novembro de 1998, do Ministro de Estado do Planejamento e Orçamento.

Art. 70 - VETADO

Art. 71 - Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 72 - Revogam-se as disposições em contrário.

ANEXO III: PORTARIA SERLA Nº 567, de 07 de maio de 2007

ESTABELECE CRITÉRIOS GERAIS E PROCEDIMENTOS TÉCNICOS E ADMINISTRATIVOS PARA CADASTRO, REQUERIMENTO E EMISSÃO DE OUTORGA DE DIREITO DE USO DE RECURSOS HÍDRICOS DE DOMÍNIO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS

A PRESIDENTE DA FUNDAÇÃO SUPERINTENDÊNCIA ESTADUAL DE RIOS E LAGOAS - SERLA, no uso de suas atribuições legais;

Considerando a Lei nº. 3.239, de 02 de agosto de 1999, que instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos, definiu a outorga como um os instrumentos de gestão de recursos hídricos no Estado do Rio de Janeiro;

Considerando ser a SERLA o órgão gestor e executor da política estadual de recursos hídricos e a responsável pela preservação, conservação e controle dos corpos hídricos, superficiais e subterrâneos, de domínio do Estado do Rio de Janeiro, em consonância com a Lei nº. 650, de 11 de janeiro de 1983, com os Decretos nº. 15.159, de 24 de julho de 1990, nº. 2.330, de 08 de janeiro de 1979, bem como com a Lei nº. 4247, de 16 de dezembro de 2003;

Considerando ser imprescindível o estabelecimento de normas que orientem os processos administrativos, especialmente no caso aqueles referentes à outorga de direito de uso de recursos hídricos;

Considerando a necessidade de agilização e simplificação dos procedimentos para a outorga de direito de uso dos recursos hídricos de domínio do Estado do Rio de Janeiro;

Considerando as Leis nº. 9.433, de 08 de março de 1997, de abrangência federal, e nº. 3.239, de 02 de agosto de 1999, de cunho estadual, as quais instituíram as respectivas Políticas de Recursos Hídricos e estabeleceram a outorga de direito de uso, seu cadastro de usuários e a cobrança pelo uso dos recursos hídricos como instrumentos destas citadas Políticas;

Considerando ser fundamento da Política Nacional de Recursos Hídricos a gestão das águas na perspectiva da bacia hidrográfica, e ser sua diretriz geral de ação a articulação da União com os Estados tendo em vista o gerenciamento dos recursos hídricos de interesse comum, na forma dos artigos 1º e 4º da Lei nº. 9.433, de 8 de janeiro de 1997;

Considerando o crescente número de solicitações de outorga em tramitação na SERLA desde a aprovação da Lei nº. 4247, de 16 de dezembro de 2003, e a necessidade de agilização dos procedimentos de outorga diante da preocupação dos usuários em garantir a disponibilidade de água em razão de sua limitação;

RESOLVE:

Capítulo I Disposições Preliminares

Art. 1º - A presente Portaria visa estabelecer os procedimentos técnicos e administrativos para fins de outorga de direito de uso dos recursos hídricos, bem como a sua renovação, alteração, transferência, desistência, suspensão e revogação em corpos d'água sob domínio do Estado do Rio de Janeiro, nos termos da legislação pertinente.

Parágrafo único - Esta portaria adaptar-se-á no que couber aos critérios gerais para outorga de direito de uso da água que vierem a ser estabelecidos pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos conforme estabelecido pelo inciso XII do artigo 2º do Decreto nº. 27.208, de 02 de outubro de 2000.

Art. 2º - Para fins desta portaria:

I- O Estado do Rio de Janeiro será denominado simplesmente Estado;

II-- A Fundação Superintendência Estadual de Rios e Lagoas será denominada simplesmente SERLA;

III- As bacias hidrográficas serão denominadas simplesmente Bacias;

IV- Os usos de recursos hídricos no estado serão designados simplesmente usos;

V- Os usuários de recursos hídricos serão denominados simplesmente usuários;

VI- O Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos será denominado simplesmente CNARH;

VII- A informação voluntária, prestada pelo usuário de água ao CNARH será denominada simplesmente cadastramento;

VIII- A correção dos dados de uso da água disponíveis nos bancos de dados do Cadastro Estadual de Usuários de Água - CEUA e do GESTIN e nas portarias de outorga de direito de uso já emitidas pela SERLA e transferidos para o CNARH será denominada simplesmente retificação;

IX- A confirmação dos dados de uso da água disponíveis no banco de dados do Cadastro Estadual de Usuários

de Água - CEUA e do GESTIN e nas portarias de outorga de direito de uso já emitidas pela SERLA e transferidos para o CNARH será denominada simplesmente ratificação;

X- A outorga de direito de uso da água será denominada simplesmente outorga;

XI- A cobrança pelo uso da água será denominada simplesmente cobrança.

Capítulo II Competências

Art. 3o. – Compete a SERLA, órgão gestor de recursos hídricos do Estado do Rio de Janeiro, a emissão de outorgas de direito de uso de água de domínio do Estado do Rio de Janeiro.

Parágrafo primeiro – Definem-se como águas de domínio do Estado do Rio de Janeiro as águas superficiais e subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, nesse caso, as decorrentes de obras da União, de corpos hídricos situados integralmente nos limites do Estado.

Parágrafo segundo – A outorga será efetivada por meio de portaria específica da SERLA, assinada por seu presidente ou substituto designado e publicada, na forma de extrato, no Diário Oficial do Estado.

Parágrafo terceiro – No caso de usuários com processos de licenciamento ambiental na FEEMA, deverá ser observado o disposto na Portaria Conjunta FEEMA, SERLA e IEF, de 24 de abril de 2007.

Art. 4o- Compete a SERLA a constituição de cadastro de usuários de água de domínio do Estado do Rio de Janeiro.

Parágrafo único – A SERLA manterá permanente articulação com a ANA com a finalidade de constituir e manter o cadastro unificado de usuários de água que comporte informações sobre a totalidade dos usuários cujas atividades se situem nos limites do Estado do Rio de Janeiro, independente da dominialidade do(s) seu(s) uso(s)

Capítulo III Finalidade de Uso dos Recursos Hídricos

Art. 5o – Para fins de cadastramento e outorga define-se como finalidades de uso de recursos hídricos:

I - Saneamento: para abastecimento público e para esgotamento sanitário. Enquadra-se nesta finalidade o atendimento das necessidades de higiene e saúde pública para núcleos populacionais, usos em empreendimentos comerciais e de prestação de serviços e uso sanitário em estabelecimentos industriais;

II – Uso Agrícola: para atendimento à demanda de cultivos agrícolas;

III - Uso Industrial: para matéria prima de produção ou insumo de processo produtivo, bem como para resfriamento de ambiente, materiais e equipamentos, combate a incêndios, e também o uso da água em usinas termelétricas e nucleares e outros;

IV - Aqüicultura: para criação de peixes e demais espécies aquáticas, utilizando-se tanques, viveiros, açudes ou o próprio corpo d'água;

V - Criação de Animais: para atividades relacionadas à pecuária;

VI - Geração de Energia Elétrica: para aproveitamento do potencial hidráulico em usinas hidrelétricas;

VII - Mineração: para qualquer processo de mineração, nas etapas previstas no Código de Mineração;

VIII - Recreação, Esporte, Turismo e Paisagismo: para atividades de lazer aquático, recreação, esporte, turismo, paisagismo e outros;

IX – Navegação – para embarcações de transporte de passageiros, materiais e cargas;

X - Outros Usos - para atividades e intervenções que não se enquadram nas anteriormente discriminadas.

Capítulo IV Cadastro de Usuários

Art. 6o – Todos os usuários de recursos hídricos, superficial e subterrâneo, de domínio do Estado do Rio de Janeiro, cadastrados ou não no CEUA ou no GESTIN, deverão cadastrar-se no CNARH.

Parágrafo primeiro - O cadastramento será realizado mediante preenchimento de formulário eletrônico próprio do CNARH, disponível na Internet no endereço <http://www.serla.rj.gov.br>.

Parágrafo segundo – Os usuários que não tiverem acesso à Internet deverão comparecer à SERLA, situada no Campo de São Cristóvão, nº. 138, 3º andar, sala 315, bairro São Cristóvão, Rio de Janeiro, ou a qualquer uma das suas agências regionais indicadas no Anexo 1, para a realização do seu cadastro eletrônico.

Capítulo V Outorga de Direito de Uso da Água

Art. 7o - A outorga é o ato administrativo de autorização mediante o qual a autoridade outorgante faculta ao outorgado o direito de uso dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos de domínio do Estado do Rio de Janeiro, por prazo determinado, nos termos e nas condições expressas no respectivo ato.

Parágrafo único – o ato administrativo disposto no caput deste artigo representa mero direito de uso, não implicando em alienação total ou parcial das águas, por tratar-se de bem inalienável.

Art. 8o - A outorga de direito de uso dos recursos hídricos tem por objetivo disciplinar, assegurar, harmonizar e controlar os usos da água, garantindo a todos os usuários o acesso à água de forma compatível com os usos

múltiplos, a preservação dos ecossistemas e a proteção contra os efeitos da superexploração, rebaixamento do nível piezométrico e contaminação dos aquíferos.

Parágrafo único - O ato administrativo de outorga não exige o outorgado do cumprimento da legislação ambiental pertinente ou das exigências de outros órgãos e entidades competentes.

Art. 9º - A outorga de direito de uso dos recursos hídricos será conferida em conformidade com os respectivos Planos de Bacia, quando existentes, e estará condicionada à disponibilidade hídrica e ao regime de racionamento.

Art. 10º - Para fins de cálculo de disponibilidade hídrica será utilizada a vazão de referência "Q7,10", definida como a vazão mínima de 7 dias de duração e 10 anos de tempo de retorno, sendo a vazão ambiental mínima a ser mantida no corpo hídrico definida como 50% da Q7,10.

Art. 11º - Todos os usuários cadastrados que não estejam outorgados deverão requerer outorga junto a SERLA, excetuando-se os usos insignificantes e o aproveitamento de água mineral.

Art. 12º - Estão sujeitos à outorga os seguintes usos:

I - Derivação ou captação de parcela de água existente em um corpo d'água para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo;

II - Extração de água de aquíferos subterrâneos para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo;

III - Lançamento em corpo d'água de efluentes e demais resíduos líquidos ou gasosos, com o fim de diluição, transporte ou disposição final em corpos d'água;

IV - Uso de recursos hídricos com fins de aproveitamento de potenciais hidrelétricos;

V - Outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água.

Parágrafo único - Quando a outorga abranger direito de uso múltiplo e/ou integrado de recursos hídricos, superficiais e subterrâneos, o outorgado ficará responsável pela observância concomitante das condições estabelecidas para todos os usos outorgados.

Art. 13º - Independem de outorga:

I - O uso de recursos hídricos para satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais, distribuídos no meio rural;

II - As derivações, captações e lançamentos considerados insignificantes, tanto no ponto de vista de vazão como de carga poluente;

III - As acumulações de volumes de água consideradas insignificantes.

Parágrafo primeiro - Poderão ser objeto de outorga os usos dos recursos hídricos elencados acima quando ocorrerem em bacias hidrográficas consideradas críticas do ponto de vista de disponibilidade ou qualidade hídrica ou quando o somatório dos usos citados nos itens I, II ou III representarem percentual elevado de consumo em relação a vazão do respectivo corpo d'água.

Parágrafo segundo - O uso de um mesmo usuário com vários pontos de captação num mesmo corpo d'água corresponderá ao somatório de suas captações.

Art. 14º - Na ausência de disposição específica do respectivo comitê de bacia, serão considerados os seguintes limites para usos insignificantes:

Parágrafo primeiro - Captações de águas superficiais com vazão inferior a 0,4 litros por segundo e volume máximo diário de 34.560 litros;

Parágrafo segundo - Extração de água subterrânea com vazão inferior a 0,4 litros por segundo e volume máximo diário de 5.000 litros.

Parágrafo terceiro - Os usos de água para geração de energia elétrica em pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), com potência instalada de até 1MW (um megawatt).

Art. 15º - Os usos insignificantes ficarão isentos de outorga e cobrança, mas deverão ser cadastrados no Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos - CNARH.

Art. 16º - Os usos insignificantes, assim classificados pela SERLA com base nos dados do cadastramento do usuário, serão objetos de Declaração assinada pelo Presidente da SERLA e publicada no Boletim de Serviço desta Fundação.

Art. 17º - Outros usos da água que independam de outorga, como aproveitamento de água mineral, deverão ser apenas cadastrados no CNARH, procedendo-se à atualização de informações sempre que houver alteração no uso cadastrado.

Capítulo VI Critérios para Outorga

Art. 18º - A SERLA, na análise do pedido de outorga, levará em consideração os seguintes critérios:

I - Para as águas superficiais:

- a) O balanço hídrico quantitativo na bacia hidrográfica onde se situa a captação;
- b) O cálculo da vazão de referência (Q7,10), a partir de estudos de regionalização disponíveis, contemplando a análise estatística de séries históricas de vazão do curso d'água em causa, quando estas existirem;
- c) A vazão máxima outorgável correspondente a 50% da Q7,10 do curso de água junto à seção de interesse para todos os casos, inclusive abastecimento humano.

II - Para as águas subterrâneas:

- a) Os aspectos quantitativos da vazão de extração nos locais indicados para exploração;
- b) A possibilidade de ocorrer interferência com poços tubulares de outros usuários vizinhos, em raio de 2 km, aproximadamente, ou com outros corpos hídricos existentes nas imediações da extração;
- c) A vazão máxima sustentável de um poço tubular, isto é, a vazão de extração que não provoque a superexploração, considerando a possibilidade de afetar os demais usuários de água subterrânea por área ou micro-bacia e a recarga do aquífero.

III - Para o lançamento de efluentes:

- a) A qualidade dos efluentes lançados e as vazões de diluição requeridas nos trechos dos corpos hídricos afetados pelos lançamentos;
- b) A localização, através das coordenadas geográficas, dos locais de lançamento, observando-se, quando couber, o lançamento a montante do local de captação;
- c) A proteção das áreas de recarga de água subterrânea e das nascentes.

Parágrafo único - Em regiões servidas por rede de abastecimento público, o usuário deverá observar o disposto no Decreto nº. 40.156, de 17 de outubro de 2006, e na Portaria SERLA nº. 555, de 1º de fevereiro de 2007.

Capítulo VII

Procedimentos Necessários para Obtenção de Declaração de Uso Insignificante

Art. 19º - A SERLA emitirá a Declaração de Uso Insignificante com base nos dados informados pelo usuário no CNARH, ficando o usuário sujeito a posterior fiscalização e apresentação dos documentos comprobatórios.

Art. 20º - Os limites de Uso Insignificante encontram-se elencados no Art. 15, sendo dispensada a solicitação de outorga e a cobrança pelo uso da água.

Art. 21º - O usuário deverá proceder aos seguintes passos para obtenção de declaração de Uso Insignificante:
1º- Preencher a Declaração do Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos - CNARH, disponível na Internet no endereço <http://www.serla.rj.gov.br>.

2º- Pagar a taxa de abertura de processo ao retirar o Ofício de Declaração de Uso Insignificante na Agência Regional ou na sede da SERLA;

Capítulo VIII

Procedimentos Necessários para Obtenção de Outorga de Direito Uso de Recursos Hídricos

Art. 22º - A SERLA emitirá a portaria de Outorga de Direito de Uso da Água com base nos dados informados pelo usuário no CNARH e nos documentos legais e técnicos anexados ao processo, ficando o usuário sujeito a posterior fiscalização.

Parágrafo único - No caso do usuário com processo de licenciamento ambiental na FEEMA, deve ser observado o disposto na Portaria Conjunta FEEMA, SERLA e IEF, de 24 de abril de 2007.

Art. 23º - O usuário deverá proceder aos seguintes passos para abertura de processo de Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos:

1º Preencher o CNARH (Cadastro Nacional de Recursos Hídricos) disponível na Internet no endereço

http://www.serla.rj.gov.br/cadastro/c_usuario.asp;

2º Preencher o Requerimento de Solicitação de Outorga, disponível na Internet no endereço

<http://www.serla.rj.gov.br/recursos/outorga.asp>;

3º Apresentar cópias da seguinte Documentação Básica (necessária para Outorga para qualquer tipo de uso)

- a) Requerente Pessoa Física: CPF, Identidade.
- b) Requerente Pessoa Jurídica: CNPJ, Contrato Social com as últimas alterações, Estatuto da Empresa e Atas, Identidade e CPF do Representante Legal.

c) Título de Propriedade do terreno, de posse ou similar.

d) Tratando-se de representação através de procurador, deverá ser juntada a procuração com firma reconhecida específica por tipo de uso, Identidade e CPF do procurador;

4º Fazer cópias da seguinte Documentação Técnica Específica para cada tipo de uso:

Captação de Água Superficial

a)-Mapa na escala 1:50.000, do IBGE, com localização geográfica ou UTM do(s) ponto(s) característico(s), incluindo nome do corpo hídrico, objeto do pedido de outorga, e da bacia hidrográfica;

b)-Estudo hidrológico de regularização do regime hídrico, no caso de modificação do regime fluvial, construção de barramento e/ou desvio de rios, apresentar acompanhado da ART do CREA;

c)-Fotografia do local de captação com equipamento de medição instalado no caso de empreendimento implantado ou em fase de implantação;

d)-Planta do Sistema de Captação;

e)-Cópia de Licença Ambiental emitida pelo órgão ambiental do Estado, quando couber.

Extração de Água Subterrânea

a) Mapa na escala 1:50.000, do IBGE, com localização através de Coordenadas Geográficas ou UTM do(s)

- poço(s);
- b) Mapa Geológico executado pelo Departamento de Recursos Minerais do Estado (DRM), na escala 1:50.000, com localização do(s) poço(s) representando as Unidades Geológicas relacionadas ao(s) poço(s), suas convenções, bem como as Coordenadas Geológicas ou UTM's do(s) poço(s);
- c) Croquis de localização do(s) poço(s) no terreno;
- d) Ficha de cadastro do poço, disponível na Internet no endereço <http://www.serla.rj.gov.br/recursos/outorga>: apresentar sempre que existente, para poços já perfurados sem autorização prévia, sendo obrigatório à apresentação para novos poços, juntando um croquis ou desenho esquemático do poço;
- e) Anotação de Responsabilidade Técnica com a descrição dos serviços e respectivas Coordenadas Geográficas;
- f) Comprovante de pagamento da ART no CREA-RJ;
- g) Cópia da cédula de identidade do CREA-RJ;
- h) Análise Físico Química e Bacteriológica;
- h1) Relatório de Análise Físico Química e Bacteriológica Completo, disponível na Internet no endereço <http://www.serla.rj.gov.br/recursos/outorga>, atendendo todas as exigências da Portaria nº 518/GM de 25/03/2004 do Ministério de Saúde: obrigatório quando o uso se destina ao consumo humano;
- h2) Relatório de Análise Físico Química e Bacteriológica Simplificado, disponível na Internet no endereço <http://www.serla.rj.gov.br/recursos/outorga>: para os demais usos, sendo que análises adicionais poderão ser solicitadas em função das condições hidrogeológicas do entorno após análise pelo corpo técnico da SERLA;
- i) Teste de Bombeamento, disponível na Internet no endereço <http://www.serla.rj.gov.br/recursos/outorga>: obrigatório para todos os casos com a justificativa da sustentabilidade de exploração do aquífero, tendo por base os testes de bombeamento de campo e seus respectivos gráficos. Atender todas as exigências técnicas da NBR 12.212 e 12.244;
- j) Fotos dos barriletes de Controle Operacional para os poços a serem outorgados: obrigatório para todos os usuários que solicitam a outorga.
- Lançamento de Efluentes
- a)-Mapa na escala 1:50.000, do IBGE, com localização geográfica ou UTM do(s) ponto(s) característico(s), incluindo nome do corpo hídrico, objeto do pedido de outorga, e da bacia hidrográfica;
- b)-Fotografia do local de lançamento;
- c)-Planta do Sistema de Lançamento;
- d)-Cópia de Licença Ambiental emitida pelo órgão ambiental do Estado, quando couber;
- 5º Apresentar a documentação (cópia da Declaração do CNARH, requerimento de outorga e os documentos básicos e específicos solicitados nos itens anteriores) na Agência Regional mais próxima (ver endereços no requerimento de outorga) ou na Divisão de Outorga da SERLA, localizada no Campo de São Cristóvão nº 138, sala 202 para verificação da documentação exigida. Estes documentos serão autuados, originando um processo, no caso de o usuário ter cumprido as exigências, na íntegra;
- 6º Pagar taxa de abertura de processo na Agência Regional ou na sede da SERLA, na Tesouraria, sala 312, e anexar uma cópia ao processo;
- 7º Abrir processo de Demarcação de Faixa Marginal de Proteção junto à Divisão de FMP, localizada no Campo de São Cristóvão nº 138, sala 315-B ou na própria Agência Regional, que tramitará paralelamente com o processo de outorga. Tratando-se de água superficial e/ou lançamento de efluentes, o processo, após a demarcação da Faixa Marginal de Proteção, será encaminhado à Diretoria de Apoio Técnico para análise do Sistema de Captação e/ou Lançamento de Efluentes, e anexar uma cópia ao processo;

Capítulo IX Documento de Outorga

- Art. 24º - Do ato administrativo de outorga deverão constar, no mínimo, as seguintes informações:
- I - Identificação do outorgado;
- II - Localização geográfica (latitude e longitude) e hidrográfica (corpo d'água, bacia) e gerencial (Regiões Hidrográficas);
- III - Finalidade do uso da água;
- IV - Vazões máxima instantânea e média, bem como sua distribuição temporal;
- V - Prazo de validade;
- VI - Obrigação de recolher os valores da cobrança pelo uso dos recursos hídricos nos termos a serem definidos por regulamento próprio;
- VII - Obrigação de instalar e manter em funcionamento equipamentos de medição para monitoramento contínuo das vazões captadas e lançadas a ser disponibilizadas sempre que for solicitado pela SERLA;
- VIII - Obrigação de adaptar suas atividades e obras ao Plano de Bacia Hidrográfica superveniente;
- IX - Cláusula condicionando a eficácia da outorga de direito de uso à:
- a) Aprovação da SERLA do projeto básico de engenharia para captação, ou derivação de água, lançamento de efluentes e das demais medidas que venham a ser necessárias ao uso pretendido, bem como a demarcação da Faixa Marginal de Proteção;
- b) Obtenção, junto ao órgão ambiental competente, da Licença Ambiental quando for o caso;
- c) Comprovação da instalação de dispositivo e equipamento de medição de vazão, preceituada no item VII deste artigo;
- d) Observação do Decreto 40.156, de 17 de outubro de 2006, e da Portaria SERLA 555, de 1º de fevereiro de 2007, nos casos de consumo/higiene humana e para comercialização, quando a área em questão for atendida por empresa pública de abastecimento;
- e) Manutenção de vazão suficiente no estirão de jusante, no caso de barragem de curso d'água, visando a proteção da biota aquática e outros usos imediatos à seção de controle.

Parágrafo primeiro - Os pedidos de outorga poderão ser indeferidos em função do não cumprimento das exigências técnicas ou legais ou do interesse público, mediante decisão devidamente fundamentada, devendo ser publicada na forma de extrato no Diário Oficial do Estado.

Capítulo X Prazos de Outorga

Art. 25º - A outorga de direito de uso dos recursos hídricos terá o prazo máximo de vigência de trinta e cinco anos, contados da data da publicação do respectivo ato administrativo, respeitados os seguintes limites de prazo:

I - até três anos, para início da implantação do empreendimento objeto da outorga;

II - até seis anos, para conclusão da implantação do empreendimento projetado.

Parágrafo primeiro - O prazo de que trata o caput poderá ser alterado pela SERLA, respeitando-se as prioridades estabelecidas nos Planos de Bacia Hidrográfica.

Parágrafo segundo - Os prazos de vigência das outorgas de direito de uso dos recursos hídricos serão fixados em função da natureza, finalidade e porte do empreendimento, levando-se em consideração, quando for o caso, o período de retorno do investimento.

Parágrafo terceiro - Os prazos a que se referem os incisos I e II deste artigo poderão ser ampliados quando o porte e a importância social e econômica do empreendimento o justificar, ouvido o Conselho Estadual de Recursos Hídricos.

Parágrafo quarto - Caso cesse o uso outorgado da água, fica o usuário obrigado a dar conhecimento a SERLA no prazo máximo de três meses, sujeitando-se, caso contrário, às penalidades previstas no Art. 65 da Lei nº 3.239 e demais instrumentos legais pertinentes.

Capítulo XI Transferência de Outorga

Art.26º - A transferência da outorga a terceiros deverá conservar as mesmas características e condições da outorga original e poderá ser feita total ou parcialmente, quando aprovada pela SERLA, e será objeto de novo ato administrativo indicando o(s) novo(s) titular(es).

Parágrafo Único - A transferência da outorga não isenta o cedente de responder por eventuais infrações cometidas durante o prazo em que exerceu o direito de uso do recurso hídrico.

Capítulo XII Alteração da Outorga

Art. 27º - A alteração das condições da outorga de direito de uso dos recursos hídricos poderá ocorrer a pedido do usuário ou em função do interesse público nas seguintes hipóteses:

I - existência de conflito com as normas supervenientes;

II - quando for necessária a adequação ao Plano de Bacia Hidrográfica;

III - mudanças nas características do empreendimento ou atividade que acarretem aumento ou redução das vazões outorgadas, bem como alterações na qualidade do efluente lançado no corpo d'água;

IV - superveniência de caso fortuito ou força maior.

Parágrafo Único - A alteração das condições de outorga de que trata o inciso III deste artigo somente será atendida se estiver em conformidade com as normas, critérios e prioridades vigentes e considerado o respectivo Plano de Bacia Hidrográfica, quando existente.

Capítulo XIII Renovação das Outorgas

Art. 28º - O outorgado interessado em renovar a outorga deverá apresentar requerimento a SERLA com antecedência mínima de noventa dias da data de término da outorga.

Parágrafo primeiro - O pedido de renovação somente será atendido se o uso objeto da outorga estiver em conformidade com as normas, critérios e prioridades vigentes à época da renovação e considerando o respectivo Plano de Bacia Hidrográfica, quando existente.

Parágrafo segundo - Caso a SERLA não houver se manifestado expressamente a respeito do pedido de renovação até a data de término da outorga, fica esta automaticamente prorrogada até que ocorra deferimento ou indeferimento do referido pedido.

Parágrafo terceiro - A renovação de outorga será efetivada mediante ato administrativo e somente se aplicará às atividades e empreendimentos nos quais seja mantida a mesma finalidade de uso.

Capítulo XIV Consulta Prévia

Art. 29º - Qualquer pessoa física ou jurídica poderá efetuar consulta prévia à SERLA quanto à disponibilidade hídrica de um corpo hídrico em uma determinada seção.

Parágrafo único - A consulta prévia se destina, exclusivamente, ao conhecimento pelo requerente da vazão passível de outorga, possibilitando o planejamento de empreendimentos que necessitem desses recursos.

Capítulo XV Declaração de Reserva de Água

Art. 30º - A SERLA, mediante requerimento do usuário, poderá emitir declaração de reserva de água para usos em futuros empreendimentos ou atividades, observado o disposto no art. 23 da Lei nº. 3.239, de 02 de agosto de 1999.

Parágrafo primeiro - A solicitação de reserva de água será feita pelo requerente em formulário próprio disponibilizado pela SERLA.

Parágrafo segundo - A reserva da vazão requerida, existindo disponibilidade hídrica, poderá ser autorizada pelo Presidente da SERLA, mediante ato a ser publicado no Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro.

Parágrafo terceiro - A declaração de reserva de água não confere direito de uso dos recursos hídricos e se destina a reservar a vazão passível de outorga, possibilitando o planejamento de atividades que necessitem desses recursos.

Parágrafo quarto - No caso de geração de energia hidrelétrica, a declaração de reserva de disponibilidade hídrica pela SERLA deverá ser obtida previamente pela ANEEL, para fins de licitação de concessão ou autorização de uso de potencial de energia hidráulica em corpo d'água de domínio estadual, conforme parágrafo 1º e 2º do artigo 7º, da Lei 9984 de 17 de julho de 2000.

Parágrafo quinto - A análise técnica a ser efetuada pela SERLA obedecerá aos mesmos requisitos e etapas, exigidos para o pedido de outorga.

Parágrafo sexto - O prazo de validade da declaração de reserva de água será fixado levando-se em conta a complexidade do planejamento do empreendimento, limitando-se ao máximo de três anos, findo o qual a reserva será cancelada.

Capítulo XVI Suspensão e Extinção das Outorgas

Art. 31º - A outorga de uso dos recursos hídricos poderá ser suspensa, parcial ou totalmente, em definitivo ou por prazo determinado, sem qualquer direito de indenização ao usuário, nas seguintes circunstâncias:

I - não cumprimento pelo outorgado dos termos da outorga;

II - ausência de uso por três anos consecutivos;

III - necessidade premente de água para atender a situações de calamidade, inclusive as decorrentes de condições climáticas adversas;

IV - necessidade de se prevenir ou reverter significativa degradação ambiental;

V - necessidade de se atender a usos prioritários de interesse coletivo para os quais não se disponha de fontes alternativas;

VI - necessidade de serem mantidas as condições de navegabilidade do corpo d'água;

VII comprometimento do ecossistema aquático ou do aquífero.

Parágrafo primeiro - A suspensão da outorga só poderá ser efetivada mediante estudos técnicos que comprovem a necessidade do ato.

Parágrafo segundo - A suspensão de outorga de uso dos recursos hídricos, prevista neste artigo, implica automaticamente no corte ou na redução dos usos outorgados.

Art. 32º - A outorga de direito de uso dos recursos hídricos extingue-se, sem qualquer direito de indenização ao usuário, nas seguintes circunstâncias:

I - morte do usuário - pessoa física;

II - liquidação judicial ou extrajudicial do usuário - pessoa jurídica, e

III - término do prazo de validade de outorga, sem que tenha havido tempestivo pedido de renovação.

Parágrafo Único - No caso do inciso I deste artigo, os herdeiros ou inventariante do usuário outorgado, se interessados em prosseguir com a utilização da outorga, deverão solicitar em até cento e oitenta dias da data do óbito, a retificação do ato administrativo da portaria, que manterá seu prazo e condições originais, quando da definição do(s) legítimo(s) herdeiro(s), sendo emitida nova portaria, em nome deste(s).

Capítulo XVII Disponibilização do Direito de Uso

Art. 33º - O outorgado poderá disponibilizar a SERLA, a critério desta, temporariamente, vazão parcial ou total de seu direito de uso, devendo o outorgante dar publicidade do mesmo no Diário Oficial do Estado.

Capítulo XVIII

Obrigações e Responsabilidades do Usuário

Art. 34º - São de responsabilidade exclusiva de todo e qualquer usuário os danos causados ao meio ambiente e a terceiros, em decorrência de uso dos recursos hídricos em não conformidade com os termos da outorga e da legislação vigente e, ainda, por condições inadequadas de manutenção, operação e/ou funcionamento de obras hidráulicas e instalações que interfiram no corpo d'água.

Art. 35º - O outorgado deverá implantar e manter o monitoramento das vazões, captadas e lançadas, em termos quantitativos e qualitativos, encaminhando à SERLA o relatório com os dados observados ou medidos, na forma preconizada no ato da outorga.

Capítulo XIX Fiscalização

Art. 36º - Compete a SERLA, nos termos que lhe faculta a Lei no. 650/1983 e, no que couber, o Decreto nº. 2.330/1979, a fiscalização para o cumprimento das disposições legais referentes à outorga de direito do uso dos recursos hídricos.

Parágrafo primeiro - No exercício da ação fiscalizadora de que trata o caput deste artigo, ficam asseguradas a SERLA a entrada e a permanência, pelo tempo que se tornar necessário, em estabelecimentos públicos e privados, com o objetivo de verificar o cumprimento dos termos e condições estabelecidos no ato de outorga. Parágrafo segundo - Qualquer pessoa que constate a ocorrência de fato que possa se caracterizar como possível infração ao disposto nesta portaria e nas demais legislações pertinentes, poderá comunicá-lo a SERLA, para apuração.

Capítulo XX Infrações e Penalidades

Art. 37º - O não cumprimento das disposições legais relativas ao uso dos recursos hídricos e aos preceitos desta Portaria sujeitará o infrator às penalidades previstas no Artigo 65 da Lei nº. 3.239, de 02 de agosto de 1999, e em legislação correlata.

Parágrafo primeiro - Os outorgados devem cumprir todas as condições estabelecidas nos atos de outorga, ficando sujeitos às sanções cabíveis pelo não cumprimento das mesmas e responsáveis pelos eventuais prejuízos causados a terceiros, conforme Portaria a ser regulamentada.

Parágrafo segundo - Caso a fiscalização verifique inexactidão na documentação apresentada pelo requerente ou pelo outorgado, poderão ser aplicadas as penalidades previstas no caput deste artigo, não o eximindo de apresentar a documentação requerida.

Art. 38º - O não cumprimento das disposições contidas nesta Portaria acarretará aos infratores as sanções previstas na Lei nº. 3.239/99 e legislação correlata.

Capítulo XXI Disposições Finais e Transitórias

Art. 39º - Na hipótese de solicitação de outorga, tendo por objeto curso d'água de domínio estadual, afluente de rio federal, o parecer técnico para a autorização será realizado mediante articulação da SERLA com o órgão afim.

Art. 40º - Procedimentos complementares para outorga de direito de uso dos recursos hídricos poderão ser estabelecidos para atividades que tenham peculiaridades e características especiais, desde que estejam em consonância com o disposto nesta Portaria.

Art. 41º - Ficam convalidadas as outorgas de direito de uso dos recursos hídricos, publicadas no Diário Oficial do Estado anteriores à publicação desta Portaria, observados os prazos de validade estabelecidos nos respectivos atos de outorga e desde que atendidas as exigências da legislação em vigor.

Art. 42º - Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação, revogando-se as disposições em contrário, em especial, a Portaria nº. 307/2002.

MARILENE RAMOS
Presidente

ANEXO IV: RESOLUÇÃO Nº740, de 06/10/2009 – ANA



RESOLUÇÃO Nº 740, DE 06 DE OUTUBRO DE 2009

O DIRETOR-PRESIDENTE DA AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA, no uso da atribuição que lhe confere o art. 61, inciso XVII, do Regimento Interno aprovado pela Resolução nº 348, de 20 de agosto de 2007, torna público que a DIRETORIA COLEGIADA, em sua 335ª Reunião Ordinária, realizada em 06 de outubro de 2009, considerando o disposto no art. 7º, da Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, e com base nos elementos constantes no Processo nº 02501.000876/2008-04, resolve:

Art. 1º Declarar reservada, à Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, na seção do rio Xingu situada às coordenadas 03º 07' 35" de Latitude Sul e 51º 46' 30" de Longitude Oeste, a disponibilidade hídrica caracterizada pelas vazões naturais afluentes, constantes do Anexo I, subtraídas das vazões médias destinadas ao atendimento de outros usos consuntivos a montante e das vazões destinadas à manutenção de um hidrograma de vazões no trecho de vazão reduzida, conforme Anexos II e III.

Art. 2º As vazões reservadas têm a finalidade de garantir a disponibilidade hídrica necessária à viabilidade do aproveitamento hidrelétrico Belo Monte, Município de Altamira, Estado do Pará, com as seguintes características:

I - coordenadas geográficas do eixo do barramento dos canais no Sítio Belo Monte (casa de força principal): 03º 07' 35" de Latitude Sul e 51º 46' 30" de Longitude Oeste;

II - coordenadas geográficas do eixo do barramento da calha do rio Xingu (casa de força complementar): 3º 26' 15" de Latitude Sul e 51º 56' 50" de Longitude Oeste;

III - nível d'água máximo normal a montante do reservatório do rio Xingu: 97,0 m;

IV - nível d'água máximo maximorum a montante do reservatório do rio Xingu: 97,5 m;

V - nível d'água mínimo normal a montante do reservatório do rio Xingu: 97,0 m;

VI - nível d'água máximo normal a montante do reservatório dos canais: 97,0 m;

VII - nível d'água mínimo normal a montante do reservatório dos canais: 96,0 m;

VIII - área inundada do reservatório do rio Xingu no nível d'água máximo normal: 386 km²;

IX - área inundada do reservatório dos canais no nível d'água máximo normal: 130 km²;

X - volume do reservatório do rio Xingu no nível d'água máximo normal: 2.510 hm³;

XI - volume do reservatório dos canais no nível d'água máximo normal: 2.231 hm³;

XII - vazão máxima turbinada: 13.900 m³/s (principal) + 2.277 m³/s (complementar);

XIII - vazão mínima para dimensionamento dos vertedores: 62.000 m³/s.

§ 1º Os vertedores deverão ser verificados para a cheia máxima provável, mantendo uma borda livre em relação às cristas das barragens adequada para o porte do empreendimento;

§ 2º O arranjo das estruturas previstas deve buscar favorecer a passagem de sedimentos;

§ 3º O abastecimento de água da cidade de Altamira não poderá ser interrompido em decorrência da implantação do empreendimento, em suas fases de construção e operação;

§ 4º Deverão ser mantidas as condições atuais de navegação, adequadas ao porte de navegação existente atualmente na região, inclusive as embarcações de transporte regular de passageiros, para todas as comunidades que se utilizam deste transporte, durante as fases de construção e operação do empreendimento;

§ 5º As áreas urbanas e localidades deverão ser relocadas ou protegidas contra cheias com tempo de recorrência de 50 anos, considerando cheias desta magnitude simultâneas no rio Xingu e afluentes;

§ 6º A infra-estrutura viária deverá ser relocada ou protegida contra cheias com tempo de recorrência de 100 anos, considerando cheias desta magnitude simultâneas no rio Xingu e afluentes;

§ 7º Os efeitos sobre os usos da água, associados aos eventuais processos de erosão a jusante e assoreamento a montante, decorrentes da implantação do empreendimento, deverão ser mitigados pelo futuro outorgado;

§ 8º A cada 5 anos, deverão ser atualizadas as linhas de remanso do reservatório do rio Xingu para as cheias características, em função da evolução do assoreamento no reservatório;

§ 9º Deverá ser removida 100% da cobertura florestal na área a ser inundada devido à formação do Reservatório dos Canais, conforme preconizado no Programa de Desmatamento e Limpeza das Áreas dos Reservatórios, de forma a evitar a degradação da qualidade da água;

Art. 3º A Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica, objeto desta Resolução:

I - não confere direito de uso dos recursos hídricos e se destina a reservar a vazão a ser outorgada, possibilitando, ao investidor, o planejamento de seu empreendimento;

II - tem prazo de validade de três anos, contado a partir da data de publicação desta resolução, podendo ser renovada, mediante solicitação da ANEEL, por igual período; e

III - por se caracterizar como outorga preventiva, poderá ser suspensa, parcial ou totalmente, em definitivo ou por tempo determinado, no caso de incidência nos arts. 15 e 49 da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e em caso de indeferimento ou cassação da Licença Ambiental pelo órgão competente.

Art. 4º As condições de operação do reservatório do aproveitamento hidrelétrico serão definidas e fiscalizadas pela ANA, em articulação com o Operador Nacional do Sistema – ONS, conforme disposição do art. 4º, inciso XII e §3º, da Lei nº 9.984, de 2000, devendo respeitar as seguintes condições gerais:

I – Vazão mínima a ser mantida no reservatório dos canais: 300 m³/s;

II – Vazões médias mensais a serem mantidas no trecho de vazão reduzida (TVR), alternando os hidrogramas A e B em anos consecutivos, conforme Anexo III.

§ 1º Caso, em dado mês, a vazão afluente for inferior à prescrita no Anexo III, deve ser mantida vazão igual à afluente no TVR;

§ 2º O NA mínimo do reservatório poderá ser reduzido para atender simultaneamente as condições expressas nos incisos I e II, quando a vazão afluente for inferior à vazão prescrita para o TVR somada a 300 m³/s;

§ 3º A vazão instantânea no mês de outubro no TVR não poderá ser inferior a 700 m³/s, exceto caso a vazão afluente o seja;

§ 4º Nos meses de ascensão do hidrograma, a vazão instantânea no TVR não deverá ser inferior à vazão média prescrita para o mês anterior, exceto caso a vazão afluente o seja;

§ 5º Nos meses de recessão do hidrograma, a vazão instantânea no TVR não deverá ser inferior à vazão média prescrita para o mês seguinte, exceto caso a vazão afluente o seja;

III - Operação a fio d'água, com vazões defluentes iguais às vazões afluentes, com exceção dos períodos em que a vazão afluente for inferior à vazão prescrita para o TVR somada a 300 m³/s;

IV – O início do enchimento do reservatório deverá ocorrer entre os meses de janeiro e junho, mantendo-se neste período, no Trecho de Vazão Reduzida, as vazões mínimas do Hidrograma B do Anexo III;

Art. 5º O futuro outorgado deverá implantar e manter estações de monitoramento e reportar os dados monitorados regularmente à ANA, conforme as seguintes especificações mínimas, sem prejuízo ao disposto na Resolução ANEEL nº 396/1998:

I – monitoramento diário de vazões turbinadas, vertidas e defluentes nas barragens da calha do rio Xingu (sítio Pimental), dos canais (sítio Belo Monte) e das vazões vertidas e defluentes da barragem do sítio Bela Vista;

II – monitoramento diário de níveis d'água e vazões afluentes ao reservatório da calha do rio Xingu;

III – monitoramento diário de níveis d'água e vazões no Trecho de Vazão Reduzida e nos canais;

IV – monitoramento mensal da descarga sólida, a montante e a jusante dos reservatórios da calha do rio Xingu e dos canais;

V – monitoramento em tempo real dos parâmetros de qualidade de água previstos nos Estudos de Impacto Ambiental, em, no mínimo, 8 pontos, conforme previsto no EIA;

VI – monitoramento a cada cinco anos de todas as seções topobatimétricas levantadas no estudo de viabilidade, de modo a atualizar as estimativas de volume assoreado e a curva cota-área-volume;

Art. 6º Esta Declaração será transformada, automaticamente, pela ANA, em outorga de direito de uso de recursos hídricos para o aproveitamento hidrelétrico ao titular que receber da ANEEL a concessão ou a autorização para o uso do potencial de energia hidráulica, mediante apresentação do:

I - Projeto Básico do aproveitamento hidrelétrico;

II - Detalhamento do estudo de assoreamento, conforme especificações definidas pela ANA;

III - Projeto Básico do novo sistema de captação de água para abastecimento de água de Altamira, conforme preconizado no Programa de Intervenção em Altamira, desenvolvido em articulação com a concessionária do serviço de saneamento e em conformidade com as projeções de incremento da demanda decorrentes da implantação do empreendimento;

IV - Projeto Básico do sistema de coleta e de tratamento de esgotos da sede urbana de Altamira, conforme preconizado no Programa de Intervenção em Altamira, desenvolvido em articulação com a concessionária do serviço de saneamento e observando uma remoção mínima de 80% das cargas de fósforo e de nitrogênio do efluente e de 95% para matéria orgânica, e a localização adequada do(s) ponto(s) de lançamento, e em conformidade com as projeções de incremento da demanda decorrentes da implantação do empreendimento;

V - Projeto Básico do mecanismo de transposição de barcos da barragem do sítio Pimental, mostrando a sua viabilidade técnica para a transposição das embarcações que operam atualmente na região da Volta Grande do Xingu, inclusive as embarcações de transporte regular de passageiros;

VI - Plano de Contingência e de Emergência;

VII - Detalhamento dos seguintes Programas propostos no EIA do empreendimento: Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade de Águas; Projeto de Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas; Programas de Desmatamento e Limpeza das Áreas dos Reservatórios; Programa de Proteção e Recuperação das APP's dos Reservatórios; Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório do AHE Belo Monte – PACUERA; Programa de Proposição de Áreas de Preservação Permanentes – APP e Programa de Gerenciamento e Controle dos usos múltiplos do reservatório e seu entorno.

VIII - Detalhamento do Projeto de Recomposição das Praias e Locais de Lazer, com indicação dos locais e a extensão dos balneários a serem recompostos;

§ 1º São de responsabilidade exclusiva do futuro titular da outorga todos os ônus, encargos e obrigações relacionadas à alteração, decorrentes da implantação do empreendimento, das condições das outorgas emitidas pela ANA ou pelo órgão gestor de recursos hídricos estadual, em vigor na data de início do enchimento, nos trechos de rio correspondentes às áreas a serem inundadas, a jusante do empreendimento e nos trechos de vazão reduzida.

Art. 7º Esta Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica não dispensa, nem substitui a obtenção, pelo declarado, de certidões, alvarás ou licenças de qualquer natureza, exigidos pela legislação federal, estadual ou municipal.

Art. 8º O direito de uso de recursos hídricos, quando da transformação desta Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica em outorga, estará sujeito à cobrança, nos termos da legislação pertinente.

Art. 9º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

JOSÉ MACHADO

Anexo I – Série de vazões médias mensais afluentes ao AHE Belo Monte

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
1931	6720	15603	15024	28377	21385	11156	3204	1615	1063	1531	2414	4409
1932	8288	10831	20099	15360	8821	3947	2854	1707	1348	1353	1737	3461
1933	5586	13325	16684	19387	16123	6687	2589	1242	846	1233	2173	3482
1934	5542	11151	16869	31431	19243	8035	2668	1394	1036	1191	1555	4514
1935	12456	14571	18767	32162	18893	12845	3215	1653	1143	678	1496	4709
1936	11863	18970	14371	18281	10131	4395	1883	1250	1016	761	1428	4175
1937	4365	5908	10586	20528	11789	5276	2947	1763	1392	1272	1633	3254
1938	8511	10827	11769	31154	21481	10025	2645	1475	1177	1254	2444	2511
1939	14508	19005	21863	19728	11199	6848	3631	1789	1276	1201	1966	5070
1940	9770	17682	19653	22773	24638	13201	3582	1575	967	870	1977	2810
1941	6375	8629	15461	22046	12661	5666	2106	1259	995	1565	2010	4004
1942	3098	8614	11771	14644	11300	6263	2674	1312	775	696	2750	4161
1943	12879	22803	42442	12371	10528	4674	2589	1559	834	888	1835	3518
1944	4887	11255	14595	22642	18829	7809	2744	1317	896	1343	2367	3793
1945	6312	14656	14112	35764	26952	14061	2694	1358	894	1171	1846	3370
1946	4117	11114	19633	13384	11693	4171	4358	2484	1524	690	1744	2454
1947	8182	14766	17296	35119	23249	11207	2547	1221	872	1709	1968	4532
1948	8610	16725	26205	22290	13647	5698	2765	1444	1073	914	1193	3463
1949	15085	19731	23408	12747	11413	4727	3122	1729	1262	997	1793	3179
1950	5744	13217	15070	29324	24549	11974	2430	1182	683	859	1386	3292
1951	7424	9566	14444	9564	8404	4309	3368	1666	1218	1006	1583	3401
1952	5002	10942	10867	29924	21274	8043	2930	1634	1239	1399	1564	2309
1953	6801	15791	15205	31488	23729	12380	2914	1469	967	1886	2973	5430
1954	5693	10079	18760	18050	15361	6820	2777	1672	895	655	1353	2594
1955	7872	14756	15835	25487	27575	14775	2884	1268	778	1047	2377	3378
1956	7411	16212	16102	25055	17812	6734	4153	2316	1756	1784	1995	2944
1957	15483	18112	23328	29031	17053	11594	2722	1399	967	584	1290	4058
1958	4644	9676	16982	40610	19158	8236	2486	1547	1213	1044	1520	3850
1959	8384	13447	22444	22341	17334	7857	3218	1612	1129	614	1174	3778
1960	3253	8734	12361	22708	17523	9711	2561	1257	742	791	3127	4732
1961	7448	20711	28301	11301	8721	4833	2889	1417	837	482	1906	2884
1962	4882	7737	13485	23178	12269	4470	2030	1964	1007	921	1930	4178
1963	8472	10916	16482	13775	12105	6207	2683	1327	970	716	1127	2422
1964	17033	21543	25668	35135	19944	12195	2863	1411	1007	1091	1785	4604
1965	6208	14334	16126	27236	16080	6931	2764	1705	1450	1084	1544	3875
1966	3345	7978	9989	20185	16786	6962	3059	1468	999	1280	2255	3614
1967	6377	8354	9610	41621	23626	14447	2518	1240	885	798	1307	3370
1968	4570	6993	12623	25799	13656	4976	2183	1050	684	698	1033	4028
1969	7112	10120	14059	15284	12068	5015	1854	915	425	380	560	1176
1970	3774	9204	18001	14636	13213	4561	2063	1176	698	496	1213	1764
1971	2522	6337	9585	14133	11270	6045	2682	1315	752	693	2650	4144
1972	5532	11920	16523	16925	14544	5837	2689	1290	850	641	1093	1810
1973	4338	6938	14297	19675	17302	7434	3667	2209	1144	1422	2841	5631
1974	7474	15200	21604	27573	25985	13431	4446	2061	1448	1352	1418	4054
1975	7372	15322	19342	20860	18047	8518	3845	1870	1046	735	1148	2817
1976	6406	10941	15398	14931	11247	5523	2475	1193	795	988	2224	5082
1977	9206	15586	18518	17358	19405	10062	4498	1977	1175	1503	3303	4850
1978	15681	16107	25621	22801	17479	9427	4180	2360	1437	1465	1962	3935
1979	8666	18303	24556	18009	11234	5105	2416	1451	1394	1455	1986	3348
1980	8258	15542	30200	21559	10510	4372	2271	1413	1072	1119	1576	4126
1981	10348	15479	12535	16897	9676	4062	2105	1398	1100	965	1754	5296
1982	10087	23290	28311	21711	17471	7184	3378	1843	1317	1854	1989	2725
1983	6258	15094	16609	16910	7538	3707	2037	1355	1068	1189	2343	3938
1984	6847	9563	13533	19397	19100	7517	3087	1581	1303	1375	2562	3386
1985	9688	22569	24857	22859	23251	9520	4061	2132	1333	1348	2673	6761
1986	16328	18760	22578	20716	14760	6667	3309	1844	1426	2146	4047	4294
1987	7062	8633	17126	17850	10593	4587	2264	1354	1035	1167	1450	2985
1988	7200	10431	19275	20819	16692	7321	3284	1645	1114	1156	2142	7120
1989	13358	14113	20126	21904	13296	8748	4448	2287	1530	1408	3006	9778
1990	17948	13564	22254	18137	10799	5292	2757	1874	1250	1357	1878	2861
1991	7597	15933	16984	23195	18062	9119	3692	1861	1185	1231	1878	3543
1992	6751	14080	17538	19152	11683	4874	2352	1451	1193	1501	2069	5364
1993	9233	11123	19537	16090	11027	4930	2372	1419	1312	1348	1814	2994
1994	11106	18103	23477	22538	15418	7193	4402	2111	1458	1357	1512	3598
1995	12016	17631	20361	21050	21479	12182	4723	2260	1366	1201	1509	4312
1996	10460	12357	16231	18060	16710	6697	2940	1629	1150	1128	1965	3600
1997	7373	15086	16017	22807	16755	6131	2873	1603	1176	1183	1280	1952
1998	3731	5668	9887	9843	6605	2880	1421	911	710	717	1383	3653
1999	6886	8013	13396	12449	11303	5610	2231	1104	781	904	1378	3057
2000	10644	15970	22007	22075	13606	5428	2838	1674	1177	1533	2664	6322
2001	11305	13377	17037	18497	10850	6421	3051	1503	1038	1003	1588	4234
2002	11562	12412	12067	13079	7567	4375	1835	1161	810	879	1396	1986
2003	1132	3960	13079	19204	10503	3703	2361	2284	1133	1144	2320	5188
2004	7981	13031	28219	27700	14720	6698	3306	1894	1368	1313	2446	3699
2005	6774	12311	20619	22893	14483	5852	2705	1413	1015	1104	1394	4184
2006	11102	13229	19592	25123	24596	11794	4113	2048	1172	1238	2660	3889
2007	6026	13276	20884	17281	9933	4876	2269	1444	959	871	1053	2259

Anexo II – Vazões destinadas aos usos consuntivos a montante, em m³/s

Ano	Consumo
2009	4,5
2019	6,5
2029	8,5
2039	10,6
2044	11,8

Anexo III - Vazões médias a serem mantidas no trecho de vazão reduzida (TVR), em m³/s

Hidrograma	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
A	1100	1600	2500	4000	1800	1200	1000	900	750	700	800	900
B	1100	1600	4000	8000	4000	2000	1200	900	750	700	800	900