Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Tecnologia e Ciências

Faculdade de Engenharia

Luciana de Deus Melo

Análise de Critérios para Definição de Vazão Remanescente em Projetos de Usinas Hidrelétricas

Rio de Janeiro

2011

Luciana de Deus Melo

Análise de critérios para definição de vazão remanescente em projetos de usinas hidrelétricas

Dissertação apresentada, como requisito parcial para a obtenção de título de Mestre, ao Programa Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de Concentração: Gestão Sustentável dos Recursos Hídricos.

Orientadora: Prof.ª Dr.ª Luciene Pimentel da Silva

Coorientador: Prof. Dr. Jander Duarte Campos

Rio de Janeiro

2011

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/B

M528 Melo, Luciana de Deus.
Análise de critérios para a definição de vazão remanescente em projetos de usinas hidrelétricas / Luciana de Deus Melo. - 2011.
188f.

Orientadora: Luciene Pimentel da Silva.
Coorientador: Jander Duarte Campos
Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Engenharia.

1. Engenharia Ambiental. 2. Usinas hidrelétricas. I. Silva, Luciene Pimentel da. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. III. Título.

CDU 621.311.21

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

_____ _____

Assinatura Data

Luciana de Deus Melo

Análise de Critérios para Definição de Vazão Remanescente

em Projetos de Usinas Hidrelétricas

Dissertação apresentada, como requisito parcial para a obtenção de título de Mestre, ao Programa Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de Concentração: Gestão Sustentável dos Recursos Hídricos.

Aprovada em: 01 de abril de 2011.

Banca Examinadora:

_____

Prof. Luciene Pimentel da Silva (Orientador), Ph.D.

Faculdade de Engenharia - UERJ

_____

Prof. Jander Duarte Campos (Coorientador), D.Sc.

PCE Engenharia/Consultor

_____

Prof. Rosa Maria Formiga Johnsson, Docteur

Faculdade de Engenharia - UERJ

_____

Prof. Yvonilde Dantas Pinto Medeiros, Ph.D.

Universidade Federal da Bahia - UFBA

Rio de Janeiro

2011

DEDICATÓRIA

A Deus e a minha mãe Joana de Deus.

Obrigada por tudo.

AGRADECIMENTOS

À todos aqueles que contribuíram de alguma forma para a concretização desse trabalho.

À Luciene Pimentel da Silva, minha orientadora, pelas valiosas contribuições, pelo total apoio, confiança, e reflexões críticas, um grande exemplo profissional.

Ao meu coorientador Jander Duarte Campos, por ter sugerido o tema, pela objetividade e por me guiar no caminho certo, me trazendo o foco necessário.

À minha mãe Joana de Deus Melo. Por tudo. Pela minha vida. Pelo grande amor. Pelo apoio emocional, financeiro, carinho, dedicação. Mãe te Amo!!! Obrigada por tudo!!!

Ao meu irmão Daniel de Deus Melo pelas brincadeiras nas horas pertinentes e não tão pertinentes assim, mas que me faziam descontrair e ao mesmo tempo refletir.

À minha tia Josefa dos Santos que sempre reza por mim. A filha dela, minha prima, Vania Lucia (Pepi) e suas filhas (Ana Luísa, minha afilhada e Sílvia Cristina), exemplos de determinação.

À Mariana Tavares Ribeiro, pela presença, apoio, paciência, ajuda, amizade, incentivo e tantas outras coisas. E a Cléa Oliveira Tavares (titia).

Às amigas da faculdade (UERJ) e de vida, Cleonice Lucia Barbosa, Fernanda Biancardini, Carolina Yoshico Ji, pelo incentivo, puxões de orelha e orientações.

À amiga de CEFET e de vida, jornalista Juliana Krapp Guimarães, por tudo.

À Verônica Lima, que se formou comigo e compartilhou diversas histórias, pela amizade, motivação, presença, ajuda e apoio fundamentais na etapa final e tudo o mais.

Aos amigos Jefferson, Jeane, Jacqueline, Adriana, Tatiane, Sílvia, Fernanda Amaro.

Á amiga engenheira Fernanda Spitz Dias que esteve ao meu lado, me escutando, me dando força. Pela compreensão, pela ajuda, pelo Abstract.

Á amiga engenheira Valéria Santana, que também estuda e disserta sobre o mesmo tema. Pelo apoio, ajuda, atenção, cafés e coversas e divergências.

Ao amigo Paulo Torres (Paulinho) que muito me ajudou e também pelos cafés.

Aos colegas de mestrado, principalmente Carolina Coimbra, Maria Augusta Nogueira Fernanda Patrocínio, Rafael Gundin, pelo apoio e amizade.

Ao engenheiro Edson Falcão, por sua dissertação ter servido de incentivo, pela atenção dispensada, e pela disponibilização das planilhas de excel adotadas nas metodologias Texas e Vazão Base.

Ao médico ortopedista Dr. Ricardo Dick, a psicóloga Bianca Lopes e ao acupunturista René Jorge que foram responsáveis pela cura de minhas dores físicas e emocionais, principalmente na etapa final.

À Brennand Energia e a Eletrobrás Furnas pela autorização para a utilização dos dados disponibilizados pela PCE Engenharia.

À PCE Engenharia, empresa onde trabalho, que me concedeu a oportunidade de cursar o mestrado e por disponibilizar os dados dos estudos de caso.

Ao coordenador do departamento de Hidrologia Pedro Agostinho da Trindade, por apoiar meu mestrado e me ensinar a cada dia um pouco mais sobre hidrologia.

Aos amigos que fazem ou fizeram parte da PCE Engenharia: Fernanda Dias, Valéria Santana, Camila Souto, Larissa Costa, Olívia Mattos, Paulo Torres, Armando Mateus, Vanessa Schneider, Lude Quieto, André Vidal, André Tavares, Amanda Alves, Rodolpho Moreira, Giselle Menezes, Nilton França, Vanea Lopes, Othon Rocha, Celine Tosta, Ronaldo da Silva, César Filho, Roberta Reis, Bianca Molinari, Jeniffer Lino. Aos coordenadores André Panza, Gilberto Molina, Carlos Augusto, Regina Lopes, Luís Rodolpho, Fernando Ferreira. Entre tantos outros.

Agradeço aos membros da banca examinadora, pelo compromisso e atenção dispensada.

Agradeço a Deus responsável por todas as minhas conquistas, por tudo em minha vida. Muito Obrigada Meu Deus!

Aquele que se ajoelha diante de Deus, não se curva diante de nenhuma dificuldade.

RESUMO

MELO, Luciana de Deus. **Análise de critérios para definição da vazão remanescente em usinas hidrelétricas.** 2011. 188 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

Tem crescido a demanda por energia em todo o mundo. No Brasil, com o aquecimento da economia aumentam ainda mais as pressões. O parque gerador Brasileiro é fortemente baseado na geração hidrelétrica, que representa aproximadamente 77,6% da oferta de geração de eletricidade. Entre os impactos ambientais gerados pela construção de barragens e reservatórios de aproveitamentos hidrelétricos está a mudança do regime fluvial de jusante, a chamada vazão remanescente. Entre outros, esta vazão deve garantir as condições adequadas à sobrevivência e continuação das espécies e dos ecossistemas, associando as necessidades humanas, ambientais e as características de cada região. Tomou-se como objeto de análise dois estudos de caso, a pequena central hidrelétrica (PCH) Santa Gabriela, localizada no rio Correntes, na divisa entre os estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul e a usina hidrelétrica (UHE) Batalha, situada no rio São Marcos, na divisa entre os estados de Minas Gerais e Goiás. Embora o assunto seja discutido amplamente pela comunidade técnica e acadêmica, não há ainda nos marcos legais brasileiros associados, uma definição explícita de critérios ou limites para estabelecimento da vazão remanescente. Em geral, as legislações estaduais estabelecem valores máximos outorgáveis determinados a partir de percentuais da curva de permanência (Q_{90}, Q_{95}) ou da vazão mínima anual de sete dias de duração e tempo de recorrência de 10 anos – $Q_{7,10,}$ garantindo consequentemente as vazões mínimas remanescentes. Essas metodologias implicam num único valor fixo para a vazão ao longo do ano, o que não condiz com a realidade do regime hidrológico natural. Estudos atuais apontam para um hidrograma ecológico, que represente a variação das vazões entre os meses de estiagem e cheia. Assim, a metodologia envolveu a comparação entre critérios de outorga utilizados em alguns estados $Q_{90,}$ Q_{95} e $Q_{7,10}$ e métodos citados na literatura para estudo da vazão ecológica (Tennant, Texas, Vazão Base e Perímetro Molhado) e as Resoluções referentes à Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica (DRDH) das usinas, que especificam a vazão remanescente nas fases de enchimento e operação, emitidas pela Agência Nacional de Águas (ANA). Observaram-se valores de vazões substancialmente diferenciados entre os seis métodos empregados. Cabe destacar, que representa um avanço a publicação do Manual de Estudos de Disponibilidade Hídrica para Aproveitamentos Hidrelétricos (ANA, 2009), que visa à padronização dos documentos para fins obtenção da DRDH e da outorga do uso do potencial de energia hidráulica em corpo de água de domínio da União. Assim, o empreendedor poderá propor e negociar a demanda hídrica para as necessidades ambientais com as autoridades competentes, o que deverá ser discutido em reunião técnica inicial que deverá contar com a participação da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), ANA, órgão ambiental, empreendedor e a empresa responsável pelos estudos ambientais.

Palavras-chave: Usina hidrelétrica; Pequena central hidrelétrica; Vazão remanescente; Vazão ecológica.

ABSTRACT

Worldwide, the demand for energy has been increasing. In Brazil, with the economy warming up in the last years, the demand for energy supply further increased. The Brazilian power generating facilities are heavily based on hydroelectric generation, which represents 77,6% of the total generated electricity. Among the environmental impacts caused by the construction of dams and reservoirs are the changes on downstream discharges, known as the remaining discharge. This discharge should ensure the appropriate conditions to the survival and perpetuation of ecosystems, linking human and wild life needs of each region. In this respect, two case studies are taken as object of analysis: (1) a small hydroelectric power plant Santa Gabriela, located in Correntes river, in the limits of Mato Grosso and Mato Grosso do Sul States; (2) the hydropower plant Batalha, in São Marcos river, in the limits of Minas Gerais and Goiás States. Although it's been observed that this issue is widely discussed by technical and academic communities, no legal framework or an explicit definition, or criteria, or limit values has been identified for the establishment of the remaining discharge in hydroelectric power plant projects. Generally, values have been defined based on criteria adopted in state's water use rights acts that define minimum discharge parameters based on time series frequency analysis such as $Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ or $Q_{7,\,10}$. These methodologies imply on a single value discharge throughout the year, which does not reflect the variability of natural hydrological regime. Current studies lead to an, so called, "ecological hydrogram", which would represent discharges variability during drought and flood periods. The methodology of analysis in which the discussion presented in this master dissertation was based, involved the comparison of values obtained by different water use rights criteria adopted in some states like $Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ and $Q_{7,\,10}$ and, methods quoted in the literature to define the ecological discharge (Tennant, Texas, Base Flow and Wetted Perimeter), as well as National Water Agency's (ANA) declarations related to the Water Availability Reserve Statement (WARS) which specifies remaining discharges flow for the reservoir filling and operating phases. It was observed that the application of the different methods in the two case studies resulted in significantly different values for the definition of the remaining discharge. However, it's worth to note that the publication of the Guidelines for Water Availability Study for Hydroelectric Power Plants (ANA, 2009) that aims the standardization of documents to obtain WARS and granting the use of water for energy generation purposes in federal jurisdiction represents an advance in these matters. By that, the developer may propose and negotiate water demands for wild life "needs" with the involved authorities, which should be discussed in the "initial technical meeting" that will count on the National Electrical Energy Agency (ANEEL), ANA, the related "environmental" agency, the developer and the organization/agency responsible for the environmental studies.

Keywords: Hydroelectric power; Small hydro; Remaining flow; Instream flow.

LISTA DE FIGURA

Figura 1 – Arranjo típico de um aproveitamento hidrelétrico com casa de força situada ao pé da barragem 34

Figura 2 – Aproveitamento com tomada d'água e casa de força integrados na mesma estrutura 34

Figura 3 – Aproveitamento compacto com condutos forçados 34

Figura 4 – Aproveitamento com derivação em canal aberto 35

Figura 5 – Hidrogramas de vazão do rio São Marcos em Campo Alegre de Goiás, durante um ano úmido (1991-1992), médio (1984-1985) e seco (1986-1987) ... 49

Figura 6 – Variáveis que influenciam o ecossistema 51

Figura 7 – Método da curva de permanência – posto Fazenda São Domingos. Período: 01/01/1970 a 31/12/2005 56

Figura 8 – Estudo de frequência de vazões mínimas – posto Fazenda São Domingos. Período: 01/01/1970 a 31/12/2005 59

Figura 9 – Método do Perímetro Molhado para estimar vazões mínimas 71

Figura 10 – Influência da escala dos eixos na aplicação do método do Perímetro Molhado . 74

Figura 11 – AHE Belo Monte: Área Diretamente Afetada 81

Figura 12 – Hidrograma de vazão ecológica para o AHE Belo Monte 82

Figura 13 – Bacia hidrográfica do rio São Francisco e localização de aproveitamentos hidrelétricos 85

Figura 14 – Característica de cheia no Pantanal 86

Figura 15 – Característica de estiagem no Pantanal 87

Figura 16 – Mapa de localização da bacia do rio Correntes e posto Fluviométrico 88

Figura 17 – Trecho entre a barragem e a casa de força (Trecho de Vazão Reduzida – TVR) 90

Figura 18 – Mapa de localização da bacia do rio São Marcos 91

Figura 19 – Bacia do rio São Marcos 91
Figura 20 – Arranjo típico para a PCH Santa Gabriela 94
Figura 21 – Barragem e canal de adução da PCH Santa Gabriela..... 94
Figura 22 – Vista geral da PCH Santa Gabriela, canal de adução, conduto forçado, casa de força e canal de fuga..... 94
Figura 23 – Esquema de dispositivo de vazão ecológica para PCH Santa Gabriela 95
Figura 24 – Fluviograma de vazões médias diárias na seção do barramento da PCH Santa Gabriela 96
Figura 25 – Fluviograma de vazões médias mensais afluentes a PCH Santa Gabriela..... 98
Figura 26 – Arranjo da UHE Batalha e situação das obras em novembro de 2010 100
Figura 27 – Dispositivo de vazão remanescente da UHE Batalha 100
Figura 28 – Fluviograma de vazões médias diárias da UHE Batalha..... 101
Figura 29 – Fluviograma de vazões médias mensais afluentes a UHE Batalha..... 102
Figura 30 – Curva de permanência de vazões médias diárias afluentes a PCH Santa Gabriela – base anual 107
Figura 31 – Curva de permanência de vazões médias diárias afluentes a PCH Santa Gabriela – base mensal..... 107
Figura 32 – Curva de permanência de vazões médias diárias afluentes a UHE Batalha – base anual 109
Figura 33 – Curva de permanência de vazões médias diárias afluentes a UHE Batalha – base mensal 109
Figura 34 – Estudo de frequência de vazões mínimas na PCH Santa Gabriela no rio Correntes 111
Figura 35 – Estudo de frequência de vazões mínimas da UHE Batalha no rio São Marcos..... 113
Figura 36 – Seção topobatimétrica e curva-chave do canal de fuga da PCH Santa Gabriela – rio Correntes 118

Figura 37 – Vazão x perímetro molhado da seção do canal de fuga da PCH Santa Gabriela 119

Figura 38 – Seção topobatimétrica e curva-chave do canal de fuga da UHE Batalha – rio São Marcos 120

Figura 39 – Vazão x perímetro molhado da seção do canal de fuga da UHE Batalha 120

Figura 40 – Representação gráfica das vazões remanescentes e ecológicas na PCH Santa Gabriela 122

Figura 41 – Representação gráfica das vazões remanescentes e ecológicas na UHE Batalha 125

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores máximos outorgáveis pelos órgãos gestores brasileiros 45

Tabela 2 – Características ecológicas associadas a componentes do regime hidrológico ... 51

Tabela 3 – Fatores físicos importantes para os organismos aquáticos em rios 53

Tabela 4 – Constantes da distribuição de Weibull 58

Tabela 5 – Definição de vazões ecológicas determinadas pelo método Tennant 60

Tabela 6 – Relação entre a percentagem da mediana mensal (Pi) e o índice hidrológico (Ri) 65

Tabela 7 – Resumo da série de vazões médias mensais afluentes a PCH Santa Gabriela 98

Tabela 8 – Resumo da série de vazões médias mensais afluentes a UHE Batalha 101

Tabela 9 – Dez por cento (10%) da vazão média da série de vazões médias mensais da PCH Santa Gabriela 106

Tabela 10 – Definição de vazões ecológicas determinadas pela curva de permanência de vazões médias mensais na PCH Santa Gabriela..... 108

Tabela 11 – Definição de vazões ecológicas determinadas pela curva de permanência de vazões médias mensais na UHE Batalha..... 110

Tabela 12 – Série de vazões mínimas médias anuais de 7 dias de duração – PCH Santa Gabriela 110

Tabela 13 – Constantes de distribuição de Weibull – PCH Santa Gabriela..... 111

Tabela 14 – Série de vazões mínimas médias anuais de 7 dias de duração – UHE Batalha. 112

Tabela 15 – Constantes de distribuição de Weibull – UHE Batalha..... 113

Tabela 16 – Definição de vazões ecológicas determinadas pelo método Tennant para a PCH Santa Gabriela 114

Tabela 17 – Definição de vazões ecológicas determinadas pelo método Tennant aplicadas para a vazão média mensal na PCH Santa Gabriela..... 114

Tabela 18 – Definição de vazões ecológicas determinadas pelo método Tennant para a UHE Batalha..... 115

Tabela 19 – Definição de vazões ecológicas determinadas pelo método Tennant aplicadas para a vazão média mensal na UHE Batalha 115

Tabela 20 – Vazões ecológicas determinadas pelo método Texas para a PCH Santa Gabriela 116

Tabela 21 – Vazões ecológicas determinadas pelo método Texas para a UHE Batalha 116

Tabela 22 – Vazões ecológicas determinadas pelo método Vazão Base para a PCH Santa Gabriela 117

Tabela 23 – Vazões Ecológicas Determinadas pelo Método Vazão Base para a UHE Batalha 118

Tabela 24 – Vazões remanescentes e ecológicas determinadas para a PCH Santa Gabriela 122

Tabela 25 – Vazões remanescentes e ecológicas determinadas para a UHE Batalha 125

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 18

1 **APROVEITAMENTOS HIDRELÉTRICOS E AS VAZÕES DE JUSANTE** ... 27

1.1 **Tipos de aproveitamentos** 27

1.1.1 Usinas Hidrelétricas – UHE 27

1.1.2 Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCH 32

1.1.3 Tipos de arranjos 34

1.1.3.1 Sistema com casa de força situada ao "pé" da barragem 34

1.1.3.2 Sistema por derivação 35

1.2 **Vazões fluviais de jusante** 35

1.2 **Marcos legais na definição das vazões de referência a jusante de AHEs** 39

2 **METODOLOGIA PARA DETERMINAÇÃO DA VAZÃO REMANESCENTE E ECOLÓGICA** 46

2.1 **Métodos baseados em registros históricos de vazão** 54

2.1.1 Método da Curva de Permanência – Q_{90} e Q_{95} 55

2.1.2 Método da Vazão Mínima Anual de Sete Dias – $Q_{7,10}$ 57

2.1.3 Método de Tennant ou Montana 59

2.1.4 Método do Texas 63

2.1.5 Método da Vazão Base ou das Médias Móveis 66

2.2 **Métodos baseados na relação entre parâmetros hidráulicos e a vazão: Perímetro molhado** 70

2.3 **Métodos baseados na relação baseados na relação entre habitat e vazão** 75

2.4 **Métodos holísticos** 77

2.5 **Discussão sobre vazões ecológicas no Brasil em AHEs** 78

2.5.1 Lista de Discussão da Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH). Sítio http://br.groups.yahoo.com/group/ABRH-Gestão em outubro de 2009. 78
2.5.2 AHE Belo Monte 80
2.5.3 Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco – PRHBSF 83
2.5.4 Influências de Usinas Hidrelétricas no Funcionamento Hidro-Ecológico do Pantanal Mato-Grossense, Embrapa Pantanal (2009) 85
3 **ESTUDOS DE CASO** 88
3.1 **Caracterização das bacias hidrográficas** 88
3.1.1 Bacia hidrográfica do rio Correntes – PCH Santa Gabriela 88
3.1.2 Bacia hidrográfica do rio São Marcos – UHE Batalha 90
3.2 **Usinas hidrelétricas em análise** 93
3.2.1 PCH Santa Gabriela 93
3.2.1.1 Série de vazões médias mensais 95
3.2.2 UHE Batalha 98
3.2.2.1 Série de vazões médias mensais 100
3.3 **Estudo das vazões remanescentes e ecológicas** 102
3.3.1 PCH Santa Gabriela 103
3.3.2 UHE Batalha 104
3.4 **Determinação das vazões de referência (remanescentes e ecológicas)** 106
3.4.1 Vazões médias mensais 106
3.4.1.1 PCH Santa Gabriela 106
3.4.2 Curva de Permanência 106
3.4.2.1 PCH Santa Gabriela 106
3.4.2.2 UHE Batalha 108
3.4.3 Vazão $Q_{7, 10}$ 110
3.4.3.1 PCH Santa Gabriela 110

3.4.3.2 UHE Batalha....112
3.4.4 Método de Tennant....113
3.4.4.1 PCH Santa Gabriela....113
3.4.4.2 UHE Batalha....114
3.4.5 Método de Texas....115
3.4.5.1 PCH Santa Gabriela....115
3.4.5.2 UHE Batalha....116
3.4.6 Método da Vazão Base ou das Médias Móveis....117
3.4.6.1 PCH Santa Gabriela....117
3.4.6.2 UHE Batalha....117
3.4.7 Perímetro Molhado....118
3.4.7.1 PCH Santa Gabriela....118
3.4.7.2 UHE Batalha....119
3.5 **Análise e Discussão dos Resultados** 120
3.5.1 PCH Santa Gabriela....121
3.5.2 UHE Batalha....124
4 **CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**....128
REFERÊNCIAS 136
APÊNDICE A – Marcos Legais....144
A.1. Código das Águas – Decreto nº 24.643, de 10/07/1934....144
A.2. Constituição Federal – CF/1988....144
A.3. Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) – Lei nº 6.938, de 31/08/1981....144
A.3.1. Ministério do Meio Ambiente (MMA) – Art. 21º da Lei nº 8.490, de 19/11/1992....145
A.3.2. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) – Lei nº 6.938, de 31/08/1981. Regulamentado pelo Decreto nº 99.724/1990....146

A.3.3. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) – Lei nº 7.735, de 22/02/1989 147

A.4. Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) – Lei 9.427 de 26/12/1996 147

A.5. Lei das Águas – Lei Federal nº 9433, de 08.01.1997 148

A.6. Agência Nacional de Águas (ANA) – Lei nº 9.984, de 17/07/2000 150

A.7. Resolução Conjunta da ANEEL e ANA nº 3/2010 151

A.8. Outorga e Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica (DRDH) 152

APÊNDICE B – Vazões médias mensais na PCH Santa Gabriela transferidas do Posto Estrada BR-163 no rio Correntes (m³/s) 155

APÊNDICE C – Vazões médias diárias na PCH Santa Gabriela transferidas do Posto Estrada BR-163 no rio Correntes (m³/s) 156

APÊNDICE D – Vazões médias mensais na UHE Batalha transferidas do Posto Campo Alegre de Goiás no rio São Marcos (m³/s) 166

APÊNDICE E – Vazões médias diárias na UHE Batalha transferidas do Posto Estrada BR-163 no rio Correntes **(m³/s)** 167

ANEXO A – Proposta de Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – estabelece diretrizes gerais para a definição de vazões mínimas remanescentes 179

ANEXO B – Resolução nº 422, de 02 de dezembro de 2003, da Agência Nacional de Águas – definição da vazão mínima remanescente para a PCH Santa Gabriela 181

ANEXO C – Resolução nº 364, de 29 de agosto de 2005, da Agência Nacional de Águas – definição da vazão mínima remanescente para a UHE Batalha 184

INTRODUÇÃO

Justificativa e problemática

O crescimento demográfico é um dos fatores que contribuem para o aumento da demanda por eletricidade e com isso há a necessidade de ampliação da oferta pelo setor energético.

A demanda energética tende a crescer a cada ano, impulsionada por alguns fatores. De acordo com os dados populacionais, constantes no Plano Decenal de Expansão de Energia 2019 (PDE)[1] através de dados do IBGE, existiam no Brasil, em 2010, aproximadamente 194 milhões de pessoas, com uma projeção para o ano de 2019 de 207 milhões de habitantes (Brasil, 2010a).

A região Sudeste continuará a ser a grande concentradora, com 42% de toda a população do país, enquanto as regiões Norte e Centro-Oeste corresponderão, juntas, a apenas 15%.

Adicionalmente ao aumento populacional, está a elevação do poder aquisitivo (com taxas de crescimento econômico em torno de 5,0 % do produto interno bruto) e expansão dos setores agropecuários, transportes, comércio e das atividades industriais e residenciais (Brasil, 2010a). Haverá maior acesso a residências e aquisição de equipamentos eletrodomésticos, com a adesão aos programas como Minha Casa Minha Vida e Luz Para Todos, por exemplo.

Para ilustrar o predomínio da alternativa hidráulica, são observados os dados de geração de eletricidade do PDE – 2010 a 2019. Para fins das simulações energéticas somente são considerados os empreendimentos de geração constantes do Sistema Interligado Nacional (SIN)[2]. Em dezembro de 2009, o Brasil possuía uma potência instalada de 103.598 MW, e destes, 74.279 MW (71,7 %) foram gerados pelas Usinas Hidrelétricas (UHEs) e apenas 7.645 MW (7,4%) por fontes alternativas (Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), biomassa e eólica). Outros 13.302 MW (12,8%) pelas térmicas, 2.007 MW (1,9%) pelas nucleares 6.365 MW (6,1%) por importações. Já em dezembro de 2010 foram gerados 112.455 MW, dos quais 83.169 MW (74%) são gerados pelas UHEs e 4.043 MW (3,6%) por PCHs. No final de 2019 serão 167.078 MW, destes 116.699 MW (69,8%) pelas UHEs e 6.696 MW (4,01%) por PCHs um acréscimo de aproximadamente 40,3 % no aumento de energia, comparados com

[1] Publicação do Ministério de Minas e Energia (MME) e Empresa de Pesquisa Energética (EPE). A EPE foi criada pela Lei 10.847/2004 e tem por finalidade prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético, tais como energia elétrica, petróleo, gás natural e seus derivados, carvão mineral, fontes energéticas renováveis, eficiência energética, dentre outras.

[2] Sistema de produção e transmissão de energia elétrica do Brasil é um sistema hidrotérmico de grande porte, com forte predominância de usinas hidrelétricas.

2010, gerada pelas UHEs e 65,6% para PCHs. Pretende-se um acréscimo total de aproximadamente 49% da energia produzida. Esses dados referem-se à expansão contratada ou concedida e planejada (Brasil, 2010a).

Identifica-se que a busca pelo atendimento das demandas energéticas e também o uso dos recursos naturais como fonte de matéria prima para produção de bens e alimentos, desenvolvimento das cidades, indústrias, transportes, residências, comércio, resultam em melhoria da qualidade de vida. No entanto, a implantação de usinas hidrelétricas (principal representante da matriz energética brasileira), gera muitos impactos ambientais negativos, como: alagamento de áreas, alterações na qualidade da água, com possíveis modificações no ciclo hidrológico, nos regimes fluviais, ecossistemas, biota, comprometimento da vida aquática, alterações morfológicas no rio e outros.

Ocorrem também, prejuízos materiais, humanos e ao ecossistema muitas vezes sujeito à condições estabelecidas no dimensionamento do projeto. É preciso respeitar as condições mínimas para a sobrevivência dos ecossistemas, combinando os usos múltiplos da água, a manutenção e preservação dos recursos hídricos para as atuais e futuras gerações, satisfazendo as demandas de usos consuntivos e não-consuntivos e a manutenção da vida aquática previstas na Política Nacional de Recursos Hídricos.

No PDE é apresentada a análise socioambiental relativa à expansão da oferta de energia elétrica (hidrelétricas e sistema de transmissão). Os procedimentos para a análise dos projetos compreenderam três etapas: análise de um conjunto de indicadores de desenvolvimento sustentável por projeto, resultando num Índice de Sustentabilidade (ISU); análise processual; e indicação de diretrizes e ações para aumentar a sustentabilidade dos projetos. Os índices foram desenvolvidos considerando que os indicadores que o definem abrangem impactos positivos e negativos da implantação (Brasil, 2010a).

Foram definidos dois conjuntos de indicadores para as UHEs considerando as principais interferências e potenciais benefícios, com base nas dimensões ambiental e socioeconômica. Foram escolhidas variáveis de acordo com o objetivo e a disponibilidade de informação, de acordo com os estágios dos projetos. Foram estabelecidas faixas de classificação para as variáveis: (i) valores estabelecidos pela legislação; (ii) referências bibliográficas ou (iii) experiência dos profissionais da equipe. O ISU[3] é obtido pela média aritmética das duas dimensões, sendo os índices calculados também pela média aritmética dos seus indicadores.

[3] O resultado para o ISU varia conforme as faixas: Muito Alta: > 0,8 e ≤ 1,0; Alta: > 0,6 e ≤ 0,8; Média: > 0,4 e ≤ 0,6; Baixa: > 0,2 e ≤ 0,4; Muito Baixa: ≤ 0,2.

As análises socioambientais dos aproveitamentos hidrelétricos (AHEs) foram baseadas em um conjunto de indicadores de desenvolvimento sustentável escolhidos com base na experiência do setor elétrico e nos indicadores formulados para o Brasil pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e, pela Comissão de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas (CDS). Para o cálculo dos indicadores, foram utilizados dados ambientais e socioeconômicos dos projetos e dos municípios onde eles serão localizados. As principais fontes de dados, foram as informações do banco de dados da EPE sobre os projetos, o Sistema de Informação Socioambiental da EPE (SISA), e outras fontes oficiais de consulta além do IBGE, como o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e Receita Federal.

Os indicadores ambientais relacionados são: área alagada por potência instalada (km^2/MW); perda de vegetação (km^2); trecho de rio alagado (km^2); interferência em área prioritária para conservação de biodiversidade (APCB); interferência em unidade de conservação (UC). Os socioeconômicos são: população afetada (hab), interferência em terra indígena, interferência em assentamentos do INCRA, número de pessoas atraídas/ população residente do município de apoio a obra, população desocupada/ população economicamente ativa, interferência em área urbana, interferência na circulação e comunicação regional, compensação financeira/receita dos municípios, ISS/receita do município, perda de área produtiva/área produtiva total dos municípios, ICMS/receita do município.

Para a análise socioambiental foram avaliadas 19 usinas em construção, entre elas a UHE Santo Antônio, 9 usinas concedidas (obra não iniciada) e 33 usinas planejadas (período de 2015-2019), entre elas UHEs Belo Monte, Teles Pires, Tapajós e Jamanxim, totalizando 61 usinas com potência aproximada de 43.000 MW. As usinas planejadas foram objeto de análise socioambiental, sendo calculado o ISU, enquanto as usinas em construção e concedidas foram avaliadas somente no contexto dos indicadores do Plano.

Assim, das 33 usinas planejadas notou-se que essas se situam em três faixas de sustentabilidade – média, alta e muito alta, a saber: 14 na média, 18 na alta e 01 na muito alta. Cabe ressaltar, ainda com relação ao mesmo documento, que a partir da fase de viabilidade em diante deverão ser empregadas ações que visem potencializar os benefícios e reduzir os impactos observados. As 33 usinas distribuem-se em 14 bacias hidrográficas diferentes. Observa-se maior concentração na bacia do Tapajós (10.908 MW), seis usinas, no Teles Pires (3.602 MW) e Parnaíba (462 MW), cinco usinas em cada bacia, Uruguai (1.113 MW), Araguaia (804 MW) e Tocantins (3.568 MW), três usinas e para as demais bacias, um projeto em cada (Araguari-AP, Doce, Grande, Iguaçu, Paraíba do Sul, Paranaíba, Tibagi e Xingu).

Ainda na mesma referência, na análise socioambiental elaborada pelo PDE, embora o documento demonstre em alguns trechos preocupação com a influência das vazões a jusante[4] do empreendimento, denominadas remanescentes[5], observa-se uma lacuna com relação à explicitação de um indicador, na mesma medida em que são atribuídos índices para outros impactos ambientais.

O mesmo ocorre para a temática de vazões ecológicas[6], por muito tempo essa questão não foi tratada com o devido cuidado, a preocupação com a qualidade da água se relacionava com a manutenção de uma vazão mínima de diluição dos efluentes para assegurar a capacidade de autodepuração dos rios brasileiros, também conhecida como vazão sanitária[7].

Atualmente, com o crescimento demográfico e o aumento da demanda por energia a situação vem se modificando. De fato, na literatura observam-se vários autores da comunidade técnica e acadêmica que têm discutido o assunto (Agra, 2009; Souza, 2009; Medeiros, 2010; entre outros) .

Não há ainda nos marcos legais brasileiros associados, uma definição explícita de critérios ou limites para estabelecimento da vazão remanescente. A legislação de recursos hídricos no Brasil adota um valor fixo para as vazões outorgadas e como consequência as vazões remanescentes são iguais para todos os meses do ano, expressas pelo percentual da vazão de referência (e.g. $Q_{7,10}$[8], Q_{90} ou Q_{95}[9]). É uma simplificação utilizada que não

[4] Por exemplo, a perda de habitats específicos e a alteração de processos migratórios da ictiofauna são citados por contribuirem para que três usinas localizadas na bacia do Teles Pires apresentem um índice de média sustentabilidade. E, em relação à bacia do Parnaíba, a avaliação ambiental integrada, destaca que os principais efeitos cumulativos e sinergéticos previstos são aqueles relativos à mudança do ambiente fluvial numa grande extensão, o que poderá trazer consequências para a ictiofauna em termos de redução da diversidade.

[5] A vazão remanescente ou residual é um valor de referência que deve necessariamente ser mantido num trecho de rio a jusante de um empreendimento hidráulico, de modo a satisfazer todos os usos previstos pela Política Nacional de Recursos Hídricos, ou seja, suprir as demandas: sanitária, ecológica, abastecimento humano e industrial, dessedentação de animais, geração de energia elétrica, irrigação, navegação, lazer, dentre outras. Deve garantir a sustentabilidade local da biodiversidade, associando plenamente as necessidades humanas e as ambientais e respeitando as características de cada região (Pelissari e Sarmento, 2003).

[6] A vazão ecológica é a demanda necessária de água a manter num rio de forma a assegurar a manutenção e a conservação dos ecossistemas aquáticos naturais, dos aspectos da paisagem, e outros de interesse científico ou cultural (Bernardo, 1996 apud Pelissari e Sarmento, 2003).

[7] A vazão sanitária é o critério de vazão mínima que permite manter a qualidade da água adequada (Tucci, 2009). A Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece o enquadramento dos corpos hídricos e o padrão de lançamento de efluentes. São estabelecidas classes de qualidade para águas doces, salobras e salinas, segundo sua destinação, definindo limites individuais e toleráveis para cada substância em cada classe. Para isso, analisa-se um conjunto de condições e parâmetros físico-químicos tais como, coliformes, cor, turbidez, demanda bioquímica do oxigênio (DBO), oxigênio dissolvido (OD), entre outros. Assim, os efluentes de qualquer fonte poluidora só poderão ser lançados, nos corpos hídricos, após o devido tratamento e desde que obedeçam as condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução. Segundo Mariotoni e Mauad (1999) é necessário manter uma vazão para assegurar a capacidade de auto-depuração do curso de água e atender as necessidades do homem e do meio ambiente a jusante do empreendimento. A diminuição da vazão do curso de água na construção e operação de uma usina, entre o local de captação e restituição das águas diminui a capacidade de diluição de poluentes por parte do rio. Na fase de construção existe um aumento do teor de sólidos suspensos, em consequência das obras ou do resultado dos processos erosivos associados.

[8] $Q_{7,10}$ – vazão média mínima observada durante um intervalo de tempo de 7 (sete) dias consecutivos ao longo de 1 (um) ano e tempo de retorno de 10 (dez) anos.

[9] Q_{90} ou Q_{95} – método baseado na curva de permanência, a vazão de referência deve ser maior ou igual a 90% ou 95% do tempo da vazão correspondente para o período da série histórica analisada, diária ou mensal.

incorpora as necessidades das diversidades das bacias hidrográficas bem como os diferentes tipos de regime de vazões de rios contidos nessas regiões.

Alguns estudos internacionais, descritos em Farias Júnior (2006): Frase, 1978 apud Jowett, 1997; Wesche & Rechard, 1980 apud Alves, 1993; Arthington et al., 1992; Alves, 1993; King & Louw, 1998; Richter et al., 2003, demonstram a deficiência dessa simplificação utilizada com base em vazões mínimas e adotada em diversos países.

Mais recentemente, estudos elaborados por pesquisadores brasileiros, também passaram a criticar as simplificações adotadas, aplicando outras metodologias e sugerindo outros critérios de determinação para as vazões remanescentes, principalmente no que diz respeito às vazões ecológicas utilizando também o conceito de hidrograma ecológico, que considera a variação das vazões entre os meses de estiagem e cheia. Destacam-se: Pelissari et al., 2001; Ribeiro Júnior et al., 2004; Collischonn et al., 2005; Cruz, 2005; Farias Júnior, 2006; Assis dos Reis, 2007; Sarmento, 2007; Firmiano de Paulo, 2007; Amorim, 2009; Tucci, 2009; Costa, 2010; entre outros.

Entre os métodos utilizados destacam-se os relacionados aos registros históricos de vazão (e.g. Texas; Tennant ou Montana; Vazão Base ou Médias Móveis; Farias Júnior, 2006), baseados na relação entre parâmetros hidráulicos e a vazão (e.g. Perímetro Molhado; Firmiano de Paulo, 2007), Métodos baseados na relação entre habitat e vazão (e.g. Metodologia Incremental – IFIM; Lopes et al., 2006; Ribeiro Júnior, 2004), Métodos Holísticos (e.g. Manejo Ecologicamente Sustentável da Água e Construção de Blocos; Benetti et al, 2003); entre outros.

Dessa forma, as pesquisas atuais, de um modo geral, apontam para a manutenção do ecossistema através da caracterização das necessidades ambientais e isso se reflete no número de artigos publicados; resoluções que definem a vazão remanescente e/ou ecológica; listas de discussão, como por exemplo, a da Associação Brasileira de Recursos Hídricos; em plenários dos Comitês de Bacias Hidrográficas; Estudos de Impacto Ambiental dos empreendimentos; Plano de Recursos Hídricos de Bacia, como, o da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (2004), que especifica a adoção da vazão ecológica; redes de pesquisa como a Rede Ecovazão, formada por universidades federais localizadas na bacia (UFBA, UFMG, UFS, UFPE e UFLA) financiada pelo CT-Hidro; workshops como o da Embrapa (2009), intitulado “Influências de Usinas Hidrelétricas no Funcionamento Hidro-Ecológico do Pantanal Mato-Grossense”; e, no Manual de Disponibilidade Hídrica para Aproveitamentos Hidrelétricos (ANA, 2009) que determina em sua abordagem metodológica uma reunião técnica inicial que que deverá contar com a participação da ANEEL, ANA, órgão ambiental, empreendedor e a

empresa responsável pelos estudos ambientais, onde se pode discutir entre outros, o tema vazões remanescentes e ecológicas.

Neste contexto, este trabalho tomou como objeto de análise dois estudos de caso, a pequena central hidrelétrica (PCH) Santa Gabriela, localizada no rio Correntes, na divisa entre os estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul e a usina hidrelétrica (UHE) Batalha, situada no rio São Marcos, na divisa entre os estados de Minas Gerais e Goiás. Apresenta-se uma discussão sobre o assunto baseada na aplicação de diferentes metodologias de estudo, em lista de discussão sobre o assunto e marcos legais publicados recentemente.

Objetivos

Geral

Analisar os critérios e metodologias empregadas, assim como sua efetividade, na determinação das vazões remanescentes em aproveitamentos hidrelétricos.

Específicos

- Caracterização dos tipos de empreendimentos hidrelétricos;
- Definição das vazões de referência: outorgável, remanescente ou residual, ecológica, ambiental e sanitária;
- Análise de um conjunto de documentos recentemente publicados que constituem importantes instrumentos para avaliação da temática sobre vazões remanescentes;
- Estudo dos marcos legais para vazões remanescentes de AHEs;
- Pesquisa dos valores máximos outorgáveis pelos órgãos gestores no Brasil;
- Apresentação de dois estudos de caso: PCH Santa Gabriela, localizado no rio Correntes, na divisa entre os estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul e UHE Batalha, localizada no rio São Marcos, na divisa entre os estados de Minas Gerais e Goiás;
- Estudo dos diversos tipos de métodos com foco nos utilizados nos estudos de caso;
- Comparação e avaliação das metodologias empregadas nos estudos de caso.

Natureza da Metodologia e Estrutura da Dissertação

A dissertação foi desenvolvida através de revisão bibliográfica, estudos relacionados, artigos técnico-científicos, dissertações de mestrado, teses de doutorado, livros e manuais técnicos, disponíveis na rede de computadores (internet) e em bibliotecas.

A pesquisa sobre a importância das UHEs e PCHs na matriz energética nacional e as suas características foi feita a partir de órgão oficiais brasileiros, Ministério de Minas e Energia (MME), Centrais Elétricas S.A (Eletrobrás)[10], Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL)[11], Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS)[12]. A revisão bibliográfica sobre a geração hidrelétrica e os tipos de usinas tem o propósito de apresentar informações básicas na temática da dissertação, que serão usadas, principalmente no capítulo 3, onde são descritas as características dos casos de estudo, envolvendo a PCH Santa Gabriela e a UHE Batalha.

Foi realizada pesquisa de legislação pertinente aos recursos hídricos, notadamente as vazões de referência, remanescente e ecológica, e consultas a política nacional e estadual, leis e resoluções existentes, planos de bacia, órgãos estaduais de recursos hídricos como por exemplo o Instituto Estadual de Ambiente (INEA), Instituto Mineiro de Gestão das Águas, (IGAM), órgãos federais como a ANA, ANEEL e Comitês de Bacia Hidrográfica, principalmente.

Os estudos de caso foram escolhidos a partir de uma pesquisa interna na empresa Projetos e Consultorias de Engenharia (PCE Engenharia), na qual a autora atua, em relação aos tipos de arranjos existentes em projetos já elaboradas para as UHEs e PCHs, sendo que dois estudos foram selecionados por já terem sido definidas as vazões remanescentes em Resoluções da ANA: a PCH Santa Gabriela e a UHE Batalha.

[10] Empresa brasileira criada pela Lei n° 3.890-A/1962, de economia mista e capital aberto, controlada pelo governo brasileiro. Presta suporte a programas estratégicos na área de energia. Publicou os seguintes estudos pertinentes: Instruções para Estudos de Viabilidade de Aproveitamentos, Eletrobrás/DNAEE, atual ANEEL, 1997; Diretrizes para Estudos e Projetos de Pequenas Centrais Elétricas, Eletrobrás/ANEEL, 1999; Critérios de Projeto Civil para Usinas Hidrelétricas, Eletrobrás, 2003; Diretrizes para Elaboração de Projeto Básico de Usinas Hidrelétricas, Eletrobrás/ANEEL, 1999; Manual de Inventário Hidroelétrico de Bacias Hidrográficas, Eletrobrás/MME, 2007.

[11] A ANEEL, antigo Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE), desde 1968, é uma autarquia em regime especial ao MME.Tem como atribuições: regulação, fiscalização, geração, transmissão, distribuição e comercialização da energia elétrica; mediação de conflitos de interesses entre os agentes do setor elétrico e os consumidores, em benefício da sociedade; concessão, permissão e autorização de instalações e serviços de energia; garantia de tarifas justas; zelo pela qualidade do serviço; garantia da universalização dos serviços, entre outros (ANEEL, 2010).

[12] Entidade de direito privado, sem fins lucrativos, criada pala Lei n° 9648/1998, responsável pela coordenação e controle da operação das instalações de geração e transmissão de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional (SIN), sob a fiscalização e regulação da ANEEL.

Para a PCH Santa Gabriela a Resolução da ANA, nº 422, de 02/12/2003, constante no Anexo B, define: (*i*) Vazão mínima remanescente na fase de enchimento: 24,70 m^3/s e no; (*ii*) trecho entre a barragem e a casa de força (trecho de vazão reduzida – TVR): 5,42 m^3/s.

Para a UHE Batalha a Resolução da ANA, nº 364, de 29/08/2005, constante no anexo C, define: (*i*) Vazão mínima remanescente na fase de enchimento: 14,4 m^3/s e na; (*ii*) fase de operação 30,1 m^3/s no período de piracema, e 23,0 m^3/s, fora do período de piracema.

Visando avaliar sua determinação, as vazões remanescentes definidas nas Resoluções da ANA foram comparadas com os resultados estimados em duas alternativas metodológicas utilizadas pela legislação brasileira, através de percentuais que se baseiam nos valores de vazões máximas outorgáveis, e que consequentemente determinam/garantem as vazões mínimas remascentes, que são iguais para todos os meses do ano: curva de permanência – Q_{90} e Q_{95} e vazão média mínima anual de sete dias de duração e tempo de recorrência de 10 anos – $Q_{7,10}$, (além das legislações dos estados onde se encontram os aproveitamentos, foram utilizadas legislações de outros estados). Além desses, foram também consideradas quatro alternativas para determinação de vazão ecológica não utilizadas pela legislação brasileira: Tennant ou Montana, Texas, Vazão Base ou das Médias Móveis e Perímetro Molhado.

Sendo assim, essa dissertação foi dividida em quatro capítulos, além desta introdução:

- Capítulo 1: *Aproveitamentos Hidrelétricos e Vazões Remanescentes.* Descreve os tipos de aproveitamentos existentes classificados conforme sua capacidade de regularização e tipos de arranjos (casa de força situada ao pé da barragem ou casa de força por sistema de derivação) e também os impactos nas vazões fluviais a jusante da implantação do empreendimento, que trazem mudanças consideráveis, transformando a dinâmica do rio. Além disso, contextualiza os marcos legais na definição das vazões de referência a jusante de AHEs, solicitações de Outorga e de Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica e a elaboração de seu pedido, através do Manual de Disponibilidade Hídrica para Aproveitamentos Hidrelétricos, editado em 2009.

- Capítulo 2: *Metodologias para Determinação das Vazões Remanescentes e Ecológicas.* Descreve os diferentes termos conceituais para as vazões remanescente ou residual, ecológica e ambiental. Especifica o hidrograma ecológico e os desafios para sua implementação. A partir da literatura disponível, descreve e classifica os

tipos de métodos para a determinação das vazões ecológicas baseados em (i) registros históricos de vazão, (ii) relação entre parâmetros hidráulicos e a vazão, (iii) relação entre habitat e a vazão e (iv) holísticos, com ênfase aos métodos utilizados nos estudos de caso. Os métodos aplicados foram escolhidos através de revisão bilbiográfica existente e, em função dos dados disponíveis para determinação das vazões dos estudos de caso. Adicionalmente, apresenta exemplos recentes sobre a discussão da temática de vazões ecológicas no Brasil em AHEs.

- Capítulo 3: *Estudo de Caso*. Apresenta a localização e características gerais das bacias hidrográficas e dos empreendimentos PCH Santa Gabriela, localizada no rio Correntes, na divisa entre os estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul e, UHE Batalha, localizada no rio São Marcos, na divisa entre os estados de Minas Gerais e Goiás. Apresenta a série de vazões médias diárias elaborada através de dados de postos fluviométricos, disponibilizados no Hidroweb. Levou-se em consideração também a disponibilidade das Resoluções da ANA, referentes a declaração de reserva de diponibilidade hídrica que especificam os valores de vazão remanescente nas fases de enchimento e operação dessas usinas resultantes da elaboração dos estudos apresentados no projeto básico pelos projetistas e licenciados. Num contexto mais contemporâneo, foram determinados, outras vazões possíveis, à luz de metodologias alternativas mais recentes que levam em consideração questões ambientais associadas aos regimes fluviais. Foram adotados os métodos da curva de permanência (Q_{90} e Q_{95}), vazão média mínima de sete dias para dez anos de tempo de recorrência ($Q_{7,10}$), Tennant ou Montana, Texas, Vazão Base ou Médias Móveis, e Perímetro Molhado. Apresenta-se a análise e discussão dos resultados.

- Capítulo 4: Conclusões e Recomendações.

1. APROVEITAMENTOS HIDRELÉTRICOS E AS VAZÕES DE JUSANTE

1.1. Tipos de aproveitamentos

1.1.1. Usinas Hidrelétricas – UHE

É considerado como usina hidrelétrica o aproveitamento com potência superior a 30 MW[13]. A UHE é responsável pela transformação de uma potência hidráulica em uma potência elétrica através do produto (Q.h), a vazão (m^3/s) contida no rio, pela altura de queda (m), definido pela diferença entre os níveis d'água máximo normal de montante e o nível de jusante. Com isso, quanto maior o volume e a queda, maior o potencial do aproveitamento na geração de eletricidade.

A vazão de um rio depende entre diversos outros fatores, de condições, como largura, área molhada, declividade, tipos de solo, tipos de vegetação, obstáculos, cachoeiras, altura das quedas. É também influenciada pela quantidade de chuvas que incide sobre a bacia contribuinte ao aproveitamento, o que faz com que sua capacidade de produção de energia varie bastante ao longo do ano, quando há período grande de seca, por exemplo, os rios perdem volume e o nível do reservatório das usinas diminui e consequentemente as turbinas passam a girar mais lentamente e produzir menos energia.

Quando um aproveitamento hidrelétrico prevê uma vazão de retirada maior que a mínima existente em um rio, existirão períodos em que a vazão natural será menor do que a necessária. A construção de um reservatório retém o excesso d'água em época de cheias para ser utilizado em período de estiagem. Sua função é fornecer uma vazão constante, ou não muito variável através da regularização das vazões do rio.

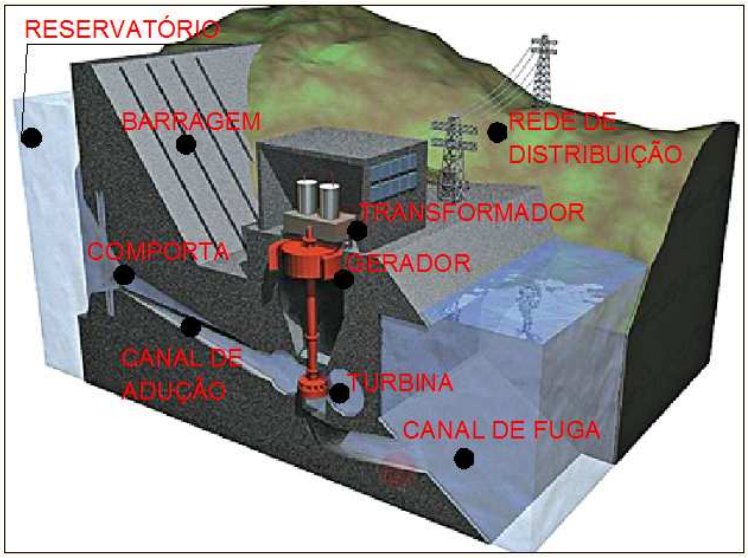
Sendo assim, visando aproveitar o potencial hidrelétrico de um curso d'água, é possível represá-lo através de uma barragem, interrompendo seu curso normal, provocando a formação de um lago artificial, o reservatório.

A água captada, que possui energia potencial gravitacional, é convertida em energia cinética, através do trabalho realizado pelo seu deslocamento e conduzida através de canais, túneis ou condutos metálicos (de acordo com arranjo), passa pelas turbinas, na casa de força e é restituída ao rio pelo canal de fuga. Nas turbinas a potência hidráulica é transformada em potência mecânica, elas são giradas impulsionadas pela pressão da água, e acionam os

[13] As UHEs diferem-se das PCHs pela potência gerada e pela área de inundação do reservatório associado. Os critérios utilizados na atribuição de uma AHE como PCH, serão melhor estabelecidos na seção 1.1.2.

geradores, que estão acoplados, e estes transformam a energia mecânica em energia elétrica. A energia gerada é transportada por cabos ou barras condutoras, dos terminais do gerador até o transformador elevador, onde tem sua tensão (voltagem) elevada para adequada condução, através de linhas de transmissão, até os centros de consumo. Através de transformadores abaixadores, a energia tem sua tensão levada a níveis adequados para utilização pelos consumidores (ONS, 2010).

Ainda na mesma referência, uma usina hidrelétrica pode ser definida como um conjunto de obras e equipamentos cuja finalidade é a geração de energia elétrica, através de aproveitamento do potencial hidráulico existente num rio. Basicamente, compõe-se das seguintes partes: barragem, reservatório, sistemas de captação e adução de água, casa de força e sistema de restituição de água ao leito natural do rio, que pode ser observado na Figura 1. Cada parte se constitui em um conjunto de obras e instalações projetadas para operar eficientemente em conjunto.



Fonte: Adaptado de Mundo Estranho (2010).

Figura 1 – Arranjo típico de um aproveitamento hidrelétrico com a casa de força situada ao pé da barragem.

Segundo Schreiber (1978, apud Ribeiro, 2003) não se pode estabelecer regras fixas e comuns para o planejamento de usinas, pois as condições variam para cada bacia hidrográfica e por vezes são afetadas por questões até mesmo políticas e administrativas.

Conforme as Diretrizes para Estudos e Projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas, elaborado pela Eletrobrás em 2000, o local do empreendimento é escolhido considerando os estudos de inventário da bacia, atendendo a características de queda natural acentuada e altura

da barragem que proporcionará a queda bruta aproveitável; existência de ombreiras e boas condições de fundação; proximidade de jazidas naturais de materiais de construção em quantidade e com qualidade para execução da obra, diminuindo as distâncias de transportes ao local da obra; caracterização dos possíveis impactos do empreendimento sobre a região; identificação das principais limitações existentes à formação de reservatórios, tais como impactos sobre as zonas urbanas e rurais, rodovias, linhas de transmissão de energia, reservas ambientais, projetos de irrigação, entre outros.

Posteriormente são realizados estudos adicionais, tais como: avaliação do comportamento da bacia hidrográfica; análise de consistência dos dados hidrometeorológicos, que determinam as vazões máximas, médias e mínimas do rio, os níveis d'água em épocas de cheia e estiagem, a quantidade de água disponível; verificação e inspeção dos postos pluviométricos e fluviométricos existentes; aspectos geológicos, geotécnicos e topográficos da bacia; informações relacionadas a tipos e características de solos e rochas, verificação da existência de lançamento de esgotos domésticos e/ou industriais; avaliação de possibilidades de assoreamento do reservatório, análise do estudo econômico da implantação da usina comparando-a com outras alternativas de atendimento ao mercado (Eletrobrás, 2000).

Ainda na mesma referência, os principais componentes de uma usina hidrelétrica serão relatados a seguir de forma simples e genérica, pois o que define qual o tipo de arranjo mais adequado e o dimensionamento hidráulico são os estudos realizados no âmbito das fases de inventário da bacia, viabilidade do empreendimento e posteriormente projetos básicos e executivos de construção subsidiados pelo conhecimento da região e análises detalhadas de levantamentos e estudos já citados.

A barragem é a estrutura que se posiciona transversal ao leito do rio, podendo ser na margem esquerda, direita ou no centro e tem a função de bloquear a passagem da água formando um reservatório a montante e com isso regularizam-se as vazões elevando o nível da água e formando a queda líquida.

Existem diversos tipos de barragens, e a literatura possui inúmeras considerações em relação à concepção do projeto, utilização de materiais, métodos construtivos, entre outros. Segundo Schreiber (1978, apud Ribeiro 2003) as barragens podem ser classificadas de acordo com o material utilizado para sua construção: barragens de terra (solo superficial, constituído de rochas decompostas e sedimentos), de enrocamento (pedaços de rocha maiores), de concreto ou ainda mistas (trechos de concreto e trechos de terra e/ou enrocamento). Ainda em Ribeiro (2003), no Brasil, o tipo predominante de barragem é o de terra e enrocamento, devido às características de relevo do país, que tornam esta opção mais econômica. Aspecto

relevante na escolha do material é a disponibilidade do material em jazida próxima a obra o que evita custo com transporte.

Reservatório é o lago artificial formado pelo barramento do rio. A área a montante torna-se uma planície alagada.

A casa de força abriga as máquinas hidráulicas e os equipamentos elétricos, turbinas, geradores, painéis, sistemas de controle e monitoramento, entre outros. A seleção do tipo de turbina, em função da queda liquida máxima e de sua potência unitária, equivalentes, as utilizadas são: Pelton, Francis, Kaplan e Bulbo.

O canal de fuga ou de restituição está entre a casa de força e o rio, e é utilizado para restituir a vazão turbinada ao rio.

Os dispositivos extravasores evitam o transbordamento do reservatório em caso de vazão excedente, permitindo a passagem da água para jusante (Reis; Silveira, 2000, apud Ribeiro, 2003). Podem ser de superfície, vertedores que controlam o nível da água para que não ultrapasse o nível máximo da barragem e escoe pela crista danificando o sistema, ou de fundo, que servem também para liberar o acúmulo de sedimentos que ficam localizados na porta de entrada do circuito de geração de energia. Existem três tipos de vertedores: afogado, soleira baixa ou controlado por comporta. Pode ser feito em canal lateral ou por sobre o corpo da barragem.

Ao final dos extravasores, normalmente são utilizados dissipadores de energia, que impedem que ocorram danos à estrutura devido à ação da água em queda. Existem alguns tipos e formatos geométricos dos extravasores e dissipadores de energia adequados para cada situação, pode-se construir no vertedor uma rampa de concreto de baixa inclinação dotada de uma bacia de dissipação no fundo do rio, para diminuir a velocidade com que a água escoa do vertedouro em direção ao rio. Outras formas de dissipação da energia são salto de esqui, escadas ou blocos dissipadores, ressaltos hidráulicos e maciços rochosos fraturados.

A tomada d’água é o elemento estrutural que permite a entrada da água no sistema de adução. Possuem três tipos, a saber: torre, gravidade e integrada a casa de força. Pode elevar o nível da água de montante, aumentar a velocidade da água, e desviar a vazão do rio, captando e conduzindo a água diretamente para o sistema geração de energia. O circuito de adução tem como características a utilização de canais com lâmina d’água livre, tubulações, condutos forçados ou poços forçados. A escolha da seção típica mais adequada depende das condições topográficas e geológico-geotécnicas da ombreira onde será implantado, podem ser trapezoidais, em solo, ou retangulares, em rocha, com ou sem revestimento.

A tomada d’água é equipada com grade de proteção que evita a passagem de corpos estranhos tais como, galhos, pedras, animais, entre outros, que possam ocasionalmente danificar os equipamentos de geração de energia. A estas podem ser efetuadas limpezas eventuais diminuindo perdas de cargas e garantindo o perfeito funcionamento das turbinas.

As comportas colocadas na tomada d’água, servem para isolar a água entre o reservatório e o sistema de geração ou adução, interrompendo o fluxo quando necessário, para que se permita a manutenção das máquinas ou situações emergenciais. Normalmente constituída de chapa de aço, movimentadas por guindaste com guias e trilhos entre pilares da estrutura.

As adufas são utilizadas para a descarga do reservatório e permitem a passagem de um compartimento para outro, são instalados nos condutos que regulam a vazão de fundo.

Conforme as Diretrizes para Estudos e Projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas, a Câmara de carga e a chaminé de equilíbrio são as estruturas que constituem elementos de transição (Eletrobrás, 2000).

Desse modo, a câmara de carga é implantada entre o canal de adução e a tomada d’água promovendo a transição entre a superfície livre e o conduto forçado com finalidade de: aliviar o golpe de aríete (uma variação de pressão decorrente de variação de vazão) quando ocorre, por exemplo, um fechamento brusco nos dispositivos de controle das turbinas e fornecer água ao conduto forçado quando ocorre uma abertura brusca desse mesmo dispositivo, até que se estabeleça o regime permanente.

A chaminé de equilíbrio é um reservatório de eixo vertical posicionada no final da tubulação de adução de baixa pressão e o conduto forçado. Tem as mesmas características da câmara de carga. Conforme Souza et al. (1983, apud Ribeiro, 2003) para que as sobrepressões não afetem os condutos de baixa pressão promove-se uma descontinuidade nos dutos, constituindo um elemento de transição. São construções verticais dispostas no ponto de transição, aberta ao ar livre.

O túnel de adução é utilizado para substituir os condutos forçados (que conduzem a água da tomada d’água para a casa de força, geralmente construídos em aço), quando a topografia for favorável em situação geológica adequada, pois, é escavado em rocha, que deve possuir baixa permeabilidade, sem ocorrência de materiais solúveis ou erodíveis (Eletrobrás, 2000).

1.1.2. Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCH

A Resolução da ANEEL n° 652, de 09/12/03, estabelece critérios para o enquadramento de empreendimentos hidrelétricos na condição de PCHs. São caracterizados com potência entre 1 e 30 MW[14] e área inundada até 3,0 km² (é delimitada pelo nível d'água associado à vazão de cheia com tempo de recorrência de 100 anos).

O empreendimento que não atender a condição de área respeitando o limite de potência será considerado como PCH desde que se verifique pelo menos uma das seguintes condições:

a) Atendimento à inequação:

$$A \leq \frac{14{,}3 \times P}{H_b} \qquad (2.1)$$

Onde:

P = a potência elétrica instalada em (MW);

A = a área do reservatório em (km^2), que não poderá ser superior a 13,0 km^2;

H_b = a queda bruta em (m), definida pela diferença entre os níveis d'água máximo normal de montante e normal de jusante.

b) Reservatório com objetivo diferente de geração de energia hidrelétrica. Nesse caso, a ANEEL articulará com a Agência Nacional de Águas (ANA), os Comitês de Bacia Hidrográfica, os Estados e o Distrito Federal, conforme for o caso, de acordo com a respectiva competência, quanto aos objetivos para definir as dimensões do reservatório destinado ao uso múltiplo.

As PCHs possuem atratividade principalmente em relação as suas características de menor volume de investimentos, prazo de maturação mais curto e tratamento diferenciado por parte da regulamentação vigente (Brasil, 2010a).

Conforme as Diretrizes para Estudos e Projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas (Eletrobrás, 2000), essas podem ser classificadas quanto:

- A queda (H_d) de projeto da seguinte forma: baixa, $H_d < 25m$; média, $25m < H_d < 130m$ e alta $H_d > 130m$

[14] Para cada forma de energia foi estabelecida uma medida. No caso da energia elétrica estabeleceu-se o Watt-hora (Wh). Para descrever seus múltiplos utiliza-se palavras gregas: M (mega) = milhão =>MWh

- Ao sistema de adução: em baixa pressão com escoamento livre em canal / alta pressão em conduto forçado ou adução em baixa pressão por meio de tubulação / alta pressão em conduto forçado;
- A capacidade de regularização do reservatório: ao fio d'água; de acumulação, com regularização diária do reservatório; de acumulação, com regularização mensal do reservatório.

Ainda na mesma referência, são feitas algumas considerações, descritas a seguir:

A usina ao fio d'água é empregada quando as vazões do rio na época de estiagem são iguais ou maiores que a descarga necessária à potência instalada que atenda a demanda máxima prevista. Com isso, toda vazão afluente é turbinada ou vertida.

Como principais características desse tipo de PCH pode-se citar que as barragens geralmente são baixas, despreza-se o volume do reservatório criado por ela, e estas têm a função apenas de desviar a água para o circuito de adução. Não há necessidade de atender as depleções do nível d'água, pois não há flutuações significativas. O vertedouro funciona na maior parte do tempo extravasando o excesso de água.

São observadas algumas vantagens construtivas para as estruturas hidráulicas pois não são necessárias construções volumosas, a tomada d'água é menor, o sistema de adução pode ser projetado em canal aberto, entre outros. Adicionalmente, como as áreas são pequenas, os valores gastos com indenizações são reduzidos.

Por outro lado, algumas consequências são introduzidas no sistema, entre as quais: a impossibilidade de controlar as cheias; maior exigência das atuais usinas do sistema com capacidade de regularização, gerando grandes alterações de nível dos reservatórios ao longo de curtos ciclos hidrológicos (entretanto pode não ser possível devido as suas restrições operativas hidráulicas); e maior despacho térmico[15] para atender às exigências sazonais da carga, que não poderão ser atendidas pelo armazenamento hidráulico.

As usinas de acumulação com regularização diária de vazões são empregadas quando as vazões no rio na época de estiagem são inferiores à descarga necessária à potência instalada para atender a demanda máxima prevista. O reservatório formado pela barragem fornece o adicional necessário de vazão regularizada. Já as de acumulação com regularização mensal de vazões são empregadas a partir de estudos que analisam a regularização mensal das vazões médias diárias, promovida pelo reservatório.

[15] O Parque Gerador Brasileiro é misto, constituído por usinas termoelétricas e hidrelétricas. Na época de estiagem (vazões baixas) predomina a geração das termoelétricas, ou geração térmica.

1.1.3. Tipos de arranjos

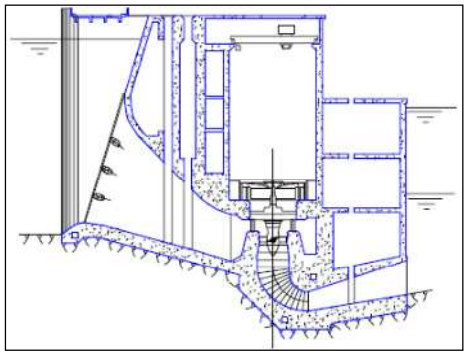
O potencial hidráulico é proporcionado pela vazão e pela concentração dos desníveis existentes ao longo do curso de um rio. Isto pode se dar de uma forma natural, quando o desnível está concentrado numa cachoeira, quando pequenos desníveis são concentrados na altura da barragem ou através de desvio do rio de seu leito natural, concentrando-se os pequenos desníveis nesses desvios e colocando a casa de força distante da barragem (ONS, 2010).

Sendo assim, são dois os tipos de arranjos que envolvem a concepção das estruturas hidráulicas para usinas hidrelétricas ou pequenas centrais hidrelétricas: sistema com casa de força situada ao pé da barragem e sistema por derivação.

1.1.3.1. Sistema com casa de força situada ao "pé" da barragem

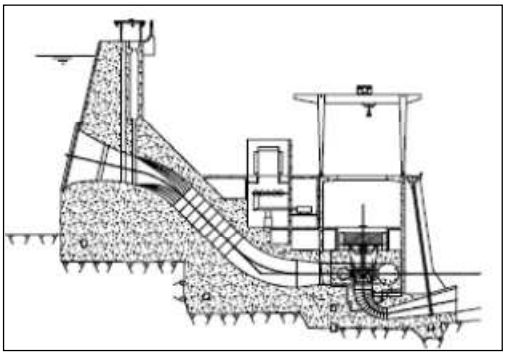
Nesse tipo de Aproveitamento Hidrelétrico (AHE) forma-se uma queda artificial com maior altura, através da implantação do barramento que implica na formação de grandes áreas alagadas pelo reservatório. As dimensões do circuito hidráulico de geração são determinantes para a concepcão do arranjo geral. As estruturas são dispostas visando definir um conjunto o mais curto possível e que resulte em menores volumes de obras e custo-benefício (Brasil, 2007b).

Na mesma referência, as Figuras 2 e 3 mostram dois esquemas típicos. Na Figura 2 observa-se um AHE de baixa queda, sem condutos forçados, com tomada d'água e casa de força integradas na mesma estrutura. Na Figura 3 observa-se um AHE de queda média ou baixa, com tomada d'água do tipo gravidade fazendo parte do barramento, e com condutos forçados parcial ou totalmente embutidos no concreto da tomada d'água.



Fonte: Brasil (2007b)

Figura 2 - Aproveitamento com tomada d'água e casa de força integrados na mesma estrutura.



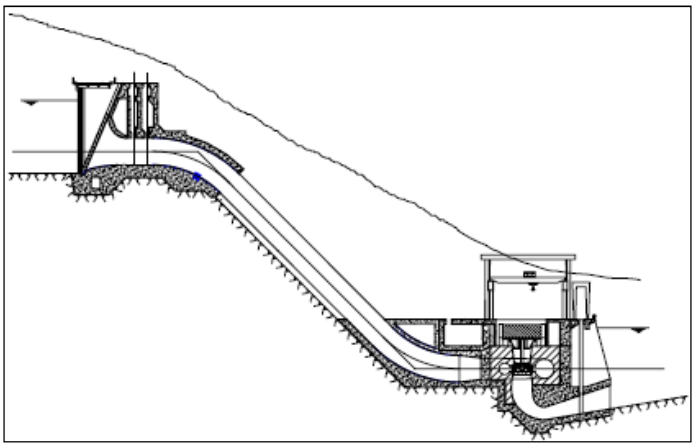
Fonte: Brasil (2007b)

Figura 3 - Aproveitamento compacto com condutos forçados.

1.1.3.2. Sistema por derivação

Nessas usinas existe uma grande redução de área alagada, pois a barragem não tem função de represar e sim de derivar a água do leito natural do rio para o circuito de adução, que capta a água e a leva até a casa de força que fica afastada do conjunto. Com isso é aproveitado o desnível desse trecho do rio para gerar o potencial hidráulico. A concepção do circuito hidráulico de adução envolve um canal em superfície livre, conduto de baixa pressão, ou túnel com determinada extensão (Brasil, 2007b).

Na mesma referência, a Figura 4 mostra um AHE com derivação em canal, formado por canal de derivação, tomada d'água, conduto ou túnel forçado, casa de força e canal de fuga (Brasil, 2007b). A PCH Santa Gabriela adotada como caso de estudo nesta dissertação é desse tipo, mas o arranjo definido é diferenciado (Figura 20, capítulo 3). Nesse tipo de arranjo observa-se um trecho onde as vazões ficam reduzidas, entre o barramento e o local de geração de energia, sendo as vazões restituídas ao rio através do canal de fuga.



Fonte: Brasil (2007b)

Figura 4 - Aproveitamento com derivação em canal aberto.

1.2. Vazões fluviais de jusante

É de conhecimento que as barragens transformam o caráter do ambiente fluvial de modo irreversível, introduzindo mudanças consideráveis, que devem ser mitigadas através de planos de ação, programas e otimização de projetos. Os problemas são de difícil mensuração e definição, pois carecem de estudos específicos, e estes deveriam ser realizados caso a caso, devido aos diversos fatores que interagem nos efeitos causados a natureza, ao ecossistema, ao homem.

As mudanças se tornam notáveis tanto na fase de implantação, quanto na construção e principalmente na operação. A montante da represa há formação do lago artificial modificando o ambiente de lótico para lêntico, alagando grande área. Observa-se ainda a formação de gases na área alagada que contribuem para o efeito estufa. A jusante ocorrerá a mudança do regime fluvial e, eventualmente, a diminuição das vazões devido à sua regularização. Há ainda impactos associados como a necessidade eventual de relocação de populações ribeirinhas, indígenas, áreas de preservação, destruição de flora e fauna, destruição de áreas agricultáveis e atividades pecuárias, entre outros.

No que se refere às vazões de jusante, também chamadas de remanescentes, já que de certa forma "sobram" após o aproveitamento, há limites estabelecidos por marcos legais, que de certa forma condicionam arranjos e regras de operação da usina. No passado, essas vazões de referência[16], que deveriam ser respeitadas à jusante, foram denominadas de vazão sanitária, já que o enfoque à época era puramente a diluição de eventuais efluentes. Essas vazões, de certa forma, condicionam a decisão de outorga[17] e viabilidade do empreendimento, dado que são influenciadas por outras vazões de referência associadas ao empreendimento, pelos níveis projetados para o reservatório e estarão também condicionadas às regras de operação, portanto influenciando inclusive a potência a ser gerada. Em última análise, na viabilidade econômica do aproveitamento.

Devido ao efeito de regularização de vazões criado pela represa, existe uma transformação na dinâmica do rio. A modificação do regime hidrológico acarreta grandes alterações em relação ao ecossistema de forma que as vazões sazonais, variáveis de acordo com as estações do ano, épocas de cheia e estiagem, são fatores determinantes para a continuação da estrutura natural do curso d'água e da sobrevivência das comunidades bióticas. Mesmo no sistema onde só há desvio das águas pela barragem, como o caso de PCHs a fio d'água, essas modificações são sentidas.

Há então a diminuição das vazões médias mensais, alteração de vazões sazonais, imposição de descargas não naturais, alteração de velocidade das águas e profundidades dos leitos, em função da falta da passagem dos sedimentos pelo barramento, que muitas vezes é

[16] De acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005, a vazão de referência é definida como a vazão do corpo hídrico utilizada como base para o 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), que constituem marcos legais implantados no Brasil. Essa referência pode ser entendida em função da disponibilidade hídrica no ponto de estudo, correspondente à localização do empreendimento em análise.

[17] É o direito de uso de uma quantidade de água específica, que o Poder Público concede, baseado em um limite de utilização, pensando na garantia de atendimento dos diferentes usos, relativo ao risco calculado e assumido. Em geral, a vazão outorgável é definida como uma porcentagem da vazão de referência.

feita pela descarga de fundo. Sobretudo existem alterações morfológicas do leito, diminuição ou eliminação de ambiente adequado nos habitats das espécies, introduzindo deficiências nas comunidades píscicolas, bentônicas, e outras, alteração na quantidade de alimentos, redução da biodiversidade aquática, diminuição das áreas de desova, diminuição das planícies aluviais adjacentes, alteração na qualidade da água, entre vários outros aspectos.

De acordo com Souza (2009) as respostas ecológicas dependem de quanto os componentes do regime hidrológico são alterados em relação ao regime natural do rio. Pode-se citar que ao buscar alimentação e refúgio em margens rasas, espécies de peixes pequenos e alevinos são impactados pelas flutuações de vazões. Em ambientes de variação artificial as espécies especialistas são substituídas por espécies generalistas que toleram variações amplas, os ciclos de vida de espécies são assim interrompidos e o fluxo de energia no ecossistema é modificado. A regularização de vazões reduz ainda a magnitude e frequência das inundações de várzeas, afetando espécies e comunidades de plantas ripárias; gera aumento da salinidade; espécies exóticas passam a dominar o ambiente; entre muitos outros fatores.

Conforme Britto (2005, apud Gore e Petts, 1989; Garcia e Andreazza, 2004) a regularização de cursos d’água provoca uma sucessão de impactos no ecossistema fluvial, caracterizados por hierarquia de respostas:

- Impactos de primeira ordem: ocorrem simultaneamente ou logo após o funcionamento do AHE e afetam a transferência de energia e materiais diretamente no curso de jusante, modificando as condições físicas, químicas e geomorfológicas;
- Impactos de segunda ordem: relacionam-se à modificações na calha fluvial, na estrutura e dinâmica de margens e na produção primária, e são resultados de efeitos locais dos impactos de primeira ordem;
- Impactos de terceira ordem: ocorrem sobre as comunidades bentônicas, os peixes, a fauna das áreas de várzea, e são o resultado de uma combinação das alterações de primeira e segunda ordem, refletindo-se nas interações bióticas entre as populações. O ajuste do ecossistema às condições impostas pela regularização do curso d’água, para atingir um novo estado de equilíbrio envolvendo todas as inter-relações entre os diferentes componentes, requer dezenas ou até mesmo centenas de anos.

Comparativamente às UHEs, as PCHs provocam menores impactos, pois sua implantação requer, em geral, até o máximo de 3 km^2 de área inundável[18], desta forma a alteração negativa tendo em vista o menor tempo de permanência das vazões no barramento, são menores também. Entretanto as PCHs constituídas por desvio do rio, para aproveitar o declive natural, cujas águas que passam pelo trecho de adução e só posteriormente chegam casa de força colocada distante da barragem, impõe um problema adicional no impacto ao ecossistema.

A construção dessas PCHs envolve uma área que pode ser chamada de "curto-circuitada" ou "trecho de vazão reduzida", na qual, no trecho da seção do barramento, até o circuito de geração de energia e restituição de vazões (em alguns metros ou até kilômetros), todo o trecho fica sujeito a vazões mínimas, cujo valor é objeto de marcos legais.

Em estudo recente, Manyari (2007) desenvolveu uma tese sobre impactos ambientais a jusante de hidrelétricas, identificando trabalhos direcionados a processos de degradação e agradação geomórficas que resultam em modificações na geometria do canal, da planície fluvial e deltas. Outros estudos citados relatam a destruição de ecossistemas ribeirinhos e biodiversidade, queda de produtividade pesqueira e da agricultura. Essa modificação causa instabilidade ao sistema fluvial e perturba o regime hidrológico. A metodologia utilizou comparação entre fotos aéreas dos anos de 1974, 1977, 1984 (pré aproveitamento) e 1988 (pós aproveitamento) e imagens digitais de satélites Landsat TM de 2005, para um período de seca para que a forma do canal principal, as ilhas e barras pudessem ser visualizadas.

O estudo envolveu análises estatísticas do fluviograma da série de vazões para identificar as feições fluviais e diagnosticar as consequências. A avaliação permite uma compreensão geral dos processos e o levantamento dos impactos causados, contribuindo na construção de um quadro de referência para a problemática ambiental instaurada.

No estudo de caso, a usina de Tucuruí no Pará (região Amazônica), embora a quantidade de cheias (vinte), entre a implantação da barragem e os estudos não sejam suficientes para uma observação detalhada, foi possível a partir das alterações observadas e quantificadas, constatar o processo de ajuste geomórfico em curso como decorrência das mudanças nas variáveis de controle do sistema fluvial. Além disso, a supressão da carga em suspensão e do leito, oriundas de montante, desencadearam um novo padrão de erosão e de deposição.

[18] Ver Item 1.1.2 Pequenas Centrais Hidrelétricas.

Descreve que, quando o escoamento é confinado ao canal há a instabilidade das margens e a erosão do leito. As trocas laterais de água e de sedimentos, a conectividade lateral existente nos ambientes fluviais amazônicos, são fundamentais na reprodução das espécies, talvez mais que a longitudinal, que diz respeito à migração de peixes. Os efeitos ocorrem, geralmente, nas áreas mais próximas ao reservatório e em direção a foz não se notam grandes alterações.

A autora identificou ainda estratégias para minimizar os danos causados, e procedimentos que podem ser adotados no planejamento do setor elétrico da seguinte forma: necessidade de mais pesquisa sobre os componentes: localização, projeto e operação de usinas com o objetivo de diminuir mudanças geomórficas danosas aos ecossistemas fluviais, visando a sua preservação e a mitigação de impactos; incorporação do espaço a jusante de barragens como área de influência da obra; incorporação da variabilidade morfológica e sedimentológica já nos estudos de inventário do potencial hidrelétrico, entre outras conclusões.

1.3. Marcos legais na definição das vazões de referência a jusante de AHEs

Para a definição das vazões remanescentes de referência e concessão de outorgas, devem ser utilizadas legislações específicas, caso existam. Alguns estados e até mesmo o governo (para rios federais) já estabeleceram critérios para a outorga do uso da água e até para diluição de efluentes. No entanto, não tratam de forma detalhada e explícita o assunto relacionado a usinas hidrelétricas e vazões remanescentes.

Assim, no Apêndice A são apresentados recortes de marcos legais a partir do Código das Águas – Decreto nº 24.643, de 10/07/1934; Constituição Federal – CF/1988; Política Nacional do Meio Ambiente – Lei nº 6.938, de 31/08/1981; Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) – Lei nº 9.427, de 26/12/1996; Lei das Águas – Lei Federal nº 9.433, de 08/01/1997; Agência Nacional de Águas (ANA) – Lei nº 9.984, de 17/07/2000; Órgãos gestores estaduais brasileiros. Foram destacados os aspectos associados ao gerenciamento integrado dos recursos hídricos no Brasil relacionados à questão das vazões que podem ser utilizadas (outorgadas) para a geração de energia nas usinas hidrelétricas.

A seguir são apresentados documentos recentes associados às vazões ecológicas e remanescentes.

Destaca-se, em elaboração pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), a proposta de Resolução (apresentada no Anexo A) que atualmente está na Versão 16, datada de 05 de outubro de 2010, administrada pelas Câmaras Técnicas CTPOAR-CTAP[19]. A última versão no sitio http://www.cnrh.gov.br é a de número 10, e a versão 16 foi obtida através da Lista de Discussão da Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH), no sítio http://br.groups.yahoo.com/group/ABRH-Gestão.

A Resolução visa estabelecer diretrizes gerais para a definição de vazões mínimas remanescentes. Para isso considerará a integração da gestão de recursos hídricos à ambiental, a disponibilidade hídrica e a Resolução CNRH nº 16/2001, que estabelece critérios gerais para outorga de direito de uso dos recursos hídricos.

Nessa versão, é definida a vazão mínima remanescente: a menor vazão a ser mantida no curso de água em seção de controle. A vazão de referência, aquela que representa a disponibilidade hídrica do curso de água, seria a associada a uma probabilidade de ocorrência.

Ressalta-se que fica a cargo da autoridade outorgante em articulação, junto com os demais integrantes do sistema de gerenciamento de recursos hídricos, estabelecer os critérios específicos para a determinação da vazão mínima remanescente, podendo adotá-los de forma diferenciada, em trechos de rio com vazão reduzida e em outras situações em decorrência de estudos tecnicamente justificados. Sob o ponto de vista temporal poderá ser: permanente (quando deve ser sempre adotada), sazonal (quando há períodos regulares em que deve ser adotada) ou temporária (adotada de forma excepcional e em caráter provisório).

Ainda, o outorgante poderá alterar o valor da vazão mínima remanescente, em uma seção de controle, nos seguintes casos: (*i*) por deliberação do comitê de bacia hidrográfica, quando houver previsão legal 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 justifique; (*iii*) por termos de alocação de água; (*iv*) por solicitação de órgão de meio ambiente competente; (*v*) em decorrência do enquadramento dos corpos hídricos; (*v*) por mudanças nos critérios de outorga formalmente estabelecidos.

Outro documento importante relacionado às vazões remanescentes é o Manual de Disponibilidade Hídrica para Aproveitamentos Hidrelétricos. O objetivo do Manual é a padronização dos estudos e a elaboração do Relatório de Estudos de Disponibilidade Hídrica

[19] CTPOAR (Câmara Técnica de Integração de Procedimentos, Ações de Outorga e Ações Reguladoras) e CTAP (Câmara Técnica de Análise de Projeto). Competências: acompanhar, analisar, estudar e emitir parecer sobre os produtos que compõem o Plano Nacional de Recursos Hídricos.

do Empreendimento (REDH) visando à facilitação da análise e tramitação de processos na Superintendência de Outorga e Fiscalização na ANA.

Conforme o Manual, após a ANEEL ou EPE autorizar o empreendedor a elaboração do projeto básico, para PCH ou estudo de viabilidade, para UHE, marca uma reunião com a ANA, o órgão ambiental, a empresa responsável pelos estudos ambientais e o empreendedor visando acordar aspectos metodológicos dos estudos de disponibilidade hídrica, caracterizada como uma reunião técnica inicial, a ser documentada em ata. Tem como objetivo também conhecer o aproveitamento hidrelétrico e os prazos previstos para elaboração dos respectivos estudos e projetos técnicos. Nessa ocasião também é discutida a vazão remanescente. Com isso, entende-se que podem ser abordadas as questões de orientação dos estudos, definição das alternativas, escolha dos métodos, entre outras avaliações.

Posteriormente no momento em que o empreendedor solicita a ANA a Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica (DRDH)[20], entre outros documentos[21], precisa dispor do REDH e do estudo de viabilidade ou projeto básico. Na análise do pedido a ANA se articulará com os respectivos órgãos ou entidades gestoras de recursos hídricos dos Estados ou do Distrito Federal, visando à garantia dos usos múltiplos na bacia hidrográfica em questão.

No que se refere à determinação da vazão remanescente, é descrito no Manual, que a "*caracterização das necessidades ambientais deverá considerar os estudos ambientais desenvolvidos para o empreendimento, bem como as informações de cada usuário, das características ambientais e da fauna aquática local, da hidrologia da bacia, de simulações hidráulicas e da qualidade da água, de estudos similares desenvolvidos para outras bacias e, principalmente, dos critérios estabelecidos pelos órgãos gestores ambientais e de recursos hídricos em relação ao estabelecimento da vazão remanescente. Assim sendo, o empreendedor poderá propor e negociar a demanda hídrica para as necessidades ambientais com as autoridades competentes. Essa abordagem metodológica deverá ser discutida na*

[20] A Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica (DRDH) é o ato administrativo a ser requerido para licitar a concessão ou autorizar o uso de potencial de energia hidráulica. A DRDH não confere direito de uso e se destina, unicamente, a reservar a quantidade de água necessária à viabilidade do empreendimento hidrelétrico e será concedida pelo prazo de até três anos, podendo ser renovável por igual período. De acordo com a Lei nº 9.984/2000, que dispõe sobre a criação da ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH), (ver Apêndice A – Marcos Legais), o Art. 7º descreve que para licitar a concessão ou autorizar o uso de potencial de energia hidráulica em corpo de água de domínio da União, a ANEEL deverá requerer, junto à ANA, a prévia obtenção da DRDH. No entanto, se o empreendimento localizar-se em corpo de água de domínio dos Estados ou do Distrito Federal, a declaração será obtida em articulação com a entidade gestora de recursos hídricos. A DRDH será transformada automaticamente, pelo poder outorgante, em outorga à instituição ou empresa que receber da ANEEL ou EPE a concessão ou a autorização para exploração do uso do potencial de energia hidráulica. A Resolução nº 131/2003, da ANA, dispõe sobre procedimentos referentes à emissão de DRDH e de outorga de direito de uso de recursos hídricos, para uso de potencial de energia hidráulica superior a 1 MW em corpo de água de domínio da União.

[21] Carta de solicitação, ficha técnica do empreendimento, anotação de responsabilidade técnica (ART) dos responsáveis.

reunião técnica inicial que deverá contar com a participação da ANEEL, ANA, órgão ambiental, empreendedor e a empresa responsável pelos estudos ambientais" (ANA, 2009).

É necessário apresentar o dimensionamento da estrutura hidráulica para garantia das vazões remanescentes e deve-se estudar os impactos decorrentes de dimensionamento das estruturas hidráulicas nas condições de operação do reservatório, em relação às vazões máximas extremas e mínimas, e também, os relativos à previsão de ocorrência de processos erosivos a jusante das estruturas.

Para a avaliação do efeito da operação do reservatório na qualidade da água a jusante do reservatório, constam como ponto de monitoramento: o trecho a montante, os afluentes relevantes, as proximidades da barragem e os trechos de vazão reduzida, no caso de arranjo de obras do tipo derivação. Para isso, deverão ser coletados no mínimo, os seguintes parâmetros: Demanda Bioquímica de Oxigênio ($DBO_{5,20}$), Oxigênio Dissolvido (OD), Fósforo total, Nitrogênio NK, Coliformes fecais, Coliformes totais, Sólidos totais, pH e temperatura. Esse procedimento deverá ser realizado através de coleta de amostras mensais durante, no mínimo, um ano hidrológico e realização das análises laboratoriais correspondentes. Ainda, as vazões remanescentes devem atender as condições sanitárias e ecológicas mínimas, estabelecidas.

No item relativo aos usos múltiplos da água faz-se referência aos procedimentos para a avaliação dos usos da água a jusante, que se encontram listados a seguir: avaliar as outorgas de direito de uso da água e as solicitações de outorgas, nos órgãos gestores de recursos hídricos (ANA e similares estaduais); consultar os licenciamentos ambientais nos órgãos competentes; Planos de Recursos Hídricos disponíveis; estudos de usos consuntivos da água realizados pela ANA e ONS; analisar os estudos de inventário hidrelétrico, estudos de viabilidade e projetos básicos de AHEs na região; planos setoriais e de desenvolvimento sócio-econômico dos estados e municípios localizados a jusante do reservatório; consolidar as informações, atuais e futuras, sobre as vazões captadas, consumidas e restituídas ao sistema fluvial, bem como as características dos efluentes lançados no rio; realizar levantamento dos usuários da água e caracterização do uso da água por métodos indiretos; analisar os resultados de simulação da qualidade da água; os impactos do reservatório nos usos a jusante, em termos de vazões, níveis e qualidade da água.

Ainda, observa-se que embora o Manual cite que em rios de domínio da União e dos Estados são considerados para a caracterização das vazões mínimas as vazões ($Q_{7,10}$[22], Q_{90} ou

[22] $Q_{7,10}$ – vazão média mínima observada durante um intervalo de tempo de 7 (sete) dias consecutivos ao longo de 1 (um) ano e tempo de retorno de 10 (dez) anos.

Q_{95}[23]) e que "eventualmente servirão para balizar a determinação da vazão remanescente para atender aos outros usos da água a jusante, tais como: saneamento, indústrias, navegação, agricultura irrigada, pecuária e outros", existirá, uma orientação por parte dos órgãos outorgantes em relação ao que deve ser feito pelo empreendedor, conforme os estudos apresentados.

Entende-se que o Manual representa uma forma de organização das informações referentes a disponibilidade hídrica local, para rios federais, e uma nova visão para a determinação das vazões mínimas remanescentes[24], que passa a ser discutida por todas as partes envolvidas, baseando-se em estudos específicos e metodologias alternativas.

Esse assunto se mostra complexo e polêmico, devido as inúmeras variáveis, além da diversidade hidrológica natural, necessidade dos ecossistemas e usuários, eventuais, atividades antrópicas associadas, e até mesmo mudanças climáticas, o que comprova a urgência de definições e determinações que se baseiam em soluções situacionais, específicas ao local de estudo.

Dentro desse contexto, outro documento interessante a ser citado, é a Resolução Conjunta n° 03 da ANA/ANEEL, de outubro de 2010 (Ver Apêndice A **–** Marcos Legais**)**, que especifica a obrigação pelas concessionárias de geração de energia hidrelétrica para a instalação, operação e manutenção de estações hidrométricas tanto a montante quanto a jusante das usinas hidrelétricas, visando ao monitoramento pluviométrico, limnimétrico, fluviométrico, sedimentométrico e de qualidade da água. Essa medida pode ser entendida, como um instrumento para avaliação das necessidades de garantia da vazão mínima remanescente acordadas na reunião técnica inicial entre os órgãos e impostas pelo documento DRDH.

O que se observa atualmente é que a assunto está sendo discutido de forma gradativa entre os órgãos responsáveis, visando consolidar as diretrizes de recursos hídricos, promover a divulgação de projetos e práticas relevantes nas bacias hidrográficas e o intercâmbio de experiências entre os integrantes do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SIGRH).

---

[23] Q_{90} ou Q_{95} – método baseado na curva de permanência, a vazão de referência deve ser maior ou igual a 90% ou 95% do tempo da vazão correspondente para o período da série histórica analisada, diária ou mensal.

[24] A vazão mínima remanescente deve compreender o somatório dos valores da vazão ecológica e dos usos da água a jusante do empreendimento. Também pode ser entendida como uma vazão de restrição ou vazão mínima residual a qual se deve respeitar no momento do planejamento e dimensionamento de projeto. A vazão remanescente deve ser igual ou maior que a vazão de restrição mínima.

Em paralelo as discussões, algumas ações vem sendo introduzidas ao longo dos anos, tais como: Resoluções, Decretos, Portarias, Instruções Normativas, Planos de Bacia Hidrográfica, Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica, Manual de Disponibilidade Hídrica para Aproveitamentos Hidrelétricos (para rios federais).

Contudo, o modelo que vem sendo adotado no Brasil para a determinação de quantidade a ser outorgada, baseia-se em limites de vazões mínimas de referência associadas a probabilidade de ocorrência $Q_{7,10}$ e vazões de alta permanência no tempo Q_{90} ou Q_{95}, como citado no Manual, caracterizando uma disponibilidade hídrica mesmo em períodos considerados de estiagem, na tentativa de se minimizarem os problemas e as possibilidades de falha.

Não existe uma alocação da água levando-se em conta um período hidrológico variável de acordo com a época do ano, considerando para isso as mudanças diárias ou mensais. Em virtude disso, são utilizados os critérios de outorga para uma garantia de todos os usos, ao tempo que estes relacionam os níveis máximos de comprometimento dos corpos de água garantindo assim por outro lado as vazões remanescentes mínimas necessárias (Lopes e Freitas, 2007). A Tabela 1 apresenta os critérios de outorga utilizados por alguns órgãos gestores brasileiros, que implicam consequentemente critérios para as vazões remanescentes.

Tabela 1 – Valores máximos outorgáveis pelos órgãos gestores brasileiros

REGIÃO	ESTADO	VAZÃO DE REFERÊNCIA (Q_R)	VALORES MÁXIMOS OUTORGÁVEIS	PREVISÃO LEGAL
NORTE	AP, AC, RO, RR, AM	não há	não há	não há
	PA	Q95	0,70 X Q_{95}	Instrução Normativa nº 55,11/10/2010 (SEMA)
	TO	Q_{90}	0,75 X Q_{90} (fio d´água)	Descreto 2.432/05 (NATURATINS)
			0,9 x Q_{90} (captação em reservatórios)	
			0,95 x Q_{90} (para rios intermitentes)	
			0,25 x Q_{90} (usuário único)	
NORDESTE	SE	Q_{90}	0,9 x Q_{90}	Resolução nº 01/2001, 19/04/2001 (CONERH)
	AL	Q_{90}	0,9 X Q_{90}	Decreto nº 06/01, 23/01/2001
	BA	Q_{90} a nível diário	0,8 x Q_{90} (captações)	Decreto nº 6.296, 21/03/1997
			0,8 x Q_{90} (lagos naturais ou barramentos-mananciais perenes)	
			0,95 x Q_{90} (lagos naturais ou barramentos-mananciais intermitentes	
	CE	Q_{90}	0,9 X Q_{90}	Decreto nº 23.067, 11/02/1994 (SRH)
			0,333 x Q_{90} (lagos territoriais ou lagoas)	
	MA, PE	não há	não há	não há
	PI	Q_{90} ou Q_{95}	0,80 x Q_{95} (rios perene ou perenizados)	Decreto 11.341, 22/03/2004
			0,80 x Q_{90} (reservatórios)	
	PB	Q_{90}	0,9 X Q_{90}	Decreto nº 19.260, 31/10/1997
			0,333 x Q_{90} (lagos territoriais ou de lagoas)	
	RN	Q_{90}	0,9 x Q_{90}	Decreto 13.283, 22/03/1997
CENTRO-OESTE	DF	$Q_{7,10}$, Q_{90} ou Vazão Média Mínima Mensal	0,8 x Q_R (quando não houver barramento)	Resolução nº 350, 23/06/2006 (ADASA)
			0,8 x Q_{90} (lagos naturais ou barramentos -mananciais perenes)	
			0,9 x Q_R (abastecimento humano)	
	GO	Q_{95}	0,50 x Q_{95}	Resolução nº 11, 20/03/2007 e Resolução nº 9, 04/05/2005 (CERH-GO)
	MS	não há	não há	não há
	MT	Q_{95}	0,70 x Q_{95} (uso consuntivo na seção do rio)	Resolução nº 27, 09/07/2009 (CEHIDRO)
			0,20 x Q_{95} (limite individual)	
			0,50 x Q_{95} (barramentos para regularização de vazão)	
SUDESTE	RJ	$Q_{7,10}$	0,50 x $Q_{7,10}$	Portaria Administrativa nº 567, 07/05/2007 (SERLA, atual INEA)
	ES	Q_{90}	0,50 x Q_{90}	Instrução Normativa nº 19, 04/10/2005 (IEMA)
	SP	$Q_{7,10}$	0,50 x $Q_{7,10}$	Lei nº 9.034, 27/12/1994
	MG	$Q_{7,10}$	0,3 x $Q_{7,10}$	Portaria Administrativa nº 49/2010 (Manual Técnico de Outorga/2010-IGAM)
SUL	PR	Q_{95}	0,50 x Q_{95}	Decreto ? (ANA, 2010)
	RS, SC	não há	não há	não há

Fonte: Adaptado do Relatório do Encontro Técnico Delegação de Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos e Ações de Fiscalização, Brasília, Agosto de 2010, ANA (2010b); e Farias Júnior (2006).

2. METODOLOGIAS PARA DETERMINAÇÃO DA VAZÃO REMANESCENTE E ECOLÓGICA

O conceito de vazão ecológica surgiu a partir da segunda metade do século XX, no momento em que os problemas associados ao manejo da água começaram a ser percebidos e ganharam destaque no meio ambiente (Collischonn et al., 2005).

A vazão ecológica é a demanda necessária de água a manter num rio de forma a assegurar a manutenção e a conservação dos ecossistemas aquáticos naturais, dos aspectos da paisagem, e outros de interesse científico ou cultural (Bernardo, 1996 apud Pelissari e Sarmento, 2003). A vazão ecológica é uma das componentes da vazão remanescente do aproveitamento dos recursos hídricos, nesse caso, geração hidrelétrica. Pode ser igual à vazão remanescente, caso não haja outros usos específicos à jusante, se não é puramente associado à sustentabilidade ambiental dos ecossistemas à jusante.

Cruz (2000) definiu como a vazão necessária para que sejam preservadas as condições de pulso hidrológico, transporte de sedimentos e nutrientes, sincronicidade com o ciclo da vida das espécies silvestres da fauna e da flora e a taxa de perturbações necessárias à renovação e funcionamento dos ecossistemas associados ao curso de água, ou seja, a vazão necessária para manter as funções do mosaico de biótopos que compõem o rio, nos seus leitos maiores e menores.

No primeiro congresso sobre vazão ecológica realizado pela Associação dos Profissionais do Meio Ambiente da Espanha – APROMA (2000), foi concluído que esta vazão pode ser descrita como necessária para a preservação da biodiversidade do rio, admitindo a conservação do patrimônio biológico do meio fluvial compatível com a satisfação das demandas sociais, tendo como prioridade o abastecimento humano (Agirrey & Bikuña, 2000, apud Farias Junior, 2006).

Santos et al. (2003, apud Firmiano de Paulo, 2007) relataram que a vazão ecológica é aquela que atende às exigências da biota enfocada, seja mantendo as condições existentes antes da intervenção humana, seja para garantir condições estabelecidas, que busquem mitigar os impactos dessa intervenção.

Em Gondim (2006, apud Sarmento, 2007), é ressaltado que vazão ecológica é:

- O regime de vazões a ser mantido no rio, nas áreas úmidas e nas áreas costeiras de modo a preservar os ecossistemas e seus benefícios onde existir competição pelos usos da água e onde as vazões são reguladas;

- A quantidade de água que deve ser mantida no rio, ou que é lançada dentro dele, para atender o objetivo específico da gestão dos ecossistemas;
- A vazão necessária para manter as funções dos ecossistemas que compõem o rio, nos seus leitos menores e maiores.

Alguns autores definem a vazão ecológica de forma mais ampla, compatibilizando os usos dos seres pertencentes ao ecossistema envolvido, a biota aquática e ribeirinha e o homem, e nesse caso a chamariam de vazão ambiental; já outros o fazem de forma mais restrita, considerando apenas aspectos ecológicos como a vida aquática ou as espécies de peixe.

O fato é que todos esses termos, vazão ecológica, ambiental, vazão de preservação ambiental, vazão sanitária, são tratados de forma equivalente, tendo em vista o objetivo maior de proteção a natureza e manutenção do equilíbrio necessário a vida, de forma direta ou indireta (Gondim, 2006 apud Sarmento, 2007).

Há ainda outros termos utilizados e extraídos da Nota Técnica "*Concepts and Methods*", do Banco Mundial (Gondim, 2006 apud Sarmento, 2007):

- *Instream Flow Requirements (IFRs):* vazões necessárias para a manutenção de peixes;
- *Maintenance IFR*: regime hidrológico necessário para manter todas as funções dos ecossistemas fluviais, e garantir a reprodução da fauna e flora na maior parte do tempo;
- *Drought IFR*: regime hidrológico severamente reduzido aplicável em anos de secas, de forma a garantir a sobrevivência de espécies, mas sem provisões para sua reprodução;
- *Minimum Flow*: termo genérico utilizado para descrever as vazões necessárias à manutenção de determinada característica de um ecossistema. O conceito surgiu nos Estados Unidos (EUA) com uma vazão remanescente para limitar as captações durante os períodos de seca, tendo ou não relevância para as regiões áridas.

Conforme mencionado anteriormente, a legislação de recursos hídricos no Brasil adota um valor fixo para as vazões outorgadas e como consequência as vazões remanescentes são iguais para todos os meses do ano, expressas pelo percentual da vazão de referência (e.g. $Q_{7,10}$, Q_{90} ou Q_{95}). É uma simplificação utilizada que não incorpora as necessidades das diversidades das bacias hidrográficas bem como os diferentes tipos de regime de vazões de rios contidos nessas regiões.

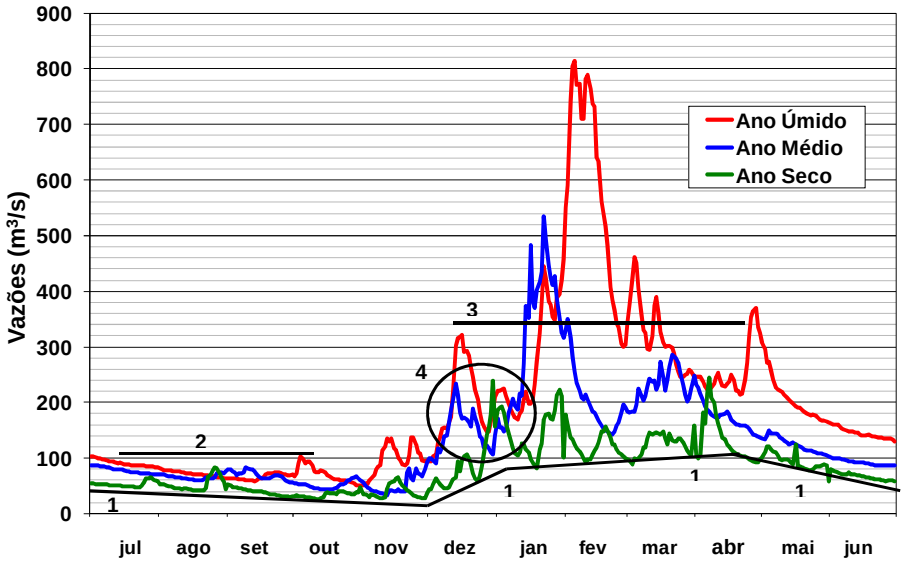
Alguns estudos internacionais, descritos em Farias Júnior (2005): Frase, 1978 apud Jowett, 1997; Wesche & Rechard, 1980 apud Alves, 1993; Arthington et al., 1992; Alves, 1993; King & Louw, 1998; Richter et al., 2003, demonstram a deficiência dessa simplificação utilizada com base em vazões mínimas e adotada em diversos países. Entre os métodos utilizados destacam-se os métodos relacionados aos registros históricos de vazão (Texas, Tennant ou Montana, Vazão Base ou Médias Móveis), e baseados na relação entre parâmetros hidráulicos e a vazão (Perímetro Molhado), entre outros, que serão descritos no capítulo 3 com maiores detalhes.

Mais recentemente, estudos elaborados por pesquisadores brasileiros, também passaram a criticar as simplificações adotadas, aplicando outras metodologias e sugerindo outros critérios de determinação para as vazões remanescentes, principalmente no que se diz respeito às vazões ecológicas utilizando também o conceito de hidrograma ecológico. Destacam-se: Pelissari et al., 2001; Ribeiro Júnior et al., 2004; Collischonn et al., 2005; Cruz, 2005; Farias Júnior, 2006; Assis dos Reis, 2007; Sarmento, 2007; Firmiano de Paulo, 2007; Amorim, 2009; entre outros.

O hidrograma apresenta a variação da vazão ao longo do tempo e, é resultado da influência dos componentes do ciclo hidrológico (precipitação, evaporação, interceptação, infiltração, percolação, transpiração, escoamento superficial e escoamento subterrâneo). Esse processo pode ser considerado desde o início da precipitação até a ocorrência da vazão no rio. Assim, a priori, poderia ser definido um hidrograma ecológico, que apresentaria valores de vazões variáveis para cada mês do ano e que atendem as demandas do ecossistema. Para tal, têm sido consideradas vazões médias em nível diário ou mensal, que devem ser mantidas em um rio, de forma que os efeitos abióticos (alterações de área, perímetro, profundidade, velocidade, quantidade de nutrientes, temperatura, entre outros), decorrentes da modificação do regime de vazão, não signifiquem uma alteração negativa na dinâmica do ecossistema.

Collischonn et al. (2005), demonstrou a insuficiência da vazão ecológica como um único valor válido para todos os anos e estações do ano. A quantidade de água necessária para garantir sustentabilidade ecológica a um rio é variável no tempo, e os critérios de definição de vazão remanescente nos rios devem contemplar não apenas as situações de vazões mínimas durante os períodos de estiagem, mas também os outros períodos que caracterizam o regime hidrológico. O mesmo autor apresenta um exemplo de hidrograma prescrito fictício baseado em observações de hidrogramas do rio Cuiabá, no posto fluviométrico de Cuiabá, apresentando uma variabilidade do regime hidrológico. Para ilustrar, a Figura 5 apresenta

hidrogramas representativos para anos úmidos, médios e secos, do posto fluviométrico Campo Alegre de Goiás[25], no rio São Marcos.



Fonte: (Hidroweb, 2010)

Figura 5 – Hidrogramas de vazão do rio São Marcos em Campo Alegre de Goiás, durante um ano úmido (1991-1992), médio (1984-1985) e seco (1986-1987).

Na Figura 5 pode-se identificar a sazonalidade das vazões e os aspectos semelhantes que existem tanto na época de estiagem (junho a outubro) no qual as vazões diminuem, quanto no período de cheias (novembro a maio) onde as vazões aumentam. Entretanto, conforme Collischonn et al. (2005), para manutenção dos ecossistemas, os aspectos importantes dos hidrogramas prescrito são: (1) vazões mínimas (para a não redução excessiva do habitat de determinadas espécies); (2) vazões máximas durante o período de estiagens (interrompe a ligação entre rios e lagoas mantendo determinadas espécies de peixes livres de predadores; garante o crescimento de espécies de plantas na área que permanecerá seca); (3) vazões mínimas durante o período de cheias (restabelece a ligação entre as lagoas e rios); (4) vazões máximas no início do período úmido (início de migração e acasalamento de espécies).

Ainda na Figura 5, observa-se que as cheias que acontecem entre os meses de janeiro a março, para o ano úmido, chegam a atingir 800 m^3/s, no mês de fevereiro, número quase 4 (quatro) vezes superior ao maior valor para o ano seco que foi de 211 m^3/s no mês de janeiro. Enquanto que para o ano médio a vazão máxima foi de 535 m^3/s no mês de janeiro.

[25]Código da ANA: 60030000. Localizado na bacia do rio Paraná, foi utilizado como base para a gerar a série de vazões da UHE Batalha, utilizada no estudo de caso dessa dissertação.

A vazão mínima para o ano úmido é de 50,5 m^3/s no mês de outubro, quase 2 (duas) vezes superior ao maior valor para o ano seco que é de 26,5 m^3/s, também no mês de outubro. Para o ano médio esse número é de 33,5 m^3/s no mês de novembro.

A partir desse exemplo é possível pensar na necessidade de se manter um valor de vazão ecológica maior do que 26,5 m^3/s de forma que se atenda a menor vazão encontrada para esse período ou ainda se permitir valores variáveis ao longo do tempo de acordo com o apresentado para cada mês.

Sendo assim, pode-se entender que para garantir as vazões ecológicas é necessária uma variação de valores desta vazão ao longo do ano, considerando cada mês, conforme demonstra a Figura 5.

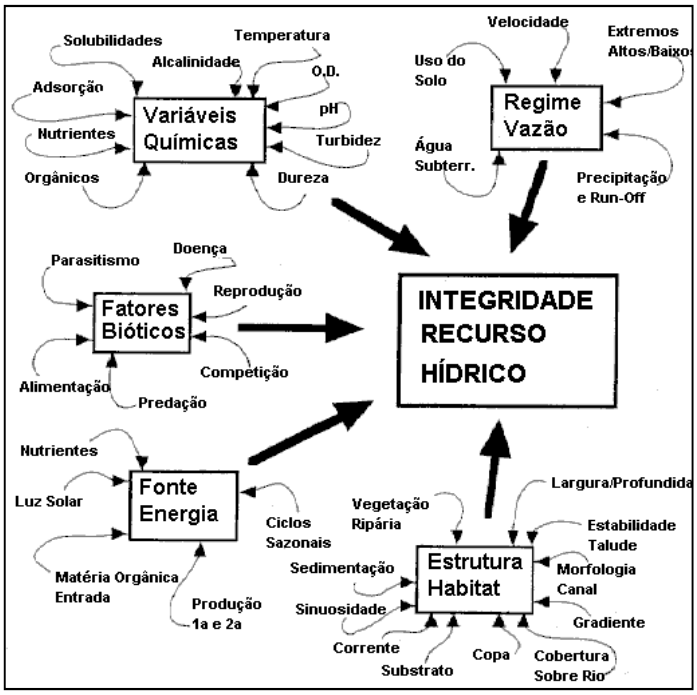
O exemplo apresentado é intuitivo e particular, típico para a região do estudo de caso da UHE Batalha (situada entre os municípios de Paracatu e Cristalina, respectivamente nos Estados de Minas Gerais e Goiás), mais adiante nesse texto serão apresentados de maneira formal métodos clássicos para determinação da vazão ecológica.

Existem, no entanto, desafios na determinação da vazão ou do hidrograma ecológico. Entre eles, a eventual falta de conhecimento dos aspectos associados ao ecossistema e ao regime hidrológico. Observa-se assim, a necessidade de investimentos em monitoramento e pesquisa.

Na construção de barragens, além dos impactos da inundação de uma grande área existe a transformação do ambiente típico de rio (lótico), em um ambiente típico de lago (lêntico), as alterações de qualidade de água e modificações do regime hidrológico.

Agra (2009) descreve que o homem define locais para sua sobrevivência com base em disponibilidade de recursos naturais e que o desenvolvimento tecnológico facilita a alteração de ambientes satisfazendo às demandas antrópicas. Nesse sentido existem diversos fatores que influenciam o ecossistema, entre eles variáveis químicas, regimes de vazão, fatores bióticos, fonte energia, e estrutura de habitat, como pode ser observado na Figura 6.

Existem ainda, características ecológicas que associadas a componentes do regime hidrológico, modificam o ecossistema conforme se observa na Tabela 2. A importância das cheias se dá à medida que moldam o leito do rio, criando a diversidade de ambientes, e por serem muito ricas em nutrientes, são importantes para algumas espécies, muitos peixes passam pelas lagoas da planície durante uma ou mais fases da vida desovando no rio. A estiagem é relevante porque concentram presas, que são alimentos para predadores, criam situações extremas para as espécies invasoras e exóticas, expõe praias e bancos de areia, reduz a velocidade da água que é importante para fase jovem de alguns peixes.



Fonte: Agra (2009)

Figura 6 – Variáveis que influenciam o ecossistema

Tabela 2 – Características ecológicas associadas a componentes do regime hidrológico

Estiagens - Vazões Baixas:	
São suficientemente baixas para:	**São suficientemente altas para:**
▪ Concentrar presas em áreas limitadas, e assim, favorecer os predadores durante um período limitado do tempo; ▪ Eliminar, ou reduzir a densidade de espécies invasoras; ▪ Expor bancos de areia e praias; ▪ Secar áreas de inundação temporária.	▪ Manter o habitat das espécies nativas; ▪ Manter a qualidade da água, especialmente a temperatura e a concentração de oxigênio dissolvido; ▪ Manter o nível do lençol freático na planície.
Cheias – Vazões Altas	
▪ Determinam o tipo de sedimento do fundo do rio; ▪ Evitam a invasão do leito do rio por plantas terrestres; ▪ Renovam a água armazenada em lagoas marginais, braços mortos do rio e em regiões de estuários.	
Inundações – Vazões Muito Altas:	
▪ Modificam a calha do rio, criando curvas, bancos de areia, ilhas, praias, remanso, áreas de maior ou menor velocidade de água, locais mais rasos ou mais fundos, zonas de acumulação de detritos, etc; ▪ Invadem as planícies, depositando sedimentos e nutrientes úteis à vegetação terrestre; ▪ Criam lagoas marginais na planície, providenciando oportunidades de reprodução e alimentação para peixes e aves; ▪ Indicam o início do período de migração ou 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.	

(Fonte: Adaptado de Agra, 2009).

Ainda na mesma referência, existem outros aspectos muito importantes também em relação ao regime hidrológico, como a previsibilidade de ocorrência de períodos, duração e nível de vazões mínimas e máximas (altas e baixas). Por exemplo, em rios tropicais com largas planícies inundáveis os peixes podem adquirir ganho de peso anual durante sua permanência na planície; as aves migram para aproveitar oportunidades criadas em áreas inundadas, entre outras.

Tunbridge e Glenace citado por McMahon (1992, apud Benetti et al., 2003), classificaram os níveis de vazões ecológicas segundo as necessidades de uma espécie de peixe na Austrália:

a) Vazão Ecológica Ótima, que permite excelentes condições para sobrevivência, reprodução e crescimento de peixes, recomendada para épocas de período de stress hídrico;
b) Vazão Ecológica Mínima, que garante a manutenção ou pequena redução na abundância de peixes, indicada para os anos onde há a presença de chuvas regulares;
c) Vazão Ecológica de Sobrevivência, que reduz a abundância de peixes, mas não há perdas das espécies, utilizada em anos com pouca precipitação.

Os autores enfatizaram ainda que é preciso manter uma vazão de limpeza (pulsos periódicos) para a remoção de sedimentos finos e sais de zonas estagnadas.

É necessário quantificar numericamente esses níveis para que possa ser feita uma comparação entre eles. É preciso entender essas classificações elaboradas, como uma sugestão genérica, mas que deve ser adaptada para o entendimento das condições locais históricas. É questionável a utilização de estudos e orientações utilizadas em outros países sem suas devidas avaliações. E de que espécie piscícola se estaria discutindo? Possivelmente para cada região existe um tipo, bem como uma biodiversidade, um clima, e outras condições específicas. Estabelecer uma vazão baseada em apenas uma ou duas dessas espécies e/ou condições, de um determinado país ou região, não garante a qualidade da sobrevivência de outra, resultando também na degradação de condições geomorfológicas do rio.

Os parâmetros físicos são especificidades locais, regionais, as quais merecem atenção e estudos pertinentes de acordo com o objetivo a ser alcançado. O nível de restauração das condições naturais de um rio é provavelmente diferente de outro, assim como a degradação, a perda líquida e diversidade genética.

Na Tabela 3 são mostrados ainda os fatores físicos que são importantes para os organismos aquáticos em rios.

Tabela 3 – Fatores físicos importantes para os organismos aquáticos em rios

Correntes
▪ Transportam nutrientes e removem dejetos; ▪ Renovam a água, promovendo concentração de oxigênio dissolvido para respiração dos peixes; ▪ Afetam a distribuição das espécies: algas aderidas a substratos rígidos predominam em águas velozes enquanto plantas com raízes em situam-se em locais de velocidades baixas e leitos macios.
Substrato
▪ O tamanho do material que compõe o substrato decresce em relação à proximidade com a foz do rio; ▪ Pedras e pedregulhos em áreas montanhosas e nascentes de rios, são importantes para reprodução e desova das espécies que protegem os ovos de corredeiras e predadores; ▪ Leitos arenosos definem o substrato dos rios em áreas planas e próximas a foz; ▪ A porosidade das pedras garante oxigênio pela circulação da água pelos seus interstícios.
Temperatura
▪ Varia de acordo com clima, altitude, mata ciliar, contribuição de águas subterrâneas, etc; ▪ Afeta o metabolismo dos organismos regulando atividades como acasalamento, reprodução, alimentação, desenvolvimento de ovos e crescimento; ▪ Sombras providas pela vegetação diminuem a temperatura, enquanto o desmatamento ocasiona acréscimo na temperatura. ▪ Os organismos sofrem maior stress em águas com temperaturas elevadas.
Solubilidade do Oxigênio
▪ Fator Limitante da vida dos ecossistemas aquáticos; ▪ Decresce com o aumento da temperatura; ▪ Muitos organismo não satisfazem a necessidade de oxigênio em vazões baixas e altas temperaturas.

Fonte: Adaptado de Benetti et al. (2003).

Embora historicamente, a partir da década de 1970, os Estados Unidos tenham estado na vanguarda da definição e aplicação de metodologias de vazões ecológicas, iniciativas paralelas em outras partes do mundo, cada vez mais ganham espaço e conduzem a avanços significativos. Existe um reconhecimento cada vez maior da necessidade da proteção do meio ambiente. Tharme (2002) cita a existência de 200 metodologias, em 50 países, ao redor do mundo. Estas podem ser diferenciadas em classificação, como metodologias hidrológicas, hidráulicas, simulação de habitat, holísticas, e novas categorias que apresentam outros tipos de combinação e outras abordagens. Tharme (2003) apresenta uma série de aplicações das muitas metodologias listadas para vários países, entre outros, Brasil, Portugal, França, Itália, Espanha, Suécia, Suíça, Japão, República Checa, Nova Zelândia, Indonésia, Alemanha, Africa, e Reino Unido. Atualmente, talvez, os números sejam ainda maiores.

Apesar de existirem algumas outras classificações para os diversos tipos de métodos, como o utilizado por Benetti et al. (2003) separadas em seis grupos: a) métodos hidrológicos; b) métodos de classificação hidráulica; c) métodos utilizando regressões múltiplas; d) métodos de classificação de habitats; e) métodos holísticos; e f) métodos informais será destacada a indicada de acordo com King et al. (1999) e empregada também por Farias Júnior (2006) baseadas em:

a) Registros históricos de vazão;
b) Relação entre parâmetros hidráulicos e a vazão;
c) Relação entre habitat e a vazão;
d) Holísticos.

2.1. Métodos baseados em registros históricos de vazão

Possui simplicidade de aplicação e maior agilidade de execução, pois não necessita de visitas a campo e/ou informações mais detalhadas sobre a região em estudo, consiste apenas na determinação dos requisitos mínimos de vazões utilizando-se os registros históricos hidrológicos.

No Brasil os dados podem ser obtidos através do Sistema de Informações Hidrológicas (HidroWeb), no sítio da Agência Nacional de Águas (ANA) e processados, sendo necessário entretanto, muitas vezes, uma prévia análise de consistência. Os critérios de escolha da estação fluviométrica, representativa para a seção de estudo, podem ser em um primeiro momento a proximidade do local e um período de observação satisfatório, sem muitas falhas e erros. Profissionais especializados podem aplicá-lo evitando grandes custos com alocação de mão de obra para levantamentos de campo.

Como desvantagem pode-se relatar que esse método não avalia o ecossistema, devendo limitar-se a uma estimativa inicial, apenas quantitativa visto que não são aplicados fatores qualitativos.

Além disso, na maioria dos casos os indicadores para vazões de referência foram desenvolvidos nos EUA e com características específicas, principalmente, rios salmonícolas caracterizados por regime torrencial, declives acentuados, pequenas profundidades, leito rochoso, seixos e areia, água oxigenada e fria, presenças de espécies de peixes como truta e salmão, distintos da região original de estudo e mesmo assim são adotados para outros lugares do mundo (Alves, 1993).

Embora existam outros métodos constantes na literatura nacional e internacional, tais como, Hope, Arkansas, Nova Inglaterra ou Aquatic Base Flow (ABF), Northern Great Plains Resource Program (NGPRP), que para definição podem ser consultados em Farias Júnior (2006), pretendeu-se apenas destacar os utilizados para a determinação da vazão ecológica nos estudos de caso, devido à disponibilidade de dados e recursos existentes. Sendo assim, são destacados e descritos os seguintes métodos:

- Curva de Permanência – Q_{90} e Q_{95};
- Vazão Mínima Anual de Sete Dias – $Q_{7,10}$;
- Tennant ou Montana;
- Texas;
- Vazão Base ou das Médias Móveis.

No Brasil, para a maioria dos estados, onde exista legislação específica, faz-se a adoção do método da curva de permanência (Q_{90} ou Q_{95}), excetuando em alguns estados do sudeste (Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo) e Centro-Oeste (Distrito Federal) que utilizam a $Q_{7,10}$, conforme se observa na Tabela 1.

2.1.1. Método da Curva de Permanência – Q_{90} e Q_{95}

A curva de permanência representa a curva de acúmulo de frequências da série de vazões contínua no tempo. Ela considera um hidrograma de vazões organizadas por magnitude, que permite observar a potencialidade de água do rio, destacando as vazões máxima (0%), mínima (100%) e qualquer outra variação percentual (Pinto, 1976).

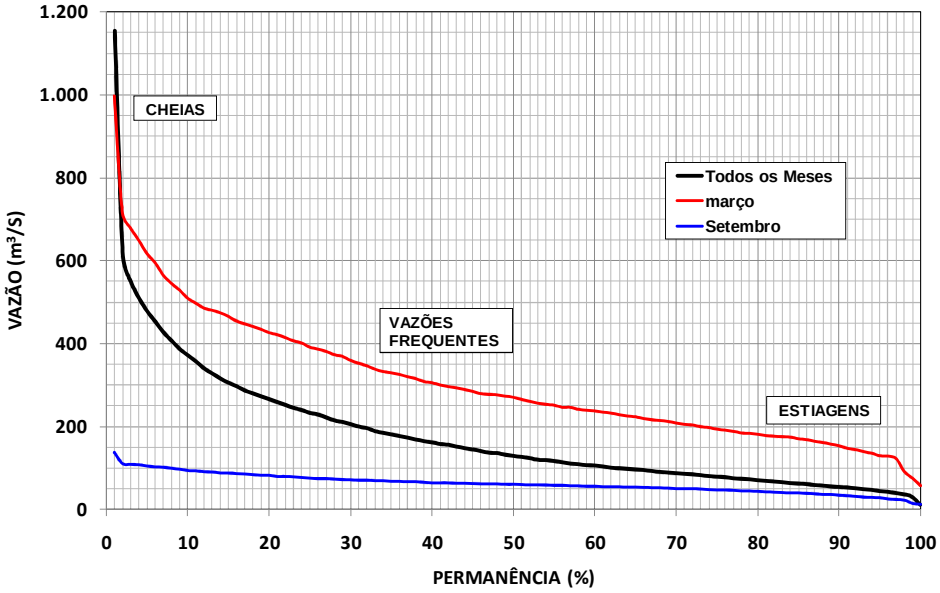
De acordo com a Legislação Brasileira (Tabela 1) é o método mais adotado, e com isso o valor recomendado deve se igualar ou exceder, em 90% ou 95% do tempo, à vazão diária histórica.

Para isso, utiliza todo o período histórico, disponível na base de dados. São considerados os meses de estiagem e cheia, não sendo descartadas assim as vazões extremas. Com isso, encontra-se uma única vazão que corresponderá ao valor a ser utilizado para todos os meses do ano.

Conforme proposto por Cruz (2001, apud Amorim, 2009) e descrito em outros estudos como Farias Júnior, (2006) e Amorim, (2009), foi considerada a elaboração de uma curva de permanência mensal com base em registros históricos diários de vazões ao longo de cada mês. Dessa forma, elaboram-se 12 curvas, ao longo do ano, que são mais significativas e

representam melhor a realidade da dinâmica fluvial. Sendo assim, para cada mês se pode determinar uma curva de permanência de forma a avaliar essa situação de sazonalidade. A curva de permanência representa um método que demonstra com que frequência acontece à repetição de valores de uma série distribuída ao longo do tempo[26].

Pode-se observar na Figura 7 um exemplo gráfico obtido pelo método da curva de permanência para o período completo (considerando todos os meses) e para o mês de maior cheia (março) e menor estiagem (setembro), obtido diretamente pelo Hidroweb em 17/10/2010. O posto em questão é chamado de Fazenda São Domingos (A=10.659 km^2), Código ANA (60040000), localizado a jusante da UHE Batalha, que pode ser observado na Figura 3.



Fonte: (Hidroweb, 2010)

Figura 7 – Método da curva de permanência – posto Fazenda São Domingos
Período: 01/01/1970 a 31/12/2005

As vazões Q_{90} e Q_{95} para a curva que considera todos os meses são respectivamente, 53,4 m^3/s e 43,6 m^3/s, enquanto para o mês de março são 153 m^3/s e 129 m^3/s, praticamente o triplo dos valores anteriores. Já para o mês de setembro estimou-se 33,9 m^3/s e 27,8 m^3/s. Nota-se que os valores são significativamente diferentes, evidenciando ainda mais a

[26] Utiliza-se a série de descargas médias diárias de um determinado local para o conhecimento de valores iguais, maiores ou menores do que o especificado na Legislação. Os valores são expressos em porcentagens. Por exemplo, para uma permanência de vazões de 90% significa que existe uma garantia de atendimento de 90% do tempo e um risco de 10% desse valor não ser atingido ou superado, durante aquele período de observação. Para traçar a curva utiliza-se o procedimento descrito a seguir, com base na série previamente determinada (Lanna, 2004): (1) Ordena-se a série em ordem crescente de dados, determinando-se ordem 1 ao menor valor e ordem m ao maior valor da amostra com tamanho n (quantidade de dados existentes); (2) Determina-se a frequência de cada valor ordenado, pela equação (100 x (m/n)) sendo m a sua ordem; (3) Faz-se a plotagem dos dados em um gráfico cujos pares ordenados são “permanência x vazão”.

necessidade da definição de curvas de permanência mês a mês para caracterizar o regime de vazões.

2.1.2. Método da vazão mínima anual de sete dias – $Q_{7,10}$

O estudo de vazões mínimas consiste na determinação das vazões médias diárias mínimas com 7 dias de duração e 10 anos de tempo de recorrência ($Q_{7,10}$) no local de interesse, com base na série de vazões médias diárias do posto escolhido. A partir daí a série é ordenada cronologicamente de 01 de janeiro a 31 de dezembro, e é calculada a vazão média móvel a cada 7 dias consecutivos, começando em 01/jan a 07/jan, posteriormente de 02/jan a 08 de jan, sucessivamente até 25/dez a 31/dez de determinado ano.

O Método $Q_{7,10}$ foi desenvolvido por Chiang e Jonhson na década de 1970 nos Estados Unidos da América (EUA), para a definição da vazão de referência para a qualidade da água em estações de tratamento de água (Loar e Sale, apud PBH do rio Sado). Apenas posteriormente começou a ser utilizado para determinação de vazão ecológica, também nos EUA, em rios que possuíam problemas com a qualidade da água (Reiser et al., 1989, apud PBH do rio Sado).

É o segundo método mais adotado no Brasil de acordo com a Legislação que pode ser observada na Tabela 1 embora seja apenas utilizada nos estados do Sudeste (RJ, MG e SP) e Centro-Oeste (DF). Possui a desvantagem por ser determinado apenas um valor único para todos os meses do ano, o que não garante a variabilidade de vazões do curso hídrico.

Após a seleção das respectivas mínimas anuais. Organiza-se em ordem crescente de magnitude e são aplicadas as funções de distribuição (empírica e/ou estatística) para se obter um melhor ajuste às vazões mínimas encontradas. São determinados os tempos de retorno, de forma que se encontre o valor da $Q_{7,10}$.

Existem algumas distribuições estatísticas, entre elas a Normal, Log-Nornal, Gamma, Gumbel ou Extremo Tipo I e Weibull.

Sendo assim, com base nos dados, para esse estudo foram ajustadas duas distribuições de frequência: uma empírica e a de Weibull.

A distribuição empírica foi ajustada com base na posição de plotagem pela equação 3.1¸ definida por Cunnane (1978), que analisou as principais fórmulas apresentadas para essas estimativas, e as enquadrou em uma fórmula geral, de compromisso apresentada a seguir, a qual se ajusta bem em várias situações (Lanna, 2004).

$$T = \frac{n - 2 \cdot \alpha + 1}{m - \alpha} \tag{3.1}$$

Onde:

T = tempo de recorrência em anos;

n = número de valores da amostra;

m = posição da amostra em ordem crescente;

α = parâmetro específico de distribuição testada = 0,4.

A distribuição de Weibull é definida a partir das expressões 3.2 a 3.6 (Kite, 1977 apud CPRM, 2007):

$$x(T) = k \cdot \bar{x} \cdot s \tag{3.2}$$

$$k = \alpha + \left(\beta \left(-\ln\left(1 - \frac{1}{T}\right)\right)^{\frac{1}{\lambda}} - 1 \right) \tag{3.3}$$

$$\alpha = \left(1 - \Gamma\left(1 + \frac{1}{\lambda}\right)\right)\beta \tag{3.4}$$

$$\beta = \left(\Gamma\left(1 + \frac{2}{\lambda}\right) - \Gamma^2\left(1 + \frac{1}{\lambda}\right)\right)^{-0,5} \tag{3.5}$$

$$\lambda = \frac{1}{C0 + C1 \cdot g + C2 \cdot g^2 + C3 \cdot g^3 + C4 \cdot g^4} \tag{3.6}$$

Onde,

X (T) = vazão mínima em m^3/s, associada ao tempo de recorrência T (anos);

$\bar{x}$ = média amostral;

s = desvio padrão amostral;

g = assimetria amostral;

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

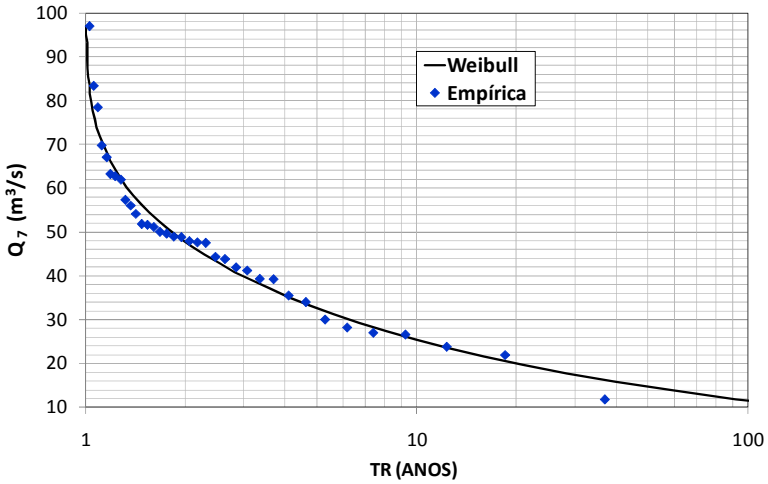
Γ = função gama;

C0, C1, C2, C3 e C4 = constantes cujos valores são indicados na Tabela 4.

Tabela 4 – Constantes da distribuição de Weibull

C0	C1	C2	C3	C4
0,2777757913	0,3132617714	0,0575670910	-0,0013038566	-0,0081523408

A análise gráfica do ajustamento realizado para o posto Fazenda São Domingos, obtido diretamente pelo Hidroweb em 17/10/2010, pode ser observada na Figura 8. Como observado, a $Q_{7,10}$ é 25,4 m³/s.



Fonte: (Hidroweb, 2010)

Figura 8 – Estudo de frequência de vazões mínimas – posto Fazenda São Domingos
Período: 01/01/1970 a 31/12/2005

2.1.3. Método de Tennant ou Montana

Segundo Richter et al. (2008), o biólogo Tennant desenvolveu o método nos EUA, para a empresa Fish & Wildlife Service, devido a preocupação com os efeitos das construções de grandes barragens.

Conforme Jowet (1997) para elaboração da metodologia foram realizados estudos em 11 cursos d'água em 3 estados, Montana, Wyoming e Nebraska (EUA).

O trabalho envolveu análises físicas, químicas e biológicas em rios de água morna e fria. Foi revelado que a condição de habitat aquático é muito semelhante na maioria dos córregos para o mesmo valor de vazão média. Foi detectado que 10% da vazão média anual sustentam a sobrevivência das espécies em um curto espaço de tempo, 30% garantem boas condições de vida e 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, apud Benneti et al., 2003) as observações sobre as vazões e os habitats foram desenvolvidas ao longo de 10 anos. Esse é o segundo método mais utilizado para a determinação das vazões mínimas em países desenvolvidos, seguido do método IFIM mais adiante relatado (Matola e Leestemaker, 2000, apud Benneti et al., 2003). Atualmente, talvez essa situação tenha se modificado.

Assim, a metodologia é prática, pois requer pouca disponibilidade de tempo, para sua execução, valendo-se apenas de dados de vazão média do local a ser estudado.

Segundo Tennant (1976, apud PBH do rio Sado, 1999), a aplicação deste método envolve as seguintes etapas:

a) Determinação da vazão média anual no local de interesse;
b) Observação do curso de água durante os períodos em que a vazão é aproximadamente 10%, 30% e 60% da vazão média anual, documentado-o através de fotografias dos vários tipos de habitat característicos das espécies e execução de levantamento de secções transversais e medições de largura do leito, profundidade e velocidade de escoamento. Podem ser analisadas ainda outras vazões, embora essas citadas englobem as vazões recomendadas pelo método para a proteção do ecossistema;
c) Utilização das informações acima para recomendar as vazões ecológicas, utilizando-se também a Tabela 5.

Segundo Loar & Sale (1981, PBH do rio Sado, 1999) geralmente nos estudos realizados, raramente se utilizam fotografias, apenas a Tabela 5.

Tabela 5 – Definição de vazões ecológicas determinadas pelo método Tennant

Condição do rio	**Vazão recomendada – m^3/s (percentagem em relação à vazão média anual)**	
	Período úmido	**Período seco**
Máxima ou lavagem	200%	
Ótima	60% a 100%	
Excelente	60%	40%
Muito bom	50%	30%
Bom	40%	20%
Baixa ou degradante	30%	10%
Pobre ou mínima	10%	10%
Degradação elevada	0% a 10%	

Fonte: Tennant (1976, apud PBH do rio Sado, 1999)

Sendo assim, o método é baseado em porcentagens de valores de vazão média anual dividida em períodos secos e úmidos.

No método original, o período úmido é considerado para os meses abril a setembro e o seco de outubro a março. Sugere-se então uma adaptação para os meses representativos da região de estudo (Tennant, 1976, apud Gordon et al., 1992 apud PBH do rio sado, 1999).

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.

Já para o valor correspondente a 30% da vazão média anual os mesmos critérios são afetados, porém a níveis considerados satisfatórios (PBH do rio Sado, 1999).

O método, nos EUA, é amplamente utilizado a nível de bacia, mas não para estudos específicos, caso isso aconteça algumas observações devem ser notadas segundo USDI BLM[27] (1979, apud Acreman e Dunbar, 2004).

- Não considera as flutuações das vazões ano a ano e os efeitos sazonais ao longo dos meses;
- É mais apropriado para rios que possuem leitos maiores que consequentemente apresentam menor variabilidade nas vazões do que os menores;
- Não é levado em consideração a geometria das seções do rio;
- Os resultados devem ser comparados com outras estatísticas, utilizando como exemplo, a média de 10 a 30 dias das vazões mínimas na época de estiagem, afim de detectar se as vazões determinadas estão disponíveis realmente.

Alguns autores discorrem sobre as especificidades relativas ao local, entre eles: Tharme (2002) cita que é utilizado de forma arbitrária e indiscriminada em vários países, de

[27] Publicação Instream Flow guidelines, 1979. O U.S Department of the Interior Bureau of Land Management é responsável por manter a saúde, a diversidade e a produtividade das terras públicas para utilização das gerações presentes e futuras.

diferentes regiões geográficas e tipos de rios, sem conhecimento suficiente do ecossistema local e naturalmente das implicações que as vazões mínimas representariam. Arthington e Zalucki (1998) e Firmiano de Paulo (2007) escrevem sobre as espécies para os quais foram desenvolvidos, delimitando sua aplicação e que a utilização só deveria ser feita para cursos de água morfologicamente semelhantes, incluindo assim as relações de habitat e características de vazão.

Outros sugerem medidas a serem tomadas, entre eles: Fraser (1976, apud Jowet, 1997) enfatiza a determinação de vazões sazonais para representar um regime de escoamento natural. Enquanto Gordon et al. (1992, apud PBH do rio sado, 1999) recomenda que vazão ecológica máxima não deverá exceder duas vezes a vazão média anual, tendo em vista que a manutenção de vazões elevadas durante longos períodos provoca erosão das margens e degradação do ambiente aquático.

Segundo Arthington e Zalucki (1998), para a formulação do método foram consideradas, espécies de salmonídeos, que tem como principais representantes a truta e o salmão, para a comercialização e pesca recreativa. Citam ainda, que uma mudança substancial no regime de precipitação anual pode representar vazões superiores ou inferiores as médias. As alterações podem resultar em alocações generosas ou deficitárias. Além disso, pode também ser fator impeditivo a determinação do método, a destruição e não operação adequada dos instrumentos de medição de vazões.

Baseado em Tennant (1976), Souza (2009) acredita que possivelmente, a escolha por vazões baixas, para a determinação da vazão ecológica, resultava da falta de conhecimento científico para recomendação de outros regimes hídricos e também por pressões políticas sobre os biólogos que trabalhavam em organizações voltadas para a pesca, a fim de aumentar a quantidade de água disponível para os usos antrópicos.

Algumas modificações vêm sendo introduzidas ao longo do tempo, no sentido de adaptações que melhor se adéquem a região, tais como a utilização de variabilidade nos meses para representar a sazonalidade, as alterações quanto aos períodos de cheia e estiagem, variações nas porcentagens, de acordo com as observações locais. Entretanto é possível notar que em geral, não se dá ênfase a utilização das fotografias para caracterização, ou até mesmo acompanhamento do local de estudo.

Pode-se citar um exemplo no qual, biólogos que trabalham no departamento de pesca na Colúmbia Britânica, província do Canadá, introduziram modificações no método original de Tennant, denominado “BC Modified-Tennant Method”, incorporando informações biológicas e físicas locais para satisfazer as necessidades das espécies piscícolas da região,

adaptando-o ao longo de 30 anos. Foi incorporado um calendário das atividades biológicas como período de desova, incubação, migração, fase juvenil e adulta, em condições geomorfológicas, atribuindo porcentagens com durações diárias, semanais ou mensais de acordo com cada fase de vida dos peixes (Hatfield et al., 2003).

2.1.4. Método do Texas

Como a alteração do Código de Águas do Texas, em 1985, exigiu a consideração da necessidade das vazões ecológicas, surgiu a necessidade de realização de estudos na área, de forma que se avaliasse o equilíbrio entre as necessidades do ecossistema aquático e as demandas de uso da água, incluindo a adequação dos futuros projetos dos reservatórios de água, que poderiam ter uma redução em seu potencial (Mathews Jr. e Bao, 1991).

Para o planejamento dos reservatórios, que possuíam plano de horizonte de 50 anos, foi amplamente utilizado os métodos de Tennant, Arkansas, Nova Inglaterra, NGPR e Hope, já então desenvolvidos. Entretanto a aplicação desses métodos indicou que nenhum fornecia estimativa razoável às necessidades da região (Mathews Jr. e Bao, 1991).

Com esse novo conceito sendo introduzido, para fornecer estimativas preliminares da vazão ecológica, em 1990, foi desenvolvido o método do Texas, elaborado no estado do Texas, região semi-árida dos EUA. Foram estudadas as características hidrológicas e biológicas dos cursos de água não salmonícolas, considerando as espécies existentes como indicadoras de um índice hidrológico que reflete o regime de vazões e por consequência pode-se determinar um valor mínimo para vazão ecológica (Mathews Jr. e Bao, 1991).

O método utiliza um modelo hidrodinâmico para simular velocidades e distribuições das correntes em várias condições e um modelo de vazão de habitat para determinar a manutenção das necessidades das espécies e a interação com o fluxo do rio. As relações resultantes são analisadas por métodos de regressão. O programa não foi modificado para uso fora do Texas, mas é adaptável a modificações que possam facilitar o seu uso em outros estados (Mathews Jr. e Bao, 1991; Evans and England, 1995).

O método foi aplicado a 25 reservatórios e comparado com os outros cinco métodos já citados, mostrando-se mais satisfatório (Mathews Jr. e Bao, 1991).

A técnica foi elaborada para aplicação em rios com temperaturas mais altas como é o caso do Texas, após exames de outros métodos e compreensão que a maioria destes têm sido

desenvolvidos para rios com temperaturas mais baixas[28] (Mathews Jr. e Bao, 1991 apud Nestler, 1990).

O método foi definido, baseando-se na utilização da mediana das vazões diárias para cada mês. É um cálculo apropriado para medir a tendência central de um ordenamento de valores, nesse caso, as vazões diárias. O valor encontrado é caracterizado por separar os valores da amostra, a metade inferior, da metade superior. Sendo assim, para a quantidade de dados com ordem n, se n for ímpar, a mediana será o valor do elemento central, do total da amostra, mas, se n for par, a mediana será o resultado da média simples entre os elementos que estiverem nas posições (n/2) e (n/2+1).

A região do Texas foi então, dividida através da seleção de locais representativos quanto aos dados geográficos, ecológicos e climatológicos. Foram reunidos diversos estudos, entre eles, hidrológicos, píscicolas, vazões ecológicas, análises relativas ao período crítico das espécies, com o objetivo de orientar a implementação do método (Mathews Jr. & Bao, 1991).

Valendo-se dessas informações, foram definidas porcentagens (Pi), da mediana mensal (MMi), para cada local, que representa a componente da vazão necessária para a sobrevivência e manutenção das espécies píscicolas. Trabalha-se também com o mínimo da mediana mensal ($MinMM_i$) que acontece quando o “stress” metabólico é maior, devido às temperaturas elevadas, a redução do espaço disponível devido a vazões menores, a diminuição de oxigênio e alimento para a manutenção da vida aquática (Mathews Jr. e Bao, 1991; Gore e Mead, 2008).

Com isso, foi desenvolvido um índice hidrológico (R_i), a partir do regime de vazões, que reflete a relação entre as condições hidrológicas e as necessidades biológicas dos peixes, a variabilidade de vazões e as vazões mínimas, conforme mostra a equação 3.7 (Mathews Jr. e Bao, 1991 apud PBH do rio Sado, 1999).

$$R_i = \frac{MM_i}{MinMM_i} \tag{3.7}$$

Onde:

R_i = Índice hidrológico para o mês i;

[28] Sistemas com temperaturas mais baixas diferem substancialmente em relação aos de temperaturas mais altas. Rios de água fria são caracterizados por pouca diversidade de espécies, o que simplifica sua seleção e a avaliação de período de vazão crítica, em contraste com os rios de água quente, que possuem muitas espécies e com isso acarreta dificuldades devido a grande complexidade de habitats, do ciclo de vida, interação e competição. Adicionalmente, os rios de água fria sofrem influência de escoamentos gerados pela neve e são relativamente prejudicados por isso, enquanto rios de água quente são influenciados por escoamentos de águas pluviais e geralmente exibem complexos padrões, causando maiores mudanças na vazão do que a neve (Mathews Jr. e Bao, 1991, apud Nestler, 1990).

MM_i = Mediana do mês i;

$MinMM_i$ = Mínimo da mediana mensal.

Sendo assim, com base nos estudos dos locais representativos, foram definidas equações do tipo $P_i = f(R_i)$, através de regressão[29] não-linear, conforme mostra equação 3.8 e que são apresentadas na Tabela 6 (Mathews Jr. e Bao, 1991, apud PBH do rio Sado, 1999).

$$\ln(P)_i = a_{0i} + a_{1i}\ln(R_i) + a_{2i}[\ln(R_i)]^2 \qquad (3.8)$$

Onde:

a_{0i}, a_{1i}, a_{2i} = coeficientes de regressão;

R_i = Índice hidrológico para o mês i;

P_i = Porcentagem da mediana mensal do mês i;

Tabela 6 – Relação entre a percentagem da mediana mensal (P_i) e o índice hidrológico (R_i)

Mês	Equação de regressão	Variação de R	Coeficiente de Correlação
Jan	$\ln(P)_i = -1.4360 - 0.42806\ln(R_i) + 0.05050[\ln(R_i)]^2$	$2{,}357 \le R \le 216{,}162$	0,748
Fev	$\ln(P)_i = -1.6363 - 0.38702\ln(R_i) + 0.24140[\ln(R_i)]^2$	$4{,}133 \le R \le 605{,}014$	0,756
Mar	$\ln(P)_i = -1.5507 - 0.39760\ln(R_i) + 0.01188[\ln(R_i)]^2$	$2{,}525 \le R \le 691{,}919$	0,910
Abr	$\ln(P)_i = -1.4354 - 0.052753\ln(R_i) + 0.047708[\ln(R_i)]^2$	$2{,}725 \le R \le 256{,}559$	0,927
Mai	$\ln(P)_i = -0.5637 - 1.09750\ln(R_i) + 0.11966[\ln(R_i)]^2$	$6{,}904 \le R \le 137{,}879$	0,758
Jun	$\ln(P)_i = -1.8114 - 0.35525\ln(R_i) + 0.04137[\ln(R_i)]^2$	$3{,}406 \le R \le 115{,}545$	0,638
Jul	$\ln(P)_i = -2.2113 - 2.37833\ln(R_i) + 1.49936[\ln(R_i)]^2$	$1{,}0 \le R \le 6{,}667$	0,766
Ago	$\ln(P)_i = -0.65509 - 3.33963\ln(R_i) + 3.18706[\ln(R_i)]^2$	$1{,}0 \le R \le 1{,}812$	0,828
Set	$\ln(P)_i = -0.66468 - 1.91114\ln(R_i) + 0.8295[\ln(R_i)]^2$	$1{,}07 \le R \le 6{,}263$	0,819
Out	$\ln(P)_i = -0.87566 - 0.22236\ln(R_i) + 0.04545[\ln(R_i)]^2$	$1{,}0 \le R \le 107{,}172$	0,742
Nov	$\ln(P)_i = -1.11326 - 0.51778\ln(R_i) + 0.04545[\ln(R_i)]^2$	$1{,}179 \le R \le 125{,}983$	0,771
Dez	$\ln(P)_i = -1.5416 - 0.37674\ln(R_i) + 0.04079[\ln(R_i)]^2$	$2{,}002 \le R \le 690{,}909$	0,672
Todos os meses	$\ln(P)_i = -1.0045 - 0.68642\ln(R_i) + 0.06930[\ln(R_i)]^2$	$1{,}0 \le R \le 691{,}919$	0,750

Fonte: Mathews Jr. e Bao (1991)

[29] Trata-se de um método gráfico que se estima um valor condicional esperado de uma variável y, dados os valores de variáveis x.

Contudo, a vazão recomendada para cada mês (QR_i) é encontrada através da equação 3.9 (Mathews Jr. e Bao, 1991 apud PBH do rio Sado, 1999).

$$QR_i = P_i \times MM_i \quad (3.9)$$

Onde:

P_i = porcentagem da mediana mensal do mês i

MM_i = Mediana do mês i

O método foi citado para a obtenção de uma estimativa preliminar de vazão mínima, e sendo assim, entende-se que as técnicas podem ser revistas e modificadas de acordo com as informações disponíveis. Para uma melhor utilização do método em relação a região de estudo deve-se investir em desenvolver equações de regressão representativas, incluindo os levantamentos de campo necessários para tal. Além disso, método também pode ser aplicado em outras regiões desde que se considerem as características em termos físicos e hidrológicos como semelhantes à área do Texas.

Entretanto para a aplicação do método é necessário adaptar o período de vazões mais baixas do método (agosto) com o local de interesse, como foi analisado em (Farias Júnior, 2006).

É importante ressaltar que o método leva em consideração a sazonalidade de vazões, recomendando um valor de vazão para cada mês.

Observa-se também, que o método é citado em alguns trabalhos, entre eles, Evans e England (1995), PBH do rio Sado (1999), Farias Júnior (2006), Gore e Mead (2008), entretanto as explicações quanto a técnica de avaliação do macrohabitat, e as considerações necessárias para utilização no programa não estão intensamente discriminadas nas literaturas pesquisadas, portanto, para maior entendimento sugere-se a leitura de Mathews Jr. e Bao (1991).

2.1.5. Método da Vazão Base ou das Médias Móveis

O método vazão base ou das médias móveis foi desenvolvido para cursos d'água da O método vazão base ou das médias móveis foi desenvolvido para cursos d'água da Catalunha

(Nordeste da Espanha), com base em regimes hidrológicos permanentes e temporários e com características mediterrâneas ou não (Lopes et al., 2006).

A determinação do valor da vazão base advém do cálculo de médias móveis em intervalos de amplitude crescente, até um máximo de 100 valores, obtidas pela série de vazões médias diárias dos anos considerados, até um máximo de 10 anos (Palau, 1994).

O valor encontrado para a vazão base, em geral, está localizada entre o valor de vazão mínima anual e o valor de vazão média, que irá depender da forma do hidrograma, duração das vazões médias mínimas e máximas, de acordo com os dados, para cada localização. Os resultados para os rios Catalãos são, em geral, entre 5% e 55% da vazão média anual, sendo que a maioria dos rios são temporários, isto é sofrem com a irregularidade das vazões, chegando a uma vazão zero durante o verão, gerando ressalvas nos resultados da amostragem (Palau, 1994).

O tamanho da série foi definido com base num compromisso entre o que se considera informação suficiente e a que pode ser facilmente realizado (Palau e Alcazar, 1996, apud PBH do rio Sado, 1999).

As séries hidrológicas são mais representativas do ponto de vista hidrológico, mas não do ponto de vista biológico, uma vez que 10 anos é um longo período quando comparado com o ciclo de vida das espécies aquáticas num rio. Além disso, a variabilidade da vazão calculada para as séries com número crescente de anos estabilizou com amostras entre 6 a 8 anos (Palau e Alcazar, 1996, apud PBH do rio Sado, 1999).

A vazão base obtida deve ser suficiente para manter um nível adequado de habitabilidade para as espécies, no segmento fluvial considerado. Entretanto, a vazão de manutenção, entendida como a vazão mínima que deve ser deixada no rio num dado intervalo de tempo decorre da aplicação de um “fator de variabilidade temporal” incorporado a vazão base. Tal fator, que tem como função adequar as vazões mínimas às variações do hidrograma em regime natural, é normalmente definido numa base mensal, embora possa ser estabelecido para outra escala de tempo, inclusive diária (Portela, 2007; Marmelo, 2007).

Sendo assim, a seguir, são apresentadas as equações para a determinação do método, considerando uma matriz inicial Q (365 x 10) de vazões médias diárias q_{ij}, em que i = dia e j = anos (Palau e Alcazar, 1996, apud PBH do rio Sado, 1999).

A média móvel é dada expressão da equação 3.10:

$$A_{(365x99)} = a_i^j = \left(\frac{1}{j+1}\right)\sum_{k=0}^{k=j} q_{i+j} \qquad (3.10)$$

Onde: a_i^j = média móvel para: $1 \leq i \leq 365$ e $0 \leq j \leq 99$

É calculado o valor mínimo para cada coluna da matriz A, resultando um vetor v_j, conforme equação 3.11:

$$v_j = \min = (a_j^i) \tag{3.11}$$

O processo é repetido para cada ano, até um máximo de 10 anos, resultando numa matriz F (10 x 100), com a qual se obtém um novo vetor M através do cálculo da média aritmética de cada coluna. O cálculo do incremento entre cada par de valores consecutivos é obtido pela equação 3.12:

$$b_k = \frac{m_k - m_{k-1}}{m_k} \tag{3.12}$$

A vazão base (Q_b) é obtida pela vazão m_k , valor mínimo da série selecionada, definida através do valor que corresponde ao maior incremento h_{max} de acordo com equação 3.13:

$$h_{max} = \max (b_k) \tag{3.13}$$

Onde: h = incremento, para: $1 \leq k \leq 99$

Palau (1994) descreve que a vazão ecológica resultante para o método é composta por vazões que representam as características hidrológicas do local, embora essas tenham que ser estudadas caso a caso. São vazões que devem ser incorporadas a vazão base: vazão de acondicionamento (vazão de adaptação), geradora (pulsos hidrológicos) e máxima.

- Vazão de acondicionamento: são calculadas a partir de simulações nos trechos de interesse, utilizando-se de uma série de seções transversais onde são verificadas as condições de conservação exigidas, como por exemplo, mudanças significativas no leito do rio, valor paisagístico, características das espécies piscícolas, entre outras. Com isso se adiciona um valor de vazão que satisfaça a nível hidrológico ou biológico o critério técnico ou de legislação pertinente;

- Vazão geradora: responsável por manter a variabilidade hidráulica do rio, para regeneração periódica do substrato e área ribeirinha, de forma a limpar o leito e controlar o crescimento do ecossistema. É estabelecida através do cálculo de

uma vazão anual de inundação mais provável, de duração entre 1 e 2 dias, em épocas do ano identificadas no próprio hidrograma natural do rio;

- Vazão máxima: equivalente à média aritmética das vazões de inundação máximas anuais. É importante, pois a liberação de uma vazão maior do que a suportada pelo curso hídrico original (por exemplo, a água vertida de uma barragem) pode provocar alterações no leito do rio podendo ter consequências permanentes e irreversíveis.

É importante ressaltar que a forma como essas vazões são incorporadas não são claramente discriminadas, e sendo assim não foram consideradas na aplicação do método nos estudos de caso. Sugere-se um aprofundamento no tema, para que essas vazões sejam utilizadas.

Contudo, para determinação da vazão ecológica, é considerado ainda o "fator de variabilidade". Este visa modificar as tendências do regime de vazão original, sendo determinado através da relação entre a vazão média de cada mês e a vazão média mensal mais baixa. Esse fator é aplicado sobre a vazão base final, obtendo-se a vazão ecológica variável. (Palau, 1994 apud, Farias Júnior, 2006).

Segundo Palau e Alcazar (1996) estudos continuaram sendo feitos no sentido de uma maior definição do significado biológico da vazão base (PBH do rio Sado, 1999).

Embora não tenham sido encontradas publicações recentes que mencionassem de forma clara alguma alteração, nesse estudo foi adotada a referência, Marmelo (2007) e Portela (2007), na qual para a vazão de manutenção, entendida como a vazão mínima que deve circular num rio num dado intervalo de tempo e considerada aqui como vazão ecológica (Qeco) é utilizada a equação:

$$Q_{eco} = Q_b \sqrt{\frac{Q_{mêsi}}{Q_{mês\,\min}}} \qquad (3.14)$$

Onde:

Q_{eco} = vazão ecológica

$Q_{mêsi}$ = vazão média mensal do mês i;

$Q_{mêsmin}$ = vazão média mensal mínima.

As vazões médias ($Q_{mêsi}$ e $Q_{mêsmin}$) são avaliadas com base no período de registros hidrológicos adotado na definição da Q_b.

2.2. Métodos baseados na relação entre parâmetros hidráulicos e a vazão: Perímetro Molhado

Entende-se como parâmetros hidráulicos as variáveis físicas que podem ser afetadas pela variação da vazão tais como perímetro molhado, profundidade máxima, velocidade, área molhada, nível d'água, admitindo-se que a garantia de um valor mínimo para essas variáveis permitirá a manutenção do ecossistema. O comportamento do escoamento resulta em elementos que caracterizam hidraulicamente o curso de água.

É necessário selecionar ou fazer o levantamento de uma ou mais seções transversais do rio, que representem suas características geométricas e os diversos tipos de habitats para determinadas espécies de peixes, em geral trechos com baixa profundidade e alta velocidade.

Os métodos consideram as características morfológicas do local e podem ser elaborados através de técnicas simples de simulação ou mais complexas levando-se em consideração modelos hidráulicos, os quais diminuem o trabalho de campo. Entretanto recomendam apenas um valor único de vazão, não permitindo a definição de vazões sazonais.

O mais importante é a seleção das variáveis que sejam diretamente afetadas pela variação da vazão e que constituam um fator limitante para as espécies piscícolas e aquáticas. Para a elaboração são adotados dois critérios segundo Alves e Henriques (1994):

- A manutenção das características físicas do habitat no qual existam condições favoráveis para as espécies aquáticas;
- A do ponto de inflexão que consiste em encontrar o ponto na curva de "resposta" de variável hidráulica em função da variação acentuada de declive da curva elaborada. O valor encontrado associado a esse ponto é considerado como vazão ecológica.

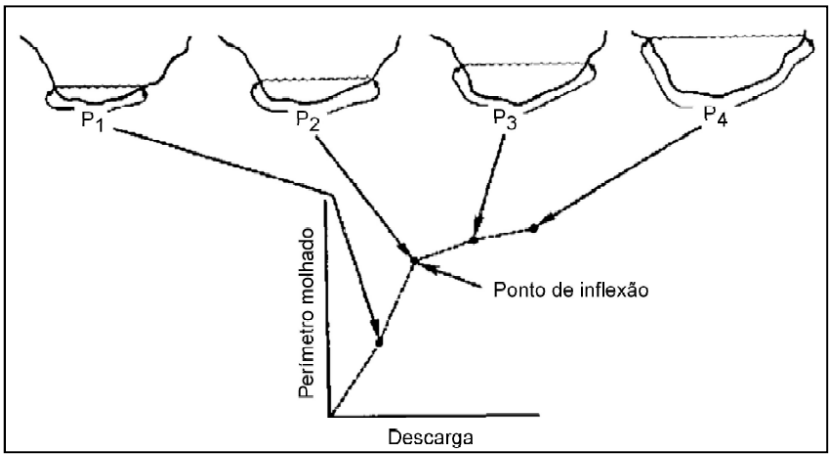
Nesse trabalho é destacado o método do perímetro molhado, devido a disponibilidade de informações necessárias para a utilização e determinação da vazão ecológica nos estudos de caso, embora existam outros métodos, constantes na literatura nacional e internacional tais como: Colorado ou da Região 2 do United States Fish and Wildlife Service (USFWS); Idaho; Região 4 do USFWS, descritos em Farias Júnior (2006).

O método do perímetro molhado foi elaborado em 1983, nos EUA, segundo Annear e Conder (1984) em Assis dos Reis (2007). Consiste na determinação de uma curva que relaciona os correspondentes perímetros molhados com as vazões medidas em uma seção transversal.

A vazão ecológica é aquela onde se observa geometricamente o ponto de inflexão na curva. Há mudança de curvatura de côncava (para cima), para convexa (para baixo). Pode ser representada também pela tangente a curva, ou ainda onde se vê a mudança de declividade da curva. Nesse ponto a taxa de aumento do perímetro começa a diminuir.

Podem ser identificados uma ou mais seções do rio que seja crítica, com menor profundidade e largura, por exemplo, para assegurar um valor adequado de vazão que satisfaçam outros locais.

Na Figura 9 é mostrado o esquema para a determinação de vazão ecológica, nele podem ser identificados pontos de inflexão de acordo com a observação do nível da água na seção, sendo fácil notar o comportamento da curva para as diversas descargas.



Fonte: Stalnaker et al (1995, apud Lanna e Cobalchini, 2003).

Figura 9 – Método do Perímetro Molhado para estimar vazões mínimas

É suposto que o deslocamento e a desova dos peixes estejam garantidos através da determinação desse valor, que pressupõe uma passagem mínima, que mantém as funções da fauna aquática (Lanna e Cobalchini, 2003).

Admite-se então, uma relação direta entre o perímetro molhado e a disponibilidade de habitat para as espécies piscícolas (Annear & Conder, 1984; Gordon et al., 1992, apud PBH do Rio Sado).

No ponto de inflexão começa a haver um aumento pouco significativo do perímetro molhado enquanto as condições de habitat começam a se deteriorar elevando-se rapidamente (Spear & Currier, 1983; Gordon et al., 1992; apud PBH do Rio Sado, 1999).

As chamadas zonas de rápidos (representadas por maiores velocidades e correntes) são escolhidas para estudo, pois, são o principal habitat dos invertebrados bentônicos[30] (Hynes, 1970), fonte de alimento de diversas espécies piscícolas e, além disso, constituem locais de passagem, e para algumas espécies postura e crescimento dos alevinos (larva de peixes, após o nascimento), além de serem as regiões mais afetadas pela diminuição das vazões. Sendo assim determinar uma vazão ecológica que mantenha as características desse ambiente, significaria manter inclusive as zonas mais profundas, local de preferência de espécies adultas. A vazão recomendada em geral, é excedida em 60% a 90% do tempo, pela vazão média diária (Leathe & Nelson, 1986, apud PBH do Rio Sado, 1999).

As zonas de rápidos devem ser detectadas através de amostragens de campo em épocas de cheia e estiagem, para serem representativas.

Podem ser avaliadas ainda situações de lavagem do leito devido às cheias e também derrames de resíduos de agricultura e pecuária, pontuais e dispersos, ações do vento, que possam alterar a seção determinada para estudo, modificando ao longo do tempo de forma a aumentar ou diminuir a concentração de sedimentos no local, através da deposição de troncos de árvore, folhas, raízes, detritos, entre outros, modificando também a permanência e abrigo para algumas espécies, que se alimentam e protegem de predadores. Com isso as características iniciais as seção não seriam mais mantidas e todos esses fatores influenciariam na análise.

Além disso, o ensombramento causado por árvores, por exemplo, pode limitar o crescimento da vegetação aquática e da matéria orgânica que também influencia diretamente as condições de abrigo, permanência e passagem das espécies, como por exemplo, a falta de oxigênio.

Esse método é considerado por Leathe & Nelson (1986, apud PBH do Rio Sado, 1999) o mais eficaz dentre os baseados nas características hidráulicas, porém, não é aplicável a cursos onde existam cascatas ou pequenos declives em que as zonas de rápidos são pouco representativas.

[30] São organismos (insetos) aquáticos (fase de larva ou adulto), Annelidas (ex. minhocas), Moluscos (ex. caramujo) de hábito bentônico, ou seja, que habitam o fundo (sedimento) de rios e lagos aderidos a pedras, cascalhos e folhas, ou enterrados na lama ou areia. São sensíveis a poluição ou degradação dos ecossistemas aquáticos. Disponível em: http://www.manuelzao.ufmg.br/pesquisa/biomonitoramento/macroinvertebrados. Callisto et al. (2009) utilizaram macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade da água, para subsidiar a determinação da vazão ecológica no baixo São Francisco através do Programa CT-Hidro/CNPq edital 45/2006.

Stalnaker et al. (1995) descrito em PBH do rio Sado (1999) enfatiza que as seções transversais utilizadas devem ser retangulares, largas e pouco profundas, enquanto Pelissari (1999) em Ribeiro Júnior (2004) afirma que as seções retangulares não são ideais pois seu ponto de inflexão acontece em pequena profundidade, próxima ao valor de vazão zero. Já Assis dos Reis (2007) descreve que essas seções retangulares facilitam a identificação do ponto de inflexão.

O fato é que essa observação relacionada à geometria do canal pode ser mais bem identificada quando o fundo e as paredes são irregulares pois, quando são relativamente planos, caracterizando uma seção mais uniforme, o aumento do perímetro molhado acontece de forma gradativa ao nível d'água. Para as seções que se espraiam o ponto é mais facilmente notado.

A vazão pode ser obtida através da curva-chave[31], que é a representação gráfica dos pares ordenados "vazão x nível d'água".

De outra forma pode-se determinar a vazão utilizando a fórmula de Manning para escoamento de canais, utilizada desde 1889, conforme equação 3.15 (Santos et al., 2005).

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times RH^{2/3} \times I^{1/2} \qquad (3.15)$$

Onde:

Q = vazão (m^3/s);

n = coeficiente de rugosidade de Manning[32];

A = área da seção transversal ao escoamento (m^2);

RH = raio hidráulico (m), determinado por A/P, sendo P, o perímetro molhado;

I = declividade do canal (m/m), que pode ser determinada através de levantamentos topográficos e execução de perfis de linha d'água.

Pode ser ainda, utilizado modelo computacional Hydrologic Engineering Centers River Analysis System (HEC-RAS[33]), elaborado pelo U.S. Army Corps of Engineers,

[31] São elaboradas medições de descarga líquida, onde se determina o comportamento do fluxo d´água em relação a geometria da seção, e também aos parâmetros relacionados, profundidade, perímetro, largura e velocidade no local de interesse.

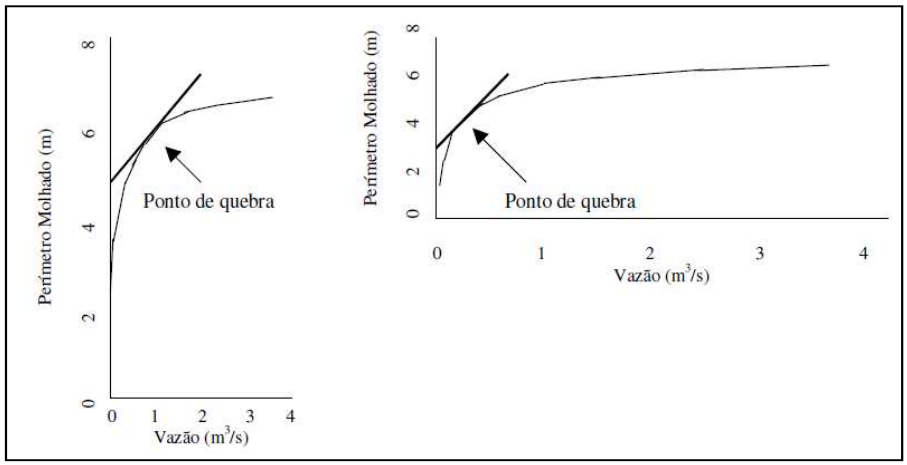
[32] O coeficiente de Manning depende da natureza da seção transversal, que pode conter características distintas como por exemplo, canais com terra (uniformes e retilíneos), canais abertos em rocha (irregulares), leito pedregoso e talude vegetado, c/ fundo em terra e talude c/ pedras, entre outras. São normalmente determinadas através de tabelas existentes por exemplo em: Porto (1998) e Cirilo et al. (2001), disponível em http://www.deg.ufla.br/professores/jacinto_carvalho/eng191/tabelas.pdf e de visitas de campo e comparação com fotos, disponível, por exemplo, em Chow (1959) e no sítio http://www.brisbane.qld.gov.au/documents/building_development/technical_docs/ncd_appendixc_part3.pdf.

utilizado em simulações hidráulicas e hidrológicas, conforme utilizado por Assis dos Reis (2007) e Firmiano de Paulo (2007). O modelo pode ser calibrado utilizando-se os resultados das medições obtidas nos levantamentos de campo, objetivando-se obter uma quantidade maior de valores de "perímetro molhado x vazão", para a determinação da vazão ecológica.

De acordo com Pelissari (1999), citado por Ribeiro Júnior (2004) são identificados dois problemas com o método, relacionados com o ponto de inflexão:

a) A determinação é de difícil percepção. É subjetiva em algumas situações.
b) É dependente da inclinação do leito do rio, assim como as consequências biológicas são dependentes dessa declividade.

Na elaboração da curva, quando o ponto de inflexão é determinado de forma subjetiva, não se atentando para as diferenças existentes na escolha da escala, pode-se ocasionar inconsistências conforme mostra a Figura 10. Outro problema identificado é quando ocorrem múltiplos pontos de quebra, que denotam a inflexão, e o consequente valor da vazão ecológica. Sendo assim, os autores sugerem que sejam utilizadas ferramentas matemáticas para identificação da tangente ao ponto (Gippel e Stewardson, 1998 apud Firmiano de Paulo, 2007).



Fonte: Adaptado de gippel e stewardson (1998, apud firmiano de paulo, 2007).

Figura 10 – Influência da escala dos eixos na aplicação do método do Perímetro Molhado

Firmiano de Paulo (2007) enfatizou o método do perímetro molhado no estudo das vazões ecológicas do AHE de Capim Branco I, no rio Araguari, em Minas Gerais, Brasil. Foi utilizado o programa HEC-RAS, e comparou-se os valores obtidos com os métodos $Q_{7,10}$, Curva de Permanência e Tennant. Como resultado das análises propôs a construção de seis soleiras vertentes, para minimizar os impactos no trecho de vazão reduzida após a construção

[33] Disponível para download em: http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/hecras-download.html.

da usina. Identificou-se que a vazão mantida no rio é um valor inferior aos obtidos pelos métodos aplicados. Observou-se ainda, que as soleiras auxiliam no aspecto paisagístico.

Como conclusão, identificou-se que possivelmente as espécies migradoras presentes no local desaparecerão com o tempo, pois mesmo que elas consigam se locomover entre as soleiras não conseguirão transpor a barragem. Foram também encontradas dificuldades na definição e obtenção das seções topobatimétricas. As diferenças dos valores encontrados nos métodos foram significativas. Ressaltou-se que a ausência de programas de monitoramento de peixes, não permitiu, até ao presente, a avaliação, qualitativa ou quantitativa, da eficácia deste critério.

2.3. Métodos baseados na relação entre habitat e vazão

É a combinação da análise das características hidráulicas de um trecho de rio, tais como velocidade, vazão, temperatura, oxigênio dissolvido, área molhada com as preferências de habitat de uma espécie de acordo com a fase do seu ciclo de vida, possibilitando estimar a variação das propriedades do habitat em função da vazão.

Existem alguns métodos constantes na literatura nacional e internacional, tais como, Washington Watershed Restoration Initiative (WWRI Cover), Califórnia ou Waters e Oregon, que para definição podem ser consultados em Farias Júnior (2006) e no PBH do rio Sado (1999). Também é demonstrado por Assis dos Reis (2007) o método Water Allocation On River Attributes (WAIORA) para determinar a vazão ecológica na bacia do rio Pará em Minas Gerais, Brasil.

Apenas será destacada a Metodologia Incremental (IFIM), tendo em vista que é considerado por alguns ambientalistas como o método mais cientificamente defensável dos disponíveis para avaliação (Dunbar et al, 1998 apud Tharme 2003; Alves e Henriques, 2004; Pelissari 2001).

Além disso, a IFIM é o instrumento mais utilizado pelos gestores dos recursos hídricos, dentre os atualmente existentes, para a determinação da vazão ecológica nos rios, objetivando a maximização da população de peixes, sendo aplicado não só a estudos de vazões ecológicas, mas também a estudos de impactos ambientais (Ribeiro Júnior, 2004).

O método foi desenvolvido pelo U.S. Fish and Wildlife Service, entre o final dos anos 70 e início dos anos 80, no momento em que as usinas hidrelétricas renovavam suas licenças de operação e era considerado que os métodos existentes não ofereciam valores de vazões

mínimas que garantissem a manutenção dos ecossistemas. O método vem sendo aperfeiçoado e aplicado em vários estudos por agências federais e estaduais nos EUA. É aplicado para determinar vazões para espécies individuais de peixes (Stalnaker et al., 1995 apud Benetti et al., 2003).

A IFIM simula a qualidade e a quantidade de habitats, a partir da variação das vazões. Desenvolve-se em cinco fases (Stalnaker et al, 1995 apud Benetti et al, 2003):

1. Identificação do problema: recolhem-se todas as informações necessárias ao projeto, definindo o objetivo, localização geográfica, mudanças fisicas e químicas do sistema, recursos aquáticos de maior preocupação, normalmente definida através de encontros entre os órgãos de manejo e regulação, definindo em consenso a série hidrológica a ser utilizada, que é a base do planejamento;
2. Planejamento do estudo: define-se um plano exequível, considerando prazos e recursos humanos e financeiros disponíveis;
3. Implementação do estudo: compreende a coleta de dados, físicos, químicos, biológicos, medições de descargas líquidas, calibração de modelos, simulação de alternativas, sínteses dos resultados, entre outros, que descreverão a relação “habitat x vazão”. Utiliza-se o modelo de simulação Physical Habitat Simulation System (PHABSIM), que possui um componente hidráulico e outro de habitat. Muitas vezes esse modelo á a única parte do método utilizada;
4. Análise de alternativas: compara as alternativas avaliando seus impactos, através de viabilidade física, risco, economia, entre outros e;
5. Resolução do problema: muitas vezes se chega a uma solução negociada entre os valores conflitantes.

Segundo a ANA (2004) em Firmiano de Paulo (2007) a grande quantidade de informações requeridas na IFIM praticamente inviabiliza seu uso extensivamente. Existe um grande inconveniente relativo aos custos de levantamentos de campo.

Alves e Henriques (1994) utilizaram o método para a definição de vazão ecológica para o aproveitamento hidrelétrico de Torga, no rio Tuela, em Vinhais, Portugal. A IFIM apresentou-se como o método cuja aplicação mostrou-se como a mais interessante e defensável, embora tenha sido observado que a sua implementação em curto prazo apresenta alguns problemas, principalmente no que se refere ao atual conhecimento das populações piscícolas dos rios portugueses e à necessidade da elaboração de critérios de habitat para cada

espécie, apresentando-se com maior dificuldade ainda para os rios portugueses não salmonícolas, no sul do país.

Pelissari (2001) utilizou o método no rio Timbuí, a jusante do sistema de abastecimento da cidade de Santa Teresa, no estado do Espírito Santo, Brasil. Objetivou a avaliação dos impactos causados no habitat utilizado pelos peixes e concluiu que foi a metodologia mais interessante e defensável para o país, tornando-se potencialmente aplicável conforme se aprimorarem os estudos a respeito das características diversas das espécies que compõe o microhabitat físico dos rios brasileiros. Foi o primeiro trabalho em relação a metodologia realizado no País.

Pelissari (2003) determinou ainda, a vazão ecológica para o Rio Santa Maria da Vitória, um dos principais mananciais de abastecimento de água da Grande Vitória, igualmente no estado do Espírito Santo, segundo a mesma metodologia.

De acordo com Lopes et al. (2006) que determinaram o valor da vazão ecológica a jusante da barragem do Touvedo, no rio Lima, noroeste de Portugal, a metodologia incremental comparada ao método das médias móveis e do perímetro molhado foi a que melhor traduziu as condições de habitat, permitindo integração entre os componentes.

2.4. Métodos holísticos

Surgiu a partir da década de 1990 com o objetivo de mitigar a degradação ambiental devido à regularização de vazões provocada pela construção de usinas hidrelétricas.

Baseia-se na manutenção do regime hidrológico natural do rio e analisa todos os interesses existentes, avaliando os aspectos econômicos, sociais e ambientais.

São destacados os métodos Construção de Blocos (Building Block Methodology – BBM) e Manejo Ecologicamente Sustentável da Água (Ecologically Sustainable Water Management – ESWM).

O método BBM foi desenvolvido paralelamente na África do Sul e Austrália pelo Department of Water Affairs and Forestry e cientistas da University of Cape Town. É elaborado pela reunião de diversos especialistas em várias áreas tais como engenheiros, biólogos, técnicos, geógrafos, cartógrafos, em um workshop onde analisam e estipulam para o projeto dois cenários futuros desejados a partir de três fases (Benetti et al, 2003):

1. Preparação de workshop: em aproximadamente seis meses, produzindo documentos que contém informações da área de estudo;
2. Execução do workshop: em aproximadamente três dias, conta com a participação de um coordenador, um número aproximado de vinte ou mais especialistas e interessados e;
3. Atividades pós-workshop: resulta na definição das vazões, conectando os resultados do workshop com a parte técnica de planejamento e aplicação.

Britto (2005) utilizou o método para o estabelecimento de vazões ecológicas ao caso da Pequena Central Hidrelétrica Estação Indaial, em Santa Catarina, Brasil. O método foi escolhido por estar sendo objeto de Estudo de Impacto Ambiental pelo Instituto de Pesquisas Ambientais (IPA-FURB). Apesar de não ter-se chegado ao estabelecimento das vazões ecológicas, observou-se que continua sendo válido, em teoria, para garantir vazões adequadas para a manutenção dos ecossistemas fluviais, acredita-se que com os estudos complementares, pode-se alcançar a aplicabilidade do método de forma efetiva e que o estudo veio a contribuir para a reflexão sobre a necessidade de se buscar novos métodos para o cálculo de vazões ecológicas mais coerentes com a garantia da proteção da biodiversidade.

Já o método do Manejo Ecologicamente Sustentável da Água (ESWM) é elaborado em seis etapas a seguir explicitadas: (1) estimar vazões para conservação do ecossistema; (2) determinar os valores de vazões necessárias para o homem considerando os dias atuais e futuros; (3) identificar os conflitos entre os usos humanos e as necessidades do ecossistema; (5) executar experimentos práticos para consolidação dos estudos e (6) programas de manejo adaptativo. O objetivo é que esse método seja desenvolvido continuo e constantemente, através de monitoramento dos resultados e adaptações para uma melhoria.

2.5. Discussão sobre vazões ecológicas no Brasil em AHEs

2.5.1. Lista de Discussão da Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH). Sítio http://br.groups.yahoo.com/group/ABRH-Gestão em outubro de 2009.

De acordo com debate na lista de discussão da ABRH através do fórum no sitio do Yahoo, em 2009, no qual, algumas discussões profundas a cerca do tema vazão ecológica tem sido realizadas, tais como:

- A definição dos termos utilizados (vazão ecológica e vazão ambiental);
- Os critérios para a determinação das vazões ecológicas e principalmente;
- Se o papel de fixação da vazão ecológica seria do órgão ambiental, que tem o poder de licenciamento, ou o do órgão outorgante do direito de uso da água.

A seguir, são apresentados recortes, que são detalhados na lista de discussão do fórum.

Na opinião de Antônio Eduardo Leão Lanna[34], de uma forma geral, esse papel cabe ao órgão outorgante (União ou Unidades Federativas), que tem o domínio da água, eventualmente orientado pelo órgão ambiental, sendo uma questão a ser prevista em norma legal, resoluções de meio ambiente e/ou de recursos hídricos.

Segundo Lanna, o órgão outorgante quando estabelece os valores máximos outorgáveis, querendo ou não consciente ou inconscientemente, está reservando uma vazão não outorgável que atende, de forma efetiva ou inefetiva, as demandas ambientais.

Questiona ainda o que se pode esperar da participação da sociedade e se questões como estas podem ser decididas pertinentemente em fóruns. Descreve que no Rio Grande do Sul, a Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM), trata a outorga vinculada à qualidade enquanto a quantidade é tratada pelo Departamento de Recursos Hídricos (DRH).

De acordo com Mauro da Costa Val[35], se são os plenários dos CBHs que estabelecem os critérios de outorga caberiam aos técnicos subsidiar a decisão da determinação de valores de vazões ecológicas, apresentando alternativas mais simplificadas, vantagens e desvantagens de acordo com os usos e as condições de quantidade e qualidade no local do empreendimento.

Luciano Meneses Cardoso da Silva[36] defende o consenso, através de uma curva de compromisso entre temas não muito compatíveis: desenvolvimento (uso) e preservação ambiental (não-uso). Com isso, o comitê ou órgão ambiental define os elementos ou funções ecológicas que serão preservadas e os estudos técnicos fazem as estimativas dos quantitativos para atender a definição.

Já Ricardo Krauskopf Neto[37], preocupa-se com questões operacionais: sugerir que se construa caso a caso e por consenso pode se decretar que não se construa nada e sua sugestão nesse caso é por critérios mais simples, como os hidrológicos como alternativa mínima até que se elabore um hidrograma ambiental.

---

[34] Engenheiro Civil. Mestre em Hidrologia. PhD em Recursos Hídricos. Consultor na área de recursos hídricos e professor da UFRGS.
[35] Engenheiro Civil-Sanitarista. Mestre em Meio Ambiente. Secretário Executivo do Consórcio Intermunicipal da Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba (CIBAPAR) e do CBH Paraopeba.
[36] Engenheiro Civil. Especialista em Recursos Hídricos. Doutor em Desenvolvimento Sustentável. Gerente de Outorga da Superintendência de Outorga e Fiscalização da ANA.
[37] Engenheiro Civil da Divisão de Hidrologia e Estudos Energéticos da Itaipu Binacional. Mestre em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental.

Para Martha Regina Von Borstel Sugai[38], a questão da vazão ambiental é para ser resolvida no processo de licenciamento, pois o conhecimento ambiental é específico, embora defenda uma articulação sempre que possível entre os órgãos ambientais e de recursos hídricos. Ressalta que a definição da vazão ambiental não é simplesmente criar um hidrograma que reproduza a sazonalidade natural do rio. Relata ainda das dificuldades (técnicas e econômicas) sofridas para a elaboração de planos de recursos hídricos, citando a falta de levantamentos de campo.

2.5.2. AHE Belo Monte

De acordo com documento extrajudicial notificado por 22 organizações locais ao Banco Nacional de Desenvolvimento Sócio Econômico (BNDES), que intencionava ser o principal financiador do aproveitamento hidrelétrico de Belo Monte, no rio Xingu, comunica que em 01/02/2010 o IBAMA concedeu a Licença Prévia nº 342/2010, ao empreendimento, mesmo havendo pareceres da equipe responsável pela análise de sua viabilidade ambiental recomendando a sua não emissão, por ainda não haver clareza quanto à magnitude dos impactos que seriam causados (ONGs, 2010).

Conforme o documento na "Nota Técnica 04/2010 assinada dois dias antes da emissão da LP, a equipe técnica do IBAMA afirma que não há elementos suficientes para atestar a viabilidade ambiental do empreendimento, até que sejam equacionadas as pendências apontadas nas conclusões do Parecer 06/2010".

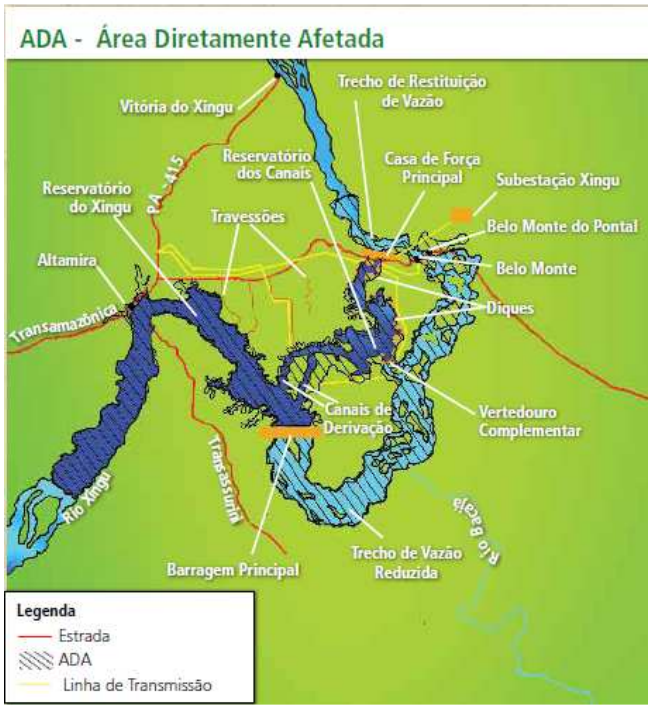
Tais pendências incluem problemas relacionados à grande possibilidade de existir eutrofização nos lagos formados reduzindo os parâmetros de qualidade da água a valores inferiores aos permitidos pelo CONAMA n°357/05. Tal situação implica em redução do enquadramento do rio que possui classe 2, trazendo consequências para manutenção da vida aquática, pesca, abastecimento humano, entre outros.

Existe também o questionamento do valor de vazão ecológica a ser mantida no trecho de vazão reduzida que será criado, de cerca de 100 km de extensão, conhecido como a Volta Grande do Xingu, onde vivem centenas de famílias, incluindo 2 terras indígenas, que dependem do rio para várias atividades fundamentais. Segundo o documento o arranjo da obra, nesse trecho sofrerá uma "seca permanente", pois grande parte da vazão do rio será

[38] Engenheira Civil da Companhia Paranaense de Energia (COPEL).

desviada para os canais a serem construídos, que direcionarão a água para as casas de máquinas, para gerar energia.

A Figura 11 mostra a área diretamente afetada do AHE Belo Monte com a localização do arranjo do reservatório, barragem, canais de derivação, casa de força, o trecho de vazão reduzida e trecho de restituição de vazão, entre outras estruturas.



Fonte: Brasil (2009)

Figura 11 – AHE Belo Monte: Área Diretamente Afetada

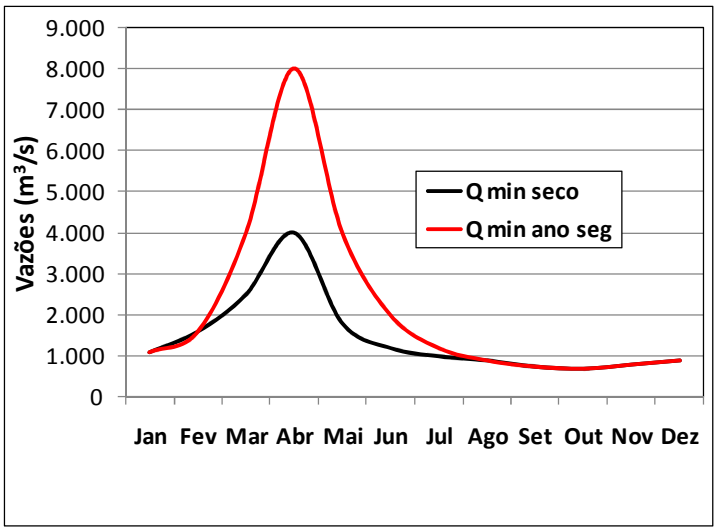
Conforme o documento, no Parecer 06/2010 da equipe do IBAMA, a proposta do empreendedor para a vazão ecológica do trecho de vazão reduzida, denominada de hidrograma ecológico de consenso, não foi aceita pelo fato de existirem anos que apresentaram vazões de cheia inferiores a 8.000 m^3/s, e dessa forma não se pode garantir a sobrevivência das espécies que dependem do pulso de inundação, provocando impactos negativos, comprometendo a alimentação e a vida da população. Sendo assim para o mês de abril a equipe do IBAMA determinou que a vazão nesse trecho tem que ser superior ou igual a 8.000 m^3/s para a segurança da manutenção do ecossistema.

Sendo assim a LP no item 2.1 contrariou o Parecer 06/2010 validando o hidrograma de consenso e definindo que deverá ser “testado durante os seis primeiros anos de funcionamento da usina, depois da instalação da plena capacidade de geração da casa de força principal para

então se avaliar as consequências e eventualmente reformular a LO". São necessários programas de mitigação e compensação durante o teste.

A Figura 12 mostra os valores de vazão para o "hidrograma ecológico de consenso" definido no Estudo de Impacto Ambiental – EIA (Brasil, 2009a). A primeira coluna da tabela corresponde aos valores mensais mínimos de vazão ecológica para anos considerados mais secos (A) e a segunda representa os valores obrigatórios para o ano subsequente (B). Ou seja, para o mês de abril de um ano seco devem ser liberadas no mínimo 4.000 m^3/s e no ano seguinte a esse o valor duplica para 8.000 m^3/s, valor esse já citado anteriormente pelo Parecer 06/2010 da equipe do IBAMA como obrigatório.

Mês	(A) Q min (m^3/s)	(B) Q min (m^3/s)
Jan	1.100	1.100
Fev	1.600	1.600
Mar	2.500	4.000
Abr	4.000	8.000
Mai	1.800	4.000
Jun	1.200	2.000
Jul	1.000	1.200
Ago	900	900
Set	750	750
Out	700	700
Nov	800	800
Dez	900	900



Fonte: Brasil (2009a)

Figura 12 – Hidrograma de vazão ecológica para o AHE Belo Monte

De acordo com o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA (Brasil, 2009b) acredita-se que as espécies que dependem da inundação das planícies aluviais resistam a uma vazão menor em um ano mais seco e que, posteriormente no outro ano, se recuperem, devido a um maior volume de água. O valor de 700 m^3/s corresponde à menor vazão para que seja garantida a navegação no trecho de vazão reduzida do rio. Observa-se ainda os mesmos valores de vazão descritos nas duas colunas entre os meses de agosto a fevereiro, atingindo nos meses de estiagem (outubro a dezembro), as menores vazões entre 700 m^3/s e 900 m^3/s.

É descrito no EIA (Brasil, 2009a) que considerando a série de vazões naturais afluentes do AHE Belo Monte para um período de 1931 a 2007, as vazões médias atingem 21.000 m^3/s, entre fevereiro e maio, período chuvoso, e diminuem para 2.000 m^3/s entre julho e dezembro, período seco. Observam-se então diferenças, em relação aos valores estipulados para o hidrograma.

2.5.3. Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco – PRHBSF

O Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (PRHBSF) é um Plano Decenal que foi desenvolvido em 2004 (ANA, 2004) pelo Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (CBHSF) e pelas seguintes entidades: ANA, Fundo para o Meio Ambiente Mundial (GEF), Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e Organização dos Estados Americanos (OEA).

A Deliberação do CBHSF nº 08/2004, define como parte integrante do PRHBSF, a disponibilidade hídrica, a vazão máxima de consumo potável e as vazões remanescentes média e mínima ecológica na foz.

O Art. 4º especifica a adoção provisória da vazão média diária de 1.300 m³/s como vazão ecológica e a vazão média anual de 1.500 m³/s como vazão ambiental na foz do rio São Francisco. Descreve ainda como prioridade a elaboração de estudos para a confirmação ou revisão do valor de vazão ecológica e a possível definição de um regime de vazões que represente variações sazonais para a manutenção da biodiversidade e do equilíbrio ambiental do rio São Francisco, e nos principais afluentes que abriguem os reservatórios hidrelétricos, na sua foz, na zona costeira contígua. É necessário contemplar também estudos para a garantia dos nutrientes, de montante para jusante, afetado pelos grandes barramentos hidrelétricos.

A Deliberação do CBHSF nº 13/2004, apresenta premissas básicas e recomendações para a implementação da fiscalização integrada proposta pelo PRHBSF. O Art. 6º estabelece o incentivo a estudos e desenvolvimento de uma rede básica para a determinação de critérios e valores de vazão ecológica, a partir de uma metodologia, para os rios da bacia, e para o regime de vazões para os trechos regularizados por barragens e para a foz.

Sendo assim estão sendo realizados estudos por uma rede de pesquisa denominada Rede Ecovazão, formada por universidades federais localizadas na bacia (UFBA, UFMG, UFS, UFPE e UFLA) financiada pelo CT-Hidro através do edital do MCT/CNPQ, com o objetivo de definir o regime ou hidrograma de vazão ecológica para o baixo curso do rio São Francisco (Medeiros et al., 2006).

A Rede promove também a participação social no processo de alocação negociada da água a partir da percepção das comunidades. Segundo Medeiros et al. (2006): “os ribeirinhos apesar de perceberem que os avanços tecnológicos e a energia elétrica facilitaram suas vidas por um lado, consideram a um custo alto a ausência das cheias anuais e o não enchimento das lagoas provocaram perdas para a diversidade e quantidade de peixes e para a fertilização do

solo". A percepção atual é o empobrecimento alimentar, e falta de domínio sobre o conhecimento técnico que a maioria da população não tem acesso. Os pescadores e agricultores do arroz desejam recuperar as lagoas marginais e as enchentes anuais que ocorriam no período entre novembro a fevereiro.

De acordo com a Articulação Popular São Francisco Vivo (APSFV[39]) a construção das barragens causaram alterações complexas no meio ambiente, prejudicando a vida dos ribeirinhos, indígenas, quilombolas, pescadores, e população em geral. Foi construído um conjunto de represas no rio, devido ao aumento da demanda energética e com a redução das chuvas a partir de 1995 houve um colapso hídrico**,** que se refletiu não apenas no fornecimento de energia elétrica, mas também, no regime de cheias do rio (APSFV, 2009).

As barragens impedem a piracema de diversas espécies de peixes e provocam a erosão nas margens do rio, devido o regime oscilante, causando quedas de barrancos, assoreamento contínuo e eutrofização, que prejudicam a qualidade da água e a manutenção da biota no baixo São Francisco (APSFV, 2009).

No ano de 2007 houve um esvaziamento nos reservatórios das represas, levando a um colapso hídrico no início de janeiro de 2008, no mês de cheias devido ao período de chuvas da região. A diminuição da vazão do rio causou o avanço do mar por dentro de sua calha e a destruição do povoado de Cabeço no Estado de Sergipe. As perdas materiais contabilizaram mais de 40 casas, escola, igreja, cemitério, e uma grande área de praia, apenas o farol construído no século XIX resistiu (APSFV, 2009).

Em paralelo foi aprovada pela ANA, através da Resolução **nº 602/2007,** a diminuição do valor de vazão ecológica de 1.300 m^3/s para 1.100 m^3/s nos reservatórios UHEs Sobradinho e Xingó até 30/04/2008, **a**pós recomendação do ONS no documento "Condições de Atendimento à Região Nordeste – Flexibilização de Restrição de Defluência das UHEs Sobradinho – Xingó" de acordo com Diário Oficial da União (27/12/2007) e conforme se observa também na Nota Técnica da ANEEL nº 051/2007[40].

O mesmo aconteceu para o período entre dezembro de 2008 e abril de 2009, de acordo com Resolução ANA nº 803/2008.

De acordo com a Sociedade Sócio-Ambiental do Baixo São Francisco[41] (SABF, 2010) o CBHSF defende a criação do Grupo de Trabalho Permanente de Acompanhamento da Operação Hidráulica na Bacia do Rio São Francisco (GTOSF) que pode discutir junto a

[39] Disponível em http://www.saofranciscovivo.com.br/impactos_baixa.vazao.
[40] Processo: 48500.005417/2006-69. NT: Atualização das curvas bianuais de aversão ao risco das regiões Norte, Nordeste, Sudeste, Centro-Oeste e Sul – 2008/2009.
[41] Disponível em http://www.canoadetolda.org.br.

ANELL e ao IBAMA a não autorização das vazões abaixo do estipulado no Plano Decenal para rejeitar o pedido da ANA.

Na Figura 13 pode-se observar bacia hidrográfica do rio São Francisco a localização de algumas usinas hidrelétricas.

Fonte: Seminário Metodologias para a definição da vazão ambiental. Rede Eco Vazão (2009)

Figura 13 – Bacia hidrográfica do rio São Francisco e localização de aproveitamentos hidrelétricos

2.5.4. Influências de Usinas Hidrelétricas no Funcionamento Hidro-Ecológico do Pantanal Mato-Grossense, Embrapa Pantanal (2009)

O documento da Embrapa resultante de um workshop[42] faz recomendações sobre as influências de usinas hidrelétricas no funcionamento hidro-ecológico do Pantanal Mato-Grossense, maior planície inundável do mundo, ainda em bom estado de conservação.

Apresenta a problemática da implantação de centenas de barragens na bacia do Alto Paraguai constituindo elevado potencial para afetar rios e sub-bacias formadoras desse ecossistema, afetando seu funcionamento. Vale ressaltar que o estudo de caso da PCH Santa Gabriela, nesse trabalho, localiza-se no rio Correntes, no Estado do Mato Grosso, na bacia do Alto Paraguai (BAP).

Segundo a ANEEL e EPE, em 2008 existiam 115 projetos entre atuais e previstos, sendo 29 barragens em operação (7 UHEs, 16 PCHs, 6 Centrais Geradoras de Eletricidade). Para PCHs encontram-se 10 em construção, 29 em projeto básico e 29 em estudos de inventário. Constam ainda 17 estudos de inventários de rios, e 1 UHE em estudo de viabilidade.

[42] Realizado durante o VIII INTECOL – Conferência Internacional de Áreas Úmidas, em Cuiabá (20 a 25 de julho de 2008).

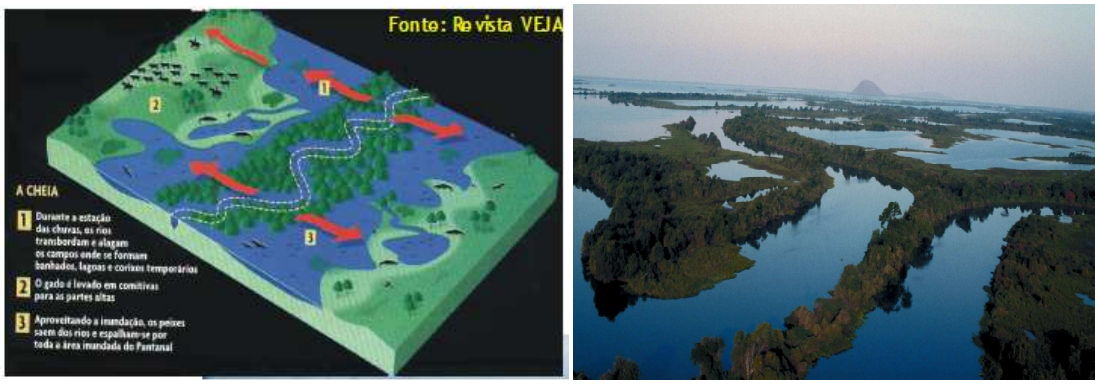
O relatório discrimina que no sistema BAP/Pantanal, aproximadamente 70% da água tem origem na parte norte da bacia, e a bacia do rio Cuiabá principal afluente do Pantanal, possui cerca de 40% da água do sistema, com alocação de reservatórios de grande porte para geração de energia em seus principais tributários (Manso, Itiquira, Correntes e São Lourenço) e observa ainda que as alterações na vazão natural do reservatório de Manso já são evidentes.

Ainda, conforme UNESCO, o Pantanal é denominado como Reserva da Biosfera e Patrimônio Natural da Humanidade e contempla três sítios Ramsar[43] (Convenção de Ramsar). Além de ser Patrimônio Nacional pela Constituição Federal.

Sendo assim, foi elaborada uma carta de recomendações onde são propostas ações, mitigações e alternativas que foram encaminhadas a diversos órgãos tomadores de decisão como as secretarias Estaduais (SEMA-MT e SEMAC-MS), Conselhos Estaduais, Promotorias Estaduais de Meio Ambiente, Procuradoria Federal de Meio Ambiente, IBAMA, ANA, MMA, MME, ONS, ANEEL, organizações não governamentais, pesquisadores, entre outros.

É recomendada a alteração do regime de operação dos reservatórios na BAP para um regime hidro-ecológico garantindo as variações da sazonalidade e valores de vazões naturais tendo como base o conceito de hidrograma ecológico, sugerido por Collischonn et al., 2009, já citado nesse trabalho (capítulo 2).

As Figuras 14 e 15 mostram o comportamento da região do Pantanal, na forma de pulsos de cheia e secas anuais e inter-anuais.

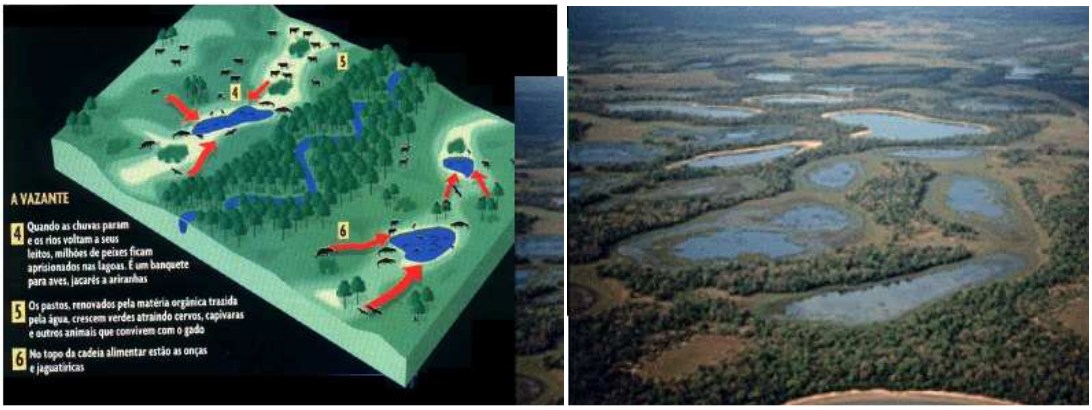


Fonte: Collischonn (2005)

Nota: Cheia: 1 – Durante a estação das chuvas, os rios transbordam e alagam os campos onde se formam banhados, lagoas e corixos temporários; 2 – O gado é levado em comitivas para as partes altas; 3 – Aproveitando a inundação, os peixes saem dos rios e espalham-se por toda a área inundada do Pantanal.

Figura 14 – Característica de cheia no Pantanal

[43] Zonas Úmidas de Importância Internacional: pântanos; charcos; turfas e corpos de água, naturais ou artificiais, permanentes ou temporários, com água estagnada ou corrente, doce, salobra ou salgada, incluindo estuários, planícies costeiras inundáveis, ilhas e áreas marinhas costeiras, com menos de seis metros de profundidade na maré baixa, onde se encontram alguns dos ambientes mais produtivos e de maior diversidade biológica do Planeta.



Fonte: Collischonn (2005)

Nota: Estiagem: 4 – Quando as chuvas param e os rios voltam a seus leitos, milhões de peixes ficam aprisionados nas lagoas servindo de alimento para aves, jacarés e ariranhas; 5 – Os pastos, renovados pela matéria orgânica trazida pela água, crescem verdes atraindo cervos, capivaras e outros animais que convivem com o gado; 6 – No topo da cadeia alimentar estão as onças e jaguatiricas.

Figura 15 – Característica de estiagem no Pantanal

De acordo com o documento da Embrapa, podem-se destacar as seguintes recomendações, entre outras:

- Formação, em curto prazo, de um Grupo de Trabalho sobre o Pantanal (GTP), com participação multi-institucional e multi-disciplinar para formular diretrizes específicas para a sustentabilidade da região;
- Revisão da implantação de novas UHEs, PCHs e CGHs nos rios formadores do Pantanal na BAP, principalmente sem um estudo prévio sobre o impacto conjunto de todos os empreendimentos atuais e previstos;
- Restauração e recuperação da conectividade entre o canal dos rios e suas áreas de inundação (várzeas), para a conservação da fauna de peixes, especialmente das espécies migratórias;
- Adoção de reservatórios que operarem a fio d'água, de forma a interferir minimamente no pulso de inundação do Pantanal.

3. ESTUDOS DE CASO

3.1. Caracterização das Bacias Hidrográficas

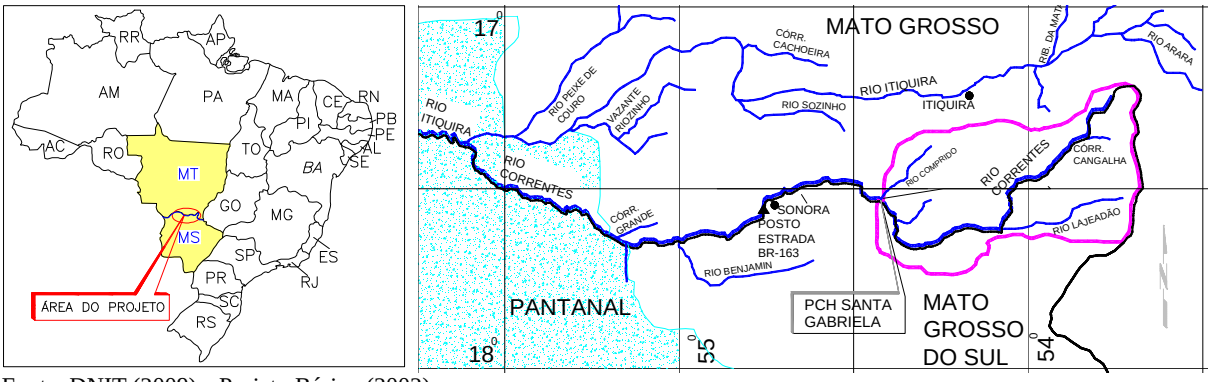
3.1.1. Bacia Hidrográfica do rio Correntes – PCH Santa Gabriela

A bacia hidrográfica do rio Correntes situa-se entre os Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, em sua maior parte, nas cidades de Itiquira e Sonora, respectivamente, que distam aproximadamente 60 km, da área estudada onde predominam as grandes propriedades rurais.

A bacia de drenagem da PCH Santa Gabriela apresenta uma área de 3.132 km², situada entre os paralelos 17°00’ e 18°00’ de Latitude Sul e os meridianos 53°30’ e 54°30’ de Longitude Oeste.

O rio Correntes nasce na Serra do Torto, a cerca de 35 km a oeste das cidades de Alto Araguaia (MT) e Santa Rita do Araguaia (GO) e deságua no rio Piquiri. Ao norte está a bacia do rio Itiquira e, ao sul, a do rio Piquiri. Apresenta curso no sentido geral Leste-Oeste e após receber o rio Comprido, seu principal afluente pela margem direita, apresenta um trecho de forte declividade que caracteriza o sítio da PCH. Em seguida, nas proximidades de seu ingresso no Pantanal, ocorre um novo trecho acidentado.

A Figura 16 mostra a localização da bacia do rio Correntes e do posto fluviométrico utilizado nesse estudo de caso para a definição de vazões.



Fonte: DNIT (2009) e Projeto Básico (2002)

Figura 16 – Mapa de localização da bacia do rio correntes e posto fluviométrico.

Em relação ao clima apresenta marcante variação sazonal, com estações bem definidas. A estação chuvosa, no período entre outubro a abril. De acordo com a classificação de Köppen, o clima é do tipo CWW, Clima Temperado Tropical.

A estação climatológica de Coxim, operada pelo INMET (código 83512), tomada como representativa do local, período de 1973 a 1990, apresenta inverno seco e ameno. A temperatura média em julho (mês de temperaturas mais baixas) é de 20,6°C. No mês mais quente, novembro, a temperatura média observada foi de 24,6 °C. A evaporação total anual é 1.883,5mm. Sendo o total em março de 101,3 mm e em agosto de 199,9 mm, menor e maior valores, respectivamente. A precipitação total anual é de 1501,2 mm, sendo o maior valor em janeiro, de 249 mm e o menor 24,7 mm, em julho (INMET, 1961-1990).

O relevo característico da região são as extensas chapadas do Planalto Central Brasileiro, onde os cursos d'água encontram-se em terrenos arenosos, de alta permeabilidade, com vertentes em forma de amplas colinas côncavas com declividades suaves em direção ao leito dos rios. Possui altitude aproximada de 500 m e faz parte do Planalto Taquari-Itiquira.

A bacia encontra-se em região de aquíferos, que devido a sua acumulação no subsolo garante uma alta regularização natural, gerando vazões elevadas inclusive no período de estiagem.

De acordo com o EIA/RIMA (2002), originalmente a região caracterizava-se por vegetação do tipo Cerrado, secionado pela rede de drenagem fluvial onde predominavam as matas ciliares ao longo dos cursos d'água e as vegetações de gramíneas nas áreas marginais e áreas de campos e brejo.

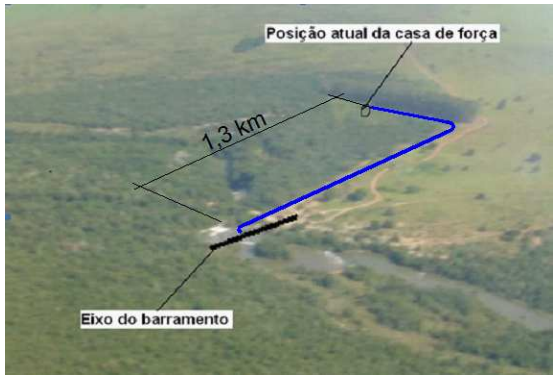
A vegetação de cerrado foi sendo ao longo do tempo, substituída por uma paisagem artificial, com ênfase na agropecuária extensiva e na agricultura, através do cultivo da soja, principalmente, e também cana de açúcar, álcool e arroz (EIA/RIMA, 2002).

Quanto à forma de utilização do rio Correntes, os usos consuntivos têm pouca significância. O abastecimento público e a dessedentação de animais domésticos é feito por meio de poços artesianos. Não existe nenhum tipo de indústria. Não foram identificados pesca profissional ou esportiva, nem potencial para navegação tendo em vista os trechos íngremes e acaichoeirados. Observou-se ainda que pela Resolução CONAMA nº 357/05 as águas pertencem a classe 2 (EIA/RIMA, 2002).

Em relação ao meio biótico na região, observa-se diversidade de espécies na fauna terrestre. A avifauna é o tipo mais presente: garça branca, arara, gavião, periquito e papagaio, devido a facilidade de deslocamento de áreas mais conservadas localizadas a montante da PCH Santa Gabriela. São ainda identificados mamíferos, como lontra, capivara, tatu. A fauna

aquática é representada por espécies piscícolas, como lambari, bagre, cascudo, peixes elétricos, entre outros (EIA/RIMA, 2002).

O trecho de vazão reduzida entre a barragem e a casa de força, possui aproximadamente 1,3 km de distância, caracterizado por um local de difícil acesso, um cânion (vale profundo com encostas íngremes), onde não existem habitantes no entorno ou culturas que utilizem o rio. Como foi aproveitado um trecho de cachoeira, entende-se que como as espécies piscícolas já não conseguiam subir e vencer essa barreira natural, a construção da PCH não constitui agravante nesse sentido (EIA/RIMA, 2002). Sendo assim a vazão ecológica para esse trecho pode ser então considerada para a utilização da flora e fauna silvestre existentes na região. A Figura 17 (A) mostra o posicionamento entre a casa de força e o eixo do barramento e a Figura 17 (B) mostra em detalhe esse trecho de vazão reduzida.



Fonte: EIA/RIMA (2002) Fonte: Projeto Básico (2002)

(A) **(B)**

Figura 17 – Trecho entre a barragem e a casa de força (Trecho de vazão reduzida – TVR)

3.1.2. Bacia Hidrográfica do Rio São Marcos – UHE Batalha

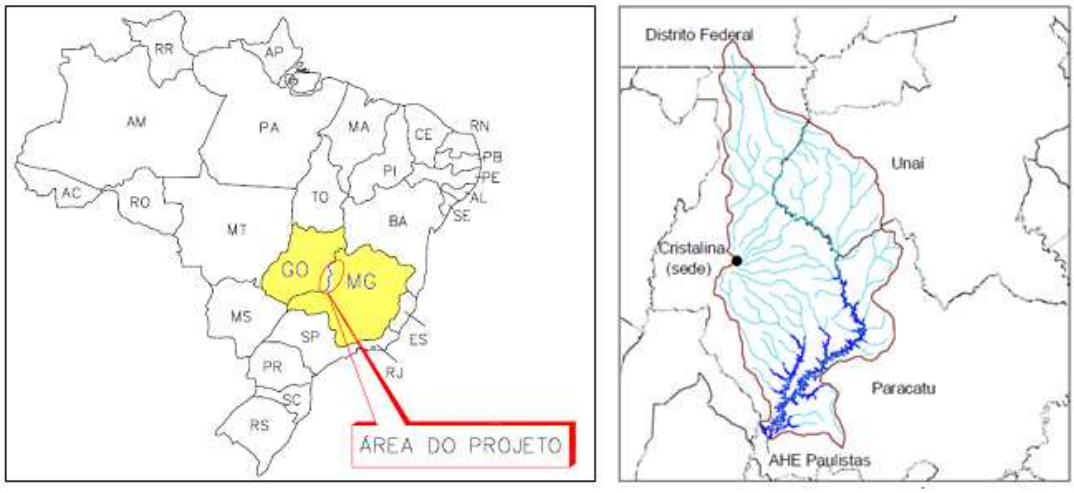
A bacia hidrográfica do rio São Marcos situa-se entre os municípios de Paracatu e Cristalina respectivamente nos Estados de Minas Gerais e Goiás, em sua maior parte.

A bacia de drenagem da UHE Batalha, antiga UHE Paulistas, apresenta uma área de 6.696 km², situada entre os paralelos 16°00’ e 18°15’ de Latitude Sul e os meridianos 47°00’ e 48°00’ de Longitude Oeste.

Nasce no município de Cristalina (GO), ao lado do Distrito Federal. A Leste está o município de Paracatu (MG).

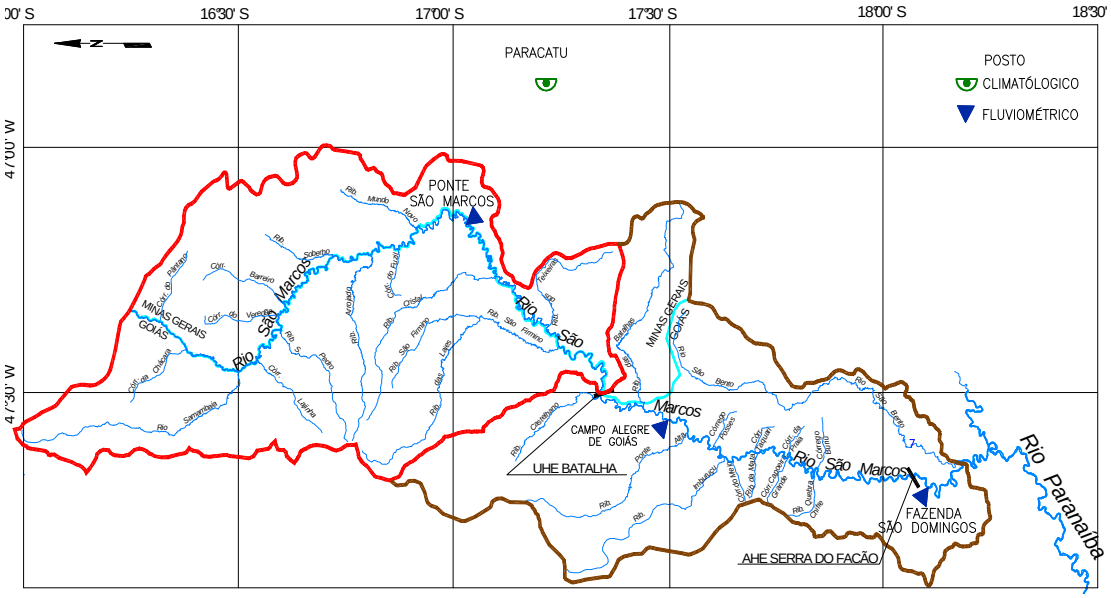
O rio apresenta curso no sentido geral Norte-Sul numa extensão de aproximadamente 480 km até chegar ao remanso da UHE Emborcação, a 26 km de sua foz, onde deságua no rio Paranaíba.

A Figura 18 mostra à localização da bacia do rio São Marcos e a Figura 19 a bacia do rio São Marcos onde se pode ver também o posto fluviométrico Campo Alegre de Goiás e o posto climatológico Paracatu, utilizados nesse estudo.



Fonte: (ANA, 2005)

Figura 18 – Mapa de localização da bacia do rio São Marcos



Fonte: (Projeto Básico, 2006)

Figura 19 – Bacia do rio São Marcos.

Em relação ao clima, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo AW, clima tropical úmido, com verão chuvoso e inverno seco, predominantemente e o CWa, clima tropical de altitude, com verão chuvoso, inverno seco.

A estação climatológica de Paracatu, operada pelo INMET (código 83479), foi tomada como representativa do local e apresenta o período de 1974 a 1990, para os dados de temperatura, evaporação, precipitação e evaporação, conforme INMET (1961-1990).

Apresenta um trimestre mais frio entre os meses de maio e julho na qual a temperatura média do mês mais frio foi de 19,2°C, em julho e o trimestre mais quente entre os meses de janeiro e março na qual a temperatura do mês mais quente foi de 24,0°C, em fevereiro e março.

Possui 1.314 mm de evaporação total anual, e média variando entre 78 mm, em dezembro, e 163 mm, em setembro.

A Precipitação total anual é de 1.439 mm, os valores de precipitação mensal oscilam entre 324 mm em dezembro e 6,7 mm em junho. Os meses mais chuvosos estão entre outubro e março, com um trimestre mais chuvoso abrangendo os meses de novembro a janeiro. A estiagem inicia-se em abril e estende-se até setembro, com os meses mais secos no trimestre junho-agosto.

A umidade relativa do ar média é de 74% e varia entre 63% no mês de setembro e 89% no mês de janeiro. Os valores mínimos ocorrem no trimestre entre julho e setembro e os máximos entre dezembro e fevereiro.

A bacia do rio São Marcos é caracterizada por um relevo plano e levemente ondulado, destacando-se vales suaves e abertos nos trechos superior, em contraste com trecho inferior, que apresenta relevo acidentado, montanhoso, com vales encaixados, escarpados e com ombreiras íngremes. Próximo ao remanso da UHE Emborcação o rio volta novamente a ser fracamente acidentado (Projeto Básico, 2006).

A vegetação predominante na bacia é o cerrado, que pode apresentar diversas formas, como o cerradão, cerrados, campos cerrados e campos limpos, onde aparecem frequentemente nas margens dos rios, as matas ciliares (Projeto Básico, 2006).

Quanto à forma de utilização do rio São Marcos, os usos consuntivos têm pouca significância, pois não há esgotamento sanitário urbano ou captação de água para o abastecimento das cidades, tendo em vista que as sedes dos municípios não se encontram na bacia. Não foram identificados conflitos de uso da água. E, embora o principal uso da água seja destinado à irrigação, ainda é muito abaixo de seu potencial. Observou-se ainda que pela Resolução CONAMA nº 357/05 as águas pertencem a classe 2, adequada a balneabilidade (RIMA, 2005).

O aquífero subterrâneo tem grande importância na bacia, são contínuos e com boa capacidade de armazenamento, com boa qualidade físico-química. Entretanto, a pequena

profundidade do lençol freático se traduz em elevado risco de contaminação, além do processo de desmatamento que também ocasiona risco ao volume dos mananciais (RIMA, 2005).

Os solos não são naturalmente férteis necessitando de corretivos e fertilizantes. Na região da área de influência direta existe a técnica de rotação entre pastagens e lavouras. Existem ainda assentamentos na região que serão afetados pela construção do reservatório (RIMA, 2005).

Em relação a fauna e a flora são espécies variadas características do cerrado. Dos mamíferos com ocorrência no Cerrado, 16 estão incluídos na lista de espécies ameaçadas, como o lobo-guará e o tamanduá-bandeira. A caça põe ainda em risco espécies como o veado catingueiro, a cascavel, o tatucanastra e o tamanduá-bandeira. A região apresenta aproximadamente 20 espécies de aves endêmicas, como o papagaio-galego e a gralha-do-campo. Foram vistas ainda, espécies como o sapo-flecha, o gavião caboclo, a cuíca, entre outros (RIMA, 2005).

3.2. Usinas Hidrelétricas em análise

3.2.1. PCH Santa Gabriela

De acordo com o Projeto Básico Otimizado[44] (2006) o arranjo da PCH Santa Gabriela opera a fio d'água e é composto por 3 unidades distintas: barramento, canal de adução e casa de força.

O pequeno reservatório é formado por uma barragem de terra na ombreira direita, um vertedouro de soleira livre no leito do rio, estrutura de desvio do rio, dois muros de concreto e na margem esquerda, câmara de carga e tomada d'água do canal de adução, com 1.200 m de comprimento. Na outra extremidade do arranjo que forma a PCH encontram-se os condutos forçados, casa de força (3 turbinas Francis de eixo horizontal com 8 MW cada) e o canal de fuga. As Figuras 20 a 22 mostram o arranjo da PCH Santa Gabriela.

[44] Estudo mais aprofundado que visa a melhoria do empreendimento, através de detalhamentos e complementação de estudos buscando inclusive soluções mais econômicas. Desenvolvido pela empresa PCE Engenharia.

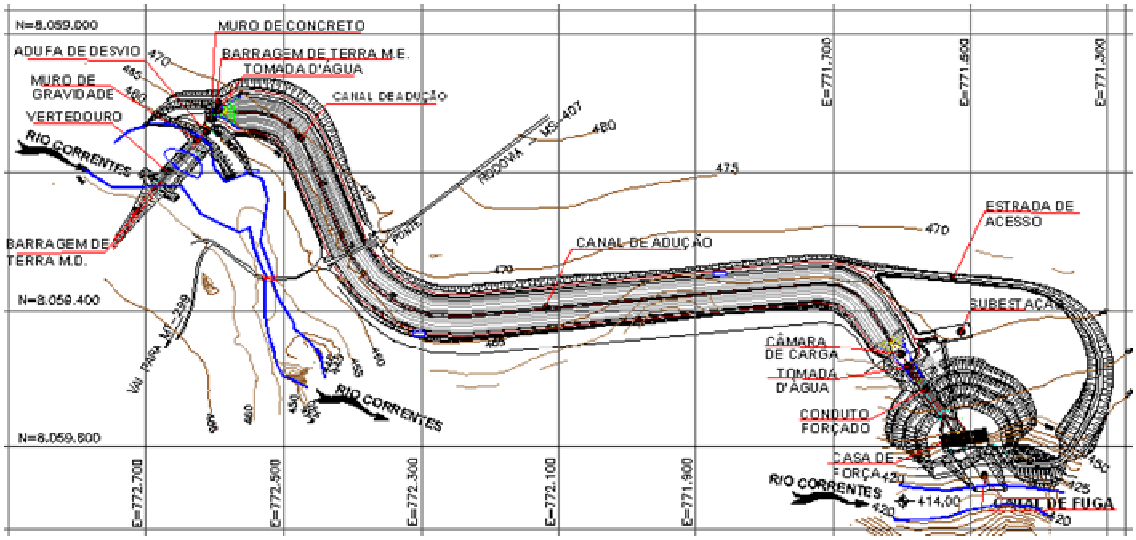


Figura 20 – Arranjo típico para PCH Santa Gabriela (Projeto Básico Otimizado, 2006)

Figura 21 – Barragem e canal de adução da PCH Santa Gabriela[45]

Figura 22 – Vista geral da PCH Santa Gabriela, canal de adução, conduto forçado, casa de força e canal de fuga[46]

De acordo com o Projeto Básico (2002) seria instalado um sistema para a vazão ecológica do trecho de vazão reduzida, na estrutura de desvio, embutido no pilar da adufa. O sistema atuaria sempre que o nível de água no reservatório estivesse abaixo da cota da crista do vertedouro e consistiria em uma tomada d'água com um grade de dimensões 1,0 x 1,0 m, seguida de uma transição para ligação à uma tubulação de diâmetro de 500 mm. No final da tubulação, seria instalada uma válvula dispersora tipo "jato oco", operada por sistema elétrico, para possibilitar a dissipação da energia da água. A montante desta válvula, em um poço lateral, dotado de escada de marinheiro, seria instalada uma válvula borboleta para permitir a manutenção da válvula dispersora. Entretanto, a válvula borboleta deveria ser acionada manualmente.

[45] Disponível em: http://www.brennandenergia.com.br
[46] Disponível em: http://www.brennandenergia.com.br

Assim na otimização do projeto básico, para a etapa de operação da PCH projetou-se um “rasgo” na soleira do vertedouro de aproximadamente de 11,5 m de largura e 0,30 m de altura para o escoamento da vazão ecológica (5,42 m^3/s). O vertedouro possui cerca de 71,0m. A Figura 23 mostra também o nível d’água normal do reservatório que opera na Elevação de 459,0 m.

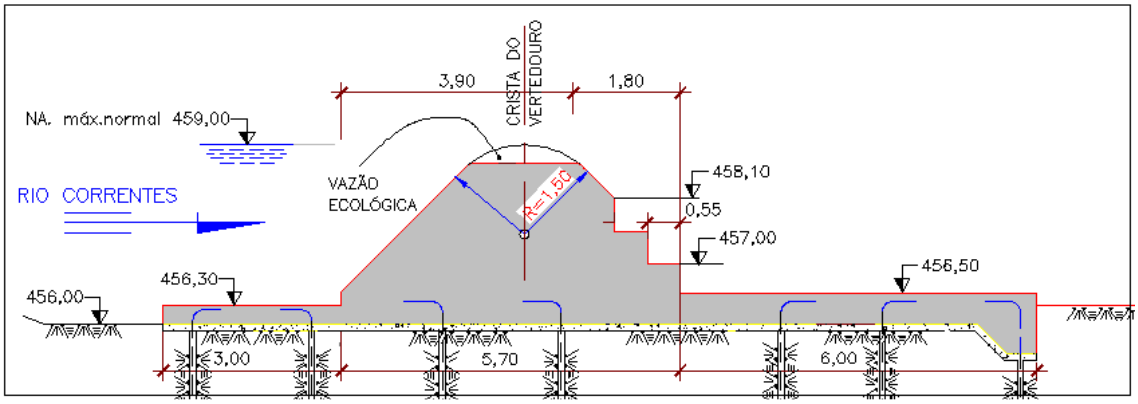


Figura 23 – Esquema de dispositivo de vazão ecológica para PCH Santa Gabriela (Projeto Básico Otimizado, 2006).

3.2.1.1. Série de Vazões Médias Mensais

A série de vazões médias diárias do posto fluviométrico Estrada BR-163 (Código ANA 66490000, http://www.hidroweb.ana.gov.br, consulta em 11 de setembro de 2010) no rio Correntes, que abrange o período entre 09/06/1969 a 30/04/2005, serviu de base para a obtenção de uma série de vazões representativas para o local da PCH Santa Gabriela. Para determinação das vazões na seção do barramento foi feito ajuste com base na relação entre áreas de drenagem. Sendo assim foi utilizado o método de transferência de vazões pela área de drenagem entre o posto (A = 3.732 m^3/s) e a PCH (A = 3.132 m^3/s). Com isso, multiplicou-se os valores diários de vazão do posto por 0,839.

Na Figura 24 é apresentado o fluviograma de vazões médias diárias referente a seção do barramento da PCH Santa Gabriela. Foram notadas falhas nos períodos, que podem ser observadas no Apêndice C (Série de Vazões Diárias da PCH Santa Gabriela), destacando-se o período de entre 01/01/1989 a 21/11/1990.

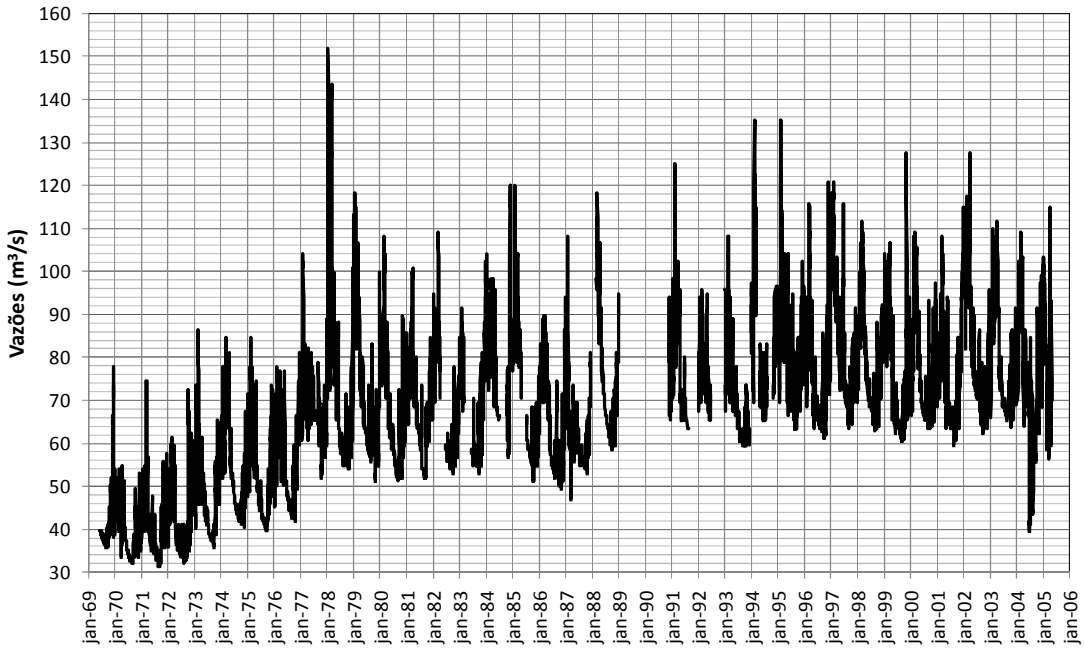


Figura 24 - Fluviograma de vazões médias diárias na seção do barramento da PCH Santa Gabriela

Observa-se uma certa variabilidade inter-anual nos valores de vazões.

Clarke et al. 2002), discutiram sobre a variabilidade temporal no regime hidrológico na bacia do rio Paraguai. Na análise dos autores foram considerados 20 postos fluviométricos, incluindo o posto Estrada BR-163 (adotado nesse estudo) e 36 postos pluviométricos na região e proximidades. O período de análise dos dados compreendeu os anos entre 1961 a 1983 e para o posto Estrada BR-163 foi de 1969 a 1983. Os dados de cota dos diversos postos mostram que após meados de 1970 o regime hidrológico aumentou. A mudança acontece tanto nos valores médios de cota, quanto na correlação interanual das cotas médias, mínimas e máximas. Cita o exemplo do posto fluviométrico Ladário (66825000), no rio Paraguai, Mato Grosso do Sul, onde se observa que entre 1900 e 1960 os níveis máximos ficaram em média da ordem de 4,00 m, enquanto que entre 1960 e 1972 da ordem de 2,00 m. Já entre 1973 e 1995 variou em cerca de 5,0 m.

Apesar de falhas nos postos pluviométricos a explicação encontrada deveu-se a um aumento de precipitação ocorrida simultaneamente. Observou-se que quando a vazão dos rios esteve baixa, os períodos de estiagem foram mais longos e que nos dias de chuva, a precipitação média foi inferior ao período posterior.

Observou-se que esse padrão é ainda mais evidente nos postos da bacia dos rios Cuiabá e São Lourenço (Piquiri, Itiquira e Correntes) este último objeto de estudo da PCH Santa Gabriela, e nos postos mais ao Sul, dos rios Taquari, Miranda e Aquidauana, esse último citado no item 3.3.1 Estudo das vazões remanescentes e ecológicas. Compararam-se os

resultados com outros obtidos na literatura sobre o mesmo assunto e inclusive aos resultados obtidos nos rios da África Equatorial, principalmente no rio Congo, que apresenta comportamento inverso ao relatado, com período úmido durante a década de 1960 e seco a partir de 1970.

Tucci (2006), descreve sobre os recursos hídricos na bacia do Prata (formada pelas bacias Paraná, Uruguai e Paraguai) esta última na qual está inserida a PCH Santa Gabriela. Cita que a variação climática e seus impactos tem sido um dos principais problemas desde os anos 70, quando a vazão média anual aumentou em alguns trechos da bacia. Para o rio Paraná são apresentados os valores onde se observam aumentos de 19 a 46% na vazão média anual.

Segundo o autor, os principais efeitos do aumento do escoamento e da precipitação na bacia associada a esta variabilidade foram: "(a) erosão do solo e sedimentação dos rios e redução do solo disponível para a agricultura; (b) aumento dos níveis e frequência das inundações: no rio Paraguai no Pantanal uma parte da população perdeu sustentabilidade entre o período seco da década de 60 e o período de níveis altos dos últimos 30 anos; (c) mudança do leito dos rios e das condições ambientais das matas ciliares; (d) diminuição do volume útil dos reservatórios; (e) aumento da produção hidrelétrica: o sistema energético dos países da região se beneficiou do aumento da vazão dos últimos 30 anos. Caso esta variabilidade retorne a tendência da década de 60 poderá haver uma crise energética importante na região; (f) mudança na qualidade da água devido a ressuspensão do material de fundo durante as inundações".

Ainda, o autor aponta para um problema complexo que exige ainda avaliação detalhada e entendimento do que está acontecendo e questiona se é um comportamento da variabilidade natural ou impacto climático. Algumas ações são propostas do ponto de vista da variabilidade climática, pois a grande questão é se o cenário pode voltar até antes de 1970, com isso os países tendem a ficar deficitários em energia caso os estudos não tenham contemplado um período anterior a este, o setor de agricultura pode perder capacidade produtiva, devido irrigação, aumento da demanda e rios com menores vazões, entre outros.

Com isso, o autor recomenda o desenvolvimento de estudos voltados para o entendimento da variabilidade inter-decadal das variáveis hidrológicas visando a predição da disponibilidade hídrica, avaliação de impacto da variabilidade climática no setor energético da Bacia do Prata, melhorar a previsão de longo prazo para reduzir o impacto do risco de variabilidade climática.

Na Figura 24 pode-se observar ainda uma tendência de diminuição das magnitudes das vazões a partir de junho de 2004. Dessa forma, optou-se considerar nesses estudos somente o período entre janeiro de 1977 a maio de 2004. A Tabela 7 mostra o resumo da série de vazões médias mensais[47]. Não foram descartados os anos onde existiam falhas em algum mês. A Figura 25 mostra o respectivo fluviograma.

Tabela 7 – Resumo da série de vazões médias mensais afluentes a PCH Santa Gabriela

Vazão	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Mínima	69,2	72,2	58,2	65,0	63,3	57,0	53,5	53,7	54,7	**52,5**	58,3	64,7	
Média	85,1	89,4	89,9	81,2	73,2	68,7	64,6	61,9	63,8	64,3	71,8	79,2	74,4
Máxima	107	107	104	97,2	83,0	88,6	78,3	71,9	73,4	77,0	93,4	99,2	

Nota: **em negrito:** vazão mínima média mensal da série.

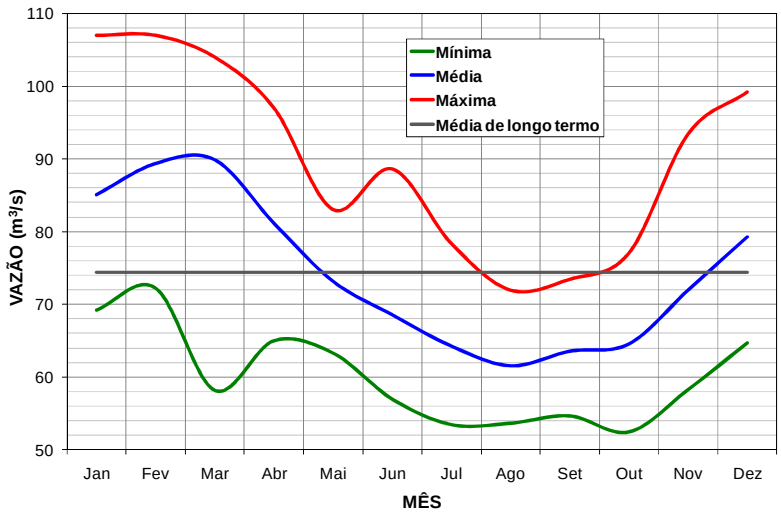


Figura 25 – Fluviograma de vazões médias mensais afluentes a PCH Santa Gabriela

Observa-se que a estiagem fica caracterizada, conforme esperado, entre os meses de julho e outubro.

3.2.2. UHE Batalha

A UHE Batalha é a primeira no Brasil a receber quatro certificações: ISO 9001 (Qualidade), ISO 14001, (Meio Ambiente), ISO 16001 (Responsabilidade Social) e OHSAS 18001 (Segurança e Saúde no Trabalho), pela Fundação Vanzolini. O programa de

[47] Obtidas a partir das séries diárias observadas apresentadas no Apêncice C. A série de vazões médias mensais encontra-se no Apêndice B. Não foram incluídas considerações sobre usos consuntivos na bacia.

compensação em CO_2, gerado pela queima das máquinas, é feito através de plantios em matas ciliares e recomposição florestal em áreas de preservação permanente, foi escolhido para ser apresentado no Congresso Mundial de Grandes Barragens, nos dias 26 a 28 de outubro de 2009, em Lyon, na França (Furnas, 2009).

De acordo com o RIMA fez-se uma identificação e a avaliação dos impactos contabilizando as principais interferências da UHE na região e suas consequências ambientais. Fez-se uma Matriz de Impactos que mostra a relação entre as atividades causadoras de impactos e as características ambientais das áreas de influência direta e indireta, e a proposição de medidas de mitigação, tais como a contratação de serviços em 29/07/10, para execução do programa de educação ambiental na região da UHE Batalha. Há ainda programas de monitoramento da Fauna e da Flora, preservação do patrimônio cultural e recuperação de áreas degradadas, entre outros (Furnas 2009).

Conforme projeto básico o arranjo da UHE Batalha consiste em barramento, vertedouro, canal de adução e casa de força no pé da barragem.

A barragem é executada com núcleo central argiloso e possui comprimento de 380 m e altura de 54,0 m. O fechamento é feito nas laterais do vertedouro por diques de terra/enrocamento.

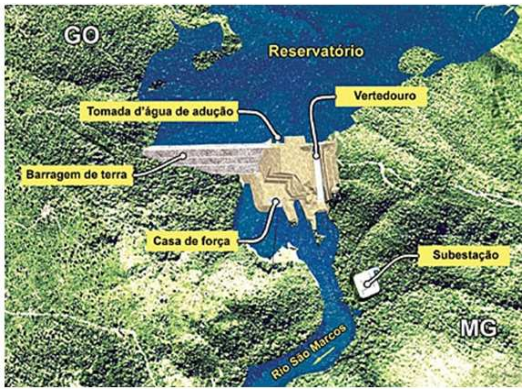
O circuito hidráulico de adução e geração consiste de um canal de adução até a tomada d'água seguida de túnel de adução, escavado em rocha, em seu interior está implantado o conduto forçado metálico, que segue até a casa de força.

A casa de força é do tipo abrigada e tem 52,5 MW de potência instalada, com 2 turbinas Kaplan de eixo vertical.

O sistema extravasor é formado pelo vertedouro.

Para a dissipação da energia das descargas vertidas será utilizada uma fossa pré-escavada, que receberá as águas de um salto de esqui implantado no final da calha a jusante do vertedouro.

A Figura 26 (A) mostra o arranjo da obra e (B) mostra a situação das obras em novembro de 2010.



(Fonte: Furnas, 2010) (Fonte: PCE Engenharia, 2010)

(A) **(B)**

Figura 26 - Arranjo da UHE Batalha e situação das obras em novembro de 2010.

Conforme projeto básico, durante o período de enchimento do reservatório, a vazão remanescente será garantida pela implantação de uma válvula dispersora com diâmetro de 1,80 m, na lateral esquerda do túnel de desvio, que será fechada quando o nível d'água atingir a cota da soleira do vertedouro (elevação: 788 m). A Figura 27 mostra o detalhe do conjunto. Além disso, o dispositivo é formado por: tomada d'água, com seção retangular de 2,30 m de largura e 2,98 m de altura, com eixo na elevação 754,0 m; conduto metálico de seção circular de 1,80 m de diâmetro e 248 m de comprimento e válvula gaveta de 1,20 m de diâmetro.

Fonte: (PCE Engenharia, 2010)

(A) **(B)**

Figura 27 – Dispositivo de vazão remanescente da UHE Batalha

3.2.2.1. Série de Vazões Médias Mensais

A série de vazões médias diárias do posto fluviométrico Campo Alegre de Goiás (Código ANA 60030000, http://www.hidroweb.ana.gov.br em 22 de setembro de 2010) no rio

São Marcos, que abrange o período entre 29/04/1972 a 30/09/2006, serviu de base para a obtenção de uma série de vazões representativas para o local da UHE Batalha. Para determinação das vazões na seção do barramento foi feito ajuste com base na relação entre áreas de drenagem. Sendo assim foi utilizado o método de transferência de vazões pela área e drenagem entre o posto (A = 8.386 m^3/s) e a UHE (A = 6.696 m^3/s). Com isso, multiplicou-se os valores diários de vazão do posto por 0,798.

A Figura 28 apresenta o fluviograma de vazões médias diárias referente a seção do barramento da UHE Batalha.

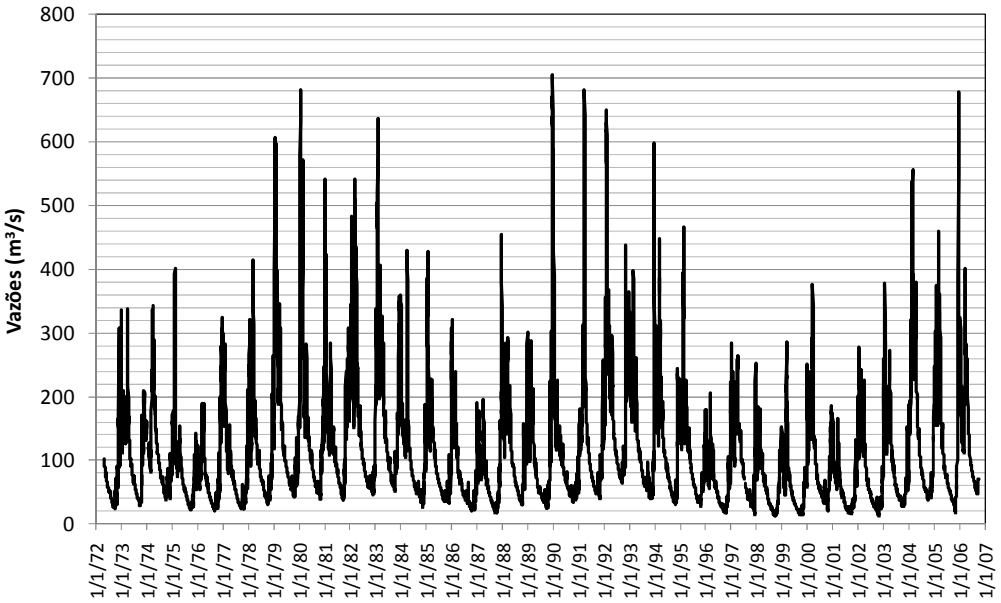


Figura 28 – Fluviograma de vazões médias diárias da UHE Batalha

Na Tabela 8 é apresentado o resumo da série de vazões médias mensais[48], para um período de longo termo, considerado de maio de 1972 a setembro de 2006 sem descartar os anos onde existiam falhas em algum mês. A Figura 29 mostra o respectivo fluviograma.

Tabela 8 – Resumo da série de vazões médias mensais afluentes a UHE Batalha

Vazão	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Mínima	79,5	69,0	88,4	72,2	47,6	37,5	26,7	20,2	19,2	**18,4**	31,3	62,4	
Média	200	193	193	155	102	77,1	60,4	48,3	42,3	44,1	79,2	154	112
Máxima	349	460	397	275	165	123	95,1	78,0	76,6	96,4	260	422	

Nota: **em negrito:** vazão mínima média mensal da série de longo termo

[48] Obtidas a partir das séries diárias observadas apresentadas no Apêncice E. A série de vazões médias mensais encontra-se no Apêndice D. Não foram incluídas considerações sobre usos consuntivos na bacia.

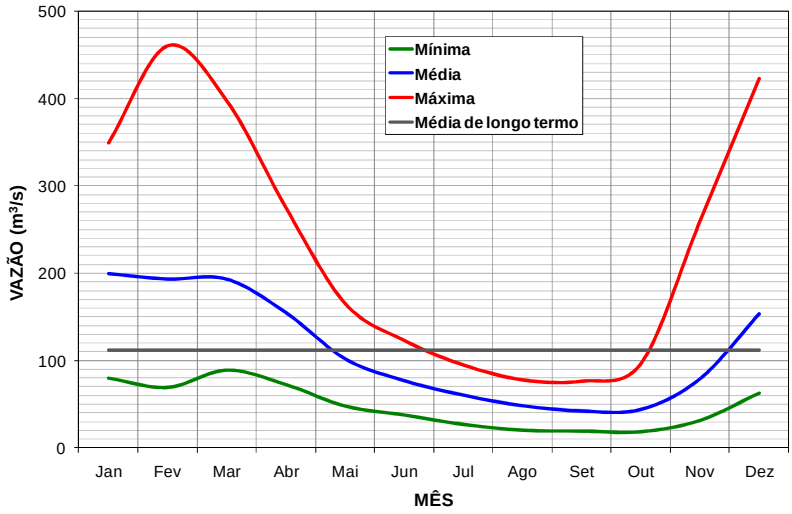


Figura 29 – Fluviograma de vazões médias mensais afluentes a UHE Batalha

Observa-se que a estiagem fica caracterizada, conforme esperado, entre os meses de maio e outubro.

3.3. Estudo das vazões remanescentes e ecológicas

É importante ressaltar que os estudos de caso (PCH Santa Gabriela e UHE Batalha) foram escolhidos de acordo com as informações e dados existentes e disponibilizados pela empresa PCE Engenharia, pois, em consulta a ANEEL em 10/05/2010, constatou-se que somente são disponibilizados os estudos de inventário aprovados, a qualquer tempo, e os estudos de viabilidade de UHEs, na fase que antecede aos leilões, que quando aprovados, ficam em disposição no centro de documentação - Cedoc. Porém para o estudo era necessário trabalhar com os projetos básicos devido a maiores detalhamentos e atualização, citando por exemplo a revisão da estrutura de vazão remanescente (caso PCH Santa Gabriela). Mesmo assim é importante ressaltar que na etapa de Projeto Executivo podem existir eventuais modificações.

Conforme mencionado anteriormente, no Brasil, os critérios associados à legislação vigente para determinação da vazão remanescente[49] não considera de forma explícita aspectos associados à sustentabilidade ambiental dos ecossistemas e-ou aspectos socio-econômicos e culturais. Embora, não haja evidência clara e explícita na literatura, a concepção da vazão

[49] Vazão remanescente é um valor de referência que deve necessariamente ser mantido num trecho de rio a jusante de um empreendimento hidráulico (barragem ou captação), garantindo a sustentabilidade local da biodiversidade, associando plenamente as necessidades humanas e as ambientais e respeitando as características de cada região (Pelissari, 2001).

remanescente no Brasil está em transição, mas ainda fortemente associada à diluição, ou seja, à vazão chamada de sanitária. Assim, buscou-se na literatura, outros métodos que têm em sua gênese uma concepção mais holística. A escolha dos métodos foi norteada pela disponibilidade de dados dos dois casos de estudo escolhidos. Assim, foram também aplicados os métodos de Tennant, Texas, Vazão Base ou das Médias Móveis e Perímetro Molhado, não utilizados pela legislação brasileira e descritos no Capítulo 2.

Conforme visto na Tabela 1, são apresentados os valores máximos outorgáveis utilizados por alguns órgãos gestores brasileiros, determinados geralmente a partir de Q_{90}, Q_{95} ou $Q_{7,10,}$ que garantem consequentemente as vazões mínimas remanescentes, a serem mantidas na seção.

3.3.1. PCH Santa Gabriela

O empreendimento está localizado na divisa dos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. O estado de Mato Grosso do Sul não apresenta Legislação específica, diferentemente do estado do Mato Grosso. Além disso, para o estudo também foram adotados critérios baseados em legislações específicas de outros estados, a saber;

(a) Referência Vazões Médias Mensais (Q_{MM})
- ✓ 10% das Q_{MM} – Resolução n° 27/2009 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CEHIDRO) do estado do Mato Grosso. *"A vazão mínima remanescente no trecho curtocircuitado para barramentos que visem geração de energia hidrelétrica, deverá ser igual ao somatório dos usos consuntivos no trecho mais 10% das vazões médias mensais, a fim de manter a sazonalidade do corpo hídrico"*.

(b) Referência Curva de Permanência
- ✓ 10% da Q_{90} – estados de Alagoas, Ceará, Paraíba, Rio Grande do Norte e Sergipe, na região norte-nordeste;
- ✓ 50% da Q_{95} – estado de Goiás, limítrofe ao aproveitamento, e de localização geográfica igualmente na região centro-oeste.

(c) Referência $Q_{7,10}$
- ✓ 50% da $Q_{7,10}$ – estados do Rio de Janeiro e São Paulo, na região sudeste;

No estado do Mato Grosso, são encontrados, o Comitê dos Ribeirões Sapé e Várzea Grande[50] e o Comitê do Rio Sepotuba[51]. Em consulta ao site da ANA e Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos observou-se que não foram encontradas informações ou publicações ou regras relativas a vazão ecológica.

O estado de Mato Grosso do Sul possui o Comitê de Bacia do Rio Miranda e a sugestão do Consórcio Intermunicipal para o Desenvolvimento Integrado das Bacias dos Rios Miranda[52] e APA - adoção do critério de $Q_{7,10}$ para a quantidade mínima de água para a preservação e manutenção dos ecossistemas aquáticos e para a prevenção da degradação ambiental (Pereira et al., 2004).

Curado e Steffen (2002) propõem para a vazão mínima (ecológica) do rio Aquidauana (MS) 70% de Q_{90}, uma vez que o valor encontrado é menor ou igual aos valores registrados no período estudado (bacias não estacionárias, que passam por períodos de modificações).

A Resolução da ANA, nº 422, de 02 de dezembro de 2003, constante no Anexo B, define para a PCH Santa Gabriela: (*i*) vazão mínima remanescente na fase de enchimento: 24,70[53] m^3/s e no; (*ii*) trecho entre a barragem e a casa de força (trecho de vazão reduzida – TVR): 5,42 m^3/s.

O valor 24,70 m^3/s, representa 80% da vazão mínima média mensal (30,9 m^3/s em ago/1970) da série de longo período adotada no Projeto Básico[54], (definida pela série de vazões entre os anos 1931 a 1997), conforme Portaria 125/84, Normas nº 2 e 3 da ANEEL, referente a aprovação de projetos de geração hidrelétrica (ver Apêndice A – Marcos Legais).

O valor 5,42 m^3/s representa 10% da vazão média de longo termo, definida na série de vazões para o Projeto Básico.

3.3.2. UHE Batalha

O rio São Marcos é afluente ao rio Paranaíba que possui Comitê da Bacia instituído por Decreto em 16/07/02. A Bacia interestadual se localizada nos Estados de Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Distrito Federal.

---

[50] Comitê do Estado de Mato Grosso. Criado em 1997.
[51] Comitê do Estado de Mato Grosso. Criado em 2010.
[52] Área de drenagem de 44.750,50 km^2. A Bacia do rio Miranda possui um Comitê criado em 2005. Único existente no estado de Mato Grosso do Sul.
[53] Tendo em vista o reduzido volume do reservatório (0,39 x 10^6 m^3) para uma área de 0,71 km^2, o enchimento foi realizado no mesmo dia do fechamento do desvio do rio.
[54] Projeto Básico desenvolvido pela empresa SPEC Planejamento, Engenharia, Consultoria Ltda e diponível pela empresa Projetos e Consultorias de Engenharia Ltda (PCE Engenharia).

Em 2010 foi elaborado pela ANA o Plano Consolidado para a execução do Plano de Recursos Hídricos da Bacia do rio Paranaíba. No item relativo a demandas hídricas serão avaliados os requisitos de quantidade e qualidade e em relação a preservação ambiental cita-se que para a vazão ecológica "serão identificados trechos fluviais com risco de comprometimento da manutenção da vazão ecológica em função dos vários usos a montante, avaliando suas consequências sobre a biota aquática, bem como o estado de conservação das principais áreas de nascentes e de recarga dos aquíferos" (CBH Paranaíba, 2010).

Sendo assim, para a região do empreendimento, no Plano, ainda não está definido o método de cálculo ou restrição relativa à definição da vazão ecológica.

Conforme já descrito, o empreendimento está localizado na divisa dos estados de Goiás e Minas Gerais, e estes possuem legislação específica para as vazões máximas outorgáveis e consequentemente vazões mínimas remanescentes. Além disso, foi adotado critério baseado em legislações de outros estados, a saber;

(a) Referência Curva de Permanência
   - ✓ 50% da Q_{95} – estado de Goiás;

(b) Referência $Q_{7,10}$
   - ✓ 70% da $Q_{7,10}$ – estado de Minas Gerais;
   - ✓ 50% da $Q_{7,10}$ – estados do Rio de Janeiro e São Paulo, na região sudeste;

A Resolução da ANA, nº 364, de 29 de agosto de 2005, constante no anexo C, define para a UHE Batalha: (*i*) vazão mínima remanescente na fase de enchimento: 14,4[55] m^3/s e na; (*ii*) fase de operação 30,1 m^3/s no período de piracema[56], e 23,0 m^3/s, fora do período de piracema;

O valor 14,40 m^3/s, representa 80% da vazão mínima média mensal (18 m^3/s em ago/2001) da série de longo período adotada no Projeto Básico, (definida pela série de vazões entre os anos 1931 a 2001), conforme Portaria n.º 125/84, Normas nº 2 e 3 da ANEEL, referente à aprovação de projetos de geração hidrelétrica (ver Apêndice A – Marcos Legais).

[55] O reservatório tem um volume de 1.781,58 hm^3 e área de 138,13 km^2 na cota 800 m. O enchimento atualmente ainda não foi realizado. A válvula dispersora será fechada quando o nível d´água atingir 788 m, cota de soleira do reservatório. Foram realizadas simulações para cada início de mês que determinam a quantidade de dias para completo enchimento. A melhor situação considerando um ano médio é o início do enchimento em dezembro, o qual necessitaria de 4,5 meses e funcionamento da válvula dispersora por 1,5 mês e a pior situação seria iniciar em abril a ser realizado em 10 meses e funcionamento da válvula dispersora por 3 meses.

[56] Período no qual os peixes sobem para as cabeceiras dos rios para se reproduzirem. Considerando Portaria n.º 197, de 16/10/2009, do Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais, que dispõe sobre a regulamentação da pesca nas Bacias Hidrográficas do Rio Grande e do Rio Paranaíba, no período de piracema. O art. 1º fixa o período de 1º de novembro de 2009 a 28 de fevereiro de 2010, para o defeso da piracema com o objetivo de assegurar a proteção à reprodução natural. Sendo assim para esse estudo, a operação da usina no período de piracema foram considerados esses meses. (IEF/MG, 2010).

De acordo com a Nota Técnica da ANA, n.º 331/2005, de 22 de agosto de 2005, para a definição da vazão remanescente na fase de operação da UHE Batalha foi utilizado o método de transferência de vazões pela área de drenagem (29.000km^2) com a UHE Emborcação, situada no rio Paranaíba na cidade de Araguari, MG. Conforme a ONS, as vazões de restrição a jusante desse empreendimento são 136,0 m³/s, para o período de piracema, e de 100,0 m³/s, fora do período de piracema.

As vazões remanescentes (critério da curva de permanência e $Q_{7,10}$) e ecológicas (métodos de Tennant, Texas, Vazão Base e Perímetro Molhado) foram comparadas com os valores da resolução da ANA, apresentados a seguir.

3.4. Determinação das vazões de referência (remanescentes e ecológicas)

3.4.1. Vazões médias mensais

3.4.1.1. PCH Santa Gabriela

Foram calculados os valores de 10% das vazões médias mensais conforme a série observada no item 4.2.1.1, resultando na Tabela 9.

Tabela 9 – Dez por cento (10%) da vazão média da série de vazões médias mensais da PCH Santa Gabriela

Vazão	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Média	8,51	8,94	8,99	8,12	7,32	6,87	6,46	6,19	6,38	6,43	7,18	7,92	7,44

3.4.2. Curva de permanência

3.4.2.1. PCH Santa Gabriela

A série de vazões médias diárias na seção do barramento apresentada no Apêndice C foi a base para a determinação das curvas de permanência. A Figura 30 apresenta a curva de permanência de base anual e um quadro com as vazões associadas a diferentes percentuais. Para determinação da curva de permanência anual foram desprezados 16 anos, onde existiam falhas em algum mês, utilizando-se apenas 12 anos (1977 a 1981; 1986; 1996; 1997 e; 2000 a 2003).

A Figura 31 apresenta as curvas representativas para cada mês. Para o cálculo das curvas mensais considerou-se todos os anos entre janeiro de 1977 e junho de 2004, mesmo que a quantidade de anos não tenha sido a mesma para todos os meses, por conta das falhas na série observada no posto BR-163. Nesse caso, por exemplo, os meses de janeiro e fevereiro possuem 25 anos de dados, enquanto os meses de setembro e outubro possuem apenas 20 anos de dados.

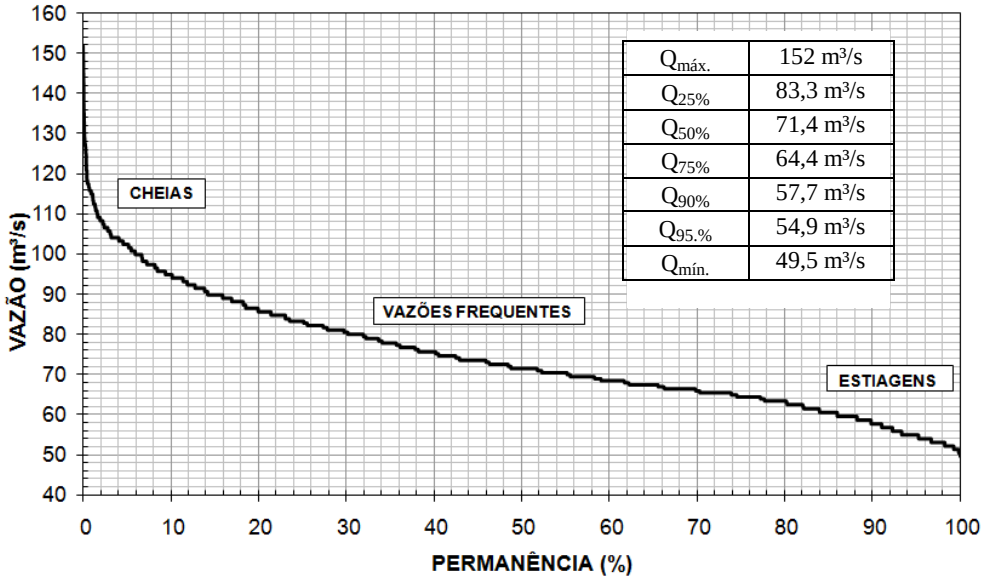


Figura 30 – Curva de permanência de vazões médias diárias afluentes a PCH Santa Gabriela – base anual

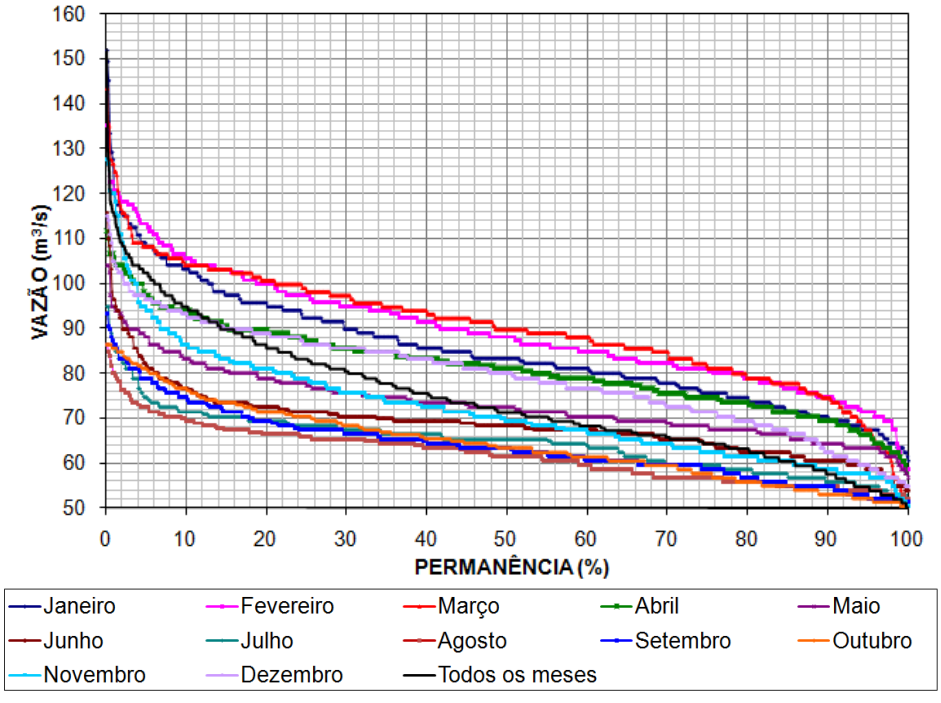


Figura 31 – Curva de permanência de vazões médias diárias afluentes a PCH Santa Gabriela – Base Mensal

Observam-se diferenças entre as curvas de permanência anual e mensais, que representam a variabilidade temporal. O mês de fevereiro, período de chuvas, e consequentemente vazões mais altas, possui os maiores valores para as Q_{90} e Q_{95}, respectivamente 74,6 m^3/s e 71,4 m^3/s. Já para o mês de outubro caracterizado por período de estiagem, os valores para Q_{90} e Q_{95}, são de 53,0 m^3/s e 52,1 m^3/s, respectivamente. O mês de fevereiro apresenta vazões que chegam a ser superiores em mais de 35% em relação ao mês de outubro. A Tabela 10 mostra os resultados encontrados.

Tabela 10 – Definição de vazões ecológicas determinadas pela curva de permanência de vazões médias mensais na PCH Santa Gabriela

Permanência	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Q_{90}	70,2	74,6	74,6	69,4	64,4	60,5	55,8	54,9	54,9	53,0	58,6	62,4
Q_{95}	67,4	71,4	67,4	66,4	63,4	58,6	54,9	54,0	53,0	52,1	57,7	59,5

3.4.2.2. UHE Batalha

A série de vazões médias diárias na seção do barramento apresentada no Apêndice E foi a base para a determinação das curvas de permanência. A Figura 32 apresenta a curva de permanência de base anual e um quadro com as vazões associadas à diferentes percentuais. Para determinação da curva de permanência anual foram desprezados 7 anos, onde existiam falhas em algum mês, utilizando-se apenas 28 anos (1975 a 1996; 2000 a 2005).

A Figura 33 apresenta as curvas representativas para cada mês. Para o cálculo das curvas mensais considerou-se todos os anos entre 1972 e 2006, mesmo que a quantidade de anos não tenha sido a mesma para todos os meses, por conta das falhas na série observada no posto Campo Alegre de Goiás. Nesse caso, por exemplo, o mês de abril possui 32 anos de dados e o mês de junho possui 35 anos de dados.

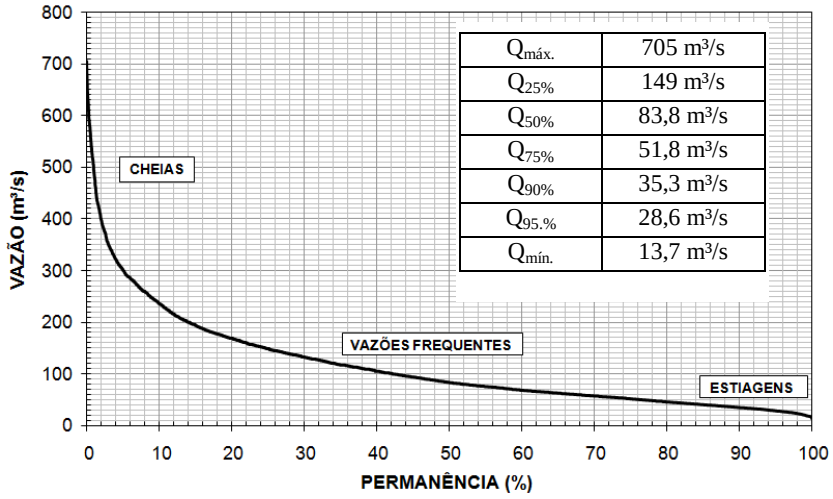


Figura 32 - Curva de permanência de vazões médias diárias afluentes a UHE Batalha – base anual

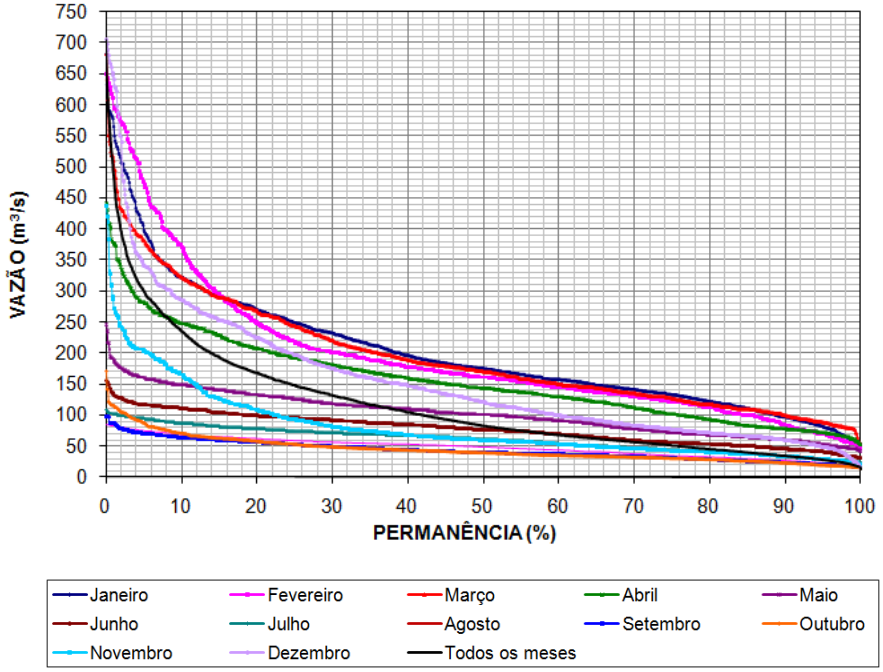


Figura 33 - Curva de permanência de vazões médias diárias afluentes a UHE Batalha – base mensal

Observam-se diferenças entre as curvas de permanência anual e mensais, que representam a variabilidade temporal. O mês de março, período de chuvas e consequentemente vazões mais altas, possui o maior valor para a Q_{95} que é 87,8 m^3/s. Já para o mês de outubro caracterizado por período de estiagem, o valor para Q_{95} é 19,1 m^3/s, uma redução de aproximadamente 78%. A Tabela 11 mostra os resultados encontrados.

Tabela 11 – Definição de vazões ecológicas determinadas pela curva de permanência de vazões médias mensais na UHE Batalha

Permanência	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Q_{95}	80,6	69,3	87,8	72,0	53,6	41,0	29,4	23,9	20,3	19,1	28,6	48,5

3.4.3. Vazão $Q_{7,10}$

3.4.3.1. PCH Santa Gabriela

Para determinação da vazão $Q_{7,10}$[57] foi utilizada a série do posto Estrada BR-163 no período de 20 anos de dados, sendo que foram desconsiderados os anos que apresentavam falhas (1984, 1989 a 1992, 1994 e 1995). Os anos de 1982, 1983, 1985, 1987, 1988, 1993 e 1998, embora apresentassem falhas, foram considerados, já que as mesmas não impactariam a determinação de $Q_{7,10}$. A partir dessa série foram determinadas as vazões médias mínimas de 7 dias de duração, e transferidas para o local da PCH pela relação entre áreas de drenagem, conforme Tabela 12.

Tabela 12 – Série de vazões mínimas médias anuais de 7 dias de duração – PCH Santa Gabriela

Ano	Posto Estrada BR-163	PCH Santa Gabriela	Ano	Posto Estrada BR-163	PCH Santa Gabriela
1977	64,0	53,7	1991	-	-
1978	65,4	54,9	1992	-	-
1979	62,0	52,0	1993	71,7	60,2
1980	62,4	52,4	1994	-	-
1981	62,3	52,2	1995	-	-
1982	64,8	54,4	1996	74,9	62,8
1983	64,6	54,2	1997	76,7	64,4
1984	-	-	1998	76,7	64,4
1985	61,8	51,9	1999	72,4	60,8
1986	60,6	50,9	2000	77,0	64,7
1987	59,1	49,6	2001	71,2	59,8
1988	70,6	59,2	2002	75,2	63,1
1989	-	-	2003	78,5	65,9
1990	-	-	2004	-	-

A Tabela 13 apresenta as vazões médias mínimas de 7 dias associadas a cada tempo de recorrência (T), pela distribuição de Weibull, função de distribuição estatística para ajuste de vazões mínimas. Na Figura 34 apresenta-se o gráfico de distribuição de frequencia dessas

[57] $Q_{7,10}$ – vazão média mínima observada durante um intervalo de tempo de 7 (sete) dias consecutivos ao longo de um 1 (um) ano e tempo de retorno de 10 (dez) anos.

vazões, amostral (empírica) e o ajuste para Weibull, conforme já explicado no capítulo 2. Foi utilizada planilha em programa Excel disponibilizada pela PCE engenharia.

Tabela 13 – Constantes de distribuição de Weibull – PCH Santa Gabriela

Ano	PCH Santa Gabriela	Ano	PCH Santa Gabriela
1,0625	66,3	1,8	58,3
1,125	64,4	1,9	57,9
1,25	62,3	2	57,5
1,3	61,7	5	52,8
1,4	60,7	**10**	**50,4**
1,5	59,9	20	48,7
1,6	59,3	50	47,0
1,7	58,8	100	46,0

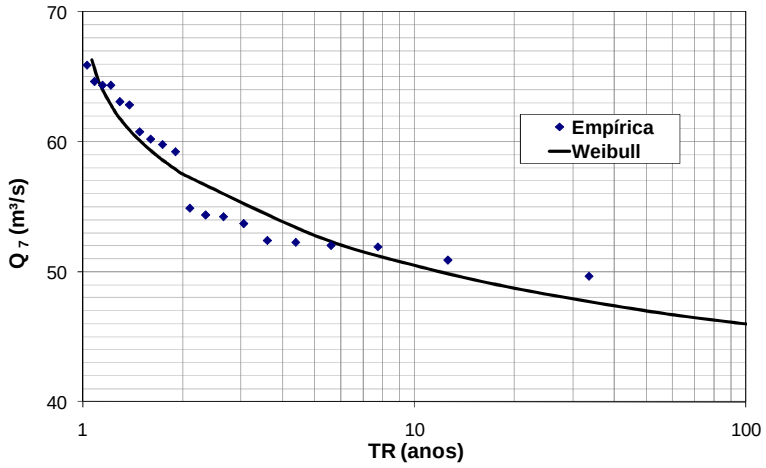


Figura 34 – Estudo de frequência de vazões mínimas na PCH Santa Gabriela no rio Correntes.

Em uma outra análise, foram separados os anos de 1977 a 1987 e de 1988 a 2003 visando um agrupamento na tendência das vazões conforme se vê no fluviograma de vazões médias mensais na Figura 24 e na Tabela 7. Os valores encontrados para a $Q_{7,10}$ nesses períodos são 50,4 m^3/s e 59,40 m^3/s respectivamente.

Observa-se que nos primeiros 10 anos (1977 a 1987) o valor de $Q_{7,10}$ é semelhante ao encontrado no período de 1977 a 2003, que considera a análise para os 20 anos enquanto para os outros 10 anos (1988 a 2003) o valor da $Q_{7,10}$ é 18% superior. Com isso, para esse caso específico de aumento das vazões ao longo do tempo, o período escolhido para o método das vazões mínimas altera o resultado, influenciando e impactando diretamente. Como nesse período mais recente as vazões diárias se elevam, as vazões ecológicas consequentemente são maiores também.

Entretanto decidiu-se trabalhar com o período entre os anos de 1977 a 2003 no qual a $Q_{7,10}$ é 50,4 m^3/s.

3.4.3.2. UHE Batalha

Para determinação da vazão $Q_{7,10}$[58] foi usada a série do posto Campo Alegre de Goiás no período de 34 anos de dados, pois foi desconsiderado o ano de 2006 que apresentava falha, pois não haviam dados para o mês de outubro, mês de vazões baixas. Os anos de 1972, 1973, 1974, 1997, 1998, 1999, embora apresentassem falhas, foram considerados, já que as mesmas não impactariam a determinação de $Q_{7,10}$. A partir dessa série foram determinadas as vazões médias mínimas de 7 dias de duração, e transferidas para o local da UHE pela relação entre áreas de drenagem, conforme Tabela 14.

Tabela 14 – Série de vazões mínimas médias anuais de 7 dias de duração – UHE Batalha

Ano	Posto Campo Alegre de Goiás	UHE Batalha	Ano	Posto Campo Alegre de Goiás	UHE Batalha
1972	31,1	24,8	1989	34,5	27,5
1973	37,7	30,1	1990	44,0	35,1
1974	49,4	39,4	1991	52,3	41,7
1975	28,2	22,5	1992	83,1	66,3
1976	25,3	20,2	1993	55,0	43,9
1977	30,7	24,5	1994	41,1	32,8
1978	39,4	31,5	1995	39,4	31,4
1979	55,2	44,1	1996	23,2	18,5
1980	49,6	39,6	1997	25,6	20,4
1981	46,2	36,9	1998	16,9	13,5
1982	59,8	47,7	1999	19,6	15,7
1983	66,9	53,4	2000	27,8	22,2
1984	36,9	29,5	2001	21,5	17,2
1985	43,9	35,1	2002	19,4	15,5
1986	27,6	22,0	2003	37,8	30,2
1987	23,5	18,7	2004	49,4	39,4
1988	38,5	30,8	2005	24,8	19,8

A Tabela 15 e a Figura 35 apresentam a distribuição de frequência dessas vazões, amostral (empírica) e o ajuste para Weibull, conforme já explicado no capítulo 2. Foi utilizada planilha em programa Excel diponibilizado pela PCE engenharia.

[58] $Q_{7,10}$ – vazão média mínima observada durante um intervalo de tempo de 7 (sete) dias consecutivos ao longo de um 1 (um) ano e tempo de retorno de 10 (dez) anos.

Tabela 15 – Constantes de distribuição de Weibull – UHE Batalha

Ano	UHE Batalha	Ano	UHE Batalha
1,0625	51,8	1,8	30,4
1,125	46,1	1,9	29,5
1,25	40,2	2	28,7
1,3	38,6	5	20,1
1,4	36,1	**10**	**16,8**
1,5	34,3	20	14,8
1,6	32,7	50	13,3
1,7	31,5	100	12,5

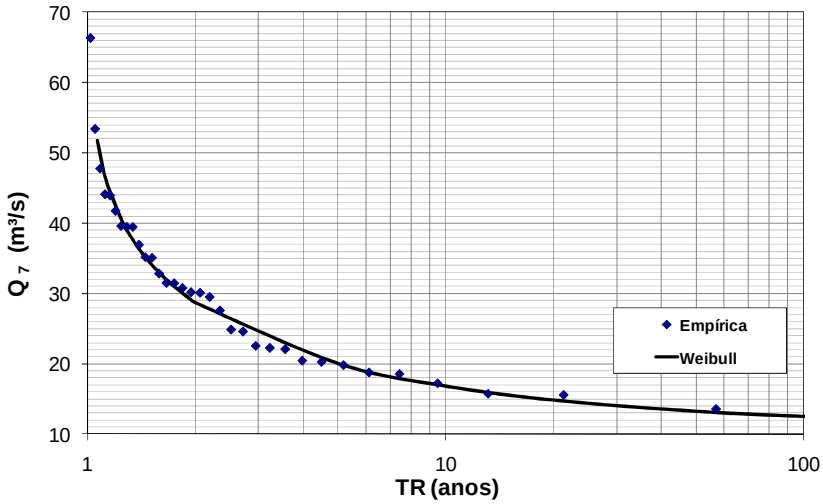


Figura 35 – Estudo de frequência de vazões mínimas na UHE Batalha no rio São Marcos.

Conforme se observa na Tabela 15 e na Figura 35 o valor calculado para a $Q_{7,10}$ é 16,8 m^3/s.

3.4.4. Método de Tennant

3.4.4.1. PCH Santa Gabriela

No método de Tennant as vazões ecológicas são estimadas com base na relação percentual entre valores da vazão média anual para estágios do rio, em período úmido e seco, conforme apresentado no capítulo 2. Na Tabela 10 são apresentados os valores das vazões estimados pelo método de Tennant. A vazão média anual para a PCH Santa Gabriela é 74,4 m^3/s.

Tabela 16 – Definição de vazões ecológicas determinadas pelo método Tennant para a PCH Santa Gabriela

Condição do rio	Vazão recomendada - m^3/s (percentagem em relação à vazão média anual)	
	Período úmido	Período seco
Máxima ou lavagem	148,8 (200%)	
Faixa ótima	44,6 - 74,4 (60% - 100%)	
Excelente	44,6 (60%)	29,8 (40%)
Muito boa	37,2 (50%)	22,3 (30%)
Boa	29,8 (40%)	14,9 (20%)
Baixa ou degradante	22,3 (30%)	7,44 (10%)
Pobre ou mínima	7,44 (10%)	7,44 (10%)
Degradação elevada	0 - 7,44 (0% - 10%)	

Na literatura Tennant (1976, apud PBH do rio Sado, 1999), capítulo 2, supõe-se um valor igual a 30% da vazão (nesse caso 22,3 m^3/s) média histórica anual, garanta condições satisfatórias de profundidade, larguras e velocidades do rio para a sobrevivência das espécies de vida aquática, 10% (nesse caso 7,44 m^3/s) é a vazão instantânea mínima, por um curto intervalo de tempo (não é citado o quanto), que permite condições mínimas de habitat necessárias à sobrevivência da maior parte das espécies aquáticas.

Entretanto, para efeito de cálculo foram adotadas as sugestões indicadas por Fraser (1976, apud Jowet, 1997) e utilizadas por Farias Júnior (2006), na qual as porcentagens elaboradas por Tennant são as mesmas, porém aplicadas para a vazão média estimada em cada mês e não para a vazão média anual, visando garantir vazões sazonais, para representar um regime de escoamento natural. A Tabela 17 apresenta os valores encontrados pelo método Tennant segundo o critério de obtenção de valores de 30% das vazões médias mensais.

Tabela 17 – Definição de vazões ecológicas determinadas pelo método Tennant aplicadas para a vazão média mensal na PCH Santa Gabriela

Método	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Tennant	25,5	26,8	27,0	24,4	22,0	20,6	19,4	18,6	19,1	19,3	21,5	23,8

3.4.4.2. UHE Batalha

Conforme explicado no item anterior, as vazões ecológicas são estimadas com base na relação percentual entre valores da vazão média anual para estágios do rio, em período úmido e seco, conforme apresentado no capítulo 2. Na Tabela 18 são apresentados os valores das

vazões estimados pelo método de Tennant. A vazão média anual para a UHE Batalha é 112 m^3/s.

Tabela 18 – Definição de vazões ecológicas determinadas pelo método Tennant para a UHE Batalha

Condição do rio	Vazão recomendada – m^3/s (percentagem em relação à vazão média anual)	
	Período úmido	Período seco
Máxima ou lavagem	224 (200%)	
Faixa ótima	67,8 - 112 (60% - 100%)	
Excelente	67,2 (60%)	44,8 (40%)
Muito bom	56,0 (50%)	33,6 (30%)
Bom	44,8 (40%)	22,4 (20%)
Baixa ou degradante	33,6 (30%)	11,2 (10%)
Pobre ou mínima	11,2 (10%)	11,2 (10%)
Degradação elevada	0 - 11,2 (0% - 10%)	

Assim, para efeito de cálculo também foram adotadas as sugestões indicadas por Fraser (1976, apud Jowet, 1997) e utilizadas por Farias Júnior (2006), na qual a Tabela 19 apresenta os valores estimados pelo método Tennant segundo o critério de obtenção de valores baseados em 30% das vazões médias mensais.

Tabela 19 – Definição de vazões ecológicas determinadas pelo método Tennant aplicadas para a vazão média mensal na UHE Batalha

Método	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Tennant	60,0	57,9	57,9	46,5	30,6	23,1	18,1	14,5	12,7	13,2	23,8	46,2

3.4.5. Método de Texas

3.4.5.1. PCH Santa Gabriela

Para os cálculos foram utilizados os dados de vazões médias diárias de todos os anos entre 1977 e 2004 mesmo que a quantidade de dados não tenha sido a mesma para todos os anos. Apenas foram descartados os meses que não estavam completos. Foi constatado que agosto é o mês de vazões mais baixas na série adotada e o do método também, não havendo necessidade de adaptação das equações.

Foram calculados os valores de R (índice hidrológico) para cada mês, valor esse que reflete a relação entre as condições hidrológicas e as necessidades biológicas dos peixes, através da relação entre a mediana do mês com a mediana mensal mínima. Observou-se que para os meses de janeiro a junho, setembro, novembro e dezembro a equação mensal não era válida pois, o R calculado encontrava-se fora do intervalo de validade (capítulo 2, Tabela 6). Sendo assim optou-se por utilizar a equação elaborada para todos os meses que se encontrava dentro do intervalo aceito, multiplicando-se então o resultado (Pi) obtido, pela mediana mensal (MMi) encontrando as vazões ecológicas para cada mês, mostradas na Tabela 20.

Tabela 20 – Vazões ecológicas determinadas pelo método Texas para a PCH Santa Gabriela

Método	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Texas	24,9	25,4	25,6	24,7	23,7	23,3	22,9	22,5	22,7	22,7	23,4	24,6

3.4.5.2. UHE Batalha

Para os cálculos foram utilizados os dados de vazões médias diárias de todos os anos entre 1972 e 2006 mesmo que a quantidade de dados não tenha sido a mesma para todos os anos. Apenas foram descartados os meses que não estavam completos. Foi constatado que setembro é o mês de vazões mais baixas na série adotada e no método é o mês de agosto, havendo necessidade de adaptação, sendo assim as equações foram transladadas.

Conforme explicado no item anterior, foram calculados os valores de R para cada mês. Observou-se que para os meses de fevereiro, maio e junho a equação mensal não era válida pois, o R calculado encontrava-se fora do intervalo de validade (capítulo 2, Tabela 6), utilizando-se então, novamente, a equação elaborada para todos os meses que se encontrava dentro do intervalo aceito, multiplicando-se então o resultado (Pi) obtido, pela Mediana Mensal (MMi) encontrando as vazões ecológicas para mês, mostradas na Tabela 21.

Tabela 21 – Vazões ecológicas determinadas pelo método Texas para a UHE Batalha

Método	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Texas	26,9	25,7	26,4	24,3	20,6	18,3	16,8	15,5	14,4	14,4	16,6	22,4

3.4.6. Método da Vazão Base ou das Médias Móveis

3.4.6.1. PCH santa Gabriela

O método fundamenta-se na determinação do valor da vazão base através do cálculo de médias móveis em intervalos de amplitude crescente, até um máximo de 100 valores, obtidas pela série de vazões médias diárias dos anos considerados, até um máximo de 10 anos

Para os cálculos foram utilizados os últimos 8 anos (1996 a 2003), pois nos anos anteriores (1995 e 1994) existem muitas falhas. Salienta-se que segundo Palau e Alcazar (1996, apud PBH do rio Sado, 1999) a variabilidade da vazão calculada para as séries com número crescente de anos estabiliza com amostras de dados entre 6 a 8 anos.

Após a determinação da vazão base (detalhada no capítulo 2), aplica-se, segundo Marmelo (2007) e Portela (2007), um "fator de variabilidade', que visa adaptar o regime de vazão modificando as tendências do regime de vazão original, afim de se obter a vazão de manutenção entendida aqui como vazão ecológica.

Existem poucas falhas nos anos de 1998 (2 dias) e 1999 (3 dias), e observou-se que essas não influenciam nos resultados. A vazão base encontrada foi de 63,5 m³/s. Foram calculados os fatores de variabilidade temporal e encontrados os valores de vazão ecológica para cada mês, representadas na Tabela 22.

Tabela 22 – Vazões ecológicas determinadas pelo método Vazão Base para a PCH Santa Gabriela

Método	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Vazão Base	72,9	74,8	77,2	72,0	67,9	66,3	64,4	63,5	64,9	65,7	69,3	71,5

Observa-se que esses valores representam entre 83,7% (fevereiro) a 103% (agosto) das vazões médias mensais, descritas na Tabela 7 – Resumo da série de vazões médias mensais afluentes a PCH Santa Gabriela.

3.4.6.2. UHE Batalha

Para os cálculos foram utilizados os últimos 10 anos de dados (1996 a 2005), da série de vazões adotada.

Existem poucas falhas nos anos de 1997, 1998 e 1999 que não interferem no resultado. A vazão base encontrada foi de 22,8 m³/s. Foram calculados os fatores de variabilidade temporal e encontrados os valores de vazão ecológica para cada mês, representadas na Tabela 23.

Tabela 23 – Vazões ecológicas determinadas pelo método Vazão Base para a UHE Batalha

Método	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Vazão Base	51,5	52,8	57,0	48,3	37,6	32,9	27,9	25,6	24,4	22,8	30,5	47,8

Observa-se que esses valores representam entre 25,7% (janeiro) a 57,6% (setembro) das vazões médias mensais, descritas na Tabela 8 – Resumo da Série de Vazões Médias Mensais Afluentes a UHE Batalha.

3.4.7. Perímetro Molhado

3.4.7.1. PCH Santa Gabriela

As vazões foram determinadas através de curva-chave existente no projeto básico, e foram feitas as devidas associações aos valores de perímetro molhado. A Figura 36 mostra a curva-chave juntamente com a seção e a Figura 37 a aplicação do método do perímetro molhado.

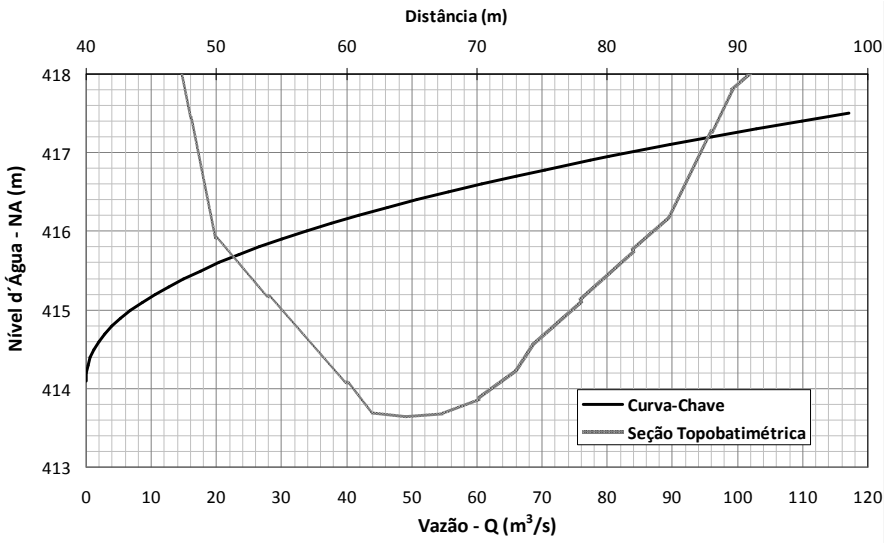


Figura 36 – Seção topobatimétrica e curva-chave do canal de fuga da PCH Santa Gabriela – rio Correntes

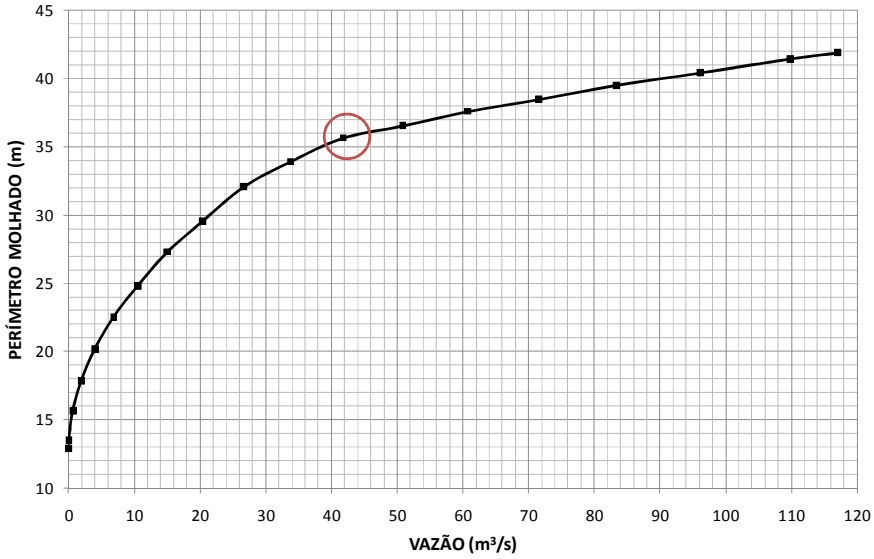


Figura 37 – Vazão x perímetro molhado da seção do canal de fuga da PCH Santa Gabriela

Para o trecho de vazão reduzida, foi adotada a seção transversal próxima ao local do canal de fuga, já que não estavam disponíveis levantamentos topobatimétricos da calha fluvial e das margens no trecho de vazão reduzida.

A vazão ecológica é aquela onde se observa geometricamente o ponto de inflexão na curva ("ponto de quebra"), conforme assinalado na Figura 37. Nota-se que o valor de vazão ecológica é bem definido, e corresponde a 41,8 m^3/s, e nível d'água de 416,2 m (Figura 36).

3.4.7.2. UHE Batalha

A Figura 38 mostra a curva-chave juntamente com a seção e a Figura 39 a aplicação do método do perímetro molhado.

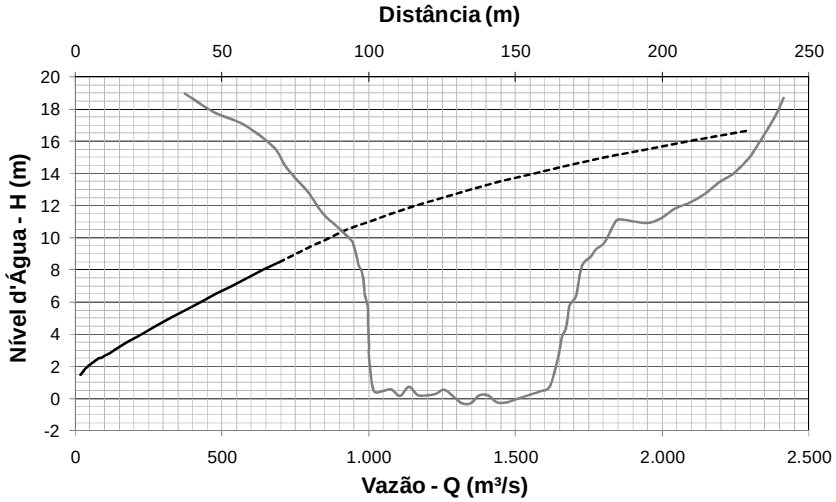


Figura 38 – Seção topobatimétrica e curva-chave do canal de fuga da UHE Batalha – rio São Marcos

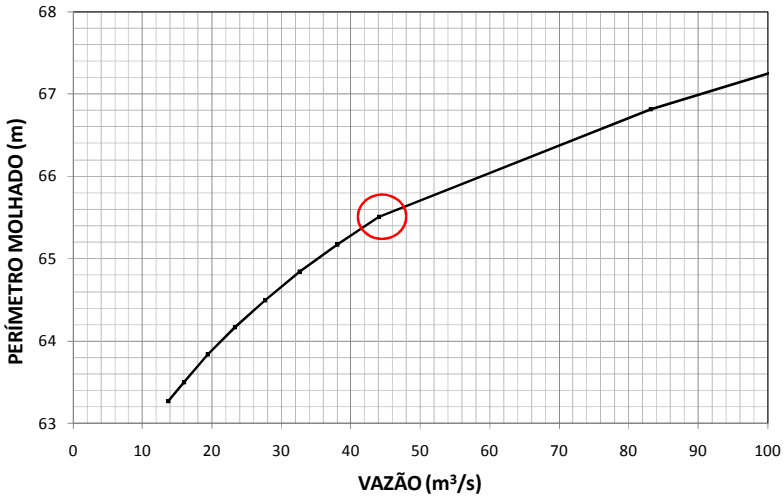


Figura 39 – Vazão x perímetro molhado da seção do canal de fuga da UHE Batalha

Novamente foi adotada a seção transversal no local do canal de fuga, tendo em vista sua disponibilidade.

Nota-se o valor de vazão ecológica é bem definido, representado pelo ponto de inflexão da curva (“ponto de quebra”), assinalado na Figura 38, correspondente a 44,0 m^3/s, e nível d’água de 2,0 m (Figura 39).

3.5. Análise e discussão dos resultados

A representação de um único valor fixo para a vazão ecológica ao longo do ano não condiz com a realidade do regime hidrológico natural. Estudos atuais apontam para um

hidrograma ecológico, que representa a variação das vazões entre os meses de estiagem e cheia.

Sendo assim procurou-se dar ênfase ao estudo de forma que os métodos exibissem essa sazonalidade, embora exista uma limitação, pois foram utilizados apenas métodos hidrológicos (Curva de Permanência, Vazão Mínima Anual de 7 dias e Tempo de Recorrência de 10 anos – $Q_{7,10}$, Tennant, Texas e Vazão Base) e método hidráulico (Perímetro Molhado), devido à disponibilidade de dados e recursos existentes.

Constam na literatura nacional e internacional, outros métodos hidrológicos, tais como, Hope, Arkansas, Nova Inglaterra ou Aquatic Base Flow (ABF), Northern Great Plains Resource Program (NGPRP), e métodos hidráulicos, como o Colorado ou da Região 2 do United States Fish and Wildlife Service (USFWS), Idaho, Região 4 do USFWS, e ainda outros métodos que para definição podem ser consultados em Farias Júnior (2006).

3.5.1. PCH Santa Gabriela

A Tabela 24 apresenta o resumo dos valores de vazões estimadas pelos critérios e considerações discriminadas no item 3.3 – Estudo das vazões remanescentes e ecológicas, visto que o empreendimento localiza-se na divisa dos estados de Mato Grosso (que possui Legislação específica) e Mato Grosso do Sul e vazões obtidas de acordo com os métodos aplicados no item 3.4 – Determinação das vazões de referência (remanescentes e ecológicas) e também as vazões médias mensais e vazões médias diárias mínimas históricas para cada mês. As informações foram geradas para o local da PCH Santa Gabriela, pela adoção da transferência de vazões por relação área de drenagem com o posto fluviométrico Estrada BR-163. A Figura 40 mostra a representação gráfica respectiva.

Tabela 24 – Vazões remanescentes e ecológicas determinadas para a PCH Santa Gabriela

Critério/Método	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Vazão Remanescente Trecho de Vazão Reduzida (Res. ANA, nº 422)	5,42	5,42	5,42	5,42	5,42	5,42	5,42	5,42	5,42	5,42	5,42	5,42
(0,10 x Q_{90}) anual (Legisl. AL, CE, PB, RN e SE)	5,77	5,77	5,77	5,77	5,77	5,77	5,77	5,77	5,77	5,77	5,77	5,77
(0,10 x Q_{90}) mensal	7,02	7,46	7,46	6,94	6,44	6,05	5,58	5,49	5,49	5,30	5,86	6,24
(0,50 x Q_{95}) anual (Legisl. GO)	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5
(0,50 x Q_{95}) mensal	33,7	35,7	33,7	33,2	31,7	29,3	27,5	27,0	26,5	26,1	28,9	29,8
(0,50 x $Q_{7,10}$) - (Legisl. RJ, SP)	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2
0,10 x Vazão Média Mensal (Legisl. MT)	8,51	8,94	8,99	8,12	7,32	6,87	6,46	6,19	6,38	6,43	7,18	7,92
Tennant	25,5	26,8	27,0	24,4	22,0	20,6	19,4	18,6	19,1	19,3	21,5	23,8
Texas	24,9	25,4	25,6	24,7	23,7	23,3	22,9	22,5	22,7	22,7	23,4	24,6
Vazão Base	72,9	74,8	77,2	72,0	67,9	66,3	64,4	63,5	64,9	65,7	69,3	71,5
Perímetro Molhado	41,8	41,8	41,8	41,8	41,8	41,8	41,8	41,8	41,8	41,8	41,8	41,8
Vazão Média Diária Mínima Histórica	60,5	58,6	46,9	55,8	56,7	54,0	52,1	52,1	51,3	49,5	50,4	54,9
Vazão Média Mensal	85,1	89,4	89,9	81,2	73,2	68,7	64,6	61,9	63,8	64,3	71,8	79,2

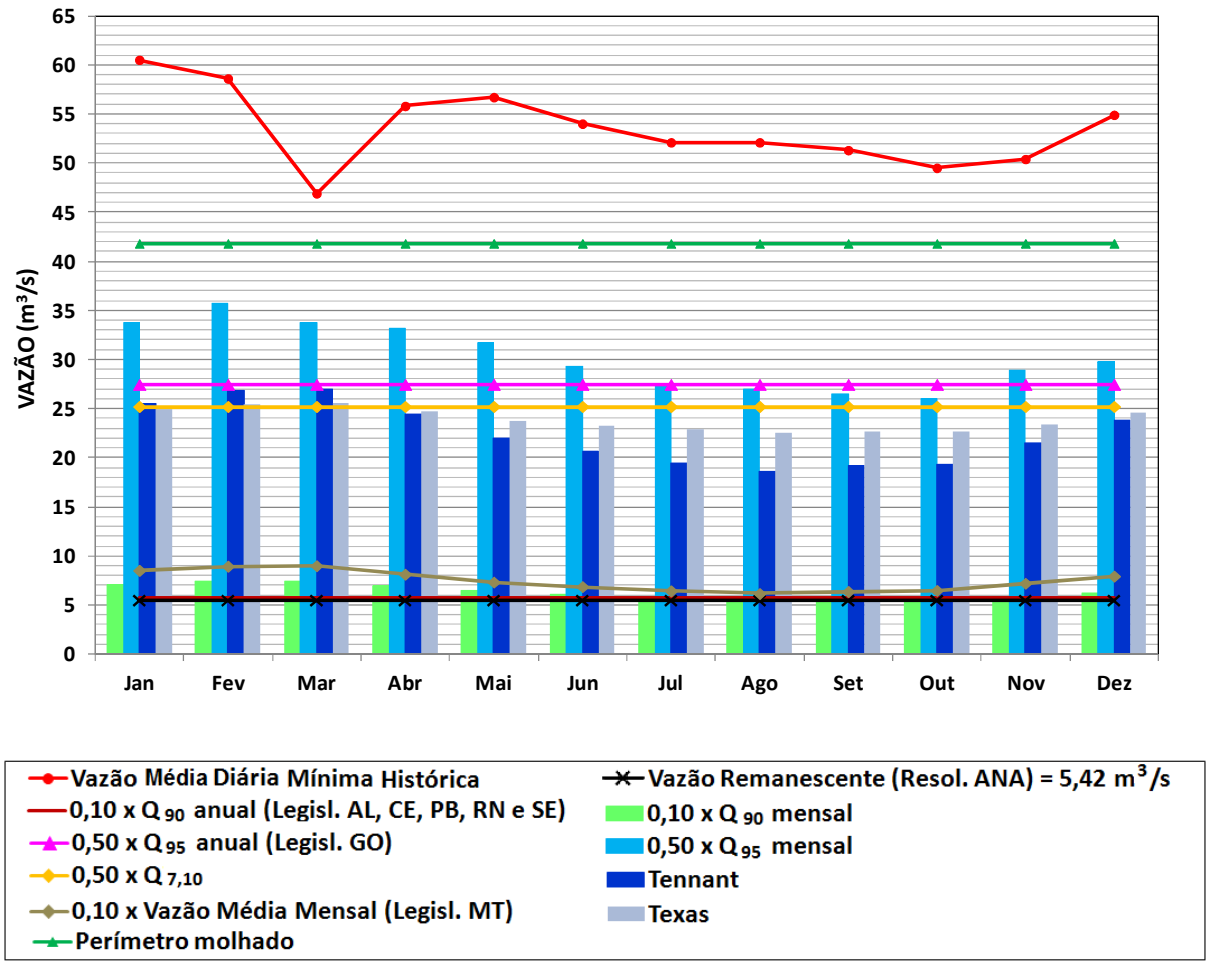


Figura 40 – Representação gráfica das vazões remanescentes e ecológicas na PCH Santa Gabriela

A Resolução da ANA n° 422/2003, constante no Anexo B, define para a PCH Santa Gabriela: (*i*) vazão mínima remanescente na fase de enchimento: 24,70 m^3/s e no; (*ii*) trecho entre a barragem e a casa de força (trecho de vazão reduzida – TVR): 5,42 m^3/s.

Sendo assim, foram comparadas as vazões estimadas pelos critérios adotados nos métodos utilizados e as vazões definidas pela Resolução da ANA.

De forma que não prejudicasse a análise gráfica das vazões mínimas para estudo, não foram incluídos na Figura 40 – Representação gráfica das vazões remanescentes e ecológicas na PCH Santa Gabriela os valores das vazões médias mensais (constantes na Tabela 24) e do método vazão base, pois, esses últimos representam entre 83,7 % (fevereiro) a 103% (agosto) das vazões médias mensais. Esse método demonstrou valores muito próximos da média mensal e foi considerado conservador, pois, representa um valor elevado.

Vale ressaltar que todos os critérios empregados, exceto o vazão base, estimaram vazões menores do que as encontradas para as vazões médias diárias mínimas mensais e as vazões médias diárias mínimas históricas.

O enchimento do reservatório foi realizado em apenas um dia, no mês de maio de 2009, dessa forma não foi representado no gráfico. Mas, observa-se que o critério de 0,5 x $Q_{7,10}$ (25,2 m^3/s) e o método Texas (23,7 m^3/s) podem justificar o valor de vazão definido pela resolução (24,7 m^3/s) pois, foram estimadas vazões semelhantes. O critério de (0,5 x $Q_{7,10}$) é utilizado conforme Legislação nos Estados Rio de Janeiro e São Paulo.

Para o trecho de vazão reduzida, os valores que mais se aproximam da vazão definida na Resolução (5,42 m^3/s), foram estimados pelo método da curva de permanência de vazões (Q_{90}), elaborados através do critério (0,10 x Q_{90}) – base anual (5,77 m^3/s), utilizado pela Legislação nos estados Alagoas, Ceará, Paraíba, Rio Grande do Norte e Sergipe.

Entretanto, no estudo, foi incluída a consideração de vazões variáveis para cada mês, e adotaram-se também valores estimados por (0,10 x Q_{90}) – base mensal, e que representam a sazonalidade das vazões do rio. Essas vazões variam entre 7,46 m^3/s (fevereiro e março) e 5,30 m^3/s (outubro), mês de estiagem, valor estimado semelhante ao adotado na Resolução.

Critério que também representa a variação de vazões ao longo do tempo é a utilização de 10% das vazões médias mensais (0,10 x Q_{MM}), da legislação de Mato Grosso, que estimou vazões entre 8,99 m^3/s (março) e 6,19 m^3/s (agosto), vazões próximas ao estudo 0,10 x Q_{90}.

A vazão obtida pelo critério de (0,50 x Q_{95}) com base anual é 27,5 m^3/s e para base mensal variam entre 35,7 m^3/s (fevereiro) e 26,1 m^3/s (outubro) representam, aproximadamente, resultados cinco vezes maiores em relação ao definido pela Resolução

(5,42 m^3/s) no trecho de vazão reduzida. O critério de (0,50 x $Q_{95anual}$) é utilizado pela Legislação no estado de Goiás, limítrofe ao empreendimento.

Foram estimadas vazões muito próximas para os métodos Texas e Tennant. O método Tennant utilizado é baseado em vazões correspondentes a 30% da vazão média mensal, e não anual como prevê o método original, que representam condições satisfatórias para a sobrevivência das espécies aquáticas enquanto o método Texas aponta valores relacionados com a mediana das vazões médias diárias. As vazões são, em geral, quatro vezes maiores em relação a vazão remanescente no trecho de vazão reduzida (5,42 m^3/s). Para o método Texas as vazões flutuam entre 25,6 m^3/s (março) e 22,5 m^3/s (agosto) e para Tennant são 27,0 m^3/s (março) e 18,6 m^3/s (agosto).

Para o método do perímetro molhado é estimada a vazão de 41,8 m^3/s que representa vazão cinco vezes maior em relação a definida pela Resolução (5,42 m^3/s) no trecho de vazão reduzida. Esse método estimou valores muito maiores em relação aos outros adotados. Sugere-se uma avaliação, levando-se em consideração outras seções topobatimétricas elaboradas através de levantamentos de campo, no trecho de vazão reduzida, para a análise de comportamento e melhor definição do ponto de inflexão.

3.5.2. UHE Batalha

A Tabela 25 apresenta o resumo dos valores de vazões estimadas pelos critérios e considerações discriminadas no item 3.3 – Estudo das vazões remanescentes e ecológicas, visto que o empreendimento localiza-se na divisa dos estados Goiás e Minas Gerais e estes, possuem Legislação específica e vazões obtidas de acordo com os métodos aplicados no item 3.4 – Determinação das vazões de referência (remanescentes e ecológicas) e também as vazões médias mensais e vazões médias diárias mínimas históricas para cada mês. As informações foram geradas para o local da UHE Batalha, pela adoção da transferência de vazões do posto fluviométrico Campo Alegre de Goiás. A Figura 41 mostra a representação gráfica respectiva.

Tabela 25 – Vazões remanescentes e ecológicas determinadas para a UHE Batalha

Critério/Método	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Vazão Remanescente Enchimento (Res. ANA, nº 364)	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4
Vazão Remanescente Operação (Res. ANA, nº 364)	30,1	30,1	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	30,1	30,1
(0,50 x Q_{95}) anual (Legisl. GO)	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3
(0,50 x Q_{95}) mensal	40,3	34,7	43,9	36,0	26,8	20,5	14,7	12,0	10,2	9,55	14,3	24,3
(0,50 x $Q_{7,10}$) - (Legisl. RJ, SP)	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40
(0,70 x $Q_{7,10}$) - (Legisl. MG)	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8
Tennant	60,0	57,9	57,9	46,5	30,6	23,1	18,1	14,5	12,7	13,2	23,8	46,2
Texas	26,9	25,7	26,4	24,3	20,6	18,3	16,8	15,5	14,4	14,4	16,6	22,4
Vazão Base	51,5	52,8	57,0	48,3	37,6	32,9	27,9	25,6	24,4	22,8	30,5	47,8
Perímetro Molhado	44,0	44,0	44,0	44,0	44,0	44,0	44,0	44,0	44,0	44,0	44,0	44,0
Vazão Média Diária Mínima Histórica	54,1	45,8	53,6	52,1	42,1	31,2	22,5	16,9	14,9	13,7	18,8	15,2
Vazão Média Mensal	200	193	193	155	102	77,1	60,4	48,3	42,3	44,1	79,2	154

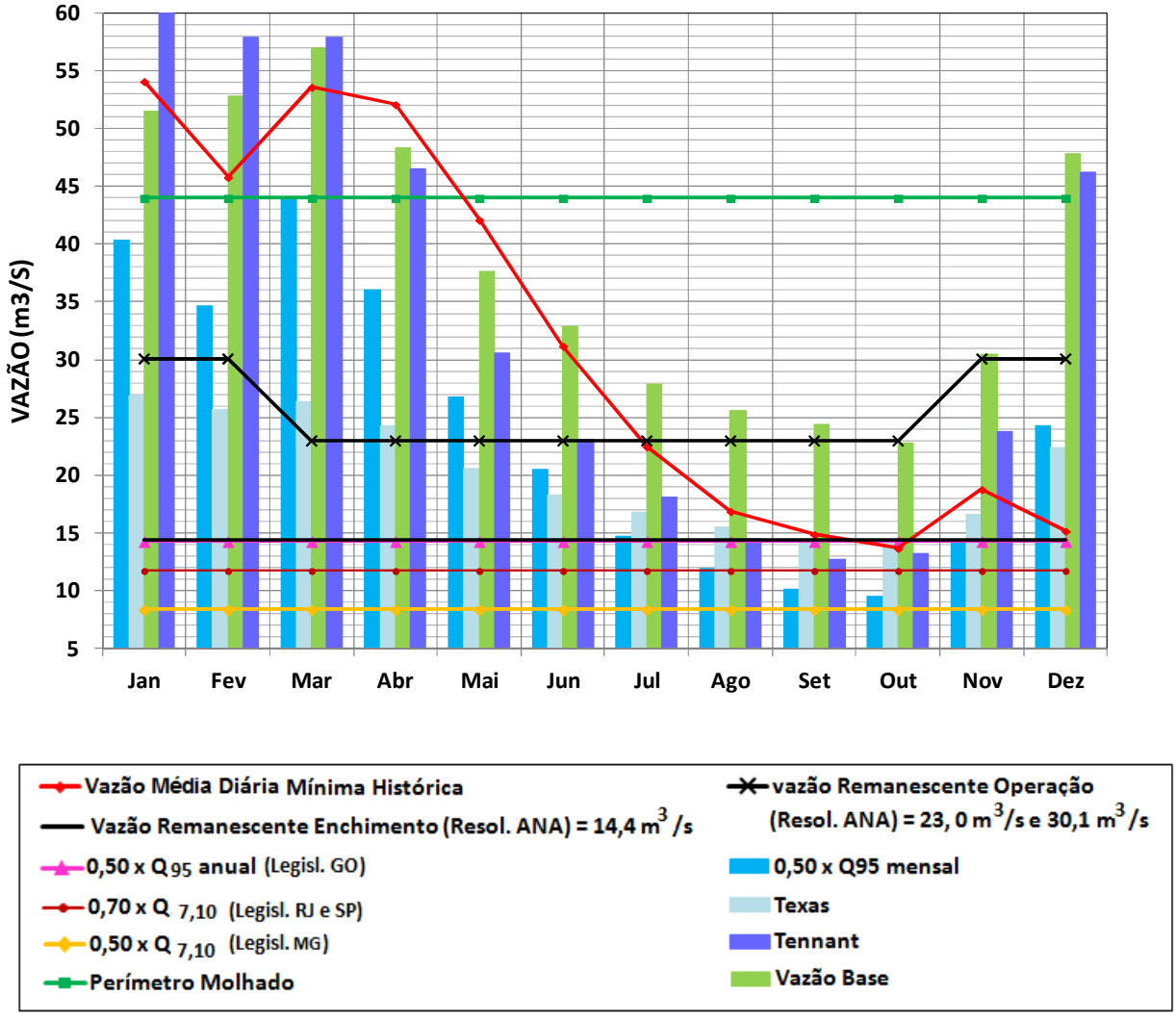


Figura 41 – Representação gráfica das vazões remanescentes e ecológicas na UHE Batalha

A Resolução da ANA, nº 364/2005, constante no anexo C, define para a UHE Batalha: (*i*) Vazão mínima remanescente na fase de enchimento: 14,4 m^3/s e na; (*ii*) fase de operação 30,1 m^3/s no período de piracema, e 23,0 m^3/s, fora do período de piracema.

Para esse estudo foi considerada como época de piracema o período entre novembro a fevereiro, conforme Portaria n°197/2009 do Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais.

Sendo assim, foram comparados os valores estimados pelos critérios adotados nos métodos utilizados e os valores definidos pela Resolução da ANA.

De forma que não prejudicasse a análise gráfica das vazões mínimas para estudo, não foram incluídos na Figura 41 – Representação gráfica das vazões remanescentes e ecológicas na UHE Batalha, os valores das vazões médias mensais (constantes na Tabela 21). Vale ressaltar que todos os critérios empregados estimaram vazões menores do que as médias mensais.

Para a comparação das vazões obtidas pelos métodos de cálculo de vazão remanescente e ecológica na fase de enchimento, o valor definido pela Resolução (14,4 m^3/s) foi considerado em todos os meses, tendo em vista a falta de conhecimento em relação a quando vai iniciar o enchimento do reservatório. No projeto básico, foram realizadas simulações para cada início de mês que determinam a quantidade de dias para o enchimento. A melhor situação considerando um ano médio é o início do enchimento em dezembro, tendo o funcionamento da válvula dispersora (dispositivo de vazão remanescente) por 1,5 mês e a pior situação inicia em abril como funcionamento da válvula dispersora por 3 meses.

Para a fase de enchimento da usina, observa-se que o critério de (0,5 x $Q_{95anual}$) correspondente 14,5 m^3/s, pode justificar o valor de vazão remanescente definido pela resolução ANA (14,3 m^3/s) em todos os meses. Esse critério é utilizado na Legislação do Estado Goiás. Entretanto este método desconsidera a sazonalidade das vazões. Além disso, os critérios de (0,5 x $Q_{7,10}$) e (0,7 x $Q_{7,10}$) estimaram vazões menores, 8,40 m^3/s e 11,8 m^3/s respectivamente.

Os valores estimados por (0,50 x Q_{95}) – base mensal, representam vazões sazonais no rio e que variam entre 43,9 m^3/s (março) e 9,55 m^3/s (outubro), mês de estiagem, valor estimado inferior ao adotado na Resolução.

O critério adotado para (0,5 x $Q_{7,10}$), que é 8,40m^3/s representa 58% da vazão definida pela Resolução (14,4 m^3/s) na fase de enchimento, enquanto o método do perímetro molhado (44,0 m^3/s) é superior em mais de 300%, valor esse elevado se comparado aos outros métodos, o que sugere uma análise de outras seções topobatimétricas na região de estudo.

Considerando os demais métodos, como mostrado no gráfico da Figura 41, o vazão base apresenta variações de vazões superiores a Resolução (14,4 m^3/s), em todos os meses, e que variam entre 57,0 m^3/s (março) e 22,8 m^3/s (outubro). Os métodos Tennant e Texas demonstram variações superiores (entre dezembro e agosto) e inferiores (entre setembro e outubro), pois levam em consideração vazões sazonais para cada mês. As vazões do método Tennant flutuam entre 60,0 m^3/s (janeiro) e 12,7 m^3/s (setembro) e Texas entre 26,9 m^3/s (janeiro) e 14,4 m^3/s (setembro/outubro).

Para a fase de operação nenhum critério se mostrou semelhante ao definido na Resolução da ANA (30,1 m^3/s no período de piracema, e 23,0 m^3/s, fora desse período). As vazões remanescentes foram definidas de acordo com critério de transferência por área de drenagem das vazões remanescentes da UHE Emborcação. Cabe salientar que tal usina se localiza no rio Paranaíba do qual o rio São Marcos, objeto de estudo é afluente.

Na fase de operação o critério de 0,50 x $Q_{95\ anual}$ (14,3 m^3/s), que pode justificar a vazão remanescente definida na fase de enchimento (14,5 m^3/s) representa aproximadamente 49% e 63% das vazões adotadas pela Resolução na época de piracema (30,1 m^3/s) e fora da piracema (23 m^3/s), respectivamente. Enquanto o método do perímetro molhado (44,0 m^3/s) é 46% maior no período de piracema e 92% maior fora do período de piracema.

Sugere-se entender qual a repercussão no ecossistema gerado pelo conceito de transferência de vazões remanescentes, utilizado na UHE Batalha, visto que para um intervalo de vazões mínimas, essas, são influenciadas por diversos parâmetros existentes na bacia hidrográfica, geomorfologia do rio, comportamento da água subterrânea, geologia local, uso e ocupação do solo, precipitação média diária, entre outros.

4. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho compreendeu um estudo sobre a análise de critérios para a vazão remanescente em projetos de usinas hidrelétricas que envolveu a discussão do tema no âmbito da gestão dos recursos hídricos.

Evidenciou-se a demanda crescente por energia elétrica, relacionada principalmente a fatores como aumento populacional e desenvolvimento econômico, em consequência da expansão nos setores agropecuários, transportes, alimentos, comércios e nas atividades industriais e residenciais.

Constatada a importância e a necessidade de construção de novos empreendimentos, vislumbra-se também a necessidade da urgência dos estudos que garantam a disponibilidade hídrica e a introdução de medidas que respeitam o meio ambiente e os recursos hídricos com foco a jusante do barramento e a consequente determinação dos valores de vazão remanescente e ecológica, utilizando-se para isso um conjunto de documentos publicados e estudo de diversos tipos de metodologias existentes.

A dissertação foi desenvolvida no contexto dos estudos hidrológicos necessários aos empreendimentos hidrelétricos, com base em dois estudos de caso: *PCH Santa Gabriela e UHE Batalha*.

Dessa forma, para a análise e contribuição foram utilizadas e compiladas diversas informações baseadas em documentos específicos, alguns restritivos, outros, mais abrangentes, Portarias, Decretos, Resoluções, Manual, Lista de Discussão e estudos publicados a saber:

- Portaria nº 125/84 do DNAEE, atual ANEEL, para aprovação de projetos de geração hidrelétrica, estipulava o valor para a vazão remanescente em todos os meses (igual ou superior a 80% da vazão mínima média mensal);
- Portarias, Decretos e Resoluções: vazões máximas outorgáveis, definidas pelos órgãos gestores brasileiros embasados em valores percentuais de vazão de referência, geralmente, vazões mínimas ($Q_{7,10}$), curva de permanência (Q_{90} ou Q_{95}), que implicam ou determinam a vazão remanescente;
- Resolução da ANA, nº 422, de 02/12/2003, constante no Anexo B, define para a PCH Santa Gabriela: (*i*) vazão mínima remanescente na fase de enchimento: 24,70 m^3/s e

no; (*ii*) trecho entre a barragem e a casa de força (trecho de vazão reduzida – TVR): 5,42 m^3/s;

- Resolução da ANA, nº 364, de 29/08/2005, constante no Anexo C, define para a UHE Batalha: (*i*) vazão mínima remanescente na fase de enchimento: 14,4 m^3/s e na; (*ii*) fase de operação 30,1 m^3/s no período de piracema, e 23,0 m^3/s, fora do período de piracema;
- Manual de Disponibilidade Hídrica para Aproveitamentos Hidrelétricos, elaborado pela ANA, em julho de 2009. Objetiva a padronização dos estudos de disponibilidade hídrica e a facilitação da análise e tramitação de processos, para rios federais;
- Resolução Conjunta n° 03, elaborado pela ANA/ANEEL, em outubro de 2010, que especifica a obrigação pelas concessionárias de geração de energia hidrelétrica para a instalação, operação e manutenção de estações hidrométricas tanto a montante quanto a jusante das usinas hidrelétricas, visando ao monitoramento;
- Proposta de Resolução que se encontra em elaboração pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos, que visa estabelecer diretrizes gerais para a definição de vazões mínimas remanescentes;
- Exemplos recentes sobre a temática vazões ecológicas em aproveitamentos no Brasil, como por exemplo: Lista de Discussão da Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH) no sítio do Yahoo (2009); o AHE Belo Monte (2010), que mostra os valores de vazão para o "hidrograma ecológico de consenso" definido no Estudo de Impacto Ambiental; o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (2004-2014), que especifica a adoção provisória da vazão ecológica e descreve como prioridade a elaboração de estudos para a confirmação dessa vazão e a possível definição de um regime de vazões que represente variações sazonais para a manutenção da biodiversidade e do equilíbrio ambiental do rio São Francisco; e as Influências de Usinas Hidrelétricas no Funcionamento Hidro-Ecológico do Pantanal Mato-Grossense, Embrapa Pantanal (2009);
- Estudos publicados em relação à adoção de hidrograma-ecológico de forma que se represente a variação sazonal das vazões e consequentemente o regime hidrológico do curso hídrico (e.g. Collischon et al., 2005; Agra et al., 2007; Souza, 2009).

A análise dos documentos e estudos supracitados permite observar que muito embora o processo para licenciamento esteja cada vez mais exigente, a determinação da vazão ecológica é bastante complexa, sobre todos os aspectos, desde a obtenção e aplicação dos dados até a decisão do método mais adequado. O assunto requer uma reflexão mais profunda do que simplesmente se determinar um valor ou outro, pois, inclusive, em muitos casos, os critérios não incorporam qualquer informação biológica e/ou ecológica.

Identificou-se que, através de mudanças de políticas públicas e marcos legais associados, entre outros, é possível a incorporação de estudos para a determinação da vazão ecológica e remanescente. Esse objetivo pode ser alcançado, envolvendo o corpo técnico, os órgãos responsáveis pelos recursos hídricos e ambientais e possivelmente os usuários através de uma gestão participativa e a base de negociações. O Manual de Disponibilidade Hídrica para Aproveitamentos Hidrelétricos (ANA, 2009) prevê uma reunião técnica inicial obrigatória para a discussão dos estudos e projetos técnicos visando orientações por parte dos órgãos outorgantes em relação ao que deve ser feito pelo empreendedor. Com isso, vê-se também a necessidade de dados consubstanciados relativos aos regimes de operação dos aproveitamentos, que subsidiem a tomada de decisão.

Assim, nota-se que atualmente o assunto está sendo discutido de forma gradativa entre os órgãos responsáveis. As questões abordadas, ainda não têm uma definição clara pois os desafios são muitos, relacionados a implementação de metodologias, definição de vazões e integração entre setores, visando um enfoque ecossistêmico e da sustentabilidade considerando os múltiplos usos da água. Entretanto quanto a divulgação de projetos, experiências e práticas relevantes nas bacias hidrográficas se observa a contestação do conceito de determinação de vazões remanescentes e ecológicas baseadas em percentuais $Q_{90,}$ Q_{95}[59], $Q_{7,10}$[60] ou vazões médias mensais constantes na Legislação Brasileira.

No contexto dos estudos de caso foram analisados os critérios de vazão remanescente e ecológica na PCH Santa Gabriela, situada no rio Correntes, na divisa dos Estados Mato Grosso e Mato Grosso do Sul e, UHE Batalha localizada no rio São Marcos, entre os estados de Goiás e Minas Gerais. Os estudos exploraram a adoção de hipóteses baseadas em legislações específicas, utilizadas pelos órgãos gestores brasileiros, que estabelecem para vazões máximas outorgáveis, percentuais das vazões de referência a partir da curva de

[59] Q_{90} ou Q_{95} – método baseado na curva de permanência, a vazão de referência deve ser maior ou igual a 90% ou 95% do tempo da vazão correspondente para o período da série histórica analisada, diária ou mensal.
[60] $Q_{7,10}$ – vazão média mínima observada durante um intervalo de tempo de 7 (sete) dias consecutivos ao longo de um 1 (um) ano e tempo de retorno de 10 (dez) anos.

permanência Q_{90} ou Q_{95} ou da $Q_{7,10}$ e métodos citados na literatura para estudo da vazão ecológica, Tennant, Texas, Vazão Base ou das Médias Móveis (métodos hidrológicos) e perímetro molhado (método hidráulico). São expostas a seguir, algumas observações sobre a utilização dos dados disponíveis e a aplicação dos métodos utilizados, onde se encontraram vazões substancialmente diferenciadas entre os seis métodos empregados.

Para a PCH Santa Gabriela:

- Na fase de enchimento, o critério de 0,5 x $Q_{7,10}$ (25,2 m^3/s) e o método Texas (23,7 m^3/s) podem justificar o valor definido pela ANA na Resolução (24,7 m^3/s) pois foram estimados valores aproximados. O critério de 0,5 x $Q_{7,10}$ é utilizado conforme Legislação nos Estados Rio de Janeiro e São Paulo. O método Texas é desenvolvido a partir de equações calibradas para o estado do Texas (EUA), região semi-árida, com rios intermitentes;
- Na fase de operação, no trecho de vazão reduzida, os valores estimados que mais se aproximam da vazão definida na Resolução da ANA (5,42 m^3/s), foram encontrados pelo método da curva de permanência de vazões (Q_{90}) elaborados através do critério 0,10 x Q_{90} – base anual (5,77 m^3/s) e 0,10 x Q_{90} – base mensal, que representa a sazonalidade das vazões do rio. Esses valores variam entre 7,46 m^3/s (fevereiro e março) e 5,30 m^3/s (outubro), mês de estiagem. O critério de 0,10 x Q_{90} – base anual é utilizado pela Legislação nos estados Alagoas, Ceará, Paraíba, Rio Grande do Norte e Sergipe. Já o critério utilizado pela legislação do estado de Mato Grosso para trecho de vazão reduzida (10% das vazões médias mensais), estimou vazões entre 8,99 m^3/s (março) e 6,19 m^3/s (agosto), próximas as encontradas no estudo 0,10 x Q_{90} – base mensal.

Para a UHE Batalha:

- Na fase de enchimento, somente o critério 0, 50 x Q_{95} anual (14,5 m^3/s) justifica o valor definido pela Resolução da ANA para a vazão remanescente na fase de enchimento (14,4 m^3/s). Esse critério é utilizado pelo estado de Goiás. Enquanto os critérios adotado para (0,5 x $Q_{7,10}$) e (0,7 x $Q_{7,10}$), que são 8,40 m^3/s e 11,8 m^3/s representam 58% e 82% da vazão definida pela Resolução;

- Na fase de operação: Entretanto, a vazão definida na fase de operação (30,1 m^3/s no período de piracema, e 23,0 m^3/s fora do período de piracema), não foi validada por nenhum dos critérios adotados para os métodos estudados.

Em relação a ambos os aproveitamentos, os métodos Texas, Tennant, e Q_{95} (critério 0,50 x Q_{95} mensal) estimaram vazões sazonais de forma semelhante no comportamento e com valores próximos entre si. Para a PCH Santa Gabriela, embora representem valores de três a quatro vezes maiores ao definido pela Resolução da ANA para a fase de operação (5,42 m^3/s) adequando-se bem a realidade do valor definido para a fase remanescente (24,7 m^3/s). Sugere-se que essa semelhança esteja relacionada com os valores da série de vazões médias mensais que variam pouco, entre 52,5 m^3/s (out) e 107 m^3/s (jan/fev), motivo esse provavelmente que justifica também o método vazão base não ter se adequado a situação local. Enquanto para a UHE Batalha, os mesmos métodos Texas, Tennant, e Q_{95} (critério 0,50 x Q_{95} mensal) e vazão base variam com maior intensidade, entre os meses sugerindo como explicação a maior variação na série de vazões médias mensais adotada, entre 18,4 m^3/s (out) e 460 m^3/s (fev).

São destacadas a seguir algumas limitações e lacunas desse trabalho, que motivam sugestões para futuras investigações:

- Dificuldades inerentes a própria metodologia de pesquisa baseada em revisão bibliográfica através de estudos publicados, artigos técnicos-científicos, dissertações de mestrado, teses de doutorado, livros, manuais técnicos e investigações abrangendo os marcos legais e valores máximos outorgáveis pelos órgãos gestores disponíveis na rede de computadores (internet). Cita-se também possíveis equívocos nos estudos analisados ou até mesma na forma de interpretação;
- Embora se tenha percebido a necessidade e importância de uma avaliação ampla, visando uma integração entre as necessidades do ecossistema e da geração de energia, esse trabalho avaliou apenas questões associadas aos métodos hidrológicos e hidráulicos descritos, devido a falta de dados disponíveis, levantamentos de campo adequados e até mesmo recursos financeiros para o investimento em métodos mais complexos, como os habitat e holísticos;

- Não foram acrescentadas as demandas de uso consuntivo futuros que eventualmente ocorram no trecho a montante do empreendimento ou no trecho de vazão reduzida,

nem os eventuais usos a jusante, para a definição da vazão remanescente, trabalhou-se com a série de vazões observadas. Foi feita uma avaliação e comparação entre os valores encontrados nos métodos utilizados para a determinação da vazão remanescente e ecológica e os valores definidos pelas Resoluções da ANA, que definem a vazão remanescente para as usinas. Sendo assim sugere-se essa inclusão em estudos futuros que possam vir a ser realizados;

- As séries de vazões médias mensais foram obtidas através de critério de transferência de área de drenagem entre o posto fluviométrico Estrada BR-163 (3.732 km^2) e a PCH Santa Gabriela (3.132 km^2) e o posto fluviométrico Campo Alegre de Goiás (8.386 km^2) e UHE Batalha (6.696 km^2), o que já influencia os resultados pois, a situação ideal seria a obtenção da série de vazões no local do aproveitamento pois, a correlação de áreas não analisa entre outras variáveis, solo, clima, geologia, entre outros;
- A série histórica utilizada para a determinação da vazão ecológica da PCH Santa Gabriela, apresentou algumas falhas, principalmente entre os anos de 1989 e 1990 e, além disso, há uma variabilidade de vazões considerável, observada pelo aumento de cotas observadas no posto principalmente a partir do ano de 1977, que dificultou a utilização dos dados e a escolha do período para a análise, gerando inclusive incertezas nos resultados. Essa variabiliadade pode ser observada na Figura 24 – Fluviograma de Vazões Médias Mensais. Sendo assim essa série pode ser revista, através de análises de consistência, inclusive para o preenchimeto das falhas, ou até mesmo ser elaborado outro estudo em função da escolha de outros períodos, quem sabe até utilizando outros postos fluviométricos para comparação objetivando diminuir as incertezas geradas;
- Avaliação do método utilizado, para a fase de operação da UHE Batalha na Resolução da ANA, nº 364 de 29/08/2005, que consistiu na transferência de valores de vazão remanescente da UHE Emborcação, situada no rio Paranaíba em Minas Gerais, pois, não se conhece a repercussão dessas vazões no ecossistema, inclusive para validá-lo ou não para outros estudos semelhantes;
- Levantamentos de seções topobatimétricas, e medições de vazão, no trecho de vazão reduzida da PCH Santa Gabriela, e a montante e a jusante da UHE Batalha de forma que sejam feitas associações “perímetro molhado x vazão” para se verificar essa relação no curso hídrico e validar os resultados aqui estimados. Justifica-se ainda que, o método do perímetro molhado, em ambos os aproveitamentos mostrou resultados acima dos determinados pelos outros métodos e pelas Resoluções da ANA, embora o

ponto de quebra na curva vazão x perímetro molhado, que representa o valor de vazão ecológica a ser adotado esteja bem definido. Refere-se ao valor de 41,8 m^3/s para a PCH Santa Gabriela e 44,0 m^3/s para a UHE Batalha;

- Visualiza-se a necessidade de se adaptar as equações do método Texas as especificidades locais, como já descrito em Farias Júnior (2006) e entender melhor as considerações adicionais do método vazão base: vazão de acondicionamento (vazão de adaptação), geradora (pulsos hidrológicos) e máxima, descritos nos itens 2.1.4 (Método Texas) e 2.1.5 (Método Vazão Base ou das Médias Móveis). Conforme capítulo 2, Tharme (2002) cita a existência de 200 metodologias em 50 países. Assim observa-se que a escolha da melhor metodologia não é simples, e pode ser feita caso a caso, individualmente, de acordo com o local. Entretanto alguns métodos podem ser adaptados para orientações de acordo com a realidade existente na bacia e investigações mais detalhadas do ecossistema da região;
- Os estados poderiam realizar o mesmo procedimento, como o elaborado pela ANA para os rios federais, através da definição de um manual de disponibilidade hídrica para aproveitamentos hidrelétricos, ou até mesmo um manual de vazões remanescentes e ecológicas;
- Necessidade do desenvolvimento de experimentos realizados, principalmente nos trechos de vazão reduzida tendo em vista o crescimento da demanda por construções de usinas, que se apresenta no Plano Decenal de Expansão de Energia 2019;
- Investir em informação, transformações sociais através de aberturas a discussões constantes do tema, visto que o assunto permeia toda a sociedade, workshops, cursos de treinamento para técnicos na elaboração dos métodos de vazão ecológica e operadores de estações de dados, pois se verificam ainda falhas na operação dos equipamentos, falta de dados, entre outros. Nesse sentido inclusive através do CT-Hidro, fundo setorial de recursos hídricos, pode-se conseguir recursos financeiros para pesquisas, que facilitariam a validação dos estudos;
- É preciso maior integração entre as universidades, como descrito no item 2.5.3 – Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco onde foram realizados estudos por uma rede de pesquisa denominada Rede Eco Vazão, formada por universidades federais localizadas na bacia (UFBA, UFMG, UFS, UFPE e UFLA) financiada pelo CT-Hidro, com o objetivo de definir o regime ou hidrograma de vazão

ecológica para o baixo curso do rio São Francisco. Outro exemplo, encontra-se em início de desenvolvimento pela COPPE/UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro um projeto para a bacia do rio Piabanha, inserido no estado do Rio de Janeiro, onde entre outros objetivos, constará de estudos que envolvem a vazão ecológica e será realizado através de recursos do CT-Hidro;

- É necessário o envolvimento interdisciplicar entre os profissionais, engenheiros, biólogos, geógrafos, ecólogos, e outros e uma articulação em conjunto com a comunidade, as populações ribeirinhas, os pescadores, para a definição de vazões que atendam ao meio ambiente e as pessoas envolvidas;
- Novas avaliações adicionando e atualizando dados das séries de vazões diárias das estações utilizadas, e estudos com estações adjacentes, próximas, no sentido de melhorar a precisão dos critérios empregados nas metodologias e também considerações adicionais levando-se em conta outros métodos;
- Podem ser consideradas realizações de revisões nos valores determinados para as vazões mínimas remanescentes na fase de operação das usinas definidas nas outorgas, visando à validação dos estudos empregados quando de sua elaboração;
- Finalmente, pode-se elaborar estudos para a determinação dos valores de vazão ecológica a serem definidos por diversas metodologias, para as regiões hidrográficas e expandir para as diversas bacias brasileiras, até que se incluam os trechos ao longo dos rios, desenvolvendo um banco de dados como já o fazem com os dados das estações operadas pelos órgãos gestores de recursos hídricos brasileiros, constantes no sítio Hidroweb. Esses resultados podem ser comparados entre as bacias para a análise de convergência entre quais os métodos estimaram os resultados melhores e mais adequados.

REFERÊNCIAS

ACREMAN, M; DUNBAR, M. J. *Defining Environmental River Flow Requirements – a Review*. In: Hidrology and Earth System Sciences, 8 (5), 862-876. 2004.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Resolução n° 422, de 02 de dezembro de 2003. Declara a reserva de disponibilidade hídrica da PCH Santa Gabriela.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Resolução n° 131, de 11 de março de 2003. Dispõe sobre procedimentos referentes à emissão de declaração de reserva de disponibilidade hídrica e de outorga de direito de uso de recursos hídricos, para uso de potencial de energia hidráulica superior a 1 MW em corpo de água de domínio da União e dá outras providências.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. *Plano Decenal de Recursos Hídricos da bacia hidrográfica do rio São Francisco (2004–2013).* Síntese executiva com apreciação das deliberações do CBHSF. Brasília, 2004. 105 p. Disponível em:< http://www.integração gov.br/ saofrancisco/documentos/index.asp>. Acesso em: 08 set. 2010.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Resolução n° 364, de 29 de agosto de 2005. Declara a reserva de disponibilidade hídrica da UHE Batalha.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Nota Técnica n.º 331, de 22 de agosto de 2005. Pedido de Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica para o aproveitamento hidrelétrico Paulistas.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Resolução n° 602, de 27 de dezembro de 2007. Dispõe sobre a redução temporária da descarga mínima defluente dos reservatórios de Sobradinho e Xingó, no rio São Francisco.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Resolução n° 803, de 16 de dezembro de 2008. Dispõe sobre a redução temporária da descarga mínima defluente dos reservatórios de Sobradinho e Xingó, no rio São Francisco.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Manual de Estudos de Disponibilidade Hídrica para Aproveitamentos Hidrelétricos. Manual do Usuário. ANA, 2009.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. *Plano de Trabalho Consolidado para o Plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Paranaíba (PRH–Paranaíba*). Julho de 2010. Disponível em: <http://www.paranaiba.cbh.gov.br/PRH.aspx>. Acesso em: 10 nov. 2010.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Ministério do Meio Ambiente. *Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil.* Brasília, 2005. 123 p. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/pnrh_novo/Tela_Apresentacao.htm>. Acesso em: 05/11/2010.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Disponível em: http://www.ana.gov.br. Acesso em: 15 mai. 2010.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Disponível em: http://www.conjuntura.ana. gov.br. Acesso em: 20 mar. 2011.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. *Encontro Técnico:* Delegação de outorga de direito de uso de recursos hídricos e ações de fiscalização. Relatório. Brasília, 2010a.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. Disponível em: <http:// www.aneel.gov.br>. Acesso em: 14 nov. 2010.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. Resolução N° 396, de 04 de dezembro de 1998. Estabelece as condições para implantação, manutenção e operação de estações fluviométricas e pluviométricas associadas a empreendimentos hidrelétricos.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. Resolução n° 652, de 09 de dezembro de 2003. Estabelece os critérios para o enquadramento de aproveitamento hidrelétrico na condição de Pequena Central Hidrelétrica (PCH).

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. *Atualização das curvas bianuais de aversão ao risco das regiões Norte, Nordeste, Sudeste, Centro–Oeste e Sul – 2008/2009*. 2007. 7 p. Nota Técnica n° 051/2007-SRG/ANEEL. Disponível em: <http://www. aneel.gov.br>. Acesso em: 20 out. 2010.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL; AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Resolução Conjunta nº 3, de 10 de agosto de 2010. Estabelece as condições e os procedimentos a serem observados pelos concessionários e autorizados de geração de energia hidrelétrica para a instalação, operação e manutenção de estações hidrométricas visando ao monitoramento pluviométrico, limnimétrico, fluviométrico, sedimentométrico e de qualidade da água associado a aproveitamentos hidrelétricos.

AGRA, S. G. *Oficina de Trabalho:* Enfoque Ecossistêmico Aplicado a Gestão de Recursos Hídricos – Hidrograma Ecológico. Ministério do Meio Ambiente, MMA. Secretaria dos Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. Brasília, abril de 2009.

ALVES, M. H. *Métodos de determinação do caudal ecológico*. 1993. 162 p. Dissertação de Mestrado em Hidráulica e Recursos Hídricos, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Portugal, 1993.

ALVES, M. H.; HENRIQUES, A. G. *O caudal ecológico como medida de minimização dos impactes nos ecossistemas lótico: 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. p. 177-190.

AMORIM, F. B. *Impacto da adoção de vazões ecológicas no baixo curso São Francisco sobre a geração hidrelétrica.* 2009. 113 p. Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2009.

ARTICULAÇÃO POPULAR SÃO FRANCISCO VIVO – APSFV. 2009. *Diminuição da vazão.* Disponível em: http://www.saofranciscovivo.com.br/impactos_baixa.vazao. Acesso em: 26 jun. 2010.

ARTHINGTON, A. H.; ZALUCKI, J. M. *Comparative evaluation of environmental flow assessment techniques:* review of methods. In: Land and Water Resources Research and Development Corporation - LWRRDC Occasional Paper 1998.141p.

ASSIS DOS REIS, A. *Estudo comparativo, aplicação e definição de metodologias apropriadas para a determinação da vazão ecológica na bacia do rio Pará, em Minas Gerais*. 2007. 191 p. Dissertação de Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2007.

BANCO de dados hidrológicos. Sistema de Informações Hidrológicas. Disponível em: http://www.hidroweb.ana.gov.br . Acesso em 11set. 2010 e 22 set. 2010.

BENETTI, A. D.; LANNA, A. E.; COBALCHINI, M. S. *Metodologias para determinação de vazões ecológicas em rios.* Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 8, n. 2, p. 149-160, abr./jun. 2003.

BRASIL. Decreto n. 24.643, de 10 de julho de 1934. Decreta o Código de Águas.

BRASIL. Lei n°6938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Presidência da República Federativa do Brasil. Diário Oficial da União.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF. Senado, 1988. 140 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Irrigação. Departamento Nacional de Meteorologia. *Normais Climatológicas (1961-1990).* Brasília, DF.1992. p. 86.

BRASIL. Lei n° 9.427, de 26 de dezembro de 1996. Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica e dá outras providências.

BRASIL. Decreto-lei n° 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Estabelece a Política Nacional de Recursos Hídricos. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, 8 de janeiro de 1997.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia; Eletrobrás. *Diretrizes para projetos de PCH's.* [S.L.], Brasília, 1998.

BRASIL. Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. BRASIL, 2000.

BRASIL. Decreto de 16 de julho de 2002. Instituição do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba.

BRASIL. 2003. Lei n° 10.683, de 28 de maio de 2003. Dispõe sobre a organização da Presidência da República e dos Ministérios.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética. *Plano Nacional de Energia 2030.* Brasília, DF, 2007a. 210 p. Disponível em: <http://www.epe.gov.br>. Acesso em: 12 nov. 2010.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia, Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – CEPEL. *Manual de Inventário Hidroelétrico de Bacias Hidrográficas.* Rio de Janeiro: E-papers, 2007b. 684 p. Disponível em: <http://www.epe.gov.br>. Acesso em: 11 nov. 2010.

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

BRASIL. Ministério das Minas e Energia; Eletrobrás. *Relatório de Impacto ambiental. Aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte. 2009b.* Disponível em: <http://siscom.ibama.gov.br /licenciamento_ambiental>. Acesso em: 05 jul. 2010.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética. *Plano Decenal de Expansão de Energia 2019*. Brasília, DF, 2010a. 353 p. Disponível em: <http://www.epe.gov.br>. Acesso em: 12 nov. 2010.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética. *Balanço Energetico Nacional 2010*: Ano base 2009. Brasília, DF, 2010b. 276 p. Disponível em: <http://www.epe.gov.br>. Acesso em: 12 nov. 2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MME; Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. *Licença Prévia Nº 342 /2010*. Disponível em: http://www.ibama.gov.br/wp-content/files/LP342-2010-Belo-Monte.pdf. Acesso em 05 jul. 2010.

BRASIL. Resolução nº 35 de 14 de maio de 2010. Aprova a Proposta de Criação do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba.

BRITISH COLUMBIA MINISTRY OF SUSTAINABLE RESOURCE MANAGEMENT; BRITISH COLUMBIA MINISTRY OF WATER, LAND, AND AIR PROTECTION VICTORIA, BC. *Development of instream flow thresholds as guidelines forreviewing proposed water uses.* 2003, 95p.

BRITTO, K. F. L. *Estudo da aplicação do método de estabelecimento de vazões ecológicas Building Blocks Methodology – BBM – para o caso da PCH estação Indaial.* 2005. 358 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental, Universidade Regional de Blumenau, Brasil, 2005.

CALLISTO, M.; REGINA, D.; GOMES, V. *Macroinvertebrados bentônicos bioindicadores de qualidade de água: subsídios para a vazão ecológica no baixo rio São Francisco.* In: XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Campo Grande, 22 a 26 de novembro de 2009.

CHOW, V.T. *Open Channel Hydraulics*. New York, NY: McGraw-Hill. 1959.

CHRISTOPHER J. GIPPEL, C. J.; STEWARDSON, M. J. *Use of wetted perimeter in defining minimum environmental flows.* Regulated Rivers: Research & Management, 14: 53–67, 1998.

CLARKE, R. T.; TUCCI, C. E. M.; COLLISCHONN, W. *Variabilidade temporal no regime hidrológico da bacia do rio Paraguai.* Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 8, n.1, p. 201-211. jan./mar. 2003.

COLLISCHONN, W. et al. *Em Busca do Hidrograma Ecológico.* In: XVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 16. 2005. João Pessoa, PB. ABRH. 12 p.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS – CNRH. Resolução n°16 – Estabelece a diretrizes para a outorga de direito de recursos hídricos.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS – CNRH. Resolução n°37 – Estabelece diretrizes para a outorga de direito de recursos hídricos para a implantação de barragens em corpos de água de domínio dos Estados, do Distrito Federal e da União.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. *Resolução nº357, 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.*

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS – CNRH. Proposta de Resolução Conjunta CTPOAR-CTAP. Versão 16, de 05 de outubro de 2010. Estabelece diretrizes gerais para a definição de vazões mínimas remanescentes.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Mauro Naghettini; Éber José de Andrade Pinto. Hidrologia Estatistica Belo Horizonte, 2007. 552 pág.

CRUZ, R. C. *Prescrição de vazão ecológica:* aspectos conceituais e técnicos para bacias com carência de dados, 2005. 176 p. Tese de Doutorado em Ecologia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2005.

CURADO, L. C.; ESTEFFEN, J. L. P*roposta para a definição de vazão mínima (ecológica) no rio Aquidauana – MS.* In: II Simpósio de Recursos Hídricos do Centro Oeste, Campo Grande, julho de 2002.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT. Disponível em: <http://www.dnit.gov.br/mapas-multimodais/mapas-multimodais>. Acesso em 16 nov. 2010.

DUNBAR, M. J.; GUSTARD, A.; ACREMAN, M.; ELLIOTT, C. R. N. *Draft interim technical report*. Environment Agency Project W6B(96)4 Overseas approaches to setting river flow objectives, Jun.1997.

ELETROBRÁS. *Diretrizes para Estudos e Projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas*. Brasília, DF, 2000. *458 p.* Disponível em: <http://www.eletrobras.com>. Acesso em: 11 nov. 2010.

EMBRAPA PANTANAL. *Influências de usinas hidrelétricas no funcionamento hidro-ecológico do Pantanal Mato-Grossense: recomendações [recurso eletrônico] / Débora Fernandes Calheiros ...[et al]. – Dados eletrônicos. - Corumbá: 2009. 21 p.* Disponível em: <http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/DOC102.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2010.

EVANS, J. W.; e ENGLAND, R. H. *A recommended method to protect instream flows in Georgia.Georgia Department of Natural Resources Wildlife Resources Division Social Circle, Georgia. 1995, p. 59.*

FARIAS JÚNIOR, J. E. F. *Análise de metodologias utilizadas para determinação da vazão ecológica.* Estudo de caso: Rio Coruripe/AL e Rio Solimões/AM. 2006. 150 p. *Dissertação de Mestrado em Ciências em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006.*

FIRMIANO DE PAULO, R. G. *Ferramentas para a determinação de vazões ecológicas em trechos de vazão reduzida*: destaque para a aplicação do método do perímetro molhado no caso de Capim Branco. *2007. 114 p.* Dissertação de Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2007.

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A. *Revista FURNAS. Ano XXXV. n. 369, p. 8-11. Out.2009.http://www.furnas.com.br/arqtrab/ddppg/revistaonline/linhadireta/rf354_mcapa.pdf .Acesso em: 20 ago.2010.*

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A. *2010b. Disponível em: < http://www.furnas. com. br/negocios_novos_projetos_17.asp>. Acesso em 1 nov. 2010.*

GORE, J. A.; MEAD, J. *In: Ecohidrology Processes Model and Cases Studies, 1°ed. Org. HARPER, D.M., ed. Cabi, pp. Oxfordshire, UK, 2008.* ***P. 114-124.*** *Disponível em: <http://books.google.com.br/books?id=CPbAuBUpsyQC&pg=PA121&lp#v=onepage&q&f= false>. Acesso em 17 nov. 2010.*

IBAMA. *Disponível em: http://www.ibama.gov.br Acesso em 20/11/2010.*

JOWETT, I. G. *Instream flow methods:* a comparison of approaches. *In: Regulated. Rivers: Research & Management, vol 13: 115-127, 1997.*

KING, J.; THARME, R.; BROUWN, C. *Definition and implementation of instream flows*. In: Prepared for thematic review II.1: dams, ecosystem functions and environmental restoration. World Commission on Dams, Set.1999. 87 p.

LANNA, A. E. *Elementos de Estatística e Probabilidades. In Hidrologia, Ciência e Aplicação, 3 ed*. Org. por Tucci, C. E. M., ABRH, ed. UFRGS, Porto Alegre, 2004. p. 79-176.

LISTA de Discussão ABRH – Gestão. Lista oferecida pela Associação Brasileira de Recursos Hídricos – ABRH. 2009. Disponível em: http://br.groups..yahoo.com/group/abrh-gestao. Acesso em: 15 mai. 2010.

LOPES; L.F. G.; CORTES R. M. V.; CARMO, J. S. A.; FERREIRA T. D*eterminação do caudal ecológico a jusante da barragem do Touvedo – rio Lima*. In: Congresso da Água, 6. 2002, Porto, Portugal. 13p.

LOPES, A. V. E.; FREITAS, M. A. S. *A alocação de água como instrumento de gestão de recursos hídricos:* experiências brasileiras. Revista de Gestão de Água da América Latina – Rega , v. 4, n.1, p. 5-28, jan./jul. 2007.

MANYARI, W. V. *Impactos ambientais a jusante de hidrelétricas: o caso da usina de Tucuruí, PA. 2007. 211 f. Tese de doutorado em Ciências em Planejamento Energético e Ambiental,* Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007, p. 211.

MARMELO, V. L. M. *Avaliação de caudais ecológicos em cursos de água do centro e norte de Portugal*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Instituto Superior Universidade Técnica de Lisboa, 2007, p. 61.

MARIOTONI, C. A.; MAUAD, F. F. *Incidências ambientais de aproveitamentos de baixa potência em Portugal*. Agrener, 2003. 5° Encontro de Energia no Meio Rural, out. 2003, Campinas, SP. Disponível em: <http://www.proceedings.scielo.br>. Acesso em: 20 dez. 2010.

MATHEWS, R. C.; BAO. Y. *Alternative Instream Flow Assesment Methodologies for Warmwater River System*. In: Warmwater Fisheries Sumposium I, U. S. Forest Service at Scottsdale, Arizona, June, 4-8, 1991. p 189-196.

MEDEIROS, Y. D. P. *Participação social no processo de definição da vazão ambiental no baixo curso do rio São Francisco.* Rede EcoVazão. Edital MCT/CNPq – CT-HIDRO 45/2006.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>.

MISSIO, D.; GASTALDINI, M. C. C. *Vazão ecológica – revisão e discussão para a bacia hidrográfica do rio Vacaraí Mírim.* In: XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 25 a 29 de novembro de 2007.

MUNDO ESTRANHO. Como funciona uma usina hidrelétrica?. Disponível em: <http:/ /mundoestranho.abril.com.br/tecnologia/pergunta_286163.shtml>. Acesso em 19 nov. 2010.

ORGANIZAÇÕES NÃO GOVERNAMENTAIS – ONGs. 2010. *Notificação Extrajudicial*. Disponível em: <http://ww.amazonia.org.br/arquivos/349285.pdf. Acesso em: 05 jul. 2010.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO – ONS. Disponível em: <http:// www.ons.org.br>. Acesso em 15 nov. 2010.

PALAU, A. *Los mal llamados caudales "ecológicos": bases para uma propuesta de cálculo*. Rios, volume II, n. 28, 1994.

PCE ENGENHARIA. *Otimização do Projeto Básico da PCH Santa Gabriela*. PJ0620-B-R00-GR-RL-001-0A. Novembro, 2006.

PCE ENGENHARIA. *Projeto Básico da UHE Batalha.* PJ06060-B-H00-GR-RL-001-0. Dezembro, 2006.

PELISSARI, V. B et al. *Vazão ecológica a ser considerada no licenciamento ambiental dos sistemas de abastecimento de água.* In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21., 2001. João Pessoa, PB. ABES. 13 p.

PELISSARI, V. B.; SARMENTO, R. *Vazão Ecológica para o Rio Santa Maria da Vitória*. In: SEMINÁRIO ESTADUAL PARA SANEAMENTO E MEIO AMBIENTE, 5., 2003. Aracaju, SE. ABES. 13 p.

PETTS G.E. River Research and Applications. Abstract, v. 19. 2003. p. 768. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/rra.736/abstract>. Acesso em 17 nov. 2010.

PINTO, N. L. S. Manipulação dos dados de vazão. In: hidrologia Básica, *2°ed*. Org. Pinto, N. L. S., Ed. Edgard Blücher Ltda, São Paulo, 1976. p. 167-181.

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

PORTELA, M. M.; *Caudais ecológicos em pequenos aproveitamentos hidroelétricos: comparação de métodos de definição*. In: 7° Congresso da Água. Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos, Lisboa, LNEC, 8 a 12 de Março de 2004, p.11.

RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL – RIMA. *AHE Paulistas*. Rio São Marcos (GO/MG). Biodinâmica Engenharia e Meio Ambiente; Furnas Centrais Elétricas. 2005. 54 p. Disponível em: <http://siscom.ibama.gov.br/licenciamento_ambiental>. Acesso em: 20 jul. 2010.

RIBEIRO, F. M. *Inventário de ciclo de vida da geração hidrelétrica no Brasil – usina de Itaipu:* primeira aproximação. 2003. 2v. 456 p. Dissertação de Mestrado em Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

RIBEIRO JUNIOR, L. B. *Contribuições metodológicas visando a outorga do uso de recursos hídricos para geração hidrelétrica*. 2004. 157 p. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Energia, Universidade Estadual de Itajubá, Minas Gerais, 2004.

RICHTER, B. D.; WILLIAMS, K.; AARRESTAD, P. *Instream flows: taking measure of the distance we have traveled and envisioning the road ahead*. In: *Flow 2008 Conference*: Insterdisciplinary Solutions to Instream Flow Problems - State of the Art, San Antonio, Texas, 7 a 9 October, 2008. p.4.

SARMENTO, R.; PELISSARI, V. B. *Determinação da Vazão Residual dos Rios: Estado-da-Arte*. In: XIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Anais. Belo Horizonte, MG, Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1999.

SARMENTO, R . *Estado da arte da vazão ecológica no brasil e no mundo* **–** Produto 2. UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. Edital n° 05 de 2006, Projeto 704BRA2041. 2007. 38 p.

SEMINÀRIO. *Metodologias para a Definição da Vazão Ambiental.* Salvador, BA, 28 e 29 set. 2009.

SOCIEDADE SÓCIO-AMBIENTAL DO BAIXO SÃO FRANCISCO – SABSF. 2010. Disponível em: <http://www.canoadetolda.org.br>. Acesso em: 19 ago. 2010.

SOUZA, C. F. *Vazões ambientais em hidrelétricas: Belo Monte e Manso*. 2009. 164 p. Tese de Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

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

THARME. R. E.; *A global perspective on environmental flow assessment:* emerging trends in the development and application of environmental flow methodologies for river, 2002. In: Enviro Flows, 4th Ecohydraulics. *2002.* 39 p.

THARME. R. E.; *A global perspective on environmental flow assessment: emerging trends in the development and application of environmental flow methodologies for rivers.* 2003. In: River Research And Applications, vol 19: 397-441. 2003. 45 p.

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

TUCCI, C. E. M. Visão dos Recursos Hídricos na Bacia do Prata. Revista da Gestão da Água da América Latina – Rega, v. 3, n. 1, p. 7-27. Jan./Jul. 2006.

TUCCI, C. E. M., 2008. Disponível em: <http://blog.rhama.net/2008/08/24/viabilidade-climatica>. Acesso em: 17 mai. 2010.

TUCCI, C. E. M., 2009. *Vazão de Referência*. Disponível em: <http://blog.rhama.net/ 2009/09/27/vazao-de-referencia>. Acesso em: 17 maio 2010.

TUCCI, C. E. M., 2010. Disponível em: <http://blog.rhama.net/index.php?s=alto+ paraguai>. Acesso em: 17 mai. 2010.

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS – IEF. *Portaria n° 197, de 20/10/2009*. Dispõe sobre a regulamentação da pesca na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, no Estado de Minas Gerais, no período da piracema, e dá outras providências. Disponível em: http://www.ief.mg.gov.br/noticias. Acesso em 11 out. 2010.

APÊNDICE A – MARCOS LEGAIS

A.1. Código das Águas – Decreto nº 24.643, de 10/07/1934

O Código das Águas surgiu para suprir as necessidades e interesses da coletividade nacional. Apresentou-se como um marco inicial das legislações referente aos recursos hídricos. Foi assegurado o uso gratuito de qualquer corrente ou nascente de água para as primeiras necessidades da vida e impedida a derivação das águas públicas para aplicação na agricultura, indústria e higiene sem a existência da concessão. Instituiu-se o princípio de usuário pagador, considerando ainda que, em particular, a energia hidráulica exige medidas que facilitem e garantam seu aproveitamento racional.

O Art. 143, estabelece que todos os aproveitamentos de energia hidráulica deverão satisfazer as exigências acauteladoras dos interesses gerais da alimentação e das necessidades das populações ribeirinhas; dessalubridade pública; navegação; irrigação; proteção contra as inundações; conservação e livre circulação de peixes e escoamento e rejeição das águas.

A.2. Constituição Federal – CF/1988

Na Constituição Federal há um capítulo exclusivo para o meio ambiente, no qual, define o domínio dos rios, a legislação de recursos hídricos da União e estabelece princípios de gestão através de bacias hidrográficas.

O Art. 225, sobre a proteção ambiental determina:

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

Para garantir esse direito, incumbe ao Poder Público uma série de responsabilidades: preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas; exigir na forma da lei, estudo prévio de impacto ambiental, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente; controlar as alterações e supressões, protegendo as espécies de fauna e flora de riscos, inclusive de extinção; controlar o emprego de técnicas que ofereçam risco para a qualidade de vida e meio ambiente; promover a educação ambiental no ensino e a conscientização para a preservação do meio ambiente; obrigar a quem explorar recursos minerais a recuperar o meio ambiente degradado, sujeitando o infrator a sanções penais e administrativas.

Destaca-se ainda a promoção a patrimônio nacional, a Floresta Amazônica brasileira, a Mata Atlântica, a Serra do Mar, o Pantanal Mato-Grossense e a Zona Costeira.

A.3. Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) – Lei nº 6.938, de 31/08/1981

A PNMA objetiva a preservação, melhoria, recuperação e acompanhamento da qualidade ambiental visando garantir no Brasil, condições de desenvolvimento social e econômico, interesses da segurança nacional e proteção da dignidade da vida humana, atendendo a 10 princípios básicos que são apresentados no Art. 2º e descritos a seguir:

(*i*) ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo; (*ii*) racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar; (*iii*) planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais; (*iv*) proteção dos ecossistemas, com a

preservação de áreas representativas; (*v*) controle e zoneamento das atividades potencial ou efetivamente poluidoras; (*vi*) incentivos ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e proteção dos recursos ambientais; (*vii*) acompanhamento do estado da qualidade ambiental; (*viii*) recuperação das áreas degradadas (Regulamentação: Decreto nº 97.632/1989); (*ix*) proteção de áreas ameaçadas de degradação; (*x*) educação ambiental a todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente.

Em resumo, os objetivos da PNMA apresentados no Art. 4º são: à compatibilização entre desenvolvimento econômico social e a preservação da qualidade e equilíbrio do meio ambiente, impondo inclusive ao poluidor ou predador a obrigação de recuperar ou indenizar os danos causados, e ao usuário, a pagar pela utilização de recursos ambientais; a determinação de áreas prioritárias de ação governamental; estabelecimento de critérios, padrões e normas ambientais; desenvolvimento de pesquisas e tecnologias nacionais para racionalização dos recursos ambientais; divulgação de dados e informações, e à formação de uma consciência pública sobre as questões ambientais; preservação, manutenção e restauração dos recursos, com intuito de disponibilidade permanente.

De acordo com o Art. 5º as diretrizes da PNMA são formuladas por meio de normas e planos, relacionados com a preservação da qualidade ambiental e manutenção do equilíbrio ecológico, que servem para orientação dos Governos da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Territórios e dos Municípios.

Conforme Art. 9º a PNMA utiliza instrumentos capazes de conferir ao meio ambiente maior proteção, como por exemplo: o estabelecimento de padrões de qualidade ambiental; avaliação de impactos ambientais; licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras; as penalidades disciplinares ou compensatórias ao não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção da degradação ambiental; a garantia da prestação de informações relativas ao meio ambiente.

No Art. 6º a PNMA cria o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) cujo objetivo é o estabelecimento de padrões que tornem possível o desenvolvimento sustentável.

O SISNAMA é constituído pelos órgãos e entidades ambientais da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Municípios e pelas Fundações instituídas pelo Poder Público, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental. De acordo com a redação dada pela Lei nº 8.028/90 que dispõe sobre a organização da Presidência da República e dos Ministérios, destacam-se os órgãos:

- Ministério do Meio Ambiente (MMA), Órgão Central;
- Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), Órgão Consultivo e Deliberativo;
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Órgão Executor.

A seguir é apresentado um resumo com a descrição das finalidades desses órgãos.

A.3.1. Ministério do Meio Ambiente (MMA) – Art. 21º da Lei nº 8.490, de 19/11/1992

A Secretaria do Meio Ambiente da Presidência da República (SEMAM/PR) criada em 1990 foi transformada em MMA em 1992, que tem como finalidade planejar, coordenar, controlar e supervisionar a PNMA e as suas diretrizes. Executa a tarefa de órgão centralizador onde congrega os vários órgãos e entidades que compõem o SISNAMA.

Tem como missão promover a adoção de princípios e estratégias para conhecimento, proteção e recuperação do meio ambiente, uso sustentável dos recursos naturais, valorização dos serviços ambientais e inserção do desenvolvimento sustentável na formulação e na implementação de políticas públicas, de forma transversal e compartilhada, participativa e democrática, em todos os níveis e instâncias de governo e sociedade.

As áreas de competência do MMA são a PNMA, a Política Nacional de Recursos Hídricos, política de preservação, conservação e utilização sustentável de ecossistemas, e biodiversidade e florestas; proposição de estratégias, mecanismos e instrumentos econômicos e sociais para a melhoria da qualidade ambiental e do uso sustentável dos recursos naturais, políticas para a integração do meio ambiente e produção, políticas e programas ambientais para a Amazônia Legal e zoneamento ecológico-econômico (Lei nº 10.683, de 28/05/2003).

A.3.2. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) – Lei nº 6.938, de 31/08/1981. Regulamentado pelo Decreto nº 99.724/1990

O CONAMA se apresenta na forma de colegiado do MMA sendo representado por cinco setores, órgãos federais, estaduais e municipais, setor empresarial e sociedade civil. Assessora o Governo e delibera sobre normas e padrões federais relacionados ao meio ambiente, que deverão ser observados pelos Estados e Municípios. O presidente é o secretário do Meio Ambiente.

Dentre outras atribuições, mediante proposta dos órgãos do SISNAMA estabelece normas e critérios para o licenciamento de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras, a ser concedido pelos Estados e supervisionado pelo IBAMA.

A Resolução n° 237/97, altera a Resolução nº 01/86 (revoga os art. 3º e 7º) e dispõe sobre revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental[61] na PNMA.

Conforme Art. 3º dependerá de Estudo de Impacto Ambiental[62] (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), a serem submetidos à aprovação do órgão estadual competente, ou ao IBAMA, o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente, tal como usinas de geração de eletricidade.

O EIA é um documento técnico-científico composto por diagnóstico ambiental dos meios físico, biótico e socioeconômico; análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas; definição e elaboração das medidas mitigadoras dos impactos negativos; e programas de acompanhamento e monitoramento. O RIMA é um documento público que resume o EIA de forma objetiva a compreensão da sociedade. Com isso, são realizadas Audiências Públicas para que os interessados sejam consultados (IBAMA, 2010).

Para aproveitamento hidrelétrico (AHE) a Licença Prévia (LP) deverá ser requerida no início do estudo de viabilidade da usina; a Licença de Instalação (LI) deverá ser obtida antes da realização da licitação para construção do empreendimento e a Licença de Operação

[61] Procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso, Art. 1º da Resolução 237/97.

[62] Impacto ambiental é qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais, Art. 1º da Resolução 01/86.

(LO) deverá ser obtida antes do fechamento da barragem. Na fase de LI é solicitado entre outros documentos, a cópia do Decreto de outorga de concessão do AHE (IBAMA, 2010).

Ainda na mesma referência, a seguir são descritos os três processos do licenciamento ambiental

A LP aprova a viabilidade ambiental e autoriza a localização e a concepção tecnológica do projeto. Determina ainda as condições a serem consideradas no desenvolvimento das próximas fases de implantação. É solicitada na fase de planejamento da implantação, alteração ou ampliação de um empreendimento. O prazo de validade é elaborado de acordo com o cronograma dos projetos não podendo ser superior a 5 (cinco) anos.

A LI autoriza o início da obra ou instalação de um empreendimento. É preciso elaborar o plano básico ambiental e caso haja desmatamento na área necessita de Inventário Florestal para o deferimento de Autorização de Supressão de Vegetação. A licença possui um prazo de validade de até 6 anos e é definida de acordo com o cronograma de execução do empreendimento.

A LO autoriza o início da operação de um empreendimento. A concessão da licença está condicionada a vistoria do empreendimento que precisa estar de acordo com o previsto na LP, na LI e no projeto básico aprovado. É necessário um conjunto de relatórios onde se descreve a implantação dos programas ambientais e medidas de mitigação. O prazo de validade dessa licença é estabelecido entre 4 (quatro) e 10 (dez) anos.

A.3.3. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) – Lei nº 7.735, de 22/02/1989

O IBAMA é uma entidade vinculada ao MMA, e tem a responsabilidade de ser o executor da PNMA e de gerir de forma integrada e sustentável os assuntos relacionados ao tema no Brasil.

Sendo assim seus objetivos são relacionados com o controle da qualidade ambiental, à fiscalização, monitoramento e controle ambiental, e à autorização de uso dos recursos naturais através de concessão de licenciamento ambiental.

O licenciamento ambiental objetiva o desenvolvimento sustentável. Para a sua solicitação os documentos de EIA e o RIMA devem ser elaborados pelo interessado e encaminhados ao IBAMA para devida análise, assim como os documentos para cada etapa do licenciamento (LP, LI ou LO) que exigem estudos específicos a serem elaborados.

É dever do IBAMA no decorrer do processo de licenciamento consultar os órgãos ambientais e federais responsáveis e interessados pela área do empreendimento.

A.4. Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) – Lei 9.427 de 26/12/1996

A ANEEL, antigo Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE), desde 1968, é uma autarquia[63] em regime especial ao Ministério de Minas e Energia (MME).

Tem como atribuições: regulação, fiscalização, geração, transmissão, distribuição e comercialização da energia elétrica; mediação de conflitos de interesses entre os agentes do setor elétrico e os consumidores, em benefício da sociedade; concessão, permissão e

[63] Autarquia: pessoa jurídica de direito público criada por lei específica (Art. 37, XIX, da Constituição Federal), que dispõe de patrimônio próprio e realiza atividade típica de Estado de forma descentralizada. http://www.brunosilva.adv.br/ADMINISTRATIVO-2-1-1.htm

autorização de instalações e serviços de energia; garantia de tarifas justas; zelo pela qualidade do serviço; garantia da universalização dos serviços, entre outros.

A Portaria nº 125/84 do DNAEE, para aprovação de projetos de geração hidrelétrica, determina um valor único para a vazão remanescente (Mortari, 1997 apud Sarmento, 2007), da seguinte forma:

- Normas nº 2 e 3 (referente a UHEs): estabelece que a vazão remanescente tem que ser igual ou superior a 80% da vazão mínima média mensal, caracterizada com base na série histórica de vazões com extensão de no mínimo, 10 anos);
- Norma nº 4 (referente a PCHs), na qual a vazão remanescente, tem que ser igual ou superior a vazão mínima média mensal.

Embora a Resolução n° 394/1998 em seu Art. 4° estabeleça que a portaria nº 125/84 esteja revogada, esta não faz menção a vazão remanescente.

A.5. Lei das Águas – Lei Federal nº 9433, de 08/01/1997

A Lei das Águas foi elaborada em 1997. Instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH).

A PNRH divide-se em fundamentos, objetivos, diretrizes de ação, e instrumentos de modo a proporcionar a utilização múltipla da água ainda que existam conflitos entre os usuários. Possui o objetivo de assegurar às atuais e futuras gerações a necessária disponibilidade de água com padrões de qualidade adequados e de acordo com enquadramento dos corpos de água em classes, tendo a bacia hidrográfica como unidade territorial para o devido gerenciamento.

Os instrumentos que auxiliam na tomada de decisão e na implantação e planejamento da PNRH são: os Planos de Recursos Hídricos; o enquadramento dos corpos de água em classes, de acordo com os diversos usos; o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos; a outorga dos direitos e a cobrança pelo uso dos recursos hídricos.

Os Planos de Recursos Hídricos orientam a implementação da PNRH e o gerenciamento dos recursos hídricos. Referem-se a um planejamento estratégico, por meio de documento indicativo e organizado de forma a permitir às autoridades uma visão ampla e objetiva das questões apresentadas. São elaborados com o objetivo de longo prazo e devem conter diagnóstico da situação atual, análises e estudos sócio-econômicos, identificação de conflitos, metas de racionalização de uso, programas e projetos a serem implantados, entre outros. Serão elaborados para cada Estado, por bacia hidrográfica.

Dessa forma, os Planos de Recursos Hídricos estão previstos em Lei e devem ser desenvolvidos, mas, existem entraves que dificultam o seu detalhamento e consequente execução, como por exemplo, levantamentos de campo, os quais são extremamente necessários e que em alguns casos são inexistentes ou insuficientes devido ao alto custo, que torna-se viável somente a partir de interesses de viabilidade ou implantação de um empreendimento.

De acordo com a Resolução nº 357/2005 o enquadramento é o estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo.

Em relação a empreendimentos de geração de energia elétrica, dependendo da operação da usina pode-se, por exemplo, contribuir para a melhoria da qualidade da água, através da elevação de níveis de oxigenação com a instalação de aeradores no arranjo da obra. De outra forma pode constituir agravante para a qualidade do corpo hídrico o acúmulo de sedimentos que se verifica no local do barramento. Ainda prejudicial ao sistema, entre outros problemas, algum parâmetro físico ou químico pode interferir no funcionamento de máquinas e turbinas, entre outras situações.

A outorga e a utilização de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica devem obedecer a disciplina da legislação setorial específica como explicitado no item 1.3 – Marcos Legais na Definição das Vazões de Referência a Jusante de AHEs, e observada na Tabela 1 – Valores Máximos Outorgáveis pelos Órgãos Gestores Brasileiros.

Para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos sujeitos a outorga devem ser observados, dentre outros fatores, o tipo de empreendimento, derivação, captação e extração de água, o volume retirado e o regime de variação do rio.

O valor estipulado para a vazão remanescente pode alterar o custo de geração de energia em aproveitamentos hidrelétricos. O empreendimento causa alteração no regime de vazões naturais e derivações de água no rio.

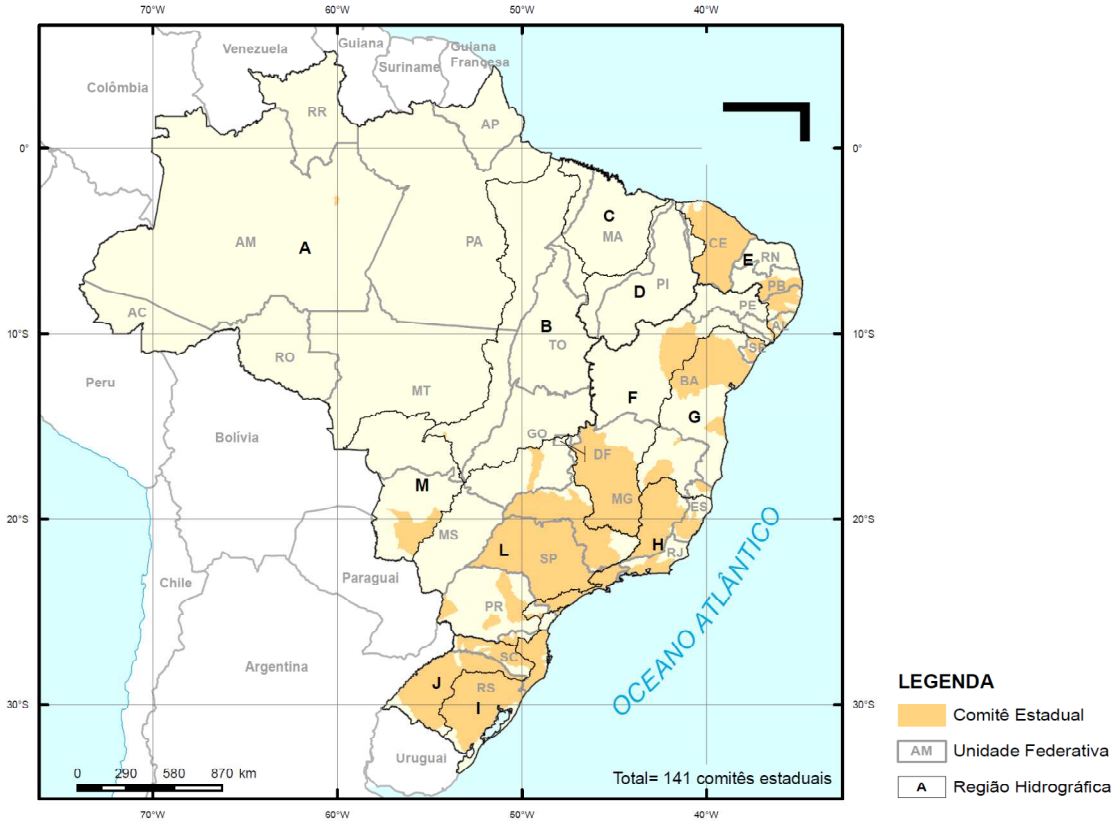
Em relação aos Comitês de Bacia Hidrográfica (CBHs), conforme a PNRH, são órgãos públicos, colegiados, com a participação da sociedade civil organizada e de representantes do governo municipal, estadual e federal. Proporcionam a base da gestão participativa e integrada da água e são oficialmente instalados em águas de domínio da União e dos Estados.

Os CBHs possuem atribuições normativas, deliberativas e consultivas, instituídos por lei. Suas principais competências são aprovar os Planos de Recursos Hídricos da bacia e acompanhar sua execução sugerindo providências necessárias ao cumprimento de suas metas; estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados; estabelecer critérios e promover o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo.

Em 2007, existiam no Brasil 149 CBHs, destes 141 no âmbito estadual, destacando-se que o fato de existirem não constitui ato de estarem todos em funcionamento, muitos foram criados e não instalados, e outros não possuem o reconhecimento do governo para pleno funcionamento. Observa-se que quase as totalidades das regiões sul e sudeste possuem comitês, com destaque para 28 no estado de Minas Gerais, 21 em São Paulo e no Rio Grande do Sul, 16 em Santa Catarina, e apenas 5 no estado do Rio de Janeiro, e na região nordeste existem 10 comitês no Ceará, conforme pode-se observar na Figura 1 (ANA, 2011).

Na Figura 1 observa-se a distribuição dos CBHs no mapa do Brasil e a Divisão Hidrográfica Nacional em 12 regiões Hidrográficas[64].

[64] Espaço territorial brasileiro compreendido por uma bacia, grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas, com características naturais, sociais e econômicas homogêneas ou similares, com vistas a orientar o planejamento e o gerenciamento dos recursos hídricos, necessário (Resolução do CNRH N° 32/2003)



Fonte: ANA (2011)

Figura 1 – Distribuição nacional das regiões hidrográficas e avanço da criação de comitês no Brasil

De acordo com a PNRH a criação de uma Agência de Águas é condicionada ao respectivo Comitê de Bacia. Compete a Agência, entre outras atribuições, manter o balanço da disponibilidade hídrica, gerir o Sistema de Informações sobre os Recursos Hídricos, promover os estudos necessários para a gestão dos recursos hídricos em sua área de atuação, elaborar o plano para a apreciação do CNRH.

A Agência atua como apoio técnico dos CBHs, e não existe a participação dos usuários. A população pode se mobilizar para apresentar ao Conselho Nacional ou aos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos recurso contra alguma decisão tomada pelos Comitês de Bacia.

A.6. Agência Nacional de Águas (ANA) – Lei nº 9.984, de 17/07/2000

A Agência Nacional de Águas (ANA) é uma autarquia[65] sob regime especial, com autonomia administrativa e financeira, vinculada ao MMA. É responsável pela implementação da PNRH e coordenação do Sistema Nacional de Recursos Hídricos. Tem como missão criar condições técnicas para implementar a Lei das Águas, bem como a gestão compartilhada e integrada dos recursos hídricos em sintonia com os órgãos e entidades que integram o SNGRH, e regular o acesso à água, promovendo o seu uso sustentável em benefício da atual e futuras gerações.

Destacam-se alguns objetivos da ANA, descritos a seguir, pertinentes ao cumprimento da legislação sobre o uso dos recursos hídricos em corpos de água de domínio da União:

[65] Autarquia: pessoa jurídica de direito público criada por lei específica (Art. 37, XIX, da Constituição Federal), que dispõe de patrimônio próprio e realiza atividade típica de Estado de forma descentralizada. (http://www.brunosilva.adv.br/ADMINISTRATIVO-2-1-1.htm, 30/08/2010)

- Supervisionar, controlar, avaliar e fiscalizar as ações e atividades relacionadas ao uso dos recursos hídricos;
- Estipular critérios para pedidos de outorga e outorgar, o direito de uso de recursos hídricos, como já descrito no item 1.3 – Marcos Legais na Definição das Vazões de Referência a Jusante de AHEs;
- Estimular e apoiar as iniciativas voltadas para a criação de órgãos gestores, de CBHs e de Agências de Água. A ANA exerce a função de Secretaria Executiva do respectivo CBH;
- Elaborar estudos técnicos para subsidiar o Conselho Nacional de Recursos Hídricos, a definir os valores a serem cobrados, com base no modelo sugerido pelos CBHs, além de implementar, arrecadar, distribuir e aplicar receitas auferidas por intermédio dessa cobrança;
- Coordenar as atividades desenvolvidas para a elaboração da rede hidrometeorológica nacional, em articulação com órgãos e entidades públicas ou privadas;
- Estimular a pesquisa e a capacitação de recursos humanos para a gestão de recursos hídricos;
- Procurar soluções para problemas graves como a secas prolongadas, chuvas intensas, poluição dos rios, entre outros assuntos.

É importante ressaltar também que em consonância com o Manual de Disponibilidade hídrica, em 10 de agosto de 2010, ANEEL e ANA assinaram a primeira Resolução Conjunta nº 3/2010, que revoga a Resolução ANEEL n° 396/1998. Um marco em se tratando de uma decisão tomada por ambas as Agências.

A.7. Resolução Conjunta da ANEEL e ANA nº 3/2010

A Resolução estabelece as condições e os procedimentos a serem observados pelas concessionárias e autorizadas de geração de energia hidrelétrica para a instalação, operação e manutenção de estações hidrométricas visando ao monitoramento pluviométrico, limnimétrico, fluviométrico, sedimentométrico e de qualidade da água associado a aproveitamentos hidrelétricos.

Essa Resolução revoga a anterior, nº396/1998 da ANEEL, a qual já especificava as condições para implantação, manutenção e operação somente de estações fluviométricas e pluviométricas.

Essa medida se torna um importante instrumento para avaliação das necessidades de garantia da vazão mínima remanescente acordadas na reunião técnica inicial entre os órgãos e impostas pelo documento de DRDH. Observa-se a necessidade de dados consubstanciados relativos aos regimes de operação dos aproveitamentos, que subsidiem a tomada de decisão para as atividades de fiscalização, regulação e mediação.

Os quantitativos dos monitoramentos são determinados conforme a área de drenagem incremental de cada aproveitamento, e objetiva o controle de dados de monitoramento de vazão a montante e a jusante compreendendo as vazões vertidas e turbinadas.

O monitoramento da qualidade da água deverá ser realizado em um local do reservatório, para os seguintes parâmetros: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Fósforo Total, Nitrogênio Total, Clorofila A, Transparência, pH e Temperatura.

O projeto de instalação das estações deverá ser enviado à ANA no prazo de até 6 meses a partir da data da concessão ou autorização. Para isso, devem-se evitar sobreposições com estações existentes da Rede Hidrometeorológica Nacional e considerar preferencialmente locais não monitorados. A ANA aprovará e indicará os códigos e o programa anual de operação dos postos. Deverão ser realizadas, em um ano, no mínimo, 4 medições de descarga líquida e também de descarga sólida (para atualização de curvas de descarga) e de qualidade da água, simultaneamente.

Deverá ser feita a análise de consistência dos dados das estações pluviométricas, limnimétricas, fluviométricas, que devem ser automatizadas e telemetrizadas, e os registros realizados em intervalo horário, ou menor e disponibilizados a ANA até abril de cada ano. As estações serão objeto de acompanhamento e fiscalização por parte da ANA e ANEEL.

A.8. Outorga e Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica (DRDH)

De acordo com a Lei nº 9433/1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos a outorga é o ato administrativo no qual o Poder Público, a União, os Estados ou o Distrito Federal, concedem o direito de uso dos recursos hídricos nos termos e condições descritos no ato. Com isso visa-se assegurar o controle da qualidade, a quantidade e os direitos de acesso as águas.

No Art. 12, é descrito que está sujeito a outorga pelo Poder Público o direito dos seguintes usos de recursos hídricos:

- derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo de água para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo;
- extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo;
- 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;
- **aproveitamento dos potenciais hidrelétricos;**
- outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água.

É necessário que os órgãos gestores tenham conhecimento sobre a disponibilidade hídrica e as demandas da bacia hidrográfica do rio, para que sejam garantidos todos os usos necessários, compatibilizando a utilização humana e a manutenção dos ecossistemas.

A outorga e a utilização de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica estão subordinadas e condicionadas às prioridades de uso estabelecidas nos Planos de Recursos Hídricos, e deverão preservar os usos múltiplos e respeitar a classe em que o corpo de água estiver enquadrado e a manutenção de condições adequadas ao transporte aquaviário, quando esse existir.

É fato que nem todo Estado ou bacia hidrográfica possui um Plano de Recursos Hídricos, e nesse caso é preciso adequação de acordo com algum critério, geralmente com base em negociações ou estudos que envolvem diversos representantes, a fim de encontrarem parâmetros adequados que represente o desejo da maioria, atendendo pelo menos em parte a satisfação dos usos.

Descreve-se no Art. 15, que a outorga de direito de uso de recursos hídricos poderá ser suspensa parcial ou totalmente, em definitivo ou por prazo determinado, nas seguintes circunstâncias: não cumprimento pelo outorgado dos termos da outorga; ausência de uso por três anos consecutivos; necessidade premente de água para atender a situações de calamidade, inclusive as decorrentes de condições climáticas adversas; necessidade de se prevenir ou reverter grave degradação ambiental; necessidade de se atender a usos prioritários, de interesse coletivo, para os quais não se disponha de fontes alternativas; necessidade de serem mantidas as características de navegabilidade do corpo de água.

A outorga não implica a alienação parcial das águas, que são inalienáveis, mas o simples direito de seu uso. É a base técnica para a cobrança do uso de recursos hídricos que reconhece a água como bem econômico, transmite ao usuário uma indicação de seu real valor e incentiva a sua racionalização obtendo com isso recursos financeiros para o financiamento dos programas, projetos e obras contemplados nos Planos de Recursos Hídricos priorizando a bacia hidrográfica e, por conseguinte o pagamento de despesas de implantação e custeio administrativo dos órgãos e entidades que integram Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH)[66].

Os valores a serem cobrados se baseiam no tipo de utilização: derivações, captações e extrações de água, o volume retirado e seu regime de variação, 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 afluente.

Na **Resolução nº 16/2001,** do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH)[67] dispõe sobre a outorga, além do já explicitado na Lei nº 9433/1997. Inclui ainda como condição para a suspensão da outorga o indeferimento ou cassação da licença ambiental. O prazo que depende da natureza, finalidade e porte do empreendimento e até período de retorno do investimento, não excedente a trinta e cinco anos, a partir da data de publicação do ato. É preciso respeitar o prazo de até dois anos para o início da implantação do empreendimento e seis anos para a sua conclusão. O prazo pode ser prorrogado de acordo com as prioridades constantes no Plano de Recursos Hídricos da bacia hidrográfica.

Ainda, na **Resolução nº 37/2004,** do CNRH estabelece diretrizes para a outorga de direito de recursos hídricos para a implantação de barragens em corpos de água de domínio dos Estados, do Distrito Federal e da União, considerando que estão sujeitos a outorga os usos de recursos hídricos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água.

A Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica (DRDH) é o ato administrativo a ser requerido para licitar a concessão ou autorizar o uso de potencial de energia hidráulica.

De acordo com a **Lei nº 9.984/2000**, que dispõe sobre a criação da ANA, o Art. 7º descreve que para licitar a concessão ou autorizar o uso de potencial de energia hidráulica em

[66] Integram o SNRH, a Agência Nacional de Águas, os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal, os Comitês de Bacia Hidrográfica, os órgãos dos poderes públicos federal, estaduais, do Distrito Federal e municipais cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos e as Agências de Água (Lei Lei nº 9433/1997).

[67] Colegiado que trata das grandes questões de recursos hídricos e é composto por representantes de entidades públicas, usuários e organizações civis relacionadas à área de recursos hídricos, integrante da estrutura regimental do Ministério do Meio Ambiente, possui como competências: acompanhar a execução e aprovar o Plano Nacional de Recursos Hídricos e determinar as providências necessárias ao cumprimento de suas metas (ANA, 2010b).

corpo de água de domínio da União, a ANEEL deverá requerer, junto à ANA, a prévia obtenção da DRDH. No entanto, se o empreendimento localizar-se em corpo de água de domínio dos Estados ou do Distrito Federal, a declaração será obtida em articulação com a entidade gestora de recursos hídricos. A DRDH será transformada automaticamente, pelo poder outorgante, em outorga à instituição ou empresa que receber da ANEEL ou EPE[68] a concessão ou a autorização para exploração do uso do potencial de energia hidráulica.

A **Resolução nº 131/2003,** da ANA, dispõe sobre procedimentos referentes à emissão de DRDH e de outorga de direito de uso de recursos hídricos, para uso de potencial de energia hidráulica superior a 1 MW em corpo de água de domínio da União.

Ao solicitar a DRDH deverá encaminhar cópia dos seguintes documentos:

- ficha técnica do empreendimento;
- estudos hidrológicos referentes à determinação da série de vazões utilizadas no dimensionamento energético de cada um dos cenários de usos múltiplos dos recursos hídricos, inclusive para o transporte aquaviário; vazões máximas consideradas no dimensionamento dos órgãos extravasores; vazões mínimas; e do transporte de sedimentos;
- estudos referentes ao reservatório quanto à definição das condições de enchimento; tempo de residência da água, condições de assoreamento; remanso e curvas "cota x área x volume.
- mapa de localização e de arranjo do empreendimento, georreferenciado e em escala adequada;
- descrição das características do empreendimento, no que se refere: à capacidade dos órgãos extravasores; **vazão remanescente**; restrições à montante e à jusante e ao cronograma de implantação;
- estudos energéticos utilizados no dimensionamento do aproveitamento hidrelétrico, inclusive quanto a evolução da energia assegurada ao longo do período da concessão ou da autorização; e Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) dos técnicos responsáveis pelos estudos.

Esses diversos estudos oriundos de projetos de inventário, viabilidade, básico e licenciamentos ambientais para PCHs e UHEs podem ser apresentados em um único documento denominado Relatório de Estudos de Disponibilidade Hídrica (REDH) e para orientação de como proceder foi publicado pela ANA em julho de 2009 o Manual de Estudos de Disponibilidade Hídrica para Aproveitamentos Hidrelétricos.

[68] De acordo com a Lei nº 10.847, de 15/03/2004, que autoriza a criação da Empresa de Pesquisa Energética e dá outras providências.

APÊNDICE B - VAZÕES MÉDIAS MENSAIS NA PCH SANTA GABRIELA TRANSFERIDAS DO POSTO ESTRADA BR-163 NO RIO CORRENTES (m^3/s)

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1977	69,2	83,5	71,4	71,7	68,5	70,8	66,1	65,4	67,2	58,5	63,9	67,6	68,5
1978	106	89,9	99,1	82,7	72,4	65,2	58,8	55,2	60,7	56,9	63,9	76,3	73,8
1979	103	95,0	88,7	73,7	69,2	62,7	61,6	57,9	67,4	57,5	63,5	70,1	72,4
1980	81,7	91,3	86,7	75,7	64,8	60,0	57,3	53,7	58,9	54,3	68,9	71,6	68,7
1981	73,4	76,4	87,6	73,7	69,2	62,7	61,6	54,0	54,7	63,2	72,2	69,5	68,1
1982	81,2	84,2	91,2	-	-	-	57,6	56,2	58,3	65,0	61,4	70,7	-
1983	80,3	75,6	-	-	-	-	58,7	56,1	59,3	62,0	69,7	88,4	-
1984	87,1	83,8	84,4	82,0	77,2	66,6	-	-	-	-	79,4	84,7	-
1985	91,1	90,6	89,3	80,9	-	-	-	58,1	59,3	57,4	62,2	64,7	-
1986	74,2	77,8	82,1	75,3	66,8	57,0	53,5	59,9	57,3	52,5	58,3	75,6	65,8
1987	77,9	72,2	58,2	65	63,3	63,0	56,6	56,7	55,3	57,7	61,6	-	-
1988	-	-	102	93,9	78,8	70,0	65,6	62,5	60,4	62,4	69,0	80,3	-
1989	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1990	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	73,4	-
1991	83,0	94,9	90,8	88,4	70,1	69,0	65,8	-	-	-	-	-	-
1992	78,2	81,0	78,6	81,3	74,2	-	-	-	-	-	-	-	-
1993	82,0	90,3	81,3	78,2	69,0	70,2	63,2	60,9	61,4	63,5	62,6	-	-
1994	87,0	107	-	-	-	71,8	70,7	-	-	-	81,3	87,5	-
1995	86,7	107	89,3	88,0	83,0	75,2	78,3	70,4	-	77,0	80,1	85,8	
1996	82,1	85,6	94,4	79,4	71,4	68,3	65,7	65,3	72,3	67,8	93,4	82,7	77,3
1997	107	103	94,7	86,3	81,2	88,6	74,2	68,4	69,9	73,2	79,6	82,9	84
1998	80,8	96,9	103	83,6	74,9	70,9	68,4	68,2	70,8	-	77,8	87,1	-
1999	91,9	85,0	99,5	-	72,7	69,4	65,8	62,1	64,9	71,2	88	78,8	-
2000	78,1	90,5	99,9	85,2	76,0	68,5	67,7	67,1	73,4	70,3	77,2	86,5	78,3
2001	77,9	81,5	93,1	79,4	73,4	68,5	64,9	62,4	66,7	71,9	78,0	99,2	76,4
2002	97,4	102	104	88,2	82,6	73,1	71,4	71,9	66,3	69,3	69,0	79,2	81,1
2003	86,4	93,6	98,1	97,2	75,9	72,1	68,5	66,9	70,8	74,3	71,4	78,7	79,4
2004	83,1	95,3	89,8	76,4	75,0	-	-	-	-	-	-	-	-
MÍNIMA	69,2	72,2	58,2	65,0	63,3	57,0	53,5	53,7	54,7	52,5	58,3	64,7	
MÉDIA	85,1	89,4	89,9	81,2	73,2	68,7	64,6	61,9	63,8	64,3	71,8	79,2	74,4
MÁXIMA	107	107	104	97	83,0	88,6	78,3	71,9	73,4	77,0	93,4	99,2	

Nota: Os meses com o símbolo "-" indicam indisponibilidade de dados.

Apêndice C - Vazões Médias Diárias na PCH Santa Gabriela
Transferidas do Posto Estrada BR-163 no Rio Correntes (m³/s)

Dia / Mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Méd.	Máx.	Mín.
jan-77	64,4	65,4	63,4	62,4	67,4	64,4	71,4	71,4	72,5	71,4	70,4	72,5	74,6	72,5	70,4	68,4	65,4	63,4	67,4	67,4	65,4	63,4	61,4	60,5	62,4	69,4	72,5	75,6	80,0	83	83	69,2	83	60,5
fev-77	76,7	81,1	95,7	102	101	104,1	104	99,9	94	91,5	89	86,4	84,8	83,3	78,9	74,6	69,4	74,6	75,6	74,6	74,6	75,6	78,9	77,8	76,7	73,5	71,4	67,4	-	-	-	83,5	104	67,4
mar-77	67,4	73,5	80	83,3	82,2	80	80	81,1	77,8	70,4	65,4	67,4	67,4	68,4	67,4	68,4	69,4	72,5	72,5	71,4	69,4	70	70	70	75	68	64	63	64	65	66	71,4	83	63,4
abr-77	71,4	73,5	73,5	74,6	73,5	75,6	76,7	77,8	76,7	74,6	71,4	67,4	66,4	64,4	62,4	60,5	66,4	76,7	82,2	81,1	82,2	80,0	77,8	69,4	64,4	63,4	68,4	66,4	66,4	66,4	-	71,7	82,2	60,5
mai-77	67,4	69,4	68,4	68,4	67,4	66,4	66,4	71,4	69,4	68,4	68,4	70,4	68,4	67,4	66,4	67,4	76,7	80	75,6	73,5	70,4	68,4	67,4	65,4	66,4	65,4	64,4	64,4	64,4	64,4	64,4	68,5	80,0	64,4
jun-77	66,4	69,4	71,4	76,7	81,1	76,7	77,8	77,8	73,5	70,4	69,4	68,4	66,4	66,4	67,4	66,4	68,4	69,4	69,4	68,4	67,4	69,4	70,4	70,4	67,4	75,6	72,5	70,4	69,4	68,4	-	70,8	81,1	66,4
jul-77	68,4	67,4	66,4	65,4	65,4	66,4	66,4	66,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	66,4	67,4	66,4	66,4	66,4	67,4	67,4	66,4	66,4	65,4	65,4	66,1	68,4	65,4
ago-77	65,4	65,4	66,4	66,4	65,4	65,4	65,4	65,4	66,4	66,4	66,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	64,4	64,4	65,4	67,4	65,4	64,4	64,4	65,4	64,4	64,4	65,4	67,4	64,4
set-77	71,4	78,9	77,8	76,7	73,5	69,4	66,4	67,4	67,4	70,4	70,4	64,4	63,4	65,4	60,5	59,5	59,5	68,4	68,4	69,4	67,4	67,4	66,4	67,4	66,4	65,4	63,4	61,4	59,5	63,4	-	67,2	78,9	59,5
out-77	64,4	67,4	67,4	66,4	63,4	61,4	59,5	56,7	54	53	52,1	53	54,9	54,9	54	54,9	54,9	54,9	54,9	55,8	54,9	53,0	53,0	54,9	57,7	59,5	59,5	66,4	65,4	66,4	63,4	58,5	67,4	52,1
nov-77	61,4	59,5	57,7	58,6	58,6	60,5	61,4	60,5	62,4	61,4	58,6	57,7	58,6	59,5	63,4	67,4	68,4	69,4	69,4	68,4	68,4	66,4	65,4	65,4	67,4	70,4	73,5	71,4	66,4	60,5	-	63,9	73,5	57,7
dez-77	61,4	61,4	60,5	60,5	60,5	60,5	59,5	58,6	57,7	56,7	58,6	57,7	60,5	59,5	58,6	59,5	58,6	62,4	59,5	69,4	76,7	88,1	89,0	86,4	85,6	83,3	82,2	78,9	76,7	75,6	71,4	67,6	89,0	56,7
jan-78	71,4	70,4	86,4	86,4	89,8	91,5	92,3	91,5	89	91,5	97,4	101	109	115	149	152	145	129	129	133	128	116	111	108	107	111	104	98,2	94,0	92,3	91,5	106	152	70,4
fev-78	88,1	84,8	80	76,7	72,5	73,5	74,6	81,1	81,1	84,8	91,5	94	94	89,8	89	89,8	91,5	94	92,3	91,5	91,5	92,3	94,0	94,8	99,9	103	109	118	-	-	-	89,9	118	72,5
mar-78	125	136	144	135	127	128	125	116	106	99,9	101	99,9	99,9	98,2	97,4	94,8	91,5	88,1	83,3	83,3	85,6	85,6	83,3	80,0	78,9	77,8	77,8	78,9	81,1	82,2	83,3	99,1	144	77,8
abr-78	86,4	89,8	94,8	99,9	99,9	95,7	89	83,3	78,9	75,6	73,5	73,5	73,5	73,5	74,6	78,9	82,2	80	80	80	81,1	82,2	84,8	86,4	88,1	86,4	81,1	73,5	74,6	78,9	-	82,7	99,9	73,5
mai-78	81,1	83,3	81,1	76,7	72,5	70,4	69,4	68,4	67,4	66,4	65,4	65,4	68,4	72,5	73,5	73,5	73,5	72,5	71,4	70,4	69,4	68,4	66,4	66,4	69,4	68,4	69,4	72,5	80,0	86,4	84,8	72,4	86,4	65,4
jun-78	88,1	85,6	77,8	72,5	68,4	66,4	65,4	65,4	65,4	66,4	65,4	65,4	64,4	63,4	63,4	62,4	62,4	62,4	61,4	61,4	61,4	60,5	60,5	60,5	60,5	60,5	60,5	59,5	59,5	58,6	-	65,2	88,1	58,6
jul-78	58,6	58,6	58,6	58,6	58,6	59,5	59,5	59,5	59,5	58,6	57,7	57,7	57,7	57,7	57,7	57,7	57,7	59,5	62,4	61,4	60,5	60,5	59,5	59,5	59,5	58,6	58,6	58,6	57,7	56,7	56,7	58,8	62,4	56,7
ago-78	56,7	55,8	55,8	55,8	55,8	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	55,8	55,8	55,8	55,8	55,8	55,8	54,9	54,9	54,9	54,9	55,2	56,7	54,9
set-78	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	59,5	60,5	60,5	61,4	59,5	58,6	56,7	63,4	64,4	64,4	64,4	62,4	68,4	71,4	67,4	64,4	61,4	59,5	57,7	59,5	60,5	64,4	67,4	-	60,7	71,4	54,9
out-78	64,4	61,4	59,5	58,6	57,7	56,7	55,8	55,8	55,8	55,8	55,8	55,8	58,6	57,7	57,7	56,7	54,9	58,6	56,7	56,7	56,7	57,7	56,7	55,8	54,9	54,0	54,0	55,8	54,9	54,9	56,7	56,9	64,4	54,0
nov-78	61,4	66,4	61,4	63,4	68,4	67,4	64,4	63,4	61,4	60,5	63,4	62,4	64,4	64,4	64,4	63,4	60,5	57,7	56,7	56,7	56,7	60,5	60,5	64,4	66,4	67,4	66,4	73,5	77,8	70,4	-	63,9	77,8	56,7
dez-78	67,4	65,4	62,4	61,4	59,5	56,7	57,7	58,6	61,4	75,6	84,8	88,1	91,5	101	99,9	94	89,8	84,8	78,9	71,4	63,4	61,4	60,5	61,4	66,4	72,5	82,2	88,1	97,4	98,2	103,2	76,3	103	56,7
jan-79	106	106	113	113	109	102	97,4	94	91,5	95,7	97,4	95,7	106	108	107	107	118	118	103	95,7	91,5	89,8	98,2	102	102	98,2	97,4	101	104	115	109	103	118	89,8
fev-79	104	102	99,9	99,9	95,7	94,8	92,3	94,8	94,8	89,8	86,4	82,2	82,2	86,4	89	89,8	97,4	104	104	101	97,4	94,0	89,0	88,1	91,5	94,8	107	107	-	-	-	95,0	107	82,2
mar-79	103	98,2	95,7	92,3	89	86,4	88,1	86,4	89,8	89,8	91,5	86,4	86,4	89	89	89	89,8	91,5	89,8	89	89,8	94,0	94,0	92,3	88,1	86,4	85,6	82,2	77,8	75,6	74,6	88,7	103	74,6
abr-79	72,5	77,8	81,1	77,8	76,7	75,6	74,6	73,5	73,5	74,6	74,6	74,6	74,6	72,5	71,4	71,4	72,5	70,4	68,4	68,4	70,4	74,6	77,8	75,6	75,6	75,6	74,6	71,4	70,4	69,4	-	73,7	81,1	68,4
mai-79	72,5	73,5	74,6	74,6	75,6	73,5	73,5	80	77,8	75,6	72,5	71,4	70,4	70,4	68,4	67,4	66,4	65,4	65,4	64,4	64,4	64,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	65,4	69,4	68,4	69,2	80,0	63,4
jun-79	68,4	67,4	66,4	65,4	64,4	64,4	63,4	63,4	63,4	63,4	62,4	62,4	62,4	62,4	62,4	62,4	62,4	62,4	62,4	62,4	62,4	62,4	60,5	60,5	60,5	60,5	60,5	60,5	60,5	59,5	-	62,7	68,4	59,5
jul-79	59,5	59,5	59,5	59,5	59,5	59,5	59,5	59,5	59,5	59,5	59,5	59,5	58,6	58,6	58,6	58,6	58,6	59,5	60,5	61,4	61,4	61,4	61,4	73,5	73,5	71,4	69,4	66,4	63,4	61,4	59,5	61,6	73,5	58,6
ago-79	58,6	58,6	58,6	57,7	57,7	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	57,7	58,6	57,7	57,7	56,7	56,7	55,8	55,8	57,7	60,5	61,4	62,4	62,4	62,4	57,9	62,4	55,8
set-79	62,4	62,4	61,4	61,4	74,6	65,4	61,4	62,4	64,4	75,6	78,9	78,9	76,7	76,7	78,9	81,1	83,3	81,1	72,5	63,4	60,5	63,4	61,4	60,5	58,6	58,6	58,6	58,6	59,5	60,5	-	67,4	83,3	58,6
out-79	61,4	60,5	60,5	59,5	59,5	58,6	60,5	66,4	63,4	61,4	60,5	61,4	57,7	60,5	63,4	61,4	60,5	57,7	56,7	54,9	54	53,0	52,1	52,1	51,3	51,3	52,1	53,0	52,1	52,1	52,1	57,5	66,4	51,3
nov-79	62,4	59,5	66,4	72,5	71,4	70,4	66,4	65,4	64,4	67,4	68,4	66,4	62,4	59,5	56,7	56,7	58,6	57,7	59,5	59,5	59,5	59,5	62,4	62,4	61,4	67,4	66,4	65,4	65,4	62,4	-	63,5	72,5	56,7
dez-79	59,5	59,5	59,5	56,7	55,8	54,9	54,9	55,8	56,7	57,7	56,7	55,8	56,7	57,7	61,4	62,4	66,4	70,4	69,4	68,4	71,4	81,1	88,1	94,0	99,9	98,2	95,7	89,8	86,4	85,6	85,6	70,1	99,9	54,9

Notas: 1 – Os dias com o símbolo "-" indicam indisponibilidade de dados; 2 – Os dias em negrito indicam dados estimados.

Apêndice C - Vazões Médias Diárias na PCH Santa Gabriela (continuação)
Transferidas do Posto Estrada BR-163 no Rio Correntes (m³/s)

Mês \ Dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Méd.	Máx.	Mín.
jan-80	83,3	82,2	77,8	80,0	81,1	81,1	83,3	83,3	88,1	88,1	86,4	88,1	89,8	88,1	84,8	89,0	86,4	84,8	81,1	81,1	85,6	80,0	78,9	74,6	75,6	73,5	75,6	76,7	76,7	73,5	73,5	81,7	89,8	73,5
fev-80	75,6	75,6	80,0	81,1	80,0	80,0	80,0	81,1	83,3	84,8	85,6	84,8	86,4	89,8	92,3	92,3	95,7	101	103	103	104	107	108	106	98,2	95,7	95,7	97,4	101	-	-	91,3	108	75,6
mar-80	**104**	103	103	104	99,9	101	103	102	99,9	94,0	88,1	83,3	81,1	80,0	80	83,3	86,4	88,1	85,6	84,8	83,3	81,1	80,0	76,7	74,6	71,4	70,4	70,4	73,5	74,6	76,7	**86,7**	**104**	**70,4**
abr-80	76,7	80	88,1	88,1	85,6	84,8	85,6	85,6	83,3	83,3	81,1	78,9	78,9	82,2	81,1	77,8	77,8	75,6	72,5	69,4	68,4	67,4	67,4	66,4	65,4	64,4	64,4	63,4	63,4	63,4	-	75,7	88,1	63,4
mai-80	63,4	64,4	66,4	68,4	67,4	66,4	65,4	64,4	64,4	63,4	62,4	61,4	61,4	61,4	61,4	61,4	61,4	62,4	61,4	61,4	64,4	69,4	70,4	71,4	71,4	70,4	67,4	66,4	64,4	62,4	61,4	64,8	71,4	61,4
jun-80	61,4	60,5	60,5	60,5	60,5	60,5	60,5	59,5	59,5	59,5	59,5	58,6	58,6	59,5	59,5	60,5	59,5	58,6	58,6	58,6	58,6	58,6	58,6	58,6	58,6	60,5	63,4	64,4	62,4	61,4	-	60,0	64,4	58,6
jul-80	61,4	60,5	60,5	59,5	59,5	59,5	59,5	57,7	57,7	57,7	58,6	58,6	57,7	57,7	57,7	57,7	57,7	56,7	56,7	56,7	55,8	55,8	55,8	55,8	55,8	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	57,3	61,4	54,9
ago-80	54,9	54,9	54,9	54,9	55,8	54,9	54,9	54,0	53,0	53,0	53,0	52,1	52,1	52,1	53,0	53,0	53,0	53,0	53,0	53,0	53,0	53,0	54,0	54,0	55,8	54,9	54,0	53,0	53,0	53,0	53,0	53,7	55,8	52,1
set-80	53,0	53,0	53,0	53,0	52,1	52,1	52,1	51,3	54,0	55,8	56,7	56,7	55,8	54,9	58,6	65,4	65,4	65,4	64,4	62,4	69,4	72,5	68,4	67,4	62,4	57,7	55,8	60,5	59,5	58,6	-	58,9	72,5	51,3
out-80	57,7	56,7	55,8	54,9	54	53,0	52,1	53,0	53,0	52,1	52,1	57,7	57,7	57,7	55,8	54,0	53,0	53,0	53,0	53,0	54,0	54,0	54,0	53,0	54,0	54,0	53,0	53,0	52,1	54,0	55,8	56,7	54,3	57,7	52,1
nov-80	57,7	62,4	63,4	62,4	63,4	64,4	78,9	86,4	89,8	89,0	89,0	85,6	80,0	73,5	66,4	61,4	60,5	58,6	56,7	57,7	70,4	78,9	72,5	65,4	62,4	63,4	64,4	62,4	59,5	61,4	-	68,9	89,8	56,7
dez-80	68,4	71,4	73,5	74,6	73,5	68,4	65,4	64,4	62,4	61,4	60,5	60,5	61,4	66,4	70,4	69,4	66,4	63,4	66,4	76,7	82,2	85,6	85,6	82,2	77,8	76,7	73,5	76,7	82,2	78,9	72,5	71,6	85,6	60,5
jan-81	76,7	80,0	83,3	85,6	85,6	81,1	78,9	76,7	73,5	69,4	72,5	74,6	74,6	71,4	69,4	69,4	69,4	69,4	67,4	64,4	64,4	67,4	67,4	66,4	64,4	64,4	66,4	74,6	81,1	82,2	82,2	73	85,6	64,4
fev-81	81,1	80,0	77,8	75,6	74,6	75,6	71,4	70,4	72,5	71,4	70,4	73,5	76,7	75,6	71,4	71,4	71,4	72,5	74,6	78,9	75,6	80,0	82,2	84,8	86,4	86,4	81,1	76,7	-	-	-	76,4	86,4	70,4
mar-81	75,6	73,5	72,5	71,4	74,6	81,1	86,4	88,1	88,1	91,5	89,8	84,8	77,8	76,7	77,8	77,8	81,1	83,3	89,0	98,2	98,2	98,2	99,9	98,2	98,2	99,9	101	99,9	97,4	94,8	89,8	87,6	101	71,4
abr-81	72,5	77,8	81,1	77,8	76,7	75,6	74,6	73,5	73,5	74,6	74,6	74,6	74,6	72,5	71,4	71,4	72,5	70,4	68,4	68,4	70,4	74,6	77,8	75,6	75,6	75,6	74,6	71,4	70,4	69,4	-	73,7	81,1	68,4
mai-81	72,5	73,5	74,6	74,6	75,6	73,5	73,5	80,0	77,8	75,6	72,5	71,4	70,4	70,4	68,4	67,4	66,4	65,4	65,4	64,4	64,4	64,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	65,4	69,4	68,4	69,2	80,0	63,4
jun-81	68,4	67,4	66,4	65,4	64,4	64,4	63,4	63,4	63,4	63,4	62,4	62,4	62,4	62,4	62,4	62,4	62,4	62,4	62,4	62,4	62,4	62,4	60,5	60,5	60,5	60,5	60,5	60,5	60,5	59,5	-	62,7	68,4	59,5
jul-81	59,5	59,5	59,5	59,5	59,5	59,5	59,5	59,5	59,5	59,5	59,5	59,5	58,6	58,6	58,6	58,6	58,6	59,5	60,5	61,4	61,4	61,4	61,4	73,5	73,5	71,4	69,4	66,4	63,4	61,4	59,5	61,6	73,5	58,6
ago-81	54,9	54,0	54,0	54,0	54,0	54,0	54,0	54,0	54,0	54,0	54,0	54,0	54,0	54,0	54,0	54,0	54,0	54,0	54,0	54,0	54,0	54,0	54,0	54,0	53,0	53,0	54,0	54,0	54,0	54,0	54,0	54,0	54,9	53,0
set-81	54,0	52,1	52,1	52,1	52,1	52,1	52,1	53	52,1	52,1	52,1	52,1	53,0	53,0	52,1	52,1	53,0	52,1	52,1	52,1	52,1	52,1	52,1	54,0	68,4	67,4	65,4	61,4	59,5	60,5	-	54,7	68,4	52,1
out-81	63,4	64,4	62,4	60,5	59,5	59,5	64,4	63,4	69,4	66,4	63,4	61,4	59,5	61,4	61,4	64,4	67,4	65,4	67,4	65,4	66,4	62,4	62,4	62,4	60,5	60,5	60,5	60,5	62,4	63,4	66,4	63,2	69,4	59,5
nov-81	63,4	61,4	61,4	61,4	60,5	61,4	63,4	65,4	67,4	72,5	75,6	76,7	75,6	72,5	70,4	68,4	73,5	80	77,8	74,6	73,5	73,5	75,6	76,7	81,1	84,8	84,8	81,1	75,6	74,6	-	72,2	84,8	60,5
dez-81	73,5	71,4	69,4	69,4	67,4	65,4	66,4	69,4	70,4	72,5	69,4	69,4	72,5	71,4	68,4	71,4	71,4	71,4	72,5	72,5	71,4	69,4	67,4	66,4	65,4	65,4	65,4	66,4	67,4	68,4	75,6	69,5	75,6	65,4
jan-82	80,0	83,3	81,1	78,9	78,9	75,6	73,5	81,1	77,8	83,3	91,5	94,8	94,0	89,0	83,3	80,0	78,9	80	77,8	75,6	73,5	69,4	70,4	75,6	80,0	83,3	88,1	91,5	84,8	80,0	82,2	81,2	94,8	69,4
fev-82	86,4	86,4	85,6	86,4	89,0	89,0	88,1	86,4	86,4	83,3	82,2	82,2	82,2	83,3	82,2	81,1	81,1	83,3	86,4	85,6	82,2	83,3	78,9	78,9	82,2	82,2	86,4	88,1	-	-	-	84,2	89,0	78,9
mar-82	86,4	88,1	86,4	86,4	85,6	85,6	89,8	91,5	91,5	94	95,7	101	109	108	106	103	98,2	95,7	94,8	92,3	88,1	86,4	83,3	83,3	82,2	85,6	86,4	88,1	86,4	84,8	84,8	91,2	109	82,2
abr-82	84,8	83,3	82,2	78,9	80,0	80,0	77,8	76,7	76,7	76,7	77,8	77,8	70,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mai-82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
jun-82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59,5	59,5	59,5	59,5	59,5	59,5	59,5	59,5	59,5	59,5	59,5	59,5	59,5	59,5	58,6	58,6	58,6	58,6	-	-	-	-
jul-82	58,6	57,7	57,7	57,7	57,7	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	55,8	55,8	55,8	59,5	59,5	59,5	59,5	59,5	62,4	61,4	60,5	58,6	57,7	56,7	55,8	55,8	55,8	55,8	55,8	55,8	55,8	57,6	62,4	55,8
ago-82	55,8	55,8	55,8	55,8	57,7	57,7	58,6	58,6	58,6	58,6	57,7	57,7	55,8	55,8	55,8	54,9	54,9	54,9	54,9	54,0	54,0	57,7	56,7	55,8	55,8	55,8	55,8	55,8	55,8	54,9	55,8	56,2	58,6	54,0
set-82	54,9	54,9	59,5	59,5	60,5	60,5	58,6	56,7	55,8	55,8	54,9	54,0	54,9	57,7	61,4	64,4	62,4	62,4	61,4	60,5	59,5	57,7	57,7	57,7	59,5	59,5	59,5	57,7	55,8	54,0	-	58,3	64,4	54,0
out-82	54,0	53,0	53,0	53,0	57,7	61,4	61,4	62,4	63,4	65,4	71,4	74,6	75,6	76,7	73,5	65,4	65,4	70,4	77,8	72,5	71,4	70,4	67,4	66,4	61,4	64,4	62,4	60,5	59,5	61,4	60,5	65,0	77,8	53,0
nov-82	59,5	57,7	56,7	54,9	56,7	61,4	61,4	61,4	63,4	60,5	59,5	59,5	61,4	63,4	69,4	64,4	64,4	64,4	63,4	62,4	64,4	64,4	64,4	64,4	63,4	62,4	60,5	58,6	56,7	57,7	-	61,4	69,4	54,9
dez-82	59,5	62,4	61,4	60,5	63,4	68,4	70,4	71,4	74,6	75,6	75,6	74,6	73,5	69,4	66,4	64,4	67,4	67,4	65,4	62,4	71,4	70,4	70,4	73,5	74,6	75,6	76,7	76,7	80,0	83,3	84,8	70,7	84,8	59,5

Notas: 1 – Os dias com o símbolo "-" indicam indisponibilidade de dados; 2 – Os dias em negrito indicam dados estimados.

Apêndice C - Vazões Médias Diárias na PCH Santa Gabriela (continuação)
Transferidas do Posto Estrada BR-163 no Rio Correntes (m³/s)

Dia / Mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Méd.	Máx.	Mín.
jan-83	81,1	77,8	74,6	74,6	74,6	74,6	70,4	75,6	76,7	82,2	82,2	82,2	83,3	84,8	82,2	82,2	80,0	73,5	70,4	71,4	76,7	81,1	88,1	88,1	82,2	85,6	91,5	91,5	86,4	83,3	80,0	80,3	91,5	70,4
fev-83	80,0	81,1	84,8	83,3	82,2	80,0	76,7	74,6	77,8	72,5	68,4	67,4	67,4	69,4	80,0	83,3	85,6	81,1	75,6	71,4	70,4	69,4	69,4	69,4	70,4	70,4	74,6	78,9	-	-	-	75,6	85,6	67,4
mar-83	82,2	84,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
abr-83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mai-83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
jun-83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	58,6	57,7	57,7	58,6	58,6	58,6	58,6	58,6	57,7	56,7	56,7	55,8	-	-	-	-
jul-83	55,8	55,8	55,8	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	55,8	55,8	56,7	59,5	69,4	70,4	69,4	65,4	62,4	61,4	60,5	59,5	58,6	58,6	57,7	57,7	57,7	57,7	57,7	56,7	56,7	56,7	56,7	58,7	70,4	54,9
ago-83	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	55,8	55,8	55,8	55,8	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	55,8	55,8	55,8	55,8	54,9	54,9	56,1	56,7	54,9
set-83	57,7	59,5	59,5	59,5	59,5	59,5	58,6	58,6	57,7	55,8	54,9	62,4	69,4	69,4	67,4	63,4	62,4	61,4	60,5	60,5	59,5	59,5	59,5	58,6	55,8	54,9	53,0	53,0	53,0	54,9	-	59,3	69,4	53,0
out-83	54,9	55,8	57,7	56,7	61,4	64,4	64,4	66,4	65,4	64,4	62,4	58,6	62,4	71,4	66,4	66,4	74,6	78,9	68,4	62,4	59,5	58,6	61,4	62,4	60,5	57,7	56,7	56,7	54,9	54,9	56,7	62,0	78,9	54,9
nov-83	58,6	64,4	72,5	65,4	60,5	57,7	58,6	57,7	59,5	60,5	64,4	64,4	75,6	81,1	80,0	76,7	75,6	73,5	69,4	68,4	65,4	73,5	77,8	74,6	73,5	75,6	76,7	75,6	77,8	75,6	-	69,7	81,1	57,7
dez-83	74,6	81,1	86,4	85,6	86,4	88,1	85,6	84,8	82,2	85,6	85,6	83,3	85,6	84,8	85,6	85,6	86,4	89,8	94,0	89,0	86,4	88,1	89,0	89,8	92,3	92,3	98,2	102,4	98,2	97,4	94,8	88,4	102	74,6
jan-84	95,7	103,2	104	98,2	95,7	95,7	97,4	98,2	97,4	94,8	89	82,2	81,1	81,1	78,9	76,7	75,6	74,6	74,6	75,6	81,1	86,4	83,3	83,3	83,3	84,8	85,6	89,0	88,1	85,6	81,1	87,1	104	74,6
fev-84	75,6	72,5	72,5	76,7	82,2	85,6	89,0	86,4	85,6	85,6	85,6	85,6	88,1	89,8	88,1	88,1	88,1	88,1	91,5	94,8	86,4	81,1	80,0	81,1	80,0	80,0	81,1	81,1	81,1	-	-	83,8	94,8	72,5
mar-84	81,1	86,4	88,1	83,3	80,0	78,9	77,8	75,6	77,8	81,1	77,8	81,1	92,3	98,2	94,0	89,8	91,5	92,3	89,8	86,4	84,8	83,3	80,0	78,9	78,9	84,8	86,4	85,6	83,3	81,1	84,8	84,4	98,2	75,6
abr-84	88,1	89,8	98,2	98,2	95,7	94	85,6	78,9	77,8	81,1	77,8	78,9	77,8	71,4	69,4	68,4	68,4	71,4	72,5	74,6	75,6	80,0	81,1	82,2	84,8	84,8	82,2	84,8	89,8	95,7	-	82,0	98,2	68,4
mai-84	94	94	89,8	89	86,4	83,3	81,1	82,2	80	77,8	75,6	75,6	76,7	77,8	78,9	80,0	80,0	80,0	77,8	74,6	72,5	71,4	70,4	69,4	69,4	68,4	68,4	67,4	67,4	67,4	67,4	77,2	94,0	67,4
jun-84	68,4	68,4	67,4	67,4	67,4	67,4	67,4	67,4	67,4	67,4	66,4	66,4	66,4	66,4	66,4	66,4	66,4	66,4	66,4	66,4	66,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	66,4	66,4	66,4	66,4	-	66,6	68,4	65,4
jul-84	66,4	66,4	66,4	66,4	66,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ago-84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
set-84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
out-84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60,5	60,5	69,4	71,4	66,4	71,4	73,5	72,5	72,5	74,6	76,7	77,8	74,6	72,5	68,4	66,4	64,4	62,4	60,5	-	-	-
nov-84	58,6	57,7	56,7	57,7	58,6	58,6	57,7	57,7	60,5	64,4	58,6	64,4	67,4	71,4	73,5	75,6	75,6	75,6	78,9	81,1	89	104,1	120,0	115,0	120,0	110,8	105,7	105,7	100,7	100,7	-	79,4	120	56,7
dez-84	97,4	92,3	89,8	91,5	89,8	88,1	83,3	81,1	81,1	82,2	85,6	84,8	84,8	85,6	86,4	86,4	88,1	88,1	84,8	82,2	82,2	82,2	80,0	80,0	76,7	78,9	80,0	81,1	81,1	84,8	85,6	84,7	97,4	76,7
jan-85	85,6	84,8	88,1	85,6	85,6	85,6	85,6	85,6	88,1	89,0	88,1	85,6	83,3	80,0	78,9	80,0	83,3	85,6	85,6	84,8	81,1	81,1	80,0	91,5	113	120	115	115	113	109	107	91,1	120	78,9
fev-85	118	118	115	108	103,2	98,2	94,8	89,8	88,1	85,6	86,4	88,1	85,6	84,8	83,3	85,6	84,8	85,6	85,6	86,4	85,6	85,6	83,3	81,1	82,2	78,9	83,3	82,2	-	-	-	90,6	118	78,9
mar-85	82,2	85,6	86,4	92,3	95,7	102	104	101	98,2	97,4	95,7	94,8	92,3	89,8	89	86,4	89,8	94	92,3	89	88,1	88,1	86,4	83,3	81,1	81,1	78,9	77,8	80,0	82,2	83,3	89,3	104	77,8
abr-85	83,3	83,3	82,2	81,1	82,2	83,3	84,8	85,6	86,4	84,8	85,6	86,4	86,4	86,4	84,8	82,2	80,0	82,2	83,3	81,1	81,1	78,9	75,6	74,6	73,5	70,4	71,4	74,6	75,6	76,7	-	80,9	86,4	70,4
mai-85	77,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
jun-85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
jul-85	-	-	-	-	64,4	66,4	66,4	66,4	66,4	64,4	64,4	63,4	62,4	62,4	62,4	61,4	60,5	60,5	60,5	60,5	60,5	60,5	60,5	60,5	60,5	59,5	59,5	58,6	58,6	58,6	58,6	-	-	-
ago-85	58,6	58,6	58,6	58,6	58,6	58,6	58,6	58,6	58,6	58,6	58,6	58,6	58,6	58,6	58,6	58,6	58,6	58,6	58,6	58,6	57,7	57,7	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	58,6	58,6	58,1	58,6	56,7
set-85	58,6	58,6	58,6	57,7	56,7	56,7	56,7	56,7	55,8	55,8	55,8	55,8	55,8	55,8	57,7	59,5	58,6	60,5	60,5	60,5	60,5	65,4	66,4	63,4	58,6	56,7	54,9	65,4	68,4	67,4	-	59,3	68,4	54,9
out-85	63,4	58,6	54,9	53,0	51,3	51,3	51,3	55,8	54	53	53	52,1	51,3	51,3	51,3	51,3	55,8	54,9	54,9	58,6	62,4	62,4	64,4	65,4	65,4	65,4	63,4	62,4	65,4	62,4	60,5	57,4	65,4	51,3
nov-85	60,5	68,4	68,4	66,4	65,4	63,4	60,5	60,5	60,5	60,5	63,4	65,4	62,4	59,5	57,7	56,7	55,8	55,8	57,7	58,6	58,6	57,7	56,7	56,7	66,4	69,4	68,4	67,4	68,4	68,4	-	62,2	69,4	55,8
dez-85	66,4	64,4	61,4	59,5	58,6	56,7	55,8	54,9	55,8	55,8	57,7	56,7	56,7	56,7	56,7	67,4	68,4	70,4	72,5	71,4	68,4	69,4	73,5	75,6	75,6	75,6	72,5	70,4	68,4	66,4	66,4	64,7	75,6	54,9

Notas: 1 – Os dias com o símbolo "-" indicam indisponibilidade de dados; 2 – Os dias em negrito indicam dados estimados.

Apêndice C - Vazões Médias Diárias na PCH Santa Gabriela (continuação)
Transferidas do Posto Estrada BR-163 no Rio Correntes (m³/s)

Dia / Mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Méd.	Máx.	Mín.
jan-86	64,4	64,4	62,4	63,4	75,6	77,8	75,6	73,5	68,4	69,4	71,4	73,5	74,6	74,6	70,4	70,4	74,6	77,8	76,7	78,9	78,9	78,9	77,8	77,8	78,9	78,9	83,3	80,0	76,7	75,6	75,6	74,2	83,3	62,4
fev-86	75,6	75,6	75,6	81,1	83,3	80,0	76,7	73,5	72,5	71,4	70,4	72,5	81,1	82,2	81,1	80,0	80,0	77,8	86,4	89,0	85,6	83,3	80,0	78,9	73,5	69,4	69,4	73,5	-	-	-	77,8	89,0	69,4
mar-86	71,4	74,6	75,6	77,8	78,9	84,8	85,6	85,6	86,4	89,8	89,8	89,0	88,1	82,2	76,7	74,6	73,5	76,7	78,9	76,7	75,6	80,0	82,2	84,8	89,8	89,0	86,4	86,4	85,6	84,8	84,8	82,1	89,8	71,4
abr-86	84,8	80,0	77,8	75,6	74,6	73,5	72,5	72,5	71,4	70,4	70,4	72,5	76,7	75,6	83,3	83,3	82,2	82,2	81,1	78,9	77,8	76,7	73,5	70,4	70,4	69,4	73,5	71,4	69,4	68,4	-	75,3	84,8	68,4
mai-86	69,4	71,4	69,4	67,4	66,4	65,4	65,4	65,4	68,4	67,4	72,5	74,6	73,5	71,4	70,4	71,4	70,4	68,4	66,4	66,4	68,4	66,4	65,4	63,4	59,5	58,6	58,6	58,6	58,6	66,4	66,4	66,8	74,6	58,6
jun-86	63,4	62,4	61,4	60,5	60,5	59,5	59,5	58,6	57,7	58,6	57,7	56,7	56,7	56,7	56,7	55,8	55,8	55,8	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,0	54,0	54,0	-	57,0	63,4	54,0
jul-86	54,0	54,0	54,0	54,0	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,0	54,0	54,0	53,0	53,0	53,0	53,0	53,0	53,0	53,0	53,0	53,0	53,0	53,0	53,0	53,0	53,0	53,0	52,1	52,1	53,0	53,5	54,9	52,1
ago-86	56,7	59,5	60,5	60,5	58,6	56,7	54,9	54,9	54,9	53,0	53,0	54,0	54,9	55,8	58,6	60,5	60,5	59,5	58,6	56,7	55,8	54,9	54,9	57,7	69,4	70,4	70,4	68,4	73,5	70,4	68,4	59,9	73,5	53,0
set-86	74,6	71,4	68,4	67,4	68,4	65,4	62,4	61,4	60,5	58,6	57,7	55,8	54,9	54,9	54,0	54,0	54,0	53,0	53,0	53,0	53,0	53,0	52,1	51,3	51,3	51,3	51,3	51,3	51,3	51,3	-	57,3	74,6	51,3
out-86	51,3	51,3	51,3	51,3	51,3	50,4	50,4	52,1	54,9	60,5	60,5	59,5	56,7	54,9	53	52,1	51,3	51,3	50,4	50,4	51,3	51,3	51,3	52,1	51,3	51,3	50,4	49,5	50,4	53,0	52,1	52,5	60,5	49,5
nov-86	52,1	53,0	53,0	52,1	50,4	50,4	51,3	51,3	55,8	57,7	68,4	70,4	71,4	69,4	67,4	64,4	61,4	59,5	58,6	57,7	57,7	55,8	54,9	55,8	54,0	53,0	52,1	51,3	69,4	70,4	-	58,3	71,4	50,4
dez-86	70,4	69,4	68,4	67,4	67,4	65,4	62,4	58,6	61,4	62,4	65,4	69,4	73,5	75,6	77,8	77,8	77,8	82,2	85,6	86,4	82,2	72,5	70,4	75,6	86,4	92,3	94,0	89,8	89,0	85,6	82,2	75,6	94,0	58,6
jan-87	81,1	78,9	76,7	73,5	72,5	71,4	70,4	69,4	67,4	65,4	63,4	63,4	63,4	68,4	69,4	68,4	68,4	68,4	67,4	66,4	71,4	76,7	80,0	84,8	92,3	95,7	99,9	104,1	108,3	105,7	103,2	78	108	63,4
fev-87	99,9	94,8	89,8	86,4	80,0	74,6	74,6	77,8	76,7	76,7	74,6	77,8	78,9	75,6	73,5	72,5	70,4	64,4	59,5	58,6	58,6	58,6	58,6	59,5	60,5	62,4	63,4	63,4	-	-	-	72,2	99,9	58,6
mar-87	63,4	62,4	63,4	63,4	62,4	60,5	56,7	54,0	50,4	46,9	48,7	49,5	49,5	50,4	52,1	54,9	63,4	67,4	67,4	63,4	63,4	63,4	62,4	61,4	61,4	59,5	58	56,7	55,8	56,7	56,7	58,2	67,4	46,9
abr-87	59,5	61,4	63,4	63,4	62,4	62,4	62,4	62,4	62,4	64,4	67,4	69,4	70,4	71,4	69,4	71,4	72,5	73,5	70,4	62,4	55,8	57,7	60,5	60,5	61,4	66,4	69,4	68,4	64,4	64,4	-	65,0	73,5	55,8
mai-87	66,4	57,7	56,7	59,5	61,4	57,7	60,5	63,4	69,4	67,4	67,4	66,4	65,4	64,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	64,4	64,4	64,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	62,4	62,4	63,3	69,4	56,7
jun-87	62,4	62,4	62,4	61,4	61,4	67,4	69,4	69,4	68,4	65,4	64,4	62,4	62,4	63,4	62,4	62,4	62,4	62,4	61,4	61,4	60,5	60,5	60,5	63,4	63,4	63,4	62,4	61,4	60,5	59,5	-	63,0	69,4	59,5
jul-87	58,6	58,6	57,7	57,7	57,7	57,7	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	55,8	55,8	55,8	54,9	54,9	54,9	55,8	55,8	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	55,8	56,7	56,7	56,6	58,6	54,9
ago-87	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	57,7	59,5	59,5	59,5	58,6	57,7	57,7	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	55,8	55,8	55,8	55,8	55,8	55,8	55,8	54,9	54,9	54,9	56,7	59,5	54,9
set-87	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	55,8	56,7	56,7	56,7	55,8	54,9	54,9	54,9	54,9	54	54,0	54,9	55,8	54,9	55,8	55,8	55,8	56,7	54,9	-	55,3	56,7	54,0
out-87	55,8	55,8	56,7	54,9	54,9	54,0	57,7	59,5	59,5	62,4	58,6	56,7	55,8	57,7	55,8	55,8	54,9	54,0	54,0	53,0	53,0	53,0	54,0	59,5	61,4	65,4	64,4	62,4	64,4	61,4	61,4	57,7	65,4	53,0
nov-87	60,5	58,6	56,7	56,7	57,7	60,5	59,5	57,7	57,7	57,7	61,4	65,4	65,4	66,4	65,4	66,4	64,4	62,4	60,5	59,5	58,6	57,7	57,7	57,7	57,7	61,4	66,4	69,4	70,4	69,4	-	61,6	70,4	56,7
dez-87	68,4	70,4	73,5	78,9	77,8	78,9	77,8	78,9	81,1	78,9	77,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
jan-88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
fev-88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	98,2	98,2	98,2	95,7	97,4	97,4	-	-	-	-	-
mar-88	98,2	102	102	104	103	104	113	109	107	106	118	118	113	111	109	108	108	106	103	104	104	100,7	99,9	95,7	94,0	92,3	89,8	89,8	89,0	88,1	85,6	102	118	85,6
abr-88	85,6	85,6	85,6	83,3	83,3	83,3	83,3	84,8	89	92,3	95,7	94,8	97,4	107	104	107	106	104	99,9	101	99,9	99,9	99,9	100,7	95,7	92,3	89,8	89,0	89,0	89,0	-	93,9	107	83,3
mai-88	91,5	89,8	89,0	86,4	81,1	78,9	78,9	77,8	76,7	76,7	75,6	74,6	74,6	74,6	74,6	74,6	80,0	82,2	78,9	78,9	80,0	81,1	81,1	80,0	77,8	75,6	75,6	74,6	74,6	73,5	73,5	78,8	91,5	73,5
jun-88	73,5	73,5	72,5	72,5	72,5	72,5	71,4	71,4	71,4	71,4	71,4	70,4	70,4	70,4	70,4	69,4	69,4	69,4	69,4	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4	67,4	67,4	67,4	67,4	67,4	67,4	-	70,0	73,5	67,4
jul-88	66,4	66,4	66,4	66,4	66,4	66,4	66,4	66,4	66,4	66,4	66,4	66,4	66,4	66,4	66,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	64,4	64,4	64,4	64,4	64,4	64,4	64,4	64,4	65,6	66,4	64,4
ago-88	64,4	64,4	64,4	64,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	62,4	62,4	62,4	62,4	62,4	62,4	61,4	61,4	61,4	61,4	61,4	61,4	61,4	61,4	61,4	61,4	60,5	60,5	62,5	64,4	60,5
set-88	60,5	60,5	60,5	60,5	60,5	59,5	59,5	59,5	59,5	59,5	59,5	59,5	59,5	59,5	59,5	59,5	62,4	63,4	67,4	63,4	61,4	60,5	59,5	59,5	59,5	59,5	59,5	59,5	59,5	59,5	-	60,4	67,4	59,5
out-88	58,6	58,6	63,4	61,4	59,5	60,5	66,4	63,4	62,4	63,4	69,4	70,4	66,4	64,4	61,4	61,4	63,4	61,4	59,5	59,5	60,5	60,5	61,4	60,5	59,5	60,5	62,4	62,4	60,5	64,4	68,4	62,4	70,4	58,6
nov-88	68,4	70,4	71,4	72,5	72,5	69,4	64,4	66,4	63,4	61,4	60,5	59,5	61,4	60,5	65,4	69,4	74,6	73,5	72,5	72,5	71,4	75,6	74,6	72,5	70,4	72,5	73,5	70,4	68,4	71,4	-	69,0	75,6	59,5
dez-88	76,7	78,9	77,8	80,0	81,1	75,6	69,4	68,4	67,4	66,4	67,4	77,8	80,0	78,9	77,8	75,6	77,8	81,1	81,1	80,0	78,9	80,0	82,2	88,1	88,1	91,5	94,0	94,8	92,3	89,8	89,8	80,3	94,8	66,4

Notas: 1 – Os dias com o símbolo "-" indicam indisponibilidade de dados; 2 – Os dias em negrito indicam dados estimados.

Apêndice C - Vazões Médias Diárias na PCH Santa Gabriela (continuação)
Transferidas do Posto Estrada BR-163 no Rio Correntes (m³/s)

Dia / Mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Méd.	Máx.	Mín.
jan-89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
fev-89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mar-89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
abr-89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mai-89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
jun-89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
jul-89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ago-89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
set-89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
out-89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
nov-89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
dez-89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
jan-90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
fev-90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mar-90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
abr-90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mai-90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
jun-90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
jul-90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ago-90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
set-90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
out-90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
nov-90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	78,9	80,0	80,0	80,0	83,3	94,0	80,0	83,3	80,0	-	-	-	-
dez-90	72,5	68,4	68,4	67,4	66,4	66,4	65,4	69,4	72,5	76,7	71,4	75,6	74,6	74,6	75,6	76,7	77,8	80,0	77,8	76,7	80,0	76,7	75,6	68,4	67,4	68,4	77,8	77,8	77,8	75,6	75,6	73,4	80,0	65,4
jan-91	74,6	70,4	69,4	75,6	70,4	76,7	76,7	89,0	88,1	82,2	78,9	78,9	89,8	92,3	92,3	94,8	98,2	98,2	98,2	97,4	92,3	88,1	84,8	78,9	74,6	71,4	75,6	75,6	74,6	75,6	89,0	83,0	98,2	69,4
fev-91	97,4	95,7	95,7	108	123	125	120	113	111	99,9	99,9	94,8	88,1	88,1	89,8	89,0	85,6	82,2	81,1	77,8	80	84,8	82,2	89,0	91,5	89,0	88,1	86,4	-	-	-	94,9	125	77,8
mar-91	84,8	82,2	89,8	89,0	86,4	92,3	94,8	92,3	92,3	97,4	95,7	94,0	89,8	89,0	85,6	85,6	91,5	89,8	89,0	85,6	88,1	89,0	89,8	92,3	97,4	98,2	102	97,4	92,3	85,6	85,6	90,8	102	82,2
abr-91	85,6	89,0	94,8	94,0	89,8	92,3	91,5	89,8	94,0	89,8	88,1	84,8	89,8	85,6	83,3	89,8	88,1	91,5	89,8	94,0	94,0	95,7	94,8	89,8	88,1	84,8	81,1	78,9	75,6	74,6	-	88,4	95,7	74,6
mai-91	69,4	71,4	71,4	70,4	70,4	71,4	69,4	70,4	72,5	72,5	70,4	70,4	65,4	72,5	70,4	70,4	72,5	67,4	68,4	67,4	67,4	67,4	72,5	72,5	70,4	72,5	71,4	70,4	69,4	67,4	68,4	70,1	72,5	65,4
jun-91	65,4	67,4	66,4	65,4	66,4	65,4	65,4	66,4	65,4	65,4	65,4	66,4	65,4	65,4	65,4	65,4	67,4	66,4	66,4	65,4	66,4	72,5	80,0	77,8	75,6	78,9	78,9	76,7	73,5	71,4	-	69,0	80,0	65,4
jul-91	65,4	67,4	67,4	65,4	66,4	65,4	65,4	70,4	65,4	66,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,8	70,4	65,4
ago-91	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
set-91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
out-91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
nov-91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
dez-91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Notas: 1 – Os dias com o símbolo "-" indicam indisponibilidade de dados; 2 – Os dias em negrito indicam dados estimados.

Apêndice C - Vazões Médias Diárias na PCH Santa Gabriela (continuação)
Transferidas do Posto Estrada BR-163 no Rio Correntes (m³/s)

Dia / Mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Méd.	Máx.	Mín.
jan-92	81,1	78,9	73,5	71,4	70,4	69,4	68,4	68,4	67,4	68,4	69,4	84,8	84,8	89,0	80,0	83,3	82,2	82,2	82,2	81,1	94,0	91,5	92,3	89,8	77,8	80,0	71,4	73,5	71,4	77,8	69,4	78,2	94,0	67,4
fev-92	71,4	73,5	77,8	71,4	75,6	75,6	73,5	73,5	71,4	77,8	84,8	95,7	94,8	94,8	82,2	84,8	84,8	94,8	89	89,8	82,2	77,8	83,3	82,2	80,0	78,9	77,8	77,8	71,4	-	-	81,0	95,7	71,4
mar-92	71,4	73,5	77,8	75,6	81,1	78,9	77,8	75,6	77,8	78,9	80,0	77,8	81,1	81,1	82,2	83,3	81,1	81,1	78,9	78,9	81,1	82,2	81,1	81,1	78,9	81,1	75,6	75,6	71,4	78,9	75,6	78,6	83,3	71,4
abr-92	78,9	80,0	80,0	81,1	78,9	81,1	78,9	78,9	75,6	75,6	78,9	82,2	78,9	78,9	78,9	75,6	70,4	69,4	69,4	70,4	83,3	86,4	86,4	89,8	91,5	94,0	94,8	94,8	92,3	83,3	-	81,3	94,8	69,4
mai-92	78,9	74,6	76,7	73,5	75,6	82,2	84,8	81,1	73,5	77,8	73,5	72,5	71,4	75,6	75,6	77,8	77,8	73,5	71,4	73,5	72,5	71,4	67,4	75,6	73,5	71,4	69,4	67,4	69,4	69,4	71,4	74,2	84,8	67,4
jun-92	68,4	67,4	69,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	67,4	69,4	70,4	71,4	69,4	71,4	65,4	69,4	73,5	73,5	73,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
jul-92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ago-92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
set-92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
out-92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
nov-92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
dez-92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
jan-93	95,7	95,7	95,7	89,0	84,8	84,8	73,5	67,4	67,4	67,4	67,4	73,5	71,4	71,4	72,5	73,5	71,4	71,4	77,8	77,8	77,8	84,8	84,8	82,2	91,5	91,5	95,7	95,7	95,7	95,7	95,7	82,0	95,7	67,4
fev-93	80,0	77,8	84,8	84,8	77,8	80	77,8	78,9	84,8	84,8	104	103	103	104	103	108	108	94,0	91,5	84,8	77,8	78,9	89,0	89,0	91,5	95,7	95,7	95,7	-	-	-	90,3	108	77,8
mar-93	95,7	89,0	89,0	89,0	94,0	89,0	89,0	94,0	89,0	77,8	73,5	71,4	69,4	71,4	69,4	77,8	77,8	77,8	73,5	77,8	77,8	78,9	77,8	78,9	77,8	78,9	79	77,8	78,9	89,0	89,0	81,3	95,7	69,4
abr-93	89,0	84,8	73,5	73,5	84,8	84,8	82,2	89,0	84,8	84,8	82,2	82,2	89,0	84,8	84,8	78,9	89,0	84,8	73,5	71,4	67,4	67,4	71,4	69,4	67,4	71,4	71,4	69,4	67,4	71,4	-	78,2	89,0	67,4
mai-93	69,4	71,4	69,4	67,4	71,4	69,4	71,4	69,4	67,4	69,4	67,4	67,4	69,4	69,4	69,4	69,4	71,4	67,4	69,4	69,4	67,4	71,4	69,4	67,4	66,4	67,4	67,4	67,4	67,4	71,4	71,4	69,0	71,4	66,4
jun-93	77,8	76,7	77,8	73,5	73,5	71,4	73,5	73,5	71,4	71,4	67,4	71,4	67,4	69,4	67,4	69,4	69,4	71,4	67,4	69,4	69,4	67,4	67,4	67,4	67,4	67,4	66,4	69,4	69,4	63,4	-	70,2	77,8	63,4
jul-93	63,4	67,4	67,4	67,4	67,4	63,4	67,4	67,4	67,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	62,4	61,4	61,4	60,5	60,5	61,4	60,5	60,5	61,4	61,4	60,5	60,5	60,5	60,5	63,2	67,4	60,5
ago-93	60,5	60,5	61,4	61,4	61,4	61,4	60,5	60,5	60,5	60,5	60,5	61,4	61,4	60,5	60,5	60,5	60,5	60,5	61,4	61,4	61,4	61,4	61,4	61,4	60,5	60,5	60,5	61,4	61,4	61,4	60,5	60,9	61,4	60,5
set-93	59,5	59,5	59,5	60,5	61,4	60,5	63,4	63,4	63,4	63,4	62,4	61,4	60,5	60,5	61,4	61,4	60,5	60,5	61,4	61,4	60,5	60,5	59,5	60,5	62,4	62,4	62,4	62,4	63,4	63,4	-	61,4	63,4	59,5
out-93	68,4	64,4	63,4	62,4	61,4	59,5	60,5	59,5	59,5	61,4	60,5	62,4	59,5	63,4	61,4	60,5	63,4	62,4	61,4	60,5	59,5	59,5	69,4	60,5	73,5	71,4	73,5	71,4	63,4	62,4	69,4	63,5	73,5	59,5
nov-93	67,4	71,4	63,4	60,5	62,4	61,4	61,4	60,5	63,4	62,4	61,4	60,5	61,4	62,4	63,4	60,5	63,4	60,5	61,4	60,5	61,4	67,4	66,4	63,4	62,4	60,5	61,4	62,4	63,4	59,5	-	62,6	71,4	59,5
dez-93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
jan-94	94,8	85,6	91,5	92,3	81,1	97,4	94,8	95,7	95,7	97,4	94,8	97,4	83,3	83,3	82,2	91,5	83,3	72,5	83,3	80	81,1	80,0	78,9	80,0	72,5	69,4	83,3	94,0	94,0	94,0	92,3	87,0	97,4	69,4
fev-94	94,8	99,9	94,8	97,4	118	120	118	121	135	118	94,8	123	113	111	106	101	103	106	104	95,7	98,2	101	113	103	89,8	92,3	115	97,4	-	-	-	107	135	89,8
mar-94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
abr-94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mai-94	-	76,7	72,5	68,4	68,4	69,4	70,4	83,3	78,9	71,4	68,4	75,6	76,7	76,7	74,6	68,4	69,4	69,4	71,4	72,5	80,0	78,9	72,5	68,4	74,6	72,5	78,9	77,8	78,9	72,5	74,6	-	-	-
jun-94	80,0	78,9	68,4	78,9	71,4	81,1	71,4	68,4	67,4	65,4	72,5	80	72,5	68,4	69,4	65,4	65,4	70,4	70,4	68,4	67,4	71,4	74,6	69,4	81,1	70,4	78,9	69,4	68,4	67,4	-	71,8	81,1	65,4
jul-94	70,4	70,4	70,4	70,4	69,4	68,4	72,5	68,4	71,4	68,4	65,4	68,4	70,4	68,4	68,4	66,4	69,4	70,4	71,4	65,4	70,4	72,5	83,3	78,9	72,5	75,6	72,5	70,4	68,4	70,4	71,4	70,7	83,3	65,4
ago-94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
set-94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
out-94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
nov-94	70,4	73,5	73,5	73,5	73,5	72,5	71,4	82,2	82,2	81,1	73,5	75,6	78,9	84,8	84,8	78,9	81,1	94,0	95,7	94,0	94,8	94,0	82,2	80,0	80,0	77,8	82,2	83,3	84,8	85,6	-	81,3	95,7	70,4
dez-94	91,5	91,5	84,8	94,8	89,8	83,3	93,2	94,8	84,8	81,1	84,8	81,1	78,9	96,5	84,8	89,0	89,8	83,3	92,3	96,5	84,8	94,0	83,3	80,0	80,0	85,6	89,0	90,6	89,0	84,8	84,8	87,5	96,5	78,9

Notas: 1 – Os dias com o símbolo "-" indicam indisponibilidade de dados; 2 – Os dias em negrito indicam dados estimados.

Apêndice C - Vazões Médias Diárias na PCH Santa Gabriela (continuação)
Transferidas do Posto Estrada BR-163 no Rio Correntes (m³/s)

Mês \ Dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Méd.	Máx.	Mín.
jan-95	94,8	84,8	91,5	92,3	81,1	95,7	94,8	94,8	94,8	95,7	94,8	95,7	83,3	83,3	81,1	89,8	83,3	72,5	83,3	80,0	81,1	80,0	78,9	80,0	72,5	69,4	83,3	94,0	94,0	94,0	92,3	86,7	95,7	69,4
fev-95	94,8	99,0	94,8	96,5	118	119	118	121	135	118	94,8	123	113	111	106	101	103	106	104	95,7	98,2	101	113	103	89,8	92,3	114	97,4	-	-	-	106	135	89,8
mar-95	95,7	94,8	95,7	95,7	98,2	95,7	91,5	81,1	89,8	82,2	92,3	83,3	80	94,8	84,8	89	89	84,8	83,3	78,9	88,1	83,3	85,6	86,4	94,8	92,3	92,3	88,1	91,5	91,5	94,8	89,3	98,2	78,9
abr-95	92,3	104	97,4	81,1	82,7	88,1	91,5	91,5	82,7	89,0	84,8	83,3	82,2	78,9	81,7	78,9	94,8	93,2	89,8	82,7	94,8	93,2	84,8	94,0	83,8	94,0	93,2	84,8	83,3	83,3	-	88,0	104	78,9
mai-95	78,9	81,1	73,5	69,4	94,8	94	97,4	83,3	91,5	84,8	89,8	81,1	89,8	92,3	94,8	102	104	94,8	104	73,5	72,5	83,3	78,9	72,5	70,4	69,4	71,4	72,5	66,4	68,4	70,4	83,0	104	66,4
jun-95	71,4	68,4	70,9	69,4	68,4	69,9	69,4	69,4	69,4	69,4	69,4	69,4	69,4	69,4	67,4	67,4	83,8	83,8	83,8	77,3	71,4	72,5	75,6	81,1	81,7	78,9	89,8	89,8	85,6	92,3	-	75,2	92,3	67,4
jul-95	89,8	84,8	83,3	73,5	78,9	81,1	82,2	81,1	71,4	72,5	81,1	78,9	72,5	68,4	81,1	89,8	94,8	94,8	89,0	84,8	81,1	71,4	67,4	71,4	78,9	68,4	68,4	68,4	70,4	72,5	76,7	78,3	94,8	67,4
ago-95	70,9	67,9	81,7	70,4	76,2	78,3	70,4	67,9	65,4	68,9	70,4	66,4	68,4	72,5	65,4	65,4	67,9	68,4	68,9	63,4	63,4	63,4	72,5	73,5	75,6	74,1	70,4	67,4	70,4	79,4	78,3	70,4	81,7	63,4
set-95	63,4	63,4	63,4	67,4	64,4	65,4	64,4	64,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	63,4	63,4	71,4	73,5	78,9	73,5	81,1	75,6	66,4	72,5	71,4	83,3	80,0	-	-	-	-
out-95	84,8	68,4	81,7	83,8	70,9	80,0	73,0	70,4	83,3	72,0	72,5	70,9	80,0	81,1	83,3	79,4	82,7	84,8	81,1	72,5	83,3	79,4	78,3	74,1	78,9	76,2	76,7	73,0	68,9	70,9	70,4	77,0	84,8	68,4
nov-95	**70,4**	67,4	69,4	69,4	71,4	70,4	71,4	68,4	81,1	75,6	72,5	78,9	75,6	80	84,8	84,8	92,3	91,5	86,4	78,9	75,6	89,8	92,3	94,0	94,0	92,3	86,4	78,9	77,8	80,0	-	80,1	94,0	67,4
dez-95	76,2	73,5	78,9	76,7	78,9	89,8	102	87,3	88,1	89,8	96,5	93,2	96,5	84,8	92,3	84,8	90,6	83,3	83,8	91,5	83,3	92,3	83,8	82,2	95,7	84,8	82,7	81,1	77,8	78,9	78,9	85,8	102	73,5
jan-96	84,8	88,1	92,3	86,4	82,2	94,0	83,3	81,1	78,9	81,1	78,9	81,1	83,3	81,1	83,3	82,2	83,3	81,1	82,2	92,3	83,3	92,3	78,9	73,5	84,8	68,4	78,9	73,5	81,1	78,9	71,4	82,1	94,0	68,4
fev-96	74,1	75,1	76,7	77,8	81,1	84,8	92,3	94,0	92,3	93,2	89,8	92,3	89,8	90,6	91,5	91,5	89,0	88,1	88,1	83,8	80,5	82,2	80,5	82,2	80,5	84,8	88,1	84,8	82,7	-	-	85,6	94,0	74,1
mar-96	85,6	91,5	94,0	86,4	89,0	92,3	97,4	116	116	115	108	108	109	102	101	104	95,7	92,3	94,0	89,0	85,6	83,3	85,6	88,1	81,1	78,9	83,3	91,5	85,6	85,6	92,3	94,4	116	78,9
abr-96	83,8	78,9	81,1	79,4	84,8	76,7	82,2	76,2	75,1	75,6	83,3	81,7	77,3	81,7	88,1	83,8	89,8	93,2	89,0	86,4	81,7	74,1	79,4	74,1	73,5	73,5	74,6	70,4	66,9	66,4	-	79,4	93,2	66,4
mai-96	71,4	66,4	70,4	70,4	71,4	70,4	68,4	64,4	63,4	69,4	71,4	72,5	72,5	70,4	70,4	71,4	67,4	**68,4**	**70,4**	71,4	74,6	73,5	70,4	71,4	76,7	74,6	71,4	76,7	80,0	76,7	74,6	**71,4**	**80,0**	**63,4**
jun-96	73,5	72,0	69,9	70,4	69,9	70,4	68,9	68,4	68,9	68,9	69,9	68,4	68,9	67,9	68,9	67,4	66,9	66,9	67,9	67,9	65,4	65,9	65,9	65,4	66,9	65,9	66,9	66,4	68,4	70,9	-	68,3	73,5	65,4
jul-96	70,4	69,4	68,4	69,4	66,4	66,4	66,4	65,4	65,4	66,4	66,4	65,4	66,4	64,4	65,4	65,4	64,4	64,4	65,4	64,4	65,4	65,4	64,4	64,4	64,4	64,4	64,4	64,4	64,4	64,4	63,4	65,7	70,4	63,4
ago-96	64,4	64,9	63,9	63,9	63,4	64,9	64,9	63,9	63,9	64,9	63,9	64,4	65,9	65,9	66,9	66,9	64,9	67,9	68,9	68,9	68,4	66,9	65,4	64,9	64,9	63,9	62,9	62,9	64,9	65,4	65,9	65,3	68,9	62,9
set-96	63,4	65,4	71,4	75,6	81,1	85,6	83,3	83,3	83,3	82,2	83,3	81,1	78,9	81,1	78,9	81,1	71,4	69,4	67,4	66,4	63,4	61,4	62,4	62,4	61,4	62,4	66,4	65,4	63,4	65,4	-	72,3	85,6	61,4
out-96	66,9	63,4	63,9	62,4	65,4	66,9	69,4	80,5	81,7	77,3	72,5	70,4	66,9	64,9	65,4	64,4	64,9	64,9	61,9	61,9	64,9	66,4	69,4	71,4	65,4	65,9	66,9	65,9	69,4	70,4	70,4	67,8	81,7	61,9
nov-96	81,1	81,1	89,8	89,8	88,1	82,2	78,9	82,2	81,1	83,3	85,6	88,1	92,3	89,0	86,4	85,6	85,6	89,0	94,8	102	111	116	121	115	109	109	101	95,7	94,8	94,8	-	93,4	121	78,9
dez-96	88,1	89,0	82,2	88,1	89,8	83,3	76,7	74,6	77,8	75,6	80,0	76,7	74,6	73,5	71,4	75,6	80,0	88,1	95,7	94,8	99,9	84,8	76,7	74,6	**77,8**	**80,0**	81,1	81,1	82,2	86,4	102	**82,7**	**102**	**71,4**
jan-97	103	107	108	113	116	109	106	104	118	116	118	115	108	104	106	95,7	101	99,9	103	113	104	103	102	102	99,9	101	104	108	113	113	118	107	118	95,7
fev-97	121	117	118	117	112	107	105	113	113	108	113	107	102	99,9	102	97,4	95,7	94,8	92,3	95,7	92,3	95,7	97,4	94,8	95,7	94,0	98	94,8	-	-	-	103	121	92,3
mar-97	92,3	92,3	88,1	89,0	89,8	94,0	92,3	94,8	89,0	91,5	89,8	92,3	92,3	94,8	95,7	92,3	92,3	94,8	98,2	102	97,4	95,7	97,4	97,4	94,0	100,7	103	100,7	100,7	94,8	94,8	94,7	103	88,1
abr-97	90,6	87,3	84,8	82,7	82,7	85,6	83,3	82,2	80,5	82,7	86,4	94,0	94,0	91,5	91,5	94,0	89,8	91,5	89,8	87,3	92,3	84,8	85,6	89,8	86,4	83,3	81,1	81,7	77,8	74,6	-	86,3	94,0	74,6
mai-97	82,2	82,2	83,3	81,1	80,0	80,0	78,9	74,6	73,5	72,5	73,5	73,5	77,8	82,2	84,8	85,6	82,2	86,4	84,8	82,2	80,0	81,1	84,8	82,2	84,8	89,8	84,8	84,8	81,1	81,1	80,0	81,2	89,8	72,5
jun-97	82,2	83,3	80,0	78,3	81,1	88,1	89,8	92,3	94,0	89,8	88,1	89,8	94,0	96,5	110	116	108	103	96,5	98,2	94,8	89,0	85,6	82,2	78,3	77,3	75,1	72,5	72,5	70,9	-	88,6	116	70,9
jul-97	76,7	82,2	85,6	84,8	81,1	83,3	85,6	82,2	78,9	72,5	71,4	72,5	73,5	72,5	74,6	72,5	71,4	70,4	70,4	72,5	70,4	71,4	70,4	69,4	69,4	70,4	70,4	69,4	68,4	68,4	68,4	74,2	85,6	68,4
ago-97	70,4	70,4	70,4	72,5	73,5	72,5	71,4	72,5	71,4	71,4	70,4	71,4	**71,4**	**70,4**	**69,4**	69,4	69,4	67,4	66,4	65,4	66,4	64,4	64,4	66,4	65,4	65,4	64,4	64,4	63,4	63,4	64,4	**68,4**	**73,5**	**63,4**
set-97	67,4	66,4	66,4	66,4	65,4	65,4	**65,4**	**66,4**	66,4	65,4	65,4	65,4	66,4	67,4	69,4	67,4	67,4	68,4	69,4	73,5	75,6	77,8	76,7	77,8	75,6	74,6	73,5	73,5	74,6	75,6	-	**69,9**	**77,8**	**65,4**
out-97	75,6	71,4	69,4	69,4	69,4	70,4	69,4	68,4	69,4	69,4	68,4	**67,4**	66,4	68,4	65,4	64,4	66,4	68,4	69,4	71,4	76,7	80,0	78,9	81,1	82,2	84,8	82,2	82,2	80,0	80,0	82,2	**73,2**	**84,8**	**64,4**
nov-97	83,3	82,2	83,3	82,2	81,1	80,0	78,9	73,5	70,4	69,4	70,4	71,4	74,6	76,7	75,6	78,9	82,2	83,3	84,8	85,6	83,3	81,1	82,2	81,1	82,2	80,0	82,2	83,3	81,1	83,3	-	79,6	85,6	69,4
dez-97	86,4	86,4	86,4	91,5	89,8	85,6	84,8	82,2	83,3	85,6	84,8	82,2	**80,0**	86,4	84,8	83,3	84,8	88,1	89,8	85,6	83,3	82,2	83,3	**81,1**	**78,9**	76,7	75,6	73,5	71,4	76,7	75,6	**82,9**	**91,5**	**71,4**

Notas: 1 – Os dias com o símbolo "-" indicam indisponibilidade de dados; 2 – Os dias em negrito indicam dados estimados.

Apêndice C - Vazões Médias Diárias na PCH Santa Gabriela (continuação)
Transferidas do Posto Estrada BR-163 no Rio Correntes (m³/s)

Mês \ Dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Méd.	Máx.	Mín.
jan-98	70,4	70,4	69,4	70,4	74,6	74,6	75,6	74,6	72,5	73,5	75,6	76,7	78,9	82,2	83,3	85,6	88,1	89,8	88,1	85,6	89,0	85,6	83,3	83,3	83,3	84,8	82,2	84,8	86,4	89,0	92,3	80,8	92,3	69,4
fev-98	83,3	87,3	92,3	99,9	96,5	83,8	82,2	87,3	83,8	84,8	89,8	89,8	91,5	94,0	99,0	102	104	107	102	105	104	104	104	102	105	107	112	109	-	-	-	97	112	82,2
mar-98	108	109	108	109	107	106	108	106	108	107	109	104	104	106	103	103	106	103	99,9	102	99,9	99,9	103	99,9	95,7	95,7	98,2	99,9	97,4	94,8	86,4	103	109	86,4
abr-98	85,6	85	87,3	89,8	88,1	89,8	86,4	83,8	83,8	82,7	83,8	82,2	81,7	80,5	80,5	82,2	83,8	87,3	83,3	83,8	84,8	87,3	84,8	81,7	80,5	80,0	81,7	79,4	78,3	77,8	-	83,6	89,8	77,8
mai-98	78,9	77,8	77,8	74,6	74,6	76,7	80,0	78,9	77,8	76,7	75,6	74,6	74,6	73,5	75,6	75,6	75,6	74,6	74,6	73,5	72,5	72,5	73,5	73,5	72,5	71,4	72,5	73,5	72,5	72,5	74,6	74,9	80,0	71,4
jun-98	73,0	72,0	74,1	72,0	71,4	69,9	70,4	70,4	70,9	70,4	73,0	75,1	73,0	74,1	72,0	70,9	69,9	69,4	68,9	68,4	69,9	69,9	70,4	70,4	70,4	70,4	69,4	69,4	69,4	69,4	-	70,9	75,1	68,4
jul-98	69,4	69,4	69,4	69,4	69,4	69,4	69,4	69,4	69,4	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4	70,4	69,4	68,4	68,4	67,4	68,4	69,4	68,4	68,4	67,4	68,4	67,4	67,4	66,4	65,4	65,4	68,4	70,4	65,4
ago-98	64,9	64,4	64,4	65,4	66,9	68,9	69,9	69,9	70,9	74,1	76,2	76,2	75,6	73,0	72,5	71,4	70,9	67,9	66,9	66,4	65,9	65,4	65,9	66,9	66,9	65,9	65,4	64,4	64,9	63,4	62,9	68,2	76,2	62,9
set-98	72,5	72,5	73,5	73,5	73,5	72,5	71,4	73,5	71,4	70,4	70,4	69,4	69,4	65,4	63,4	64,4	65,4	63,4	63,4	65,4	67,4	67,4	66,4	66,4	65,4	66,4	78,9	86,4	88,1	86,4	-	70,8	88,1	63,4
out-98	86,4	84,8	82,2	81,1	80,5	80,5	82,2	80,5	79,4	81,7	82,2	80,5	82,7	82,7	81,1	80,5	78,9	79,4	80,5	80,0	81,7	80,0	79,4	-	-	63,9	66,9	70,4	72,0	72,0	70,4	-	-	-
nov-98	74,6	75,6	71,4	71,4	71,4	73,5	73,5	70,4	70,4	72,5	74,6	77,8	84,8	84,8	84,8	82,2	84,8	84,8	86,4	89	89,8	86,4	76,7	73,5	71,4	70,4	70,4	76,7	81,1	77,8	-	77,8	89,8	70,4
dez-98	85,6	89,0	86,4	89,8	92,3	89,0	86,4	86,4	89,0	85,6	84,8	86,4	89	91,5	88,1	85,6	84,8	78,9	88,1	85,6	85,6	88,1	**88,1**	**89,0**	**89,8**	89,8	85,6	88,1	85,6	83,3	83,3	**87,1**	**92**	**78,9**
jan-99	84,8	86,4	85,6	83,3	88,1	89,8	88,1	88,1	88,1	94,0	94,0	101	102	103	104	97,4	92,3	91,5	94,8	94	94,8	97,4	89,8	89,8	92,3	94,8	92,3	89,0	88,1	86,4	84,8	91,9	104	83,3
fev-99	88,1	89,8	86,4	85,6	86,4	84,8	83,3	83,3	82,2	83,3	82,2	80	77,8	81,1	82,2	**81,1**	81,1	81,1	82,2	81,1	82,2	82,2	82,2	85,6	88,1	94,8	99,9	100,7	-	-	-	**85,0**	**101**	**77,8**
mar-99	102	99,9	104	104	102	103	102	103	101	**99,9**	99,9	98,2	94,8	99,9	98,2	102	103	104	107	106	103	107	103	95,7	92,3	94,0	92,3	89,0	91,5	92,3	89,8	**99,5**	**107**	**89,0**
abr-99	91,5	91,5	89,8	89,8	91,5	91,5	88,1	86,4	83,8	82,2	82,7	84,8	80,5	79,4	80,0	77,3	74,6	72,5	69,4	66,4	65,4	65,4	-	-	-	77,3	76,2	77,3	75,6	75,1	-	-	-	-
mai-99	74,6	73,5	72,5	73,5	72,5	70,4	73,5	84,8	88,1	89,8	86,4	83,3	82,2	72,5	72,5	71,4	70,4	70,4	69,4	69,4	68,4	68,4	67,4	67,4	68,4	67,4	66,4	64,4	64,4	65,4	64,4	72,7	89,8	64,4
jun-99	63,9	63,4	64,4	62,9	62,4	67,9	70,4	72,0	71,4	70,4	71,4	72,0	70,4	69,4	68,9	69,9	70,9	71,4	69,4	68,4	69,9	72,0	72,5	74,1	72,0	71,4	70,4	69,9	69,9	69,9	-	69,4	74,1	62,4
jul-99	68,4	68,4	69,4	68,4	68,4	67,4	67,4	67,4	**67,4**	67,4	66,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	64,4	64,4	64,4	63,4	63,4	63,4	63,4	62,4	**65,8**	**69,4**	**62,4**
ago-99	63,4	63,4	63,4	62,9	62,4	62,4	62,4	62,4	62,4	62,4	62,4	62,4	61,4	61,4	61,4	61,4	62,4	63,4	63,4	63,4	62,4	62,4	61,4	61,9	61,4	61,4	61,4	61,4	61,4	60,5	60,5	62,1	63,4	60,5
set-99	60,5	60,5	60,5	61,4	61,4	61,4	60,5	61,4	64,4	65,4	67,4	66,4	**65,4**	**66,4**	66,4	64,4	64,4	63,4	63,4	66,4	69,4	72,5	73,5	73,5	67,4	65,4	65,4	63,4	62,4	62,4	-	**64,9**	**73,5**	**60,5**
out-99	62,4	61,9	61,4	60,9	65,4	68,4	66,4	69,9	74,1	75,1	73,0	72,0	68,4	65,4	66,9	64,9	63,4	63,4	63,9	67,9	70,4	74,1	74,1	76,7	74,1	76,7	81,1	84,8	86,4	86,4	86,4	71,2	86,4	60,9
nov-99	85,6	84,8	92,3	99,9	120	128	127	125	118	103	99,9	102	99,9	94,8	85,6	83,3	78,9	70,4	69,4	69,4	68,4	66,4	66,4	65,4	66,4	71,4	73,5	74,6	75,6	74,6	-	88,0	128	65,4
dez-99	71,4	72,5	73,5	72,5	77,8	76,7	**78,9**	78,9	83,3	86,4	89,8	94,0	92,3	89,0	85,6	81,1	78,9	76,7	72,5	70,4	72,5	74,6	77,8	81,1	78,9	81,1	77,8	74,6	72,5	72,5	76,7	**78,8**	**94**	**70,4**
jan-00	**76,7**	**77,8**	78,9	82,2	84,8	84,8	85,6	86	85,6	84,8	83,3	82,2	83,3	73,5	71,4	69,4	69,4	67,4	67,4	66,4	68,4	67,4	67,4	73,5	75,6	74,6	88,1	86,4	86,4	89,0	82,2	78,1	89,0	66,4
fev-00	83,3	84,8	82,7	81,7	81,7	80,0	78,9	77,3	76,7	80,5	85,6	89,0	95,7	101	107	105,7	108	103	97,4	93,2	93,2	94,8	97,4	94,0	91,5	85,6	89,8	91,5	94,0	-	-	90,5	108	76,7
mar-00	104	94,0	101	104	109	106	102	96,5	97,4	95,7	94,0	94,0	98,2	99,9	103	99,9	99,0	97,4	94,8	98,2	104	102,4	104,1	104,1	104,1	105,7	104	99,9	95,7	93,2	90,6	99,9	109	90,6
abr-00	94,8	96,5	94,0	91,5	90,6	89,8	88,1	84,8	80,0	77,3	79,4	83,3	82,2	80,0	77,3	80,5	87,3	89,0	87,3	89,8	88,1	85,6	80,5	78,9	80,5	79,4	81,7	84,8	88,1	84,8	-	85,2	96,5	77,3
mai-00	90,6	89,8	84,8	80,5	80,0	78,3	78,3	80,5	80,5	78,3	76,7	76,2	74,6	74,1	73,5	72,0	73,5	75,1	75,1	74,1	73,0	74,6	73,5	73,0	72,0	72,0	71,4	70,4	70,4	69,9	69,4	76,0	90,6	69,4
jun-00	70,4	70,4	70,4	69,4	69,4	69,4	69,4	69,4	69,4	69,4	68,9	68,4	68,4	67,9	67,9	68,9	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4	67,4	67,4	67,4	67,4	67,4	67,4	67,4	66,9	66,9	-	68,5	70,4	66,9
jul-00	67,4	66,4	66,4	66,4	66,4	66,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	66,4	66,4	66,4	66,4	65,4	65,4	65,4	65,4	67,4	71,4	74,6	74,6	75,6	73,5	72,5	70,4	68,4	67,4	67,7	75,6	65,4
ago-00	67,4	66,9	65,9	65,9	66,9	70,4	68,9	66,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	65,9	67,4	69,9	72,0	71,4	71,4	69,4	69,4	68,4	67,4	66,9	65,4	67,4	66,4	65,4	63,4	63,4	63,4	67,1	72,0	63,4
set-00	64,9	65,9	66,4	67,4	69,4	73,0	75,6	82,7	89,8	93,2	90,6	87,3	84,8	81,1	83,3	74,6	74,1	70,4	69,9	68,9	67,4	65,4	64,4	63,9	63,9	63,4	66,4	68,9	71,4	72,5	-	73,4	93,2	63,4
out-00	74,6	73,5	73,5	74,1	77,3	74,1	71,4	70,4	68,9	71,4	72,5	71,4	69,9	67,9	64,9	63,9	63,9	64,9	67,9	66,9	64,9	65,9	64,9	68,4	72,0	74,1	73,0	73,5	72,0	71,4	75,1	70,3	77,3	63,9
nov-00	83,8	87,3	88,1	89,8	89,8	91,5	89,8	82,7	79,4	77,3	74,6	72,5	70,9	72,5	73	71,4	68,9	70,9	68,9	67,4	65,9	64,9	67,9	69,4	74,6	78,3	76,7	81,1	81,7	84,8	-	77,2	91,5	64,9
dez-00	83,3	86,4	84,8	88,1	90,6	94,0	97,4	88,1	80,0	79,4	93,2	83,8	82,2	81,1	83,8	93,2	91,5	91,5	92,3	91,5	89,8	90,6	88,1	88,1	86,4	87,3	83,8	83,8	78,9	76,2	73,0	86,5	97,4	73,0

Notas: 1 – Os dias com o símbolo "-" indicam indisponibilidade de dados; 2 – Os dias em negrito indicam dados estimados.

Apêndice C - Vazões Médias Diárias na PCH Santa Gabriela (continuação)
Transferidas do Posto Estrada BR-163 no Rio Correntes (m³/s)

Dia / Mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Méd.	Máx.	Mín.
jan-01	72,0	70,4	68,4	70,4	71,4	70,4	73,0	76,2	79,4	81,7	80,0	78,3	83,8	82,7	81,7	81,1	82,2	80,0	80,0	78,9	77,8	76,7	77,3	80,0	79,4	85,6	82,7	81,1	80,0	75,6	76,2	77,9	85,6	68,4
fev-01	77,3	75,6	73,5	72,5	72,5	72,0	70,4	72,0	77,3	79,4	78,9	81,7	80	90,6	94,8	85,6	84,8	86,4	83,8	94,0	94,8	89,8	86,4	87,3	83,8	81,1	80,0	74,6	-	-	-	81,5	94,8	70,4
mar-01	78,9	75,1	76,2	78,3	81,7	84,8	87,3	85,6	88,1	92,3	102	108	107	102	97,4	99,0	99,0	102	97,4	102	104	101,5	101	99,9	99,9	91,5	89,8	90,6	89,8	89,0	86,4	93,1	108	75,1
abr-01	84,8	87,3	90,6	89,0	89,8	89,8	83,8	82,7	81,7	81,1	83,8	82,2	82,2	81,1	80,0	77,3	72,5	70,9	69,4	70,4	72,5	72,5	78,9	78,9	78,3	77,3	74,6	73,0	73,0	73,0	-	79,4	90,6	69,4
mai-01	70,9	69,9	68,9	68,4	66,4	65,4	64,4	63,9	63,4	64,4	66,9	66,9	68,4	66,9	67,4	70,4	68,9	68,4	70,4	70,9	69,9	68,9	77,3	84,8	85,6	89,8	94,0	93,2	93,2	84,8	83,8	73,4	94,0	63,4
jun-01	84,8	78,9	73,5	71,4	70,9	70,4	68,4	65,9	64,9	64,4	65,4	66,9	65,4	64,9	69,4	68,9	68,4	67,9	67,4	67,4	67,4	67,4	66,9	66,4	66,4	66,4	66,9	67,4	67,4	66,4	-	68,5	84,8	64,4
jul-01	66,4	66,4	66,4	65,9	65,4	64,9	64,4	63,9	63,4	63,4	63,4	64,9	64,4	64,4	65,4	65,4	64,4	64,4	63,9	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,9	66,4	67,4	68,4	67,4	64,9	64,4	64,9	68,4	63,4
ago-01	64,4	64,4	63,4	63,4	64,4	64,4	64,4	64,4	64,4	63,4	63,4	61,4	61,4	61,4	61,4	60,5	60,5	60,5	60,5	59,5	59,5	59,5	59,5	59,5	60,9	61,9	63,9	65,4	66,4	64,4	63,4	62,4	66,4	59,5
set-01	63,4	64,4	65,4	66,4	64,9	64,4	64,4	63,4	63,4	62,9	62,4	62,4	60,5	60,9	61,4	61,9	62,9	64,9	65,9	67,9	69,9	68,9	67,9	67,9	68,9	71,4	77,8	80,5	78,9	75,6	-	66,7	80,5	60,5
out-01	73,5	69,9	67,4	63,4	64,9	66,9	63,9	63,4	66,9	73,0	76,7	80	84,8	78,3	76,7	78,3	76,7	74,6	76,7	75,6	76,2	77,8	75,6	74,1	73,5	71,4	68,4	65,4	63,4	63,9	68,9	71,9	84,8	63,4
nov-01	73,5	77,8	75,6	74,1	73,5	72,5	70,9	73,5	78,3	77,8	75,1	74,6	73,5	75,6	77,8	80,0	80,5	81,7	82,7	82,2	79,4	82,7	81,1	77,3	76,7	80,0	79,4	81,7	85,6	83,8	-	78,0	85,6	70,9
dez-01	91,5	90,6	86,4	91,5	94,0	94,0	93,2	97,4	97,4	99,9	97,4	94	95,7	97,4	96,5	95,7	94,8	96,5	95,7	97,4	97,4	102	105	109	**113**	114	115	111	105	104	103	**99,2**	115	86,4
jan-02	**104**	104,1	102	98,2	96,5	94,0	95,7	94,8	95,7	98,2	96,5	97,4	102	102	111	108	107	104	104	111	104	99,9	95,7	91,5	89,8	89,0	87,3	84,8	82,2	82,2	86,4	**97,4**	**111**	**82,2**
fev-02	88,1	88,1	94	94,8	94,0	97,4	98,2	111,6	118	118	116	111	109	107	104	99,9	97,4	95,7	94,8	94,0	97,4	99,9	104,1	104	103	102	102	102	-	-	-	102	118	88,1
mar-02	107	117	115	109	103	100	96,5	95,7	94,8	93,2	94,0	94,0	95,7	94,0	97,4	99,9	97,4	91,5	93,2	**95,7**	98,2	107	107	105	107	113	127	128	**124**	121	115	**104**	**128**	**91,5**
abr-02	102	99,9	96,5	94	92,3	96,5	92,3	88,1	86,4	85,6	82,2	81,7	89,0	89,0	89,0	89,8	94,8	94,8	90,6	92,3	89,8	87,3	84,8	83,3	81,7	80,0	77,8	78,9	78,3	77,8	-	88,2	102,4	77,8
mai-02	77,8	78,9	81,1	81,1	88,1	89,8	84,8	89,0	91,5	89,0	88,1	**85,6**	82,2	80,0	80,0	77,8	77,8	77,3	75,6	76,7	88,1	89,8	86,4	86,4	**84,8**	82,7	80,5	77,8	75,6	75,6	80,0	**82,6**	**91,5**	**75,6**
jun-02	74,6	73,5	74,6	73,5	73,5	72,5	73,5	73,5	73,5	73,5	73,5	72,5	73,5	73,5	73,5	76,7	73,5	73,5	72,5	73,5	73,5	72,5	71,4	71,4	72,5	72,5	71,4	71,4	71,4	**71,4**	-	**73,1**	**76,7**	**71,4**
jul-02	71,4	70,9	71,4	70,9	70,9	71,4	71,4	71,4	70,4	70,9	70,4	70,4	70,4	70,4	71,4	71,4	70,4	70,4	70,4	71,4	70,4	70,4	70,9	72,0	74,6	74,1	74,1	73,0	72,5	71,4	72,5	71,4	74,6	70,4
ago-02	80,0	83,8	86,4	84,8	82,7	80,0	78,9	75,6	73,5	73,0	72,5	70,9	69,4	68,9	68,4	68,4	67,4	67,4	67,4	66,4	66,4	65,4	65,4	65,4	65,4	64,9	65,4	64,4	67,9	75,1	77,3	71,9	86,4	64,4
set-02	75,6	78,9	75,6	71,4	69,4	67,4	68,4	67,4	66,4	68,4	67,4	65,4	65,4	65,4	**64,4**	64,4	63,4	64,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	62,4	64,4	64,4	63,4	63,4	63,4	62,4	-	**66,3**	**78,9**	**62,4**
out-02	62,4	63,4	63,4	66,4	65,4	67,4	66,4	66,4	67,4	67,4	66,4	70,4	**69,4**	69,4	67,4	68,4	71,4	70,4	71,4	77,8	75,6	73,5	73,5	71,4	73,5	71,4	73,5	72,5	71,4	67,4	66,4	**69,3**	**77,8**	**62,4**
nov-02	66,4	66,4	67,9	73,5	72,5	70,4	69,9	68,9	67,9	67,9	70,4	73,0	74,6	76,2	77,8	73,5	71,4	69,9	67,9	67,4	65,4	64,4	68,9	67,4	65,9	64,4	63,4	64,9	66,4	63,9	-	69,0	77,8	63,4
dez-02	70,4	76,7	81,1	85,6	82,2	76,7	75,6	75,6	76,7	77,8	83,3	82,2	82,2	83,3	89,8	91,5	94,0	95,7	89,0	78,9	73,5	72,5	72,5	**71,4**	**70,4**	70,4	70,4	72,5	75,6	77,8	**81,1**	**79,2**	**95,7**	**70,4**
jan-03	**83,3**	83,3	84,8	89,0	91,5	94,0	94,0	93,2	91,5	86,4	77,8	70,9	65,9	70,9	80,5	80,5	82,7	86,4	89,8	88,1	86,4	85,6	83,8	83,3	84,8	82,7	86,4	92,3	95,7	104	107	**86,4**	107	65,9
fev-03	110	107	104	97,4	93,2	94,0	96,5	94,0	93,2	90,6	93,2	89,8	85,6	84,8	88,1	88,1	86,4	85,6	83,8	83,3	92,3	97,4	95,7	95,7	95,7	97,4	99,9	97,4	-	-	-	93,6	110	83,3
mar-03	95,7	94,0	93,2	93	93,2	93,2	89,8	89,0	89,8	89,0	88,1	91,5	91,5	94,0	94,8	97,4	101,5	104	107,4	108	105	102	102	102	102	102	103	106	107	107	106	98,1	108	88,1
abr-03	103	104	104	104	102	102	102	102	104	107	112	110	107	102	97,4	94,0	92,3	89,8	**89,8**	91,5	89,8	89,8	91,5	90,6	89,8	89,8	89,8	91,5	89,8	85,6	-	**97,2**	112	85,6
mai-03	81,7	78,3	76,7	75,6	77,8	76,7	77,3	76,2	77,8	76,2	75,6	75,1	74,6	74,1	73,5	73,5	74,1	74,6	73,5	73,5	73,5	73,5	72,5	72,5	75,1	77,8	78,3	80,0	79,4	77,8	75,1	75,9	81,7	72,5
jun-03	74,6	74,1	73,5	74,1	76,2	78,3	76,2	75,1	76,2	76,2	75,1	73,5	72,5	70,9	72,5	71,4	71,4	70,4	70,4	69,4	69,4	68,9	68,4	68,4	68,9	69,4	69,4	69,4	69,4	69,4	-	72,1	78,3	68,4
jul-03	69,4	69,4	69,4	69,4	68,4	68,9	69,4	68,9	68,4	69,4	69,4	**70,4**	70,4	69,4	69,4	69,4	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4	67,4	67,4	67,4	67,4	67,4	67,4	67,4	67,4	67,4	66,9	**68,5**	70,4	66,9
ago-03	66,4	66,4	66,4	66,4	66,4	66,4	66,4	66,4	66,4	67,4	67,4	67,4	67,4	66,6	66,4	66,4	67,4	68,4	68,4	67,4	66,6	66,4	66,4	65,4	66,1	67,4	67,6	68,1	67,6	67,4	67,4	66,9	68,4	65,4
set-03	67,4	66,6	66,6	66,4	67,4	67,4	67,4	69,2	71,4	73,5	74,6	72,8	72,5	71,7	71,4	72,3	73,5	72,5	71,4	70,4	73,5	68,6	67,4	67,4	68,1	69,9	76,2	77,0	75,6	73,5	-	70,8	77,0	66,4
out-03	73,5	71,4	71,4	70,4	70,9	76,0	78,3	73,8	70,9	71,2	71,4	73,5	72,8	70,7	69,4	67,6	65,6	64,4	63,6	64,1	67,1	68,9	85,6	81,7	80,8	82,4	83,6	86,4	85,6	85,6	85,6	74,3	86,4	63,6
nov-03	83,8	82,7	80,5	80,0	76,7	73,0	71,4	69,4	68,4	68,4	68,4	65,4	65,9	67,4	66,9	67,4	66,4	67,4	69,9	68,4	67,9	67,9	68,9	71,4	71,4	70,9	69,9	72,5	74,1	80,0	-	71,4	83,8	65,4
dez-03	76,7	76,2	77,8	80,5	80,0	80,0	84,8	83,3	84,8	89,8	91,5	89,8	88,1	83,8	82,2	81,1	79,4	78,9	75,6	74,6	72,0	69,4	68,9	71,4	71,4	72,0	71,4	73,5	76,7	77,8	76,7	78,7	91,5	68,9

Notas: 1 – Os dias com o símbolo "-" indicam indisponibilidade de dados; 2 – Os dias em negrito indicam dados estimados.

Apêndice C - Vazões Médias Diárias na PCH Santa Gabriela (continuação)
Transferidas do Posto Estrada BR-163 no Rio Correntes (m³/s)

Dia / Mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Méd.	Máx.	Mín.
jan-04	75,6	76,7	75,6	77,8	78,9	78,9	76,2	78,9	78,3	77,3	75,6	76,7	83,3	82,2	78,9	77,3	75,6	73,5	70,9	69,9	73,0	79,4	89,8	94,0	97,4	98,2	99,9	101	101	102	102	83,1	102	69,9
fev-04	97,4	97,4	95,7	89,8	89,8	92,3	92,3	98,2	101	98,2	97,4	91,5	89,0	93,2	89,0	87,3	87,3	89,8	89,8	89,0	89,8	92,3	102	109	107	107	102	99,9	99,9	-	-	95,3	109	87,3
mar-04	89,0	86,4	87,3	89,0	92,3	95,7	98,2	96,5	92,3	91,5	91,5	89,0	86,4	85,6	87,3	95,7	99,0	97,4	102	102	103	103	98,2	89,8	82,2	78,3	75,6	74,6	74,1	75,1	75,1	89,8	103	74,1
abr-04	78,9	77,3	74,1	73,0	66,4	63,9	65,4	72,5	76,2	77,8	77,8	77,3	78,3	79,4	76,2	76,2	75,6	77,3	78,3	78,9	78,3	77,8	77,8	78,3	78,9	81,1	81,1	80,5	79,4	78,3	-	76,4	81,1	63,9
mai-04	78,9	80,5	86,4	86,4	83,8	82,7	80,0	78,9	77,3	75,6	75,6	75,1	74,6	73,5	73,0	72,5	72,0	72,5	75,1	73,5	73,5	73,5	72,0	71,4	70,4	69,4	69,4	69,4	69,4	68,9	68,4	75,0	86,4	68,4
jun-04	68,4	69,9	70,9	73,0	75,1	77,8	78,9	76,2	73,0	71,4	70,4	69,4	67,9	66,4	67,4	66,9	66,4	65,9	65,4	65,4	65,4	65,4	64,9	63,9	58,6	51,3	**49,9**	46,9	44,4	39,6	-	**65,2**	78,9	39,6
jul-04	42,0	41,2	41,2	43,6	45,2	45,7	48,2	60,9	84,8	81,7	74,6	75,6	68,9	62,9	52,6	47,8	44,8	46,5	47,3	46,1	46,1	46,9	46,9	46,9	51,7	59,1	67,4	74,6	73,5	73,5	73,5	56,8	84,8	41,2
ago-04	72,5	70,4	70,4	63,4	**49,9**	45,7	45,7	45,7	45,2	43,6	43,6	44,4	44,0	44,4	45,7	46,1	48,7	54,9	59,1	60,5	61,4	61,4	61,9	61,4	62,4	61,4	60,0	62,9	61,4	61,4	60,9	**55,5**	72,5	43,6
set-04	60,0	60,5	60,9	60,5	60,5	60,5	59,5	59,5	57,7	55,8	55,8	56,7	56,7	55,8	57,2	56,7	**56,7**	56,7	55,8	57,7	57,2	59,5	61,9	62,9	64,4	64,4	63,4	63,9	63,4	66,9	-	**59,6**	66,9	55,8
out-04	69,9	68,9	68,9	68,9	69,4	68,4	67,4	67,4	69,9	69,9	**69,4**	70,4	74,1	78,3	91,5	87,3	88,1	84,8	78,9	77,3	74,1	71,4	70,4	64,4	64,4	62,9	62,4	66,4	67,4	62,4	62,9	**71,6**	91,5	62,4
nov-04	63,4	63,4	64,4	63,9	64,4	63,4	62,4	65,4	69,4	74,1	79,4	81,7	86,4	82,2	86,4	76,7	74,6	72,0	73,0	84,8	80,0	76,7	70,4	68,9	73,0	82,2	89,0	97,4	97,4	97,4	-	76,1	97,4	62,4
dez-04	99,0	98,2	88,1	77,8	80,0	86,4	85,6	84,8	83,3	71,4	69,4	69,9	68,4	68,4	68,9	69,4	68,4	69,9	70,9	74,6	79,4	81,7	86,4	88,1	89,8	95,7	96,5	95,7	94,0	94,0	**91,5**	**82,1**	99,0	68,4
jan-05	88,1	81,1	78,3	82,2	97,4	103	99,0	99,0	99,9	102	99,9	98,2	98,2	95,7	94,0	91,5	89,0	89,8	91,5	95,7	97,4	94,8	**94,8**	94,0	94,0	94,0	93,2	91,5	89,0	83,3	81,7	**92,9**	103	78,3
fev-05	82,2	83,3	82,2	84,8	82,7	81,1	80,0	82,7	82,2	81,1	81,7	80,0	80,0	78,9	76,7	71,4	61,9	58,6	60,5	61,4	60,9	66,4	71,4	72,5	74,1	74,1	73,5	72,0	-	-	-	74,9	84,8	58,6
mar-05	69,9	71,4	70,4	72,5	73,0	73,0	72,0	70,9	69,4	66,9	64,4	62,4	59,5	60,0	61,4	63,4	63,4	62,9	64,4	66,4	62,9	61,4	58,1	57,7	56,7	**56,7**	56,2	61,4	69,4	75,6	86,4	**65,8**	86,4	56,2
abr-05	110	115	109	104	94,0	82,2	79,4	78,9	76,7	**74,6**	72,5	73,0	59,5	60,5	61,4	62,4	61,9	64,9	66,4	65,9	65,4	63,9	64,9	64,9	66,4	93,2	74,6	72,5	70,9	69,9	-	**76,0**	115	59,5
mai-05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
jun-05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
jul-05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ago-05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
set-05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
out-05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
nov-05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
dez-05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
jan-06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
fev-06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mar-06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
abr-06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mai-06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
jun-06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
jul-06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ago-06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
set-06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
out-06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
nov-06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
dez-06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Notas: 1 – Os dias com o símbolo "-" indicam indisponibilidade de dados; 2 – Os dias em negrito indicam dados estimados.

APÊNDICE D - VAZÕES MÉDIAS MENSAIS NA UHE BATALHA TRANSFERIDAS DO POSTO CAMPO ALEGRE DE GOIÁS NO RIO SÃO MARCOS (m^3/s)

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1972	-	-	-	-	83,4	61,8	49,4	36,8	28,4	47,3	128	158	-
1973	157	165	160	-	98,2	72,7	59,7	44,1	33,9	72,8	159	150	-
1974	-	104	-	-	144	103	80,4	64,9	46,8	56,2	53,9	76,4	-
1975	138	175	88,4	116	83,0	59,7	48,8	35,3	25,3	32,2	71,4	80,6	78,9
1976	79,5	93,9	138	95,0	66,1	48,2	35,9	26,1	31,2	39,8	105	240	83,3
1977	216	175	94,6	112	76,4	61,0	45,1	33,8	28,6	32,8	44,8	104	84,9
1978	198	142	245	155	105	88,2	67,1	51,0	41,6	47,9	58,6	152	113
1979	349	432	243	203	125	102	81,2	65,6	61,6	52,8	83,8	103	157
1980	349	385	182	200	136	106	86,5	66,0	57,0	52,0	86,0	161	155
1981	316	163	151	163	116	95,9	75,0	57,8	41,8	68,2	191	232	139
1982	327	224	397	250	157	123	95,1	76,2	61,6	61,8	61,4	75,7	159
1983	281	377	291	241	154	120	94,7	73,2	64,9	80,6	132	293	182
1984	210	137	129	217	106	78,7	62,4	52,6	55,5	41,5	41,9	117	104
1985	252	161	184	138	99,2	73,6	60,7	48,8	40,9	40,9	51,0	105	104
1986	215	165	123	79,5	64,6	49,3	42,4	42,2	31,4	27,0	31,3	70,4	78,1
1987	119	98,3	98,1	105	75,6	53,6	39,9	29,5	25,0	27,3	62,0	243	81,4
1988	178	190	221	161	107	82,1	62,9	49,0	37,0	43,7	102	157	116
1989	171	161	154	95,2	67,0	54,5	44,6	38,1	34,8	41,1	107	422	116
1990	303	154	142	113	102	75,0	67,5	52,0	50,5	42,8	48,2	62,4	101
1991	127	154	329	236	127	92,7	72,7	57,4	52,9	56,5	78,2	157	128
1992	221	460	255	205	165	115	93,5	78,0	76,6	96,4	260	286	192
1993	222	263	197	179	117	97,7	73,6	63,6	71,7	52,8	52,9	192	131
1994	249	151	287	176	116	91,3	74,1	56,8	41,2	37,2	89,0	181	129
1995	156	274	154	144	118	82,3	64,2	48,6	36,3	35,8	62,1	94,5	105
1996	119	77,7	133	86,6	63,0	48,8	36,2	29,2	23,5	22,2	56,9	97,3	66,1
1997	189	123	172	188	-	93,6	-	49,7	41,2	38,3	38,0	96,1	-
1998	98,0	127	103	72,2	58,2	41,8	29,9	22,4	-	-	46,0	104	-
1999	92,7	69,8	179	77,9	55,4	39,3	29,6	-	19,2	21,1	52,8	95,5	-
2000	144	183	237	130	81,8	59,6	48,7	38,1	49,6	29,9	72,1	150	102
2001	110	69,0	96,7	73,4	47,6	37,5	26,7	20,2	20,5	29,9	65,8	108	58,8
2002	162	189	152	109	66,5	51,9	40,1	29,7	28,8	18,4	33,8	71,9	78,8
2003	219	165	176	165	96,5	69,8	51,8	41,8	37,0	33,3	51,7	90,1	99,5
2004	179	375	298	275	152	99,7	76,0	56,5	46,6	46,8	54,3	118	147
2005	209	223	318	158	109	78,6	62,6	50,4	39,3	27,9	61,2	379	143
2006	233	169	252	241	133	90,7	73,5	57,2	57,3	-	-	-	-
MÍNIMA	79,5	69,0	88,4	72,2	47,6	37,5	26,7	20,2	19,2	18,4	31,3	62,4	
MÉDIA	200	193	193	155	102	77,1	60,4	48,3	42,3	44,1	79,2	154	112
MÁXIMA	349	460	397	275	165	123	95,1	78,0	76,6	96,4	260	422	

Nota: Os meses com o símbolo "-" indicam indisponibilidade de dados.

Apêndice E - Vazões Médias Diárias na UHE Batalha (continuação)
Transferidas do Posto Campo Alegre de Goiás no Rio São Marcos (m³/s)

Dia / Mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Méd.	Máx.	Mín.
jan-72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
fev-72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mar-72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
abr-72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	103	101	-	-	-	-
mai-72	101	101	99,0	97,4	94,2	91,8	90,2	88,6	87,8	86,2	85,4	83,8	83,0	81,4	80,6	79,2	77,8	77,8	77,8	77,1	75,5	74,8	74,2	74,2	77,1	79,2	80,6	79,8	78,5	77,1	74,8	83,4	101	74,2
jun-72	72,0	71,3	70,7	69,3	68,0	68,0	67,2	65,2	64,0	63,3	63,3	62,7	62,0	62,0	60,8	60,8	60,8	60,1	58,9	58,3	58,3	57,7	57,7	57,1	56,5	55,9	55,9	55,3	54,7	54,7	-	61,8	72,0	54,7
jul-72	52,4	52,4	51,8	51,3	51,3	50,1	50,7	51,8	51,3	51,3	50,7	50,7	50,7	49,6	49,6	49,0	49,6	51,3	51,8	52,4	51,8	51,3	50,1	47,4	45,8	45,4	44,8	44,8	43,8	43,3	42,8	49,4	52,4	42,8
ago-72	42,3	41,8	41,8	41,8	41,8	41,3	41,3	41,3	40,8	39,4	38,9	38,4	38,0	37,5	37,0	36,2	36,2	35,2	35,2	35,2	34,8	34,4	33,9	33,5	33,1	32,7	32,3	32,3	31,9	31,0	30,6	36,8	42,3	30,6
set-72	30,6	30,2	29,8	30,2	30,2	30,2	29,8	29,4	29,4	29,0	28,3	27,9	27,9	31,0	31,9	32,7	31,0	30,2	29,4	28,6	27,9	27,1	26,0	25,3	24,9	24,9	24,6	24,2	24,6	25,3	-	28,4	32,7	24,2
out-72	25,6	30,2	28,3	34,4	53,0	46,4	44,3	46,4	40,3	53,6	66,6	58,3	53,6	48,0	61,4	54,1	65,2	72,7	69,9	64,0	61,4	54,1	48,0	43,8	40,8	37,5	35,7	34,4	33,1	31,4	30,2	47,3	72,7	25,6
nov-72	30,6	32,3	35,2	42,8	64,0	90,2	78,5	58,9	64,0	76,3	82,2	64,0	92,6	109	146	145	165	154	161	169	174	308	260	209	189	185	187	172	158	145	-	128	308	30,6
dez-72	133	118	110	101	97,4	91,0	89,4	94,2	95,8	94,2	105	113	115	117	116	112	107	102	109	129	137	152	204	285	335	307	301	288	264	247	232	158	335	89,4
jan-73	231	242	252	237	207	183	166	154	145	138	132	126	121	117	117	113	113	120	132	137	141	162	175	176	172	154	157	146,0	138	133	135	157	252	113
fev-73	133	136	154	209	201	197	192	182	169	160	145	169	166	158	162	201	193	177	170	163	161	162	154	145	139	133	160	136	-	-	-	165	209	133
mar-73	142	138	143	133	126	126	129	127	129	140	174	178	185	182	176	161	153	147	145	136	131	130	129	136	157	173	186	196	209	256	303	160	303	126
abr-73	338	-	-	335	315	275	243	216	197	182	174	165	160	166	169	165	157	155	150	145	142	137	133	130	127	125	122	121	119	117	-	-	-	-
mai-73	115	113	112	110	109	105	105	103	101	101	102	101	103	102	101	98,2	96,6	95	93,4	92,6	91,8	91,0	90,2	92,6	94,2	93,4	90,2	88,6	85,4	84,6	83,8	98,2	115	83,8
jun-73	82,2	80,6	79,8	79,8	79,2	78,5	77,8	77,1	76,3	75,5	74,8	74,2	73,5	72,7	72	71,3	70,7	69,9	68	67,2	66,6	66,0	66,0	65,2	65,2	64,0	68,0	69,9	76,3	73,5	-	72,7	82,2	64,0
jul-73	74,2	75,5	72,7	69,3	67,2	66,0	64,6	63,3	62	61,4	60,8	60,1	59,6	58,9	58,3	58,3	57,7	57,7	57,1	56,5	55,9	55,3	54,7	54,1	53,6	53,6	53,0	52,4	52,4	51,8	51,8	59,7	75,5	51,8
ago-73	51,3	50,7	50,1	49,6	49,0	49,0	49,6	47,4	47,4	46,9	46,4	45,8	45,4	44,8	44,3	44,3	43,8	43,8	42,8	42,3	41,8	41,3	40,8	40,3	39,8	39,4	38,9	38,4	38,0	37,5	37,5	44,1	51,3	37,5
set-73	37,0	38,0	37,5	38,0	37,5	37,5	37,0	36,6	36,2	35,7	35,2	34,4	34,4	34,4	33,5	32,7	32,3	31,9	31,4	31	30,6	30,2	29,8	29,4	29,4	30,6	30,6	34,8	34,4	34,4	-	33,9	38,0	29,4
out-73	35,2	38,0	39,8	41,3	39,8	38,4	36,2	34,4	34,4	35,7	39,8	42,8	46,4	52,4	77,1	71,3	61,4	60,8	77,8	104	141	171	142	113	108,0	94,2	91,8	92,6	93,4	99,0	104,0	72,8	171	34,4
nov-73	109	109	117	119	126	137	137	127	121	114	121	117	113	116	137	165	203	206	191	189	197	209	204	200	206	189	207	203	206	185	-	159	209	109
dez-73	163	155	147	143	140	157	171	163	157	162	141	135	146	149	145	138	132	142	146	150	147	142	146	142	149	152	156	158	161	160	151,0	150	171	132
jan-74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	120	118	117	116	118	116	114	113	111	-	-	-
fev-74	109	125	127	125	117	109	104	99,8	96,6	94,2	101	108	113	121	122	121	113	105	99,8	95,0	90,2	87,0	83,8	82,2	83,0	85,4	100	105	-	-	-	104	127	82,2
mar-74	105	113	113	111	114	116	109	108	145	178	200	222	243	207	277	289	295	301	335	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
abr-74	-	343	330	307	280	253	237	222	209	212	223	223	248	287	284	290	289	272	248	232	214	200	191	184	177	170	178	192	198	201	-	-	-	-
mai-74	192	179	172	165	161	157	154	155	150	150	146	144	149	149	149	147	147	145	139	136	135	133	130	129	127	126	125	124	123	121	121	144	192	121
jun-74	112	113	114	113	113	113	112	111	110	109	108	107	105	105	102	102	101	101	99,8	98,2	97,4	96,6	96,6	95,8	95,8	95,8	95,0	94,2	92,6	92,6	-	103	114	92,6
jul-74	91,0	90,2	89,4	87,8	87	86,2	86,2	86,2	86,2	85,4	84,6	83,0	83,0	82,2	81,4	80,6	79,8	79,2	79,2	78,5	77,1	76,3	76,3	74,2	72,7	72,7	72,0	71,3	71,3	70,7	69,9	80,4	91,0	69,9
ago-74	69,3	68,6	68,0	66,6	66,6	66,0	66,0	65,2	65,2	64,6	64,6	64,6	64,0	64,0	64,0	70,7	73,5	74,2	72,0	69,3	66,6	64,6	62,7	62,0	60,8	59,6	58,9	58,3	57,1	57,1	56,5	64,9	74,2	56,5
set-74	55,3	55,3	53,6	53,0	51,8	51,3	50,7	49,0	49,0	48,5	48,5	48,0	48,0	46,9	46,4	46,4	45,8	45,4	44,8	44,3	43,8	43,3	43,3	42,8	42,8	42,3	41,8	41,3	40,8	40,3	-	46,8	55,3	40,3
out-74	39,4	38,9	38,9	38,4	39,4	41,3	42,8	44,3	48,0	49,6	50,1	49,0	47,4	46,4	45,8	48,5	50,1	50,7	49,6	73,5	72,7	71,3	71,3	70,7	69,9	66,0	72,7	79,2	87,8	77,1	71,3	56,2	87,8	38,4
nov-74	69,9	73,5	70,7	68,0	64,6	59,6	55,3	53,6	53,0	50,7	49,0	48,5	46,4	46,9	49,0	48,5	54,1	51,8	49,6	47,4	46,9	50,1	49,0	49,6	57,1	55,3	53,0	49,6	48,0	46,9	-	53,9	73,5	46,4
dez-74	44,8	41,8	41,3	40,3	55,9	57,7	110	105	101	99,8	94,2	84,6	74,2	71,3	73,5	74,2	71,3	68,6	71,3	69,3	80,6	82,2	79,2	83,0	82,2	79,2	77,8	81,4	81,4	86,2	104	76,4	110	40,3

Notas: 1 – Os dias com o símbolo "-" indicam indisponibilidade de dados; 2 – Os dias em negrito indicam dados estimados.

Apêndice E - Vazões Médias Diárias na UHE Batalha (continuação)
Transferidas do Posto Campo Alegre de Goiás no Rio São Marcos (m³/s)

Dia / Mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Méd.	Máx.	Mín.
jan-75	117	139	157	173	173	161	158	161	158	149	157	161	157	136	121	113	105	99,0	95,8	101	114	153	177	174	153	137	129	120	115	110	105	138	177	95,8
fev-75	100,0	101	113	117	123	200	298	392	402	335	270	219	192	175	157	152	146	136	129	126	125	129	128	133	129	127	123	122	-	-	-	175	402	99,8
mar-75	121	115	110	105	99,0	95,0	92,6	91,8	90,2	88,6	87,0	84,6	83,0	81,4	79,8	78,5	78,5	81,4	82,2	83,0	82,2	79,2	77,1	77,1	75,5	81,4	87,8	88,6	91,8	87,8	85,4	88,4	121	75,5
abr-75	97,4	105	108	117	107	99,0	99,0	98,2	95,0	91,8	101	107	110	116	133	129	139	145	154	150	147	144	135	128	121	113	105	101	99,0	97,4	-	116	154	91,8
mai-75	94,2	92,6	90,2	88,6	89,4	96,6	99,8	105	102	95,8	90,2	87,0	84,6	79,8	79,8	79,8	78,5	78,5	78,5	78,5	77,8	77,1	75,5	74,2	73,5	72,7	71,3	71,3	70,7	69,9	69,3	83,0	105	69,3
jun-75	68,6	68,0	67,2	66,6	65,2	64,6	63,3	63,3	62,7	62,0	61,4	60,8	60,8	59,6	59,6	58,9	58,3	57,7	57,1	57,1	57,1	56,5	56,5	55,9	54,7	54,7	54,1	53,6	53,0	52,4	-	59,7	68,6	52,4
jul-75	54,1	54,7	54,7	55,3	56,5	57,1	55,3	53,6	52,4	52,4	51,3	50,7	49,6	49,0	48,5	48,0	47,4	46,4	45,8	45,8	45,8	45,8	45,4	44,8	44,3	43,8	43,8	42,8	42,8	42,8	41,8	48,8	57,1	41,8
ago-75	41,8	40,8	40,8	40,3	39,8	39,4	38,9	38,4	38,0	37,5	37,0	36,6	36,2	36,2	35,7	34,8	34,4	34,4	34,4	33,5	33,5	32,7	32,7	31,9	31,9	31,4	31,0	30,6	30,2	30,2	29,4	35,3	41,8	29,4
set-75	29,4	29,0	28,6	28,3	27,9	27,9	27,9	27,1	26,7	26,3	26,0	25,6	25,6	24,9	24,9	24,2	23,9	23,6	23,6	23,2	22,8	22,5	22,2	22,2	22,2	22,5	23,2	24,2	25,6	27,1	-	25,3	29,4	22,2
out-75	33,9	31,0	27,5	25,3	25,6	27,9	28,6	28,6	29,0	28,3	32,7	32,3	29,4	32,7	31,9	32,7	32,3	27,5	36,6	31,9	45,8	43,8	38,9	34,4	32,7	31,0	31,9	29,8	34,4	35,7	34,4	32,2	45,8	25,3
nov-75	31,4	41,3	48,5	56,5	53,6	45,4	42,3	44,8	49,0	55,3	67,2	74,8	57,1	58,9	60,8	64,6	72,7	77,8	109	87,8	74,2	66,6	66,6	76,3	84,6	79,8	94,2	130	143	127	-	71,4	143	31,4
dez-75	131	118	95,8	83,0	73,5	68,0	62,0	58,3	55,3	54,7	57,1	57,1	54,7	108	86,2	77,1	74,2	76,3	78,5	74,2	69,3	67,2	69,9	67,2	64,6	81,4	99,8	123	116	104	95,0	80,6	131	54,7
jan-76	89,4	86,2	107	101	125	123	117	104	97,4	96,6	98,2	103	91,8	82,2	77,8	72,7	69,3	66,6	64,0	61,4	58,3	57,1	62,0	63,3	58,3	58,9	55,3	54,1	54,1	54,1	55,3	79,5	125	54,1
fev-76	63,3	74,8	74,2	74,2	82,2	91,0	101	100,0	101	99,0	107	104	96,6	84,6	79,2	77,1	76,3	83,0	79,8	78,5	74,8	70,7	68,6	74,8	90,2	124	161	163	171	-	-	93,9	171	63,3
mar-76	190	187	179	172	157	140	125	117	113	109	103	101	101	103	117	130	124	117	121	113	117	113	132	147	141	135	154	180	189	177	167	138	190	101
abr-76	157	141	130	121	115	110	105	101	101	100	104	101	98,2	95,0	91,8	88,6	85,4	83,8	82,2	80,6	78,5	77,1	77,1	81,4	76,3	75,5	74,2	72,7	71,3	74,8	-	95,0	157	71,3
mai-76	77,1	76,3	75,5	72,0	69,9	69,9	69,9	69,9	69,9	68,6	66,6	65,2	64,6	63,3	62,0	74,8	68,0	63,3	59,6	61,4	61,4	66,0	66,6	64,0	62,0	61,4	60,1	57,7	63,3	62,0	57,1	66,1	77,1	57,1
jun-76	58,9	60,8	57,7	55,9	54,7	53,6	53,6	52,4	51,3	50,7	49,0	49,0	48,5	48,0	46,9	46,9	46,4	45,8	45,4	44,8	43,8	43,8	43,3	42,8	42,8	42,8	42,3	41,8	41,8	41,3	-	48,2	60,8	41,3
jul-76	40,8	41,3	41,3	42,3	40,8	40,3	39,8	38,9	38,0	38,0	37,5	37,0	37,0	36,6	36,2	35,7	35,2	34,8	34,4	33,9	32,7	32,7	33,1	33,1	33,1	32,7	32,3	31,9	31,0	30,6	30,2	35,9	42,3	30,2
ago-76	29,8	29,4	29,0	28,6	28,3	27,9	27,9	27,5	26,7	26,7	26,7	26,3	25,6	25,6	25,3	24,9	24,6	26,0	29,0	28,6	27,1	26,3	25,6	24,9	24,2	23,6	23,2	22,8	22,2	21,9	21,6	26,1	29,8	21,6
set-76	21,2	20,6	20,3	20,3	20,3	20,0	20,3	20,3	20,3	22,5	27,1	27,1	25,6	30,2	44,8	48,5	43,8	40,3	37,5	36,2	40,3	43,3	34,8	32,7	30,6	30,6	38,4	44,3	39,8	35,2	-	31,2	48,5	20,0
out-76	33,5	33,5	32,7	31,0	28,3	27,9	37,5	50,7	43,3	40,3	39,8	38,4	36,6	34,8	32,7	30,6	28,6	27,1	26,0	24,9	39,4	35,2	37,0	50,1	70,7	65,2	63,3	54,7	51,8	45,4	41,3	39,8	70,7	24,9
nov-76	40,3	77,8	51,3	47,4	112	94,2	86,2	77,1	68,0	59,6	55,3	53,0	54,7	62,0	59,6	66,6	82,2	93,4	117	142	198	200	198	174	174	169	146	130	131	131	-	105	200	40,3
dez-76	131	132	129	130	128	169	209	248	225	226	280	248	275	303	290	280	275	253	253	260	272	307	289	324	306	280	261	250	252	235	232	240	324	128
jan-77	219	219	219	217	260	295	299	273	251	233	216	198	184	171	165	160	156	154	161	157	177	174	175	177	228	270	273	280	258	250	244	216	299	154
fev-77	252	263	277	282	282	268	245	223	204	191	177	169	167	153	147	143	139	135	131	129	125	121	118	116	114	114	113	113	-	-	-	175	282	113
mar-77	110	107	105	101	99,0	96,6	94,2	92,6	91,0	88,6	87,0	86,2	85,4	85,4	83,0	81,4	79,8	78,5	83,0	89,4	99,8	107	108	105	104	101	98,2	93,4	89,4	92,6	109	94,6	110	78,5
abr-77	128	133	156	153	141	138	137	130	124	125	124	117	109	104	99,8	96,6	94,2	93,4	90,2	94,2	105	113	110	104	98,2	94,2	91,8	88,6	86,2	83,8	-	112	156	83,8
mai-77	83,0	83,8	85,4	85,4	83,0	82,2	79,8	78,5	77,8	77,8	76,3	74,2	74,2	74,2	72,7	73,5	84,6	81,4	80,6	79,8	77,8	74,8	73,5	72,0	71,3	70,7	69,9	68,6	68,0	68,0	66,6	76,4	85,4	66,6
jun-77	66,0	64,6	66,6	68,6	69,3	68,6	68,0	66,6	66,0	64,6	64,6	63,3	63,3	62,7	62,0	60,8	60,1	59,6	58,3	58,3	57,1	56,5	55,9	55,9	55,9	54,7	54,7	53,6	52,4	51,3	-	61,0	69,3	51,3
jul-77	51,3	50,1	50,1	49,6	49,6	49,0	48,0	48,0	48,0	47,4	47,4	46,9	46,9	46,4	46,4	45,4	44,8	44,3	43,8	43,3	42,8	42,8	42,3	41,8	41,8	41,8	40,8	40,3	39,8	39,4	38,9	45,1	51,3	38,9
ago-77	38,9	38,9	38,0	38,0	37,0	36,6	36,2	36,2	35,7	35,7	34,8	34,4	34,4	33,9	33,9	33,5	33,1	33,1	32,7	32,3	32,3	31,9	31,4	31,4	31,0	31,0	30,6	30,2	30,6	30,2	29,8	33,8	38,9	29,8
set-77	29,4	29,0	28,3	27,9	29,0	31,0	33,1	32,7	32,3	31,4	30,2	29,4	28,3	27,1	27,1	26,0	25,6	24,9	24,6	25,3	25,6	26,0	26,0	27,9	29,4	31,9	32,3	29,8	28,6	27,5	-	28,6	33,1	24,6
out-77	26,3	27,5	38,4	37,5	44,8	50,1	62,0	49,0	44,3	42,3	39,8	36,6	33,5	31,4	29,4	27,9	26,7	25,6	24,9	24,2	24,9	26,3	25,3	24,6	23,9	23,6	24,2	23,9	33,5	31,0	31,9	32,8	62,0	23,6
nov-77	31,4	31,9	30,2	27,9	28,6	31,4	45,4	46,9	36,6	37,5	39,8	43,8	39,8	40,3	34,4	32,7	33,1	36,2	34,8	58,3	51,3	49,0	53,0	49,0	50,1	47,4	49,0	73,5	91,8	88,6	-	44,8	91,8	27,9
dez-77	91,8	122	109	107	93,4	87,8	77,1	72,7	69,3	62,0	56,5	55,9	66,0	72,0	68,0	63,3	57,7	55,3	62,7	66,6	91,8	79,8	99,0	162	156	193	211	200	193	165	146	104	211	55,3

Notas: 1 – Os dias com o símbolo "-" indicam indisponibilidade de dados; 2 – Os dias em negrito indicam dados estimados.

Apêndice E - Vazões Médias Diárias na UHE Batalha (continuação)
Transferidas do Posto Campo Alegre de Goiás no Rio São Marcos (m³/s)

Mês \ Dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Méd.	Máx.	Mín.
jan-78	137	128	122	142	137	139	152	146	250	234	235	266	285	316	316	322	319	314	280	255	228	200	179	163	147	138	130	125	117	113	109	198	322	109
fev-78	104	101	99,0	94,2	92,6	91,0	91,8	94,2	101	111	113	117	127	126	133	139	153	179	177	175	172	169	173	231	276	181	178	176	-	-	-	142	276	91,0
mar-78	178	173	172	236	261	325	356	359	383	414	414	397	371	339	314	288	261	233	210	203	183	176	169	161	156	151	144	142	142	143	138	245	414	138
abr-78	139	152	165	184	194	189	182	177	172	169	176	169	167	166	161	153	149	145	138	137	136	136	138	145	149	146	139	133	129	125	-	155	194	125
mai-78	123	121	120	118	116	114	113	111	110	108	105	104	102	101	101	99,0	98,2	97,4	95,8	95,8	96,6	101	99,8	101	98,2	96,6	95,8	95,8	103	105	112	105	123	95,8
jun-78	116	116	115	109	99,8	98,2	96,6	94,2	92,6	91,8	90,2	89,4	87,8	86,2	85,4	84,6	83,0	82,2	81,4	79,8	79,8	78,5	78,5	77,1	77,1	77,1	76,3	75,5	74,8	74,2	-	88,2	116	74,2
jul-78	73,5	72,7	72,0	71,3	70,7	70,7	69,9	69,9	69,3	68,6	68,6	68,6	68,0	66,6	66,6	65,2	64,6	64,6	64,6	68,6	65,2	66,6	65,2	65,2	64,6	65,2	65,2	64,0	62,0	61,4	60,8	67,1	73,5	60,8
ago-78	59,6	58,3	58,3	57,1	56,5	55,9	55,9	55,3	55,3	54,7	54,7	53,6	53,6	53,0	51,3	50,1	49,6	49,0	49,0	48,5	48,5	47,4	46,4	46,4	45,8	45,4	44,8	44,8	44,3	43,8	43,8	51,0	59,6	43,8
set-78	43,3	42,8	42,8	43,8	44,8	44,3	44,3	44,8	44,3	48,5	49,0	49,0	48,0	47,4	44,3	42,8	42,3	41,3	40,3	39,8	38,0	38,0	37,5	37,0	36,6	35,7	35,2	34,8	33,9	33,9	-	41,6	49,0	33,9
out-78	33,5	33,5	33,1	32,7	32,3	31,4	30,6	30,2	30,2	35,2	33,9	40,3	41,3	51,3	75,5	66,6	61,4	59,6	66,6	66,0	64,0	62,7	65,2	64,0	61,4	55,9	49,6	45,8	44,8	42,8	42,8	47,9	75,5	30,2
nov-78	42,3	44,3	43,8	42,3	40,8	39,4	40,8	43,3	41,8	45,8	57,7	61,4	59,6	57,1	55,9	55,3	55,9	58,3	73,5	66,6	65,2	64,0	61,4	58,9	56,5	65,2	72,7	95,0	91,8	101	-	58,6	101	39,4
dez-78	96,6	92,6	87,8	83,8	79,2	77,8	72,7	78,5	109	109	103	123	157	204	184	207	235	257	264	216	204	189	185	191	184	165	152	156	154	145	141	152	264	72,7
jan-79	142	133	123	119	129	156	143	182	187	181	166	189	397	518	494	425	422	463	514	590	607	521	415	373	349	391	474	527	532	494	462	349	607	119
fev-79	486	514	573	592	556	557	596	593	580	568	525	458	401	351	317	303	308	307	344	398	384	380	383	375	359	327	295	263	-	-	-	432	596	263
mar-79	242	228	213	200	196	189	197	193	213	201	212	204	207	253	290	287	324	346	321	303	283	268	263	256	251	250	248	236	223	214	210	243	346	189
abr-79	212	231	283	308	299	290	272	264	240	222	214	208	207	200	193	186	179	174	169	165	158	160	158	157	157	155	151	149	163	162	-	203	308	149
mai-79	157	150	146	143	139	139	140	137	133	131	129	127	124	122	121	111	118	117	117	116	114	113	113	111	111	109	109	110	113	119	123	125	157	109
jun-79	122	117	117	118	114	113	111	109	107	104	104	103	101	101	99,8	99,0	98,2	97,4	96,6	95,8	95,8	94,2	94,2	93,4	93,4	92,6	92,6	91,8	91,0	90,2	-	102	122	90,2
jul-79	89,4	88,6	87,8	87,0	87,0	86,2	85,4	84,6	83,8	83,0	83,0	82,2	82,2	81,4	81,4	80,6	79,8	79,8	79,2	79,2	79,8	79,8	79,2	79,2	78,5	77,8	76,3	75,5	74,2	73,5	72,7	81,2	89,4	72,7
ago-79	71,3	71,3	70,7	69,9	69,9	69,3	68,6	68,0	67,2	66,6	66,0	66,0	65,2	65,2	64,6	64,0	63,3	62,7	64,0	65,2	67,2	68,0	66,0	64,0	62,7	60,8	62,0	61,4	60,8	61,4	61,4	65,6	71,3	60,8
set-79	60,8	60,1	59,6	58,9	58,3	57,7	57,1	55,9	55,3	54,7	55,3	55,3	55,3	54,7	54,1	62,0	62,7	68,6	69,3	75,5	73,5	70,7	67,2	68,6	74,2	67,2	63,3	60,1	57,7	55,3	-	61,6	75,5	54,1
out-79	53,6	51,8	49,0	48,5	47,4	46,4	45,4	44,8	44,8	50,7	62,7	58,9	55,3	55,9	67,2	66,6	64,6	62,0	63,3	63,3	62,0	56,5	54,1	50,7	49,0	44,8	45,4	43,3	43,3	42,8	43,8	52,8	67,2	42,8
nov-79	45,4	66,6	92,6	89,4	88,6	105	101	95,8	96,6	96,6	95,8	95,8	83,8	77,8	74,2	69,9	64,6	62,7	60,1	70,7	69,3	69,3	74,8	76,3	75,5	136	113	104	83,8	78,5	-	83,8	136	45,4
dez-79	72,7	68,0	65,2	63,3	70,7	76,3	77,8	72,7	72,0	75,5	78,5	74,8	77,8	87,0	82,2	81,4	83,0	84,6	83,0	98,2	107	112	128	169	155	160	149	149	156	162	194	103	194	63,3
jan-80	278	266	236	204	179	161	153	150	153	169	182	220	449	577	631	681	595	582	580	549	505	450	388	348	347	321	295	278	301	294	287	349	681	150
fev-80	327	371	435	425	426	427	376	319	300	310	306	271	261	321	399	463	506	544	563	571	527	476	417	368	332	303	287	280	268	-	-	385	571	261
mar-80	258	247	235	223	214	208	201	196	190	184	179	173	170	169	182	191	204	198	188	176	170	165	160	156	151	147	145	141	138	137	136	182	258	136
abr-80	136	143	152	191	209	219	204	194	193	265	273	253	228	257	282	261	243	224	210	196	188	180	175	170	165	162	160	154	151	149	-	200	282	136
mai-80	147	151	157	167	163	157	141	149	145	143	140	137	135	133	132	131	129	130	129	133	137	132	133	129	122	125	121	120	119	117	116	136	167	116
jun-80	116	114	113	112	111	110	109	108	108	107	105	105	104	103	102	102	101	100,0	99,0	97,4	96,6	95,8	96,6	97,4	99,0	101	109	114	117	115	-	106	117	96,0
jul-80	109	103	99,8	98,2	95,8	95,0	93,4	92,6	91,8	90,2	89,4	88,6	87,8	87,0	86,2	85,4	84,6	83,0	82,2	82,2	81,4	79,8	79,8	79,2	78,5	77,8	77,1	77,1	76,3	75,5	74,8	86,5	109	74,8
ago-80	74,2	73,5	71,3	71,3	72,0	72,0	71,3	71,3	69,9	69,3	68,6	68,6	68,0	67,2	66,6	66,0	66,0	66,0	65,2	64,6	63,3	62,7	62,0	61,4	60,8	59,6	60,1	59,6	58,9	58,3	57,7	66,0	74,2	57,7
set-80	57,7	57,1	56,5	55,9	55,9	55,3	55,9	55,3	54,7	54,1	53,6	53,0	51,3	50,1	49,6	49,0	48,5	49,0	55,9	61,4	64,6	64,6	66,6	65,2	63,3	63,3	59,6	58,3	59,6	64,0	-	57,0	66,6	48,5
out-80	62,0	62,0	62,0	59,6	55,9	52,4	49,6	48,0	50,7	55,3	53,0	62,7	64,6	66,0	62,0	62,7	60,1	57,7	54,7	49,6	47,4	46,4	44,8	43,3	42,3	40,8	40,8	39,8	39,4	38,9	38,9	52,0	66,0	38,9
nov-80	38,9	40,3	40,8	44,8	45,4	46,9	45,4	51,8	52,4	67,2	96,6	81,4	114	107	116	103	91,0	84,6	82,2	91,8	94,2	103	125	113	116	117	116	119	118	119	-	86,0	125	38,9
dez-80	152	169	153	140	129	121	116	117	145	140	165	153	162	196	185	228	225	248	219	200	183	172	170	152	146	139	133	129	129	137	144	161	248	116

Notas: 1 – Os dias com o símbolo "-" indicam indisponibilidade de dados; 2 – Os dias em negrito indicam dados estimados.

Apêndice E - Vazões Médias Diárias na UHE Batalha (continuação)
Transferidas do Posto Campo Alegre de Goiás no Rio São Marcos (m³/s)

Dia / Mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Méd.	Máx.	Mín.
jan-81	162	250	428	506	531	541	505	370	255	226	226	248	252	256	288	376	422	380	323	288	258	251	268	300	277	291	310	288	257	237	220	316	541	162
fev-81	208	203	196	197	188	175	165	158	154	151	170	187	209	198	187	173	161	154	149	145	137	135	133	130	128	125	123	121	-	-	-	163	209	121
mar-81	119	117	114	113	110	109	113	118	124	129	129	132	132	127	121	117	113	111	117	117	124	146	173	165	169	196	219	255	278	284	283	151	284	109
abr-81	261	242	225	217	216	212	198	188	179	172	163	157	154	149	145	142	143	146	143	139	136	132	129	128	126	124	122	123	126	140	-	163	261	122
mai-81	147	153	146	151	143	136	131	129	125	121	120	117	114	112	111	111	109	108	105	105	104	103	102	101	101	99,8	99,0	99,0	99,0	101	101	116	153	99,0
jun-81	99,0	97,4	95,8	94,2	94,2	92,6	113	117	121	117	112	105	99,8	97,4	95,8	94,2	93,4	92,6	91,0	90,2	90,2	89,4	88,6	87,0	86,2	85,4	85,4	85,4	83,8	83,8	-	95,9	121	83,8
jul-81	82,2	81,4	79,8	79,8	78,5	78,5	80,6	84,6	85,4	83,0	81,4	79,8	79,2	77,8	77,1	74,8	74,2	72,7	72,0	71,3	71,3	70,7	69,9	69,3	68,6	68,0	67,2	67,2	66,0	66,0	65,2	75,0	85,4	65,2
ago-81	64,6	64,6	64,6	63,3	63,3	62,7	62,0	61,4	60,8	60,8	60,1	59,6	58,9	58,9	58,3	57,7	57,1	58,3	60,8	59,6	56,5	55,9	54,7	53,6	53,0	52,4	51,3	50,7	49,6	49,0	48,5	57,8	64,6	48,5
set-81	48,0	46,9	46,9	46,4	46,4	45,4	46,4	45,8	44,8	44,3	43,8	42,8	42,8	41,8	41,8	41,3	40,8	40,8	40,3	40,3	39,8	38,9	38,9	38,0	37,5	37,0	36,6	36,6	36,6	36,6	-	41,8	48,0	36,6
out-81	37,5	40,3	48,0	50,1	57,1	55,3	50,1	50,1	50,7	46,4	62,7	71,3	79,8	85,4	79,8	94,2	103	91,0	81,4	77,8	77,1	77,1	70,7	66,6	66,6	66,0	65,2	66,6	66,6	78,5	101	68,2	103	37,5
nov-81	216	239	206	185	161	149	135	140	151	181	204	224	211	209	189	197	196	193	182	191	186	169	158	152	169	184	208	260	256	243	-	191	260	135
dez-81	232	247	245	239	220	220	200	184	181	241	258	307	292	289	272	280	265	272	285	264	239	223	209	191	180	169	163	204	207	204	211	232	307	163
jan-82	213	226	256	275	290	344	315	280	270	306	333	325	315	332	319	287	277	260	263	287	346	356	357	349	409	459	483	443	405	384	380	327	483	213
fev-82	364	332	300	273	265	295	305	295	276	263	248	231	219	206	196	188	183	176	171	167	161	157	154	153	160	176	187	181	-	-	-	224	364	153
mar-82	179	184	178	184	216	375	516	541	524	518	518	494	428	422	509	494	428	366	341	398	412	354	341	398	436	432	409	420	418	433	430	397	541	178
abr-82	420	401	376	333	306	280	265	248	239	239	233	234	234	229	248	253	252	243	247	241	231	223	213	206	196	190	187	183	179	175	-	250	420	175
mai-82	173	170	169	166	165	161	158	157	155	153	153	151	149	146	145	144	142	140	138	137	149	155	153	154	157	171	183	186	175	165	158	157	186	137
jun-82	154	149	144	139	137	132	129	126	123	128	128	126	124	122	122	121	119	118	117	116	116	114	114	113	112	111	110	109	109	108	-	123	154	108
jul-82	107	105	103	102	102	101	101	99,8	99,0	98,2	97,4	96,6	95,8	95,0	94,2	95,0	94,2	94,2	95,0	95,8	93,4	92,6	91,0	90,2	89,4	87,8	87,8	86,2	86,2	85,4	85,4	95,1	107	85,4
ago-82	84,6	83,8	83,0	83,0	83,0	81,4	80,6	79,8	79,8	79,2	77,8	77,1	76,3	75,5	74,8	74,2	74,2	74,2	73,5	72,7	72,0	74,2	72,7	72,7	72,7	72,0	72,7	72,7	72,0	71,3	69,3	76,2	84,6	69,3
set-82	68,6	67,2	66,0	64,6	64,0	64,6	64,0	62,7	62,0	60,8	60,8	60,1	59,6	59,6	58,9	58,9	58,3	57,1	58,9	58,3	57,7	58,9	68,0	62,0	58,3	60,1	62,7	64,0	60,8	60,1	-	61,6	68,6	57,1
out-82	58,3	58,3	57,1	60,8	64,0	63,3	65,2	64,6	66,6	66,6	72,7	75,5	68,6	64,0	61,4	60,1	57,7	55,9	57,1	57,7	59,6	60,8	62,7	61,4	59,6	58,3	58,3	57,1	58,9	60,1	64,6	61,8	75,5	55,9
nov-82	76,3	71,3	65,2	62,0	58,3	56,5	53,6	53,0	54,7	62,0	59,6	58,3	58,9	60,1	60,1	72,7	71,3	80,6	82,2	72,7	69,3	66,0	62,0	57,1	53,6	50,7	48,5	47,4	48,5	49,0	-	61,4	82,2	47,4
dez-82	47,4	45,8	47,4	50,1	50,1	54,7	51,8	61,4	66,0	80,6	87,0	91,0	83,0	72,7	76,3	69,9	70,7	84,6	91,8	82,2	76,3	81,4	83,0	82,2	91,0	88,6	83,8	91,0	89,4	105	111	75,7	111	45,8
jan-83	136	163	200	194	208	217	216	204	189	196	193	239	285	332	338	315	290	258	235	247	260	268	265	275	307	340	410	453	488	504	488	281	504	136
fev-83	466	519	576	634	636	578	529	482	434	433	427	397	389	394	389	375	349	319	291	261	237	226	216	204	197	211	203	197	-	-	-	377	636	197
mar-83	197	220	237	244	256	296	366	404	406	371	357	322	289	261	271	257	243	257	272	287	311	321	308	300	288	282	283	287	288	270	270	291	406	197
abr-83	268	250	240	224	212	204	208	241	245	282	323	327	319	314	303	247	225	219	204	197	192	188	189	189	191	228	240	284	268	200	-	241	327	188
mai-83	194	191	182	171	167	163	161	158	156	154	151	149	146	145	143	140	138	137	137	135	133	131	129	133	149	152	161	165	161	158	177	154	194	129
jun-83	155	149	142	136	133	131	129	127	124	123	121	120	119	117	117	116	116	114	113	113	112	111	110	109	109	108	105	104	104	102	-	120	155	102
jul-83	102	101	99,8	99,0	98,2	97,4	95,8	95,8	95,0	95,0	94,2	91,8	91,0	90,2	89,4	89,4	88,6	87,8	93,4	96,6	104	105	103	99,8	97,4	95,0	91,8	89,4	87,8	87,0	85,4	94,7	105	85,4
ago-83	84,6	84,6	83,0	83,0	81,4	80,6	79,8	79,8	78,5	78,5	77,8	77,1	75,5	74,2	73,5	72,0	70,7	69,3	68,0	68,0	67,2	66,6	66,0	66,6	68,0	67,2	66,6	66,6	66,0	65,2	64,6	73,2	84,6	64,6
set-83	64,6	64,0	63,3	62,7	64,0	60,8	60,8	64,6	63,3	63,3	62,7	62,0	64,6	74,2	76,3	71,3	69,9	70,7	72,0	69,9	68,6	67,2	65,2	63,3	62,7	60,8	60,8	59,6	57,7	57,1	-	64,9	76,3	57,1
out-83	55,9	55,9	54,7	54,1	53,6	53,6	53,0	51,8	53,6	54,7	53,6	55,3	68,6	95,0	112	113	105	103	95,8	91,8	91,8	85,4	83,8	91,0	101	99,8	108	111	105	97,4	90,2	80,6	113	51,8
nov-83	83,8	81,4	87,8	87,0	94,2	94,2	99,0	105	105	105	101	116	117	117	118	127	157	174	165	169	170	171	172	165	171	155	143	156	165	175	-	132	175	81,4
dez-83	190	211	264	265	311	287	287	300	339	357	355	338	349	316	294	313	314	301	292	266	240	257	260	242	232	263	360	339	335	330	284	293	360	190

Notas: 1 – Os dias com o símbolo "-" indicam indisponibilidade de dados; 2 – Os dias em negrito indicam dados estimados.

Apêndice E - Vazões Médias Diárias na UHE Batalha (continuação)
Transferidas do Posto Campo Alegre de Goiás no Rio São Marcos (m³/s)

Dia / Mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Méd.	Máx.	Mín.
jan-84	265	313	348	343	319	280	258	247	241	236	225	211	197	189	180	173	167	161	156	151	149	153	158	166	169	186	189	180	169	166	157	210	348	149
fev-84	152	145	139	135	130	128	133	139	141	140	137	133	143	149	157	149	143	139	140	144	139	137	137	131	124	126	128	126	123	-	-	137	157	123
mar-84	119	113	112	107	108	105	105	114	118	120	128	124	122	160	163	165	154	135	128	123	118	117	122	122	136	157	155	146	133	133	140	129	165	105
abr-84	169	260	430	406	383	351	351	338	316	280	244	219	204	190	179	173	166	161	163	152	151	145	143	139	137	133	132	130	128	128	-	217	430	128
mai-84	128	128	125	121	120	117	116	115	113	112	111	110	109	108	105	105	103	102	101	101	100,0	99,0	97,4	96,6	95,8	95,0	93,4	93,4	91,0	90,2	89,4	106	128	89,4
jun-84	88,6	87,0	87,0	86,2	85,4	84,6	84,6	83,8	83,0	83,0	82,2	81,4	79,8	79,8	77,8	77,8	77,1	76,3	75,5	75,5	75,5	74,2	74,2	73,5	73,5	72,7	71,3	70,7	69,9	69,9	-	78,7	88,6	69,9
jul-84	69,9	69,3	68,6	68,6	68,0	68,0	67,2	66,0	66,0	64,6	63,3	63,3	63,3	63,3	63,3	62,0	60,8	60,8	59,6	59,6	59,6	59,6	58,3	58,3	58,3	58,3	57,7	57,1	57,1	57,1	56,5	62,4	69,9	56,5
ago-84	55,9	55,9	55,9	54,7	54,1	53,6	53,6	52,4	52,4	52,4	51,3	50,7	50,1	49,0	49,0	49,0	48,5	48,0	48,0	47,4	49,6	52,4	50,1	50,7	50,7	51,8	58,3	58,9	58,9	58,3	60,1	52,6	60,1	47,4
set-84	64,0	63,3	60,8	58,9	55,3	57,7	58,3	58,9	66,6	65,2	64,0	63,3	60,1	56,5	53,0	51,3	50,1	50,1	50,1	51,3	54,1	54,7	54,7	54,7	53,6	51,3	48,5	45,8	44,8	44,8	-	55,5	66,6	44,8
out-84	43,8	43,3	42,8	42,8	42,3	41,8	40,3	38,9	38,0	37,0	37,0	36,6	35,2	34,4	34,4	34,4	34,4	35,2	36,2	37,0	38,9	41,8	42,8	43,3	48,5	48,0	51,3	52,4	54,1	51,3	47,4	41,5	54,1	34,4
nov-84	44,3	40,3	37,5	35,7	33,1	32,3	31,4	30,2	29,4	28,6	27,9	26,7	33,1	33,1	32,7	32,7	34,8	32,7	32,7	32,7	58,9	65,2	50,1	48,5	65,2	57,7	56,5	54,1	64,0	73,5	-	41,9	73,5	26,7
dez-84	79,8	79,8	77,1	72,7	93,4	87,8	95,0	111	113	130	150	165	187	169	145	137	138	135	131	125	151	140	125	112	109	95,0	98,2	94,2	88,6	84,6	113	117	187	72,7
jan-85	137	123	124	118	121	145	156	165	156	150	172	169	216	299	280	386	305	295	321	332	347	427	394	357	339	329	341	310	282	260	252	252	427	118
fev-85	264	280	252	225	204	188	176	167	165	171	163	154	146	145	139	133	127	122	120	118	116	113	118	127	130	145	157	152	-	-	-	161	280	113
mar-85	147	145	147	146	157	180	170	162	169	182	194	190	191	178	185	219	196	176	192	211	228	225	223	216	203	185	171	161	166	180	198	184	228	145
abr-85	185	181	172	162	154	150	146	143	139	138	138	143	143	144	147	142	136	131	129	129	127	127	127	126	121	117	114	113	111	109	-	138	185	109
mai-85	108	105	113	120	116	115	116	113	110	108	105	102	99,8	101	102	99,8	98,2	96,6	95,0	92,6	90,2	91,0	90,2	89,4	88,6	87,0	86,2	86,2	84,6	83,0	82,2	99,2	120	82,2
jun-85	80,6	79,8	79,8	79,2	79,2	78,5	77,8	76,3	75,5	74,8	74,8	74,2	74,2	73,5	73,5	73,5	72,7	72,0	71,3	71,3	69,9	69,9	69,9	69,9	69,9	69,3	69,3	69,3	69,3	68,6	-	73,6	80,6	68,6
jul-85	67,2	66,6	66,0	66,0	64,6	64,6	63,3	63,3	63,3	63,3	63,3	63,3	63,3	62,0	60,8	60,8	60,8	59,6	59,6	59,6	58,9	57,1	57,1	57,1	57,1	57,1	55,9	55,9	55,9	54,7	54,7	60,7	67,2	54,7
ago-85	54,1	53,6	53,6	53,6	52,4	52,4	52,4	52,4	52,4	51,8	50,7	50,1	50,1	49,6	49,0	48,5	48,0	47,4	46,9	46,9	46,4	46,4	46,4	45,8	45,8	45,4	45,4	44,3	44,3	43,3	42,3	48,8	54,1	42,3
set-85	42,3	41,8	40,8	40,8	39,8	39,8	39,4	39,4	38,4	37,5	37,0	37,5	37,5	38,4	38,4	38,0	37,5	36,6	35,7	35,2	35,2	35,7	41,8	44,8	48,5	48,0	47,4	51,8	50,7	51,3	-	40,9	51,8	35,2
out-85	49,0	46,4	43,8	42,8	41,8	42,8	41,8	42,3	41,8	40,3	42,8	44,8	43,3	42,8	42,3	40,3	38,9	38,0	36,6	38,4	39,4	37,5	35,7	35,2	38,4	38,4	38,4	39,8	39,8	40,3	45,4	40,9	49,0	35,2
nov-85	55,9	62,0	66,6	66,0	59,6	54,7	62,7	62,0	60,8	58,3	53,0	49,6	47,4	44,8	42,8	41,3	38,9	37,5	36,2	34,8	33,5	32,7	32,7	38,0	40,3	42,3	44,3	46,9	73,5	109	-	51,0	109	32,7
dez-85	101	102	91,8	83,0	79,8	80,6	77,8	74,2	72,0	63,3	60,8	51,3	49,0	47,4	46,9	48,0	52,4	58,9	60,1	57,7	57,7	89,4	81,4	91,8	160	181	248	256	251	244	228	105	256	46,9
jan-86	303	308	266	287	201	211	245	276	322	285	247	222	229	235	260	296	268	244	217	191	174	157	147	138	131	126	121	136	145	146	141	215	322	121
fev-86	130	124	122	121	132	155	177	175	163	153	141	131	132	129	139	145	185	206	229	232	239	235	213	192	175	160	147	140	-	-	-	165	239	121
mar-86	135	138	133	145	146	152	147	157	149	143	137	129	124	119	115	110	109	108	108	109	109	105	109	113	121	119	112	109	105	99,8	96,6	123	157	96,6
abr-86	94,2	91,8	89,4	87,8	86,2	83,0	80,6	79,8	79,2	77,8	74,8	72,0	72,0	75,5	75,5	75,5	78,5	83,8	81,4	81,4	80,6	78,5	77,1	74,8	74,2	74,8	83,0	75,5	74,8	72,0	-	79,5	94,2	72,0
mai-86	71,3	69,9	68,6	67,2	66,0	64,0	66,6	65,2	65,2	68,0	69,9	68,0	67,2	70,7	67,2	68,6	68,0	66,0	64,6	63,3	63,3	63,3	63,3	62,0	61,4	59,6	58,3	57,1	56,5	55,9	55,3	64,6	71,3	55,3
jun-86	54,7	54,7	54,1	54,1	53,6	53,0	52,4	51,8	51,8	51,3	50,7	50,7	50,7	49,6	49,6	49,6	49,0	48,0	47,4	46,9	46,9	46,4	45,8	45,8	45,4	45,4	44,8	44,8	44,8	43,8	-	49,3	54,7	43,8
jul-86	43,8	43,3	42,8	42,8	42,3	42,3	42,3	41,8	41,3	40,8	40,8	40,8	40,3	40,3	39,8	39,8	39,8	39,4	38,9	38,9	38,0	38,0	37,5	41,3	44,3	50,1	51,3	51,8	49,6	47,4	44,3	42,4	51,8	37,5
ago-86	42,8	41,8	41,8	40,8	39,8	38,9	38,0	37,0	36,6	35,7	35,2	35,7	36,2	34,4	34,4	33,5	33,5	33,1	33,9	33,1	33,1	35,7	52,4	57,1	62,7	66,0	65,2	57,7	51,3	46,9	44,8	42,2	66,0	33,1
set-86	42,3	40,3	38,4	38,0	37,5	36,6	35,7	35,2	34,8	33,9	33,1	32,7	31,9	31,9	31,9	31,4	31,0	30,2	29,4	28,3	27,5	27,1	26,3	26,0	25,6	25,3	24,9	24,6	24,2	24,9	-	31,4	42,3	24,2
out-86	25,3	26,3	25,6	25,6	25,3	24,2	23,6	22,8	22,2	21,6	21,2	21,2	21,6	23,9	29,4	30,2	29,0	29,4	29,8	28,3	31,4	31,9	32,7	30,2	29,4	29,0	27,9	28,3	30,2	30,2	29,0	27,0	32,7	21,2
nov-86	28,3	27,5	26,7	24,2	28,3	26,3	24,9	22,8	22,5	21,9	23,6	35,7	43,8	44,3	45,8	50,7	51,8	45,4	40,8	37,0	33,9	31,4	28,6	26,0	24,9	23,9	22,8	22,2	22,5	29,4	-	31,3	51,8	21,9
dez-86	35,2	35,2	42,3	50,1	46,4	42,8	38,9	35,7	37,0	37,5	43,3	49,6	52,4	74,8	60,1	76,3	82,2	84,6	79,2	69,9	57,7	50,7	46,9	54,7	68,0	86,2	114	124	144	191	172	70,4	191	35,2

Notas: 1 – Os dias com o símbolo "-" indicam indisponibilidade de dados; 2 – Os dias em negrito indicam dados estimados.

Apêndice E - Vazões Médias Diárias na UHE Batalha (continuação)
Transferidas do Posto Campo Alegre de Goiás no Rio São Marcos (m³/s)

Dia / Mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Méd.	Máx.	Mín.
jan-87	149	152	154	145	130	115	103	94,2	87,0	83,8	88,6	101	99,8	91,8	87,8	78,5	74,2	68,6	65,2	92,6	101	136	143	144	137	135	149	169	178	169	157	119	178	65,2
fev-87	143	129	109	105	99,8	94,2	89,4	85,4	79,8	74,2	78,5	77,8	84,6	91,0	95,0	101	117	117	125	120	109	99,0	99,0	92,6	88,6	84,6	82,2	79,8	-	-	-	98,3	143	74,2
mar-87	78,5	76,3	70,7	79,2	77,8	79,8	84,6	95,0	95,0	108	117	114	115	117	115	113	118	109	99,0	115	105	103	103	109	108	102	95,8	91,0	87,0	83,0	79,2	98,1	118	70,7
abr-87	83,0	79,8	83,8	145	129	172	196	167	160	141	129	120	110	105	99,8	96,6	91,8	88,6	86,2	84,6	83,0	82,2	82,2	80,6	78,5	76,3	74,8	74,2	74,2	78,5	-	105	196	74,2
mai-87	80,6	88,6	96,6	96,6	91,8	89,4	87,8	83,0	78,5	77,1	77,8	78,5	76,3	74,2	71,3	99,0	68,0	67,2	66,0	64,6	64,0	62,7	62,0	64,0	68,0	68,0	68,0	69,9	71,3	68,6	65,2	75,6	99,0	62,0
jun-87	64,0	62,0	60,1	58,9	57,7	57,1	57,1	56,5	58,9	57,1	57,1	55,9	54,7	54,7	53,6	53,6	52,4	51,8	50,7	50,7	49,6	49,6	49,0	48,5	48,5	46,9	47,4	48,5	48,0	46,9	-	53,6	64,0	46,9
jul-87	46,9	45,8	45,8	45,4	44,8	44,8	43,8	43,3	42,3	41,8	41,3	41,3	40,8	40,8	39,8	38,9	39,4	38,0	38,0	37,5	37,0	37,0	36,6	36,6	36,2	36,2	36,6	36,2	34,8	34,4	33,9	39,9	46,9	33,9
ago-87	33,9	33,5	33,5	33,1	33,1	32,7	32,7	32,3	32,3	32,3	32,3	31,4	31,4	31,0	29,8	29,4	29,0	29,0	28,3	27,5	27,1	27,1	26,7	26,3	26,3	26,0	25,6	25,6	25,3	24,6	24,6	29,5	33,9	24,6
set-87	24,6	24,2	23,6	23,6	23,2	22,8	22,8	23,2	22,8	22,8	22,5	22,5	22,5	21,9	21,6	21,2	20,6	20,0	19,6	19,1	23,6	25,3	29,8	31,0	33,1	32,7	33,1	33,5	32,7	30,2	-	25,0	33,5	19,1
out-87	27,9	26,3	25,3	24,6	23,2	23,9	24,6	25,3	26,0	25,6	26,7	24,2	22,2	21,2	20,9	20,0	19,1	18,4	18,2	18,2	17,9	19,3	21,9	26,3	31,4	40,8	44,8	45,4	44,3	42,3	50,7	27,3	50,7	17,9
nov-87	42,3	41,8	39,4	45,8	45,8	42,8	39,4	36,2	33,9	46,4	45,8	44,8	42,3	82,2	87,0	86,2	84,6	88,6	85,4	79,8	77,8	69,9	65,2	62,0	60,8	66,0	64,0	72,7	93,4	86,2	-	62,0	93,4	33,9
dez-87	93,4	101	121	149	163	153	150	157	137	177	176	207	196	253	264	347	355	376	375	413	455	422	379	343	311	260	225	219	200	187	181	243	455	93,4
jan-88	181	182	177	186	196	196	196	214	200	194	201	255	284	283	268	239	207	185	167	156	146	140	135	129	124	121	117	113	110	107	105	178	284	105
fev-88	108	121	123	133	163	157	154	165	170	244	252	268	283	236	220	216	216	248	236	242	226	204	187	178	169	158	151	149	145	-	-	190	283	108
mar-88	142	155	161	167	175	197	235	243	285	288	287	273	260	258	272	291	292	283	275	260	244	228	213	200	189	178	170	162	157	153	149	221	292	142
abr-88	145	149	150	155	165	173	167	161	154	147	141	136	132	129	132	143	163	189	206	209	217	203	183	173	167	161	153	143	140	136	-	161	217	129
mai-88	133	130	128	126	123	121	118	117	115	113	113	110	109	107	107	105	103	103	102	101	99,0	99,0	96,6	95,8	94,2	94,2	93,4	92,6	91,0	90,2	90,2	107	133	90,2
jun-88	90,2	91,8	91,8	93,4	93,4	93,4	92,6	91,0	89,4	87,0	85,4	83,8	83,0	82,2	80,6	79,8	79,2	78,5	78,5	77,1	77,1	77,1	75,5	74,8	74,2	74,2	72,7	72,7	71,3	71,3	-	82,1	93,4	71,3
jul-88	69,9	69,3	68,6	68,0	67,2	67,2	67,2	66,6	66,0	66,0	65,2	64,6	64,6	64,0	63,3	62,0	62,0	62,0	61,4	59,6	59,6	60,8	60,8	60,1	59,6	59,6	58,3	57,7	57,1	55,9	55,9	62,9	69,9	55,9
ago-88	57,7	54,7	54,7	54,1	54,1	53,6	52,4	52,4	51,8	51,8	51,3	50,1	50,1	49,0	49,0	48,0	48,0	47,4	47,4	46,9	46,9	46,4	46,4	45,8	45,4	44,8	44,8	43,8	43,8	43,8	43,3	49,0	57,7	43,3
set-88	42,8	41,8	41,8	40,8	40,8	39,8	39,4	38,9	38,9	38,4	38,0	38,0	37,5	37,0	37,0	36,6	36,6	36,6	37,0	36,6	36,2	35,7	35,2	34,4	33,5	33,5	32,7	32,3	31,9	30,6	-	37,0	42,8	30,6
out-88	30,2	31,4	32,7	32,7	33,5	34,4	35,2	36,2	35,7	35,7	33,9	32,7	31,9	31,4	30,2	30,2	30,2	31,9	30,6	31,0	38,9	44,3	53,6	62,0	65,2	70,7	70,7	69,9	77,1	75,5	74,8	43,7	77,1	30,2
nov-88	72,7	73,5	105	153	157	149	149	136	124	109	98,2	88,6	80,6	79,8	71,3	66,6	64,0	61,4	57,7	54,7	60,1	69,3	115	131	114	114	121	127	129	122	-	102	157	54,7
dez-88	116	128	124	131	115	109	104	98,2	93,4	96,6	96,6	113	107	112	110	131	152	166	181	180	160	203	242	282	301	276	245	206	181	161	145	157	301	93,4
jan-89	137	135	131	162	229	247	282	290	263	236	211	200	187	178	180	174	179	167	170	165	154	145	139	135	129	124	119	114	112	109	105	171	290	105
fev-89	102	99,8	99,8	105	115	136	138	141,0	144	169	194	212	288	204	187	185	186	181	180	173	169	167	166	169	157	151	145	141	-	-	-	161	288	99,8
mar-89	135	130	139	140	153	154	153	157	165	171	158	175	213	200	194	196	187	183	180	167	152	145	137	135	129	125	124	121	120	117	113	154	213	113
abr-89	110	107	104	103	101	99,8	97,4	96,6	96,6	91,8	91,0	90,2	92,6	102	103	99,0	95,0	92,6	90,2	87,8	90,2	92,6	103	102	97,4	95,0	79,8	76,3	85,4	83,0	-	95,2	110	76,3
mai-89	81,4	80,6	80,6	79,2	79,2	76,3	74,2	72,7	72,0	72,0	71,3	70,7	69,9	69,9	68,6	68,0	66,6	64,6	64,6	64,6	62,7	60,8	59,6	58,3	57,1	57,1	55,9	55,3	54,7	53,6	53,6	67,0	81,4	53,6
jun-89	53,0	53,0	53,0	52,4	52,4	51,8	50,7	50,1	49,6	54,1	55,3	58,3	58,9	58,3	57,1	57,1	56,5	55,9	55,3	54,7	53,6	53,6	53,0	54,7	53,6	54,7	55,9	56,5	57,1	55,9	-	54,5	58,9	49,6
jul-89	55,3	53,6	52,4	49,0	47,4	49,0	49,0	48,0	48,0	46,9	46,4	45,8	44,8	44,8	43,8	43,8	42,8	42,8	41,8	41,8	41,8	41,3	40,8	40,8	40,3	40,3	39,8	39,8	38,9	38,9	42,8	44,6	55,3	38,9
ago-89	45,8	47,4	45,8	45,8	44,3	42,8	41,8	41,3	40,8	39,8	39,8	38,4	38,0	37,5	36,2	36,2	35,2	35,2	34,8	34,4	33,9	33,5	33,5	33,5	33,5	35,7	36,2	36,6	35,2	34,8	34,4	38,1	47,4	33,5
set-89	34,4	33,9	33,5	33,5	35,7	38,4	51,3	53,6	49,6	44,3	39,8	37,0	35,2	34,4	33,1	31,0	30,2	29,4	29,8	32,7	33,1	33,5	31,9	32,3	31,9	30,2	28,6	27,9	27,1	26,7	-	34,8	53,6	26,7
out-89	26,3	26,0	31,0	33,5	34,8	33,1	31,4	29,4	27,5	26,0	31,0	27,5	27,5	31,9	34,8	33,9	42,3	57,1	55,3	55,3	60,1	59,6	62,7	55,9	55,9	55,3	49,6	46,9	45,4	43,3	42,3	41,1	62,7	26,0
nov-89	42,3	42,3	40,3	66,6	58,3	51,8	56,5	60,8	67,2	69,3	72,0	88,6	124	92,6	107	116	119	186	206	216	224	206	160	127	117	105	97,4	98,2	99,8	99,8	-	107	224	40,3
dez-89	131	170	196	224	289	303	289	266	242	220	216	251	310	387	435	551	640	631	626	672	652	664	688	705	698	648	441	341	359	401	441	422	705	131

Notas: 1 – Os dias com o símbolo "-" indicam indisponibilidade de dados; 2 – Os dias em negrito indicam dados estimados.

Apêndice E - Vazões Médias Diárias na UHE Batalha (continuação)
Transferidas do Posto Campo Alegre de Goiás no Rio São Marcos (m³/s)

Mês \ Dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Méd.	Máx.	Mín.
jan-90	446	410	490	585	588	564	537	481	433	391	355	327	315	294	277	260	237	211	203	194	189	180	175	169	163	169	155	153	149	146	145	303	588	145
fev-90	144	141	137	136	133	129	127	125	123	121	115	138	142	138	136	147	150	149	156	177	189	187	184	173	225	198	193	190	-	-	-	154	225	115
mar-90	182	177	169	165	161	157	151	147	145	145	140	135	130	129	127	125	132	136	136	135	135	129	127	128	130	136	143	154	142	133	129	142	182	125
abr-90	121	117	113	112	110	109	117	119	117	115	112	109	107	109	123	137	137	139	131	121	115	110	108	105	102	101	99,0	97,0	96,0	94,0	-	113	139	94,2
mai-90	93,0	93,0	98,0	95,0	100	117	109	109	110	114	114	110	109	107	104	109	115	126	111	105	102	101	97,0	94,0	93,0	91,0	89,0	89,0	88,0	88,0	86,0	102	126	86,2
jun-90	85,4	83,8	82,2	81,4	81,4	81,4	79,8	79,2	78,5	77,8	77,1	76,3	76,3	75,5	75,5	74,8	74,8	74,2	72,7	72,0	71,3	70,7	69,9	69,3	68,6	68,6	68,0	68,0	67,2	68,0	-	75,0	85,4	67,2
jul-90	66,6	67,2	66,0	65,2	64,6	64,6	64,6	66,0	66,6	66,6	68,0	72,0	72,7	74,2	77,8	82,2	80,6	77,8	74,8	72,0	69,9	68,6	67,2	64,0	62,0	60,8	58,9	56,5	58,9	58,3	58,3	67,5	82,2	56,5
ago-90	58,3	58,3	58,3	57,7	57,1	56,5	55,9	55,3	55,3	54,7	54,7	54,7	54,1	54,1	53,6	53,6	53,0	53,0	52,4	51,3	50,1	49,0	48,0	46,9	46,4	45,4	44,3	44,3	44,8	45,8	44,8	52,0	58,3	44,3
set-90	51,3	55,3	58,3	58,3	58,3	56,5	54,7	51,8	48,0	46,9	44,3	44,8	47,4	48,5	50,7	52,4	55,9	60,8	60,8	56,5	51,8	49,6	46,4	44,8	43,8	43,8	43,8	43,8	43,3	41,8	-	50,5	60,8	41,8
out-90	43,8	46,9	53,0	47,4	43,3	41,8	40,8	39,4	37,5	37,0	36,2	35,7	34,8	34,4	33,9	33,9	38,0	39,8	50,7	48,5	50,1	46,9	44,3	43,3	44,3	50,7	48,5	48,0	46,4	44,3	42,8	42,8	53,0	33,9
nov-90	41,8	40,8	40,3	38,9	38,9	39,4	60,8	53,0	51,8	51,3	50,1	49,0	48,0	52,4	66,0	58,3	51,3	45,8	42,8	40,8	40,8	40,8	39,4	38,4	39,8	44,8	46,4	50,1	65,2	79,2	-	48,2	79,2	38,4
dez-90	73,5	64,6	60,8	55,9	51,8	45,8	42,3	40,3	42,8	42,8	48,0	64,6	64,0	87,0	105	100	94,2	79,8	68,6	64,6	65,2	58,9	55,3	53,6	52,4	50,7	48,5	51,8	69,3	68,0	65,2	62,4	105	40,3
jan-91	60,8	54,1	60,1	67,2	77,1	86,2	113	110	129	157	161	167	167	171	173	181	177	165	145	126	119	120	119	114	109	119	132	143	137	138	141	127	181	54,1
fev-91	149	145	141	137	127	121	117	118	127	125	131	137	130	137	143	155	161	165	167	172	166	166	160	157	166	224	229	231	-	-	-	154	231	117
mar-91	224	208	228	228	241	268	313	310	306	277	233	204	194	184	272	257	241	233	234	251	273	333	346	391	463	536	608	681	641	550	481	329	681	184
abr-91	441	409	378	347	323	299	288	280	265	251	240	229	219	211	211	212	210	208	206	197	188	182	176	171	167	163	160	156	156	156	-	236	441	156
mai-91	152	149	145	144	141	139	137	136	133	131	129	128	126	125	122	123	126	130	137	130	125	121	119	117	116	114	113	112	110	109	107	127	152	107
jun-91	105	103	101	99,8	99,8	99,8	99,0	98,2	97,4	96,6	96,6	95,8	94,2	94,2	93,4	92,6	91,8	91,0	90,2	89,4	89,4	87,8	87,0	86,2	85,4	84,6	83,8	83,0	82,2	82,2	-	92,7	105	82,2
jul-91	81,4	81,4	80,6	79,8	79,8	78,5	77,8	77,1	75,5	74,8	74,8	74,2	72,7	73,5	72,0	71,3	71,3	70,7	69,9	69,9	69,3	68,6	68,6	68,6	68,6	68,0	68,0	67,2	67,2	66,6	66,0	72,7	81,4	66,0
ago-91	64,6	63,3	62,7	62,7	62,7	62,0	61,4	61,4	60,8	60,1	58,9	58,9	58,3	57,7	57,7	57,1	56,5	56,5	55,9	55,9	55,3	55,3	54,7	54,1	53,6	53,0	52,4	51,8	51,8	51,3	51,3	57,4	64,6	51,3
set-91	51,3	50,7	50,7	50,1	50,1	49,6	49,6	49,0	48,5	48,0	48,0	47,4	46,9	48,5	50,7	51,3	51,8	57,1	57,7	58,3	58,3	58,9	59,6	59,6	58,3	56,5	55,9	55,3	54,7	55,9	-	52,9	59,6	46,9
out-91	54,1	57,7	72,7	81,4	78,5	72,7	74,8	75,5	69,9	60,1	59,6	59,6	62,7	60,1	59,6	55,3	53,0	50,1	49,0	49,0	49,6	48,5	48,0	47,4	46,4	45,8	44,8	43,8	40,8	40,3	40,3	56,5	81,4	40,3
nov-91	40,8	43,8	42,3	47,4	50,7	55,3	63,3	67,2	69,3	91,0	95,8	109	103	108	94,2	91,0	80,6	76,3	71,3	68,6	72,7	83,8	109	109	100	88,6	86,2	76,3	74,8	76,3	-	78,2	109	40,8
dez-91	74,8	74,8	81,4	84,6	101	109	121	124	122	130	140	177	241	252	253	257	233	234	226	210	197	178	163	145	132	126	118	117	132	150	167	157	257	74,8
jan-92	176	176	178	179	169	158	150	144	138	136	144	149	163	175	157	157	163	185	219	260	303	356	339	306	300	283	278	310	315	335	366	221	366	136
fev-92	440	471	593	643	650	616	617	568,0	568	624	629	610	589	585	511	505	449	432	412	386	325	307	292	275	268	244	240	242	245	-	-	460	650	240
mar-92	276	299	339	368	359	324	287	264	260	237	235	256	298	311	288	261	245	240	241	241	239	229	214	204	197	197	200	201	207	204	197	255	368	197
abr-92	197	196	196	190	182	178	178	181	186	196	203	191	184	182	187	189	200	191	176	176	171	172	192	216	255	283	291	295	268	260	-	205	295	171
mai-92	245	236	216	217	206	192	181	178	176	175	171	167	165	161	157	154	153	152	150	146	144	143	141	142	141	138	136	133	133	132	130	165	245	130
jun-92	129	129	128	128	126	121	121	119	118	117	117	117	117	114	113	113	113	114	113	112	111	109	109	109	109	108	108	108	105	104	-	115	129	104
jul-92	103	102	102	101	99,0	98,2	98,2	97,4	96,6	96,6	95,8	95,0	95,0	94,2	94,2	94,2	93,4	92,6	91,8	91,0	90,2	90,2	89,4	89,4	88,6	87,8	87,0	86,2	86,2	86,2	85,4	93,5	103	85,4
ago-92	84,6	83,8	83,0	82,2	82,2	81,4	81,4	79,8	79,2	78,5	77,8	77,1	77,1	77,1	76,3	75,5	75,5	75,5	77,1	77,1	76,3	75,5	74,8	74,2	74,2	72,7	72,7	74,2	80,6	82,2	77,8	78,0	84,6	72,7
set-92	77,1	77,1	76,3	73,5	70,7	69,3	71,3	72,7	74,2	72,0	69,3	66,6	63,3	64,0	65,2	66,6	69,3	77,1	86,2	96,6	97,4	87,8	87,0	84,6	79,8	77,1	78,5	78,5	82,2	86,2	-	76,6	97,4	63,3
out-92	81,4	81,4	81,4	87,8	75,5	116	116	116	119	122	120	117	116	113	109	105	96,6	95,0	90,2	87,8	81,4	79,8	81,4	82,2	81,4	80,6	79,8	87,0	89,4	98,2	104	96,4	122	75,5
nov-92	126	170	189	271	327	411	438	420	383	332	310	291	271	248	235	223	214	206	200	201	236	266	243	222	211	201	193	211	260	288	-	260	438	126
dez-92	280	272	268	265	260	261	288	278	291	303	306	307	307	273	257	251	247	260	327	364	362	338	280	277	273	257	250	252	258	327	333	286	364	247

Notas: 1 – Os dias com o símbolo "-" indicam indisponibilidade de dados; 2 – Os dias em negrito indicam dados estimados.

Apêndice E - Vazões Médias Diárias na UHE Batalha (continuação)
Transferidas do Posto Campo Alegre de Goiás no Rio São Marcos (m³/s)

Dia / Mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Méd.	Máx.	Mín.
jan-93	323	284	256	236	232	233	234	234	229	229	233	228	228	220	209	192	184	185	186	200	216	217	223	232	236	234	223	206	186	179	170	222	323	170
fev-93	166	161	161	169	182	189	204	219	232	250	252	251	277	242	257	296	316	268	258	288	251	242	335	346	375	383	398	384	-	-	-	263	398	161
mar-93	340	329	311	284	261	245	234	220	213	200	193	187	183	179	178	178	179	183	179	176	170	161	154	152	149	146	145	146	146	146	153	197	340	145
abr-93	153	170	177	206	243	260	242	223	216	212	207	219	214	200	190	179	171	169	162	154	151	147	144	142	140	138	137	135	133	130	-	179	260	130
mai-93	129	128	127	128	128	129	129	127	124	121	120	118	115	114	114	117	120	117	117	116	115	113	111	109	108	107	105	104	102	101	101	117	129	101
jun-93	101	102	103	104	105	111	114	114	113	113	111	105	99,8	97,4	97,4	95,8	94,2	93,4	93,4	92,6	91,0	89,4	88,6	87,8	87,0	86,2	86,2	85,4	84,6	84,6	-	97,7	114	84,6
jul-93	82,2	80,6	79,2	78,5	78,5	77,1	77,1	76,3	75,5	75,5	74,8	74,2	73,5	74,8	74,2	74,2	74,8	74,2	74,2	73,5	71,3	70,7	70,7	70,7	69,9	69,3	68,6	65,2	68,0	67,2	66,6	73,6	82,2	65,2
ago-93	66,6	66,0	66,0	66,0	66,0	64,6	64,6	64,6	63,3	60,8	60,8	60,8	59,6	59,6	60,8	68,0	71,3	69,9	68,0	65,2	64,6	64,0	62,7	60,8	62,0	62,7	63,3	62,7	60,1	58,9	58,3	63,6	71,3	58,3
set-93	58,3	57,7	55,3	53,0	52,4	52,4	71,3	72,7	74,2	72,0	69,3	66,6	63,3	64,0	65,2	66,6	69,3	77,1	86,2	97,4	97,4	87,8	87,0	84,6	79,8	77,8	78,5	78,5	82,2	52,4	-	71,7	97,4	52,4
out-93	59,6	62,0	62,7	61,4	74,8	68,6	63,3	58,3	55,3	53,6	52,4	45,8	44,8	42,8	40,3	45,4	45,8	49,6	46,9	45,8	45,8	48,0	47,4	45,8	46,9	48,5	54,7	61,4	58,3	53,0	46,9	52,8	74,8	40,3
nov-93	44,8	41,3	40,3	40,3	45,8	48,0	57,7	60,8	62,0	62,0	57,7	54,1	49,6	45,4	42,3	42,3	45,4	41,8	48,0	60,8	61,4	59,6	59,6	64,0	58,3	58,9	60,1	59,6	57,1	57,1	-	52,9	64,0	40,3
dez-93	55,9	53,6	48,5	46,4	46,9	49,0	45,4	45,4	48,5	55,3	76,3	98,2	85,4	95,0	113	107	96,6	85,4	91,0	128	179	247	464	486	587	598	541	478	351	295	251	192	598	45,4
jan-94	232	210	212	214	210	211	224	241	276	282	292	291	266	311	311	282	263	277	288	277	292	265	251	234	222	236	248	229	213	169	189	249	311	169
fev-94	178	170	163	158	151	156	160	161	157	151	147	144	143	158	157	171	162	150	142	133	127	123	124	131	145	149	154	152	-	-	-	151	178	123
mar-94	151	157	157	176	203	327	420	448	418	381	364	386	387	336	299	319	291	289	305	295	315	311	285	272	263	256	243	223	207	204	203	287	448	151
abr-94	201	231	228	225	211	196	190	185	181	176	173	169	167	163	157	163	166	180	165	192	189	173	176	165	155	149	145	141	138	137	-	176	231	137
mai-94	133	131	129	127	126	125	121	121	120	119	117	115	114	113	113	112	111	111	111	111	110	115	116	115	113	110	109	108	107	105	105	116	133	105
jun-94	104	102	99,8	99,0	97,4	95,8	95,0	94,2	91,8	90,2	90,2	89,4	89,4	89,4	87,8	86,2	86,2	85,4	85,4	84,6	83,8	83,8	84,6	88,6	93,4	95,8	94,2	91,8	91,0	90,2	-	91,3	104	83,8
jul-94	89,4	86,2	83,8	83,0	81,4	79,8	79,2	77,1	78,5	76,3	72,7	74,8	74,8	74,2	74,2	73,5	73,5	72,7	71,3	70,7	69,9	69,9	69,3	68,6	68,6	68,0	68,0	67,2	67,2	66,6	67,2	74,1	89,4	66,6
ago-94	66,0	64,6	63,3	62,0	62,0	61,4	61,4	58,9	55,9	57,1	59,6	58,3	57,1	57,1	57,1	57,1	56,5	56,5	55,9	55,3	55,3	55,3	54,7	54,1	53,6	51,8	51,3	50,7	50,1	50,7	51,3	56,8	66,0	50,1
set-94	48,5	48,5	48,0	44,3	43,3	43,3	48,0	42,3	42,3	42,3	41,8	41,8	41,8	41,8	41,8	41,8	41,8	40,8	38,9	38,9	38,9	38,0	38,0	38,0	37,5	37,5	37,5	37,0	36,6	36,2	-	41,2	48,5	36,2
out-94	35,7	35,2	34,4	34,4	33,9	33,5	36,6	38,0	38,4	39,4	39,4	38,0	36,6	36,2	35,7	33,5	33,1	33,1	33,5	33,5	33,9	33,9	33,5	33,1	32,3	31,0	31,9	36,2	42,3	69,3	62,7	37,2	69,3	31,0
nov-94	61,4	63,3	59,6	53,0	46,9	42,8	38,9	36,6	35,2	33,9	33,5	35,7	36,6	38,9	38,9	41,3	57,1	64,0	60,8	74,8	81,4	129	123	129	157	181	206	244	228	236	-	89	244	33,5
dez-94	196	217	206	185	169	154	149	189	229	223	196	173	152	138	126	169	153	162	152	150	200	203	200	194	216	228	207	194	174	166	153	181	229	126
jan-95	147	158	176	183	204	220	220	200	183	165	161	166	176	171	151	140	132	132	124	117	123	122	130	141	132	130	141	151	147	144	151	156	220	117
fev-95	173	214	207	198	194	196	196	203	212	220	257	280	394	373	323	427	430	466	420	388	341	294	263	245	211	197	187	177	-	-	-	274	466	173
mar-95	170	165	161	157	153	149	145	145	140	137	133	129	126	129	137	138	141	157	151	145	145	147	147	151	152	152	167	193	226	208	192	154	226	126
abr-95	187	183	180	177	176	170	165	162	156	147	145	143	140	137	135	129	126	124	121	118	117	123	137	143	142	137	131	127	122	117,0	-	144	187	117
mai-95	115	113	115	110	113	124	132	135	132	129	138	145	150	141	131	125	120	116	113	112	109	105	103	104	112	109	107	105	102	99,8	98,2	118	150	98,2
jun-95	96,6	93,4	90,2	87,0	89,4	89,4	88,6	87,8	87,0	87,0	84,6	84,6	83,8	83,8	82,2	80,6	79,8	79,2	77,8	77,8	77,8	77,1	77,1	76,3	76,3	76,3	75,5	74,8	73,5	72,7	-	82,3	96,6	72,7
jul-95	72,0	71,3	71,3	70,7	69,9	69,9	69,3	67,2	66,0	66,0	64,6	64,6	64,0	63,3	64,0	62,7	62,7	62,7	62,7	62,0	61,4	61,4	61,4	60,8	60,8	60,8	59,6	58,9	61,4	58,3	58,3	64,2	72,0	58,3
ago-95	57,1	57,1	57,1	56,5	55,3	55,3	54,1	53,6	53,6	53,6	53,0	52,4	52,4	51,3	50,7	48,0	45,8	44,8	44,3	45,4	44,8	43,8	43,3	42,8	41,8	40,8	40,8	41,3	41,3	42,8	41,8	48,6	57,1	40,8
set-95	40,3	39,8	39,8	39,8	38,9	38,4	38,0	37,5	37,0	37,0	36,6	36,6	36,6	35,7	35,2	34,4	34,4	34,4	37,0	36,2	36,6	35,7	34,8	33,9	33,9	34,4	34,4	33,9	33,9	33,5	-	36,3	40,3	33,5
out-95	33,9	35,2	35,7	35,7	34,8	34,4	34,4	36,6	37,0	36,2	35,7	35,2	36,2	42,3	43,8	38,4	39,4	40,3	39,8	37,0	38,9	38,9	35,7	33,9	32,3	31,9	30,6	29,8	29,0	32,7	35,2	35,8	43,8	29,0
nov-95	41,8	50,7	60,8	72,7	80,6	77,8	76,3	73,5	69,3	66,0	62,0	58,9	54,1	53,0	53,0	55,3	53,6	55,3	57,7	68,0	76,3	69,9	66,6	62,7	60,8	61,4	59,6	54,1	53,0	57,1	-	62,1	80,6	41,8
dez-95	62,0	76,3	72,7	66,6	68,6	66,6	69,9	68,0	66,0	66,0	74,2	81,4	88,6	93,4	95,8	101	125	110	105	104	101	97,4	113	115	117	138	180	109	100,0	96,6	103	94,5	180	62,0

Notas: 1 – Os dias com o símbolo "-" indicam indisponibilidade de dados; 2 – Os dias em negrito indicam dados estimados.

Apêndice E - Vazões Médias Diárias na UHE Batalha (continuação)
Transferidas do Posto Campo Alegre de Goiás no Rio São Marcos (m³/s)

Dia / Mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Méd.	Máx.	Mín.
jan-96	143	145	135	123	110	103	101	112	128	132	130	179	172	179	155	139	130	122	111	110	109	112	109	102	96,6	89,4	83,8	78,5	77,8	76,3	82,2	119	179	76,3
fev-96	72,0	70,7	69,3	68,0	69,3	76,3	98,2	94,2	75,5	74,8	74,2	75,5	69,9	66,6	64,0	61,4	59,6	58,3	57,1	55,9	57,7	64,6	76,3	89,4	96,6	107	117	121	112	-	-	77,7	121	55,9
mar-96	101	96,6	95,0	83,8	90,2	117	149	157	171	180	204	206	206	198	177	155	139	135	129	124	117	111	107	105	105	113	121	118	109	101	96,0	133	206	83,8
abr-96	91,0	87,0	83,0	81,4	79,8	77,8	76,3	82,2	73,5	72,0	71,3	72,7	80,6	110	112	126	120	116	105	95,0	87,0	82,2	81,4	79,2	79,8	77,1	74,8	73,5	72,0	78,5	-	86,6	126	71,3
mai-96	69,9	68,6	67,2	66,0	65,2	64,6	64,0	62,7	62,0	60,8	60,8	60,1	59,6	59,6	58,9	57,7	59,6	60,1	58,3	57,7	67,2	67,2	67,2	67,2	67,2	67,2	66,6	64,6	60,8	58,3	57,1	63,0	69,9	57,1
jun-96	55,9	54,7	53,6	53,6	52,4	53,0	53,0	52,4	52,4	52,4	51,3	50,7	48,5	49,6	49,6	50,1	50,1	50,1	47,4	47,4	46,4	44,8	44,3	43,8	43,8	43,8	43,8	43,3	41,8	41,3	-	48,8	55,9	41,3
jul-96	41,8	41,8	42,8	42,3	41,3	40,8	39,4	39,8	38,4	37,5	37,5	37,5	37,0	36,2	36,2	35,7	34,8	34,4	34,4	33,9	33,5	33,5	33,5	33,5	32,7	32,3	31,9	31,9	31,9	31,9	31,9	36,2	42,8	31,9
ago-96	31,4	31,0	30,6	30,6	30,2	30,2	29,8	29,4	29,4	29,4	29,4	29,0	29,0	29,0	28,3	27,9	27,9	29,0	29,8	31,9	31,4	31,0	30,6	29,8	27,9	27,9	27,1	26,7	26,7	26,3	26,3	29,2	31,9	26,3
set-96	25,3	24,2	24,6	24,6	24,9	26,7	26,7	27,1	27,9	27,1	26,3	24,6	24,2	23,2	22,5	21,6	20,9	20,9	20,9	20,9	20,6	20,3	20,9	20,6	21,2	21,2	21,9	21,2	31,4	19,6	-	23,5	31,4	19,6
out-96	19,1	19,1	21,2	19,1	27,1	28,6	26,0	24,6	26,0	26,0	27,9	26,0	24,6	26,0	25,3	24,2	22,2	20,9	20,6	19,6	19,1	18,8	18,4	18,8	18,4	18,2	17,9	19,1	20,0	22,5	22,8	22,2	28,6	17,9
nov-96	28,6	35,2	38,9	41,3	41,8	43,8	42,8	37,5	38,9	43,3	41,8	37,5	33,9	29,8	29,4	37,0	35,7	46,9	49,6	71,3	90,2	91,0	105	101	89,4	92,6	95,8	87,0	78,5	71,3	-	56,9	105	28,6
dez-96	66,6	66,6	68,0	66,6	64,6	62,0	58,9	56,5	59,6	62,0	74,2	79,2	90,2	92,6	88,6	80,6	79,8	75,5	66,0	66,6	72,7	113	80,6	121	101	169	196	175	223	163	177	97,3	223	56,5
jan-97	175	170	154	196	243	285	271	257	224	204	192	187	183	186	187	185	191	240	222	200	184	173	163	157	147	142	142	155	157	128	146	189	285	128
fev-97	158	161	163	161	166	167	155	144	136	127	121	117	113	108	102	101	101	100,0	103	104	100,0	96,0	92,0	91,0	97,0	113	119	144	-	-	-	123	167	91,0
mar-97	179	209	222	177	169	170	188	220	210	189	176	163	152	149	145	146	145	144	145	165	179	184	196	194	184	172	161	152	145	143	154	172	222	143
abr-97	196	242	257	258	264	251	245	256	240	234	219	198	184	173	165	155	147	149	150	150	151	151	155	153	149	145	151	144	149	157	-	188	264	144
mai-97	157	154	147	147	-	-	-	-	-	-	-	-	139	136	131	133	138	145	145	144	137	130	126	121	117	117	117	113	110	108	104	-	-	-
jun-97	102	101	99,0	98,2	98,2	98,2	99,8	101	99,8	99,8	101	99,0	96,6	94,2	95,0	97,4	99,0	97,4	95,8	94,2	92,6	91,0	87,8	83,8	83,0	83,8	80,6	78,5	80,6	79,2	-	93,6	102	78,5
jul-97	76,3	75,5	74,2	73,5	72,0	71,3	71,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	63,3	62,7	62,0	61,4	60,8	60,8	59,6	58,9	58,9	58,3	57,7	57,7	-	-	-
ago-97	57,1	57,1	57,1	56,5	55,3	54,7	53,6	53,6	53,0	52,4	51,8	51,8	51,8	51,3	50,7	50,1	49,0	49,0	49,0	48,5	48,5	47,4	46,9	46,4	45,4	43,3	42,3	41,8	41,8	41,3	41,3	49,7	57,1	41,3
set-97	40,8	39,8	39,4	38,9	38,9	38,9	38,4	38,4	38,9	38,4	38,9	40,3	42,3	42,3	41,8	39,4	38,4	38,9	38,4	38,0	37,0	36,6	36,6	38,0	39,4	46,4	53,0	52,4	53,6	53,6	-	41,2	53,6	36,6
out-97	39,8	40,3	42,3	42,3	42,3	40,3	39,8	38,4	36,6	37,5	34,4	33,9	31,9	30,2	29,4	29,0	30,6	34,8	36,2	36,6	36,6	38,9	44,8	45,8	43,8	42,3	41,8	43,3	42,3	41,8	40,8	38,3	45,8	29,0
nov-97	40,8	39,8	38,4	37,5	35,7	33,5	31,0	27,5	24,9	25,6	27,1	27,9	26,0	27,5	31,4	38,0	39,4	38,4	36,6	35,7	37,5	36,6	37,5	37,5	40,8	46,9	48,0	77,8	57,7	**57,1**	-	**38,0**	**77,8**	**24,9**
dez-97	**52,4**	**40,3**	20,0	16,8	15,2	21,2	21,9	22,2	25,6	29,8	28,6	71,3	119	109	113	135	173	224	253	229	192	158	132	115	102	97,4	91,0	92,6	95,0	94,2	89,4	**96,1**	**253**	**15,2**
jan-98	89,4	84,6	78,5	76,3	70,7	69,3	75,5	79,2	83,0	97,4	97,4	96,6	95,0	95,0	91,8	79,8	76,3	76,3	84,6	94,2	98,2	103	103	94,2	99,0	97,4	112	184	157	157	142	98,0	184	69,3
fev-98	122	116	112	103	98,0	97,0	92,0	89,0	91,0	92,0	99,0	102	104	103	110	121	137	150	146	146	147	147	160	174	180	181	174	160	-	-	-	127	181	89,4
mar-98	147	136	129	120	115	109	102	101	98,2	95,8	95,0	91,8	87,8	89,4	94,2	92,6	91,8	89,4	92,6	92,6	93,4	94,2	109	110	109	108	107	104	101	98,2	92,6	103	147	87,8
abr-98	89,4	85,4	82,2	79,8	78,5	77,1	78,5	77,8	77,1	77,1	78,5	77,1	71,3	69,9	68,6	67,2	66,6	69,3	69,3	66,0	70,7	69,3	66,0	64,6	62,7	61,4	60,8	61,4	69,3	74,2	-	72,2	89,4	60,8
mai-98	77,8	73,5	72,0	70,7	76,3	69,3	69,9	68,0	64,0	62,7	60,1	58,3	55,9	54,7	54,7	54,1	53,6	53,6	53,6	52,4	52,4	53,6	50,1	49,6	49,0	49,0	47,4	46,9	46,9	48,5	54,1	58,2	77,8	46,9
jun-98	57,1	57,1	57,1	50,1	48,0	46,4	45,8	45,4	44,8	44,3	42,8	41,8	41,8	41,8	41,3	41,3	41,3	39,8	38,9	38,9	38,0	37,5	36,6	34,8	33,9	33,1	33,1	33,5	33,5	33,1	-	41,8	57,1	33,1
jul-98	34,4	34,4	34,4	33,9	33,5	33,1	32,3	31,9	32,3	31,4	31,9	31,0	31,0	30,6	29,8	29,8	29,8	29,8	29,4	28,6	28,6	28,6	28,3	27,9	27,5	25,6	25,6	26,0	26,3	26,0	24,6	29,9	34,4	24,6
ago-98	24,2	24,2	23,9	23,9	23,9	23,6	23,9	26,7	26,3	25,6	24,6	23,9	23,2	23,2	23,6	23,6	23,9	23,2	22,8	22,8	22,2	21,2	20,0	19,6	19,3	19,3	19,1	18,8	18,4	17,9	17,3	22,4	26,7	17,3
set-98	16,8	16,5	16,2	16,0	15,4	15,2	15,2	14,7	14,4	14,1	14,1	14,1	13,7	13,9	13,7	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13,2	-	-	-	-
out-98	13,2	13,2	13,4	14,4	13,4	-	-	-	-	-	-	-	18,2	21,9	19,3	18,8	21,2	21,2	22,5	23,9	25,3	25,3	26,0	26,3	25,6	23,2	22,5	22,2	21,9	22,2	20,0	-	-	-
nov-98	19,6	20,3	20,9	31,4	33,1	36,6	38,0	37,5	33,5	33,5	34,4	33,1	34,8	38,0	41,3	44,8	46,9	50,1	57,1	68,6	73,5	72,0	69,3	68,0	63,3	60,1	58,3	55,9	54,7	**51,3**	-	**46,0**	**73,5**	**19,6**
dez-98	62,0	75,5	81,4	115	95,0	101	96,6	95,8	96,6	112	113	108	94,2	88,6	87,0	85,4	104	107	116	142	152	133	123	117	124	114	101	93,4	99,0	95,8	96,6	104	152	62,0

Notas: 1 – Os dias com o símbolo "-" indicam indisponibilidade de dados; 2 – Os dias em negrito indicam dados estimados.

Apêndice E - Vazões Médias Diárias na UHE Batalha (continuação)
Transferidas do Posto Campo Alegre de Goiás no Rio São Marcos (m³/s)

Mês \ Dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Méd.	Máx.	Mín.
jan-99	105	119	135	151	142	133	124	115	109	105	94,2	90,2	86,2	83,8	89,4	90,2	89,4	91,8	90,2	87,8	79,8	75,5	70,7	68,0	66,6	63,3	60,1	59,6	63,3	67,2	70,7	92,7	151	59,6
fev-99	74,2	71,3	70,7	68,0	63,3	58,3	51,3	55,3	56,5	55,3	55,9	55,9	54,7	55,9	53,0	51,3	48,5	46,4	45,8	48,5	55,3	53,6	55,9	68,6	86,2	142	173	179	-	-	-	69,8	179	45,8
mar-99	162	208	217	210	210	224	261	287	251	229	233	216	189	167	173	180	192	185	174	176	166	157	145	133	129	123	117	117	109	109	103	179	287	103
abr-99	97,4	95,0	91,8	89,4	88,6	87,8	85,4	83,8	82,2	78,5	73,5	70,7	70,7	69,3	74,8	74,2	77,8	82,2	82,2	80,6	78,5	77,1	75,5	72,0	68,6	67,2	66,6	66,0	64,6	64,0	-	77,9	97,4	64,0
mai-99	63,3	63,3	62,0	59,6	59,6	59,6	60,1	60,8	59,6	58,9	58,9	59,6	58,9	57,1	55,9	55,9	55,3	55,3	54,7	53,6	52,4	52,4	51,3	50,1	49,0	48,5	48,0	46,9	50,7	50,7	46,9	55,4	63,3	46,9
jun-99	45,4	43,8	43,8	43,8	43,3	42,8	42,3	42,8	42,3	41,8	41,8	41,3	40,3	38,9	40,3	40,3	39,8	39,8	39,4	38,9	38,0	38,0	37,0	34,8	34,4	34,4	33,9	31,9	31,9	31,9	-	39,3	45,4	31,9
jul-99	32,7	31,9	31,9	31,9	31,9	31,9	31,0	30,6	30,2	32,7	32,7	31,9	30,6	30,6	30,2	29,4	29,4	29,0	28,6	28,6	28,3	27,9	27,9	27,9	27,9	27,5	27,1	26,3	26,3	26,0	25,6	29,6	32,7	25,6
ago-99	25,6	25,6	24,9	24,6	23,6	23,6	23,9	22,8	22,8	**21,9**	**21,6**	-	-	-	-	-	-	-	22,2	21,6	21,6	**21,2**	20,9	20,6	20,6	20,6	20,3	20,3	20,3	20,3	19,6	-	-	-
set-99	18,4	18,4	17,9	17,3	17,3	17,0	16,2	15,7	16,2	16,0	15,4	16,2	15,7	14,9	15,4	17,3	19,1	19,6	19,6	20,3	21,6	22,5	22,8	23,6	23,9	24,2	24,2	24,2	23,2	21,6	-	19,2	24,2	14,9
out-99	21,2	20,9	20,3	22,5	21,6	21,2	21,6	21,6	21,2	26,0	28,3	22,2	20,0	19,1	18,8	18,2	17,0	16,5	16,2	16,2	16,8	16,5	17,9	17,0	16,5	17,3	22,5	30,2	29,8	29,0	30,2	21,1	30,2	16,2
nov-99	28,6	27,5	24,2	24,9	24,9	24,9	27,9	34,4	41,3	62,7	59,6	59,6	59,6	57,7	53,0	47,4	46,9	66,0	42,3	63,3	67,2	75,5	74,2	66,6	64,6	66,0	64,0	64,0	77,1	88,6	-	52,8	88,6	24,2
dez-99	83,8	76,3	69,3	63,3	62,0	62,7	66,0	72,0	72,7	70,7	68,0	67,2	66,0	68,0	70,7	68,6	67,2	63,3	59,6	62,7	66,6	62,7	58,9	73,5	95,0	233	251	222	200	172	166	95,5	251	58,9
jan-00	177	178	203	231	211	196	182	169	158	144	135	126	118	114	108	100,0	95,8	96,6	102	117	**117**	128	127	133	137	147	147	140	135	140	145	**144**	231	95,8
fev-00	167	198	207	184	182	190	201	192	204	205	239	234	223	206	200	196	189	185	184	184	182	161	155	145	137	135	142	137	133	-	-	183	239	133
mar-00	146	177	198	214	216	200	180	168	169	172	203	271	292	282	257	244	289	316	331	344	375	344	300	268	247	225	209	192	181	175	172	237	375	146
abr-00	169	157	149	145	141	138	136	133	128	125	122	121	125	129	131	126	127	138	138	135	129	131	132	125	121	115	112	108	104	102	-	130	169	102
mai-00	101	101	99,0	95,0	94,2	94,2	94,2	93,4	91,0	89,4	88,6	85,4	82,2	79,6	78,5	77,4	76,7	74,8	72,7	72,7	77,1	77,1	75,5	74,2	72,7	72,0	72,7	71,7	69,3	68,0	66,0	81,8	101	66,0
jun-00	67,2	67,2	66,6	66,0	64,6	63,3	64,0	62,7	62,0	62,0	60,8	60,8	60,1	58,9	58,0	57,4	57,1	56,8	56,5	55,9	55,9	55,9	55,3	55,3	57,7	60,1	57,1	55,9	54,1	52,4	-	59,6	67,2	52,4
jul-00	51,3	51,3	51,3	51,3	50,7	50,7	51,0	51,6	51,8	51,6	51,3	51,0	50,1	49,0	49,0	49,6	48,0	48,0	48,0	46,9	46,9	46,9	46,9	46,4	45,8	45,8	45,6	45,4	43,8	46,2	45,8	48,7	51,8	43,8
ago-00	45,6	44,8	44,1	43,3	42,8	41,8	41,3	40,8	39,8	39,8	39,6	39,4	38,9	38,9	38,4	38,0	38,0	38,0	37,8	37,5	36,2	34,8	34,4	33,9	33,5	33,5	33,5	32,7	33,5	33,5	34,4	38,1	45,6	32,7
set-00	43,5	45,8	54,7	56,5	59,6	56,5	59,2	57,7	57,1	69,6	67,6	66,6	60,8	57,7	54,1	49,0	48,0	47,4	45,8	44,3	42,1	40,3	38,9	38,0	37,0	36,2	44,6	37,0	37,0	36,2	-	49,6	69,6	36,2
out-00	34,8	33,5	33,5	33,9	31,9	32,4	33,9	36,2	39,1	40,3	39,4	37,5	34,8	33,1	31,2	29,4	29,4	26,5	26,0	24,6	23,2	23,2	23,2	22,2	22,5	23,2	22,2	21,6	20,8	23,9	38,4	29,9	40,3	20,8
nov-00	39,4	38,0	38,4	40,3	54,1	51,8	57,7	67,2	74,2	76,3	70,7	62,0	55,9	57,4	61,4	83,8	79,8	91,8	99,8	104	106	96,6	89,4	83,0	75,9	70,7	69,3	74,2	83,0	111	-	72,1	111	38,0
dez-00	118	135	129	133	153	145	160	160	161	157	171	175	176	177	185	176	173	177	170	158	146	138	137	139	144	137	133	125	121	118	126	150	185	118
jan-01	126	133	165	175	167	160	147	135	125	120	117	112	113	105	101	95,8	92,6	88,6	85,4	82,2	80,6	83,0	86,2	92,6	96,6	97,4	95,8	92,6	88,6	86,2	80,6	110	175	80,6
fev-01	78,9	83,8	75,9	73,8	73,5	70,7	69,9	74,2	72,7	76,3	78,5	78,9	73,8	69,3	66,6	64,6	65,6	66,9	66,0	65,2	64,0	64,0	65,6	63,6	60,4	58,9	56,8	54,5	-	-	-	69,0	83,8	54,5
mar-01	53,6	54,1	55,9	59,6	64,0	69,3	81,4	88,6	88,6	87,0	89,4	108	160	165	166	151	131	119	109	101	97,4	95,8	92,6	87,0	81,4	77,8	77,8	79,2	88,6	92,6	127	96,7	166	53,6
abr-01	121	118	109	101	101	93,4	88,6	81,4	76,3	73,8	70,7	68,0	65,6	64,6	66,6	68,6	68,0	66,6	65,2	63,3	61,4	60,8	59,6	57,7	57,7	57,4	55,9	54,7	53,0	52,1	-	73,4	121	52,1
mai-01	51,0	49,9	49,0	49,0	48,8	48,0	46,9	45,8	44,8	46,4	45,1	44,3	43,5	42,8	42,3	42,1	45,6	50,7	54,1	53,6	53,0	51,6	49,6	48,5	48,0	47,4	46,4	47,4	48,5	46,6	46,4	47,6	54,1	42,1
jun-01	45,8	45,4	45,8	45,4	44,1	43,3	42,8	42,1	41,0	39,6	38,0	38,0	37,5	36,2	36,2	35,7	34,8	33,9	35,5	35,2	35,2	35,2	34,4	32,7	32,7	32,7	32,3	31,9	31,4	31,2	-	37,5	45,8	31,2
jul-01	30,6	29,8	29,8	29,8	29,8	29,0	28,0	25,8	24,2	27,1	26,7	27,1	27,9	27,5	27,1	26,3	25,5	25,6	25,6	25,6	24,8	22,5	25,6	25,3	26,5	24,9	24,9	24,6	27,1	26,5	27,5	26,7	30,6	22,5
ago-01	27,1	26,7	26,0	23,9	23,2	23,2	22,8	21,9	20,3	20,9	20,0	19,6	19,1	19,5	20,3	20,6	20,3	18,9	18,8	18,6	18,3	18,2	17,3	17,2	17,0	17,2	17,6	17,2	16,9	17,3	19,1	20,2	27,1	16,9
set-01	22,4	26,0	27,9	27,7	25,8	25,3	23,2	22,4	22,2	21,6	19,6	18,3	17,0	18,3	18,2	18,0	17,9	18,2	19,1	18,4	18,2	17,9	18,3	19,5	17,9	18,3	17,9	18,2	20,0	20,0	-	20,5	27,9	17,0
out-01	18,0	23,2	28,0	28,0	29,2	30,2	29,4	28,0	31,4	35,2	33,7	29,0	27,9	23,9	24,9	28,6	29,4	28,3	29,8	33,1	35,5	39,4	40,3	38,6	35,9	32,9	31,4	28,0	26,0	25,6	25,6	29,9	40,3	18,0
nov-01	25,6	26,3	29,0	33,1	32,3	34,8	36,2	43,3	37,5	41,3	38,4	42,3	41,3	41,3	44,8	45,8	42,8	44,8	69,3	76,3	78,5	83,0	105	122	129	129	129	126	125	121	-	65,8	129	25,6
dez-01	116	117	132	117	102	90,2	82,2	76,7	72,0	69,9	68,0	65,2	62,7	60,1	58,3	61,4	70,3	81,4	84,6	80,6	86,2	95,8	109	125	160	178	177	165	185	200	201	108	201	58,3

Notas: 1 – Os dias com o símbolo "-" indicam indisponibilidade de dados; 2 – Os dias em negrito indicam dados estimados.

Apêndice E - Vazões Médias Diárias na UHE Batalha (continuação)
Transferidas do Posto Campo Alegre de Goiás no Rio São Marcos (m³/s)

Dia / Mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Méd.	Máx.	Mín.
jan-02	198	191	184	171	158	147	142	132	133	126	117	110	105	103	107	117	121	151	277	260	242	213	208	206	196	175	154	155	147	140	135	162	277	103
fev-02	131	132	137	145	163	157	159	180	200	201	214	243	224	204	191	204	191	185	196	212	224	220	198	200	169	210	203	184	-	-	-	189	243	131
mar-02	178	169	163	154	146	140	136	131	117	112	117	113	109	107	107	115	121	126	129	130	137	152	162	173	216	220	226	212	208	203	181	152	226	107
abr-02	167	144	139	138	136	123	120	120	126	121	120	117	117	118	113	109	105	102	99,8	98,2	95,8	93,4	90,2	87,0	83,8	81,4	80,6	79,6	78,5	76,3	-	109	167	76,3
mai-02	75,2	74,5	72,0	71,3	70,3	69,3	71,0	70,3	68,3	68,0	66,9	66,3	65,6	64,6	64,3	63,6	63,0	62,7	62,0	63,6	62,4	62,4	64,0	64,9	70,3	68,0	66,3	64,0	62,4	61,4	61,1	66,5	75,2	61,1
jun-02	59,6	57,7	56,2	55,3	54,7	55,6	54,1	53,8	53,6	53,3	52,4	53,6	53,8	52,4	51,8	51,3	51,0	50,7	50,1	49,6	48,8	50,1	49,9	49,6	49,9	48,5	48,0	47,7	47,4	46,9	-	51,9	59,6	46,9
jul-02	46,9	46,4	46,4	45,8	46,6	46,2	44,8	44,1	41,3	41,0	40,3	39,4	38,6	38,2	39,1	38,6	37,8	39,1	39,4	38,6	37,8	36,3	37,3	36,8	37,8	37,0	35,7	36,3	37,3	36,6	36,2	40,1	46,9	35,7
ago-02	35,1	34,4	34,6	33,7	33,3	32,7	33,5	33,1	31,9	31,0	31,4	30,2	30,4	29,0	27,9	27,9	28,3	27,9	27,5	27,1	27,1	27,5	27,3	27,9	27,9	27,7	27,5	27,1	26,9	26,7	26,7	29,7	35,1	26,7
set-02	26,5	26,9	27,1	26,9	27,5	27,5	27,5	30,6	30,6	31,4	31,9	31,2	30,2	28,6	26,7	26,7	25,5	24,9	24,6	23,6	23,6	22,5	23,6	33,5	36,2	42,8	35,5	32,3	30,4	28,3	-	28,8	42,8	22,5
out-02	26,0	24,6	23,2	21,9	20,8	19,6	19,1	18,8	18,4	18,0	17,9	17,6	17,5	17,2	16,2	16,4	18,9	18,4	18,2	18,2	17,6	17,0	16,8	16,2	15,8	15,7	15,2	15,4	13,7	17,3	22,5	18,4	26,0	13,7
nov-02	26,3	31,9	27,3	28,0	29,0	29,0	29,8	28,6	29,4	37,0	41,3	38,4	42,1	39,8	36,6	35,2	33,5	30,2	29,4	28,3	28,4	31,9	36,8	41,8	38,4	37,8	37,0	37,0	38,0	36,2	-	33,8	42,1	26,3
dez-02	34,4	33,1	31,4	28,6	25,3	24,2	23,9	25,6	33,9	29,4	58,9	51,3	58,3	52,4	91,0	87,8	86,2	77,8	72,7	63,3	65,6	69,3	66,0	65,6	73,8	85,4	121	138	135	216	205	71,9	216	23,9
jan-03	197	167	165	178	260	233	195	189	174	155	141	146	141	131	126	139	161	201	263	331	332	355	379	321	273	244	212	216	219	246	288	219	379	126
fev-03	227	206	188	178	171	162	154	139	133	127	121	116	112	110	118	140	175	196	201	207	196	216	205	192	181	172	150	140	-	-	-	165	227	110
mar-03	145	144	143	145	142	139	135	129	129	133	132	141	153	167	173	183	200	181	180	173	176	169	181	182	206	225	261	272	260	240	232	176	272	129
abr-03	213	185	170	157	162	180	184	188	211	210	206	198	196	192	187	181	177	170	165	161	154	143	135	129	125	122	118	116	113	110	-	165	213	110
mai-03	108	103	101	99,0	101	102	107	115	112	107	101	101	99,8	99,0	98,2	97,4	98,2	94,2	101	91,8	88,6	87,0	86,2	84,6	83,8	83,8	83,0	87,0	91,8	91,8	89,4	96,5	115	83,0
jun-03	87,8	86,2	82,2	82,2	79,2	77,4	75,9	75,5	74,5	73,5	72,7	69,6	69,3	68,6	68,3	67,6	66,9	65,6	64,6	64,0	63,3	62,0	61,4	61,1	62,7	62,7	62,0	62,0	62,4	62,7	-	69,8	87,8	61,1
jul-03	61,7	61,4	62,0	60,1	59,8	57,7	56,2	55,3	54,7	53,6	56,5	52,4	53,8	51,8	51,3	50,7	50,7	50,1	49,6	49,0	50,1	48,5	47,2	46,6	46,2	45,6	45,1	44,3	43,5	44,8	45,6	51,8	62,0	43,5
ago-03	48,0	46,9	46,4	45,4	45,4	44,8	44,3	44,3	44,3	43,8	43,5	42,8	42,3	41,8	41,5	40,8	40,3	39,4	38,9	38,4	38,0	37,8	37,5	37,0	37,0	38,0	39,8	40,8	40,8	42,3	44,3	41,8	48,0	37,0
set-03	42,8	41,8	41,8	41,3	40,3	40,3	39,8	39,8	39,4	38,9	38,9	38,0	38,0	39,8	38,9	38,4	37,5	37,0	36,2	35,7	34,4	32,7	31,0	29,0	31,0	31,4	36,2	33,1	34,4	33,5	-	37,0	42,8	29,0
out-03	33,9	34,4	33,5	32,7	31,4	30,6	29,8	30,6	31,9	33,1	31,4	31,2	31,9	31,9	31,4	31,2	31,9	30,6	29,4	28,6	28,6	31,0	34,4	38,0	41,0	43,8	40,8	38,0	36,6	34,8	33,1	33,3	43,8	28,6
nov-03	31,9	30,6	30,2	33,7	36,6	38,4	41,3	43,3	45,1	49,6	56,5	59,6	66,3	72,7	59,6	53,0	50,7	49,6	56,2	59,2	63,0	61,4	59,6	57,4	55,3	56,5	57,7	57,1	60,1	59,6	-	51,7	72,7	30,2
dez-03	61,4	63,3	73,5	82,2	90,2	95,8	101	110	152	152	144	132	119	109	99,0	82,2	73,8	67,2	62,0	58,3	55,3	51,8	117	105	89,4	83,0	79,2	75,9	70,7	66,3	73,1	90,1	152	51,8
jan-04	76,3	83,0	135	185	188	162	142	152	157	147	142	156	173	190	171	155	176	188	194	178	163	144	153	173	191	212	246	275	322	289	248	179	322	76,3
fev-04	225	212	206	201	207	220	228	237	260	348	446	514	538	517	513	492	477	339	315	325	329	355	434	525	556	539	481	438	400	-	-	375	556	201
mar-04	364	343	317	307	343	373	392	380	349	329	306	280	268	258	252	247	240	235	228	247	271	300	311	299	288	259	276	273	303	307	288	298	392	228
abr-04	271	247	236	235	247	275	313	291	282	288	297	311	343	372	375	380	373	348	329	280	258	247	235	217	208	204	200	196	200	196	-	275	380	196
mai-04	191	187	183	179	173	169	165	160	156	152	149	146	144	141	140	146	149	147	145	142	140	140	137	137	138	144	149	144	140	139	137	152	191	137
jun-04	128	115	112	110	109	109	109	108	108	107	106	105	104	101	101	98,2	95,8	95,0	94,2	93,4	92,6	91,0	90,2	89,4	88,6	87,8	87,8	86,2	85,4	84,6	-	99,7	128	84,6
jul-04	84,6	83,8	83,0	82,2	82,2	82,2	79,2	85,4	85,4	81,4	78,9	78,1	76,3	74,5	75,9	75,9	75,2	74,5	74,2	73,1	72,3	71,3	71,3	70,7	70,3	69,9	69,3	69,3	68,6	68,3	68,0	76,0	85,4	68,0
ago-04	67,2	65,6	64,6	62,7	61,4	60,4	60,1	59,2	58,3	57,7	56,8	56,5	55,9	55,6	55,0	54,7	54,1	54,1	54,1	53,6	53,6	53,6	53,6	53,6	53,6	53,0	53,0	53,0	53,3	52,4	52,4	56,5	67,2	52,4
set-04	54,1	55,3	54,1	53,8	53,0	52,1	51,3	50,7	49,9	49,3	48,5	48,2	48,0	47,2	46,6	45,8	45,4	45,1	44,8	44,3	43,8	43,3	42,8	42,3	41,3	40,3	39,4	39,4	38,9	38,0	-	46,6	55,3	38,0
out-04	39,4	40,8	42,8	44,8	46,2	48,5	46,6	45,8	44,3	44,8	46,4	47,2	48,8	50,5	49,6	48,2	46,9	45,8	45,4	44,3	44,1	43,5	42,3	41,8	44,1	47,2	49,9	51,3	55,3	57,7	55,9	46,8	57,7	39,4
nov-04	53,6	53,6	53,0	49,9	48,2	48,0	47,4	47,2	46,9	46,4	46,4	45,8	45,8	43,8	42,8	41,8	55,6	74,8	81,4	73,5	68,0	62,7	59,2	56,2	53,0	51,3	51,3	56,8	63,0	61,1	-	54,3	81,4	41,8
dez-04	65,6	69,9	73,1	69,9	68,0	66,3	64,6	63,3	63,0	69,9	76,3	86,2	97,4	106	113	116	127	133	137	133	143	154	155	161	169	181	188	180	165	172	183	118	188	63,0

Notas: 1 – Os dias com o símbolo "-" indicam indisponibilidade de dados; 2 – Os dias em negrito indicam dados estimados.

Apêndice E - Vazões Médias Diárias na UHE Batalha (continuação)
Transferidas do Posto Campo Alegre de Goiás no Rio São Marcos (m³/s)

Dia / Mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Méd.	Máx.	Mín.
jan-05	197	209	223	229	236	243	248	211	191	172	158	165	161	156	175	191	232	259	280	303	245	237	224	190	187	183	181	178	175	177	260	209	303	156
fev-05	285	305	333	375	356	339	315	283	260	240	226	198	188	184	177	180	173	167	165	162	159	156	161	167	169	181	181	166	-	-	-	223	375	156
mar-05	171	185	229	260	306	352	459	448	397	380	351	343	333	323	311	292	297	310	319	328	341	352	362	355	332	317	305	292	282	268	243	318	459	171
abr-05	229	223	217	204	189	187	181	171	167	164	158	158	156	151	143	141	135	128	126	122	121	121	121	125	134	144	150	157	155	149	-	158	229	121
mai-05	142	140	138	137	135	133	132	127	122	118	114	111	109	107	105	103	102	101	99,8	97,4	95,8	95,0	93,4	91,0	89,4	87,8	90,2	91,0	89,4	87,8	87,8	109	142	87,8
jun-05	87,8	87,0	87,0	86,2	85,4	84,6	83,0	82,2	81,4	79,8	79,6	77,1	76,3	75,9	74,2	76,7	75,5	74,8	77,1	75,5	75,5	74,8	74,8	74,2	74,2	73,5	76,7	77,1	76,3	74,8	-	78,6	87,8	73,5
jul-05	74,2	72,7	71,3	69,9	68,6	66,0	65,2	65,2	64,6	64,6	64,0	64,0	63,3	62,7	62,7	62,0	62,0	61,4	60,8	60,8	60,1	60,1	58,9	58,9	58,3	57,7	57,1	56,5	56,5	55,9	55,9	62,6	74,2	55,9
ago-05	55,3	55,3	54,7	54,7	54,1	54,1	54,1	53,6	53,6	53,0	53,0	52,4	52,4	51,8	48,0	50,1	50,1	49,6	49,6	49,0	49,0	48,5	48,5	48,0	47,7	46,9	46,4	45,8	44,8	44,3	44,3	50,4	55,3	44,3
set-05	43,8	43,8	43,3	43,3	42,8	42,8	42,3	41,8	40,8	40,3	39,4	39,4	38,9	38,9	38,4	38,4	38,0	38,0	37,5	37,5	37,0	37,0	36,6	36,2	36,2	35,7	36,8	39,1	37,5	36,2	-	39,3	43,8	35,7
out-05	35,7	35,2	35,2	34,8	34,4	33,5	32,7	31,9	31,9	31,4	30,6	30,2	30,2	29,8	29,4	28,6	28,3	27,5	27,1	26,3	25,3	24,9	23,9	23,2	22,2	21,6	20,9	20,3	19,6	18,8	18,4	27,9	35,7	18,4
nov-05	18,8	22,5	25,3	27,5	29,0	31,4	33,9	36,6	38,0	40,3	42,6	44,8	46,4	50,1	55,3	60,1	58,3	57,7	55,9	58,0	63,0	68,6	76,7	75,5	79,6	91,8	101	118	154	175	-	61,2	175	18,8
dez-05	192	202	212	218	220	244	272	302	331	339	387	549	581	622	668	679	660	628	550	475	411	371	352	340	323	308	302	284	258	242	224	379	679	192
jan-06	212	206	223	241	268	281	293	303	313	321	324	307	298	288	276	270	256	247	235	217	206	200	193	185	178	170	163	154	144	133	127	233	324	127
fev-06	151	172	192	200	206	216	209	203	200	195	192	188	184	181	177	174	173	169	164	160	156	158	144	121	113	116	115	113	-	-	-	169	216	113
mar-06	**149**	**150**	**150**	**156**	**161**	**165**	**169**	**169**	**174**	**180**	**183**	**187**	**196**	187	231	319	388	401	389	388	391	388	349	316	292	271	266	271	277	263	253	**252**	**401**	**149**
abr-06	274	282	271	264	255	245	239	234	234	246	259	260	257	248	242	236	235	245	250	257	260	255	248	240	231	217	208	200	183	172	-	241	282	172
mai-06	165	163	161	160	157	157	155	153	152	150	149	145	142	140	139	133	132	129	126	122	120	117	116	114	113	111	111	109	103	96,6	**96,6**	**133**	165	96,6
jun-06	98,2	97,4	97,4	96,6	96,6	95,8	95,8	95,0	94,2	94,2	93,4	92,6	91,8	91,8	91,0	91,0	90,2	90,2	88,6	87,8	87,0	87,0	86,2	86,2	85,4	85,4	85,4	83,8	83,0	81,4	-	90,7	98,2	81,4
jul-06	81,4	79,8	79,2	79,2	78,5	78,5	77,8	77,1	76,3	76,3	75,5	75,5	74,8	74,8	74,2	74,2	72,7	72,7	72,7	72,0	72,0	71,3	71,3	69,9	69,3	68,6	68,0	67,2	66,6	65,2	64,6	73,5	81,4	64,6
ago-06	64,6	64,6	64,0	64,0	63,3	62,7	61,7	61,4	60,8	59,6	58,3	58,3	57,1	55,9	55,9	55,9	55,3	55,3	55,3	55,3	54,7	54,7	54,1	54,1	53,6	53,6	52,4	52,4	51,8	51,3	50,7	57,2	64,6	50,7
set-06	50,7	50,7	50,1	50,1	49,6	49,6	49,6	49,0	49,0	48,5	48,5	48,0	48,0	46,9	48,0	50,1	52,1	55,9	60,1	64,3	66,6	68,3	69,9	71,3	71,0	71,0	70,7	70,3	70,7	71,0	-	57,3	71,3	46,9
out-06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
nov-06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
dez-06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
jan-07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
fev-07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mar-07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
abr-07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mai-07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
jun-07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
jul-07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ago-07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
set-07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
out-07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
nov-07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
dez-07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Notas: 1 – Os dias com o símbolo "-" indicam indisponibilidade de dados; 2 – Os dias em negrito indicam dados estimados.

ANEXO A – PROPOSTA DE RESOLUÇÃO DO CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS – ESTABELECE DIRETRIZES GERAIS PARA A DEFINIÇÃO DE VAZÕES MÍNIMAS REMANESCENTES.

Ministério do Meio Ambiente

Conselho Nacional de Recursos Hídricos

PROPOSTA DE RESOLUÇÃO No , DE _____ DE _____ DE 2010

Versão 16 – 05/10/2010 – conjunta CTPOAR-CTAP

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, e

Considerando a Década Brasileira da Água, instituída pelo 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;

Considerando a diretriz de integrar a gestão de recursos hídricos à gestão ambiental, como dispõe o inciso III, do art. 3o, da Lei no 9.433, 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 - estabelecimento de regras de utilização dos recursos hídricos com o objetivo de realizar sua distribuição de forma negociada entre a autoridade outorgante e usuários, com a participação do comitê de bacia, quando houver.

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

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;

VIII - o estabelecido pelo órgão de meio ambiente competente;

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, preferencialmente em articulação com os demais integrantes do sistema de gerenciamento de recursos hídricos.

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 1997, e aprovadas pela autoridade outorgante em articulação com o órgão ambiental competente.

Art. 9º A autoridade outorgante poderá alterar o valor da vazão mínima remanescente, em uma seção de controle, nos seguintes casos:

I - por deliberação do comitê de bacia hidrográfica, quando houver previsão legal e em consonância com 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;

V - em decorrência do enquadramento do corpo de água.

VI – por mudanças nos critérios de outorga formalmente estabelecidos;

Art. 10 Os procedimentos decorrentes da presente resolução deverão ser realizados, preferencialmente, em articulação com os órgãos competentes do sistema nacional de meio ambiente - SISNAMA.

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

IZABELLA TEIXEIRASILVANO SILVÉRIO DA COSTA

Presidente Secretário-Executivo

ANEXO B – RESOLUÇÃO Nº 422, DE 02 DE DEZEMBRO DE 2003, DA AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – DEFINIÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA REMANESCENTE PARA A PCH SANTA GABRIELA

ANA
AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

RESOLUÇÃO Nº 422, DE 2 DE DEZEMBRO DE 2003.

O DIRETOR-PRESIDENTE DA AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA, no uso da atribuição que lhe confere o art. 16, inciso XVII, do Regimento Interno aprovado pela Resolução nº 9, de 17 de abril de 2001, torna público que a DIRETORIA COLEGIADA, em sua 115ª Reunião Ordinária, realizada em 2 de dezembro de 2003, considerando o disposto no art. 7º da Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, o disposto na Resolução nº 131, de 11 de março de 2003, conforme solicitação da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, processo nº 02501.001915/2003-78, resolveu:

Art. 1º Declarar a reserva de disponibilidade hídrica constituída pelas vazões naturais subtraídas das vazões médias mensais destinadas ao atendimento de outros usos constantes do Anexo I, para possibilitar o aproveitamento de energia hidráulica na seção do Rio Correntes pela Pequena Central Hidrelétrica Santa Gabriela, localizada entre os municípios de Itiquira, no Estado de Mato Grosso, e Sonora, no Estado do Mato Grosso do Sul, tendo as seguintes características:

I - coordenadas geográficas do eixo do barramento: 17º 32' 15'' de Latitude Sul e 54º 26' 00'' de Longitude Oeste;

II - nível d'água máximo normal a montante: 459,00m;

III - nível d'água máximo maximorum a montante: 462,0m;

IV - nível d'água mínimo normal a montante: 459,00m;

V - área inundada do reservatório no nível d'água máximo normal: 0,71 km^2;

VI - área inundada do reservatório no nível d'água máximo maximorum: 6,39 km^2;

VII - volume do reservatório no nível d'água máximo normal: 0,39 hm^3;

VIII - altura máxima da barragem: 11,00m;

IX - potência instalada: 24 MW;

X - vazão máxima das turbinas: 67,10m^3/s;

XI - vazão mínima remanescente no trecho entre a barragem e a casa de força: 5,42 m^3/s; e

XII - vazão mínima remanescente na fase de enchimento: 24,70 m^3/s.

Art. 2º As características de que trata o art.1º, exceção daquela prevista no inciso XI, poderão ser alteradas mediante solicitação da ANEEL acompanhada do estudo técnico específico.

Parágrafo único. A vazão mínima a que se refere o inciso XI do art.1º somente poderá ser alterada mediante solicitação da ANEEL acompanhada de estudo técnico específico aprovado pelo órgão ambiental competente.

Art. 3º Esta declaração 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.

Art. 4º Esta declaração de reserva de disponibilidade hídrica será automaticamente transformada, pela ANA, em outorga de direito de uso de recursos hídricos ao titular que receber da ANEEL a concessão ou a autorização para uso do potencial de energia hidráulica.

Parágrafo único. Na ausência de solicitação da ANEEL na forma do parágrafo único do art. 2º, a transformação automática desta declaração em outorga de direito de uso de recursos hídricos estará condicionada à manutenção da vazão mínima a que se refere o inciso XI do art.1º.

Art. 5º Esta declaração de reserva de disponibilidade hídrica tem prazo de validade de três anos, contado a partir da data de publicação desta Resolução, podendo ser renovada, por igual período, mediante solicitação da ANEEL.

Art. 6º 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 disposto no inciso XII e §3º do art. 4º da Lei nº 9.984, de 2000.

Art. 7º A presente declaração de reserva de disponibilidade hídrica se caracteriza como outorga preventiva e poderá ser suspensa, parcial ou totalmente, em definitivo ou por tempo determinado, no caso de incidência nos arts. 15, 49 e 50 da Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, e em caso de indeferimento ou cassação da Licença Ambiental pelo órgão competente.

Art. 8º A declaração de reserva de disponibilidade hídrica, objeto desta Resolução, poderá ser revista:

I - quando os estudos de planejamento regional de utilização dos recursos hídricos indicarem a necessidade de revisão das outorgas emitidas; e

II - quando for necessária a adequação aos planos de recursos hídricos e a execução de ações para garantir a prioridade de uso dos recursos hídricos prevista no art. 13 da Lei nº 9.433, de 1997.

Art. 9º Esta declaração de reserva de disponibilidade hídrica não dispensa, nem substitui a obtenção, pelo outorgado, de certidões, alvarás ou licenças de qualquer natureza, exigidos pela legislação federal, estadual ou municipal.

Art. 10. O direito de uso de recursos hídricos oriundo desta declaração de reserva de disponibilidade hídrica estará sujeito à cobrança, nos termos da legislação pertinente.

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

JERSON KELMAN

ANEXO I

VAZÕES MÉDIAS MENSAIS A SEREM SUBTRAÍDAS DAS VAZÕES NATURAIS AFLUENTES AO APROVEITAMENTO HÍDRELÉTRICO – PCH SANTA GABRIELA

Mês	2003	2013	2023	2033
Janeiro	0,051	0,052	0,052	0,052
Fevereiro	0,051	0,052	0,052	0,052
Março	0,051	0,052	0,052	0,052
Abril	0,051	0,052	0,052	0,052
Maio	0,185	0,225	0,266	0,307
Junho	0,469	0,596	0,722	0,848
Julho	0,588	0,750	0,912	1,074
Agosto	0,575	0,733	0,890	1,048
Setembro	0,509	0,647	0,785	0,923
Outubro	0,269	0,334	0,400	0,466
Novembro	0,051	0,052	0,052	0,052
Dezembro	0,051	0,052	0,052	0,052

ANEXO C – RESOLUÇÃO Nº 364, DE 29 DE AGOSTO DE 2005, DA AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – DEFINIÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA REMANESCENTE PARA A UHE BATALHA

ANA
AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

RESOLUÇÃO Nº 364, DE 29 DE AGOSTO DE 2005

O DIRETOR-PRESIDENTE DA AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA, no uso da atribuição que lhe confere o art. 16, inciso XVII, do Regimento Interno aprovado pela Resolução nº 9, de 17 de abril de 2001, torna público que a DIRETORIA COLEGIADA, em sua 174ª Reunião Ordinária, realizada em 29 de agosto de 2005, considerando o disposto no art. 7º, da Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, e em resposta à solicitação da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, processo nº 02501.000629/2005-57, resolveu:

Art. 1º Declarar reservada, na seção do Rio São Marcos, às coordenadas 17º 20' 44'' de latitude sul e 47º 29' 22'' de longitude oeste, as vazões naturais afluentes, conforme Tabela do Anexo I, subtraídas das vazões médias mensais apresentadas na Tabela do Anexo II, destinadas ao atendimento de usos consuntivos a montante.

Art. 2º As vazões reservadas têm a finalidade de garantir a disponibilidade hídrica necessária à viabilidade do aproveitamento hidrelétrico Paulistas, Municípios de Cristalina, Estado de Goiás, e Paracatu, Estado de Minas Gerais, com as seguintes características:

I - coordenadas geográficas do eixo do barramento: 17º 20' 44'' de latitude sul e 47º 29' 22'' de longitude oeste;

II - nível d'água máximo normal a montante: 800,0 m;

III - nível d'água máximo normal maximorum: 801,0 m;

IV - área inundada do reservatório no nível d'água máximo normal: 138,1 km^2;

V - volume do reservatório no nível d'água máximo normal: 1.781,6 hm^3;

VI - altura máxima da barragem: 52,0 m;

VII - vazão máxima turbinada: 152,4 m^3/s;

VIII – vazão mínima para dimensionamento do vertedor: 2.200,0 m^3/s;

IX – tempo de retorno da cheia que define a linha de inundação para proteção de ocupações no entorno do reservatório: 50 anos, no mínimo;

X - vazão mínima remanescente na fase de enchimento: 14,4 m^3/s;

XI - vazão mínima remanescente na fase de operação: 30,1 m^3/s, no período de piracema, e 23,0 m^3/s, fora do período de piracema, compatibilizando-se solidariamente com a operação dos demais reservatórios existentes;

§ 1º A variação dos níveis d'água e o deplecionamento do reservatório na fase de operação deverão ser compatíveis com o atendimento aos múltiplos usos do reservatório, de acordo o Plano de Usos do Reservatório.

§ 2º O nível mínimo operacional do reservatório será definido como o maior entre os seguintes valores:

I – cota de 785,0 m; e

II – cota que assegure que o reenchimento simulado dos reservatórios dos aproveitamentos hidrelétricos Paulistas e Serra do Facão se processe em um período máximo de 36 meses.

Art. 3º As características apresentadas nos artigos 1º e 2º poderão ser alteradas mediante solicitação da ANEEL, acompanhada de estudo técnico fundamentado específico, podendo ser exigida a aprovação do órgão ambiental responsável, ou, ainda, por força da definição de condições em Licenças Ambientais, a critério da ANA.

Art. 4º 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. 5º As condições de operação do reservatório do aproveitamento hidrelétrico serão definidas e fiscalizadas por esta Agência, 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.

Art. 6º Os parâmetros de monitoramento do reservatório serão definidos no ato de outorga, devendo conter:

I - vazões afluentes, turbinadas, vertidas e defluentes;

II - níveis d'água a montante e a jusante;

III - parâmetros de qualidade da água, a serem definidos posteriormente em articulação com o órgão ambiental; e

IV - seções batimétricas, assoreamento e correspondentes alterações na curva cota-área-volume.

Art. 7º Esta Declaração será transformada, automaticamente, pela ANA, em outorga de direito de uso de recursos hídricos ao titular que receber da ANEEL a concessão ou a autorização para o uso do potencial de energia hidráulica, mediante atendimento das seguintes condicionantes, de acordo com diretrizes definidas pela ANA:

I – apresentação do Projeto Básico do aproveitamento hidrelétrico;

II – apresentação de documento contendo reavaliação da série de vazões naturais médias mensais;

III – apresentação de documento contendo reavaliação dos estudos de enchimento do reservatório, considerando as vazões remanescentes e contemplando outras datas para o seu início;

IV- apresentação de documento contendo revisão dos estudos sedimentológicos e de assoreamento do reservatório, considerando a série de vazões médias diárias;

V - apresentação do EIA/RIMA aprovado no órgão ambiental; e

VI - apresentação do Plano de Usos do Reservatório, contendo medidas de proteção das margens, plano de relocação e compatibilização de usos da água existentes, a montante e a jusante, e plano de usos futuros do reservatório, contemplando captações de água para abastecimento e irrigação e para lazer.

Parágrafo Único. É de responsabilidade exclusiva do futuro titular da outorga todos os ônus, encargos e obrigações relacionadas à alteração das condições das outorgas (pontos de captação e lançamento, vazões, etc.) nos trechos de rio correspondentes à área a ser inundada, de todos aqueles usuários da água que detêm outorgas emitidas pela ANA ou pelo órgão gestor de recursos hídricos estadual, em vigor na data de início do enchimento.

Art. 8º A Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica, objeto desta Resolução, poderá ser revista:

I - quando os estudos de planejamento regional de utilização dos recursos hídricos indicarem a necessidade de revisão das outorgas emitidas; e

II - quando for necessária a adequação aos planos de recursos hídricos e a execução de ações para garantir a prioridade de uso dos recursos hídricos prevista no art. 13, da Lei nº 9.433, de 1997.

Art. 9º 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. 10. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

JOSÉ MACHADO

ANEXO I - SÉRIE DE VAZÕES NATURAIS AFLUENTES AO AHE PAULISTAS[1]

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1931	205,5	320,2	361,0	272,0	150,3	97,3	89,0	77,3	74,6	76,9	81,3	105,6
1932	198,9	236,0	178,7	125,4	86,9	79,1	67,5	52,6	42,4	62,0	79,5	155,5
1933	303,1	248,0	177,9	163,0	105,5	81,5	73,1	56,7	52,0	61,2	71,1	138,3
1934	172,4	126,8	129,3	103,1	77,8	45,6	39,5	32,6	36,6	46,6	42,1	51,8
1935	220,3	252,2	226,0	241,7	145,9	89,1	66,1	58,0	34,1	48,3	58,6	98,0
1936	100,8	65,5	190,3	135,3	83,8	57,4	52,0	40,0	34,1	35,5	47,3	75,9
1937	134,5	47,6	83,0	102,2	69,0	61,6	46,3	36,2	32,7	45,1	87,3	149,2
1938	178,3	121,1	125,1	97,7	59,7	51,3	48,6	35,4	29,6	33,4	48,4	127,1
1939	190,0	198,7	87,4	74,2	64,6	54,7	41,2	36,8	29,9	33,2	60,7	73,7
1940	130,8	217,0	208,6	104,6	82,4	61,9	48,5	37,2	30,2	35,8	99,9	87,8
1941	177,6	113,2	95,0	114,8	59,4	48,5	41,4	31,7	31,4	39,1	56,9	106,3
1942	160,2	150,3	255,5	150,1	85,3	128,3	80,8	45,5	41,9	45,2	80,6	127,7
1943	336,8	308,8	272,8	148,2	90,7	83,2	67,3	48,4	44,3	67,1	115,8	120,6
1944	107,4	175,4	168,6	114,3	87,0	59,3	50,4	40,1	32,4	34,6	86,2	91,2
1945	139,6	281,2	259,7	292,1	157,0	101,5	82,8	62,4	49,4	63,0	109,3	257,8
1946	327,8	229,8	294,0	183,0	119,1	88,8	80,0	62,4	55,0	55,5	69,1	117,5
1947	161,7	202,1	354,5	248,3	122,3	85,4	69,4	58,4	48,6	49,2	46,6	133,4
1948	211,1	198,8	231,5	167,2	76,4	81,0	54,8	47,3	40,6	40,5	38,3	152,5
1949	172,1	276,0	235,2	137,9	97,6	89,4	70,8	56,6	44,4	59,7	71,7	140,2
1950	188,0	168,1	160,4	132,6	76,9	57,9	46,3	34,8	26,1	47,6	136,8	161,1
1951	266,7	239,4	226,1	163,4	94,5	75,4	58,8	48,1	36,7	39,1	43,9	70,0
1952	145,1	253,7	542,6	172,0	110,5	84,7	67,1	52,2	46,0	43,8	80,0	159,0
1953	88,0	81,6	202,4	178,2	91,6	67,1	52,2	40,0	39,0	91,3	90,5	200,0
1954	109,8	201,6	153,6	106,2	89,9	62,7	41,4	30,4	22,7	19,0	88,9	123,7
1955	159,1	147,8	112,7	157,7	65,8	51,5	39,1	28,6	20,7	49,4	73,7	274,5
1956	183,9	159,9	207,6	99,6	111,4	93,9	65,5	62,5	52,9	40,0	124,1	336,8
1957	364,5	394,2	350,1	309,1	175,4	120,3	95,5	76,6	64,2	59,5	85,0	181,9
1958	196,5	222,4	165,5	134,1	95,9	77,5	69,1	51,2	53,0	58,1	44,7	63,3
1959	227,7	134,5	255,3	117,3	75,4	60,8	48,4	38,8	29,2	38,1	91,4	98,1
1960	165,0	195,2	208,4	128,3	92,8	68,9	55,2	42,0	31,3	35,2	91,2	196,4
1961	336,0	325,6	291,0	155,8	128,4	86,9	66,8	51,8	42,0	39,5	61,7	95,1
1962	236,8	253,3	242,2	124,5	95,5	71,9	56,5	47,6	41,1	56,9	69,8	272,9
1963	225,5	220,2	123,3	95,3	70,0	58,0	49,1	39,6	29,9	23,9	41,8	37,7
1964	195,1	247,4	112,6	98,3	70,3	49,2	40,1	30,0	22,2	63,9	99,5	144,8
1965	230,4	280,3	358,1	183,0	116,2	86,0	71,8	57,7	44,6	67,9	111,7	209,1
1966	307,9	382,4	235,5	173,8	123,5	91,9	74,6	56,3	45,7	68,8	88,5	209,0
1967	249,6	248,0	233,3	179,8	112,7	82,5	65,0	49,7	46,5	40,3	91,9	184,5
1968	182,4	218,1	226,1	127,9	88,9	70,3	54,1	49,6	43,1	54,6	61,9	144,6
1969	106,9	135,3	109,7	73,4	53,9	41,8	32,5	27,1	20,0	28,8	134,0	160,1
1970	329,2	240,8	199,0	130,6	77,5	60,5	47,7	39,0	34,7	46,9	71,4	62,7
1971	46,8	41,8	55,2	55,3	39,7	34,1	24,6	20,3	20,8	46,4	110,8	239,4
1972	127,9	121,3	131,3	133,3	82,3	61,0	48,8	35,2	26,7	45,7	135,5	161,8
1973	158,3	165,0	164,3	196,1	97,1	71,4	58,9	43,0	32,1	75,0	167,2	155,9

[1] Série obtida por correlação com a série do AHE Serra do Facão e postos fluviométricos, conforme Nota Técnica nº 331/2005/SOC-ANA.

1974	146,6	103,6	302,2	242,2	142,0	99,1	76,4	62,3	44,4	53,2	51,7	73,8
1975	144,3	177,4	86,7	118,5	81,3	58,4	47,4	33,3	23,7	30,5	70,0	79,7
1976	79,5	90,8	137,9	92,8	63,6	46,0	33,1	23,7	28,2	35,9	106,1	243,9
1977	222,5	181,3	93,2	110,8	73,8	59,0	43,2	31,1	26,1	30,0	42,3	101,4
1978	202,5	148,7	259,8	160,6	105,8	87,4	66,3	50,4	40,8	47,6	57,6	150,5
1979	380,3	469,9	248,6	211,6	126,2	101,2	79,7	64,5	61,1	52,7	81,0	98,8
1980	357,4	402,5	181,7	197,2	135,7	103,0	83,3	63,7	55,9	50,3	85,1	164,6
1981	340,1	165,9	155,8	168,8	118,5	95,7	74,8	58,2	42,0	71,0	196,7	236,0
1982	337,2	225,6	425,8	257,9	162,4	124,9	94,9	76,0	61,8	62,6	61,6	78,5
1983	314,7	417,8	300,2	239,7	156,5	120,8	94,3	73,0	64,6	81,4	136,5	297,5
1984	210,6	138,4	132,0	228,0	106,1	78,1	62,6	52,8	55,7	41,9	40,3	115,3
1985	249,5	159,6	190,3	139,2	98,7	72,6	60,4	48,3	40,0	40,4	51,4	109,7
1986	221,8	173,2	123,6	78,1	64,1	48,9	42,1	41,3	30,1	25,9	30,5	73,4
1987	121,5	99,6	100,3	103,6	76,2	53,4	38,8	27,8	23,6	26,7	64,7	263,8
1988	182,6	199,5	229,2	167,2	108,1	81,6	63,1	49,2	36,1	42,9	100,9	152,0
1989	167,6	163,3	149,9	90,8	63,8	52,4	42,5	35,7	32,3	38,7	111,6	383,0
1990	311,6	154,4	142,5	113,6	100,4	73,0	66,3	51,0	52,1	41,6	49,3	63,2
1991	130,4	159,9	341,1	195,8	127,4	91,5	71,8	57,1	53,8	55,7	84,9	165,5
1992	229,9	508,0	262,6	208,6	167,2	96,8	79,8	65,4	70,3	95,6	268,3	245,1
1993	225,8	282,9	198,6	177,7	114,7	95,5	71,8	62,2	64,0	51,2	50,6	193,6
1994	243,6	147,2	293,8	178,6	114,6	88,8	72,5	55,5	39,7	34,7	88,0	179,5
1995	155,3	265,5	157,9	141,8	115,3	79,1	62,6	46,7	34,9	36,8	62,2	98,9
1996	117,1	75,9	134,2	83,8	62,0	46,9	33,5	27,5	22,8	22,3	57,2	96,7
1997	186,6	123,9	174,9	196,0	126,4	92,2	65,5	48,6	39,6	37,2	37,4	100,9
1998	95,2	124,2	102,6	70,6	57,4	41,3	29,4	22,7	20,1	22,7	44,7	105,1
1999	93,1	70,0	186,6	77,7	54,7	38,7	29,1	27,7	20,1	21,6	51,3	93,1
2000	146,9	182,2	239,1	127,6	78,4	57,1	46,2	34,8	47,5	27,1	72,1	153,8
2001	109,7	66,8	97,7	70,3	45,3	34,6	23,8	18,0	19,1	28,6	66,4	109,5

ANEXO II

VAZÕES REFERENTES A USOS CONSUNTIVOS A SEREM SUBTRAÍDAS DAS VAZÕES NATURAIS MÉDIAS MENSAIS AFLUENTES AO AHE PAULISTAS

Mês	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Jan	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12	0,13	0,14	0,15
Fev	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12	0,13	0,14	0,15
Mar	0,85	1,08	1,39	1,79	2,30	2,98	3,86	5,02
Abr	1,55	2,00	2,58	3,35	4,35	5,65	7,35	9,58
Mai	1,67	2,15	2,78	3,61	4,69	6,10	7,94	10,34
Jun	2,37	3,07	3,99	5,18	6,75	8,79	11,45	14,94
Jul	2,58	3,34	4,34	5,64	7,34	9,56	12,46	16,26
Ago	2,56	3,32	4,31	5,60	7,29	9,50	12,38	16,15
Set	2,70	3,50	4,54	5,91	7,69	10,02	13,07	17,05
Out	0,40	0,50	0,62	0,79	1,00	1,27	1,63	2,10
Nov	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12	0,13	0,14	0,15
Dez	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12	0,13	0,14	0,15
Média	**1,26**	**1,62**	**2,08**	**2,69**	**3,49**	**4,53**	**5,89**	**7,67**