

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**SUPORTE METODOLÓGICO PARA AVALIAÇÃO DE  
PLEITOS DE OUTORGA DOS RECURSOS HÍDRICOS -  
APLICAÇÃO PARA O CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA  
DO RIO JACUÍPE NO ESTADO DA BAHIA**

**JACKSON CONCEIÇÃO DE MATOS**

**ORIENTADOR: OSCAR DE MORAES CORDEIRO NETTO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM TECNOLOGIA AMBIENTAL E  
RECURSOS HÍDRICOS**

**PUBLICAÇÃO: PTARH.DM - 65/04**

**BRASÍLIA/DF: JANEIRO – 2004**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**SUPORTE METODOLÓGICO PARA AVALIAÇÃO DE PLEITOS DE  
OUTORGA DOS RECURSOS HÍDRICOS - APLICAÇÃO PARA O  
CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JACUÍPE NO ESTADO  
DA BAHIA**

**JACKSON CONCEIÇÃO DE MATOS**

**DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE  
ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA FACULDADE DE  
TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE  
DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU  
DE MESTRE EM TECNOLOGIA AMBIENTAL E RECURSOS  
HÍDRICOS.**

**APROVADA POR:**

---

**Prof. Oscar de Moraes Cordeiro Netto, Doutor, ENC/PTARH-UnB  
(Orientador)**

---

**Prof. Néstor Aldo Campana, Doutor, ENC/PTARH-UnB  
(Examinador Interno)**

---

**Prof. José Paulo Soares de Azevedo, Doutor, COPPE/UFRJ  
(Examinador Externo)**

**BRASÍLIA / DF, 27 DE JANEIRO DE 2004**

## FICHA CATALOGRÁFICA

MATOS, JACKSON CONCEIÇÃO DE

Suporte metodológico para avaliação de pleitos de outorga dos recursos hídricos - aplicação para o caso da bacia hidrográfica do rio Jacuípe no estado da Bahia. [Distrito Federal] 2004.

xix, 153p., 297 mm (ENC/FT/UnB, Mestre, Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, 2004). Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

1. Recursos Hídricos

2. Balanço Hídrico

3. Outorga dos direitos de uso dos recursos hídricos

4. Sistemas de Apoio à Decisão

I. ENC/FT/UnB

II. Título (série)

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MATOS, J. C. (2004). Suporte metodológico para avaliação de pleitos de outorga dos recursos hídricos - aplicação para o caso da bacia hidrográfica do rio Jacuípe no estado da Bahia. Dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Publicação MTARH.DM- 065/04, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 153p.

## CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Jackson Conceição de Matos

TÍTULO: Suporte metodológico para avaliação de pleitos de outorga dos recursos hídricos - aplicação para o caso da bacia hidrográfica do rio Jacuípe no estado da Bahia.

GRAU: Mestre

ANO: 2004

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

---

Jackson Conceição de Matos

Av ACM Condomínio Vivendas do Iguatemi, Bl 74, ap 202, Iguatemi.

41110 - 400, Salvador – BA – Brasil.

*“ nossa história não estará pelo  
avesso assim, sem final feliz,  
teremos coisas bonitas pra contar  
e até lá, vamos viver,  
temos muito ainda por fazer,  
não olhe para trás  
apenas começamos”*

**Renato Russo**

**A meus pais, José Genivaldo de  
Matos e Teófila G. C. de Matos.**

## **AGRADECIMENTOS**

Sou grato ao CNPq pela bolsa de estudos que possibilitou esta pesquisa.

Agradeço ao professor Oscar pela valiosa orientação no decorrer deste trabalho.

Agradeço à Prof<sup>a</sup>. Yvonilde pelo valioso incentivo a essa pesquisa.

Agradeço à SRH-BA por ter disponibilizado os dados e pessoal técnico para discussão deste trabalho.

Agradeço ao GRH-UFBA por ter disponibilizado dados para a pesquisa.

Aos meus pais e irmãos pelo incentivo incondicional e apoio nesta conquista, até aqui inigualável, profissional e de vida.

À minha Leu pelo apoio em todos os momentos difíceis deste estudo.

A todos os colegas do PTARH que contribuíram com companhia, amizade, paciência e diversão ao longo desses dois anos.

Aos meus companheiros de moradia, Marcelo, Marquinhos, Tiago e Fábio Mercadante por terem me aturado durante esse tempo que moramos junto e pelo incentivo ao término deste trabalho.

A meu grandioso amigo Jorge Almerio pela sinceridade nas atitudes, momentos de paciência, total dedicação a meu sonho e pela eficiente ajuda no processo de programação deste trabalho.

Por fim, dedico este trabalho ao estado da Bahia (minha terra natal) e a todos aqueles que passaram parte de suas vidas buscando um sonho nobre a fim de não passarem a vergonha de morrer antes de terem vencido uma luta qualquer.

## RESUMO

O uso racional e disciplinado dos recursos hídricos, como estabelecido na Lei Federal 9.433 – Política Nacional de Recursos Hídricos, esbarra em uma série de problemas de ordem ambiental, técnica, cultural e, principalmente, política. O aperfeiçoamento de uma abordagem metodológica que apóie o deferimento de outorgas e a gestão dos recursos hídricos traduz um passo importante para harmonizar as ações antrópicas com o ténue equilíbrio do meio ambiente.

A presente pesquisa procura analisar a formulação de ferramentas de apoio à decisão, visando à implementação do instrumento de outorga, a partir do desenvolvimento de um suporte metodológico que considere os aspectos de quantidade e de qualidade dos recursos hídricos em uma bacia hidrográfica.

A formulação dessa ferramenta contou com o estudo de metodologias de apoio à decisão, com análise da base técnica e teórica para formulação de sistemas de apoio à decisão para apoio aos gestores no processo de outorga de direitos do uso da água. Em seguida, foram estudados processos de avaliação de qualidade e quantidade de água em corpos hídricos, como também a fundamentação técnica da outorga, envolvendo critérios de outorga para captação e lançamento de efluentes e modelos matemáticos utilizados na avaliação. De forma complementar, foi definida a forma de utilização do módulo de avaliação da qualidade da água no suporte metodológico, discutindo-se sua formulação matemática e condições de contorno.

O suporte metodológico foi testado na bacia hidrográfica do rio Jacuípe do estado da Bahia.

Os resultados levam à conclusão sobre a pertinência e aplicabilidade desse suporte como ferramenta de apoio ao gerenciamento dos recursos hídricos.

## **ABSTRACT**

The goal of a regulated and rational use of water resources, as defined in the National Water Resources Policy Act 1997 (Law 9433), faces a series of obstacles during the management process, which have environmental, technical, cultural and, particularly, political nature. Methodological improvements in the mechanisms of water licences and river basin management are necessary to reconcile the human demands with the fragile equilibrium of the environment.

The present academic research aims to explore the formulation of tools related to decision-making, focusing on the implementation of the water licence mechanism. The starting point is the development of a methodological approach that considers quantity and quality issues of the water resources in a river basin.

The development of such tools started with the review of decision support methods, with further analysis of the theoretical and technical basis necessary to formulate a decision support system that facilitates the management of water licences. The next stage was the consideration of water quality and quantity assessment methods, as well as the examination of the theoretical grounds for issuing water licences. That involved the analysis of criteria related to water abstraction and effluence discharge, and the analysis of mathematical tools related with those evaluations. In addition to that, it was necessary to define a complementary approach to water quality to be used in the decision support system, what included mathematical and theoretical elaboration.

The decision support method was empirically applied to the Jacuípe River Basin in the state of Bahia, northeast of Brazil.

Based on the results of the empirical exercise, it was concluded that the proposed method demonstrates appropriateness and usefulness as a technical tool to support the management of water resources.



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVO DO TRABALHO .....</b>	<b>9</b>
<b>3. MARCO TEÓRICO E CONCEITUAL .....</b>	<b>11</b>
<b>3.1. SISTEMAS DE APOIO A DECISÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>3.1.1- Conceitos introdutórios sobre sistemas de apoio a decisões.....</b>	<b>11</b>
<b>3.1.2 - Arquitetura dos sistemas de apoio a decisões.....</b>	<b>12</b>
3.1.2.1- Arquitetura básica dos SADs .....	12
3.1.2.2- Componentes básicos de um sistema de apoio a decisões .....	14
3.1.2.3- Arquitetura funcional .....	18
<b>3.1.3- Sistemas de apoio à decisão aplicados a Outorga .....</b>	<b>19</b>
3.1.3.1- Situação dos sistemas de apoio a decisões .....	20
<b>3.2. PROCESSOS DE AVALIAÇÃO DE QUANTIDADE DOS RECURSOS</b>	
<b>HÍDRICOS .....</b>	<b>26</b>
<b>3.2.1- Fundamentação técnica da outorga .....</b>	<b>26</b>
3.2.1.1- Critérios de Outorga para Captação .....	27
<b>3.3. PROCESSOS DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA NOS</b>	
<b>CORPOS HÍDRICOS .....</b>	<b>28</b>
<b>3.3.1- Avaliação da Qualidade da água no suporte metodológico .....</b>	<b>30</b>
<b>3.4. MODELOS DE QUALIDADE DA ÁGUA .....</b>	<b>34</b>
<b>3.5. ASPECTOS LEGAIS DA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NO</b>	
<b>BRASIL .....</b>	<b>36</b>
<b>3.5.1-Visão histórica sobre a outorga no Brasil .....</b>	<b>37</b>
3.5.1.1- Doutrinas .....	37
3.5.1.2- Contexto legal.....	39
3.5.1.3- Histórico institucional .....	40
<b>3.5.2- Comentários sobre a legislação existente .....</b>	<b>42</b>
3.5.2.1- LEI n.º 9.433/97 (“Lei das Águas”) .....	42
3.5.2.2- LEI n.º 9.984/2000 .....	43

3.5.3- Aspectos administrativos da outorga.....	44
<b>4. METODOLOGIA .....</b>	<b>47</b>
<b>5. APERFEIÇOAMENTO DO DAFNE .....</b>	<b>56</b>
5.1- O DAFNE 0.97/2003 .....	56
5.2- MÓDULO DE QUANTIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS .....	57
5.3- MÓDULO DE QUALIDADE DAS ÁGUAS .....	61
5.3.1-Desenvolvimento .....	61
5.3.2- Implementação no DAFNE do módulo de qualidade .....	62
5.3.3 – Procedimento matemático dos parâmetros de qualidade da água .....	62
5.3.3.1- DBO.....	62
5.3.3.2- Parâmetro microrganismos patogênicos.....	66
5.3.3.3- Parâmetro Oxigênio Dissolvido .....	69
5.4 – DESCRIÇÃO DO DAFNE 0.97/2003 .....	72
5.4.1 –Módulo de caracterização geral do sistema.....	73
5.4.2 – Módulo de análise quantitativa e qualitativa da água .....	79
5.4.3 – Módulo de modelação hídrica.....	80
5.4.4 – Módulo controle de outorgas e apresentação de resultados .....	81
<b>6. ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>84</b>
6.1- ABORDAGEM DO PROBLEMA.....	84
6.2 - CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA .....	84
6.2.1- Localização .....	84
6.2.2- Características físicas .....	85
6.2.2.1- Pluviometria .....	85
6.2.3- Climatologia .....	90
6.2.3.1- Temperatura.....	90
6.2.4- Disponibilidade hídrica superficial .....	91
6.2.4.1- Vazões de referência com 90% de garantia .....	94
6.2.4.2- Vazões regularizadas pelas barragens de França e São José do Jacuípe ....	94
6.3 - DADOS DISPONÍVEIS DE QUALIDADE.....	94
<b>7. APLICAÇÃO DO SUPORTE NA BACIA TESTE.....</b>	<b>97</b>
7.1- CONFIGURAÇÃO GERAL DO SISTEMA .....	97

<b>7.2- DADOS DE ENTRADA DO SISTEMA.....</b>	<b>99</b>
<b>7.2.1- Dados de quantidade .....</b>	<b>99</b>
7.2.1.1- Demanda hídrica.....	99
7.2.1.2- Disponibilidade hídrica .....	103
<b>7.2.2- Dados de qualidade .....</b>	<b>106</b>
<b>7.2.3- Aspectos institucionais e legais.....</b>	<b>111</b>
<b>7.3- SIMULAÇÃO DO COMPORTAMENTO DA BACIA E ANÁLISE DOS</b>	
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>112</b>
<b>8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>117</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>121</b>
<b>9. APÊNDICES .....</b>	<b>124</b>
<b>A- INFORMAÇÕES SOBRE A BACIA DO RIO JACUÍPE .....</b>	<b>124</b>
<b>B - USUÁRIOS DA ÁGUA NA BACIA .....</b>	<b>143</b>
<b>C - GUIA RÁPIDO DE APLICAÇÃO DO MODELO .....</b>	<b>152</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Estrutura do DAFNE original (modificado – Pereira, 2000) .....	5
Figura 1.2 – Estrutura do DAFNE 0.97/2003 .....	7
Figura 3.1 – Estrutura típica de um sistema de apoio a decisões (modificado - Labadie e Sullivan, 1986). .....	14
Figura 3.2 – Estrutura do SAD (modificado - Sprague, 1980) .....	16
Figura 3.3 – Aspectos importantes em um SAD (modificado - Turban, 1993).....	17
Figura 3.4 – Arquitetura funcional de um SAD (modificado - Porto e Azevedo, 1997) .....	18
Figura 4.1 – Esquema da metodologia proposta para desenvolvimento do estudo .....	49
Figura 4.2 – Concepção do suporte metodológico proposto .....	53
Figura 5.1 – Rotina de cálculo para a DBO .....	66
Figura 5.2 – Rotina de cálculo para coliformes fecais .....	68
Figura 5.3 – Rotina de cálculo para Oxigênio Dissolvido .....	72
Figura 5.4 – Tela de abertura do DAFNE 0.97/2003 .....	73
Figura 5.5 – Tela do módulo de cadastramento geral do sistema.....	73
Figura 5.6 – Tela do Sub-módulo cadastro de bacias .....	74
Figura 5.7 – Tela do Sub-módulo cadastro de entroncamentos.....	75
Figura 5.8 – Tela escolha dos trechos de cabeceira .....	76
Figura 5.9 – Tela Sub-módulo cadastro dos trechos (parâmetros físico-químico e biológico) .....	77
Figura 5.10 – Tela Sub-módulo cadastro dos trechos (usuários).....	78
Figura 5.11 – Tela Sub-módulo divisão dos trechos .....	79
Figura 5.12 – Tela inicial do processamento quantitativo .....	80
Figura 5.13 – Tela inicial do processamento qualitativo .....	80
Figura 5.14 – Tela do módulo modelação hídrica .....	81
Figura 5.15 – Tela do controle de outorgas e apresentação de resultados.....	82
Figura 5.16 – Tela de apresentação dos resultados de quantidade .....	83
Figura 5.17 – Tela de apresentação dos resultados de qualidade .....	83
Figura 6.1 – Localização da bacia do rio Jacuípe (modificado - GRH, 2001) .....	85
Figura 6.3 – Precipitações médias mensais na bacia do rio Jacuípe.....	90

Figura 6.4 – Vazões médias na bacia do rio Jacuípe (modificado - Medeiros <i>et al.</i> , 2001) .....	92
Figura 6.5 – Localização dos postos fluviométricos .....	93
Figura 6.6 – Diagrama unifilar da bacia hidrográfica do rio Jacuípe (modificado - CRA, 2001). .....	96
Figura 7.1- Divisão dos trechos na bacia do rio Jacuípe. ....	99

## LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Associação entre usos da água e requisitos de qualidade (von Sperling, 1996).....	29
Tabela 3.2 – Classificação das águas doces em função dos usos preponderantes (Resolução CONAMA nº 20, 1986) .....	30
Tabela 3.3 - Exemplos de Modelos Baseados no Uso do Solo (modificado - Bittencourt <i>et al.</i> , 1997) .....	34
Tabela 3.4 - Exemplos de Modelos Baseados em processos físicos, químicos ou biológicos nos corpos de água (modificado - Bittencourt <i>et al.</i> , 1997) .....	35
Tabela 3.5 – Histórico da administração das águas no Brasil (modificado – Setti, 2000) .....	40
Tabela 3.6 – Histórico da gestão de recursos hídricos.....	41
Tabela 6.1 – Postos pluviométricos analisados (GRH, 2001).....	86
Tabela 6.2 – Postos pluviométricos auxiliares (GRH, 2001). .....	88
Tabela 6.3 – Área de influência dos postos pluviométricos .....	89
Tabela 6.4 – Precipitação média em mm pelo Método de Thiessen (1965 – 1983).....	89
Tabela 6.5 – Temperatura média mensal (°C) (modificado - GRH, 2001).....	91
Tabela 6.6 – Vazões médias mensais nos postos da Bacia do rio Jacuípe (m³/s) (Medeiros <i>et al.</i> , 2001). .....	92
Tabela 6.7 – Vazões mínimas com permanência de 90% (m³/s).....	94
Tabela 6.8 – Rede de amostragem da bacia hidrográfica do rio Jacuípe (modificado - CRA, 2001). .....	95
Tabela 7.1 – Vazão total demandada por trecho .....	102
Tabela 7.2 - Valores ótimos dos parâmetros calibrados para cada estação fluviométrica da bacia do rio Jacuípe .....	105
Tabela 7.3- Valores simulados de Q <sub>90%</sub> para os trechos da bacia.....	106
Tabela 7.4 – Parâmetros de qualidade no rio Jacuípe mês de agosto 2001 (modificado – CRA, 2001) .....	107
Tabela 7.5 – Informações de lançamento dos usuários (modificado – CRA, 2001) ..	108
Tabela 7.6 – Informações de qualidade dos trechos .....	109
Tabela 7.7 – Padrões de qualidade para corpos hídricos (modificado- von Sperling, 1996).....	112

Tabela 7.8- Apresentação do Cenários .....	113
Tabela 7.9- Resultado da simulação do modelo .....	115
Tabela A-1 – Relação das Estações Pluviométricas .....	124
Tabela A-3 – Postos auxiliares no preenchimento - Posto de Pintadas .....	126
Tabela A-4 – Postos auxiliares no preenchimento - Posto de Miguel Calmon.....	126
Tabela A-5 – Postos auxiliares no preenchimento - Posto de Mairi.....	126
Tabela A-6 – Postos auxiliares no preenchimento - Posto de França.....	126
Tabela A-7 – Postos auxiliares no preenchimento - Posto de Alto Bonito .....	126
Tabela A-8 – Postos auxiliares no preenchimento Posto de Morro do Chapéu .....	126
Tabela A-9 - Dados Históricos do Posto Pluviométrico 01139001 - Tanquinho .....	127
Tabela A-10 - Dados Históricos do Posto Pluviométrico 01139005 - Pintadas .....	128
Tabela A-11 - Dados Históricos do Posto Pluviométrico 01139007 – Gavião .....	129
Tabela A-12 - Dados Históricos do Posto Pluviométrico 01140000 - Miguel Calmon.....	130
Tabela A-13 - Dados Históricos do Posto Pluviométrico 01140004 - Mairi .....	131
Tabela A-14 - Dados Históricos do Posto Pluviométrico 01140010 - França .....	132
Tabela A-15 - Dados Históricos do Posto Pluviométrico 01140021 - Alto Bonito ...	133
Tabela A-16 - Dados Históricos do Posto Pluviométrico 01141002 - Morro do Chapéu .....	134
Tabela A-17 - Dados Históricos do Posto Pluviométrico 01238027 - Feira de Santana .....	135
Tabela A-18- Dados Históricos do Posto Pluviométrico 01238087 - Fazenda Opalma.....	136
Tabela A-19 - Dados Históricos do Posto Pluviométrico 51410000 - França .....	137
Tabela A-20 - Dados Históricos do Posto Pluviométrico 51999200 – Ponte Rio Branco .....	138
Tabela A-21 - Dados Históricos do Posto Pluviométrico 51999210 – Riachão do Jacuípe.....	139
Tabela A-22 - Dados Históricos do Posto Pluviométrico 51999220 – Gavião .....	140
Tabela A-23 – Precipitação média pelo Método de Thiessen (1965 – 1983).....	141
Tabela A-24 - Inventário Climatológico (ANEEL,1996).....	142
Tabela B.1 – Cadastro dos Usuários da água na bacia .....	143

## LISTA DE SÍMBOLOS, NOMENCLATURA E ABREVIACÕES

<b>?</b>	- Somatório
<b>AGNPS</b>	- Agricultural Nonpoint Source Pollution Model
<b>A<sub>i</sub></b>	- Área de influência
<b>ANA</b>	- Agência nacional de águas
<b>ANEEL</b>	- Agência nacional de energia elétrica
<b>ASB</b>	- Expoente da lei de esvaziamento do reservatório subterrâneo
<b>ASP</b>	- Coeficiente de Percolação do Reservatório Superficial
<b>ASS</b>	- Coeficiente de Percolação do Reservatório Subsuperficial
<b>c</b>	- Número de confluência
<b>Ca</b>	- Concentração de dado parâmetro de qualidade no efluente a
<b>Cb</b>	- Concentração de dado parâmetro de qualidade no efluente b
<b>CBHs</b>	- Comitês de bacia hidrográfica
<b>Cef</b>	- Concentração do parâmetro de qualidade no efluente
<b>CEPLAC</b>	- Comissão executiva do plano da lavoura cacaueteira da Bahia
<b>CETESB</b>	- Companhia de tecnologia de saneamento ambiental de são Paulo
<b>CEVA</b>	- Coeficiente de Evaporação do Reservatório
<b>C<sub>man</sub></b>	- Concentração natural do parâmetro de qualidade no manancial onde é realizado o lançamento
<b>C<sub>mistura</sub></b>	- Concentração de dado parâmetro da mistura resultante dos efluentes a e b
<b>CNRH</b>	- Conselho nacional de recursos hídricos
<b>C<sub>o</sub></b>	- Oxigênio dissolvido original
<b>COGERH</b>	- Companhia de gestão de recursos hídricos do Ceará
<b>CONAMA</b>	- Conselho nacional do meio ambiente
<b>C<sub>perm</sub></b>	- Concentração permitida do parâmetro de qualidade no manancial onde é realizado o lançamento
<b>CPRH</b>	- Agência estadual de meio ambiente e recursos hídricos de Pernambuco
<b>CRA</b>	- Centro de recursos ambientais da Bahia
<b>C<sub>s</sub></b>	- Concentração de saturação de oxigênio dissolvido



<b>DAEE</b>	- Departamento de águas e energia elétrica
<b>DAFNE</b>	- Sistema de apoio à decisão para análise de pleitos de outorga
<b>DBO</b>	- Demanda bioquímica de oxigênio
<b>DNOCS</b>	- Departamento nacional de obras contra seca
<b>Dt</b>	- Déficit de oxigênio dissolvido
<b>EMBASA</b>	- Empresa baiana de água e saneamento
<b>ETE</b>	- Estação de tratamento de esgotos
<b>FEAM</b>	- Fundação estadual do meio ambiente
<b>GRH</b>	- Grupo de recursos hídricos
<b>GWLF</b>	- Generalized Watershed Loading Functions Model
<b>HSPF</b>	- Hydrologic Simulation Program
<b>IAP</b>	- Instituto Ambiental do Paraná
<b>IDEC</b>	- Coeficiente de infiltração
<b>IGAM</b>	- Instituto mineiro de gestão das águas
<b>IMAX</b>	- Permeabilidade do solo
<b>IMIN</b>	- Infiltração mínima
<b>INEMET</b>	- Instituto nacional de meteorologia
<b>j</b>	- Número de junções
<b>K<sub>1</sub></b>	- Coeficiente de desoxigenação
<b>K<sub>2</sub></b>	- Coeficiente de reaeração
<b>K<sub>b</sub></b>	- Coeficiente de decaimento bacteriano
<b>Km</b>	- Quilômetros
<b>Km<sup>2</sup></b>	- Quilômetros quadrados
<b>L</b>	- Concentração de DBO remanescente
<b>l/s</b>	- Litro por segundo
<b>Lo</b>	- Demanda última de oxigênio após mistura
<b>m<sup>3</sup>/s</b>	- Metros cúbicos por segundo
<b>mg/l</b>	- Miligrama por litro
<b>ml</b>	- Mililitros
<b>N</b>	- Número de coliformes fecais
<b>N<sub>ef</sub></b>	- Concentração de coliformes fecais no efluente
<b>N<sub>man</sub></b>	- Concentração natural de coliformes fecais no manancial
<b>NMP/100ml</b>	- Número mais provável por 100 mililitros

<b><i>Nperm</i></b>	- Concentração permitida de coliformes fecais no manancial
<b>°C</b>	- Grau centígrado
<b>OD</b>	- Oxigênio dissolvido
<b>Pm</b>	- Precipitação média
<b>PRED</b>	- Correção da precipitação
<b>PTARH</b>	- Programa de Pós-graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos da UnB
<b>Q<sub>7,10</sub></b>	- Média das vazões de 7 dias consecutivos com tempo de retorno de 10 anos.
<b>Q<sub>90%</sub></b>	- Vazão igualada ou superada 90% do tempo
<b>Qa</b>	- Vazão do efluente a
<b>Qb</b>	- Vazão do efluente b
<b>Qcap</b>	- Vazão de captação
<b>Qdil</b>	- Vazão de diluição para determinado parâmetro de qualidade
<b>Qeco</b>	- Vazão ecológica
<b>Qef</b>	- Vazão do efluente que contém o parâmetro de qualidade analisado
<b>Qindisp</b>	- Vazão indisponível
<b>Qlanc</b>	- Vazão de lançamento
<b>QrefTA</b>	- Vazão de referência no trecho em análise
<b>Qreman</b>	- Vazão remanescente
<b>QRT</b>	- Vazão total regularizada
<b>RSBF</b>	- Armazenamento mínimo para que ocorra contribuição do reservatório subterrâneo ao escoamento de base
<b>RSBX</b>	- Capacidade do Reservatório Subterrâneo
<b>RSPX</b>	- Capacidade do Reservatório Superficial
<b>RSSX</b>	- Capacidade do Reservatório Subsuperficial
<b>SAD</b>	- Sistema de apoio à decisão
<b>SANEPAR</b>	- Companhia de saneamento do Paraná
<b>SEI</b>	- Secretaria de estatística e informação da Bahia
<b>SIG</b>	- Sistema de informação geográfica
<b>SLAMM</b>	- Source Loading and Management Model
<b>SRH/BA</b>	- Superintendência de recursos hídricos do estado da Bahia
<b>SRH/CE</b>	- Secretaria de recursos hídricos do estado do Ceará

<b>SRH/MMA</b>	- Secretária de recursos hídricos do ministério do meio ambiente
<b>SRH/PE</b>	- Secretaria de recursos hídricos de Pernambuco
<b>SsGBD</b>	- Subsistema gerenciador de banco de dados
<b>SsGBM</b>	- Subsistema gerenciador de banco de modelos
<b>SUDENE</b>	- Superintendência de desenvolvimento do nordeste
<b>SUDERHSA</b>	- Superintendência de desenvolvimento de recursos hídricos e saneamento do Paraná
<b>SWMM</b>	- Storm Water Management Model
<b>t</b>	- Número de trechos
<b>T</b>	- Tempo
<b>Temp.</b>	- Temperatura
<b>UFBA</b>	- Universidade Federal da Bahia
<b>WMM</b>	- Watershed Management Model

# 1. INTRODUÇÃO

A gestão racional dos recursos hídricos tem por objetivo garantir a utilização e o aproveitamento de água em quantidade e qualidade adequadas para o desenvolvimento social, econômico e ambiental.

De acordo com Grig (1985), a qualidade e a disponibilidade de água são fatores determinantes dos níveis de saúde pública, de produção de alimentos, de produção industrial, de geração de energia, além de outros importantes aspectos que determinam a qualidade de vida do homem.

A lei da Política Nacional de Recursos Hídricos institui a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos como um de seus instrumentos, tendo como objetivos “assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água” (Lei Nº. 9.433/97, Art. 11).

A outorga é um dos instrumentos usados para se alcançar esse objetivo, pois tem a função de controlar o direito de uso da água, regulamentar as prioridades de uso e organizar a alocação da água para distintos usos, tais como abastecimento público, produção agrícola e industrial, e proteção de ecossistemas.

A outorga deve ser analisada em termos de quantidade e qualidade da água dos corpos d'água, devendo-se verificar as interações entre os diferentes usos da água dentro da bacia e o potencial disponível em recursos hídricos. Em última análise, o processo de outorga depende do manejo da água em toda bacia e nele influencia. A avaliação deve ser feita, pois, considerando-se a bacia um sistema integrado complexo. Embora a água seja um recurso renovável, é, também, um recurso finito, no espaço e no tempo. Desse modo, o seu uso tem de ser alocado, levando-se em consideração interesses competitivos e conflitantes.

De acordo com o Banco Mundial (2001), apesar da importância e amparo legal da outorga, apenas poucos estados brasileiros (São Paulo, Paraná, Minas Gerais, Bahia, Ceará e Pernambuco) têm outorgado de modo sistemático o direito ao uso de suas águas, porém em estágios de implementação de seus processos bastante distintos. Dentre as várias razões que explicam essa situação, destacam-se aquelas de ordem técnica e institucional, além do

interesse político e da própria disponibilidade dos recursos hídricos (conflitos crescentes de uso impõem a necessidade da outorga).

Como discutido em Kemper (1996) *apud* Studart *et al.* (1997), existem inúmeros modelos de gestão de recursos hídricos. Eles podem variar segundo as características daqueles que tomam decisões – o governo, os usuários de água, um órgão independente ou todos os atores; segundo a definição dos direitos à água – transferível, intransferível, quantificação absoluta ou proporcional à vazão atual e na alocação inicial, baseada em ordem de prioridade de chegada, tem critérios administrativos e técnicos, ou tem leilões.

A vazão a ser outorgada está condicionada à disponibilidade hídrica, devendo-se verificar a existência de água suficiente, considerando-se os aspectos quantitativos e qualitativos. Ocorre que o conceito de disponibilidade hídrica admite diferentes formulações dado o fato de a vazão natural ser uma variável com comportamento aleatório. Duas classes de critérios têm sido adotadas para a análise de outorga: o da vazão de referência e o da vazão excedente aos usos prioritários (Lanna *et al.*, 1997; Kelman, 1997).

A tomada de decisões, nesses casos, envolve múltiplos agentes e múltiplas finalidades relativas ao uso da água, gerando, muitas vezes, conflitos que exigem que sejam considerados aspectos políticos, sociais, econômico-financeiros, ambientais e de engenharia. Para tanto, é importante o desenvolvimento de instrumentos que visem a facilitar a tomada de decisões em diferentes instâncias e com variadas formas de abordagem. Sistemas de suporte a decisões, adotando instrumentos computacionais, servem de apoio aos tomadores de decisões (Viegas, 1998).

O manejo eficiente de recursos hídricos requer, muitas vezes, o uso de técnicas flexíveis de análise que devem ser capazes de prover respostas, em um curto intervalo de tempo, às muitas questões levantadas. Simonovic (1996) cita quatro categorias de ferramentas que poderiam ser usadas: a) sistema de informações (processamento de dados espacial e temporal incluindo estatística, ferramentas de manejo de base de dados e sistemas de informações geográficas); b) análise de sistemas (simulação, otimização e análise multiobjetivo); c) inteligência artificial (sistemas especialistas, redes neurais, programação orientada a objetos, álgebra “difusa”, etc.);

e d) ferramentas tecnológicas (saídas gráficas, animação, etc.). Essas ferramentas poderão ser incorporadas isolada ou conjuntamente no âmbito de uma estrutura de apoio a decisões.

Nesse contexto, os *Sistemas de Apoio a Decisões* (SAD)<sup>1</sup> apresentam-se como ferramentas de grande importância para o planejamento e o gerenciamento dos recursos hídricos.

Sistemas de apoio a decisões (SADs) são sistemas computacionais que têm por objetivo ajudar as pessoas que tomam decisões na solução de problemas não-estruturados<sup>2</sup> ou parcialmente estruturados. De acordo com Viegas (1998), esses sistemas permitem o relacionamento homem-máquina, por meio da conciliação entre gerenciadores de banco de dados, banco de modelos e módulo de diálogo, que facilitam a interface usuário-computador, de forma que se possa buscar a solução mais adequada em face dos critérios adotados.

O conceito de apoio (ajuda, auxílio ou suporte) é fundamental para a compreensão da utilidade e funcionamento de um SAD. Um sistema de apoio a decisões deve ser colocado à disposição de um usuário para que ele possa dispor de informações, identificar e formular problemas, conceber e analisar alternativas e, finalmente, para ajudá-lo na escolha do melhor curso de ação. Em outras palavras, a finalidade de um SAD não é definir decisões, mas auxiliar a missão de decidir.

Buscou-se examinar nesta dissertação a hipótese segundo a qual o uso de um SAD, principalmente aqueles adaptados às condições de disponibilidade de dados e de usos da água de uma bacia, constitui-se em importante instrumento para uma análise mais eficiente de pleitos de outorga.

Para exame dessa hipótese, foi proposto, no âmbito do PTARH – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos da UnB – Universidade de Brasília, o desenvolvimento de uma metodologia para análise de pleitos de outorga, cujas principais características seriam a de ser adaptável ao nível de complexidade do sistema hídrico e a de poder ser facilmente modificada para atender às eventuais evoluções do sistema. Concebeu-se, assim, um processo de desenvolvimento metodológico a partir da realização de pesquisas

---

<sup>1</sup> Geralmente, o termo encontrado na literatura é Sistema de Suporte a Decisões, oriundo do inglês “*Decision Support Systems*”. A palavra “Apoio” é aqui utilizada por uma preferência pessoal do autor.

<sup>2</sup> Problemas não-estruturados são aqueles para os quais não existem soluções por meio de algoritmos bem definidos, o que ocasiona não serem facilmente tratáveis por computador. Em consequência, a solução desses problemas exige uma estreita interação entre homem e máquina, fato que constitui uma das principais características da maioria dos SADs.

acadêmicas, de tal modo que os diferentes elementos do suporte seriam formulados de forma sequencial, com teste e verificação em diferentes sistemas hídricos e com avaliação por parte de especialistas e gestores de recursos hídricos.

Este trabalho busca aperfeiçoar uma ferramenta de apoio à decisão para auxílio à análise de pleitos de outorga, o DAFNE - Sistema de apoio à decisão para análise de pleitos de outorga (Pereira, 2000).

O DAFNE foi concebido em três módulos: o primeiro, caracterização geral do sistema, é responsável por receber dados gerais do sistema que será analisado e tratá-los, de forma a permitir que o suporte metodológico reconheça essas informações, gerando uma primeira concepção a respeito das características do sistema; o segundo, análise do balanço hídrico, é responsável pela realização da avaliação dos aspectos quantitativos dos recursos hídricos, e, o terceiro, módulo de controle de outorgas, é responsável por armazenar e manipular as informações relevantes do sistema e dos usuários, renovando-as a cada solicitação ou renovação de outorga.

O DAFNE foi testado, primeiramente, na bacia hidrográfica do lago descoberto no Distrito Federal.

A estrutura original do DAFNE é apresentada na Figura 1.1.

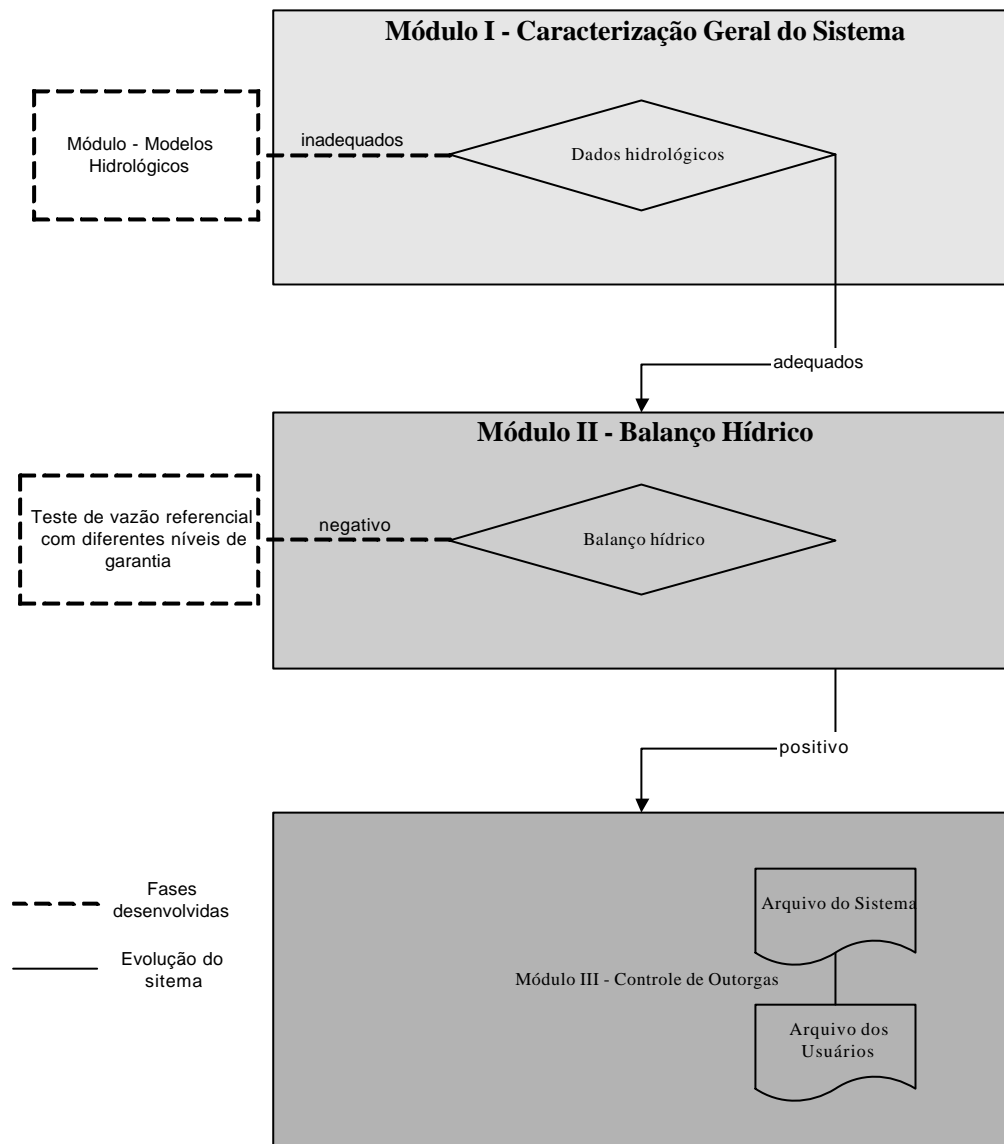


Figura 1.1 – Estrutura do DAFNE original (modificado – Pereira, 2000)

Por se tratar de uma ferramenta ainda em processo de desenvolvimento, era necessário o aperfeiçoamento do suporte metodológico, incluindo novos testes em bacias hidrográficas de características socioeconômicas e hidrológicas diferentes, uma vez que o suporte em sua primeira versão, só trata de modo simplificado dos aspectos de quantidade de água dos mananciais.

Para o desenvolvimento desta pesquisa, partiu-se do conhecimento do marco teórico e conceitual relativo ao tema. O desenvolvimento do trabalho se deu em três etapas principais: a) a revisão bibliográfica e caracterização da área de estudo; b) aperfeiçoamento do sistema de apoio a decisões – Módulo de Quantidade – e desenvolvimento e implementação do Módulo de Qualidade (SAD) e c) aplicação à bacia hidrográfica do rio Jacuípe, com a avaliação de



resultados, sendo que essa bacia apresenta características hidrológicas típicas de regiões semi-áridas.

A revisão bibliográfica incluiu quatro temas de reflexão e pesquisa: a) processos de avaliação de quantidade de água de corpos hídricos; b) sistemas de apoio a decisões; c) processos de avaliação de qualidade de água de corpos hídricos; d) arcabouço jurídico-institucional da gestão de recursos hídricos no Brasil.

Como resultado do desenvolvimento deste trabalho, foi formulado um novo sistema de apoio a decisões (DAFNE 0.97/2003) que, atualmente, traz uma estrutura geral de análise de pleitos de outorga, levando-se em consideração os aspectos de quantidade e de qualidade da água dos recursos hídricos disponíveis em uma bacia hidrográfica. A estrutura do novo suporte metodológico acha-se ilustrada na Figura 1.2.

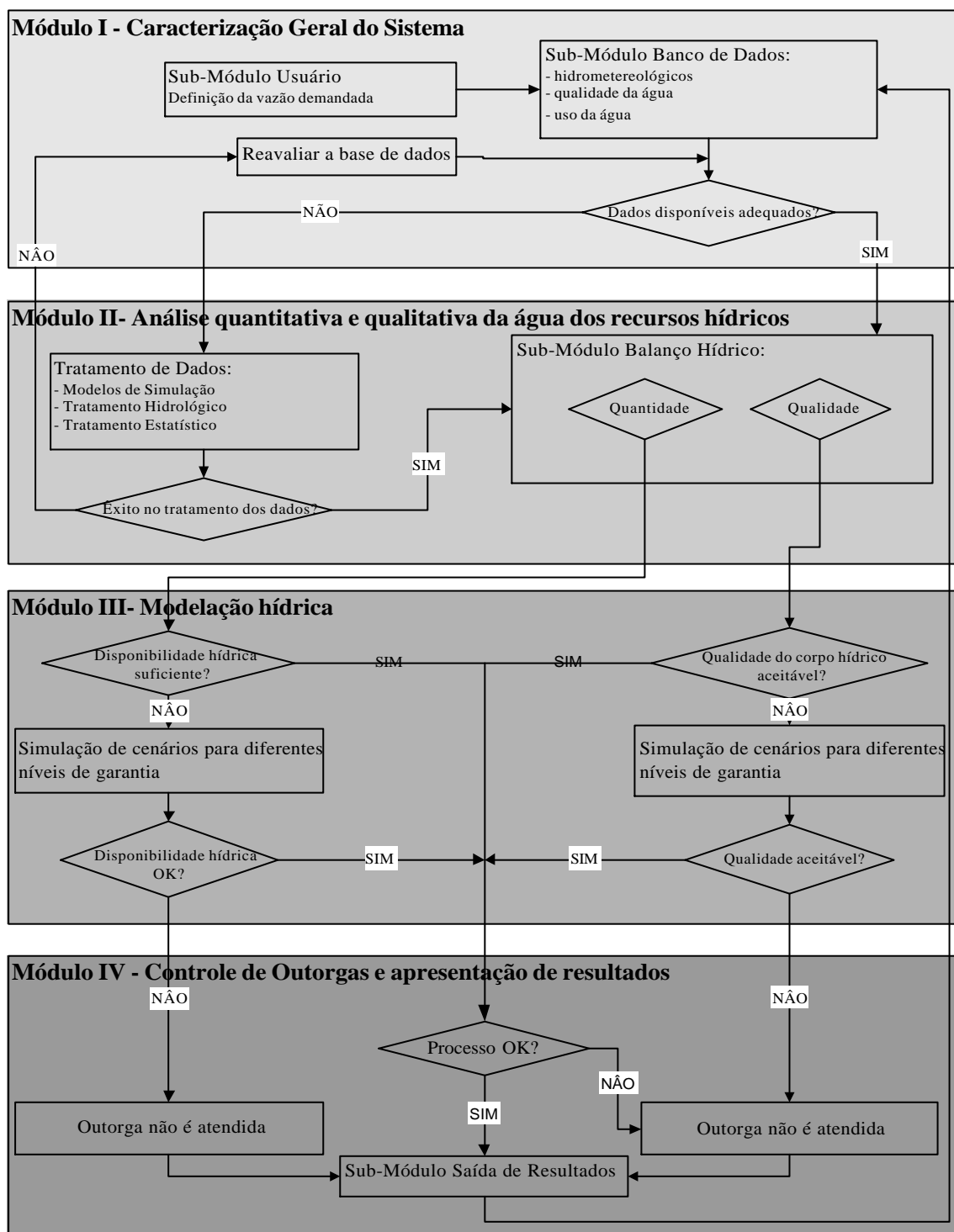


Figura 1.2 – Estrutura do DAFNE 0.97/2003

O aperfeiçoamento do DAFNE de modo a contemplar, também, os aspectos de qualidade da água dos recursos hídricos de uma bacia mostrou-se pertinente. Neste trabalho, foi estudada a bacia hidrográfica do rio Jacuípe no estado da Bahia. O uso do DAFNE poderá ser oportuno devido à grande ajuda que poderá fornecer aos gestores de água na análise e no controle dos pleitos de outorga.

Este documento está estruturado em oito capítulos e um módulo anexo, sendo este o capítulo introdutório. No segundo capítulo, apresentam-se os objetivos buscados. No terceiro, é apresentado o marco teórico e conceitual; no quarto, a metodologia empregada; no quinto, a proposta de aperfeiçoamento do DAFNE; no sexto, a caracterização da área do caso de estudo; no sétimo, a aplicação do suporte na bacia do rio Jacuípe; e, finalmente, no oitavo, as conclusões e recomendações.

Faz parte do presente documento um arquivo magnético contendo o suporte metodológico, DAFNE 0.97/2003, e as bases de dados, do sistema e dos usuários, referentes ao teste realizado.

## 2. OBJETIVO DO TRABALHO

O objetivo geral desta pesquisa foi avaliar a pertinência do uso de um SAD na análise de pleitos de outorga, por meio de aperfeiçoamento, teste e verificação de metodologia suscetível de ser adotada para procedimentos de outorga pelo uso (captação, consumo e diluição de efluentes) da água, incorporando interfaces de gerenciamento de base de dados e de análises hidrológicas e de qualidade da água.

No processo de desenvolvimento e aperfeiçoamento desse suporte metodológico, consideram-se alguns objetivos específicos:

- ✍️ Implementar, na estrutura gerenciadora do suporte metodológico, fases de análise com critérios de alocação de água e sub-programas de análise que possibilitem, não só considerar diferentes níveis de garantia de atendimento aos usuários, como também, aprimorar o módulo diálogo, de forma que esse seja capaz de comunicar-se com outros programas, ou seja, programas de tratamento de dados hidrológicos, de gerenciamento de bancos de dados e de simulação de qualidade da água;
- ✍️ Desenvolver e implementar, no suporte metodológico, módulo de qualidade da água, levando-se em consideração a simulação simplificada dos processos de diluição e auto-depuração em corpos hídricos, bem como o caráter evolutivo do sistema, de modo que novos aperfeiçoamentos possam ser incorporados em sua estrutura;
- ✍️ Realizar novos testes do suporte, em bacia hidrográfica com problemas relacionados à quantidade e a qualidade da água.

Em uma primeira instância, a utilização do suporte deverá subsidiar as atividades de planejamento, por meio do fornecimento de avaliações e inferências de qualidade e quantidade dos recursos hídricos de superfície. As avaliações compreendem a aferição dos efeitos sobre a qualidade e quantidade da água dos corpos hídricos da bacia, causados pelos agentes poluidores à situação presente, enquanto as inferências estão relacionadas

tanto com prognósticos quantitativos sobre evolução do aporte desses poluentes, quanto dos respectivos efeitos resultantes ao longo do tempo.

Nessa fase de planejamento, o suporte metodológico permite identificar, de forma genérica, a origem das principais fontes geradoras de poluição, principalmente, aquelas que levam as condições de qualidade da água dos corpos hídricos, a níveis, independente do ponto de lançamento, de não-conformidade com padrões.

A identificação das fontes de poluição permite, assim, tanto conceber ações mitigadoras, quanto negar pedidos de outorga medidas cujas eficácias podem ser analisadas por meio da utilização do suporte.

Como salientado, o suporte metodológico foi aplicado na bacia hidrográfica do rio Jacuípe no estado da Bahia, a fim de avaliar a aplicabilidade da metodologia desenvolvida para situações reais.

Assim, em uma segunda instância, agregado aos demais modelos ou instrumentos de gestão, o suporte poderá ter, especialmente, um papel importante para o gerenciamento dos recursos hídricos não só da bacia do rio Jacuípe, como em outras bacias, pois permitirá obter respostas imediatas, em simulações de estratégias de uso da água para diferentes usuários dos recursos hídricos, considerando diversas opções alternativas de cenários futuros.

O resultado da aplicação do suporte metodológico desse estudo possibilitou o desenvolvimento de um sistema de apoio a decisões (DAFNE 0.97/2003), que traz um módulo de análise de pleitos de outorga, levando-se em consideração os aspectos de quantidade e de qualidade dos recursos hídricos na bacia hidrográfica.

### **3. MARCO TEÓRICO E CONCEITUAL**

Uma ferramenta de apoio à decisão no processo de controle dos pleitos de outorga do direito de uso dos recursos hídricos apresenta inter-relação com varias áreas do conhecimento.

Nesse sentido a metodologia, apresentada no próximo capítulo, propõe o aperfeiçoamento do suporte inicialmente desenvolvido a partir de uma revisão bibliográfica, envolvendo três áreas temáticas principais, representadas pelos *Sistemas de Apoio à Decisão*, pelo *Arcabouço Legal sobre a Gestão* e pelos *Modelos de Avaliação da disponibilidade e da qualidade dos Recursos Hídricos em Corpos D'água*.

Este capítulo tem o objetivo de apresentar a discussão desses temas, de modo a confortar as escolhas e definições que se fizeram necessárias para o aperfeiçoamento do suporte metodológico. Ele está estruturado em cinco partes. A primeira trata dos sistemas de apoio à decisão e tem, como objetivo, discutir estruturas de um SAD e o uso de SADs para outorga no Brasil. A segunda trata dos processos de avaliação da quantidade da água nos corpos hídricos, o que permitiu obter elementos para o aperfeiçoamento do módulo de quantidade da água do DAFNE. A terceira parte aborda os processos de avaliação da qualidade da água nos corpos hídricos e teve por finalidade elucidar questões referentes ao desenvolvimento do módulo de qualidade. Na quarta parte, procede-se a uma reflexão a respeito dos modelos de qualidade da água e, finalmente, na quinta parte, são abordados os aspectos legais da gestão de recursos hídricos no Brasil, no que tange à questão da outorga.

#### **3.1. SISTEMAS DE APOIO A DECISÃO**

##### **3.1.1- Conceitos introdutórios sobre sistemas de apoio a decisões**

A expressão sistemas de apoio a decisões (SAD) tem sido entendida pela maioria dos autores como sendo sistemas computacionais interativos e adaptativos que auxiliam os responsáveis pelas tomadas de decisões a utilizar dados e modelos para resolver problemas semi-estruturados e não-estruturados (Turban, 1993; Simonovic, 1996).

De acordo com Viegas (1998), ao longo dos últimos cinquenta e cinco anos, com o surgimento e o desenvolvimento dos computadores, o homem utiliza esses instrumentos como elementos capazes de desempenhar, com muito maior velocidade e precisão do que ele próprio, tarefas basicamente constituídas por conjuntos de passos bem definidos e, na maioria das vezes, de natureza repetitiva.

Os Sistemas de Apoio a decisões constituem-se, assim, em ferramentas que permitem ao homem ampliar sua compreensão de determinadas condições, estados ou situações sobre as quais necessita fazer escolhas e tomar decisões.

Dessa forma, é necessário que, ao se promover a idealização da arquitetura desses sistemas, não fique esquecido que está sendo elaborada uma ferramenta centrada nas necessidades humanas de dispor de informações, que facilitem o processo da tomada de decisões.

O entendimento do conceito exposto é fundamental para que se desenvolva uma boa ferramenta de tomada de decisões adequada, baseada nos princípios do Planejamento e da Gestão de Recursos Hídricos. Isso se mostra importante na medida que pode ser observada a enorme lacuna que existe entre o que é feito nos institutos de pesquisa, ao longo dos anos, e o que realmente é utilizado na atividade prática, como discutido em Loucks *et al.* (1985), Goulter (1992), Simonovic (1992), Ensslin (1995) e Porto e Azevedo (1997).

### **3.1.2 - Arquitetura dos sistemas de apoio a decisões**

#### **3.1.2.1- Arquitetura básica dos SADs**

Os SADs vêm sendo utilizados, com sucesso, em diversos campos da atividade humana em que o problema da decisões é muito complexo, como é o caso do gerenciamento e do planejamento de sistemas de recursos hídricos. Jamieson e Fedra (1996) apresentaram uma arquitetura completa de um sistema de apoio a decisões para a área de planejamento de recursos hídricos que compreende:

- 1) um programa principal que coordena as tarefas individuais e permite acesso às funções do sistema por meio de um menu de opções mostrado na tela do computador;

- 2) um Sistema de Informações Geográficas (SIG), que armazena e expõe todas as informações geo-referenciadas, podendo ser um aplicativo comercial ou um programa desenvolvido para uma dada aplicação;
- 3) um sistema genérico de manejo de dados, que interage com o SIG escolhido;
- 4) um sistema especialista para auxiliar a seleção do modelo apropriado, orientar a definição dos parâmetros e identificar as condições-limite de funcionamento do modelo, com acesso aos dados a partir do SIG e do sistema de manejo de dados;
- 5) um conjunto de processadores que realiza a edição de entrada de dados e a análise das saídas dos modelos, assim como o manuseio de cenários múltiplos de cada modelo utilizado;
- 6) uma interface gráfica com acesso aos diferentes componentes funcionais do sistema e a vários arquivos de ajuda, para auxiliar na preparação dos dados e na execução das tarefas.

Percebe-se que sistemas de apoio a decisões são instrumentos eficientes para auxiliar os chamados grupos de tomada de decisões. Nesses grupos, as naturais diferenças de ponto de vista, interesses, ideologias e formação dos participantes costumam dificultar (e até mesmo impossibilitar) a escolha dos melhores cursos de ação. A idéia central, nesse caso, é permitir que cada um dos participantes avalie a consequência da implementação de suas idéias com o auxílio de modelos aceitos por todos, a partir de uma base comum de informações. Começam a surgir, a partir daí, as oportunidades de soluções negociadas e participativas que tendem a contar com o apoio e comprometimento de todo grupo.



### 3.1.2.2- Componentes básicos de um sistema de apoio a decisões

De acordo com Labadie e Sullivan (1986), em um SAD, a “máquina” deve, auxiliar o homem na utilização de informações e modelos, de onde decorre a primeira "arquitetura" do que seria tal sistema, ilustrado na Figura 3.1.

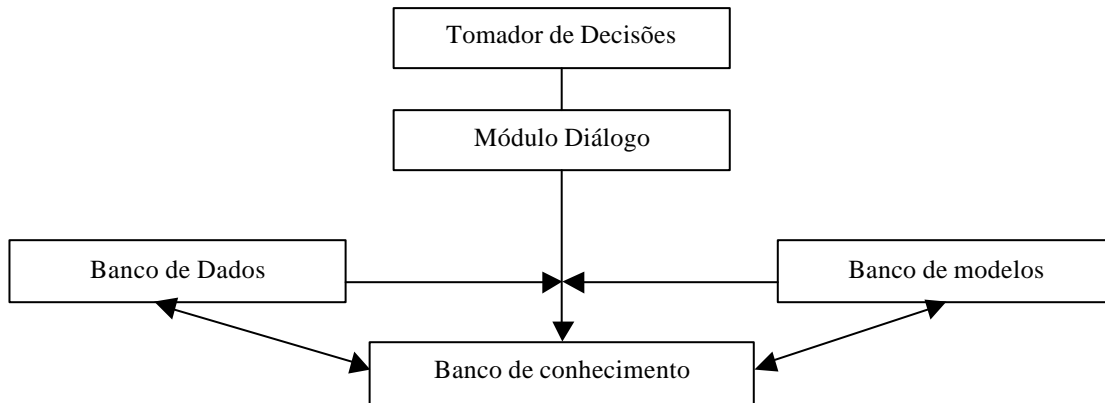


Figura 3.1 – Estrutura típica de um sistema de apoio a decisões (modificado - Labadie e Sullivan, 1986).

O Decisor utiliza o módulo de Diálogo de modo a fazer com que os modelos interajam com os dados levando a que sejam produzidas informações que auxiliem em um determinado processo de tomada de decisões relativo a um problema complexo semi-estruturado ou não-estruturado. Para acessar os Bancos de Dados e os Bancos de Modelos, pode ser utilizado o Sistema de Gerenciamento de Diálogos, integrado pelo Subsistema Gerenciador de Bancos de Dados (SsGBD), pelo Subsistema Gerenciador de Banco de Modelos (SsGBM), pelo Subsistema de Diálogo e, caso necessário, por um Banco de Conhecimento, que, anexo ao módulo diálogo, serve de apoio utilizando, como referencial, experiências passadas ou contribuições de especialistas no assunto objeto do estudo. A razão desses gerenciadores estarem ligados ao Sistema de Gerenciamento de Diálogos e de serem considerados como subsistemas é a necessidade de que seu funcionamento seja feito de forma conjunta, interconectada e, além disso, subordinada ao controle interativo e adaptativo por parte do usuário.

Na Figura 3.1, distinguem-se os três principais componentes de um SAD:

?? Base de dados;

- ?? Base de modelos;
- ?? Interface de diálogo.

A *Base de Dados* deve ser capaz de reunir todas as informações importantes sobre o problema e gerenciá-las de forma apropriada. Em geral, as funções de gerenciamento referem-se à importação e à exportação de dados, agregação e desagregação, recuperação seletiva, emissão de relatórios e outras. Esse componente é fundamental para o conceito de SAD, pois deve reunir o "conhecimento" que se tem do problema e torná-lo disponível, de forma adequada aos outros componentes do sistema (Porto e Azevedo, 1997).

A *Base de Modelos* deve conter os modelos, elementos conceituais, necessários à análise e à formulação de alternativas de solução do problema em questão. Nesse ambiente, deve ser feita troca de informações com a base de dados, no intuito de fornecer-lhes tratamento dos dados e eventualmente, realimentar a base de dados. Essa componente deve ser dotada, também, de funções de gerenciamento, tais como: selecionar os dados apropriados, processar os modelos em seqüência adequada, transferir informações de um modelo para outro, etc. (Porto e Azevedo, 1997). A Figura 32 mostra a estrutura do sistema base de modelos.

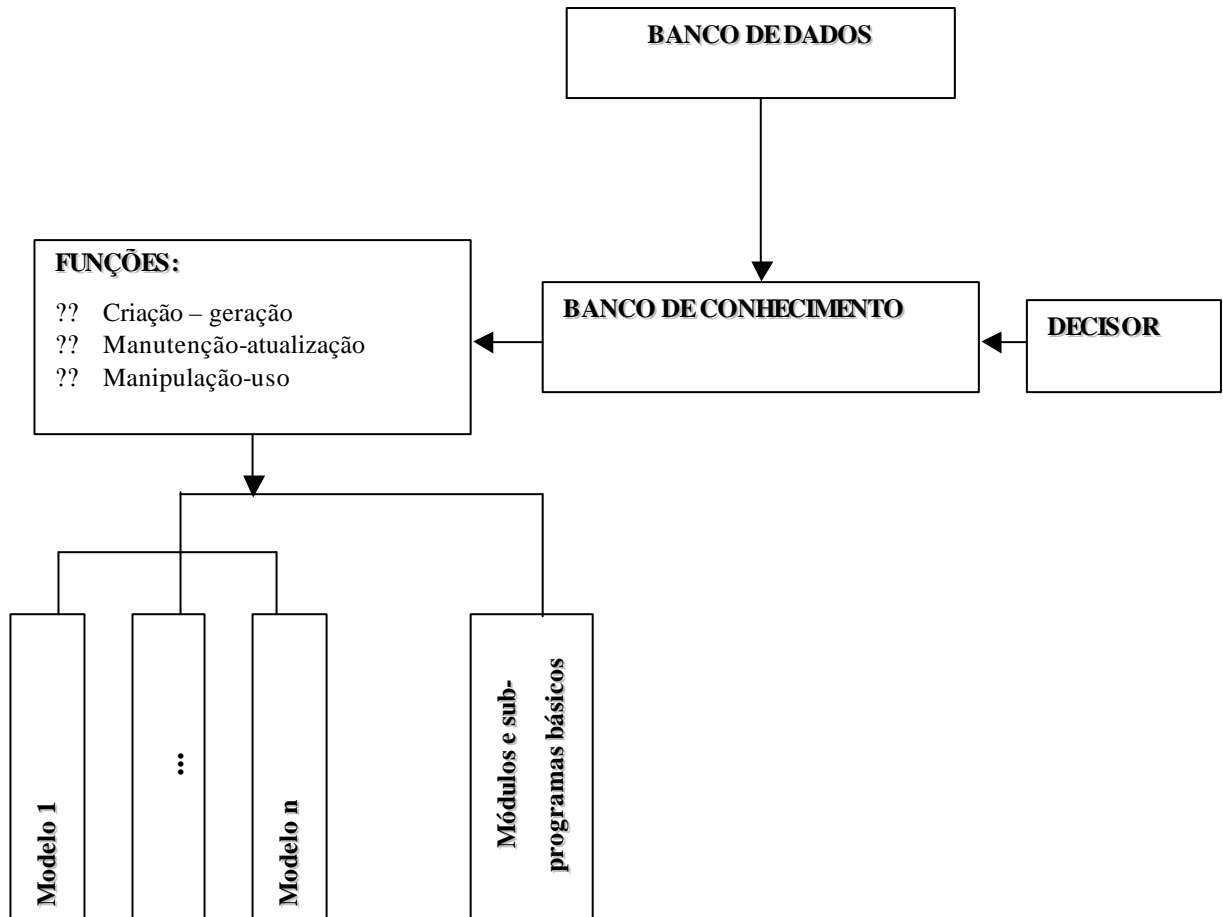


Figura 3.2 – Estrutura do SAD (modificado - Sprague, 1980)

De acordo com Viegas (1998), a representação correspondente aos quadros de Modelos de 1 até “n” mostra a variedade de modelos que podem constituir um SAD, podendo esses pertencer a diferentes famílias de modelos (otimização, simulação, conceitual, de base física, entre outros).

A *Base de Conhecimentos* permite incorporar ao sistema informações que geralmente não são passíveis de tratamento pelos módulos anteriores, mas que são indispensáveis para a tomada de decisões sobre o sistema em estudo. Tipicamente, esses conhecimentos referem-se à experiência de especialistas, conhecimentos empíricos, disposições de normas e regulamentos, etc. Usualmente, essa base é constituída por regras do tipo Se ... Então ..., que, em conjunto, representam parcela importante do conhecimento sobre o sistema. Manipuladas por um mecanismo de inferência, essas regras permitem chegar a conclusões

lógicas e aumentar o conhecimento sobre o sistema. Essas ferramentas são chamadas, genericamente, de Sistemas Especialistas<sup>3</sup> (Porto e Azevedo, 1997).

O *Módulo de Diálogo* é responsável pela comunicação do usuário com o computador. Deve ser capaz de receber instruções, consultas e informações do usuário e deve transmitir as respostas a esses estímulos, da forma mais apropriada possível. Menus e planilhas são os recursos mais utilizados para a entrada de informações. Os resultados são apresentados, usualmente, em forma de gráficos, mapas, tabelas ou mensagens. A evolução tecnológica no campo das interfaces homem - máquina já torna possível, entretanto, a utilização de voz, sons, imagens e, eventualmente, realidade virtual (Porto e Azevedo, 1997).

De acordo com Turban (1993), os aspectos contidos na Figura 3.3 podem ser utilizados na formulação de um SAD, mas afirma que podem existir outros condicionantes nessa formulação. A Figura 3.3 mostra esses aspectos.



Figura 3.3 – Aspectos importantes em um SAD (modificado - Turban, 1993)

<sup>3</sup> De acordo com Simonovic (1993), um sistema especialista de recursos hídricos é uma aplicação computacional que auxilia na solução de complexos problemas de recursos hídricos pela incorporação de conhecimento multidisciplinar, princípios de análise de sistemas, intuição e juízo de valor de especialistas.

Não existe, até o momento, metodologia generalizada para construção de SADs que garantam "a priori" boas soluções. Fatores subjetivos podem entrar em cena com pesos significativos e precisam ser considerados com o devido cuidado ao lado de outros aspectos que podem ser tratados mais objetivamente. Construir um SAD tem a ver com a combinação criativa de técnicas já existentes para produzir informações a partir das quais indivíduos tomarão decisões. Sistemas de Apoio a Decisões devem ser centrados no problema das decisões e não, obrigatoriamente, na utilização das técnicas melhores e mais avançadas. Em outras palavras, o melhor SAD não é, obrigatoriamente, aquele que utiliza as melhores técnicas, mas o que é capaz de induzir às melhores decisões.

### 3.1.2.3-Arquitetura funcional

De acordo com Bonczek (1981) *apud* Porto e Azevedo (1997), a arquitetura funcional se fundamenta nas funções que um SAD deve executar. São apontadas três componentes principais que diferem pelas funções e não pelo ferramental ou aplicativo que utilizam. As componentes são:

- ?? O sistema de linguagem;
- ?? O sistema de processamento de problemas;
- ?? O sistema de conhecimento.

A Figura 3.4 lista esses componentes.

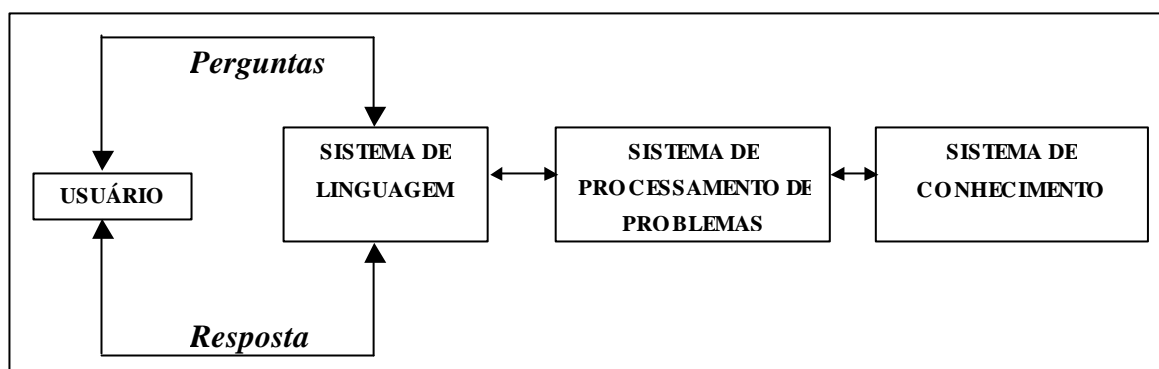


Figura 3.4 – Arquitetura funcional de um SAD (modificado - Porto e Azevedo, 1997)

Nota-se que essa abordagem não aponta e nem descreve as ferramentas utilizadas por cada uma dos componentes. O usuário formula o problema por meio do sistema de linguagem

que aciona o sistema de processamento de problemas que, por sua vez, procura as informações necessárias no sistema de conhecimento.

Como essa arquitetura é muito geral, deve-se especificar melhor cada uma das componentes. O sistema de linguagem é caracterizado pelas diferentes possibilidades que oferece ao usuário de formular o problema, de dar instruções ou emitir comandos, bem como pelas diferentes formas de apresentar resultados.

A função do sistema de conhecimento é armazenar o conjunto de informações sobre o conhecimento do problema.

O Sistema de Processamento de Problemas é a peça fundamental desse tipo de arquitetura não só pelas suas funções específicas, mas, também, pelo papel integrador das diferentes partes do sistema. A esse sistema cabe, no que se refere ao Sistema de Linguagem: receber as informações fornecidas pelo usuário, analisar sua consistência, verificar se o modelo escolhido pode ser executado com as informações fornecidas, realimentar o usuário com informações complementares e outras.

Ao interagir com o sistema de conhecimento, o Sistema de Processamento deve formular suas consultas, processar os resultados e utilizá-los para executar os modelos. Como os conhecimentos podem estar armazenados em diversas formas, o Sistema de Processamento precisará ter capacidade específica para consultá-los. Assim, para consultar um banco de dados, será necessário que tenha capacidade de gerenciamento de banco de dados (filtros, ordenamento, etc). Da mesma forma, se o conhecimento estiver armazenado como um conjunto de regras, é necessário que o Sistema de Processamento contenha mecanismos que permitam fazer inferências e chegar a deduções lógicas.

### **3.1.3- Sistemas de apoio à decisão aplicados a Outorga**

Neste item, será analisada a situação em alguns estados brasileiros, segundo o recurso a sistemas de apoio à decisão aplicado à outorga.

### 3.1.3.1- Situação dos sistemas de apoio a decisões

O Banco Mundial buscando informações a respeito do que foi feito e o que está por ser feito no que tange ao assunto Sistemas de Apoio a decisões no País, realizou estudo em 6 (seis) estados no Brasil. Os estados escolhidos, teoricamente, são os que mais se destacam na aplicação da outorga e no uso de SAD's (Banco Mundial, 2001). O resultado mais significativo dessa pesquisa nos estados, que contemplou, os Instrumentos de Suporte à Decisão, a Situação Legal, o Quadro Institucional, os Critérios para Outorga, os Aspectos de Qualidade da Água e o Estágio Atual de Desenvolvimento nos estados estudados é relatado a seguir:

*Estado do Ceará* - As ferramentas de suporte a decisões atualmente em uso no Estado visam à operação dos reservatórios e macro alocação da água nas bacias. Não há, ainda, um SAD específico para a análise e controle de outorgas. Apesar disso, o Estado, no setor de recursos hídricos, já faz uso de bancos de dados, interfaces com SIG e modelos de análise hidrológica e de alocação de água. Há uma grande quantidade de informação em meio digital, contemplando desde dados hidrológicos à base cartográfica.

A Lei nº 11.996 de 1992, e o Decreto nº 23.067 de 1994 regulamentam a outorga. Não existe lei com critérios bem definidos para águas superficiais. Ausente em relação ao lançamento de efluentes e a existente é vaga em relação às águas subterrâneas.

A outorga é uma atribuição da SRH/CE (Secretária de Recursos Hídricos do estado do Ceará) que a emite com apoio de um comitê formado por instituições públicas estaduais (a principal, COGERH- Companhia de Gestão de Recursos Hídricas), com base em análise e parecer de uma câmara técnica. Comitês de bacia são eventualmente consultados.

A outorga não é exigida para o uso insignificante de vazão menor que 2.000 l/h, para as águas superficiais o valor máximo outorgável é 9/10 da vazão referência com noventa por cento de permanência -  $Q_{90}$  para rios perenizados, canais, lagos e lagoas. Para as águas subterrâneas o valor máximo outorgável é a vazão de teste ou capacidade de recarga do aquífero.

A outorga para lançamento de efluentes está prevista na lei, mas não é praticada. Não existem critérios definidos.

A falta de um SAD para análise e administração do sistema de outorga no Estado não está associada a nenhuma dificuldade técnica em implantá-lo, mas sim ao próprio modelo de gerenciamento adotado. No Ceará, a disponibilidade hídrica é totalmente determinada pela operação dos reservatórios e a alocação da água é definida por meio de um processo de negociação anual com os usuários nas suas respectivas bacias. Caso a outorga de direitos de uso venha a se consolidar como instrumento da política estadual de recursos hídricos, será relativamente fácil desenvolver ferramentas apropriadas para suporte a decisões, com base na capacidade já instalada nas instituições estaduais.

*Estado da Bahia* - Existem várias ferramentas (banco de dados, CADs, modelos de simulação hidrológica, planilhas eletrônicas) que são utilizadas separadamente em uma sequência lógica que permite a análise da outorga. O nível de integração e comunicação entre essas ferramentas é, no entanto, ainda limitado, o que prejudica o suporte a decisões.

A Lei nº 6.855 de 1995 e o Decreto nº 6.296 de 1997, que regulamenta especificamente a outorga, apresentam critérios definidos apenas para outorga de águas superficiais. Não há regulamentação em relação à outorga de lançamento de efluentes e à de águas subterrâneas.

A emissão é atribuição da SRH/BA, que conta com uma gerência específica que centraliza a análise técnica. Possui escritórios descentralizados que fazem verificação preliminar e encaminham processo para a sede. Não há envolvimento de CBHs- Comitês de Bacia Hidrográfica.

A outorga não é exigida para um uso menor que 1.800 l/h. Para as águas superficiais, o valor máximo outorgável é 80% da  $Q_{90}$ , ou 95% nos casos de abastecimento humano e reservatórios em rios intermitentes, sendo para cada usuário liberado no máximo 20% da  $Q_{90}$ . Para as águas subterrâneas, não há critério fixado em lei, sendo a vazão de teste um indicativo do máximo.



A lei prevê a outorga para lançamento de efluentes, mas os critérios ainda não foram definidos. Atualmente, essa questão é analisada pelo órgão ambiental (CRA). A SRH apenas fornece a  $Q_0$  e as informações sobre o lançamento. O Estado está montando uma rede para monitoramento da qualidade da água.

O departamento responsável pela outorga no Estado utiliza uma metodologia de análise bem consolidada apoiada em algumas ferramentas de suporte a decisões. Essas ferramentas, no entanto, não estão integradas e diversas funções úteis no processo de análise e administração das outorgas ainda não estão disponíveis. Há deficiência nos recursos de visualização e processamento de informações espaciais, dificuldades na avaliação das demandas agrícolas e na análise hidrológica (estimativa da vazão de referência e balanço de disponibilidades e saldos outorgáveis). Essas são dificuldades operacionais que podem ser contornadas com a implantação de um sistema mais completo e integrado.

*Estado do Paraná* - Atualmente, são utilizados apenas um cadastro de usuários em banco de dados e um modelo de regionalização de vazões. Encontra-se em desenvolvimento um sistema de informações para auxílio à gestão de recursos hídricos em geral, incluindo modelos de qualidade da água, previsão de cheias e um módulo específico de suporte a decisões para outorga.

A Lei nº 12.726 é de 1999 e o decreto, que regulamenta a outorga, estão elaborados, porém o decreto ainda não foi sancionado. Esse decreto determina que os critérios para outorga serão definidos em um manual técnico a ser elaborado (inclusive quanto ao lançamento de efluentes). Atualmente, a outorga é dada com base em portarias da SUDERHSA-Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento.

A outorga é uma atribuição da SUDERHSA, que possui um departamento de gestão de recursos hídricos, que se ocupa basicamente da outorga e do ICMS Ecológico. Conta com o apoio de outros órgãos, sobretudo o ambiental (IAP - Instituto Ambiental do Paraná), mas em atividades de apoio (recebimento e encaminhamento de pedidos) e não na análise. Não há envolvimento de CBHs – Comitês de bacia hidrográfica. O novo decreto prevê a participação dos CBHs, inclusive na proposição de critérios.

Provisoriamente, utilizam-se os seguintes critérios para emissão de outorgas. Para águas superficiais, o valor máximo outorgável é 50% da  $Q_{7,10}$ . Como a regularização exige uma vazão remanescente de 50% da  $Q_{7,10}$  e que para águas subterrâneas não há critério fixado, a vazão de teste é indicativa do máximo.

A lei e o novo decreto prevêem a outorga para lançamento de efluentes, mas os critérios ainda serão definidos no manual técnico a ser elaborado. Atualmente, não é dada a outorga para lançamento. O monitoramento da qualidade da água é realizado pela SUDERHSA, nos rios de maior porte, complementado por dados do IAP - Instituto Ambiental do Paraná e da SANEPAR – Companhia de Saneamento do Paraná.

As ferramentas hoje utilizadas não configuram um SAD propriamente dito. Os recursos de análise são praticamente ausentes e as interfaces são inadequadas permitindo pouco diálogo homem-máquina. Desde 1998, o Estado tem investido na concepção de sistemas de informações para gestão de recursos hídricos.

*Estado de São Paulo* - Existe um banco com informações das outorgas, que é pouco utilizado. Nas análises corriqueiras, é utilizado um sistema informatizado de regionalização de vazões (informação estática – não há atualização sistemática dos dados de origem). As bases de dados são armazenadas e operadas em computadores de grande porte. Em geral, os dados são extraídos dessas bases e as análises são feitas externamente em microcomputadores mediante a utilização de planilhas e bancos de dados mais amigáveis.

A Lei nº 7.663 de 1991 e o decreto nº 41.258 de 1996 regulamentam hoje a outorga. A portaria 717 do DAEE - Departamento de Água e Energia Elétrica estabelece os requisitos para obtenção da outorga, constituindo praticamente um manual de procedimentos para pedido de outorga. A legislação não fixa critérios quantitativos para vazões outorgáveis e não regulamenta a outorga de lançamento de efluentes.

A emissão é atribuição do DAEE, que já emite outorgas há mais de 3 décadas. Possui 8 diretorias regionais e 17 escritórios em todo Estado, onde é realizada uma parte do processo de análise da outorga (vistorias, pareceres iniciais, etc.). A análise final é realizada na sede do DAEE, pela Divisão de Outorga.

A outorga para lançamento de efluentes está prevista na lei, mas sua aplicação ainda está em estudo no Estado. Atualmente, a outorga para captações que geram lançamento só é concedida após a obtenção da licença de operação emitida pela CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental.

O DAEE utiliza atualmente bancos de dados desenvolvidos na década de 70, operados e mantidos em computador de grande porte pela empresa de processamento de dados do Estado. Embora estas ferramentas efetivamente apoiem o processo decisório, não podem ser consideradas um verdadeiro Sistema de Apoio a Decisões, em face das dificuldades de diálogo com os usuários, baixos graus de integração e automação e total inexistência de instrumentos analíticos. Já está em concepção um novo sistema de suporte a decisões, com novos instrumentos de análise implantados.

*Estado de Minas Gerais* - As principais ferramentas de suporte a decisões atualmente em uso no Estado são um banco de dados (que armazena e gerencia as informações referentes às outorgas concedidas) e uma interface gráfica (software de geoprocessamento), que permite a visualização espacial das outorgas, avaliação de áreas e auxilia no cálculo das vazões de referência (com base em um estudo de regionalização de vazões).

Pela Lei nº 13.199 de 1999, regulamentada pelo decreto 41.578 de 2001, os critérios de outorga são fixados por meio de portarias administrativas do IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das águas. Em 2000, foi aprovada a Lei nº 13.771 que trata das águas subterrâneas. Também não estão regulamentados os critérios para outorga de lançamento de efluentes.

Os critérios para caracterização de uso insignificante ainda não foram definidos (a lei prevê a definição pelos comitês de bacia). Para as águas superficiais, o valor máximo outorgável é 30% da  $Q_{7,10}$ . Com regularização, exige-se uma vazão remanescente de 70% da  $Q_{7,10}$  e para as águas subterrâneas, ainda não há critério fixado em lei, sendo a vazão de teste é indicativo do máximo.

O monitoramento da qualidade da água é competência do IGAM, mas, na prática, é exercido em parceria com a FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente. Existe um monitoramento desde 1997 com campanhas trimestrais alimentando um banco de dados.

Quanto à análise da outorga, na prática há pouca articulação com a FEAM. O Estado ainda não outorga o lançamento de efluentes. A lei prevê, mas não há critérios definidos.

As ferramentas de suporte a decisões hoje disponíveis, que já estão sendo utilizadas desde 1998, possibilitam certo controle e administração da outorga. No entanto, a análise dos pedidos de outorga (verificação dos balanços hídricos) ainda é precária, devido à falta de alguns recursos específicos, sobretudo no que se refere ao cálculo das vazões naturais e à consideração da operação de reservatórios. Já estão previstos a concepção e desenvolvimento de um SAD mais completo para análise da outorga.

*Estado de Pernambuco* - O Estado possui um sistema de informações sobre recursos hídricos (acessível, inclusive, via Internet) que vem dando suporte ao planejamento geral das ações da Secretaria de Recursos Hídricos. Possui, também, um sistema de informações hidrológicas, com dados de precipitação e vazão, modelos de simulação chuva-vazão e de operação de reservatórios. Esses sistemas, no entanto, têm sido utilizados apenas esporadicamente na análise e administração da outorga. A equipe de outorga utiliza apenas um banco de dados (planilha eletrônica) para cadastro e controle dos processos, além de um programa para visualização espacial das outorgas.

A Lei nº 11.426 de 1997, regulamentada pelo decreto 20.269 de 1997, institui a política estadual. A lei nº 11.427 de 1997 e respectivo decreto 20.423 de 1998 tratam especificamente das águas subterrâneas. Quanto à outorga, a regulamentação é deficiente de forma que não há definição legal adequada de critérios para concessão da outorga.

A emissão de outorgas é atribuição da SRH/PE, por meio de sua Divisão de Outorga e Vistoria. A SRH conta com o apoio do órgão ambiental (CPRH - Agência Estadual de Recursos Hídricos e Meio Ambiente) para tramitação do processo (recebimento de pedidos), mas não na análise da outorga. Não há envolvimento sistemático dos comitês de bacia no processo de análise.

Não há critério definido legalmente. A divisão de outorga utiliza informalmente alguns critérios. Vazão insignificante inferior a 0,5 l/s. Não há definição de vazão máxima outorgável. Em geral, reservam-se 10% da  $Q_{90}$  para vazão ecológica.

A lei prevê, mas o Estado ainda não outorga o lançamento de efluentes. Não há critérios definidos. A base de informações sobre qualidade das águas ainda não está sistematizada. A SRH monitora reservatórios e a CPRH monitora os rios onde há maior concentração de indústrias.

Houve um avanço significativo nos últimos anos no Estado no que se refere à organização das informações existentes sobre recursos hídricos, inclusive com desenvolvimento de sistemas de informações georeferenciadas muito úteis ao planejamento geral do setor. As ferramentas desenvolvidas, no entanto, não têm sido utilizadas na análise específica da outorga. Há sérias limitações de quantidade e qualidade dos dados de vazão no Estado, o que reduz a credibilidade da outorga de águas superficiais.

### **3.2. PROCESSOS DE AVALIAÇÃO DE QUANTIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS**

A gestão dos recursos hídricos, como previsto na legislação vigente, não permite a avaliação simplesmente de vazão utilizada nos aproveitamentos de água e da disponibilidade da vazão remanescente em cursos d'água, mas também prevê a avaliação da dimensão da qualidade dos mananciais receptores.

A bacia hidrográfica deve ser analisada de maneira que seja possível identificar os pontos de conflitos para a utilização do potencial hídrico, levando-se em consideração as características de cada trecho do corpo d'água bem como os outros usos de água e a legislação nacional e de cada unidade da federação onde esses mananciais se encontrem.

#### **3.2.1- Fundamentação técnica da outorga**

A outorga deve ser vista como um instrumento de alocação de água entre os diversos usos no âmbito de uma bacia. Essa alocação (distribuição) de água deve buscar os seguintes objetivos mínimos: atendimento das necessidades ambientais, econômicas e sociais por água; redução ou eliminação dos conflitos entre usuários da água e possibilidade de que as demandas futuras também possam ser atendidas. A alocação mencionada refere-se aos

aspectos quantitativos, qualitativos e de distribuição temporal e espacial da água (Monteiro e Meneses, 2001).

O equacionamento desse tema requer entendimento e aplicação de questões técnicas (hidrologia, hidráulica, ecologia, qualidade de água, etc.), questões legais (competências, direitos e responsabilidades dos usuários, etc.) e políticas (mobilização social, acordos entre setores e governos para o desenvolvimento integrado e sustentável da bacia, articulação institucional, etc.).

### 3.2.1.1- Critérios de Outorga para Captação

De acordo com Monteiro e Meneses (2001), as formas de se alocar, quantitativamente, a água entre os usuários podem ser classificadas em, pelo menos, dois grupos, de acordo com a natureza do manancial: depósitos de água (geleiras, lagos, reservatórios e alguns tipos de aquífero) e mananciais de água corrente (rios e alguns tipos de aquíferos).

No primeiro grupo, busca-se repartir os volumes estocados entre os usuários, levando-se em conta o deplecionamento e a elevação dos níveis de água do manancial. Esse procedimento é largamente utilizado no estado do Ceará, em que a maior parte da água está armazenada em açudes e a alocação se dá por negociação social aliada às técnicas de previsão de perdas e ganhos hídricos (evaporação, chuvas e afluências) dentro do horizonte de negociação.

No segundo grupo, há pelo menos duas abordagens: adoção de vazão mínima de referência ou simulação de séries históricas de vazão.

A vazão mínima de referência é aquela que caracteriza uma condição de escassez hídrica no manancial. A partir dessa condição crítica é que são realizados os cálculos de alocação da água, de modo que, quando da ocorrência da situação de escassez, todos os usuários, ou os mais prioritários, mantenham, de certa forma, os usos outorgados. Esse é o procedimento mais utilizado no Brasil. Porém, como as vazões de referência utilizadas são, de fato, muito reduzidas, e o que é outorgado é uma fração delas, o que ocorre, na prática, são vazões bem maiores ao longo do ano.

Esse tipo de abordagem conduz à reflexão de que os mananciais poderiam ser mais utilizados, ou seja, o percentual de vazão a ser outorgado poderia ser baseado em valores diferentes dos utilizados atualmente, que levam em conta situações muito críticas. Para isso, é necessário conhecer bem as frequências de ocorrência de vazão e estabelecer um esquema eventual de racionamento de uso da água.

### **3.3. PROCESSOS DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA NOS CORPOS HÍDRICOS**

A abordagem da outorga para o lançamento de efluentes em SADs é um tema que não conta, ainda, com uma abordagem sistematizada, isso por se tratar de uma questão que normalmente não vem sendo considerada pelos sistemas de apoio construídos.

A operação de um empreendimento (indústria, assentamento,...) pode promover modificações tanto na quantidade como na qualidade no corpo receptor dos efluentes. Quando um usuário lança um efluente em um corpo d'água, é possível que o mesmo esteja agregando uma série de substâncias com características físico-químicas e biológicas diferentes das do corpo receptor. Porém, dependendo da quantidade de efluente lançado, bem como da concentração dos diversos constituintes, o lançamento poderá ser ou não considerado nocivo ao meio ambiente e, conseqüentemente, à sociedade.

É, muitas vezes, necessário, portanto, que se conheçam os impactos na qualidade e na vazão que cada usuário causará ao corpo d'água ao longo do tempo e do espaço. Após o conhecimento dos impactos individuais, é fundamental estimar e entender o impacto cumulativo desses usos nos corpos de água.

O principal instrumento legal na área do controle da qualidade dos recursos hídricos é a Resolução CONAMA nº 20/1986. Esse instrumento foi concebido para nortear os requisitos de qualidade em um corpo hídrico, indicando os padrões que devem ser mantidos ou alcançados, de acordo com os usos que se fazem (ou se pretendia fazer) da água do corpo d'água. A Tabela 3.1 apresenta, simplificada, uma associação entre os usos da água e os requisitos de qualidade.

Tabela 3.1 – Associação entre usos da água e requisitos de qualidade (von Sperling, 1996)

USO GERAL	USO ESPECÍFICO	QUALIDADE REQUERIDA
Abastecimento humano		?? Isenta de substâncias químicas prejudiciais à saúde ?? Isenta de organismos prejudiciais à saúde ?? Adequada para serviços domésticos ?? Baixa agressividade e dureza ?? Esteticamente agradável (baixa s turbidez e cor, assim como ausência sabor e odor)
Abastecimento industrial	Água incorporada ao produto  Água entra em contato com o produto  Água não entra em contato com o produto	?? Isenta de substâncias químicas prejudiciais à saúde ?? Isenta de organismos prejudiciais à saúde ?? Esteticamente agradável (baixas turbidez e cor, assim como ausência sabor e odor) ?? Variável com o produto  ?? Baixa agressividade e dureza
Irrigação	Hortaliças, produtos ingeridos crus ou com casca  Demais plantações	?? Isenta de substâncias químicas prejudiciais à saúde ?? Isenta de organismos prejudiciais à saúde ?? Salinidade não excessiva  ?? Isenta de substâncias químicas prejudiciais ao solo e às plantações ?? Salinidade não excessiva
Dessedentação de animais		?? Isenta de substâncias químicas prejudiciais à saúde dos animais ?? Isentade organismos prejudiciais à saúde dos animais
Preservação da flora e da fauna		?? Variável com os requisitos ambientais da flora e da fauna que se deseja preservar
Recreação e lazer	Contato primário  Contato secundário	?? Isenta de substâncias químicas prejudiciais à saúde ?? Isentade organismos prejudiciais à saúde ?? Baixos teores de sólidos em suspensão e óleos e graxas  ?? Aparência agradável
Geração de energia	Usinas hidrelétricas  Usinas nucleares ou termelétricas	?? Baixa agressividade  ?? Baixa dureza
Transporte		?? Baixa presença de material grosseiro que possa por em risco as embarcações

A Resolução CONAMA nº 20/1986 classificou as águas do território nacional em águas doces (salinidade < 0,05%), salobras (salinidade entre 0,05% e 3%) e salinas (salinidade > 3%). A Tabela 3.2 apresenta, resumidamente, os usos preponderantes das classes relativas à água doce, em que a Classe Especial reflete os usos mais exigentes e, a Classe 4, os menos exigentes.



Tabela 3.2 – Classificação das águas doces em função dos usos preponderantes (Resolução CONAMA nº 20, 1986)

USO	CLASSE				
	Especial	1	2	3	4
Abastecimento doméstico	x	x(a)	x(b)	x(b)	
Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas	x				
Recreação de contato primário		x	x		
Proteção das comunidades aquáticas		x	x		
Irrigação		x(c)	x(d)	x(e)	
Criação de espécies		x	x		
Dessedimentação de animais				x	
Navegação					x
Harmonia paisagística					x
Usos menos exigentes					x

OBS: (a) após tratamento simples; (b) após tratamento convencional; (c) hortaliças e frutas rentes ao solo; (d) hortaliças e plantas frutíferas; (e) culturas arbóreas, forrageiras e cerealíferas

Os parâmetros de qualidade da água são classificados como conservativos – aqueles parâmetros cujas quantidades não se alteram nos corpos d’água, mesmo com os processos de depuração, e os não-conservativos, que sofrem interferência da autodepuração, ou seja, têm suas quantidades modificadas ao longo do tempo e ao longo do espaço diminuídas com o passar do tempo e espaço.

### 3.3.1- Avaliação da Qualidade da água no suporte metodológico

Monteiro e Meneses (2001), apoiados em conceitos propostos por Kelman (1997), desenvolveram metodologia em que as degradações da qualidade da água no corpo receptor causadas pelo lançamento de poluentes que pudessem interferir nos outros usos da água eram consideradas como demandas equivalentes em quantidade de água.

O balanço qualitativo é baseado na equação deduzida a partir da equação de balanço de massa:

$$C_{mistura} = \frac{C_a.Q_a + C_b.Q_b}{Q_a + Q_b} \quad (3.1)$$

em que:

$C_a$  = concentração de dado parâmetro de qualidade no efluente a (em mg/l);

$Q_a$  = vazão do efluente a (em l/s);

$C_b$  = concentração de dado parâmetro de qualidade no efluente b (em mg/l);

$Q_b$  = vazão do efluente b (em l/s);

$C_{mistura}$  = concentração de dado parâmetro da mistura resultante dos efluentes a e b (em mg/l).

A equação de diluição em que se baseia o balanço qualitativo pode ser assim expressa, como discutido em Kelman (1997):

$$Q_{dil} = Q_{ef} \cdot \frac{(C_{ef} - C_{perm})}{(C_{perm} - C_{man})} \quad (3.2)$$

em que,

$Q_{dil}$  = vazão de diluição para determinado parâmetro de qualidade (em l/s);

$Q_{ef}$  = vazão do efluente que contém o parâmetro de qualidade analisado (em l/s);

$C_{ef}$  = concentração do parâmetro de qualidade no efluente (em mg/l);

$C_{perm}$  = concentração permitida do parâmetro de qualidade no manancial em que é realizado o lançamento (em mg/l);

$C_{man}$  = concentração natural do parâmetro de qualidade no manancial em que é realizado o lançamento (em mg/l).

As operações efetuadas na equação de balanço de massa (equação 3.1) consideraram as seguintes identidades:  $Q_{dil} = Q_b$ ;  $C_{perm} = C_{mistura}$ ;  $Q_{ef} = Q_a$ ;  $C_{ef} = C_a$ , e  $C_{man} = C_b$ .

O significado da equação (3.2) pode ser entendido como: a vazão de diluição ( $Q_{dil}$ ) é a vazão necessária para diluir determinada concentração ( $C_{ef}$ ) de dado parâmetro de qualidade, de modo que a concentração resultante seja igual à concentração permitida ( $C_{perm}$ ).

Admite-se que o corpo d'água receptor do efluente apresenta condição natural de concentração do parâmetro de qualidade ( $C_{man}$ ).

A adoção da concentração natural de determinado parâmetro de qualidade no manancial, em lugar da concentração real, deve-se a dois fatores:

- ?? Avaliar o quanto o usuário comprometerá qualitativamente o manancial em termos absolutos, de forma independente e sem a interferência de outros usuários;
- ?? Caso fosse adotada a concentração real no manancial, o resultado poderia ser “negativo”, significando falta de água para a diluição dos efluentes lançados. Essa condição faz com que todas as análises retratem situações que são influenciadas pelos usos existentes, mascarando o real efeito que determinado usuário causa ao manancial.

A resposta dada pela equação (3.2) mostra uma vazão que deve ficar indisponível no corpo receptor, ou seja, é uma vazão ( $Q_{dil}$ ) que o usuário se apropria, mesmo sem usá-la de fato, para diluir poluente por ele lançado no corpo hídrico.

Essa vazão de diluição se propaga para jusante, podendo o seu valor aumentar, diminuir, ou mesmo se manter constante, dependendo das seguintes condições:

- ?? Se o parâmetro de qualidade que está sendo diluído é conservativo ou não-conservativo;
- ?? Se as concentrações permitidas ( $C_{perm}$ ) do parâmetro nos trechos de jusante ao do lançamento sofrerem mudanças.

Na vazão de diluição de um determinado parâmetro de qualidade, não poderá ser diluído mais lançamento algum desse mesmo parâmetro, sendo possível, no local, porém, a sua utilização para diluição de outros parâmetros, bem como para captação.

Quando do lançamento de efluentes, a Vazão de Diluição somada à vazão do próprio efluente resulta em uma mistura cuja concentração final não deverá ultrapassar determinado limite (concentração permitida –  $C_{perm}$ ).

No caso de lançamento de efluentes que possuam poluentes não-conservativos, como a Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO, por exemplo, a concentração resultante da mistura ( $C_{perm}$ ) sofrerá uma variação ao longo do tempo e do espaço, decorrente do processo de autodepuração do corpo hídrico. Enquanto que, para a DBO, a concentração crítica ocorre no ponto de lançamento, para o parâmetro OD, a concentração crítica ocorre a jusante do lançamento.

A vazão da mistura que esse usuário torna indisponível no manancial para outras diluições do mesmo parâmetro pode ser chamada de Vazão Indisponível ( $Q_{indisp}$ ). É importante lembrar que a indisponibilidade hídrica mencionada é virtual.

Diante desse cenário, as informações de vazões de referência nos trechos em análise são de extrema importância. Para um dado cenário de vazões de referência ( $Q_{7,10}$ ;  $Q_{90}$ ;  $Q_{30,5}$ , etc.), a vazão indisponível no ponto de lançamento ( $Q_{indisp_1}$ ) é dada pela equação:

$$Q_{indisp_1} = Q_{dil} - Q_{ef} \quad (3.3)$$

O balanço qualitativo deve ser realizado quantificando-se, no passo de tempo considerado, a vazão indisponível total de cada parâmetro de qualidade, com ou sem decaimento, proveniente dos diversos lançamentos efetuados pelos usuários.

A verificação de atendimento ao balanço qualitativo, e, conseqüentemente, o deferimento ou não da outorga de direito do uso dos recursos hídricos, devem ser realizados comparando-se a vazão indisponível total de determinado parâmetro de qualidade (soma de todas as vazões indisponíveis que ocorrem no trecho, no passo de tempo considerado), com a vazão remanescente ( $Q_{reman}$ ), ou seja, a vazão que resta no manancial após todas as interferências. Se a vazão indisponível total em qualquer momento, ou qualquer trecho, for maior que a vazão remanescente ( $Q_{indisp} > Q_{reman}$ ), significa que não há vazão suficiente para diluir os efluentes e manter o manancial na qualidade desejada, ou na qualidade permitida.

Ainda se deve observar em casos de novas emissões se esse uso é prioritário em relação a algum uso já outorgado. Nesse caso, deve-se proceder a algum tipo de negociação. Como a outorga concedida não pode ter seu efeito suspenso, o órgão gestor deve estar ciente para a não-renovação da outorga com uso não-prioritário.

### 3.4. MODELOS DE QUALIDADE DA ÁGUA

Segundo Bittencourt *et al.* (1997), existe uma grande variedade de modelos de qualidade da água e cada um deles foi desenvolvido em função de um problema particular ou de uma série deles. Alguns modelos são limitados à estimativa de cargas baseadas no uso do solo enquanto outros simulam processos físicos, químicos ou biológicos nos corpos de água. Outros modelos ainda representam um conjunto dos processos envolvidos tanto no uso da terra como no corpo d'água. Na Tabela 3.3, estão apresentados alguns modelos de qualidade da água com base no uso do solo.

Tabela 3.3 - Exemplos de Modelos Baseados no Uso do Solo (modificado - Bittencourt *et al.*, 1997)

AGNPS	Agricultural Nonpoint Source Pollution Model - O Modelo de Poluição de Fontes não-pontuais Agrícolas - foi desenvolvido para avaliar várias práticas do manejo da agricultura. O modelo simula um único evento de chuva. O AGNPS foi ligado diretamente a sistemas de informação geográfica para desenvolvimento de arquivos de entrada. O modelo estima erosão do solo e estima, também, cargas de nutrientes. Sedimento associado e nitrogênio solúvel e contribuições de fósforo são estimados, necessitando dados específicos do local. O Modelo AGNPS vem sendo largamente usado para simular grandes bacias agrícolas nos Estados Unidos da América.
GWLF	Generalized Watershed Loading Functions Model - O modelo de Funções Gerais de Carregamento de Bacias avalia as cargas de nitrogênio e fósforo de grandes bacias de uso misto (agrícola, rural, urbano). O modelo inclui erosão usando a Equação Universal de Perda de Solo (USLE) e calcula cargas de nitrogênio total e dissolvido e de fósforo (tóxicos e metais não estão incluídos). Um componente de água subterrânea é incluído, baseado em balanço de massa. O GWLF vem sendo usado para simular várias bacias nos Estados Unidos.
HSPF	Hydrologic Simulation Program - Fortran. Este modelo combina as cargas de escoamento da bacia e cargas, transporte e transformação, nos rios, de OD/DBO, nutrientes, algas e pesticidas/tóxicos. O HSPF requer uma extensa gama de dados de entrada e coeficientes para parametrizar cada processo de qualidade e quantidade de água. As simulações detalhadas de ciclo de nutriente incluem nitrificação e denitrificação, absorção de amônia e de ortofósforo, uptake (coletor ascendente de gás), vaporização e imobilização. As transformações detalhadas de tóxicos no rio incluem solubilidade, volatilização, fotólises, oxidação e biodegradação; somente a variação em uma dimensão é considerada no corpo de água. O HSPF inclui três compartimentos de algas e considera a respiração, crescimento, assentamento e morte usando a cinética Michaelis-Menten. O HSPF é um modelo altamente detalhado; ele vem sendo aplicado nos Estados Unidos largamente.
SLAMM	Source Loading and Management Model - O Modelo de Carregamento e Manejo de Fonte estima as cargas de poluentes e escoamento de bacias urbanas baseado, no aumento de poluentes nas superfícies entre eventos de chuvas. Sedimentos, demanda de oxigênio, nutrientes, bactéria e metais podem ser simulados para eventos de chuvas isolados. O modelo não é apropriado para outros tipos de bacias ou outras simulações senão de eventos de chuva. O SLAMM foi primeiramente usado no norte dos Estados Unidos.

Tabela 3.3 - Exemplos de Modelos Baseados no Uso do Solo, continuação (modificado - Bittencourt *et al.*, 1997)

SWMM	Storm Water Management Model - O Modelo de Gerenciamento de Drenagem consiste em vários blocos de programas que podem ser rodados juntos ou individualmente. O RUNOFF simula o escoamento superficial e subsuperficial e cargas poluentes para sólidos (USLE), demanda de oxigênio, nutrientes, bactéria, metais e tóxicos. O TRANSPORT detecta escoamentos e cargas através da bacia, baseado numa equação de onda cinemática modificada, permitindo decaimento de primeira ordem e deposição/carreamento de sólidos. O SWMM pode ser rodado para eventos únicos ou continuamente, produzindo vários resumos estatísticos. Como alternativa, o SWMM pode simular condições típicas ou extremas. O modelo foi aplicado largamente para bacias grandes e pequenas nos EUA, Canadá, Europa e Austrália.
WMM	Watershed Management Model - O Modelo de Gerenciamento de Bacia estima escoamento e cargas poluentes de bacias de uso misto (agrícola, rural, urbano) onde dados específicos do local são limitados. Geralmente, os índices anuais pluviométricos são usados para gerar índices de escoamento e cargas de poluentes anuais; entretanto, o WMM tem sido usado para estimar cargas sazonais. Cargas para sólidos, nutrientes, demanda de oxigênio e metais podem ser estimadas usando concentrações de média do evento dos poluentes no escoamento, medidas ou estimadas, de cada tipo de uso do solo. O WMM também inclui fontes pontuais de descargas na tabulação de cargas da bacia. O WMM vem sendo utilizado largamente nos Estados Unidos.

Na Tabela 3.4, estão apresentados alguns modelos de qualidade da água que estimam cargas baseados em processos físicos, químicos ou biológicos nos corpos de água.

Tabela 3.4 - Exemplos de Modelos Baseados em processos físicos, químicos ou biológicos nos corpos de água (modificado - Bittencourt *et al.*, 1997)

CE-QUAL-ICM	O modelo CE-QUAL-ICM pode ser aplicado em uma, duas ou três dimensões e deve ser ligado a um modelo hidrodinâmico. O modelo inclui processo detalhados de qualidade d'água para temperatura, salinidade, balanço de OD/carbono, ciclos de nitrogênio, fósforo e sílica e interações de fitoplâncton, zooplâncton, bactéria e sedimentos. O CE-QUAL-ICM requer uma grande quantidade de dados para calibragem de processos químicos e biológicos.
CE-QUAL-RIVI	O modelo CE-QUAL-RIVI é um modelo hidrodinâmico de dinâmica unidimensional e de qualidade da água usado para simular escoamentos altamente variáveis em rios com barragens ou outras estruturas. O transporte de poluentes por advecção e dispersão é ligado à hidrodinâmica e a transformações de poluentes também são simuladas.
CE-QUAL-W2	O CE-QUAL-W2 é um modelo bidimensional vertical hidrodinâmico e de qualidade da água. O modelo inclui temperatura, salinidade, ciclo de OD/carbono, ciclos de nitrogênio, fósforo, fitoplâncton e bactéria. Vários níveis de complexidade são possíveis devido à organização modular das simulações de qualidade d'água. O CE-QUAL-W2 vem sendo aplicado largamente para rios, lagos, reservatórios e estuários nos Estados Unidos.
CE-QUAL2E	O QUAL2E é um modelo unidimensional de estado permanente usado freqüentemente para simular os efeitos de descargas de poluição de fontes pontuais e não-pontuais na qualidade da água de rios. Ciclos detalhados de OD/DBO e de nutriente são simulados, considerando os efeitos de respiração de algas, reaeração e demanda de oxigênio de sedimentos. Os metais podem ser simulados arbitrariamente como constituintes conservativos ou não. A hidrodinâmica é baseada na equação unidimensional de advecção-dispersão. Este modelo é largamente utilizado em todo mundo, havendo diversos exemplos de aplicação no Brasil.

**Tabela 3.4 - Exemplos de Modelos Baseados em processos físicos, químicos ou biológicos nos corpos de água, continuação (modificado - Bittencourt et al.,1997)**

HSPF	Descrito na tabela 3.4
MIKE 11	O modelo MIKE foi desenvolvido pelo Instituto Dinamarquês de Hidráulica para simular processos de águas pluviais/escoamento em bacias e hidrodinâmica e qualidade da água em corpos de água unidimensionais. A hidrodinâmica é baseada em uma solução das equações diferenciais completas de St. Venant por diferenças finitas para escoamento de canal aberto (é simulado escoamento não permanente). Os módulos de águas pluviais-escoamento usam uma abordagem parâmetro global para simular escoamentos, mas cargas poluentes na bacia não são simuladas.
SIMOX	Dissolved Oxygen Simulation Model - O Modelo de Simulação de Oxigênio Dissolvido foi aplicado para a bacia do rio das Velhas pela YKS Serviços em 1996. O modelo SIMOX inclui OD/DBO, bactéria (Lei de Chick), e uma substância conservativa. A versão mais recente também inclui decaimento de primeira ordem de nitrogênio e fósforo para representar sedimentação, absorção e transformação.
SOBEK/DELWAQ	O Modelo de hidrodinâmica unidimensional SOBEK, assim chamado em menção ao deus egípcio do rio, é usado em conjunto com o Delft Water Quality Model - DELWAQ para simular o destino e o transporte de contaminantes de água de superfície. O modelo SOBEK é baseado na solução das equações de St. Venant para escoamento dinâmico. O DELWAQ inclui vários compartimentos que representam processos particulares de qualidade da água; esses compartimentos podem ser usados individualmente ou em grupos.
WASP	Water Analysis Simulation Program - O Programa de Simulação de Análise da Água foi desenvolvido para simular os processos de hidrodinâmica e de qualidade de água em 1,2 ou 3 dimensões para avaliar o destino e transporte de contaminantes convencionais e tóxicos. Ciclos de OD/DBO detalhados, nitrogênio, fósforo e fitoplâncton são simulados, usando o componente de qualidade da água EUTRO. O módulo TOXI também avalia a cinética de substâncias tóxicas. O WASP vem sendo usado em conjunto com o SWMM; o modelo vem sendo aplicado largamente nos Estados Unidos e frequentemente na América Latina.

### **3.5. ASPECTOS LEGAIS DA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL**

A Lei n.º 9.433/97 instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e estabeleceu, como um de seus instrumentos, a Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos. Trata-se de um ato administrativo mediante o qual o Poder Público outorgante (União, Estados ou Distrito Federal) faculta ao outorgado o uso da água, por prazo determinado, nas condições expressas no respectivo ato. Esse instrumento tem como objetivos assegurar o controle quantitativo e qualitativo da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à mesma, disciplinando a sua utilização e compatibilizando demanda e disponibilidade hídricas.

A Lei n.º 9.984/2000, que criou a Agência Nacional de Águas – ANA, conferiu a essa Agência a competência para emitir outorgas de direito de uso das águas de domínio da União. Os Estados e o Distrito Federal possuem órgãos próprios com competência constitucional para emitir as outorgas de direito de uso das águas de seus domínios.

Os diversos usos da água (abastecimento humano, dessedentação animal, irrigação, indústria, geração de energia elétrica, preservação ambiental, paisagismo, lazer, navegação, etc.) podem ser concorrentes, gerando conflitos entre setores usuários e impactos ambientais. Nesse sentido, gerir recursos hídricos é uma necessidade premente e que tem o objetivo de buscar ajustar as demandas econômicas, sociais e ambientais por água em níveis sustentáveis, de modo a permitir, sem conflitos, a convivência dos usos atuais e futuros da água.

É nesse ponto que o instrumento da Outorga se mostra necessário, pois é possível, com ele, assegurar, legalmente, um esquema de alocação de água entre os diferentes usuários, contribuindo para um uso sustentável da água.

### **3.5.1-Visão histórica sobre a outorga no Brasil**

#### **3.5.1.1- Doutrinas**

Segundo Monteiro e Meneses (2001), a água presente em (rios, lagos etc.) pode ser entendida como um bem livre, sendo que seu uso não estaria atrelado a nenhuma norma, ou não necessitando de permissão para uso. Assim como a água da chuva, não se precisaria de autorização de pessoa física ou jurídica para captação e utilização da água.

Por outro lado, a água pode ser tida como um bem divino, seja de propriedade de um ente público, seja de um ente privado.

Nos Estados Unidos, por exemplo, segundo Wurbs (1995), os direitos de uso da água se dividem em, basicamente, três doutrinas. A primeira delas, adotada na maioria dos Estados americanos, é a doutrina do “First in time is first in right”, onde os primeiros usuários dos recursos hídricos possuem a outorga das águas e, ainda, a prioridade de atendimento quando houver situações de escassez.

A segunda doutrina refere-se ao sistema de propriedade prévia “prior-appropriation”, onde os direitos de uso das águas são inerentes à propriedade da terra ribeirinha.



As prioridades são estabelecidas pela época em que os primeiros usuários se beneficiaram do uso da água. Esta doutrina é adotada em pelo menos 9 Estados americanos. Dois outros Estados adotam a terceira doutrina de Wurbs, que trata de um sistema híbrido de gerenciamento.

De certa forma a doutrina do direitos ribeirinhos ainda perdura no Brasil uma vez que, em diversas transações comerciais de venda de propriedades que possuam cursos d'água, está implícita a transferência do uso da água existente, não tendo qualquer compromisso com outros usuários de jusante.

Pires (1996) reforça essa idéia conceituando a Outorga Vinculada à Terra como a outorga que é informalmente e livremente concedida aos proprietários de terras cujos recursos hídricos nelas se encontrem. O mesmo autor lembra que esse tipo de instrumento não combate a escassez, contribuindo para uma desordenada concorrência sem estabelecimento de prioridades de uso, nem visão integrada no âmbito da bacia hidrográfica.

A Outorga Comercializável é um outro instrumento de gestão de recursos hídricos, em que a água torna-se um bem valorável, podendo ser leiloada, alugada, vendida, ou trocada de acordo com as leis de mercado de procura e oferta.

Wurbs e Walls (1989) e Pires (1996) lembram que esse instrumento é eficiente para tratar a escassez quantitativa, principalmente, uma vez que há uma valoração econômica sobre um bem finito.

No entanto, apesar de sua eficácia econômica, evitando desperdícios e promovendo o uso racional desses mananciais, esse sistema não trata o recurso de forma integrada, com obediência de prioridades de uso. Isto é, há uma tendência ao surgimento de um uso prioritário daqueles economicamente mais capacitados.

Segundo Wurbs e Walls (1989), no estado do Texas, cujo código da água é baseado na doutrina da “prior - appropriation”, a apropriação das águas só é aprovada pela TWC - Texas Water Commision - se o uso benéfico for contemplado, se a conservação da água for praticada, não prejudicando as outorgas existentes e o seu uso não puser em risco o bem-estar social. A outorga, no entanto, garante ao proprietário de um reservatório (cidade, Estado, pessoa física, etc.) vender ou usar a água do mesmo. Existe, também, a autoridade

do governo sobre o rio, o qual vende as águas para cidades, indústrias e propriedades rurais.

Um outro tipo de instrumento de gestão é a Outorga sob Controle. Nessa modalidade, o órgão gestor concede, com base em aspectos técnicos, econômicos, sociais e ambientais, a determinado usuário o direito de captar uma quota de água. São realizadas análises prévias do tipo de uso que será dado à água, sua prioridade no contexto geral da bacia e sua integração com os demais usos com o fim de minimizar conflitos e desperdícios.

A não-obediência das especificações das derivações de água estabelecidas ou o mau uso das mesmas implicará em cancelamento ou não-renovação da outorga.

Trata-se de um esquema de outorga mais amplo que os demais, na medida em que encerra questões ambientais e sociais, combatendo a escassez e possibilitando o acesso de usuários de baixa renda.

A outorga do uso da água é, portanto, um instrumento essencial ao gerenciamento dos recursos hídricos, pois a mesma pode possuir aspectos técnicos, legais e econômicos que, se bem articulados, colaboram para o sucesso da implementação de um sistema racionalizado de uso dos mananciais. Para o planejamento de recursos hídricos, os meios de prover as decisões gerenciais devem estar apoiados em instrumentos legais e normativos que tratem desse tema. Portanto, a outorga da água é um ato governamental que permite, autoriza ou concede determinado volume a ser derivado ou usado, de manancial superficial ou subterrâneo, para uma ou diversas finalidades.

#### 3.5.1.2- Contexto legal

No Brasil, o Regime Jurídico das águas interiores dos rios, lagos, mares internos, portos, canais, baías, estuários, ancoradouros e golfos, nos termos da 1ª Conferência de Direito Internacional de Haia, 1930, é estabelecido pelo Código de Águas (Decreto Federal n.º 24.643, de 10/07/34) e posteriores alterações, com especial importância para o Decreto-lei n.º 852, de 11/11/38.

A Constituição Federal de 1988, em seus artigos 20, III e 26, II, estabelece que a água, seja na forma de lagos e quaisquer correntes em terrenos de seu domínio, ou que banhem mais de um estado, ou constituam limite com outros países ou ainda se estendam em território estrangeiro ou dele provenham, bem como os terrenos marginais e as praias fluviais, constituem um bem público da União. As águas subterrâneas são sempre de domínio do Estado, exceto nos territórios ou áreas de domínio da União.

No que tange à exploração dos recursos hídricos, segundo o artigo 22, IV da Constituição de 1988, é de competência da União legislar sobre águas e energia, viabilizando a exploração dos “serviços e instalações de energia elétrica e o aproveitamento energético dos cursos d’água, em articulação com os Estados onde se situam os potenciais hidroenergéticos”, de forma direta ou por meio de *concessão, permissão ou autorização* (art. 21, XII,b). O artigo 176, 1º, veda autorizações ou concessões a estrangeiros ou sociedades organizadas fora do país. Competem, também, à União o planejamento e a promoção da defesa contra calamidades públicas como secas e inundações, bem como a instituição do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e a definição de critérios de outorga.

Recentemente, as Leis n.º 9.433/97 e 9.984/00 estabeleceram uma nova conformação à gestão de recursos hídricos no Brasil, tornando-a mais descentralizada, participativa e criando uma estrutura institucional dedicada ao tratamento dessa questão, onde se destaca a criação do Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH e da Agência Nacional de Águas – ANA.

### 3.5.1.3- Histórico institucional

Apresenta-se, a seguir, um histórico da administração das águas no Brasil, adaptado de Setti (2000), focando, apenas, os pontos de interesse à outorga.

Tabela 3.5 – Histórico da administração das águas no Brasil (modificado – Setti, 2000)

DATA	EVENTO
1933	Criação no Ministério da Agricultura, da Diretoria de Águas, logo após transformada em Serviço de Águas
1934	O Serviço de Águas passou a fazer parte do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) – Código de Águas

Tabela 3.5 – Histórico da administração das águas no Brasil, continuação (modificado – Setti, 2000)

DATA	EVENTO
1940	Serviço de Águas tornou-se Divisão de Águas (Decreto n.º 6.402/40)
1965	A Divisão de Águas foi transformada no Departamento Nacional de Águas e Energia – DNAE (Lei n.º 4.904/65)
1968	Denominação alterada para Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica – DNAEE (Decreto n.º 63.951/68).

O Código de Águas criou o instrumento da outorga em três níveis: federal, estadual e municipal. As instituições criadas desde 1934 tinham competência para emissão de outorgas das águas de domínio da União e para todas as finalidades. Porém, a partir de 1984, com a regulamentação da Lei de Irrigação (Lei n.º 6.662/79), o DNAEE perdeu a competência para emitir outorga para fins de irrigação. Essa competência passou a ser do então Ministério da Irrigação.

Do ponto de vista da gestão dos recursos hídricos, incorreu-se em um erro: dar a competência de emitir outorgas sobre as mesmas águas, para finalidades diferentes, a dois órgãos distintos. Agravou-se o problema com o fato de ambos os órgãos serem, ainda, setores usuários da água (setor elétrico e setor agrícola), o que pressupõe tendenciosidade na análise dos pedidos de outorga.

Tabela 3.6 – Histórico da gestão de recursos hídricos

DATA	EVENTO
1995	Criada a Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente – SRH/MMA (Medida Provisória n.º 813, de 01/01/95)
1995	Criada a Superintendência de Recursos Hídricos - SRH/BA, autarquia integrante da administração indireta da Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Habitação (Lei nº 6.855, de 12 /05/95)
1996	Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL (Lei n.º 9.427, de 26/12/96)
1997	Sancionado o Decreto 6.296, de 21/03/97, previsto na Lei nº 6.855, de 12 /05/95 que dispõe sobre a outorga de direito de uso de recursos hídricos, infração e penalidades e dá outras providências
1997	Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, previsto na Lei n.º 9.433/97 e instituído pelo Decreto n.º 2.612, de 03/06/98;
2000	Criação da Agência Nacional de Águas – ANA (Lei n.º 9.984, de 18/07/2000)

No final de 1997, agora com a existência da SRH/MMA e da ANEEL, quase 14 anos depois, foi possível reparar o erro mencionado anteriormente. A emissão das outorgas para todas as finalidades, exceto para o aproveitamento do potencial hidráulico para a geração de energia elétrica, passou a ser, na prática, de competência da SRH/MMA. Dessa forma, voltou-se a ter um único órgão para gerenciar as águas de domínio da União e com menor risco da tendenciosidade, por não ser o Ministério do Meio Ambiente um usuário da água.

Em 21/03/97 foi sancionado o decreto nº 6.296 que dispõe sobre a outorga

Com a criação da Agência Nacional de Águas – ANA, diversas atribuições da Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente passaram para essa Agência, dentre elas a competência para emitir outorgas de direito de uso de recursos hídricos de domínio da União.

### **3.5.2- Comentários sobre a legislação existente**

#### **3.5.2.1- LEI n.º 9.433/97 (“Lei das Águas”)**

A Outorga de direito de uso dos recursos hídricos está estabelecida como instrumento da Lei n.º 9.433/97.

Monteiro e Meneses (2001) fazem uma análise sobre os diversos artigos da Lei supracitada que estabelece e detalha o instrumento outorga. O artigo 11 estabelece que o regime de outorga tem como objetivos assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água. Para que isso seja possível, é fundamental o conhecimento dos impactos qualitativos e quantitativos de cada usuário e, principalmente, a sistematização da avaliação cumulativa desses impactos sobre o corpo de água.

O artigo 12 estabelece os usos dos recursos hídricos que estão sujeitos à outorga pelo Poder Público, dentre eles:

- ?? Captação de água, lançamento de efluentes e outros usos que alterem o regime, a qualidade ou a quantidade do corpo hídrico;
- ?? O uso para fins de aproveitamento de potenciais hidrelétricos;

?? Extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo.

O artigo 12, no primeiro parágrafo, estabelece que algumas formas de uso da água podem ser consideradas insignificantes, tirando, com isso, a obrigatoriedade da outorga sobre as mesmas, mas não a responsabilidade de computá-las e quantificá-las nos balanços qualitativos e quantitativos, pois um conjunto de usos insignificantes pode tornar-se significativo.

A artigo 13 estabelece que “Toda outorga estará condicionada às prioridades de uso estabelecidas nos Planos de Recursos Hídricos e respeitar a Classe em que o corpo hídrico estiver enquadrado e a manutenção de condições adequadas ao transporte aquaviário, quando for o caso”. Esse artigo estabelece, claramente, que as condições preexistentes que possibilitam o transporte aquaviário devem ser preservadas, mesmo após a implantação de interferências no corpo de água, tais como barragens e travessias.

A navegação é um uso da água que exige manutenção de níveis de água mínimos para o calado das embarcações, o que implica restrição aos usos consuntivos localizados a montante dos trechos navegáveis. Portanto, trata-se de um uso da água como outro qualquer e que também poderá ser objeto de outorga.

O artigo 14, no seu primeiro parágrafo, estabelece que “O Poder Executivo Federal poderá delegar aos Estados e ao Distrito Federal competência para conceder outorga de direito de uso de recursos hídricos de domínio da União”. Porém, a delegação é apenas da competência para emitir a outorga e não da responsabilidade sobre a mesma, a qual permanece com a União. Dessa forma, se houver algum descumprimento de regras que resulte em ações na justiça, por exemplo, a responsabilidade é da União. Portanto, a delegação pressupõe confiança, por parte da União, representada pela ANA - Agência Nacional de Águas, nos procedimentos técnicos e administrativos adotados pelos estados.

#### 3.5.2.2- LEI n.º 9.984/2000

A Lei n.º 9.984, de 17 de julho de 2000, que dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos

Hídricos, regulamenta alguns pontos em relação à outorga de direito de uso de recursos hídricos de domínio da União. Seguem alguns destaques dessa Lei.

O artigo 6 estabelece que “A ANA poderá emitir outorgas preventivas de uso de recursos hídricos, com a finalidade de declarar a disponibilidade de água para os usos requeridos, observado o disposto no art. 13 da Lei no 9.433, de 1997”. O parágrafo primeiro desse artigo complementa dizendo “A outorga preventiva não confere direito de uso de recursos hídricos e se destina a reservar a vazão passível de outorga, possibilitando, aos investidores, o planejamento de empreendimentos que necessitem desses recursos”.

Trata-se de um desdobramento da Outorga estabelecida na Lei n.º 9.433/97 que, associado ao artigo 7 da Resolução CNRH nº 16/01, que regulamenta nacionalmente a outorga, permite estender esse novo conceito a todos os corpos de água do país. A intenção desse artigo é proporcionar aos empreendedores garantias de que seu empreendimento terá água à época em que estiver implantado.

O Artigo 7 diz que “Para licitar a concessão ou autorizar o uso de potencial de energia hidráulica em corpo de água de domínio da União, a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL deverá promover, junto à ANA, a prévia obtenção de declaração de reserva de disponibilidade hídrica”. O parágrafo segundo complementa dizendo que essa declaração será transformada automaticamente em outorga de direito de uso de recursos hídricos à instituição ou empresa que receber da ANEEL a concessão ou a autorização de uso do potencial de energia hidráulica. Esse procedimento, de certa forma, resolve e acomoda os problemas de competência sobre a autorização de implantação desse tipo de empreendimento.

### **3.5.3- Aspectos administrativos da outorga**

A seguir, é apresentada uma rotina de procedimentos administrativos que, de uma forma bastante genérica, é seguida pelas entidades gestoras de recursos hídricos.

O início do processo administrativo da outorga acontece, normalmente, quando o usuário de recursos hídricos encaminha ao órgão gestor de recursos hídricos os Formulários de Outorga<sup>4</sup> preenchidos e acompanhados da documentação técnica e legal solicitada.

Posteriormente, é realizada uma avaliação preliminar do material enviado, após a qual é encaminhado a um Setor de Protocolo para abertura do Processo Administrativo. Com o processo formalizado, é realizada uma nova avaliação da documentação encaminhada. Havendo insuficiência de dados ou inconsistência nas informações, o usuário é informado que possui um determinado prazo para complementar ou corrigir as informações, sob pena de arquivamento de seu processo.

Estando o processo com as informações completas, o mesmo é submetido a uma série de avaliações, dentre elas: avaliação técnica, jurídica e de empreendimento, com a emissão dos respectivos pareceres.

Havendo manifestação favorável sobre essas avaliações, o pleito de outorga é, então, deferido e encaminhado para assinatura do documento de outorga (Portaria, Resolução, etc.) e posterior publicação no Diário Oficial do Estado, do Distrito Federal ou da União, dependendo do domínio das águas e do órgão competente.

Porém, se pelo menos uma das avaliações for contrária ao pleito de outorga, o usuário é contatado para refazer a sua solicitação sob novas condições legais e/ou de utilização da água, as quais serão passíveis de aprovação. A desistência ou o indeferimento do pleito implica arquivamento do processo.

---

<sup>4</sup> Os formulários de outorga são fichas cadastrais onde o requerente da outorga identifica, caracteriza e especifica a utilização que pretende fazer de determinado corpo de água.



Categoria de outorga - As categorias de outorga podem ser assim descritas, outorga de direito de uso de recursos hídricos – para os casos de novas outorgas, alteração de outorga de direito de uso de recursos hídricos – altera as condições de uma outorga emitida, renovação de outorga de direito de uso de recursos hídricos – para os casos de vencimento da outorga, transferência/cessão de outorga de direito de uso de recursos hídricos – para os casos de transferência do empreendimento a terceiros, nas mesmas condições de utilização da água da outorga original.

Modalidade de outorga - Outorga está dividida em diversas modalidades, derivação ou captação de água, lançamento de efluentes, obras hidráulicas – para os casos de construção de barragens, canalizações, diques, etc., execução de serviços – para os casos de serviços de desassoreamento, limpeza de margens, etc. travessia – para os casos de construção. Finalidade do uso - A finalidade dos usos dos recursos hídricos são variados: irrigação, indústria, aquicultura, criação de animais para fins comerciais, saneamento.

Avaliação técnica - As informações mínimas necessárias para realização da avaliação técnica (disponibilidade hídrica) do pleito de outorga pode ser: identificação do uso (irrigação, saneamento, lazer, geração de energia, etc.), localização do pleito (bacia, coordenadas, manancial, município, UF), demanda sazonal do pleito para captação de água e/ou lançamento de efluentes, características físico-químicas e biológicas dos efluentes (obtidas em articulação com o órgão de Controle Ambiental), dados hidrometeorológicos e estudos hidrológicos, demandas existentes em toda bacia hidrográfica (a montante e a jusante do aproveitamento), reservatórios existentes.

A avaliação técnica consiste na verificação da disponibilidade hídrica do manancial, isso é, se a vazão que está sendo solicitada pode ser atendida pelo manancial, tanto em termos de quantidade quanto de qualidade de água. Avalia-se, portanto, se a interferência pleiteada está coerente com os critérios de alocação de água previamente determinados e se os impactos qualitativos e quantitativos são aceitáveis dentro de determinada margem de segurança.

## 4. METODOLOGIA

Neste item, apresenta-se a metodologia utilizada para desenvolvimento desta pesquisa, com discussão das abordagens adotadas. A Figura 4.1 apresenta as etapas do desenvolvimento do trabalho.

Um suporte metodológico de apoio à tomada de decisão no âmbito do processo de outorga dos direitos de uso dos recursos hídricos tem o propósito de proporcionar uma ferramenta computacional de auxílio aos gestores públicos no momento da tomada de decisão a respeito de pleitos de outorga. As principais características pretendidas para essa ferramenta computacional são:

- ?? Capacidade de armazenar as bases de dados em um banco de dados de forma que a sua manipulação seja simples e possibilite ao usuário alterações durante o processo atual de análise ou em análises futuras;
- ?? Possibilidade ao usuário de simular vazão para pontos nos quais as mesmas não sejam conhecidas, isso a partir do conhecimento prévio de series pluviométricas ou de informações de fluviometria;
- ?? A geração de cenários atuais e futuros de análise dos pleitos de outorga, incorporando percentuais de atendimentos aos diferentes usuários, assim como novos usuários e cancelamento ou término de outorgas;
- ?? Possibilidade de expansão e aperfeiçoamento do suporte.

O desenvolvimento do trabalho se deu em três etapas principais:

- (i) revisão bibliográfica e caracterização da área de estudo;
- (ii) aperfeiçoamento do sistema de apoio a decisões – Módulo de Quantidade – e desenvolvimento e implementação do Módulo de Qualidade (SAD);
- (iii) aplicação à bacia do rio Jacuípe, com avaliação de resultados.

A revisão bibliográfica incluiu quatro temas: (a) processos de avaliação de quantidade dos corpos hídricos; (b) sistemas de apoio a decisões; (c) processos de avaliação de qualidade dos corpos hídricos; e (d) arcabouço legal da gestão de recursos hídricos no Brasil.

No que se refere ao primeiro e ao terceiro tema, foram discutidos aspectos teóricos e práticos relativos às condições de quantidade e qualidade para fins de pleito de outorga de uso dos recursos hídricos.

Completando os temas da revisão bibliográfica, estudaram-se os sistemas de apoio a decisões, com vistas a identificar fundamentos para harmonizar esses módulos desenvolvidos e aperfeiçoados em uma interação homem-máquina. Para isso, foram abordados aspectos conceituais (objetivos, características necessárias, hipóteses básicas, limitações dos modelos) e operacionais (estrutura de arquivos, linguagem de programação) do desenvolvimento de sistemas de apoio a decisões.

Para a segunda etapa - aperfeiçoamento do sistema de apoio a decisões – Módulo de Quantidade – e desenvolvimento e implementação do Módulo de Qualidade, foi efetuada pesquisa junto a entidades de pesquisa e gestoras de recursos hídricos (UFBA - Universidade Federal da Bahia, CRA/BA - Centro de Recursos Ambientais do estado da Bahia, SRH/BA - Superintendência de Recursos hídricos do estado da Bahia, EMBASA – Empresa Baiana de Água e Saneamento) para obtenção de dados (hidrológicos, climatológicos, e de qualidade da água, cadastro dos usuários, de uso e ocupação do solo), sobre a bacia do rio Jacuípe, bacia escolhida para teste do suporte metodológico.

Na terceira fase, de forma concomitante à revisão bibliográfica, procedeu-se à caracterização da área de estudo e avaliação dos resultados obtidos da aplicação do suporte metodológico à bacia do rio Jacuípe. Na concepção do módulo de qualidade, foram utilizados conceitos de balanço de massa e auto-depuração em corpos hídricos.

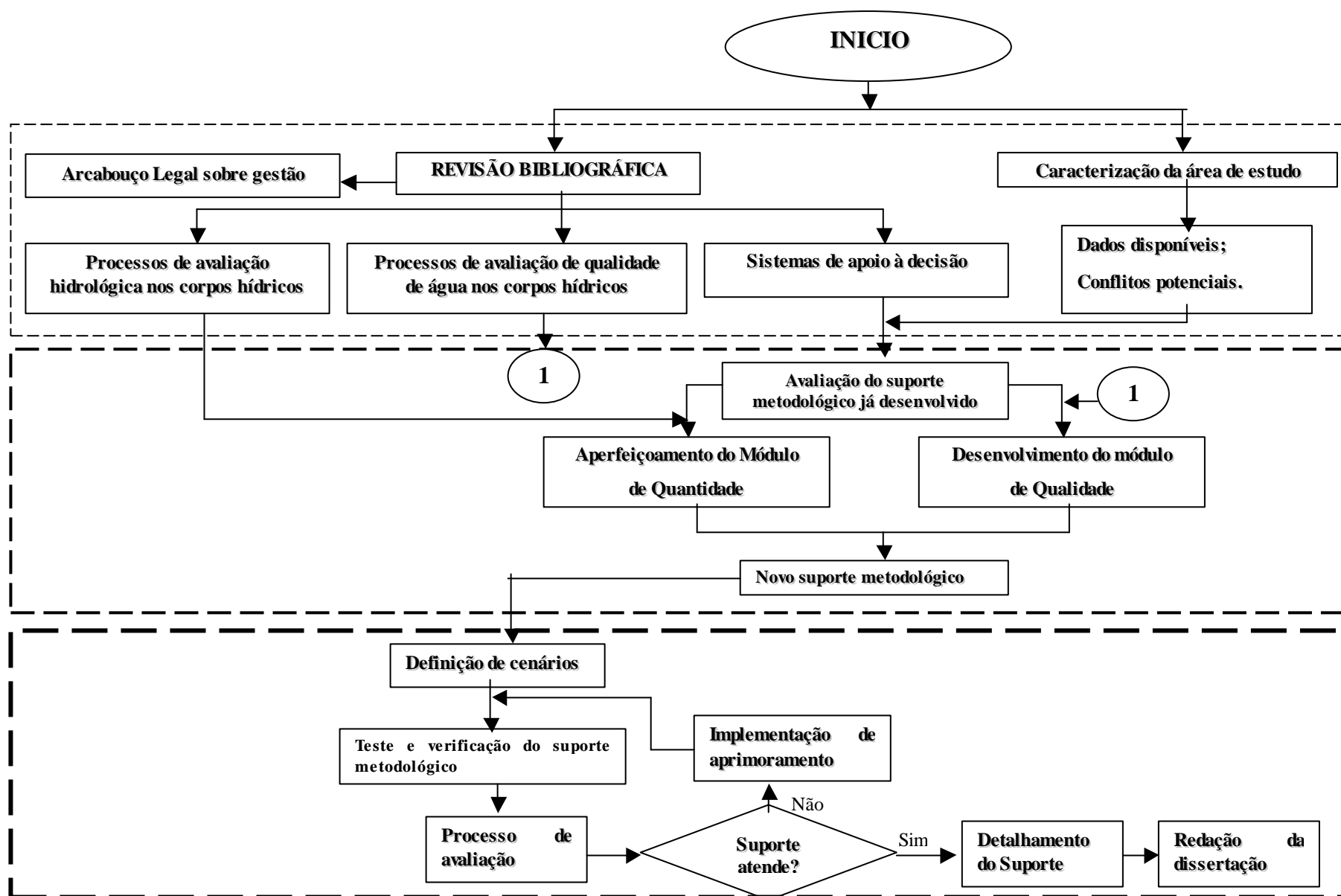


Figura 4.1 – Esquema da metodologia proposta para desenvolvimento do estudo

A seguir, descrevem-se os procedimentos que fazem parte das tarefas envolvidas no estudo e desenvolvimento do suporte metodológico.

## **ESTUDO DO ARCABOUÇO LEGAL DA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS**

O arcabouço legal, institucional e administrativo estudado abordou as políticas de gestão de recursos hídricos no Brasil, buscando identificar os procedimentos e bases legais para implantação dos sistemas de gerenciamento dos recursos hídricos.

O estudo iniciou-se pela Lei n.º 9.433/97, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos. Posteriormente, buscou-se analisar a visão histórica sobre a outorga, passando por temas como: doutrinas, contexto legal, histórico institucional. Paralelamente, analisou-se a legislação existente, tendo sido abordados os aspectos administrativos da outorga, envolvendo aspectos como: categoria, modalidade, finalidade de uso e avaliação técnica sobre a outorga.

O objetivo desse estudo foi conhecer os procedimentos legais de deferimento de outorgas, tanto de quantidade quanto de qualidade da água, nos estados brasileiros de maior atuação no segmento de recursos hídricos.

## **PROCESSOS DE AVALIAÇÃO HÍDRICA EM CORPOS HÍDRICOS**

A análise dos processos de avaliação hídrica em corpos hídricos inicia-se pela fundamentação técnica da outorga em seus diversos temas, como: critérios de outorga para captação e lançamento de efluentes e modelos matemáticos. Paralelamente, foi definida a forma de avaliação do módulo de qualidade da água no suporte metodológico, tratando de sua formulação matemática e condições de contorno.

O estudo desse tópico foi norteado pela busca das disponibilidades ou deficiências hídricas em seções de análise, ou seja, ao final deve ser possível avaliar a possibilidade ou não de outorgar um determinado usuário para um devido fim ou mesmo verificar o incremento positivo ou negativo tanto na quantidade como na qualidade dos recursos hídricos de trechos de cursos d'água, em determinadas situações.

## **ESTUDO DAS FERRAMENTAS DE APOIO À DECISÃO**

Esse estudo tratou da base técnica e teórica para formulação de sistemas de apoio à decisão para apoio aos gestores no processo de outorga de direitos do uso da água.

Neste estudo, buscou-se conhecer as etapas importantes na elaboração desses sistemas bem como do conhecimento de seus módulos (banco de dados, banco de conhecimento, modelos e análises). O estudo foi iniciado a partir da pertinência de se expandir um sistema já desenvolvido, mais especificamente o DAFNE – Sistema apoio à decisão para análise de pleitos de outorgas, do programa de pós-graduação da Universidade de Brasília, utilizando a linguagem de programação *Borland Delphi – Versão 6* (Leão, 2000).

Cabe lembrar que o DAFNE, nesse momento da pesquisa, estava habilitado apenas para promover análises de outorga para captação, levando-se em consideração a quantidade de água.

Paralelamente, iniciou-se o desenvolvimento do módulo de qualidade, levando-se em consideração os princípios de balanço de massa e de auto-depuração em corpos hídricos e o aperfeiçoamento do módulo de quantidade do DAFNE. O aperfeiçoamento contemplou no sistema antigo um novo layout, buscando diminuir a entrada de informações, um novo sistema para entrada dos dados das vazões de referência, que busca ajudar na concepção de bacias sem dados adequados e a concepção de um módulo de diálogo evolutivo que poderá possibilitar o sistema interagir com outros programas (de simulação tanto de quantidade quanto de qualidade da água).

## **DESENVOLVIMENTO DO SUPORTE METODOLÓGICO**

Como salientado, o desenvolvimento do suporte inicia-se a partir do uso de uma estrutura computacional já pronta, mas que apenas tratava de aspectos quantitativos. O DAFNE se mostrou compatível a receber novas implementações, ressaltando-se algumas alterações feitas no módulo de balanço hídrico. Decidiu-se prosseguir com a linguagem de programação já utilizada a *Borland Delphi - Versão 6*. A atividade de programação contou com o auxílio de um programador especializado nessa linguagem de programação.

O desenvolvimento do novo suporte consistiu na programação de uma estrutura gerencial formada por uma série de entradas e saídas de dados, por metodologias de avaliação e por procedimentos de análise.

Diante a impossibilidade de desenvolver um modelo de apoio à decisão no processo de outorga e gerenciamento dos recursos hídricos, que contemple todas as necessidades relativas ao tema identificados, optou-se por conduzir o desenvolvimento de uma estrutura básica, capaz de possibilitar uma indicação quanto ao deferimento ou não de uma solicitação de outorga de direito de uso dos recursos hídrico, bem como o grau de comprometimento da qualidade hídrica do manancial por ação de cada usuário, isso tudo se juntando a indicações de rotinas que podem ser introduzidas na tentativa de aperfeiçoar o modelo proposto.

Essas reflexões conduziram à concepção do modelo formado por quatro módulos principais (Módulo I - Caracterização geral do sistema, Módulo II - Análise quantitativa e qualitativa da água dos recursos hídricos, Módulo III - Modelação hídrica, Módulo IV – Controle de outorgas e apresentação de resultados), conforme Figura 4.2.

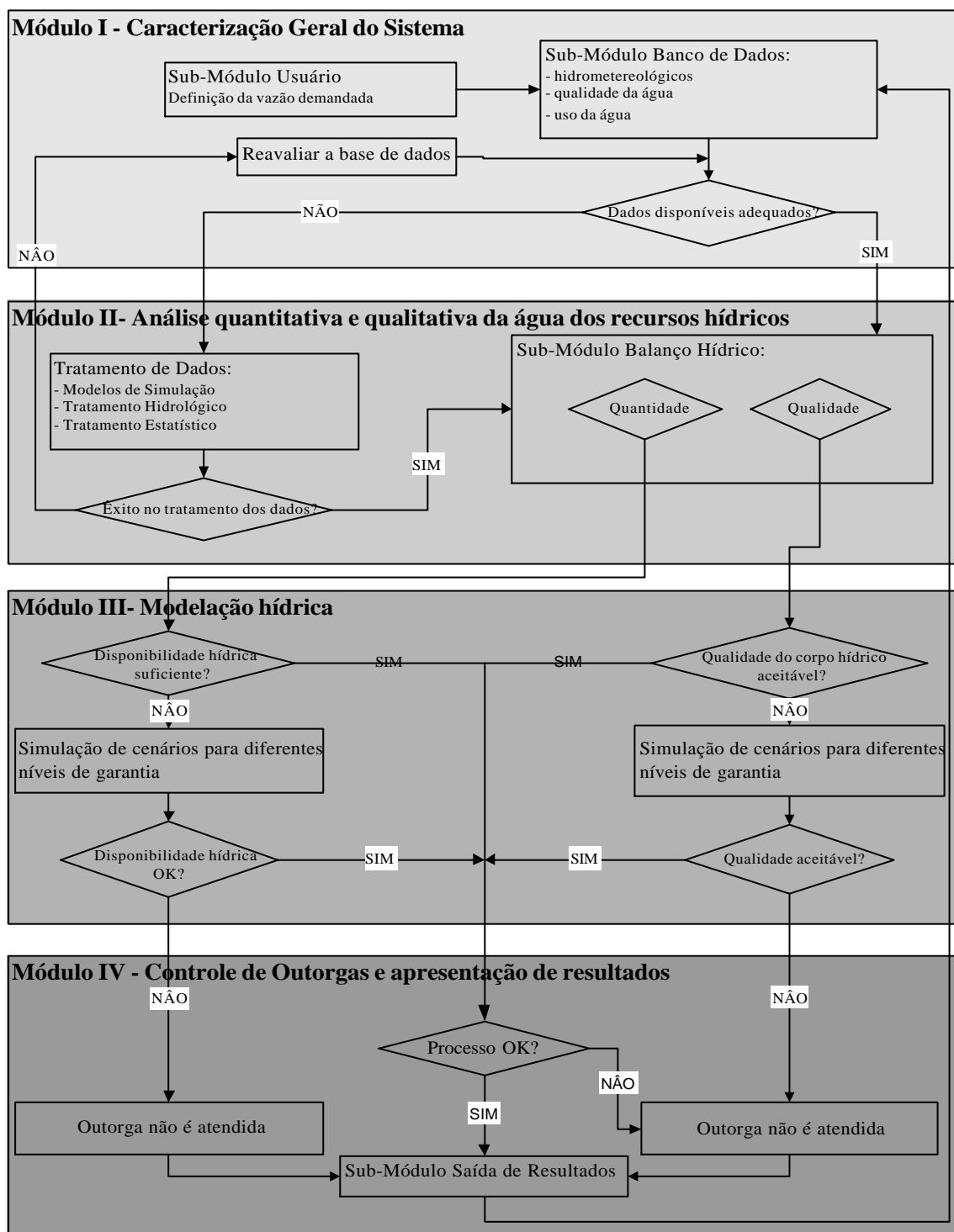


Figura 4.2 – Concepção do suporte metodológico proposto

A componente entrada de dados tem como função fornecer ao modelo as informações necessárias para os procedimentos de análise e avaliação, além de servir como um banco de dados cadastrais.

A última componente a integrar a estrutura do suporte referiu-se à definição das estruturas de análise, representadas pelos condicionantes de alocação de água, para atender ou não



aos pleitos de outorga pelos usos da água, tanto para captação como para lançamento, além de abordar um critério de gestão do ponto de vista macro da bacia, verificando onde e com que quantidade hídrica cada usuário interfere na bacia hidrográfica.

## **CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

A caracterização preliminar da área de estudo objetivou não só disponibilizar os dados para apoiar a realização do teste do suporte, como também auxiliar na própria formulação do suporte metodológico, na medida em que a observação de problemas reais de uso de água em uma bacia auxilia na definição das características que o suporte deva ter.

Foi selecionada a bacia do rio Jacuípe, na Bahia, como caso de estudo dessa pesquisa. Duas foram as razões principais dessa escolha:

- a) buscar um sistema hídrico diferente de um sistema hídrico típico do bioma de Cerrados, como é o caso da bacia do lago Descoberto, caso de estudo de Pereira (2000); e
- b) facilidades logísticas e operacionais para desenvolvimento do caso de estudo.

Os principais aspectos dessa caracterização envolveram as disponibilidades hídricas, os usos e usuários, as leis, as instituições e os decisores.

Com relação às disponibilidades hídricas, foram caracterizados pluviometria, hidrologia e climatologia, tendo como fundamento informações existentes em mapas e outras fontes disponíveis, bem como em dados obtidos diretamente dos órgãos que os gerenciam. Os estudos hidrológicos foram realizados a partir do exame dos dados hidrométricos, obtidos no banco de dados da ANA e incluíram: tratamento de séries históricas, análises estatísticas das séries, determinação das distribuições temporais e espaciais de precipitações e vazões, permitindo caracterizar a área quanto à disponibilidade hídrica.

As demandas, tanto para captação como para lançamento, foram estimadas a partir de pesquisas junto a entidades de gerenciamento dos recursos hídricos, por meio de informações obtidas nos cadastros.

## **TESTE E AVALIAÇÃO DO SUPORTE METODOLÓGICO**

Realizaram-se testes com o suporte proposto para diferentes cenários de uso da água na bacia do rio Jacuípe, para avaliar o desempenho do suporte. No que se refere à verificação quanto à pertinência de utilização de um suporte assim concebido nas atividades de avaliação dos pleitos de outorga, buscou-se a opinião de técnicos do setor de gerenciamento dos recursos hídricos do estado da Bahia e de profissionais de consultoria que tratam dessa questão. Essa consulta auxiliou, também, na identificação de aspectos passíveis de serem reformulados no suporte, bem como opções mais adequadas para reorganizá-lo.

## **5. APERFEIÇOAMENTO DO DAFNE**

Nesta parte dos estudos, aborda-se a forma como foi estruturado o suporte metodológico para avaliação da quantidade e qualidade dos recursos hídricos em uma bacia hidrográfica.

### **5.1- O DAFNE 0.97/2003**

O DAFNE 0.97/2003 é composto de quatro módulos assim denominados:

- ?? Módulo I - Caracterização geral do sistema;
- ?? Módulo II - Análise quantitativa e qualitativa dos recursos hídricos;
- ?? Módulo III - Modelação hídrica;
- ?? Módulo IV – Controle de outorgas e apresentação de resultados.

A estrutura do primeiro módulo é responsável por receber dados gerais do sistema que será analisado e tratá-los, de forma a permitir que o suporte metodológico reconheça essas informações, gerando uma primeira concepção a respeito das características do sistema.

O segundo módulo é responsável pela realização da avaliação dos aspectos quantitativos e qualitativos, dos recursos hídricos. As avaliações desses aspectos partem de informações de dados de vazões definidos como referência, bem como outros parâmetros importantes na entrada de dados do modelo. Em seguida, confronta-se a disponibilidade do sistema com o volume de água que está sendo solicitado para captação ou para a prática de diluição de efluentes não-conservativos, para, então, recomendar o deferimento ou não do pleito de outorga. Ainda, nesse módulo, é possível efetuar uma análise gerencial dos recursos hídricos em uma bacia hidrográfica, ou seja, visualizar como um usuário pode afetar a quantidade ou qualidade dos recursos hídricos.

O terceiro módulo foi desenvolvido para dar apoio ao suporte no que diz respeito à modelagem hidrológica, ou seja, no tratamento de dados inadequados, sendo especialmente útil nos casos em que se deseja simular dados de vazão a partir de dados de pluviometria.

O quarto módulo foi desenvolvido para dar apoio ao suporte metodológico em suas análises e avaliações e foi estruturado com a finalidade de tratar os dados informados pelo usuário durante a consulta ao programa.

O DAFNE 0.97/2003 foi elaborado para tratar a análise do pleito de outorga indiferentemente do tipo de informações que estejam disponíveis na bacia hidrográfica em questão. Esse aspecto é importante devido o fato de os dados de entrada do modelo serem trabalhados em módulos distintos dos modelos. Dessa forma, o usuário com conhecimento prévio dos conceitos relacionados a recursos hídricos, pode tratar da melhor forma possível os dados de entrada do modelo, utilizando-se das ferramentas que melhor se adequarem à sua situação de análise.

## **5.2- MÓDULO DE QUANTIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS**

Quando um usuário se apropria de um volume de água, ele interfere na dinâmica da bacia hidrográfica, pois diminui as possibilidades de utilização por parte dos usuários que estão a jusante do ponto de captação. Da mesma forma, quando um usuário lança um efluente líquido em um manancial, ele pode estar agregando uma série de substâncias com características diferentes das do corpo hídrico. Dependendo da quantidade e das características do efluente lançado, o lançamento poderá ou não ser considerado nocivo ao meio ambiente.

O suporte promove a análise quantitativa dos pleitos de outorga levando em consideração a discretização em trechos da bacia hidrográfica, como apresentado em Pereira (2000).

Pereira (2000) apresenta a divisão dos trechos segundo os conceitos de confluência e junção. Sendo junção o encontro de um tributário com o rio principal e confluência o encontro entre dois tributários.

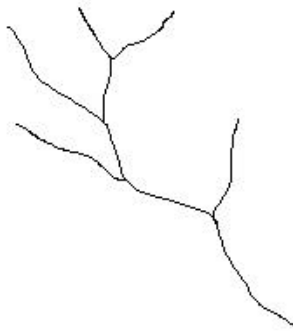
$$t = (c + j).2 + 1 \quad (5.1)$$

em que:

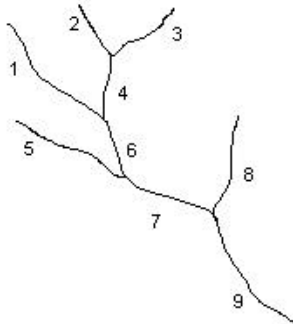
t é o número de trechos;

c é número de confluências;  
j é o número de junções.

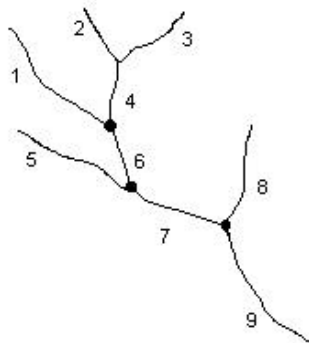
A sequência a seguir apresenta um exemplo da divisão dos trechos de uma bacia hidrográfica.



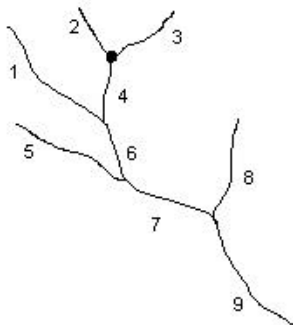
1- bacia hidrográfica.



2- Numeração dos trechos.



3- Identificando as junções.



4- Identificando as confluências.

Como apresentado na seqüência anterior pode-se observar que a bacia hidrográfica possui nove trechos. Aplicando-se a fórmula 5.1, tem-se:

$$c = 1;$$

$$j = 3;$$

$$t = (3 + 1).2 + 1 = 9$$

As rotinas de cálculo do suporte foram implementadas para analisar, primeiramente, a viabilidade quantitativa dos pleitos de outorga e, posteriormente, avaliação do impacto qualitativo.

Para um dado cenário de vazões de referência ( $Q_{7,10}$ ;  $Q_{90}$ ;  $Q_{30,5}$ , etc.), calcula-se, para cada trecho, de montante para jusante, o balanço de massa. O cálculo das vazões remanescentes ( $Q_{reman}$ ) será efetuado somando-se os lançamentos em cada trecho ( $\sum Q_{lanç}$ ), subtraindo-se os somatórios das captações em cada trecho ( $\sum Q_{cap.}$ ) e, também, da vazão ecológica no trecho ( $Q_{eco}$ ).

Se não existir reservatório de regularização no corpo hídrico, o balanço deve ser feito subtraindo-se o valor da vazão de referência para o trecho em análise ( $Q_{refTA}$ ) do somatório das vazões de captação ( $\sum Q_{cap.}$ ) e ecológica ( $Q_{eco}$ ), e somando-se ao somatório das vazões de lançamento ( $\sum Q_{lanç}$ ). Dessa forma, obtém-se o valor de vazão remanescente para possíveis diluições de efluentes.

Caso exista reservatório de regularização de vazões, pode-se tratar da seguinte forma:

?? Reservatório de Regularização no trecho em análise.

$$Q_{reman} = Q_{RT} - \sum Q_{cap.} + \sum Q_{lanç} - Q_{eco} - \sum Q_{cap.mon} \quad (5.2)$$

Em que,

$Q_{reman}$  é a vazão remanescente no trecho em análise;

$Q_{RT}$  é a vazão total regularizada pelo reservatório para algum percentual de garantia;

$\sum Q_{cap}$  é o somatório das vazões de captação no trecho;

$\sum Q_{lanç}$  é somatório das vazões de lançamento no trecho;

$\sum Q_{cap.mon}$  é o somatório das captações a montante do trecho em análise;

$Q_{eco}$  é a vazão ecologia no trecho em análise.

?? Reservatório com regularização a montante do trecho em análise.

$$Q_{reman} = Q_{refTA} - \sum Q_{cap.sim} + \sum Q_{lanç.sim} - \sum Q_{cap.mon} - Q_{eco} \quad (5.3)$$

Onde,

$Q_{refTA}$  é o valor da vazão de referência para o trecho em análise;

$Q_{reman}$  é a vazão remanescente no trecho em análise;

$Q_{RT}$  é a vazão total regularizada pelo reservatório para algum percentual de garantia;

$\sum Q_{cap.sim}$  é o somatório das vazões de captação dos usuários simulados no trecho;

$\sum Q_{lanç.sim}$  é somatório das vazões de lançamento dos usuários simulados no trecho;

$\sum Q_{cap.mon}$  é o somatório das captações a montante do trecho em análise;

$Q_{eco}$  é a vazão ecologia no trecho em análise.

O teste ao atendimento quantitativo é feito comparando-se a vazão remanescente com a vazão demandada pelo usuário. Se a vazão remanescente, permitida de ser outorgada, for

maior que a vazão demandada pelo usuário o sistema estará atendendo as necessidades quantitativas e, portanto o pleito poderá ser contemplado.

### **5.3- MÓDULO DE QUALIDADE DAS ÁGUAS**

O aspecto analisado neste capítulo é referente à qualidade das águas devido ao lançamento de efluentes.

#### **5.3.1-Desenvolvimento**

Na concepção do módulo de qualidade, tentou-se tratar, basicamente, da influência que cada usuário, separadamente ou em conjunto, por classe de uso do recurso hídrico, pode trazer para um determinado manancial. Dessa forma, serão apresentados os procedimentos básicos, por meio dos quais se buscou avaliar essas eventuais interferências causadas pelos possíveis usuários de água.

O módulo de qualidade da água do DAFNE 0.97/2003 é capaz de proceder à análise dos parâmetros não-conservativos de qualidade de água: DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio, OD – Oxigênio Dissolvido e coliformes fecais.

Pretendia-se incluir na nova versão do DAFNE a análise de poluentes conservativos, mas não houve tempo hábil para isso.

O sistema hídrico submetido à análise deve ser segmentado em trechos, e, nesses, devem ser identificados os usuários de acordo com o tipo de uso que os mesmos fazem dos recursos hídricos (captação ou lançamento de efluentes) e de suas prioridades de usos estabelecidas por meio da legislação vigente ou de uma decisão de comitê de bacias. A segmentação deve ser feita a partir de pontos onde exista um conhecimento prévio sobre o comportamento hidrológico, confluências de cursos d'água e pontos singulares (reservatórios, grandes captações, lançamentos de efluentes...).

Segundo Monteiro e Meneses (2001), a discretização espacial adotada em estudos de modelagem de qualidade da água está fundamentada em aspectos associados à



disponibilidade dos dados, ao tipo de modelo matemático escolhido e às necessidades de serem explicitadas algumas importantes nuances características da área simulada.

### 5.3.2- Implementação no DAFNE do módulo de qualidade

A implementação foi feita utilizando-se das equações e conceitos discutidos no item 3.3.1 (Avaliação da Qualidade da Água no Suporte Metodológico) com a utilização de linguagem de programação *Borland Delphi - Versão 6*.

### 5.3.3 – Procedimento matemático dos parâmetros de qualidade da água

#### 5.3.3.1- DBO

A DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), por ser um parâmetro de qualidade não-conservativo, sofre processo de autodepuração nos corpos d'água.

Como discutido em von Sperling (1998), a taxa de autodepuração é proporcional à primeira potência da concentração remanescente, ou seja, a taxa de oxigenação da matéria orgânica ( $\frac{dL}{dT}$ ) é proporcional à matéria orgânica ainda remanescente (L).

$$\frac{dL}{dT} \propto K_1 \cdot L \quad (5.4)$$

onde,

$L_0$  = concentração de DBO inicial (mg/l);

$L$  = concentração de DBO remanescente (mg/l);

$T$  = tempo (dia);

$K_1$  = coeficiente de desoxigenação ( $\text{dia}^{-1}$ ) função da temperatura.

Integrando,

$$\int_{L_0}^L \frac{dL}{L} = \int_{T_0}^T K_1 dT \quad \text{para } T_0 = 0, \quad \ln(L) - \ln(L_0) = -K_1 \cdot (T - T_0)$$

$$\ln \frac{L}{L_0} = -K_1 T \quad \Rightarrow \quad \frac{L}{L_0} = e^{-K_1 T} \quad \Rightarrow \quad L = L_0 \cdot e^{-K_1 T} \quad (5.5)$$

A equação 5.5 pode ser escrita na forma decimal (base 10), atentando-se para o fato de que:

$$K_{1(basee)} = 2,3 \cdot K_{1(base10)} \quad (5.6)$$

Segundo von Sperling (1998), para o caso da DBO, o  $K_1$  varia com a temperatura. O valor de  $K_1$  aumenta de forma não-linear com o acréscimo de temperatura da água. A expressão para obtenção de  $K_1$ , em função da temperatura pode ser dada por:

$$K_{1(Temp)} = K_{1(20^\circ C)} \cdot 1,047^{(Temp - 20)} \quad (5.7)$$

onde,

Temp. = temperatura da água (em °C).

A equação (5.9) foi deduzida da seguinte forma:

A mistura formada pela vazão do efluente e pela vazão de diluição ( $Q_{ef} + Q_{dil_1} = Q_{indisp_1}$ ) possui concentração igual à permitida para o trecho de lançamento ( $C_{perm_1}$ );

A carga de DBO presente na  $Q_{indisp_1}$  sofrerá autodepuração. Com isso, a concentração adotada para o trecho de lançamento ( $C_{perm_1}$ ) sofrerá redução, segundo a equação de decaimento deduzida anteriormente, resultando em uma concentração final ( $C_{final_1}$ ) num dado trecho de jusante:  $C_{final_n} = C_{perm_1} \cdot e^{-K_1 \cdot T}$

A  $C_{final_n}$  continua correspondendo à vazão indisponível inicial ( $Q_{indisp_1}$ );

Nesse instante, duas situações se mostram possíveis: ou se conserva a mesma vazão ( $Q_{indisp_1}$ ) com uma concentração menor ( $C_{final_n}$ ); ou se calcula uma outra vazão ( $Q_{indisp_n}$ ) com a concentração permitida para o trecho em análise ( $C_{perm_n}$ );

Em ambas as situações, a carga do poluente (vazão vezes concentração) deverá ser a mesma.

Nesse sentido, a segunda alternativa se mostra mais útil, pois apenas as vazões sofrerão variação, mantendo-se as concentrações sempre iguais aos limites ( $C_{perm}$ ) estabelecidos para os trechos;

O cálculo deve ser efetuado a partir de uma regra de três simples, onde se busca a vazão indisponível ( $Q_{indisp_n}$ ), proporcional ao valor da concentração limite ( $C_{perm_n}$ ) do trecho que está sendo analisado. Trata-se de uma comparação entre cargas de poluente:

Em um ponto  $n$  a jusante:

$$Q_{indisp_1}.C_{final_n} = Q_{indisp_n}.C_{perm_n} \quad (5.8)$$

Desenvolvendo-se a equação (5.9) e substituindo os termos  $Q_{indisp_1}$  e  $C_{final_n}$ , tem-se:

$$(Q_{ef} - Q_{dil_1}).C_{perm_1}.e^{-K_1.T} = Q_{indisp_n}.C_{perm_n}$$

Extraindo-se o valor de  $Q_{indisp_n}$ , chega-se à equação geral:

$$Q_{indisp_n} = \frac{(Q_{ef} - Q_{dil_1}).C_{perm_1}.e^{-K_1.T}}{C_{perm_n}} \quad (5.9)$$

O cálculo da vazão indisponível ( $Q_{indisp_n}$ ) para DBO em qualquer trecho a jusante do lançamento ( $Q_{indisp_n}$ ) é dado pela equação 5.9:

$$Q_{indisp_n} = \frac{(Q_{ef} - Q_{dil_1}) \cdot C_{perm_1} \cdot e^{K_1 \cdot T}}{C_{perm_n}} \quad (5.9)$$

onde,

$Q_{dil_1}$  = vazão de diluição no trecho onde ocorre o lançamento (em m<sup>3</sup>/s);

$Q_{ef}$  = vazão do efluente (em m<sup>3</sup>/s);

$K_1$  = coeficiente de desoxigenação (dia<sup>-1</sup>) função da temperatura;

$T$  = tempo de percurso (em dias) do trecho onde ocorre o lançamento até o trecho onde se quer calcular a vazão indisponível;

$C_{perm_1}$  = concentração permitida de DBO para o manancial no trecho onde ocorre o lançamento;

$C_{perm_n}$  = concentração permitida de DBO para o manancial no trecho onde se quer calcular a vazão indisponível.

A diferença entre as duas vazões indisponíveis representa a vazão do manancial que se tornou novamente disponível para novas diluições de DBO entre as duas seções (trechos) analisadas.

O valor de  $Q_{dil_1}$  será negativo sempre que a concentração do efluente for menor que a concentração permitida no trecho de lançamento ( $C_{ef} < C_{perm_1}$ ). Isso significa que o efluente está incorporando água ao manancial com condição de qualidade melhor, fazendo com que torne indisponível um valor menor de vazão.

A Figura 5.1 mostra a rotina de cálculo para o parâmetro DBO.

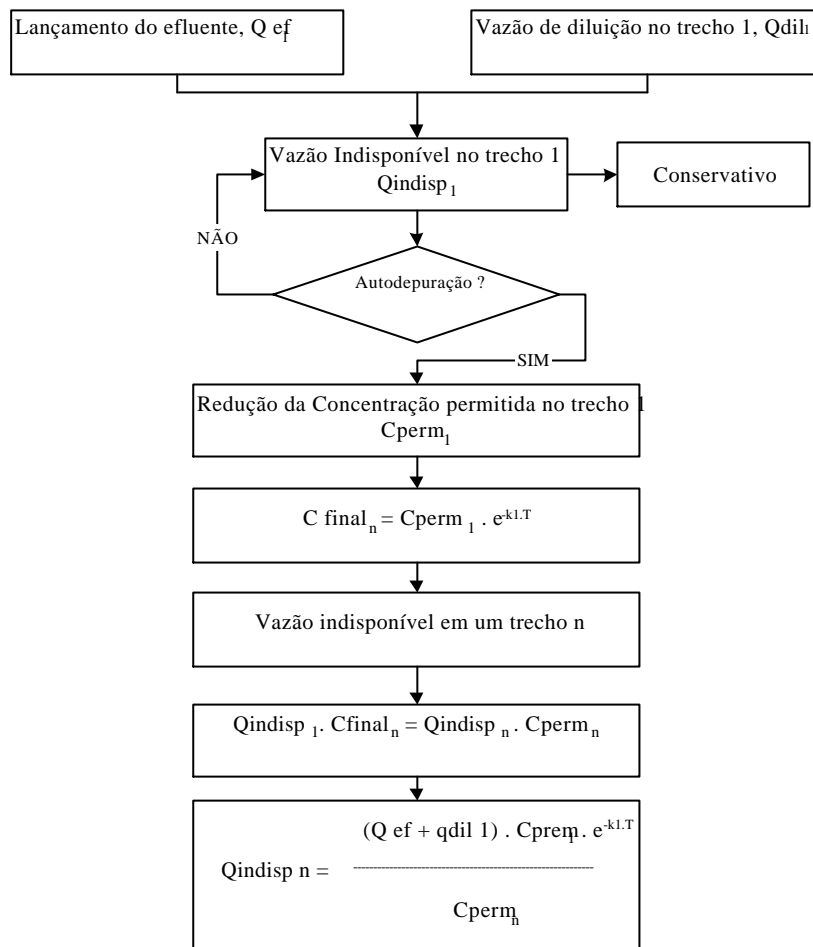


Figura 5.1 – Rotina de cálculo para a DBO

#### 5.3.3.2- Parâmetro microrganismos patogênicos

A mortalidade bacteriana é tanto mais elevada quanto maior for a concentração de bactérias (von Sperling, 1998). Tomando o exemplo para coliformes fecais, tem-se:

$$\frac{dN}{dT} = -K_b \cdot N \quad (5.10)$$

onde,

$N$  = número de coliformes fecais (coli/100 ml);

$K_b$  = coeficiente de decaimento bacteriano ( $\text{dia}^{-1}$ );

$T$  = tempo (dia).

Integrando a equação 5.10, tem-se:

$$N = N_0 \cdot e^{K_b \cdot T} \quad (5.11)$$

Segundo von Sperling (1998), o valor de  $K_b$  varia entre 0,5 e 1,5  $\text{dia}^{-1}$  (base  $e$  a 20° C), mas o valor típico é  $K_b = 1,0 \text{ dia}^{-1}$ .

O valor de  $K_b$  sofre influência da temperatura (Temp). A equação seguinte permite o cálculo de  $K_b$  para temperaturas diferentes de 20° C.

$$K_b^{\text{Temp}} = K_b^{20^\circ\text{C}} \cdot 1,07^{(\text{Temp} - 20)} \quad (5.12)$$

A vazão de diluição ( $Q_{dil_1}$ ) no ponto de lançamento é dada pela equação seguinte.

$$Q_{dil_1} = Q_{ef} \cdot \frac{(N_{ef} - N_{perm})}{(N_{perm} - N_{man})} \quad (5.13)$$

onde,

$Q_{ef}$  = vazão do efluente;

$N_{ef}$  = concentração de coliformes fecais no efluente (coli/100 ml);

$N_{perm}$  = concentração permitida de coliformes fecais no manancial (coli/100 ml);

$N_{man}$  = concentração natural de coliformes fecais no manancial (coli/100 ml).

Da mesma forma que a DBO, o cálculo da vazão indisponível em qualquer trecho a jusante do lançamento é dada pela equação 5.9, devidamente modificada.

$$Q_{indisp_n} = \frac{(Q_{ef} - Q_{dil_1}) \cdot N_{perm_1} \cdot e^{K_b \cdot T}}{N_{perm_n}} \quad (5.14)$$

em que,

$$Q_{dil_1} = Q_{ef} \cdot \frac{(N_{ef} - N_{perm})}{(N_{perm} - N_{man})}$$

A Figura 5.2 mostra a rotina de cálculo para o parâmetro.

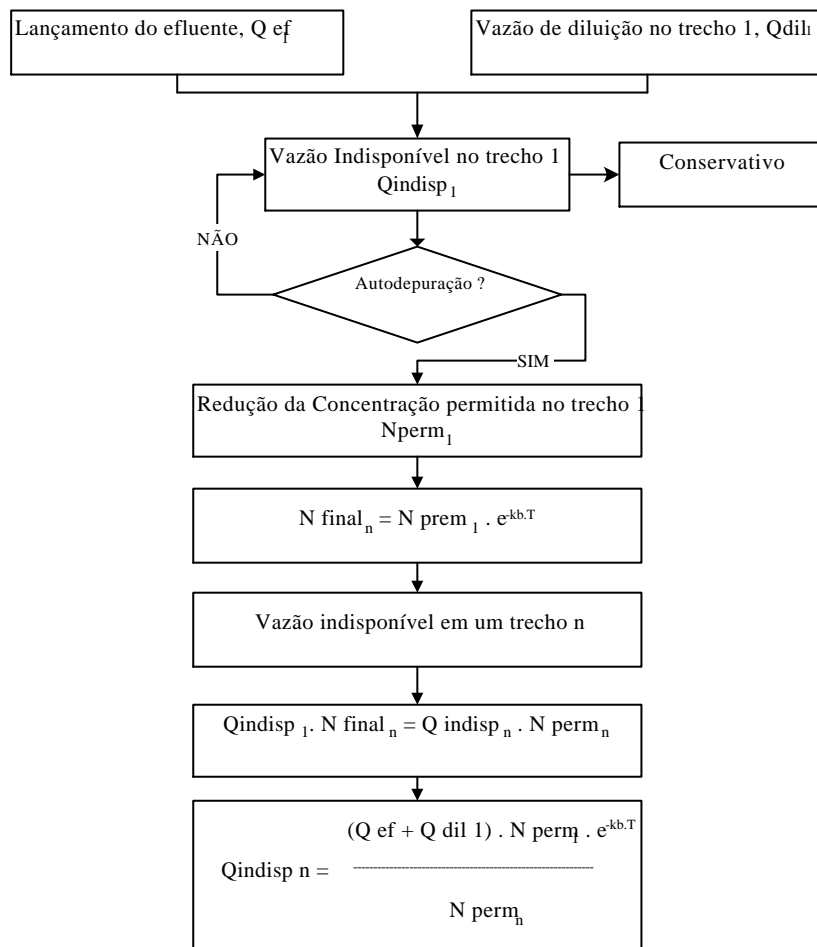


Figura 5.2 – Rotina de cálculo para coliformes fecais

O valor de  $Q_{dil_1}$  será negativo sempre que a concentração de coliformes fecais no efluente for menor que a permitida no trecho de lançamento ( $N_{ef} < N_{perm_n}$ ). Isso significa que o efluente está incorporando água ao manancial com condição de qualidade melhor, fazendo com que torne indisponível um valor menor de vazão.

### 5.3.3.3- Parâmetro Oxigênio Dissolvido

Esse parâmetro é abordado de forma diferente, pois não são calculadas vazões de diluição ou vazões indisponíveis. Deve ser realizado um cálculo aproximado do valor do OD no manancial em função da existência de lançamentos de efluentes que contêm DBO e das características físicas do manancial (potencial de reaeração, temperatura e altitude). Posteriormente, deve-se verificar se o valor calculado é inferior ao valor mínimo estabelecido pela classe de enquadramento ou por um pacto de Comitê de Bacia para redução de poluição. Caso isto aconteça, o cenário que foi simulado sugere incompatibilidade com os requisitos de qualidade estabelecidos.

De acordo com von Sperling (1998), o cálculo do oxigênio dissolvido tem a seguinte abordagem:

A taxa de variação de OD é igual ao consumo de OD menos a produção de OD. Dessa forma, tem-se:

$$\frac{dD}{dT} = K_1 \cdot L - K_2 \cdot D \quad (5.15)$$

Integrando a equação anterior, tem-se o déficit de oxigênio dissolvido no manancial (Dt):

$$Dt = \frac{K_1 \cdot L_0}{K_2 - K_1} \cdot \left( e^{-K_1 T} - e^{-K_2 T} \right) + (C_s - C_o) \cdot e^{-K_2 T} \quad (5.16)$$

O cálculo do oxigênio dissolvido (OD) é dado por:

$$OD = C_s - Dt \quad (5.17)$$

Substituindo a equação 5.16 na equação 5.17, tem-se:

$$OD = C_s - \frac{K_1 \cdot L_0}{K_2 - K_1} \cdot \left( e^{-K_1 T} - e^{-K_2 T} \right) - (C_s - C_o) \cdot e^{-K_2 T} \quad (5.18)$$

onde,



$OD$  = oxigênio dissolvido (mg/l);

$C_s$  = concentração de saturação de oxigênio dissolvido (mg/l) – função da temperatura e da altitude;

$L_o$  = demanda última de oxigênio após mistura (mg/l);

$C_o$  = oxigênio dissolvido original (mg/l) do primeiro trecho (OD natural do manancial);

$K_1$  = coeficiente de desoxigenação ( $\text{dia}^{-1}$ );

$K_2$  = coeficiente de reaeração ( $\text{dia}^{-1}$ ) – depende do trecho;

$T$  = tempo de percurso (dia).

A variável  $L_o$  é calculada pela equação abaixo:

$$L_o = C_{sim}^{DBO} \cdot \frac{1}{1 - e^{-K_1 T}} \quad (5.19)$$

em que,

$C_{sim}^{DBO}$  = concentração simulada de DBO no trecho em análise (mg/l).

A concentração simulada de DBO ( $C_{sim}^{DBO}$ ) é calculada a partir da média ponderada das vazões indisponíveis e suas respectivas concentrações. A expressão a seguir apresenta o cálculo da  $C_{sim}^{DBO}$ :

$$C_{sim}^{DBO} = \frac{Q_{indisp} \cdot C_{perm} + (Q_{reman} + Q_{indisp}) \cdot C_{man}}{Q_{reman}} \quad (5.20)$$

onde,

$Q_{indisp}$  = vazão indisponível para DBO (em m<sup>3</sup>/s) no trecho;

$C_{perm}$  = concentração permitida (em mg/l) de DBO no trecho;

$Q_{reman}$  = vazão remanescente no trecho, após balanço hídrico quantitativo (em m<sup>3</sup>/s);

$C_{man}$  = concentração natural de DBO (em mg/l) no trecho.

O valor de  $K_1$  utilizado nas equações anteriores deve ser calculado como a média ponderada dos valores de  $K_1$  de cada usuário, em função da vazão e concentração dos lançamentos existentes em cada trecho.

$$K_1^{médio} = \frac{\sum_{i=1}^n (K_{1i} \cdot Q_{efi} \cdot C_{efi})}{\sum_{i=1}^n (Q_{efi} \cdot C_{efi})} \quad (5.21)$$

onde,

$i$  = usuários do trecho que fazem lançamentos de DBO.

O valor de OD calculado para um determinado trecho será o OD original ( $C_o$ ) do trecho seguinte.

A Figura 5.3 apresenta a rotina de cálculo para o parâmetro OD.

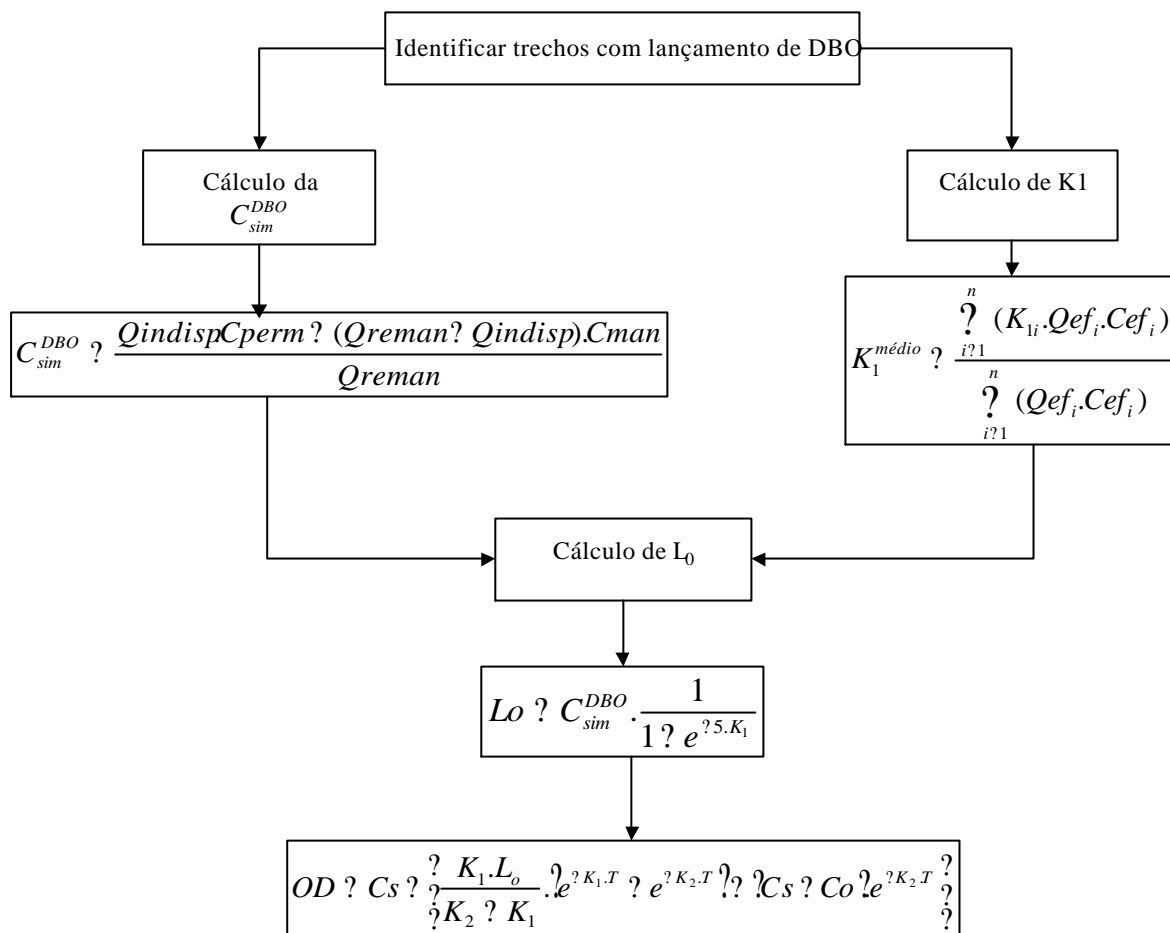


Figura 5.3 – Rotina de cálculo para Oxigênio Dissolvido

#### 5.4 – DESCRIÇÃO DO DAFNE 0.97/2003

O DAFNE 0.97/2003 é dividido em quatro módulos: Caracterização geral do sistema, Análise quantitativa e qualitativa da água dos recursos hídricos, Modelação hídrica e Controle de outorgas e apresentação de resultados.

O sistema realiza suas análises com base no corpo d'água (rio principal) o qual poderá ser subdividido em trechos. As características químicas, biológicas e físicas de cada trecho, bem como as características dos usuários existentes ou que possam vir a existir devem ser incluídas em sub-módulos específicos, detalhados adiante.

A tela de abertura do DAFNE 0.97/2003 está apresentada na Figura 5.4.

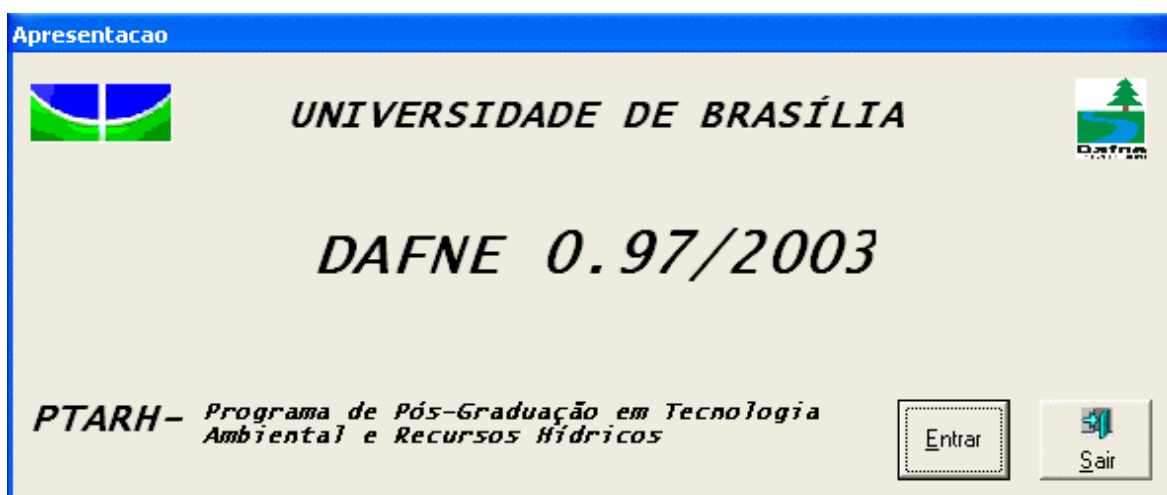


Figura 5.4 – Tela de abertura do DAFNE 0.97/2003

#### 5.4.1 –Módulo de caracterização geral do sistema

O módulo de caracterização permite a inclusão e alteração de dados do sistema. Este módulo é subdividido em quatro sub-módulos: Cadastro do sistema, Cadastro de entroncamentos, cadastro de trechos e divisão dos trechos.

A Figura 5.5 apresenta a tela do módulo de cadastramento geral do sistema.

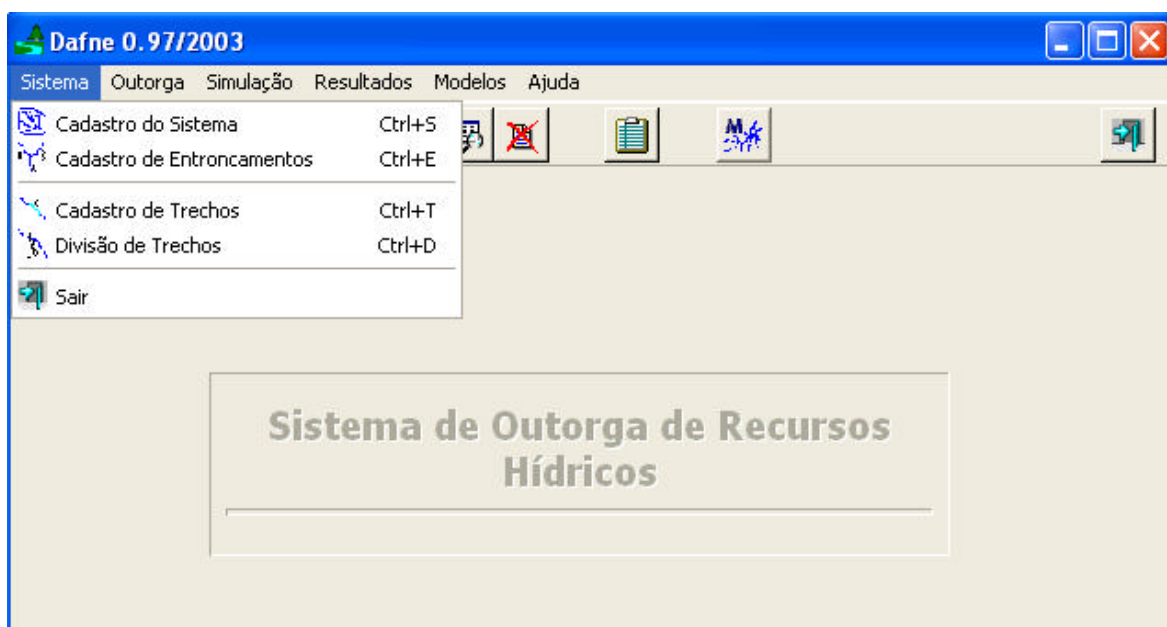


Figura 5.5 – Tela do módulo de cadastramento geral do sistema

No sub-módulo Cadastro de Bacias devem ser inseridas as características descritivas a respeito da bacia hidrográfica.

A Figura 5.6 apresenta a tela do sub-módulo cadastro de bacias.

**Cadastro de Bacias**

Arquivo Registro ?

Incluir Editar Apagar Gravar Cancelar Pesquisar Sair

Código: 4

Nome da Bacia: Rio Jacuipe

Área da Bacia: 14000 Km

Nome do Rio Principal da Bacia: Rio Jacuipe

Divisas:

Norte: BA Leste: BA

Sul: BA Oeste: BA

Municípios Informações Descritivas Finalidade de Uso

Descrição	Prioridade
Abastecimento Humano	1
Irrigação	2

Cad. Finalidades

Figura 5.6 – Tela do Sub-módulo cadastro de bacias

No sub-módulo cadastro de entroncamentos devem ser inseridas as informações referentes ao numero de junções e confluência da bacia. Nesse sub-módulo é possível visualizar o mapa esquemático da bacia hidrográfica.

A Figura 5.7 apresenta a tela do Sub-módulo cadastro de entroncamentos.

**Cadastro de Entroncamentos**

Bacia Selecionada: Rio Jacuipé

Informações do sistema

Número de elementos de junção: 12

Número de elementos de confluência: 4

Calcular número de trechos

Número de trechos: 33

Informações sobre as Junções:

Junção	Rio Principal	Tributário	Trecho Saída	Localização
1	2	1	5	e
2	5	6	8	d
3	8	7	11	e

Informações sobre as Confluências:

Confluência	Tributário 1	Tributário 2	Trecho Saída	Localização
1	4	3	7	e
2	10	9	13	e
3	14	13	18	e

Mostra Mapa Grava Sair

Figura 5.7 – Tela do Sub-módulo cadastro de entroncamentos

No Sub-módulo cadastro de trechos, devem ser inseridas informações referentes às características físicas, químicas e biológicas de cada trecho do manancial em análise. Primeiramente, devem ser inseridas informações a respeito da configuração do sistema (escolher os trechos de cabeceira).

A Figura 5.8 apresenta a tela referente a escolha do trechos de cabeceira.

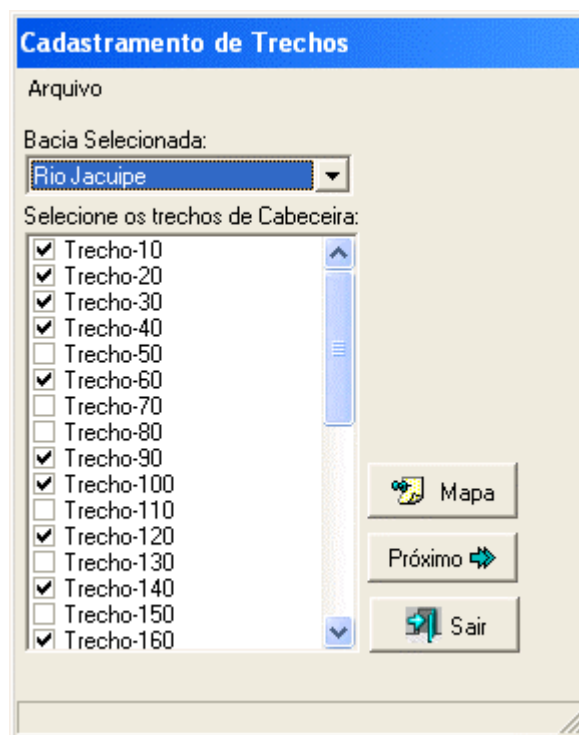


Figura 5.8 – Tela escolha dos trechos de cabeceira

Dentre as características químicas e biológicas, devem ser inseridas as concentrações máximas permitidas de alguns parâmetros de qualidade, bem como suas concentrações naturais no manancial.

Com relação às características físicas de cada trecho, tem-se: comprimento em quilômetros, vazões de referência (depende de normas legais e administrativas), velocidade média da água e temperatura média da água.

As concentrações máximas permitidas devem representar o enquadramento do corpo de água ou a condição estabelecida no comitê de bacia hidrográfica.

Com relação às informações referentes aos usos, têm-se características físicas (vazão de captação, de lançamento e de regularização), bem como características químicas e biológicas.

A Figura 5.9 apresenta a tela do Sub-módulo cadastro de trechos (parâmetros físico-químicos e biológicos).

**Cadastro de Trechos**

Arquivo

Nome da Bacia: **Rio Jacuipe**      Captação (%):       Extensão:  km

Código do Trecho: **10**      Efluente (%):       ☐ Tem Reservatório

☒ Trecho de Cabeceira

Parâmetros Físicos    Parâmetros Físico-Químico e Biológicos    Usuários

Concentração de Saturação de OD (mg/l): Valor Único

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
▶ <input type="text" value="8,00"/>	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00

Parâmetros não conservativos

	DBO (mg/l)	OD (mg/l)	Coliformes Fecais (NMP/100 ml)	Temperatura (°C)
Valor Permitido	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>
Concentração Natural	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>

Coeficiente de Reoxigenação K2

Parâmetro conservativo

Valor Permitido       Concentração Natural

Figura 5.9 – Tela Sub-módulo cadastro dos trechos (parâmetros físico-químico e biológico)

O sistema permite a inclusão de um índice de utilização sobre a captação e/ou sobre o lançamento de efluentes, o qual pode variar de 0 a 100%. Dessa forma, o sistema oferece a possibilidade de lidar com cenários diferentes para os usuários da bacia.

A Figura 5.10 apresenta a tela do Sub-módulo cadastro de trechos (usuários).



**Cadastro de Trechos**

Arquivo

Nome da Bacia: **Rio Jacuipe**      Captação (%):       Extensão  km  
Código do Trecho: **10**      Efluente (%):       ☐ Tem Reservatório   
☒ Trecho de Cabeceira

Parâmetros Físicos | Parâmetros Físico-Químico e Biológicos | **Usuários**

Registro 1 de 6

Nome:       Captação:       Efluente:       Finalidades de Uso:

Modalidades de Uso: ☒ Captação    ☐ Lançamento    ☒ Simular

Vazão de Captação (m³/s):

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
▶	0,00005	0,00005	0,00005	0,00005	0,00005	0,00005	0,00005	0,00005	0,00005	0,00005	0,00005	0,00005

Fechar

Figura 5.10 – Tela Sub-módulo cadastro dos trechos (usuários)

Nesse Sub-módulo, é possível informar a modalidade de uso, bem como optar por simular ou não o usuário no trecho.

O Sub-módulo divisão dos trechos é responsável por uma nova configuração esquemática do sistema, proveniente da inserção de novos usuários.

A Figura 5.11 apresenta a tela do Sub-módulo divisão dos trechos.

Arquivo

Informações sobre a Bacia:

Bacia Selecionada:

Rio Jacuipé

Trecho a ser Dividido:

Vazões do Trecho:

Referência:	Contrib.Lateral	Ecologia	Outorgada	Disponível
0,01	0	0	0	0,01

Novos Trechos:

Vazões do Sub-Trecho 01 :

Referência:	Contrib.Lateral	Ecologia		%
0	0	0	0	%

Vazões do Sub-Trecho 02 :

Referência:	Contrib.Lateral	Ecologia		%
0	0	0	0	%

Outorgas:

Trecho a ser Dividido:

Sub-Trecho 01:

Sub-Trecho 02:

Mapa

Limpar

Dividir

Sair

Figura 5.11 – Tela Sub-módulo divisão dos trechos

#### 5.4.2 – Módulo de análise quantitativa e qualitativa da água

O passo seguinte à entrada dos dados referentes aos trechos do manancial e aos usuários é o processamento quantitativo e qualitativo do cenário montado.

A verificação quanto ao atendimento das condições de quantidade e de qualidade é feita automaticamente, em relação a cada trecho do corpo d'água, sendo que, quando algumas dessas condições não são atendidas, a célula correspondente é preenchida com cor vermelha.

A Figura 5.12 apresenta a tela inicial do Sub-módulo processamento de quantidade.

79

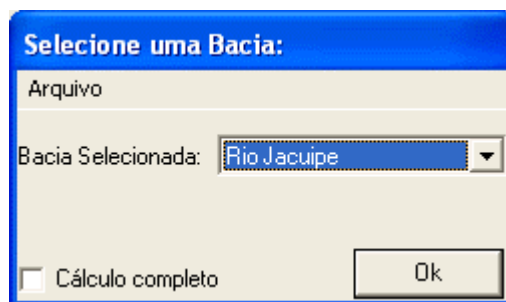


Figura 5.12 – Tela inicial do processamento quantitativo

A Figura 5.13 apresenta a tela do Sub-módulo de processamento de qualidade. Nesse Sub-módulo é possível escolher o parâmetro de qualidade que se deseja simular.

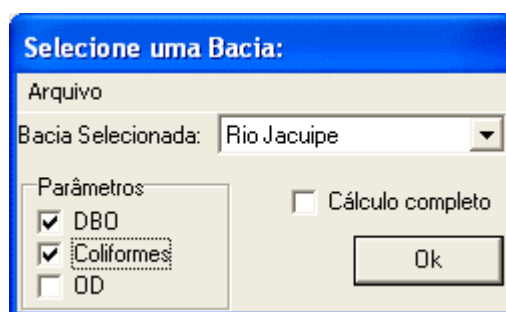


Figura 5.13 – Tela inicial do processamento qualitativo

### 5.4.3 – Módulo de modelação hídrica

Nesse módulo, o usuário tem a possibilidade de escolher o modelo adequado, para a bacia do rio Jacuípe, visando tratar da deficiência ou inexistência de dados hidrológicos, sendo que nesse momento, para tratamento dos dados, o sistema disponibiliza apenas o Modhac (Lanna, 1989).

A Figura 5.14 apresenta a tela do módulo modelação hídrica.

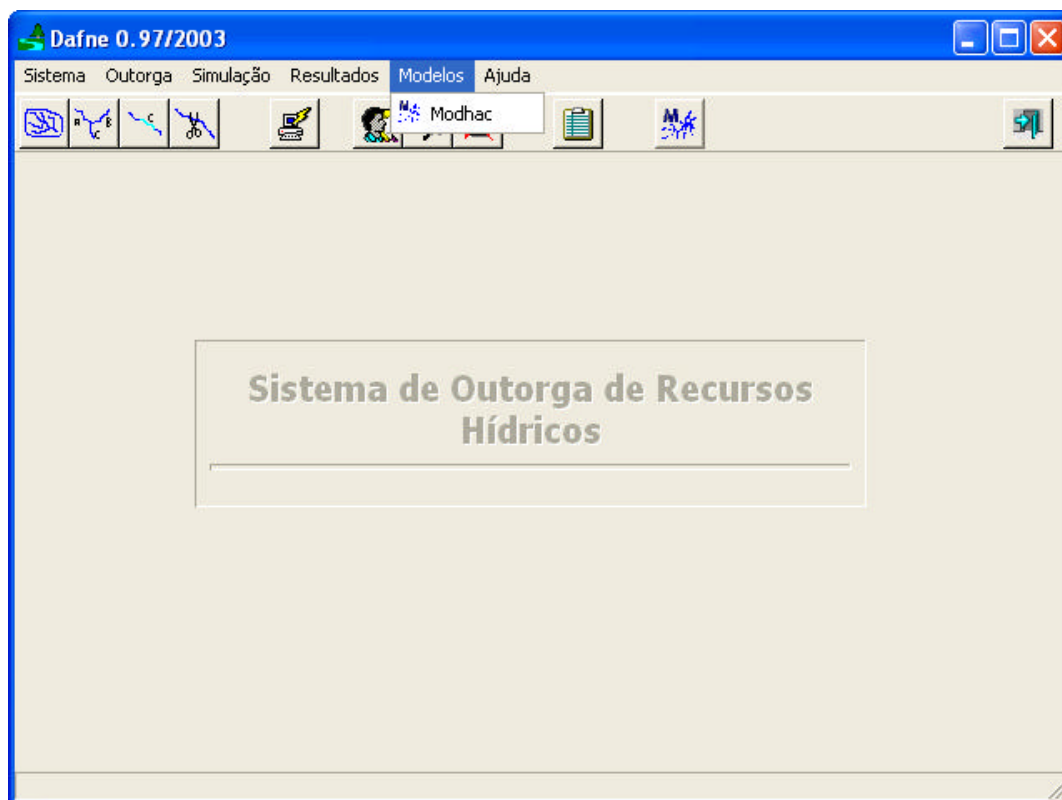


Figura 5.14 – Tela do módulo modelação hídrica

#### 5.4.4 – Módulo controle de outorgas e apresentação de resultados

Nesse módulo, existe a possibilidade de visualizar tanto o resultado do processamento de quantidade para o cenário formado quanto o de qualidade.

A Figura 5.15 apresenta a tela do Sub-módulo controle de outorgas e apresentação de resultados.

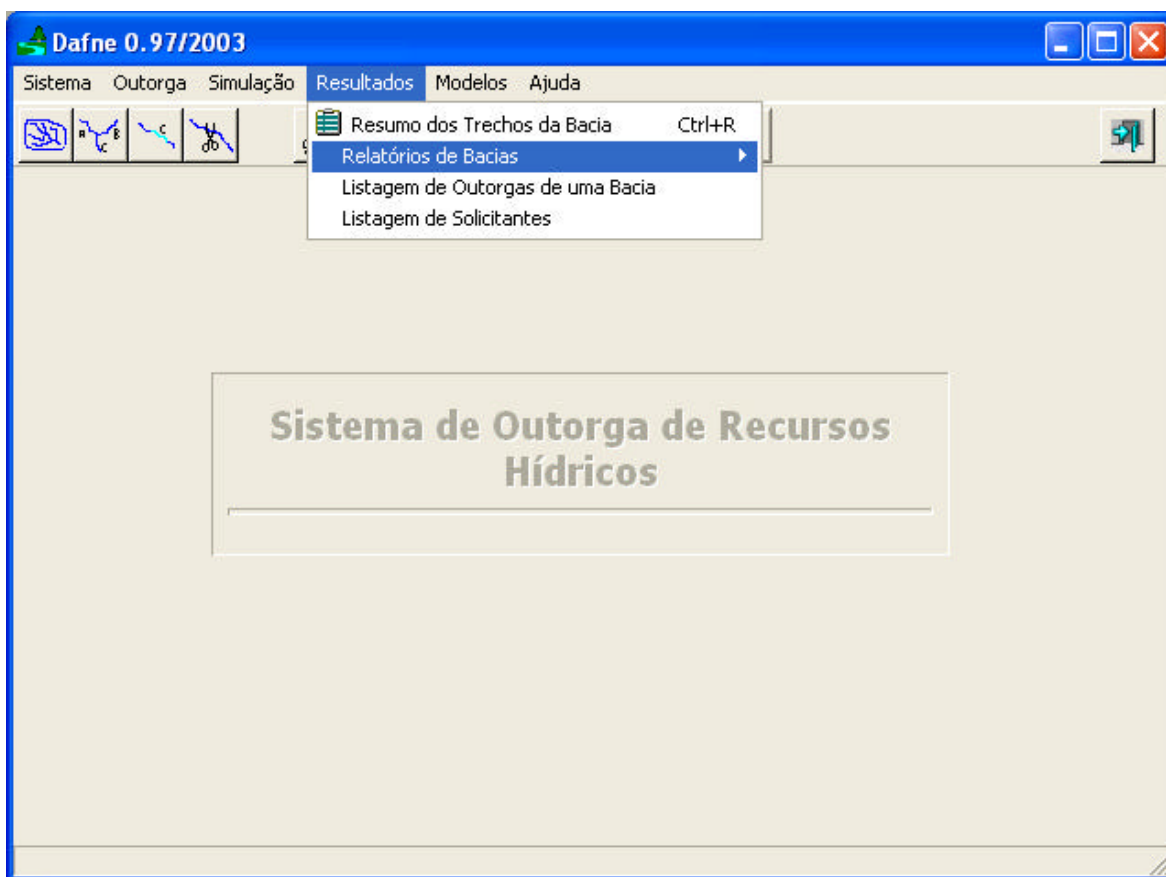


Figura 5.15 – Tela do controle de outorgas e apresentação de resultados

Nesse módulo, são apresentados os resultados da simulação de quantidade e de qualidade, apresentando a situação de cada trecho do manancial em relação ao cenário simulado, bem como a possibilidade de visualizar os valores da vazão de cada trecho para as demandas e lançamentos.

As Figuras 5.16 e 5.17 apresentam as telas com o resultado das simulações de quantidade e de qualidade.

Resultados da Análise Quantitativa													
Arquivo													
Nome da Bacia: <b>Rio Jacuipe</b>													
Demandas Lançamentos Vazão Remanescente													
Trecho	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
10	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
20	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	
30	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
40	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	
50	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	
60	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	
70	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
80	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	
90	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	
100	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	
110	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	
120	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	
130	0,0108	0,0108	0,0108	0,0108	0,0108	0,0108	0,0108	0,0108	0,0108	0,0108	0,0108	0,0108	
140	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	
150	0,6032	0,6032	0,6032	0,6032	0,6032	0,6032	0,6032	0,6032	0,6032	0,6032	0,6032	0,6032	
160	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
170	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	
180	0,1077	0,1077	0,1077	0,1077	0,1077	0,1077	0,1077	0,1077	0,1077	0,1077	0,1077	0,1077	
190	0,1455	0,1455	0,1455	0,1455	0,1455	0,1455	0,1455	0,1455	0,1455	0,1455	0,1455	0,1455	

Figura 5.16 – Tela de apresentação dos resultados de quantidade

Na tela de apresentação dos resultados de qualidade o sistema oferece a possibilidade de visualizar as vazões indisponíveis bem como as vazões remanescentes de cada trecho.

Resultados da Análise Qualitativa													
Arquivo													
Nome da Bacia: <b>Rio Jacuipe</b>													
DBO COLIFORMES CONSERVATIVO													
Vazão Indisponível Vazão Remanescente													
Trecho	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
10	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
20	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	
30	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
40	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	
50	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	
60	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	
70	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
80	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	
90	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	
100	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	
110	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	
120	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	
130	0,0108	0,0108	0,0108	0,0108	0,0108	0,0108	0,0108	0,0108	0,0108	0,0108	0,0108	0,0108	
140	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	
150	0,6032	0,6032	0,6032	0,6032	0,6032	0,6032	0,6032	0,6032	0,6032	0,6032	0,6032	0,6032	
160	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
170	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	

Figura 5.17 – Tela de apresentação dos resultados de qualidade

## **6. ÁREA DE ESTUDO**

Neste tópico, é apresentada a abordagem geral da área de estudos a bacia hidrográfica do rio Jacuípe, no estado da Bahia.

### **6.1- ABORDAGEM DO PROBLEMA**

A bacia hidrográfica do rio Jacuípe está inserida na região semi-árida do estado da Bahia, como maior contribuinte do rio Paraguaçu, um dos principais rios do estado, responsável pelo abastecimento de água de parte significativa da Região Metropolitana de Salvador.

A bacia do rio Jacuípe é uma bacia de elevada complexidade no gerenciamento e no planejamento dos recursos hídricos, em função da sua característica marcante de intermitência em alguns períodos do ano no seu trecho médio, da existência de dois importantes reservatórios (França e São José do Jacuípe) e do alto grau de comprometimento das vazões regularizadas pelas barragens no atendimento às demandas.

### **6.2 - CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA**

Neste tópico, são apresentadas informações necessárias à aplicação do modelo proposto na bacia hidrográfica do rio Jacuípe.

#### **6.2.1- Localização**

Segundo Medeiros *et al.* (2001), o rio Jacuípe com comprimento de 437 km, nasce na Chapada Diamantina, nas proximidades do município de Morro do Chapéu, numa altitude de aproximadamente 1000 metros e sua bacia hidrográfica tem área de aproximadamente 11.538 km<sup>2</sup> a montante da estação fluviométrica da ponte do rio Branco, cuja altitude média é de aproximadamente 217 metros. O rio Jacuípe nasce em região de clima úmido a semi-úmido, atravessando, em seu trecho médio, a região semi-árida, voltando a encontrar climas semi-úmido a úmido na proximidade do lago de Pedra do Cavalo, na confluência com o rio Paraguaçu.

A localização da bacia do rio Jacuípe pode ser vista na Figura 6.1.

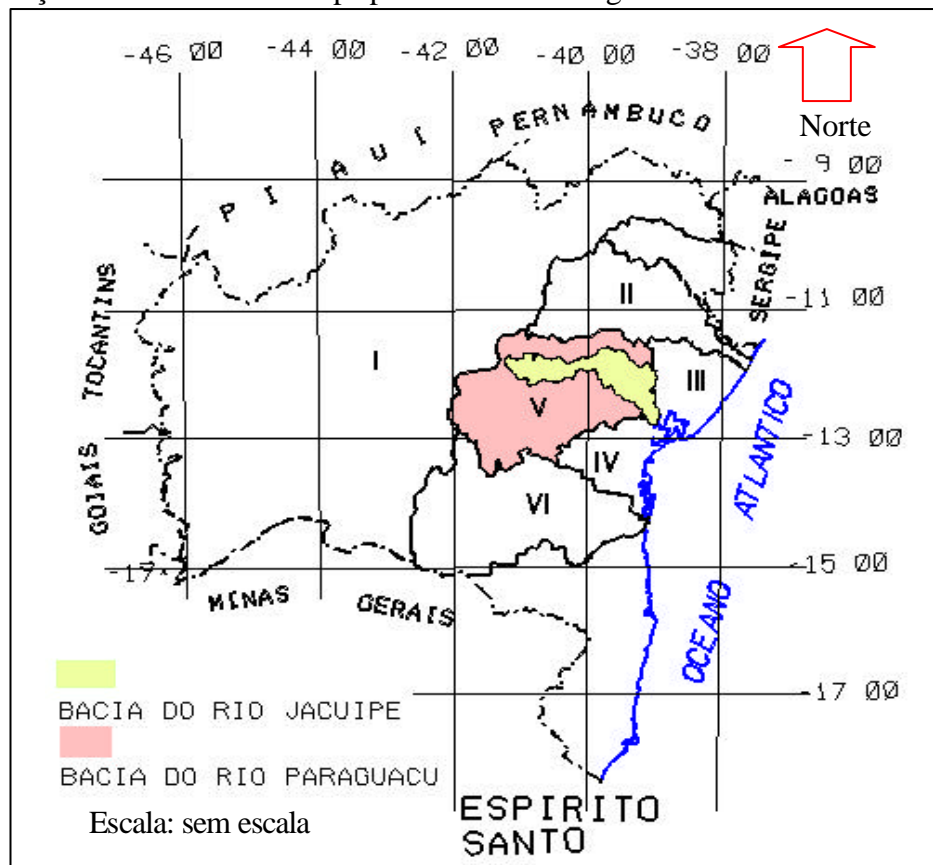


Figura 6.1 – Localização da bacia do rio Jacuípe (modificado - GRH, 2001)

## 6.2.2- Características físicas

### 6.2.2.1- Pluviometria

Segundo Medeiros *et al.* (2001), a precipitação média na bacia do rio Jacuípe está entre 500mm e 800mm anuais, sendo que, apenas na área do baixo curso do rio, apresentam-se médias pluviométricas superiores a 900mm/ano.

Segundo Medeiros *et al.* (2001), para a análise e caracterização do regime pluviométrico da bacia do rio Jacuípe, foram levantadas 82 estações pluviométricas, do inventário da ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica, sendo 49 estações fora das limitações da bacia. Sendo que a maioria das estações possui registros a partir do início da década de 60 até o período da década de 80, sendo o período mais frequentemente observado entre as estações levantadas de 1964 a 1983.



Segundo Medeiros *et al.* (2001), para o estudo de caracterização pluviométrica foram escolhidos os postos conforme a Tabela 6.1 no período de 19 anos, entre 1965 a 1983. As localizações desses postos analisados estão apresentadas na Figura 6.2.

Na tabela 6.1, estão apresentados postos pluviométricos selecionados da bacia que foram usados como rede básica.

Tabela 6.1 – Postos pluviométricos analisados (GRH, 2001)

CÓDIGO	POSTO	ENTIDADE	ALT.	LOCALIDADE	LAT.		LONG.	
1139001	Tanquinho	SUDENE	247	Tanquinho	11°	58'	39°	06'
1139005	Pintadas	DNOCS	270	Ipirá	11°	48'	39°	55'
1139007	Gavião	DNOCS	312	Riachão do Jacuípe	11°	28'	39°	46'
1140000	Miguel Calmon	DNAEE	562	Miguel Calmon	11°	26'	40°	35'
1140004	Mairi (Monte Alegre)	DNOCS	424	Mairi	11°	42'	40°	09'
1140010	Franca	DNAEE	534	Piritiba	11°	35'	40°	36'
1140021	Alto Bonito	SUDENE	550	Mundo Novo	11°	43'	40°	24'
1141002	Morro do Chapéu	DNOCS	1.012	Morro do Chapéu	11°	32'	41°	08'
1238027	Feira de Santana	INEMET	244	Feira de Santana	12°	15'	38°	57'
1238087	Fazenda Opalma	CEPLAC	0	Cachoeira	12°	35'	38°	57'

Segundo Medeiros *et al.* (2001), a análise de consistência e preenchimento de falhas mensais da serie de dados para os postos selecionados foi realizada, utilizando-se um programa que tem como fundamento processos iterativos de ajuste de uma curva dupla acumulada, obtida pela soma dos valores acumulados, em que os ajustes são realizados de acordo com parâmetros de calibragem e de correlação.

Segundo Medeiros *et al.* (2001), para realização do preenchimento de falhas, foram selecionados postos auxiliares de apoio ao preenchimento das falhas de cada posto, tendo sido feita uma análise dos postos mais próximos, considerando-se o raio de influência e a diferença de altitude entre o posto a ser consistido e os auxiliares, utilizando-se um máximo de cinco postos de apoio de cada vez e evitando-se aqueles postos com grandes diferenças de altitude. A Tabela 6.2 apresenta os postos auxiliares.

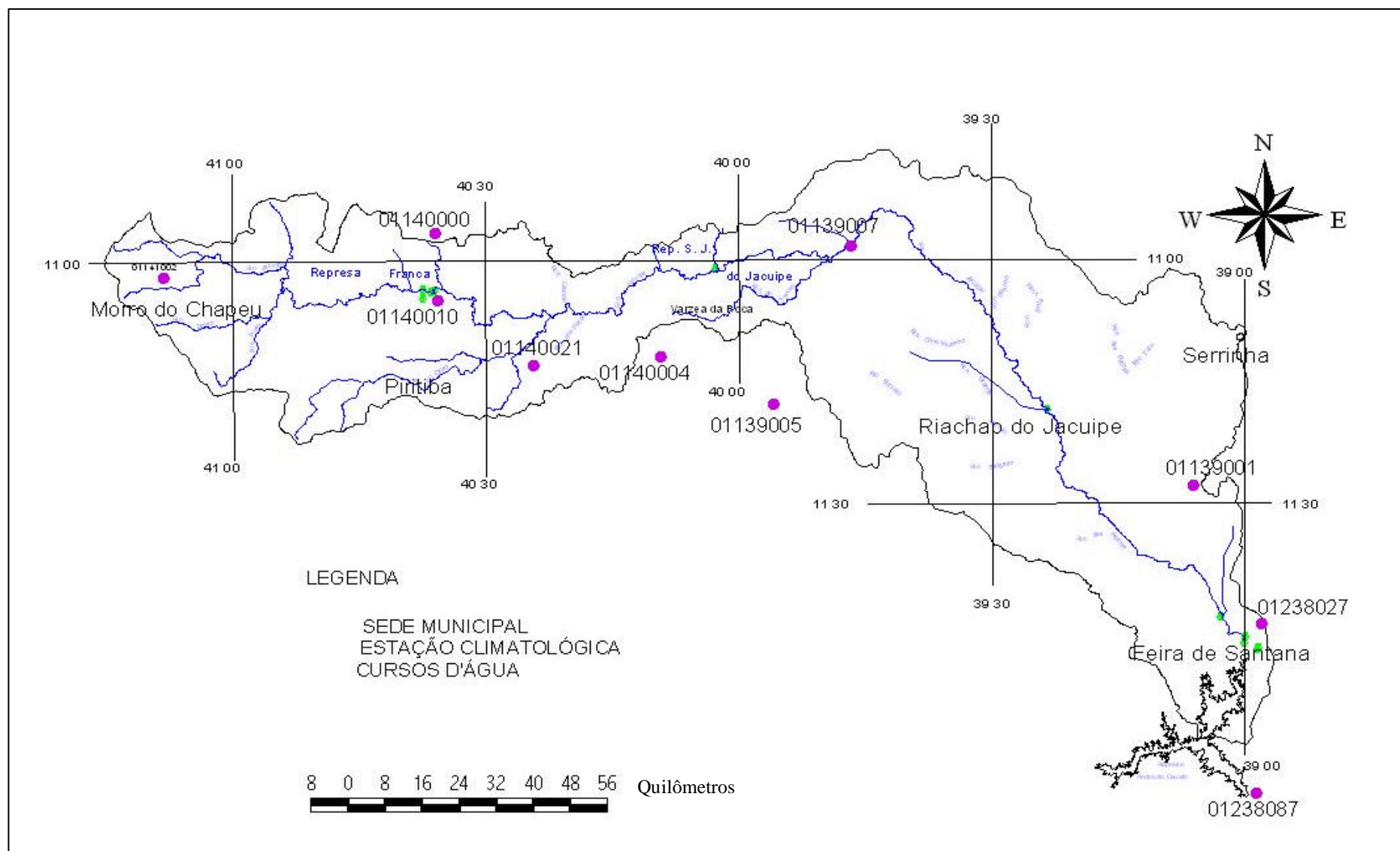


Figura 6.2 – Localização dos postos pluviométricos

Tabela 6.2 – Postos pluviométricos auxiliares (GRH, 2001).

CÓDIGO	POSTO	ENTIDADE	ALT.	LOCALIDADE	LAT.		LONG.	
01139008	Capela do Alto Alegre	SUDENE	370	Riachão do Jacuípe	11°	40'	39°	51'
01139022	Gavião	DNAEE	303	Gavião	11°	29'	39°	47'
01140016	Jacobina	DNAEE	450	Jacobina	11°	12'	40°	29'
01140019	Dias Coelho	SUDENE	607	Morro do Chapéu	11°	31'	40°	47'
01140023	Açude Serrote	DNOCS	445	Serrolândia	11°	24'	40°	18'
01239015	Ipirá (Camisão)	SUDENE	299	Ipirá	12°	09'	39°	44'

Para o preenchimento, considerou-se válido a partir de um coeficiente de correlação mínimo de 0,70. Assim, foram obtidas as séries pluviométricas preenchidas e consistidas.

O cálculo da precipitação média, considerando-se os dados históricos de cada posto, foi realizado por meio do método dos Polígonos de Thiessen, que calcula a média ponderada das precipitações de cada posto, tendo a área de influência do posto como fator de ponderação. A área  $A_i$  de cada polígono é o peso que se dará à precipitação  $P_i$  registrada em cada aparelho. A precipitação média foi calculada pela média ponderada, entre a precipitação  $P_i$  de cada estação e o peso a ela atribuído  $A_i$ .

$$P_m = \frac{\sum A_i \cdot P_i}{\sum A_i} \quad (6.1)$$

em que:

$P_m$  - Precipitação média;

$A_i$  = Área de influência de cada posto;

$\sum A_i$  = Área total da bacia de estudo.

A Tabela 6.3 apresenta os valores das áreas de influência de cada posto pluviométrico.

Tabela 6.3 – Área de influência dos postos pluviométricos

CÓDIGO	POSTO	ÁREA DE INFLUÊNCIA (KM²)	FRAÇÃO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA
01139001	Tanquinho	3.183,17	0,2617
01139005	Pintadas	993,75	0,0817
01139007	Gavião	2.632,17	0,2164
01140000	Miguel Calmon (Djalma Dutra)	435,45	0,0358
01140004	Mairi (Monte Alegre)	712,78	0,0586
01140010	Franca	1.410,96	0,1160
01140021	Alto Bonito	734,67	0,0604
01141002	Morro do Chapéu	1.232,16	0,1013
01238027	Feira de Santana	724,94	0,0596
01238087	Fazenda Opalma	103,39	0,0085
<b>Área total da sub-bacia</b>		<b>12.163,44</b>	<b>1.0000</b>

A Tabela 6.4 apresenta a precipitação média calculada pelo método de Thiessen.

Tabela 6.4 – Precipitação média em mm pelo Método de Thiessen (1965 – 1983)

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1965	19,43	16,74	20,25	75,03	27,98	59,51	48,90	26,06	14,62	39,36	120,08	2,94
1966	35,34	169,49	54,25	144,83	75,41	57,69	82,86	51,27	24,42	34,84	60,89	83,54
1967	25,19	53,23	94,78	56,03	48,13	113,59	42,13	29,10	28,09	37,68	68,51	179,08
1968	79,06	83,00	139,57	32,47	69,70	86,85	47,52	25,05	13,89	49,71	137,56	85,74
1969	79,42	97,09	202,47	58,93	92,10	70,57	43,79	25,68	10,22	1,06	30,82	146,73
1970	150,98	54,95	52,78	37,33	34,03	31,23	114,12	37,59	17,51	46,69	95,92	38,27
1971	12,32	16,33	17,87	51,61	63,25	65,53	63,22	50,49	32,63	39,26	78,39	10,63
1972	73,63	46,09	52,14	27,37	106,39	61,40	23,37	28,17	38,10	24,62	18,80	136,15
1973	34,53	20,60	104,76	45,35	65,23	76,99	71,22	37,03	59,36	79,03	72,46	21,55
1974	75,87	99,16	156,62	109,48	87,98	48,43	61,02	40,88	20,91	54,91	107,76	92,24
1975	67,33	36,81	78,28	54,34	34,35	51,46	86,91	78,01	80,43	33,12	18,59	78,97
1976	5,89	102,08	22,35	20,59	26,68	18,22	22,62	19,83	33,86	145,96	107,04	22,09
1977	109,89	103,26	10,27	36,41	68,90	49,48	40,92	13,71	41,32	45,87	36,80	205,81
1978	107,40	158,55	119,08	83,65	133,07	78,32	36,49	37,37	50,24	14,76	43,41	75,07
1979	157,05	93,18	23,18	38,22	46,95	69,49	39,99	30,71	26,56	12,48	31,26	52,98
1980	142,82	338,91	24,33	19,36	33,67	27,53	33,67	33,95	25,68	14,28	80,93	54,24
1981	45,79	25,27	256,79	83,53	46,00	52,41	45,71	26,93	12,84	6,12	49,91	90,31
1982	32,28	24,01	11,22	72,44	103,88	92,07	62,74	23,31	44,68	32,26	0,18	27,30
1983	119,11	169,17	129,26	29,37	12,69	27,82	33,76	27,78	10,69	19,47	54,46	20,72
<b>Média</b>	<b>72,28</b>	<b>89,89</b>	<b>82,65</b>	<b>56,65</b>	<b>61,92</b>	<b>59,92</b>	<b>52,68</b>	<b>33,84</b>	<b>30,84</b>	<b>38,50</b>	<b>63,88</b>	<b>74,97</b>

A Figura 6.3 mostra o gráfico das precipitações médias mensais na bacia calculadas por Thiessen.

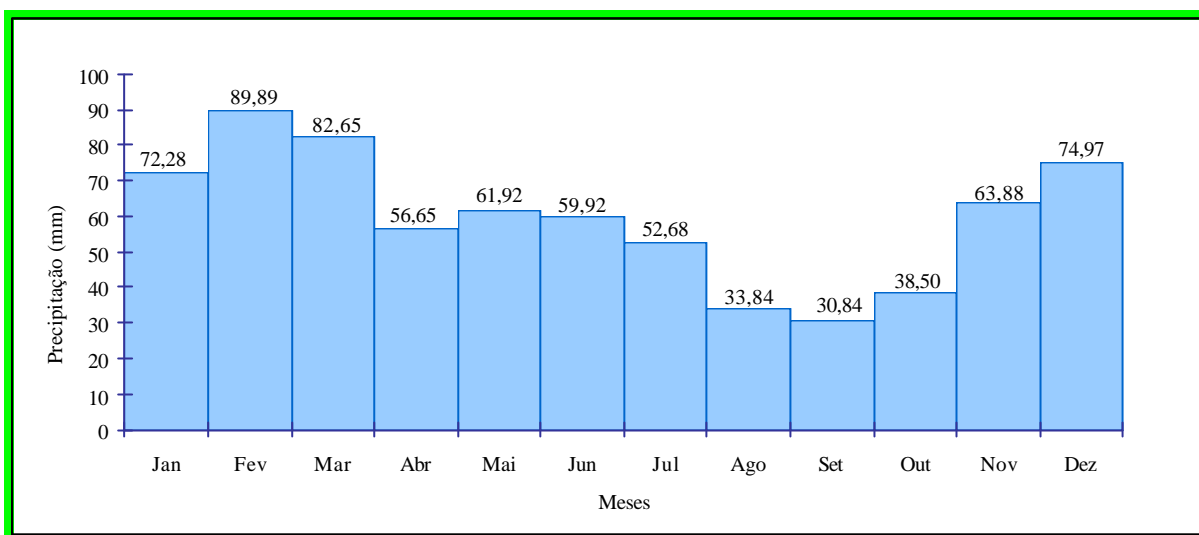


Figura 6.3 – Precipitações médias mensais na bacia do rio Jacuípe.

### 6.2.3- Climatologia

A caracterização dos parâmetros meteorológicos e a compreensão dos fenômenos climáticos reinantes têm importância fundamental no planejamento dos recursos hídricos, em função da relação entre os regimes pluviais e fluviais, observada principalmente nas latitudes intertropicais, interferindo diretamente nas disponibilidades hídricas.

A bacia compreende uma área bastante extensa, inserida na região semi-árida. No entanto, as modificações no relevo e na geografia permitem que existam variações climáticas ao longo da bacia, apresentando maiores teores de umidade nas suas extremidades, devido à proximidade da Chapada Diamantina nas suas nascentes, ou ao recôncavo próximo à confluência com o rio Paraguaçu. Sua parte central apresenta, todavia, regiões onde as chuvas são muito escassas, ocorrendo períodos longos de seca.

#### 6.2.3.1- Temperatura

A maioria das estações meteorológicas da rede do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), estava localizada fora da bacia, com exceção das estações de Morro do Chapéu (Posto 1141003) e de Serrinha (Posto 1239016), sendo melhor não considerá-las. Devido a isto, utilizaram-se os dados da SEI - Secretaria de Estatística e Informação, que faz o

balanço hídrico de postos pluviométricos, para fazer uma análise, tendo-se selecionados os postos com melhor distribuição na bacia.

Os postos selecionados foram os de Gavião, Mairi, França, Morro do Chapéu e Feira de Santana, conforme pode ser observado na Tabela 6.5, onde também foram apresentadas informações mensais sobre a temperatura, obtidas para cada uma das estações.

Tabela 6.5 – Temperatura média mensal (°C) (modificado - GRH, 2001).

CÓDIGO	POSTO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1139007	Gavião	26,1	26,0	25,9	25,0	23,8	22,5	22,0	22,4	23,5	25,1	25,4	25,8
1140004	Mairi (Monte Alegre)	25,4	25,7	25,3	24,6	23,2	22,1	21,1	21,5	22,5	24,0	24,9	25,0
1140010	Franca	25,1	25,3	25,1	24,5	23,1	22,0	21,1	21,5	22,7	24,1	24,9	24,8
1141002	Morro do Chapéu	21,1	21,2	21,0	20,6	19,2	17,8	17,2	17,5	18,9	20,2	20,7	20,9
1238027	Feira de Santana	26,0	25,8	25,8	24,7	23,4	21,9	21,1	21,5	22,5	24,1	25,2	25,5

#### 6.2.4- Disponibilidade hídrica superficial

O rio Jacuípe atravessa em boa parte de sua extensão região de clima semi-árido e de embasamento cristalino. Portanto, às baixas taxas de precipitação soma-se a baixa capacidade de recarga dos aquíferos, tendo, como resultado um regime fluvial com geração de vazões pequenas. A Figura 6.4 ilustra a variação mensal média das vazões observadas em quatro estações fluviométricas, Gavião, Riachão do Jacuípe e Ponte do rio Branco, da rede básica da EMBASA - Empresa Baiana de Água e Saneamento SA, no período de 1985 a 1994, seus códigos são: 51999220, 51999210 e 51999200, respectivamente, e França, estação operada pela ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica, cujo código é 51410000.

Os dados da Tabela 6.6 apresentam as vazões médias mensais dos quatro postos fluviométricos analisados.

Tabela 6.6 – Vazões médias mensais nos postos da Bacia do rio Jacuípe (m³/s) (Medeiros *et al.*, 2001).

ESTAÇÃO	ÁREA DE DRENAGEM (KM²)	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
França	2.022	3,45	3,80	3,29	1,74	1,40	1,13	0,92	0,80	0,68	0,91	1,93	5,35
Ponte Rio Branco	11.538	9,61	22,47	5,26	2,68	2,80	0,76	0,81	0,43	0,16	0,08	5,36	46,40
Riachão do Jacuípe	7.118	5,56	8,76	2,89	1,52	0,80	0,58	0,39	0,28	0,13	0,12	1,26	13,86
Gavião	5.025,4	1,94	5,27	1,88	0,97	0,79	0,85	0,79	0,59	0,47	0,55	1,16	5,36

A Figura 6.4 apresenta as vazões médias mensais de longo período na bacia hidrográfica do rio Jacuípe.

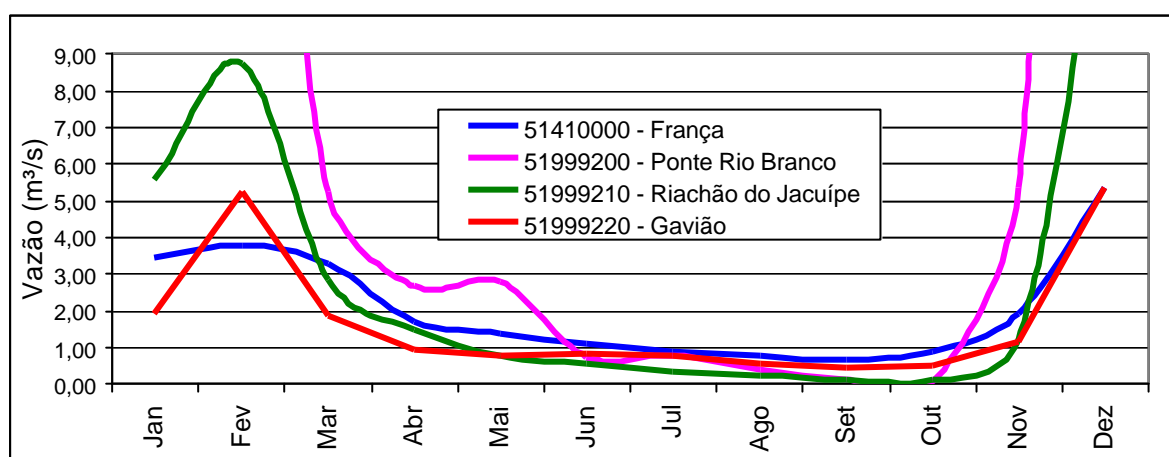


Figura 6.4 – Vazões médias na bacia do rio Jacuípe (modificado - Medeiros *et al.*, 2001)

A Figura 6.5 apresenta a localização dos postos fluviométricos e de monitoramento da qualidade na bacia do rio Jacuípe.

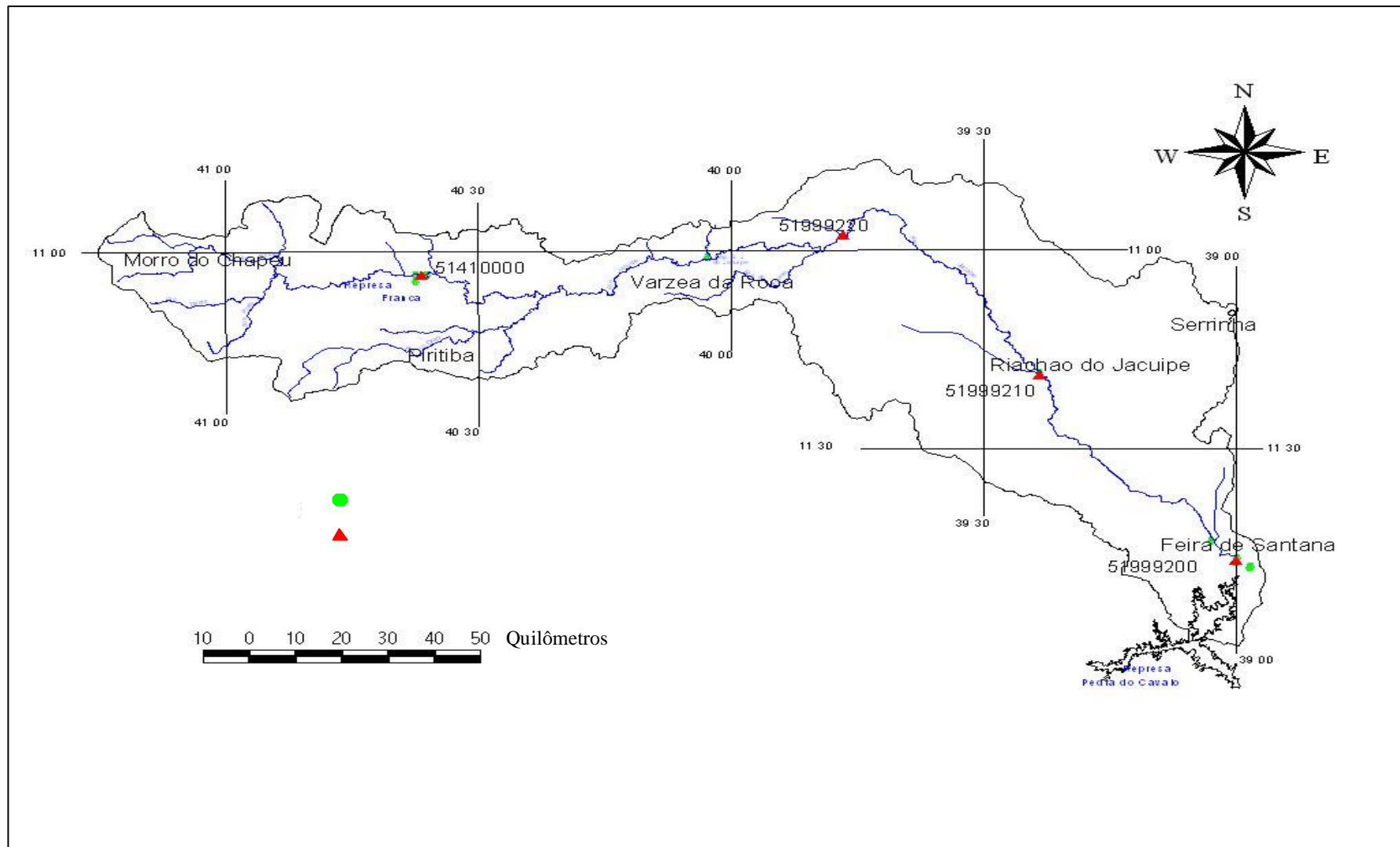


Figura 6.5 – Localização dos postos fluviométricos



#### 6.2.4.1- Vazões de referência com 90% de garantia

Segundo o GRH (2001), o resultado do traçado da curva de permanência para dados diários dos postos fluviométricos das quatro estações analisadas da bacia-piloto, identificando-se a vazão com 90% de permanência  $Q_{90}$ , pode ser visto na Tabela 6.7. Trata-se do valor que a legislação estadual adota como possível de ser outorgado.

Tabela 6.7 – Vazões mínimas com permanência de 90% ( $m^3/s$ )

POSTOS FLUVIOMÉTRICOS	ÁREA DE DRENAGEM ( $KM^2$ )	$Q_{90}$
França	2.022	0,0880
Ponte Rio Branco	11.538	0,0390
Riachão do Jacuípe	7.118	0,0300
Gavião	5.025,4	0,0244

As vazões com garantia de 90% pretendida têm valores muito baixos, quase nulos, não permitindo um planejamento para o uso dos recursos hídricos nessa base.

#### 6.2.4.2- Vazões regularizadas pelas barragens de França e São José do Jacuípe

Segundo a SRH (2003), a disponibilidade hídrica superficial na bacia do rio Jacuípe corresponde, praticamente, às vazões regularizadas pelas barragens de França e São José do Jacuípe.

Para a barragem de França, o resultado encontrado foi de  $0,83 m^3/s$  de vazão regularizada com 90% de garantia e, para a barragem de São José do Jacuípe, foi de  $1,03 m^3/s$ , com 90% de garantia.

### 6.3 - DADOS DISPONÍVEIS DE QUALIDADE

Segundo o CRA (2001), na bacia do rio Jacuípe, existem 11(onze) pontos de amostragem de qualidade da água, com frequência anual de observação, conforme Tabela 6.6.

Tabela 6.8 – Rede de amostragem da bacia hidrográfica do rio Jacuípe (modificado - CRA, 2001).

PONTO DE AMOSTRAGEM	COORDENADAS GEOGRAFICAS	LOCALIZAÇÃO
RJ2020	Lat.11°33'37,1"S Long. 40°36'04,3"W	Rio Jacuípe, Barragem do França-Captação de Água da EMBASA
RJ2025	Lat.11°33'41"S Long. 40°36'27,3"W	Rio Jacuípe, Barragem do França, Morro do Urubu.
RJ2030	Lat.11°34'31"S Long. 40°37'26,7"W	Rio Jacuípe, Barragem do França, Local de Travessa.
RJ2035	Lat.11°33'31"S Long. 40°37'26,7"W	Rio Jacuípe, Barragem do França, localidade de Mansidão.
RJ2080	Lat.11°31'1,7"S Long. 40°02'44,7"W	Rio Jacuípe, Barragem de São Jose do Jacuípe. Captação da EMBASA.
RJ2090	Lat.11°48'26,2"S Long. 39°23'22,6"W	Rio Jacuípe, Ponte sob a BR 324, à jusante da zona urbana de Riachão do Jacuípe.
RJ2150	Lat.12°13'52,12"S Long. 39°02'51,6"W	Rio Jacuípe, Estrada do feijão antes do entroncamento de Bonfim de Feira.
RJ2200	Lat.12°17'08,1"S Long. 39°00'01,7"W	Rio Jacuípe, sob a ponte que cruza o rio na BR – 116.
RM2100	Lat.12°17'46,8"S Long. 38°58'13,4"W	Riacho do Maia, entrada pelo Centro Industrial de Subaé, à fábrica de alumínio.
RM2200	Lat.12°17'53,4"S Long. 38°58'22,5"W	Riacho do Maia, próximo do RM 2100, cerca de 500m a jusante do efluente da Fábrica de cerveja.
RP2300	Lat.12°16'25,7"S Long. 38°59'50,3"W	Riacho Principal, cerca de 200m da confluência com o rio Jacuípe, tendo como finalidade acompanhar a influência da ETE de Feira de Santana

A localização dos pontos de monitoramento pode ser observada na Figura 6.6.

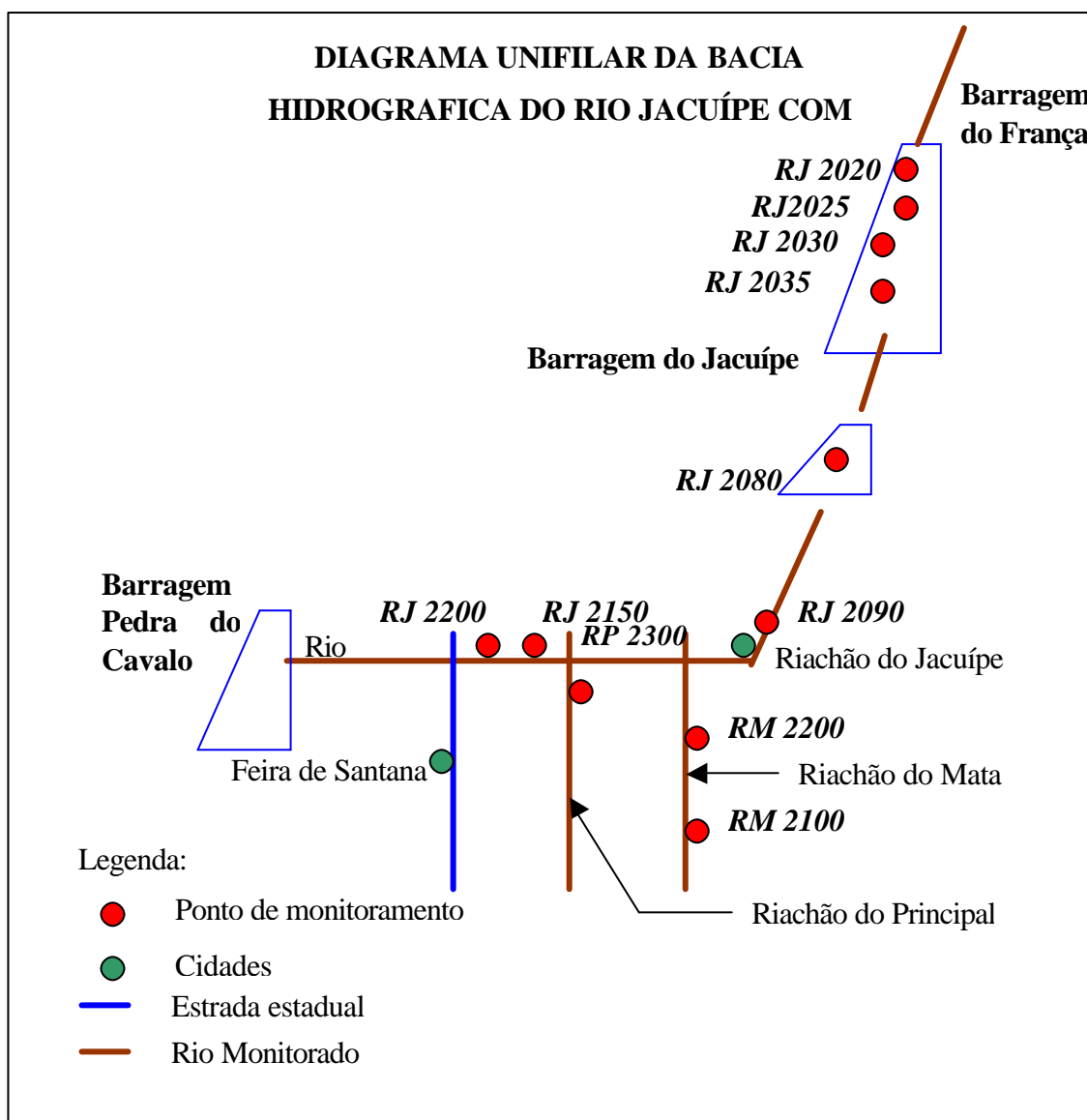


Figura 6.6 – Diagrama unifilar da bacia hidrográfica do rio Jacuípe (modificado - CRA, 2001).

## **7. APLICAÇÃO DO SUPORTE NA BACIA TESTE**

Este capítulo apresenta a aplicação do modelo proposto à área da bacia hidrográfica do rio Jacuípe no estado da Bahia, escolhida como área de estudo.

Apresenta-se a configuração geral do sistema para a bacia escolhida. Em seguida, descrevem-se as etapas utilizadas para obtenção e tratamento dos dados necessários à entrada do modelo, e, finalmente, é apresentado o processo de simulação do modelo para a bacia em estudo, e, posteriormente, uma análise da aplicabilidade do modelo proposto à bacia selecionada.

### **7.1- CONFIGURAÇÃO GERAL DO SISTEMA**

A definição da configuração do sistema apresenta a forma com que foi discretizada a bacia hidrográfica para aplicação do modelo proposto.

Para utilização da estrutura já definida no DAFNE 097.2003, foi necessário criar trechos “virtuais”, num total de 6 (seis). Esse artifício foi utilizado para dirimir uma não-conformidade na estrutura anterior que não permite a definição como trecho de um segmento que não possui junção. Dessa forma, a quantidade total de trechos estabelecida para a bacia do Jacuípe foi de 33 (trinta e três). A Figura 7.1 apresenta a distribuição dos trechos na bacia do rio Jacuípe, com localização dos pontos de monitoramento escolhidos e os postos fluviométricos.



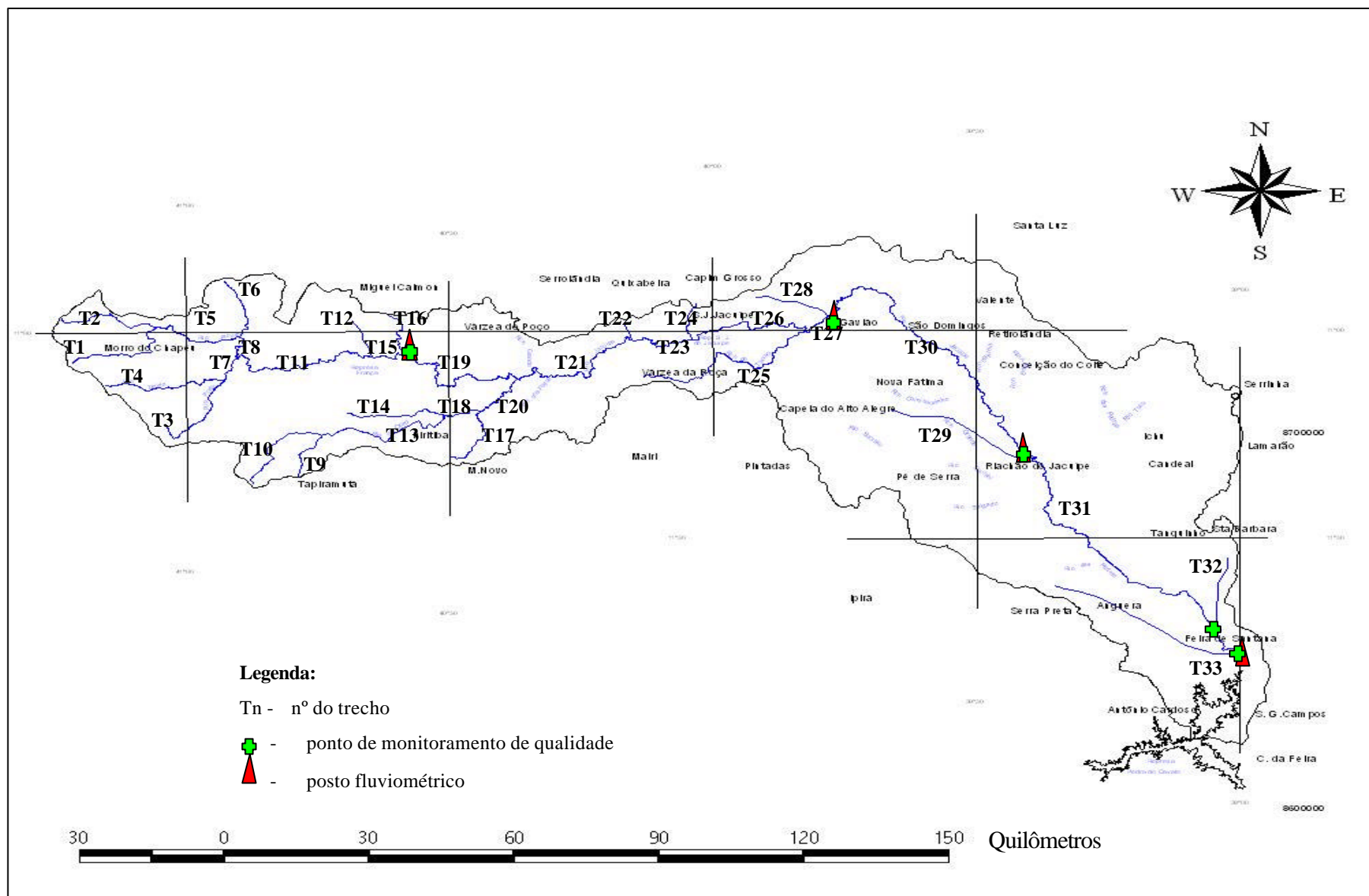


Figura 7.1- Divisão dos trechos na bacia do rio Jacuípe.

Para discretização do sistema hídrico, partiu-se da equação 5.1,  $t = (c+j).2 + 1$ , que leva em consideração a quantidade de junções e quantidade de confluências no sistema hídrico acrescido das informações dos trechos onde há usuários com algum tipo de uso já outorgado, de informações de qualidade da água e da existência de reservatórios.

Essas condições levaram à escolha inicialmente de 27 (vinte e sete) trechos.

Os trechos T15 e T23 correspondem, respectivamente, aos reservatórios de França e São José do Jacuípe, T16, T24, T25, T28, T29, T32, correspondem aos trechos virtuais criados para fechamento do sistema.

## **7.2- DADOS DE ENTRADA DO SISTEMA**

Para execução do módulo de balanço hídrico do suporte metodológico, torna-se necessário que o usuário disponha dos dados solicitados pelo modelo. O modelo solicita dados de quantidade, qualidade além de informações institucionais e legais a respeito do deferimento de outorga na bacia. Dessa forma, para realização do teste do suporte foi necessária a obtenção desses dados.

### **7.2.1- Dados de quantidade**

Os dados referentes à quantidade solicitados pelo modelo são relacionados aos usos da água na bacia hidrográfica e as disponibilidades hídricas nos trechos. Dessa forma, pode-se confrontar os dados de disponibilidade com os dados de demanda a fim de conseguir o balanço hídrico de cada trecho.

#### **7.2.1.1- Demanda hídrica**

As demandas estão relacionadas aos usos, irrigação, abastecimento e lançamento de efluentes, que determinados usuários fazem dos recursos hídricos na bacia. Dessa forma, o estudo buscou caracterizar os usuários da bacia hidrográfica do rio Jacuípe, essa caracterização foi feita levando-se em consideração as informações contidas no cadastro de usuários da água da SRH - Secretaria de Recursos Hídricos do estado da Bahia e no

cadastro da EMBASA – Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A . Nesse estudo, foram considerados todos os usuários pertencentes à bacia e cadastrados na SRH e EMBASA.

Os dados obtidos junto a essas entidades foram, primeiramente, tratados dentro de um aplicativo de georreferenciamento, o *Arcview – Versão 3.2*, com o intuito de confirmar que os pontos pertenciam à bacia hidrográfica e onde os mesmos se localizavam, servindo assim para configuração geral do sistema.

Optou-se por considerar todos os usuários cadastrados, por menor que fosse sua captação ou lançamento, devido às condições críticas de disponibilidade de água na bacia. Foram identificados 3 (três) tipos preponderantes de uso da água: irrigação, abastecimento e lançamento de efluentes.

O resultado desse levantamento é apresentado na Figura 7.2, em que figuram os usuários da água por trecho.



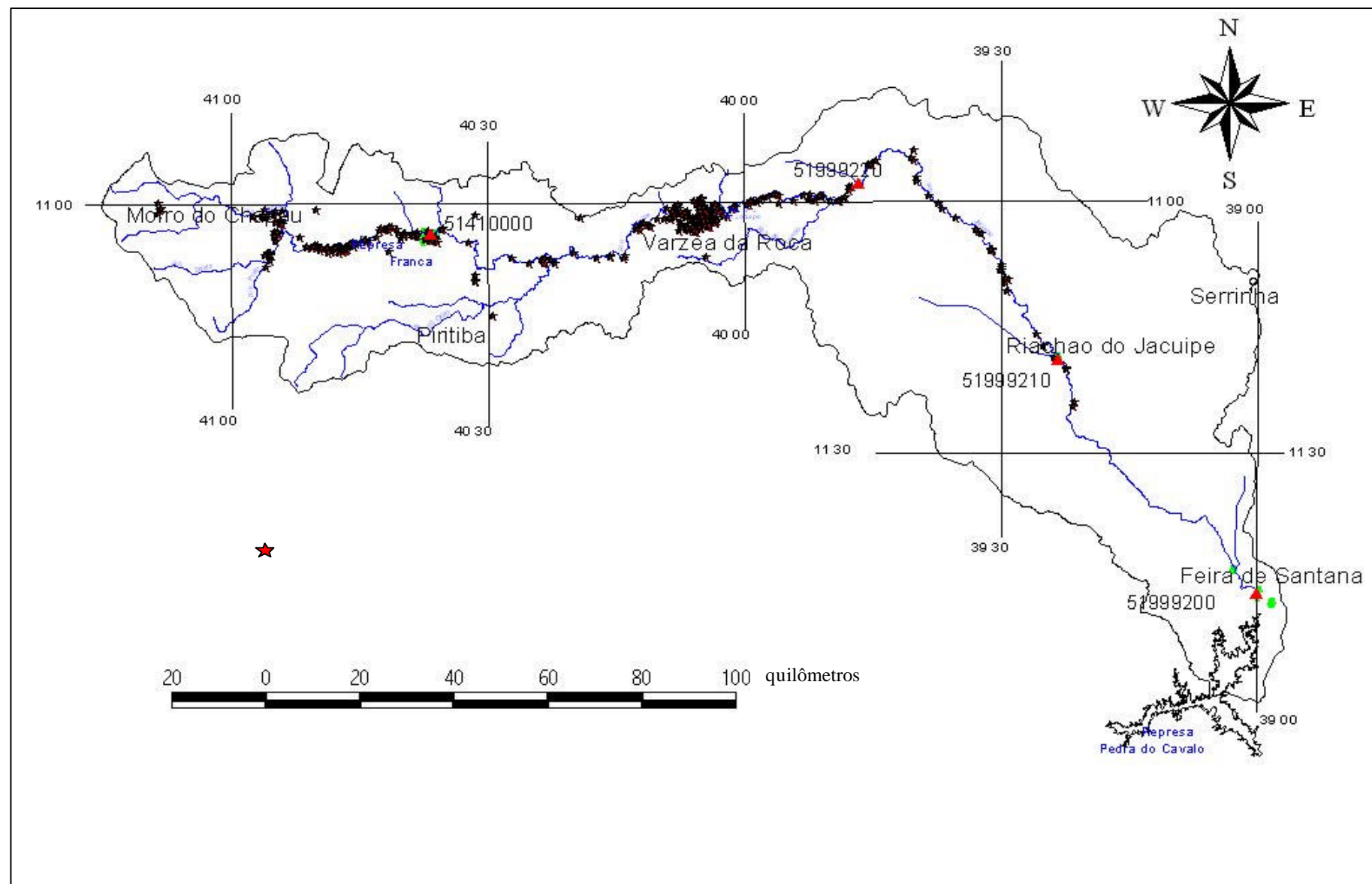


Figura 7.2- Localização do usuários por trechos na bacia do rio Jacuípe

A partir da análise das informações apresentadas na Figura 7.2, pode-se observar que as maiores demandas encontram-se nas imediações das duas barragens, isso já era esperado visto que a bacia possui muito pequeno potencial hídrico natural.

Na Tabela 7.1, são apresentadas as demandas totais e o número de usuários por trecho.

Tabela 7.1 – Vazão total demandada por trecho

TRECHO	Nº DE USUARIOS	QCAP (L/S)
1	6	61,47
2	1	5,21
3	11	10,10
4		
5	8	8,79
6	4	7,89
7		
8	19	7,03
9		
10		
11	78	74,80
12	16	19,73
13	1	5,20
14		
15	13	21,24
16		
17		
18	3	7,06
19	20	62,45
20		
21	33	95,73
22	78	100,02
23	59	395,74
24		
25	9	5,00
26	55	40,68
27	4	16,41
28		
29		
30	39	169,75
31	9	995,59
32		
33	1	12,42

Os resultados obtidos serviram para alimentar um banco de dados de informações demandadas sobre a bacia. O banco de dados foi criado em *Microsoft Access*, versão 2000. Esse banco de dados é gerenciado pelo DAFNE 0.97/2003, programado em linguagem *Borland Delphi – Versão 6*.

#### 7.2.1.2- Disponibilidade hídrica

Os dados de disponibilidade hídrica necessários à entrada do modelo são as vazões garantidas nos trechos, possíveis de serem outorgadas. Para o caso da bacia em estudo, a  $Q_{90\%}$  - vazão de Permanência com 90% de garantia é o valor definido pela legislação estadual.

Na simulação da  $Q_{90\%}$ , foi utilizado o modelo MODHAC (Lanna, 1989) que é um modelo matemático de simulação da fase terrestre do ciclo hidrológico (processo de transformação chuva-vazão) — em que, sendo conhecidas as séries simultâneas das variáveis desse processo, chuva e evapotranspiração potencial, o modelo computa o armazenamento e a abstração da água da bacia.

O armazenamento da água na bacia é simulado por meio de três reservatórios fictícios, que representam a água armazenada superficialmente, a água armazenada subsuperficialmente, no chamado horizonte vegetal do solo, e a água armazenada nas camadas inferiores do solo, incluindo o aquífero subterrâneo. Esses reservatórios são respectivamente denominados reservatório superficial, subsuperficial e subterrâneo.

A abstração da água na bacia ocorre pela evaporação dos reservatórios e pela infiltração profunda. Essa última variável representa a água que sai da bacia dirigindo-se a outras de maior ordem ou a aquíferos subterrâneos profundos através de fraturas em subsolo cristalino ou canais subterrâneos em subsolo cárstico. O escoamento da bacia, observado em seu enxutório, é formado pelos escoamentos superficial e subterrâneo.

O MODHAC foi calibrado para os pontos da bacia em que se disponham de dados, os postos fluviométricos de códigos: 51999220, 51999210 e 51999200, operados pela EMBASA e França, estação operada pela ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica, cujo código é 51410000. Os dados de entrada do programa para a calibração são: as vazões

médias mensais observadas, a chuva média com influência nos postos fluviométricos em questão, e as evapotranspirações potenciais pelo método de Blaney Criddle calculadas para a região.

O processo de calibração do MODHAC, apresenta um procedimento automático de calibração baseado no método iterativo de Rosenbrock bloqueado, buscando um melhor ajuste por meio da otimização de uma função-objetivo. Quatro tipos de função-objetivo podem ser consideradas na calibração: função-objetivo mínimos quadrados, função-objetivo modulada, função-objetivo valor absoluto e função-objetivo logarítmica, tendo sido utilizada na otimização do modelo, a função objetivo logarítmica e modulada, que tende a estabelecer uma melhor aderência das vazões mínimas. Os parâmetros a serem calibrados encontram-se listados abaixo:

RSPX = Capacidade do Reservatório Superficial

RSSX = Capacidade do Reservatório Subsuperficial

RSBX = Capacidade do Reservatório Subterrâneo

RSBF = Armazenamento mínimo para que ocorra contribuição do reservatório subterrâneo ao escoamento de base

IMAX = Permeabilidade do solo

IMIN = Infiltração mínima

IDEC = Coeficiente de infiltração

ASP = Coeficiente de Percolação do Reservatório Superficial

ASS = Coeficiente de Percolação do Reservatório Subsuperficial

ASB = Expoente da lei de esvaziamento do reservatório subterrâneo

PRED = Correção da precipitação

CEVA = Coeficiente de Evaporação do Reservatório

Em função da inexistência de estudos similares realizados anteriormente para as estações fluviométricas da bacia estudada, optou-se por utilizar, inicialmente, os parâmetros ótimos recomendados pelo autor do Modhac para bacias de regiões semi-áridas. O modelo necessitou, ainda, de algum ajuste, tendo-se buscado, no processo de calibração, o melhor ajuste das vazões mínimas, que são as vazões de maior importância nos estudos de regularização. A Tabela 7.2 apresenta os valores ótimos dos parâmetros de calibração.

Tabela 7.2 - Valores ótimos dos parâmetros calibrados para cada estação fluviométrica da bacia do rio Jacuípe

PARÂMETROS	POSTOS FLUVIOMETRICOS			
	51410000	51999220	51999210	51999200
RSPX	50.61	42.32	42.50	39.44
RSSX	560.8	347.8	325.8	350.4
RSBX	7.250	23.59	3.019	6.223
RSBY	.0000	.0000	.0000	.0000
IMAX	266.6	293.5	354.0	298.5
IMIN	7.498	9.549	1.7290E-02	.6398
IDEC	.1383	2.2480E-02	2.8580E-02	.2219
ASP	.0000	.0000	.0000	.0000
ASS	2.9890E-03	1.5450E-04	4.1620E-03	6.8380E-03
ASBX	9.9690E-02	2.0180E-02	2.9730E-02	2.1755E-02
ASBY	9.9690E-02	.0000	.0000	.0000
PRED	999.0	999.0	999.0	999.0
CEVA	.9710	.6005	.3000	.9986
CHET	.6293	.8997	.3667	.5791

Na tabela 7.3 são apresentados os valores de  $Q_{90\%}$  para os trechos da bacia.

Tabela 7.3- Valores simulados de  $Q_{90\%}$  para os trechos da bacia

TRECHO	RESERVATORIO	QREGRESER (90%GAR.) m/s <sup>3</sup>	EXTENSÃO (KM)	ÁREA (KM <sup>2</sup> )	QREF 90% (l/s)
1	Não		27,54	179,05	10,00
2	Não		23,94	177,70	10,00
3	Não		25,30	285,91	10,00
4	Não		27,90	177,48	10,00
5	Não		22,05	542,86	20,00
6	Não		17,82	207,25	10,00
7	Não		8,18	498,04	10,00
8	Não		9,38	791,45	20,00
9	Não		15,10	69,20	10,00
10	Não		25,44	197,20	10,00
11	Não		42,62	1971,80	20,00
12	Não		14,71	113,78	10,00
13	Não		29,00	496,30	20,00
14	Não		23,00	82,00	10,00
15	Sim	0,83	6,40	2022,00	830,00
16	Não		0,00	0,00	0,00
17	Não		18,80	96,00	10,00
18	Não		7,37	612,68	150,00
19	Não		42,05	3200,13	260,00
20	Não		16,21	664,85	20,00
21	Não		40,80	4091,62	290,00
22	Não		11,68	54,63	10,00
23	Sim	1,03	18,40	269,29	1030,00
24	Não		0,00	0,00	0,00
25	Não		45,09	296,40	10,00
26	Não		30,79	619,63	175,77
27	Não		6,26	5025,40	24,40
28	Não		0,00	0,00	0,00
29	Não		0,00	0,00	0,00
30	Não		91,00	7118,00	30,00
31	Não		35,93	11374,40	38,45
32	Não		0,00	0,00	0,00
33	Não		2,38	11538,00	39,00

### 7.2.2- Dados de qualidade

Para o teste do modelo proposto, os dados de qualidade mais relevantes estão divididos em dois grupos: as informações referentes aos usuários e as informações referentes ao corpo receptor. Algumas considerações tiveram de ser feitas do comportamento da bacia para simulação do modelo. Isso foi devido o fato de não existirem informações suficientes. O manancial foi considerado como estando em condições de rio limpo.

Os coeficientes de desoxigenação -  $K_1$ , decaimento bacteriano -  $K_b$  e reaeração -  $K_2$  para as equações matemáticas foram estimados com base nas informações contidas na literatura especializada (Von Sperling, 1996). Os parâmetros restantes (DBO, Coli Fecais, OD, Temperatura) necessários à simulação do modelo foram obtidos no CRA - Centro de Recursos Ambientais, do Estado da Bahia.

É importante ressaltar que o modelo proposto faz análise de qualidade para lançamentos pontuais. Na bacia, foram identificados apenas 3 (três) usuários que lançam efluentes diretamente no corpo hídrico e estão cadastrados.

Conforme discutido, no item configuração geral do sistema, para os trechos virtuais (T16, T24, T25, T28, T29, T32), todos os valores e parâmetros foram considerados nulos para efeito de cálculo.

Na Tabela 7.5, é apresentado um resumo com os dados dos usuários utilizados na simulação do modelo na bacia proposta.

Os postos de monitoramento utilizados para obtenção dos parâmetros de entrada do modelo foram: RJ 2020, RJ 2080, RJ 2090, RJ 21 50 e RP 2300. Os valores correspondentes aos parâmetros avaliados no suporte estão apresentados na Tabela 7.4.

Tabela 7.4 – Parâmetros de qualidade no rio Jacuípe mês de agosto 2001 (modificado – CRA, 2001)

PARÂMETROS	UNIDADE	RJ 2020	RJ 2080	RJ 2090	RJ 2150	RP 2300
Coli Fecais	Nº Col./100ml	110	13000	52000	58000	60000
DBO <sub>5</sub>	ml/L	28	15	20	27	29
Temp.		24	25	25	24	24
OD	ml/L	7,16	12,30	6,63	8,26	5,02
Saturação de Oxigênio	%	94,4	148,8	35,5	124,2	67,3

Tabela 7.5 – Informações de lançamento dos usuários (modificado – CRA, 2001)

TRECHO	USUÁRIOS	Q LAN (l/s)	USO	OUTORGADO	DBO5 (mg/l)		COLIFORMES (NMP/100ML)		OD	
					VALOR (mg/l)	K1 A 20 °(dia <sup>-1</sup> )	VALOR (mg/l)	KB A 20 °(dia <sup>-1</sup> )	VALOR (mg/l)	K1 A 20 °(DIA <sup>-1</sup> )
30	Embasa-Riachão do jacuípe	1,05	Abastecimento	Não	27	0,35	58000	1,00	0,0	0,37
31	Embasa-Serrinha	3,59	Abastecimento	Não	27	0,35	58000	1,00	0,0	0,37
33	Feira de Santana	210,5	Abastecimento	Sim	29	0,35	60000	1,00	0,0	0,37

A Tabela 7.6 apresenta as informações de qualidade para os trechos.



Tabela 7.6 – Informações de qualidade dos trechos

TRECHO	RESERVATÓRIO	EXTENSÃO (km)	VEL. MÉDIA (m/s)	TEMP ( ° C)	DBO <sub>5</sub> (mg/l) NATURAL	COLIFORMES (NMP/100ML)	VALOR OD (mg/l)	K2 A 20 °(dia -1)	CS (mg/l)
1	Não	27,54	0,2	24,0	2,00	0,00	7,16	0,37	8
2	Não	23,94	0,2	24,0	2,00	0,00	7,16	0,37	8
3	Não	25,30	0,2	24,0	2,00	0,00	12,30	0,37	18
4	Não	27,90	0,2	24,0	2,00	0,00	6,63	0,37	19
5	Não	22,05	0,2	24,0	2,00	0,00	6,63	0,37	19
6	Não	17,82	0,2	24,0	2,00	0,00	6,63	0,37	19
7	Não	8,18	0,2	24,0	2,00	0,00	6,63	0,37	19
8	Não	9,38	0,2	24,0	2,00	0,00	8,26	0,37	7
9	Não	15,10	0,2	25,0	2,00	0,00	5,02	0,37	7
10	Não	25,44	0,2	25,0	2,00	0,00	7,16	0,37	8
11	Não	42,62	0,2	24,0	2,00	0,00	7,16	0,37	8
12	Não	14,71	0,2	24,0	2,00	0,00	7,16	0,37	8
13	Não	29,00	0,2	25,0	2,00	0,00	7,16	0,37	8
14	Não	23,00	0,2	25,0	2,00	0,00	7,16	0,37	8
15	Sim	6,40	0,2	24,0	2,00	0,00	7,16	0,37	8
16	Não	0	0	0	0	0,00	0	0	0
17	Não	18,80	0,2	25,0	2,00	0,00	7,16	0,37	8
18	Não	7,37	0,2	25,0	2,00	0,00	7,16	0,37	8
19	Não	42,05	0,2	25,0	2,00	0,00	7,16	0,37	8
20	Não	16,21	0,2	25,0	2,00	0,00	12,30	0,37	8
21	Não	40,80	0,2	25,0	2,00	0,00	12,30	0,37	18
22	Não	11,68	0,2	25,0	2,00	0,00	12,30	0,37	18
23	Sim	18,40	0,2	25,0	2,00	0,00	12,30	0,37	18
24	Não	0	0	0	0	0,00	0	0	0
25	Não	45,09	0,2	25,0	2,00	0,00	12,30	0,37	18
26	Não	30,79	0,2	25,0	2,00	0,00	12,30	0,37	18
27	Não	6,26	0,2	25,0	2,00	0,00	12,30	0,37	18

Tabela 7.6 – Informações de qualidade dos trechos, continuação

TRECHO	RESERVATÓRIO	EXTENSÃO (km)	VEL. MÉDIA (m/s)	TEMP ( ° C)	DBO <sub>5</sub> (mg/l) NATURAL	COLIFORMES (NMP/100ML)	VALOR OD (mg/l)	K2 A 20 °(dia <sup>-1</sup> )	CS (mg/l)
28	Não	0	0	0	0	0,00	0	0	0
29	Não	0	0	0	0	0,00	0	0	0
30	Não	91,00	0,2	25,0	2,00	0,00	12,30	0,37	18
31	Não	35,93	0,2	24,0	2,00	0,00	12,30	0,37	18
32	Não	0	0	0	0	0,00	0	0	0
33	Não	2,38	0,2	25,0	2,00	0,00	12,30	0,37	18

### 7.2.3- Aspectos institucionais e legais

O estado da Bahia possui legislação estadual que trata do assunto de outorga dos direitos de uso da água desde 1995, por meio da Lei nº 6.855 de 12/05/95 e o Decreto nº 6.296 que regulamenta o instrumento de outorga de direito de uso da água, ou seja, já antes da criação da Lei nº 9.443/97, (SRH, 1998).

No artigo cinco desse decreto, estão estabelecidos os usos que devem requerer outorga para sua implantação e operação. Esse artigo estabelece que: “A implantação, ampliação e alteração de qualquer empreendimento que demande a utilização de recursos hídricos, superficiais ou subterrâneos, bem como a execução de obras ou serviços que alterem o seu regime, quantidade ou qualidade, dependerão de prévia outorga”.

No artigo dez, está definida a ordem de prioridade para expedição de outorgas:

- 1- Abastecimento humano e animal;
- 2- Irrigação;
- 3- Abastecimento agro-industrial;
- 4- Abastecimento industrial;
- 5- Aquicultura;
- 6- Mineração;
- 7- Lançamento de efluentes;
- 8- Outros usos.

O artigo 14 estabelece os limites das vazões a serem outorgadas, que são os seguintes:

- I- 80% (oitenta por cento) da vazão de referência do manancial, estimada com base na vazão de até 90% (noventa por cento) de permanência a nível diário, quando não houver barramento;
- II- 80% (oitenta por cento) das vazões regularizadas com 90% (noventa por cento) de garantia, dos lagos naturais ou barramentos implantados em mananciais perenes;
- III- 95% (noventa e cinco por cento) das vazões regularizadas com 90% (noventa por cento) de garantia, dos lagos naturais ou de barramentos implantados em mananciais intermitentes;

Para os casos de abastecimento humano, os limites estabelecidos em I e II poderão atingir até 95% (noventa e cinco por cento).

No caso do item II, a vazão remanescente de 20% (vinte por cento) das vazões regularizadas deverá escoar para jusante, por descarga de fundo ou por qualquer outro dispositivo que não inclua bombas de recalque.

Nenhum usuário, individualmente, receberá autorização acima de 20% (vinte por cento) da vazão de referência de um dado manancial.

A Resolução CONAMA nº 20, de 18/06/86 estabelece padrões de qualidade para os corpos d'água das diversas classes (água doce) e padrões de lançamento. A Tabela 7.7 apresenta esses valores para alguns parâmetros.

Tabela 7.7 – Padrões de qualidade para corpos hídricos (modificado- von Sperling, 1996)

PARÂMETRO	UNIDADE	PADRÕES PARA CORPO D'ÁGUA				PADRÕES DE LANÇAMENTO
		CLASSES				
		1	2	3	4	
DBO <sub>5</sub>	mg/l	3	5	10	-	(4)
OD	mg/l	>=6	>=5	>=4	>=2	-
Coliformes fecais	org/100ml	200	1.000	4.000	-	-

Notas:

(4): Consultar a legislação estadual pertinente;

### 7.3- SIMULAÇÃO DO COMPORTAMENTO DA BACIA E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A aplicação do modelo proposto à bacia hidrográfica do rio Jacuípe possibilitou avaliar o desempenho de algumas rotinas e vislumbrar arranjos mais adequados, que podem ser implementados. Esses itens serão abordados no capítulo de conclusões e recomendações.

A aplicação do modelo à bacia em estudo foi feita considerando-se quatro cenários para análise, conforme apresentado na tabela 7.8:

Tabela 7.8- Apresentação do Cenários

CENÁRIOS	VAZÃO CAPTADA (%)	CONCENTRAÇÕES DE LANÇAMENTO (%)
01	100	100
02	50	100
03	100	50

- 1- O primeiro cenário foi montado considerando que todos os usuários da bacia estão captando 100% (cem por cento) em volume de suas vazões e lançando seus efluentes com 100% (cem por cento) de suas concentrações;
- 2- O segundo cenário foi constituído considerando que os usuários, não outorgados, de quantidade, exceto os usos de abastecimento, estão captando 50% (cinquenta por cento) do valor em volume de suas vazões e os usuários de qualidade não-outorgados continuam lançando seus efluentes com 100 % (cem por cento) de suas concentrações;
- 3- O terceiro foi montado considerando que os usuários de qualidade lançam seus efluentes com 50 % (cinquenta por cento) de suas concentrações e os usuários de quantidade não-outorgados utilizam 100% (cem por cento) de seus volumes.
- 4- O quarto foi montado na tentativa de buscar o equilíbrio hídrico da bacia hidrográfica, ou seja, buscou-se a situação de harmonia na bacia hidrográfica. O cenário foi montado com percentuais de utilização para lançamento e captação que possibilitassem o atendimento dos critérios de quantidade e de qualidade da água na bacia.

É importante não esquecer das simplificações e adaptações feitas para realização desse teste, as quais já foram apresentadas anteriormente. Dessa forma, levando-se em consideração as dificuldades na obtenção dos dados para efetuar o teste do modelo, não é recomendável a aceitação desses resultados como esclarecedores da realidade na bacia.

Os resultados apresentados podem ser analisados por meio da utilização do DAFNE 0.97/2003 que se encontra em anexo.

O modelo foi concebido para analisar a situação, tanto de quantidade da água quanto de qualidade da água, de bacias hidrográficas, sem, contudo deixar de contemplar o deferimento ou não de outorgas.

O sistema quando em fase de simulação oferece a opção de simular ou não cada usuário de determinado trecho da bacia, caso seja feita a opção por simular somente um usuário no trecho em análise pode ser feito à avaliação quanto ao deferimento ou não do pleito de outorga do referido usuário, visto que, se a vazão demandada por esse único usuário for menor que o percentual possível de ser outorgado no trecho, considera-se que será possível deferir o pleito.

Os resultados mais relevantes dessa simulação estão apresentados na Tabela 7.9.

Tabela 7.9- Resultado da simulação do modelo

Trecho	Cenário 1		Cenário 2		Cenário 3	
	Quantidade	Qualidade	Quantidade	Qualidade	Quantidade	Qualidade
	Qreman (l/s)	QReman Final (l/s)	Qreman (l/s)	QReman Final (l/s)	Qreman (l/s)	QReman Final (l/s)
1	-53,47	-53,47	-42,24	-42,24	-53,47	-53,47
2	2,79	2,79	5,40	5,40	2,79	2,79
3	-2,10	-2,10	2,95	2,95	-2,10	-2,10
4	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
5	-59,47	-59,47	-41,24	-41,24	-59,47	-59,47
6	0,11	0,11	4,06	4,06	0,11	0,11
7	-2,10	-2,10	2,95	2,95	-2,10	-2,10
8	-74,38	-74,38	-49,09	-49,09	-74,38	-74,38
9	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
10	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
11	-159,29	-159,29	-91,55	-91,55	-159,29	-159,29
12	-11,73	-11,73	-1,86	-1,86	-11,73	-11,73
13	10,80	10,80	13,40	13,40	10,80	10,80
14	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
15	471,75	471,75	559,97	559,97	471,75	471,75
16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
18	107,74	107,74	113,87	113,87	107,74	107,74
19	145,55	145,55	168,31	168,31	145,55	145,55
20	3,74	3,74	9,87	9,87	3,74	3,74
21	61,55	61,55	105,60	105,60	61,55	61,55
22	-92,02	-92,02	-42,01	-42,01	-92,02	-92,02
23	157,79	157,79	277,50	277,50	157,79	157,79
24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	3,00	3,00	5,11	5,11	3,00	3,00
26	99,93	99,93	120,27	120,27	99,93	99,93
27	-42,57	-42,57	-17,90	-17,90	-42,57	-42,57
28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	-206,78	-206,86	-167,43	-167,51	-207,31	-207,35
31	-1193,07	-1210,19	-1150,86	-1167,97	-1194,87	-1203,43
32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
33	-998,14	-11619,71	-955,92	-11577,49	-1103,39	-6414,17

A Tabela 7.9 apresenta os valores relativos ao comportamento da bacia do rio Jacuípe.

Os resultados apresentados conduzem à reflexão de quanto a bacia está comprometida, tanto no aspecto de quantidade como nos aspectos de qualidade.

Os valores em vermelho indicam a que o trecho determinado da bacia não atende ao critério de análise estabelecido, ou seja, partindo da quantidade para a qualidade pode-se inferir que, em muitos trechos, não existe disponibilidade hídrica para outorgar quantidade e, dessa forma, não existe possibilidade de outorgar qualidade, visto que a qualidade tem prioridade inferior aos usos de quantidade.

A bacia do rio Jacuípe, segundo essas análises, encontra-se em extremo grau de comprometimento tanto em relação à quantidade como em relação à qualidade.

Não foi possível conseguir os índices de equilíbrio hídrico da bacia hidrográfica.

Após a simulação do comportamento da bacia para o quarto cenário ficou evidenciado que não existe condição de equilíbrio hídrico na bacia nas condições atuais. Isto é reflexo da utilização irracional por parte dos usuários (irrigação) que utilizam o potencial hídrico além do permitido, porem não tem a garantia do uso por todo o ano.



## 8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com a aplicação da metodologia proposta nesta pesquisa foi possível realizar um incremento na estrutura do DAFNE.

O presente trabalho foi motivado pela hipótese segundo a qual se podia aperfeiçoar uma estrutura já desenvolvida, DAFNE, acrescentando-se nessa estrutura as bases para análise de pleitos de outorga de usos dos recursos hídricos, levando-se em consideração tanto quantidade como qualidade da água do corpo receptor, com perspectiva de visualizar os efeitos causados por um usuário na bacia hidrográfica. A proposta dessa hipótese teve início em uma reflexão a respeito do momento atual que vive o segmento de gerenciamento dos recursos hídricos no País, que vem necessitando de metodologias e ferramentas apropriadas para apoiar os gestores na implementação dos instrumentos de gestão, como estabelecidos na Lei 9.433 que instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos.

O objetivo pretendido nesta pesquisa incorporou, assim, o aperfeiçoamento da metodologia já desenvolvida suscetível de ser adotada para procedimentos de outorga pelo uso da água e pelo lançamento de efluentes, incorporando interfaces de gerenciamento de base de dados e de análises hidrológicas e de qualidade da água, DAFNE, já desenvolvido no âmbito do PTARH – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos da UnB - Universidade de Brasília. A principal característica pretendida para esse suporte é a possibilidade da utilização, como sistema de gerenciamento da bacia hidrográfica, não somente como instrumento capaz de deferir pleitos de outorga, mas, também, com a possibilidade de oferecer aos gestores a possibilidade de avaliar a interferência quantitativa e qualitativa dos usuários no sistema hídrico. Dessa forma, o sistema tem a importante característica de ser evolutivo e de permitir ampliação da base de dados e modificações na representação do sistema analisado, de tal modo que a evolução na complexidade de cada sistema hídrico possa ser continuamente incorporada pelo suporte.

Pode-se partir, por exemplo, de uma bacia em que somente o curso principal seja segmentado com poucos trechos e se proceda unicamente à avaliação da disponibilidade

quantitativa de água até a uma representação mais complexa, com segmentação do curso principal e de tributários e com análise da disponibilidade de água e do efeito de lançamento de efluentes.

Como forma de se atingirem os objetivos propostos pelo estudo, foi adotada uma metodologia de desenvolvimento da pesquisa que, basicamente, envolveu o estudo de marcos teóricos e conceituais de quatro grandes blocos referenciais (Processos de avaliação de quantidade dos corpos hídricos; Sistemas de apoio a decisões; Processos de avaliação de qualidade dos corpos hídricos; Arcabouço legal da gestão de recursos hídricos no Brasil). A análise desses temas precedeu e fundamentou as atividades que deram suporte à etapa seguinte: o aperfeiçoamento do sistema de apoio a decisões – Módulo de Quantidade – e desenvolvimento e implementação do Módulo de Qualidade (SAD). O aperfeiçoamento do suporte metodológico foi concebido com o apoio da linguagem de programação *Borland Delphi* (Leão, 2000). Na terceira etapa, como forma de avaliar o suporte desenvolvido, foi realizada uma simulação do suporte metodológico para a bacia hidrográfica do rio Jacuípe no estado da Bahia.

Dessa forma, verifica-se que os preceitos utilizados na metodologia aplicada possibilitaram o aperfeiçoamento de algumas rotinas na proposta metodológica anteriormente desenvolvida, contudo não sendo o suficientemente aceitável como proposta de suporte definitivo. Foi possível implementar na estrutura gerenciadora a possibilidade de avaliar alguns parâmetros de qualidade quando tratados da ótica da análise de outorga dos recursos hídricos.

As análises levam ao entendimento de que é viável a aplicação dos conhecimentos relacionados a SAD's no desenvolvimento de estruturas que possam auxiliar, com agilidade, a prática da análise de outorgas dos recursos hídricos, bem como na avaliação macro gerencial da bacia hidrográfica.

O DAFNE se mostrou compatível a receber novas implementações, ressaltando-se algumas alterações feitas no módulo de balanço hídrico. Decidiu-se prosseguir com a linguagem de programação já utilizada a *Borland Delphi - Versão 6* (Leão, 2000). A atividade de programação contou com o auxílio de um programador especializado nessa linguagem de programação.

O desenvolvimento do novo suporte consistiu na programação de uma estrutura gerencial formada por uma série de entradas e saídas de dados, por metodologias de avaliação e por procedimentos de análise.

O teste e a avaliação do suporte metodológico foram realizados após o desenvolvimento do suporte metodológico, com simulação do uso da água na bacia hidrográfica do rio Jacuípe no estado da Bahia.

No que se refere ao caso de estudo em si, a partir da análise dos resultados apresentados foi possível visualizar uma situação de conflito dos recursos hídricos na bacia, observando que a indisponibilidade de água fica evidente tanto para os aspectos de quantidade com para qualidade.

Esses resultados apresentaram números que podem tanto caracterizar conflitos atuais entre usuários, como indicar os riscos de ocorrência de conflitos, impedindo, dessa forma, um uso racional da água na bacia do rio Jacuípe. Esses valores não devem ser tomados como fiel resultado da realidade, sem que antes seja verificada, adequadamente, a consistência das informações utilizadas na simulação do modelo proposto. De todo modo, em face da intensidade dos problemas da bacia, chega-se, a posteriori, à constatação de que a escolha da bacia do rio Jacuípe não tenha sido a mais acertada para se constituir no caso de estudo da pesquisa. Dever-se-ia ter trabalhado com uma bacia em que houvesse uma maior diversidade de cenários de uso e aproveitamento da água.

No que se refere à pertinência do suporte, sob o ponto de vista de um uso mais generalizado, a avaliação é positiva. O suporte permite simular várias situações cujo conhecimento propiciaria maior eficiência na decisão sobre outorga. Essa opinião é compartilhada por alguns profissionais consultados, das áreas de gerenciamento de recursos hídricos e de consultoria de engenharia. Procedeu-se a uma consulta não sistematizada, haja vista as limitações de recurso e tempo para desenvolvimento do trabalho.

Essa consulta auxiliou, também, na identificação de aspectos passíveis de serem reformulados no suporte.

## **RECOMENDAÇÕES:**

Como recomendações, propõe-se realizar novos testes, preferencialmente, em bacias que possam dispor de dados tanto de qualidade como de quantidade de água.

Realizar consultas mais sistematizadas a especialistas e gestores (SRH - Superintendência de Recursos Hídricos) da área de recursos hídricos para o desenvolvimento e a verificação do suporte.

Promover desenvolvimentos que permitam a inclusão da análise de poluentes conservativos e da ferramenta de georreferenciamento na estrutura (modelação hídrica, caracterização do sistema e análise da água dos recursos hídricos) de gerenciamento do modelo.

Implementar no módulo “saída de resultados” opções para analisar a bacia sob a ótica da macro gestão, ou seja, visualizar como um ou mais usuários estão comprometendo os recursos hídricos da bacia.

Estudar a possibilidade de inserir na estrutura gerenciadora um módulo de análise econômica dos recursos hídricos.

Verificar a possibilidade de expandir o módulo de processamento de modelos hidrológicos, para outras situações hidrológicas, que interaja com a estrutura do módulo de banco de dados e do módulo de geoprocessamento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Banco Mundial, (2001). *Sistemas de suporte a decisões no Brasil: A Outorga de Direitos de Uso da Água*. Brasília, Brasil, 83p.
- Brasil (1997). *Lei nº 9433*.
- CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente (1986). *Resolução CONAMA Nº 20*.
- CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos (2001). *Resolução Nº 16*.
- CRA (2001). *Bacia Hidrográfica do Rio Paraguaçu*. CRA, Salvador, BA.
- Ensslin, S. (1995). *A Estruturação no Processo Decisório de Problemas Multicritérios Complexos*, Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. 117p.
- Goulter, I. C. (1992). “System Analysis in Water-Distribution Network Design: From theory to Practice”. In: *Journal of Water Resources Planning and Management*, 118(3), 238-248.
- Grig, N.S. (1985). *“Water Resources Planning”*. McGraw-Hill, New York, E.U.A.
- Grupo de Recursos Hídricos (2001). “Sistema de Suporte a Decisões para Análise e Controle de Pleito de Outorga e Cobrança na Bacia do rio Paraguaçu”, Mimeo, Não Publicado.
- Jamieson, D.G. e Fedra, K. (1996). “The Water Ware decision-support system for river basin planning: I. Conceptual Design”, In: *Journal of Hydrology*, 177, 163-175.
- Kelman, J. (1997). “Gerenciamento de recursos hídricos, Parte I: Outorga”. In: *XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, Vitória, Brasil.
- Kelman, J. (1997). “Gerenciamento de recursos hídricos, Parte II: Cobrança”. In: *XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, Vitória, Brasil.
- Labadie, J.W. e Sullivan, C.H. (1986). “Computerized Decision Support Systems for Water Managers.” In: *Journal of Water Resources Planning and Management*, 112(3), 299-307.
- Lanna, A.E.; Pereira, J.S.; Silva, L.M. (1997). “Análise de critérios de outorga de direitos de uso da água”. In: *XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, 1997, Vitória, Brasil.
- Leão, M. (2000). *“Delphi 5 – Curso Completo”*, Axcel Books do Brasil, Rio de Janeiro, Brasil.

- Loucks, D.P.; Kinder, J.; Fedra, K. (1985) “ Interactive Water Resource Modeling and Model Use: An Overview.” In: *Water Resources Research*, 21(2), 95 -102.
- Medeiros, Y.D.P.; Barbosa, M.S.; Matos, J.C.; Faria, A.S.; Silva, E.R.(2001). “Sistema de Apoio a decisões para Pleito de Outorga e Cobrança na Sub-Bacia do rio Jacuípe”. In: *IV Diálogo Interamericano de Gerenciamento de Águas*, Foz do Iguaçu, Brasil.
- Monteiro, R. A.; Menezes, L.C. (2001). “Outorga de Direito de uso de Recursos Hídricos: Uma das Possíveis Abordagens”. In: Machado, C. J. S. (Ed). *Gestão de Águas Doces: Usos Múltiplos, Políticas Públicas e Exercício da Cidadania no Brasil*. UERJ, Rio de Janeiro, Brasil.
- Monteiro, R. A., Meneses, L. C. (2001). “Sistemas de Apoio ao Gerenciamento de Usuários da Água – SISAGUA”. In: *Instrumentos de Gestão. Secretaria de Recursos Hídricos/MMA*. Brasília, Brasil.
- Pereira, P. R. G. (2000). *Suporte Metodológico de Apoio a decisões no Processo de Outorga dos Direitos de Uso de Recursos Hídricos, Aplicação para o caso da bacia do Lago Descoberto (Distrito Federal / Goiás)*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Civil, Brasília, Brasil. 128p.
- Pires, C. L. F., (1996). A Outorga de Uso na Gestão de Recursos Hídricos. In: *III Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste*. Salvador-Brasil, 319-325.
- Porto, R.L.L. e Azevedo, L.G.T. (1997). “Sistemas de Suporte a decisões aplicados a problemas de recursos hídricos”. In: Porto, R.L.L. (ed.). *Técnicas Quantitativas para o Gerenciamento de Recursos Hídricos*. Editora Universidade/UFRGS/ABRH, Porto Alegre, Brasil.
- Secretaria de Recursos Hídricos do Estado da Bahia (1996). “Plano Diretor de Recursos Hídricos do Médio e Baixo rio Paraguaçu”, SRH/BA, Salvador, Brasil.
- Secretaria de Recursos Hídricos do estado da Bahia (1998). ‘Legislação Básica do Estado da Bahia’, SRH/BA, Salvador, Brasil. 32p.
- Simonovic, S. P. (1992). “Reservoir systems analysis: Closing gap between theory and practice”. In: *Journal of Water Resource Planning and Management*. 118(3), 262-280.
- Simonovic, S.P. (1993).“ Flood control management by integrating GIS with expert systems: Winnipeg city case study.” In: *Hydro GIS'93: Application of Geographic Information Systems in hydrology and Water Resources*, IAH, Viena, 61-72.
- Simonovic, S P (1996) “ Decision support systems for sustainable management of water resources, I. general principles”. In: *Water International*. 21(4), 223-232.

- Sprague, R.H., (1980). “Estrutura para o Desenvolvimento de Sistemas de Apoio a decisões”. In: Sprague Jr., R.H. e Watson, H.J. (Ed.). *Sistemas de Apoio a decisões: Colocando a Teoria em Prática. Original: Decision Support Systems*. Trad. :Ana Beatriz G. Rodrigues Silva, Ed. Campus, Rio de Janeiro, Brasil, 498p.
- Studart, T.M.C.; Campos, J.N.B.; Costa, A M. (1997). “A alocação e o uso dos recursos hídricos no Ceará. In: *XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, Vitória, Brasil
- Thomann, R. V. e Mueller, J. A. (1987). “*Principles of Surface Water Quality Modeling and Control*”. Harper Collins Publishers Inc. New York. 656 p.
- Turban, E. (1993). “*Decision Support and Expert Systems*”, McMillan Publishing Company, 3rd Edition.
- Viegas, J. S. (1998). “Sistemas de Apoio a Decisões Aplicados aos Recursos Hídricos”. Disciplina de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 110p.
- von Sperling. M. (1998). “*Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos*”. 2. ed. – Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais. 243 p.
- Wurbs, R. A., Walls, W. B., (1989). “Water Rights Modeling and Analysis”, In: *Journal of Water Resources Planning and Management*. 115(4), 416 - 430.
- WURBS, R. A. 1995. “Water Rights in Texas”. In: *Journal of Water Resource Planning and Management*. v.121, n. 6, p.447.

## 9. APÊNDICES

### A- INFORMAÇÕES SOBRE A BACIA DO RIO JACUÍPE

Tabela A-1 – Relação das Estações Pluviométricas

CÓDIGO	POSTO	ENTIDADE	ALTITUDE	LOCAL	LATITUDE	LONGITUDE
01139000	Salgadalia	DNOCS	350,00	Conceicao do Coite	11° 28' 00"	39° 11' 11"
01139001	Tanquinho	SUDENE	247,00	Tanquinho	11° 58' 00"	39° 06' 06"
01139002	Valente	DNOCS	350,00	Valente	11° 34' 00"	39° 28' 28"
01139003	Santa Luz (Santa Luzia)	DNOCS	349,00	Santa Luz	11° 16' 00"	39° 21' 21"
01139004	Santa Luz (Santa Luzia)	SUDENE	349,00	Santa Luz	11° 16' 00"	39° 21' 21"
01139005	Pintadas	DNOCS	270,00	Ipirá	11° 48' 00"	39° 55' 55"
01139006	Pe da Serra	SUDENE	290,00	Riachao do Jacuípe	11° 50' 00"	39° 36' 36"
01139007	Gavião	DNOCS	312,00	Riachao do Jacuípe	11° 28' 00"	39° 46' 46"
01139008	Capela do Alto Alegre	SUDENE	370,00	Riachao do Jacuípe	11° 40' 00"	39° 51' 51"
01139009	Açude Araci	DNOCS	258,00	Araci	11° 15' 00"	39° 06' 06"
01139010	Rio do Peixe	SUDENE	300,00	Queimadas	11° 06' 00"	39° 30' 30"
01139011	Riachao do Jacuípe	DNOCS	217,00	Riachão do Jacuípe	11° 48' 00"	39° 22' 22"
01139016	Serrinha	INEMET	360,00	Serrinha	11° 39' 00"	39° 00' 00"
01139017	Serrinha	DNOCS	377,00	Serrinha	11° 39' 00"	39° 00' 00"
01139022	Gavião II.	DNAEE	303,00	Gavião	11° 29' 00"	39° 47' 47"
01139904	Gavião	EMBASA		Riachão do Jacuípe	11° 28' 00"	39° 46' 46"
01139917	Riachão do Jacuípe	EMBASA		Riachão do Jacuípe	11° 48' 00"	39° 22' 22"
01139918	Tanquinho	EMBASA		Tanquinho	11° 58' 00"	39° 06' 06"
01140000	Miguel Calmon	DNAEE	562,00	Miguel Calmon	11° 26' 00"	40° 35' 35"
01140001	Piritiba	DNOCS	480,00	Piritiba	11° 43' 00"	40° 34' 34"
01140002	Mundo Novo	DNOCS	480,00	Mundo Novo	11° 51' 00"	40° 28' 28"
01140003	Barra do Mundo Novo	SUDENE	480,00	Mundo Novo	11° 51' 00"	40° 28' 28"
01140004	Mairi (Monte Alegre)	DNOCS	424,00	Mairi	11° 42' 00"	40° 09' 09"
01140006	Miguel Calmon	DNOCS	538,00	Miguel Calmon	11° 25' 00"	40° 36' 36"
01140008	Flores	SUDENE	800,00	Morro do Chapéu	11° 27' 00"	40° 59' 59"
01140009	Franca	DNOCS	480,00	Piritiba	11° 33' 00"	40° 35' 35"
01140010	Franca	DNAEE	534,00	Piritiba	11° 35' 00"	40° 36' 36"
01140011	Gonçalo	SUDENE	350,00	Jacobina	11° 11' 00"	40° 16' 16"
01140012	Itapeipu	SUDENE	500,00	Jacobina	11° 18' 00"	40° 20' 20"
01140013	Jacobina 83186	INEMET	485,00	Jacobina	11° 11' 00"	40° 28' 28"
01140014	Jacobina	DNOCS	460,00	Jacobina	11° 10' 00"	40° 31' 31"
01140016	Jacobina	DNAEE	450,00	Jacobina	11° 12' 00"	40° 29' 29"
01140017	Duas Barras do Morro	SUDENE	627,00	Morro do Chapéu	11° 58' 00"	40° 58' 58"
01140018	Baixa Grande	SUDENE	369,00	Baixa Grande	11° 57' 00"	40° 10' 10"
01140019	Dias Coelho	SUDENE	607,00	Morro do Chapéu	11° 31' 00"	40° 47' 47"
01140021	Alto Bonito	SUDENE	550,00	Mundo Novo	11° 43' 00"	40° 24' 24"
01140022	Açude Rio do Peixe	DNOCS	370,00	Jacobina	11° 12' 00"	40° 01' 01"



Tabela A-2 – Relação das Estações Pluviométricas, continuação

CÓDIGO	POSTO	ENTIDADE	ALTITUDE	LOCAL	LATITUDE	LONGITUDE
01140023	Açude Serrote	DNOCS	445,00	Serrolândia	11° 24' 00"	40° 18' 18"
01140024	Tapiramutá	DNOCS	710,00	Tapiramutá	11° 50' 00"	40° 46' 46"
01140025	Araujo	SUDENE	820,00	Jacobina	11° 12' 00"	40° 42' 42"
01140026	Ventura	DNOCS	800,00	Morro do Chapéu	11° 40' 00"	40° 59' 59"
01140027	Várzea Nova	SUDENE	693,00	Jacobina	11° 15' 00"	40° 55' 55"
01140031	Barra do Mundo Novo	DNAEE	515,00	Mundo Novo	11° 52' 00"	40° 31' 31"
01140032	Açude Serrote	DNAEE	380,00	Serrolândia	11° 24' 00"	40° 18' 18"
01140033	Açude Rio do Peixe	DNAEE	345,00	Capim Grosso	11° 12' 00"	40° 01' 01"
01140903	Franca	EMBASA		Piritiba	11° 35' 00"	40° 35' 35"
01140911	Mairi	EMBASA		Mairi	11° 42' 00"	40° 09' 09"
01141002	Morro do Chapéu	DNOCS	1012,00	Morro do Chapéu	11° 32' 00"	41° 08' 08"
01141004	Fazenda Garapa	SUDENE	620,00	Morro do Chapéu	11° 14' 00"	41° 21' 21"
01141010	Cafarnaum	SUDENE	750,00	Cafarnaum	11° 41' 00"	41° 28' 28"
01141016	América Dourada	DNOCS	0,00	Bahia	11° 27' 00"	41° 27' 27"
01141912	Morro do Chapéu	EMBASA		Morro do Chapéu	11° 33' 00"	41° 13' 13"
01238019	Muritiba	DNOCS	232,00	Muritiba	12° 39' 00"	38° 59' 59"
01238023	São Gonçalo dos Campos	INEMET	235,00	São Gonçalo dos Campos	12° 26' 00"	38° 57' 57"
01238025	São Félix	DNOCS	230,00	São Félix	12° 38' 00"	38° 59' 59"
01238027	Feira de Santana 83221	INEMET	244,00	Feira de Santana	12° 15' 00"	38° 57' 57"
01238028	Feira de Santana	DNOCS	257,00	Feira de Santana	12° 16' 00"	38° 58' 58"
01238033	São Gonçalo dos Campos	SUDENE	261,00	São Gonçalo dos Campos	12° 26' 00"	38° 57' 57"
01238064	Feira de Santana	SABA	0,00	Feira de Santana	12° 16' 00"	38° 55' 55"
01238066	Feira de Santana	SABA	0,00	Feira de Santana	12° 16' 00"	38° 58' 58"
01238087	Fazenda Opalma 204	CEPLAC	0,00	Cachoeira	12° 35' 00"	38° 57' 57"
01238090	São Gonçalo dos Campos	OUTRAS	0,00	São Gonçalo dos Campos	12° 26' 00"	38° 57' 57"
01238915	Pedra do Cavalo	EMBASA		Bahia	12° 34' 00"	38° 59' 59"
01239004	Usina Bananeiras	SUDENE	200,00	Conceição da Feira	12° 33' 00"	39° 05' 05"
01239005	Cruz das Almas	SUDENE	220,00	Cruz das Almas	12° 41' 00"	39° 06' 06"
01239006	Cruz das Almas	INEMET	256,00	Cruz das Almas	12° 41' 00"	39° 06' 06"
01239012	Jaguara	SUDENE	190,00	Feira de Santana	12° 07' 00"	39° 07' 07"
01239014	Ipirá (Camisão)	DNOCS	299,00	Ipirá	12° 09' 00"	39° 44' 44"
01239015	Ipirá (Camisão)	SUDENE	299,00	Ipirá	12° 09' 00"	39° 44' 44"
01239016	Ipirá (Camisão)	DNAEE	299,00	Ipirá	12° 11' 00"	39° 44' 44"
01239018	Serra Preta	DNOCS	276,00	Serra Preta	12° 09' 00"	39° 19' 19"
01239021	Santo Estevão	DNOCS	234,00	Santo Estevão	12° 27' 00"	39° 14' 14"
01239030	Fazenda Moco	SABA	0,00	Feira de Santana	12° 17' 00"	39° 00' 00"
01239901	Anguera	EMBASA		Anguera	12° 08' 00"	39° 15' 15"
01239908	Ipirá	EMBASA		Ipirá	12° 09' 00"	39° 44' 44"
01239916	Ponte do Rio Branco	EMBASA		Feira de Santana	12° 14' 00"	39° 03' 03"
01239919	Santo Estevão	EMBASA		Santo Estevão	12° 26' 00"	39° 14' 14"
01239923	Ipecaeta	EMBASA		Ipecaeta	12° 19' 00"	39° 18' 18"
01239925	Rafael Jambeiro	EMBASA		Feira de Santana	12° 24' 00"	39° 29' 29"
01240005	Ibiapora	SUDENE	685,00	Mundo Novo	12° 03' 00"	40° 48' 48"
01240009	Indai	DNOCS	500,00	Mundo Novo	12° 00' 00"	40° 34' 34"
01241019	Várzea do Cerco	SUDENE	1000,00	Morro do Chapéu	12° 03' 00"	41° 27' 27"

As Tabelas A-2 a A-7 mostram um resumo do preenchimento efetuado contendo os postos auxiliares e o posto em análise, como também as respectivas correlações (RXS0, RXS1 e RXS2) dos postos de apoio com o posto de análise.

Tabela A-3 – Postos auxiliares no preenchimento - Posto de Pintadas

CÓDIGO	NOME	RXS0	RXS2
01139022	GAVIÃO	0,97	0,99
01139008	CAPELA DO ALTO ALEGRE	0,70	0,87
01239015	IPIRÁ	0,78	0,79

Tabela A-4 – Postos auxiliares no preenchimento - Posto de Miguel Calmon

CÓDIGO	NOME	RXS0	RXS1
01140004	MAIRI	0,77	0,77
01140010	FRANÇA	0,82	0,83
01140016	JACOBINA	0,80	0,80
01140023	AÇUDE SERROTE	0,75	0,76
01140009	FRANÇA	0,70	0,71

Tabela A-5 – Postos auxiliares no preenchimento - Posto de Mairi

CÓDIGO	NOME	RXS0	RXS1
01140010	FRANÇA	0,75	0,86
01140016	JACOBINA	0,75	0,85
01140009	FRANÇA	0,73	0,79

Tabela A-6 – Postos auxiliares no preenchimento - Posto de França

CÓDIGO	NOME	RXS0	RXS1
01140009	FRANÇA	0,87	0,86
01140016	JACOBINA	0,82	0,85
01140023	AÇUDE SERROTE	0,79	0,80
01140004	MAIRI	0,77	0,79

Tabela A-7 – Postos auxiliares no preenchimento - Posto de Alto Bonito

CÓDIGO	NOME	RXS0	RXS2
01140010	FRANÇA	0,71	0,86
01140004	MAIRI	0,70	0,76

Tabela A-8 – Postos auxiliares no preenchimento Posto de Morro do Chapéu

CÓDIGO	NOME	RXS0	RXS1
01140000	MIGUEL CALMON	0,70	0,84
01140010	FRANÇA	0,72	0,84
01140016	JACOBINA	0,76	0,83
01140019	DIAS COELHO	0,75	0,78

Tabela A-9 - Dados Históricos do Posto Pluviométrico 01139001 - Tanquinho

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1965	35,70	25,10	0,00	46,20	23,20	72,00	51,10	33,10	13,80	74,90	150,60	0,00
1966	16,60	285,70	110,80	113,60	143,90	64,90	97,20	79,90	39,90	56,10	62,50	51,40
1967	29,90	44,90	99,60	40,00	106,40	154,80	51,20	39,30	44,70	47,80	49,50	267,40
1968	125,10	87,70	172,60	42,10	139,30	146,10	80,80	30,80	26,30	38,20	137,90	98,10
1969	79,60	110,60	174,20	105,80	152,70	109,50	54,60	36,10	5,50	0,00	52,70	186,20
1970	116,70	36,00	36,60	46,60	41,80	29,80	85,50	47,00	12,00	18,80	130,50	19,00
1971	25,10	30,40	18,80	50,80	114,60	72,60	102,00	76,50	52,10	73,10	36,20	6,50
1972	91,50	53,30	57,50	53,00	120,50	103,10	14,00	65,50	64,40	18,60	7,50	134,80
1973	58,10	23,00	57,00	51,30	66,30	77,90	66,80	42,00	91,50	118,50	113,00	0,00
1974	30,00	128,20	134,50	117,50	67,70	72,60	110,80	67,00	17,00	95,00	61,00	88,30
1975	73,90	50,20	39,70	35,30	37,70	29,20	65,50	75,60	121,50	13,20	12,20	56,20
1976	3,50	90,90	33,40	15,20	24,90	8,30	7,20	12,20	5,00	207,70	75,90	29,20
1977	158,20	248,90	8,00	53,50	138,50	45,50	20,20	8,50	32,70	91,70	37,50	390,00
1978	120,30	105,00	41,40	77,20	208,00	36,50	35,20	18,20	56,30	21,20	43,90	30,20
1979	226,80	46,00	16,20	18,20	43,60	60,00	41,50	22,00	30,40	2,20	17,20	43,20
1980	91,10	425,00	22,50	36,00	45,50	30,40	31,20	72,20	23,80	13,40	117,60	18,90
1981	24,30	4,20	285,90	74,50	48,00	45,50	48,60	28,10	6,70	0,00	66,20	172,60
1982	25,30	33,50	0,00	116,60	162,10	104,30	57,90	11,90	72,70	48,60	0,00	28,30
1983	109,80	111,20	149,30	26,60	5,50	33,20	24,70	38,00	11,30	18,70	72,30	23,50
<b>Média</b>	75,87	102,09	76,74	58,95	88,96	68,22	55,05	42,31	38,29	50,41	65,48	86,52
<b>Máxima</b>	226,80	425,00	285,90	117,50	208,00	154,80	110,80	79,90	121,50	207,70	150,60	390,00
<b>Mínima</b>	3,50	4,20	0,00	15,20	5,50	8,30	7,20	8,50	5,00	0,00	0,00	0,00

MÉDIA	MAXIMA	MÍNIMA	TOTAL
43,81	150,60	0,00	525,70
93,54	285,70	16,60	1.122,50
81,29	267,40	29,90	975,50
93,75	172,60	26,30	1.125,00
88,96	186,20	0,00	1.067,50
51,69	130,50	12,00	620,30
54,89	114,60	6,50	658,70
65,31	134,80	7,50	783,70
63,78	118,50	0,00	765,40
82,47	134,50	17,00	989,60
50,85	121,50	12,20	610,20
42,78	207,70	3,50	513,40
102,77	390,00	8,00	1.233,20
66,12	208,00	18,20	793,40
47,28	226,80	2,20	567,30
77,30	425,00	13,40	927,60
67,05	285,90	0,00	804,60
55,10	162,10	0,00	661,20
52,01	149,30	5,50	624,10
67,41			808,89
	425,00		1.233,20
		0,00	513,40

Tabela A-10 - Dados Históricos do Posto Pluviométrico 01139005 - Pintadas

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MEDIA	MAXIMA	MINIMA	TOTAL
1965	0,00	0,00	12,30	78,40	19,80	18,10	49,40	19,20	5,10	14,20	60,00	0,00	23,04	78,40	0,00	276,50
1966	29,70	14,90	18,20	93,10	33,40	47,80	97,50	39,50	12,30	5,30	11,20	26,60	35,79	97,50	5,30	429,50
1967	35,60	16,20	27,80	19,50	9,60	61,00	22,50	16,30	9,80	25,30	39,10	83,80	30,54	83,80	9,60	366,50
1968	57,90	71,80	105,40	11,90	41,20	44,70	30,60	7,80	0,00	0,00	165,00	82,30	51,55	165,00	0,00	618,60
1969	87,80	109,90	140,50	26,80	73,10	38,90	34,50	25,10	14,10	0,00	8,30	33,10	49,34	140,50	0,00	592,10
1970	175,60	59,50	58,70	0,00	14,00	7,90	67,70	21,10	32,90	35,20	64,70	35,80	47,76	175,60	0,00	573,10
1971	6,20	0,00	6,30	20,20	28,50	44,20	35,50	20,40	23,00	0,00	86,40	13,70	23,70	86,40	0,00	284,40
1972	16,70	111,90	21,80	5,30	61,60	44,70	26,60	8,80	31,40	4,30	0,00	192,80	43,83	192,80	0,00	525,90
1973	0,00	0,00	187,60	52,30	25,90	86,40	75,30	6,70	64,60	50,80	30,20	26,60	50,53	187,60	0,00	606,40
1974	110,30	53,60	63,40	128,10	43,90	24,00	30,30	27,60	19,90	10,80	85,60	107,00	58,71	128,10	10,80	704,50
1975	10,30	20,40	58,10	18,70	19,20	13,80	28,00	22,90	17,70	31,00	19,80	55,10	26,25	58,10	10,30	315,00
1976	9,40	117,60	4,20	23,10	13,70	16,80	14,70	7,40	0,00	60,50	37,80	25,30	27,54	117,60	0,00	330,50
1977	42,40	12,60	4,30	3,20	22,90	23,70	32,30	20,30	37,30	18,60	13,20	124,90	29,64	124,90	3,20	355,70
1978	55,90	66,60	39,60	42,60	64,20	31,50	13,70	21,20	20,90	5,40	58,80	24,80	37,10	66,60	5,40	445,20
1979	79,40	35,50	12,40	23,60	28,10	22,40	22,00	17,90	24,00	14,90	12,20	18,60	25,92	79,40	12,20	311,00
1980	133,20	296,80	7,50	4,40	8,60	4,20	10,70	6,50	10,70	7,30	14,70	10,50	42,93	296,80	4,20	515,10
1981	31,20	16,70	173,70	23,90	28,90	30,10	43,60	17,90	11,80	9,70	84,60	61,60	44,48	173,70	9,70	533,70
1982	26,00	9,20	12,70	44,00	56,40	80,00	19,20	12,70	10,60	7,40	0,00	21,50	24,98	80,00	0,00	299,70
1983	94,40	66,60	113,40	17,80	2,10	9,60	27,80	15,10	8,50	9,90	31,60	15,90	34,39	113,40	2,10	412,70
<b>Média</b>	52,74	56,83	56,21	33,52	31,32	34,20	35,89	17,60	18,66	16,35	43,33	50,52	37,26			447,16
<b>Máxima</b>	175,60	296,80	187,60	128,10	73,10	86,40	97,50	39,50	64,60	60,50	165,00	192,80		296,80		704,50
<b>Mínima</b>	0,00	0,00	4,20	0,00	2,10	4,20	10,70	6,50	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	276,50

Tabela A-11 - Dados Históricos do Posto Pluviométrico 01139007 – Gavião

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1965	0,00	0,00	34,80	100,00	25,30	49,70	40,60	19,90	6,50	25,50	96,50	0,00
1966	57,90	39,70	43,70	241,30	42,10	52,50	73,00	50,40	15,70	12,60	14,70	77,20
1967	25,60	61,30	113,40	48,00	11,50	100,60	28,60	16,10	11,60	36,10	69,50	100,60
1968	72,90	49,50	83,30	31,60	48,50	45,70	26,20	16,40	0,00	0,00	134,20	69,60
1969	78,70	75,40	235,00	43,30	38,10	39,20	16,10	14,70	18,00	0,00	17,90	98,10
1970	85,70	71,10	52,80	0,00	20,40	19,80	175,80	20,20	42,00	62,80	85,50	45,60
1971	14,50	0,00	18,30	22,80	33,30	43,50	42,70	19,30	29,40	0,00	111,00	11,20
1972	47,90	46,50	29,20	6,80	88,00	41,50	23,40	6,60	18,00	30,50	0,00	118,10
1973	0,00	0,00	94,40	42,30	65,80	41,20	90,00	26,10	19,00	67,00	38,50	33,90
1974	59,60	106,60	96,40	85,60	95,30	17,30	28,20	30,50	11,30	48,50	71,80	64,60
1975	13,10	40,50	71,50	59,10	14,50	51,00	62,90	44,60	41,50	25,00	0,00	111,00
1976	11,90	95,20	9,00	29,50	31,90	16,00	19,30	25,20	63,40	36,40	73,00	23,00
1977	43,30	27,20	7,90	7,30	23,50	47,50	34,10	25,80	40,30	18,20	33,60	90,30
1978	127,50	133,80	119,80	46,20	81,50	60,40	12,30	35,50	25,00	9,20	45,20	88,50
1979	144,40	75,90	13,90	50,00	50,80	56,10	45,00	44,30	37,50	33,60	18,10	38,20
1980	51,20	315,50	4,50	12,60	10,20	15,20	18,20	13,30	25,00	16,10	50,00	43,90
1981	25,00	37,60	189,60	62,70	29,40	49,50	55,60	28,20	33,50	12,30	42,30	64,20
1982	39,20	11,70	15,20	62,80	90,60	63,00	62,00	19,40	12,60	16,00	0,00	30,80
1983	157,40	183,40	151,60	13,00	1,40	25,60	37,40	20,60	12,00	5,40	42,00	13,60
<b>Média</b>	55,57	72,15	72,86	50,78	42,22	43,96	46,92	25,11	24,33	23,96	49,67	59,07
<b>Máxima</b>	157,40	315,50	235,00	241,30	95,30	100,60	175,80	50,40	63,40	67,00	134,20	118,10
<b>Mínima</b>	0,00	0,00	4,50	0,00	1,40	15,20	12,30	6,60	0,00	0,00	0,00	0,00

MÉDIA	MÁXIMA	MÍNIMA	TOTAL
33,23	100,00	0,00	398,80
60,07	241,30	12,60	720,80
51,91	113,40	11,50	622,90
48,16	134,20	0,00	577,90
56,21	235,00	0,00	674,50
56,81	175,80	0,00	681,70
28,83	111,00	0,00	346,00
38,04	118,10	0,00	456,50
43,18	94,40	0,00	518,20
59,64	106,60	11,30	715,70
44,56	111,00	0,00	534,70
36,15	95,20	9,00	433,80
33,25	90,30	7,30	399,00
65,41	133,80	9,20	784,90
50,65	144,40	13,90	607,80
47,98	315,50	4,50	575,70
52,49	189,60	12,30	629,90
35,28	90,60	0,00	423,30
55,28	183,40	1,40	663,40
47,22			566,61
	315,50		784,90
		0,00	346,00

Tabela A-12 - Dados Históricos do Posto Pluviométrico 01140000 - Miguel Calmon

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA	MÁXIMA	MÍNIMA	TOTAL
1965	42,50	19,20	50,00	51,80	10,60	27,60	28,00	12,50	11,00	38,90	82,50	10,40	32,08	82,50	10,40	385,00
1966	115,10	245,60	20,80	111,80	13,20	13,80	61,20	11,80	9,30	28,00	47,70	186,60	72,08	245,60	9,30	864,90
1967	25,00	78,20	102,80	38,40	11,40	29,60	28,50	7,20	14,40	14,40	129,10	28,00	42,25	129,10	7,20	507,00
1968	17,20	46,50	127,00	15,20	6,80	22,90	6,40	9,00	10,20	68,60	102,70	46,60	39,93	127,00	6,40	479,10
1969	32,20	77,20	158,40	43,20	16,50	41,50	10,60	5,30	1,20	0,00	62,70	155,20	50,33	158,40	0,00	604,00
1970	210,50	21,80	88,10	12,60	12,00	18,50	71,40	14,50	0,00	75,30	64,70	49,60	53,25	210,50	0,00	639,00
1971	0,00	16,90	51,20	29,30	28,70	17,30	38,50	3,00	3,00	42,80	73,20	34,40	28,19	73,20	0,00	338,30
1972	18,60	7,20	132,50	6,90	53,40	14,00	25,00	6,30	13,80	10,30	16,20	59,60	30,32	132,50	6,30	363,80
1973	18,60	16,80	159,00	5,20	21,20	48,40	38,00	20,10	32,40	65,20	30,20	12,80	38,99	159,00	5,20	467,90
1974	128,20	90,60	241,00	53,80	60,70	22,80	19,10	19,00	7,00	18,90	101,60	121,20	73,66	241,00	7,00	883,90
1975	83,60	4,20	96,50	12,60	5,20	14,30	27,70	41,70	48,60	19,10	41,50	62,30	38,11	96,50	4,20	457,30
1976	0,00	40,50	25,80	12,30	13,00	17,50	9,20	10,70	2,20	117,10	51,90	16,90	26,43	117,10	0,00	317,10
1977	116,80	92,90	0,00	36,70	14,80	29,80	21,60	0,00	33,40	19,80	46,20	201,60	51,13	201,60	0,00	613,60
1978	67,40	110,60	188,80	25,20	61,40	38,30	20,00	3,80	19,20	10,80	33,40	78,40	54,78	188,80	3,80	657,30
1979	101,90	102,80	47,20	24,60	23,80	46,60	5,30	30,90	7,30	4,20	39,50	18,00	37,68	102,80	4,20	452,10
1980	207,70	268,30	26,10	2,00	39,00	15,90	29,20	12,70	14,00	7,50	82,20	127,90	69,38	268,30	2,00	832,50
1981	171,50	58,40	288,60	99,50	43,00	28,80	23,50	4,90	3,30	0,00	25,50	75,40	68,53	288,60	0,00	822,40
1982	40,90	16,20	21,90	24,00	54,60	72,20	42,30	16,10	22,20	39,10	0,00	39,40	32,41	72,20	0,00	388,90
1983	113,70	226,30	181,00	20,50	12,10	16,90	31,60	12,70	3,00	9,20	13,50	29,70	55,85	226,30	3,00	670,20
Média	79,55	81,06	105,62	32,93	26,39	28,25	28,27	12,75	13,45	31,01	54,96	71,26	47,12			565,49
Máxima	210,50	268,30	288,60	111,80	61,40	72,20	71,40	41,70	48,60	117,10	129,10	201,60		288,60		883,90
Mínima	0,00	4,20	0,00	2,00	5,20	13,80	5,30	0,00	0,00	0,00	0,00	10,40			0,00	317,10

Tabela A-13 - Dados Históricos do Posto Pluviométrico 01140004 - Mairi

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1965	23,00	64,60	59,00	62,40	18,00	84,40	47,50	42,40	19,20	74,60	117,60	1,80
1966	35,90	304,50	32,00	135,80	56,60	51,10	102,00	49,10	19,60	25,70	156,50	84,30
1967	28,90	65,10	56,30	57,80	44,80	109,40	61,80	37,60	23,80	41,70	82,40	140,10
1968	39,90	57,10	116,80	22,00	32,50	88,80	43,40	35,70	9,90	59,80	128,40	142,00
1969	97,60	153,30	116,70	44,10	73,40	78,00	41,00	28,60	4,60	0,30	25,40	99,20
1970	219,50	119,40	52,50	62,20	20,80	28,30	102,30	29,00	6,40	77,70	93,60	39,10
1971	2,50	28,00	11,80	57,80	45,50	72,70	33,80	39,50	20,50	29,30	131,00	19,00
1972	159,30	22,00	77,00	5,20	132,50	57,30	19,40	9,10	17,00	31,90	60,20	111,30
1973	44,50	48,60	117,30	48,60	47,40	109,50	66,90	57,30	55,00	81,40	59,30	12,70
1974	133,70	129,30	212,70	121,70	100,60	46,60	43,60	34,60	30,50	26,80	279,00	114,00
1975	104,70	56,40	107,40	49,50	32,70	86,90	107,80	133,10	62,10	53,00	19,60	99,40
1976	0,00	94,10	17,70	14,10	26,30	23,60	23,20	13,70	9,30	204,50	197,70	20,90
1977	207,30	41,00	21,60	46,80	75,80	59,80	74,60	9,60	28,20	19,30	50,70	170,90
1978	140,20	266,10	190,70	80,70	81,70	76,10	44,00	70,60	48,40	7,90	65,00	181,20
1979	132,40	138,00	22,00	31,20	48,00	89,40	39,10	35,30	8,90	10,40	17,00	70,00
1980	161,30	486,70	16,50	16,40	44,10	35,60	38,90	21,00	21,60	4,40	54,20	83,80
1981	80,40	28,70	315,10	108,20	81,90	75,40	35,30	28,60	8,40	3,40	63,90	50,50
1982	39,50	46,30	9,90	38,50	83,20	94,00	76,40	42,70	50,20	30,10	1,40	20,50
1983	132,20	312,70	101,10	29,60	5,00	29,60	41,90	35,90	17,90	23,10	41,80	22,50
<b>Média</b>	93,83	129,57	87,06	54,35	55,31	68,24	54,89	39,65	24,29	42,38	86,56	78,06
<b>Máxima</b>	219,50	486,70	315,10	135,80	132,50	109,50	107,80	133,10	62,10	204,50	279,00	181,20
<b>Mínima</b>	0,00	22,00	9,90	5,20	5,00	23,60	19,40	9,10	4,60	0,30	1,40	1,80

MÉDIA	MÁXIMA	MÍNIMA	TOTAL
51,21	117,60	1,80	614,50
87,76	304,50	19,60	1.053,10
62,48	140,10	23,80	749,70
64,69	142,00	9,90	776,30
63,52	153,30	0,30	762,20
70,90	219,50	6,40	850,80
40,95	131,00	2,50	491,40
58,52	159,30	5,20	702,20
62,38	117,30	12,70	748,50
106,09	279,00	26,80	1.273,10
76,05	133,10	19,60	912,60
53,76	204,50	0,00	645,10
67,13	207,30	9,60	805,60
104,38	266,10	7,90	1.252,60
53,48	138,00	8,90	641,70
82,04	486,70	4,40	984,50
73,32	315,10	3,40	879,80
44,39	94,00	1,40	532,70
66,11	312,70	5,00	793,30
67,85			814,19
	486,70		1.273,10
		0,00	491,40

Tabela A-14 - Dados Históricos do Posto Pluviométrico 01140010 - França

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1965			11,90	45,50	14,90	53,70	57,40	25,30	34,30	18,20	157,20	8,50
1966	22,50	142,30	27,70	96,80	52,20	78,90	100,10	36,40	11,20	50,70	129,70	101,80
1967	10,10	53,40	135,00	61,40	22,00	116,40	47,20	38,90	22,00	28,50	56,70	154,00
1968	102,10	85,80	214,20	28,00	39,70	70,30	37,70	29,50	8,30	101,70	91,90	97,60
1969	57,90	53,40	267,10	51,50	63,00	64,10	62,30	20,90	13,30	0,00	33,80	213,60
1970	197,40	54,60	105,90	45,10	28,70	37,00	117,60	28,40	3,90	72,00	73,40	53,00
1971	3,60	12,40	17,70	74,00	34,10	56,00	44,50	66,30	19,60	20,00	106,50	0,00
1972	85,90	42,00	79,60	13,00	98,20	61,10	34,10	15,00	26,90	36,60	47,50	180,30
1973	33,20	41,60	179,80	44,50	62,60	86,90	63,70	45,70	64,10	62,90	62,80	13,80
1974	137,90	107,10	326,10	132,00	95,80	38,30	46,10	30,40	38,30	19,10	232,20	117,20
1975	77,10	31,40	172,20	70,20	39,20	84,00	164,40	150,90	104,70	58,10	34,60	98,50
1976	2,40	98,40	27,60	17,90	33,60	22,60	46,80	25,90	69,80	179,80	184,90	13,40
1977	82,30	51,60	16,00	53,80	59,50	49,10	68,40	10,20	51,40	40,40	21,20	213,80
1978	76,50	198,80	187,00	95,60	114,40	94,00	41,40	53,40	96,40	9,40	36,50	80,90
1979	116,60	187,20	43,70	51,00	45,90	64,50	45,40	41,40	21,90	9,00	49,90	86,50
1980	271,60	282,00	43,70	18,80	39,50	30,00	59,20	20,00	41,10	17,20	130,40	100,10
1981	59,60	41,50	313,60	98,00	38,10	56,70	37,10	29,80	9,10	5,00	27,20	74,80
1982	44,00	27,20	18,50	46,00	80,10	77,30	57,10	25,50	25,10	20,90	0,70	29,20
1983	117,70	220,10	103,50	39,30	41,00	22,00	39,10	14,90	6,20	26,90	80,40	14,00
<b>Média</b>	83,24	96,16	120,57	56,97	52,76	61,21	61,56	37,31	35,14	40,86	81,97	86,89
<b>Máxima</b>	271,60	282,00	326,10	132,00	114,40	116,40	164,40	150,90	104,70	179,80	232,20	213,80
<b>Mínima</b>	2,40	12,40	11,90	13,00	14,90	22,00	34,10	10,20	3,90	0,00	0,70	0,00

MÉDIA	MÁXIMA	MÍNIMA	TOTAL
42,69	157,20	8,50	426,90
70,86	142,30	11,20	850,30
62,13	154,00	10,10	745,60
75,57	214,20	8,30	906,80
75,08	267,10	0,00	900,90
68,08	197,40	3,90	817,00
37,89	106,50	0,00	454,70
60,02	180,30	13,00	720,20
63,47	179,80	13,80	761,60
110,04	326,10	19,10	1.320,50
90,44	172,20	31,40	1.085,30
60,26	184,90	2,40	723,10
59,81	213,80	10,20	717,70
90,36	198,80	9,40	1.084,30
63,58	187,20	9,00	763,00
87,80	282,00	17,20	1.053,60
65,88	313,60	5,00	790,50
37,63	80,10	0,70	451,60
60,43	220,10	6,20	725,10
67,47			805,19
	326,10		1.320,50
		0,00	426,90



Tabela A-15 - Dados Históricos do Posto Pluviométrico 01140021 - Alto Bonito

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1965	18,30	7,90	40,60	48,30	18,30	51,60	34,90	14,50	29,60	8,30	53,80	2,90
1966	26,30	166,00	11,30	54,60	35,60	36,60	16,40	43,50	27,30	18,00	20,00	92,00
1967	16,40	97,00	69,00	59,00	30,00	136,50	48,00	17,00	50,00	16,00	67,00	85,60
1968	66,30	78,50	162,70	29,30	39,20	105,20	53,60	51,90	15,30	100,40	183,40	120,00
1969	69,50	27,30	144,40	10,20	110,90	72,50	67,20	25,50	4,10	1,90	15,30	87,80
1970	177,00	78,80	56,50	62,80	75,90	34,90	36,30	41,90	7,20	25,30	61,30	41,00
1971	3,90	8,10	7,10	67,50	35,10	46,00	26,80	21,60	10,40	0,00	33,10	0,00
1972	127,90	15,80	45,90	84,30	215,80	42,10	24,50	15,30	24,30	9,20	19,40	151,70
1973	35,70	28,20	147,50	40,60	84,10	118,80	94,00	55,70	38,60	55,20	26,80	14,30
1974	84,20	48,70	117,70	109,40	46,70	96,30	84,10	38,70	23,30	24,30	99,60	59,00
1975	80,40	19,30	128,80	76,80	42,50	69,40	119,80	64,80	94,70	58,20	39,10	46,20
1976	0,20	135,60	36,20	16,10	21,10	15,10	10,00	21,10	23,10	223,80	225,60	15,30
1977	109,30	71,30	10,10	33,10	26,10	84,50	68,50	9,20	44,50	26,10	47,30	60,40
1978	116,60	137,90	258,20	101,50	169,20	179,20	115,70	83,50	96,50	17,00	25,10	157,60
1979	115,40	147,80	27,80	97,40	87,50	59,20	25,20	35,40	23,10	9,00	92,30	106,10
1980	226,90	254,40	24,20	17,10	46,40	40,00	47,30	19,50	34,20	9,90	103,40	71,40
1981	64,10	29,90	301,00	92,00	69,40	77,60	33,40	27,20	10,80	3,90	52,20	41,10
1982	40,10	13,00	46,10	26,30	42,20	123,80	119,70	75,60	50,30	27,20	0,30	21,90
1983	113,30	169,50	97,50	35,10	22,50	30,30	36,80	29,30	18,40	23,10	64,30	10,80
<b>Média</b>	78,52	80,79	91,19	55,86	64,13	74,72	55,91	36,38	32,93	34,57	64,70	62,37
<b>Máxima</b>	226,90	254,40	301,00	109,40	215,80	179,20	119,80	83,50	96,50	223,80	225,60	157,60
<b>Mínima</b>	0,20	7,90	7,10	10,20	18,30	15,10	10,00	9,20	4,10	0,00	0,30	0,00

MÉDIA	MAXIMA	MÍNIMA	TOTAL
27,42	53,80	2,90	329,00
45,63	166,00	11,30	547,60
57,63	136,50	16,00	691,50
83,82	183,40	15,30	1.005,80
53,05	144,40	1,90	636,60
58,24	177,00	7,20	698,90
21,63	67,50	0,00	259,60
64,68	215,80	9,20	776,20
61,63	147,50	14,30	739,50
69,33	117,70	23,30	832,00
70,00	128,80	19,30	840,00
61,93	225,60	0,20	743,20
49,20	109,30	9,20	590,40
121,50	258,20	17,00	1.458,00
68,85	147,80	9,00	826,20
74,56	254,40	9,90	894,70
66,88	301,00	3,90	802,60
48,88	123,80	0,30	586,50
54,24	169,50	10,80	650,90
61,01			732,06
	301,00		1.458,00
		0,00	259,60

Tabela A-16 - Dados Históricos do Posto Pluviométrico 01141002 - Morro do Chapéu

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1965	18,10	22,10	15,20	120,50	43,50	43,90	43,70	17,40	7,40	22,00	111,20	9,50
1966	40,80	207,70	38,00	146,60	18,30	50,70	59,60	21,70	18,40	49,30	52,70	143,00
1967	41,00	53,70	69,60	98,00	18,10	69,10	38,10	27,40	9,20	44,90	152,80	299,40
1968	23,50	124,00	89,90	24,80	24,90	25,90	21,30	12,70	10,40	110,80	157,70	49,80
1969	98,80	121,70	251,90	20,70	55,50	56,60	42,60	19,90	6,90	6,10	31,60	184,40
1970	158,50	41,70	35,80	70,80	36,90	58,30	87,60	32,80	6,80	68,60	66,90	67,70
1971	0,00	19,70	20,60	56,00	52,70	134,90	60,00	68,90	20,60	111,90	104,00	16,90
1972	68,30	17,30	44,40	17,90	67,40	28,60	18,50	12,80	43,90	28,70	56,30	167,40
1973	64,60	16,60	78,80	43,80	57,40	63,80	44,10	25,70	31,10	47,60	83,40	26,60
1974	90,60	69,10	260,50	74,60	104,40	21,30	36,90	14,40	25,50	74,10	136,10	137,50
1975	146,30	34,10	70,90	34,80	24,00	69,90	68,30	100,00	76,60	43,30	28,50	96,70
1976	0,60	140,30	18,30	14,00	19,00	21,30	20,80	15,90	30,80	200,60	155,70	15,10
1977	112,20	95,30	4,70	23,40	53,20	49,50	44,60	3,60	44,70	16,20	62,50	203,10
1978	125,90	391,80	143,70	188,90	165,70	157,00	29,00	32,70	53,40	8,60	32,80	88,30
1979	179,90	137,90	30,00	42,20	35,60	95,10	31,10	16,50	14,10	6,70	62,00	95,50
1980	201,40	352,20	26,90	4,30	44,20	33,60	32,80	7,90	26,30	9,80	92,40	122,90
1981	76,30	36,30	265,80	135,60	62,80	40,10	30,60	24,80	3,90	15,70	29,80	66,20
1982	33,70	20,20	5,90	42,50	77,20	62,20	52,00	22,60	27,00	48,50	0,00	26,70
1983	134,30	242,50	88,30	31,50	25,50	19,70	37,40	15,60	4,70	21,70	28,80	51,90
<b>Média</b>	84,99	112,85	82,06	62,68	51,91	57,97	42,05	25,96	24,30	49,22	76,06	98,35
<b>Máxima</b>	201,40	391,80	265,80	188,90	165,70	157,00	87,60	100,00	76,60	200,60	157,70	299,40
<b>Mínima</b>	0,00	16,60	4,70	4,30	18,10	19,70	18,50	3,60	3,90	6,10	0,00	9,50

MÉDIA	MÁXIMA	MÍNIMA	TOTAL
39,54	120,50	7,40	474,50
70,57	207,70	18,30	846,80
76,78	299,40	9,20	921,30
56,31	157,70	10,40	675,70
74,73	251,90	6,10	896,70
61,03	158,50	6,80	732,40
55,52	134,90	0,00	666,20
47,63	167,40	12,80	571,50
48,63	83,40	16,60	583,50
87,08	260,50	14,40	1.045,00
66,12	146,30	24,00	793,40
54,37	200,60	0,60	652,40
59,42	203,10	3,60	713,00
118,15	391,80	8,60	1.417,80
62,22	179,90	6,70	746,60
79,56	352,20	4,30	954,70
65,66	265,80	3,90	787,90
34,88	77,20	0,00	418,50
58,49	242,50	4,70	701,90
64,03			768,41
	391,80		1.417,80
		0,00	418,50

Tabela A-17 - Dados Históricos do Posto Pluviométrico 01238027 - Feira de Santana

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA	MÁXIMA	MÍNIMA	TOTAL
1965	61,70	40,10	14,80	103,10	76,40	116,40	70,10	38,40	7,00	33,50	178,90	5,60	62,17	178,90	5,60	746,00
1966	22,10	159,20	59,20	194,80	156,00	64,00	104,60	55,80	33,20	34,00	100,30	82,40	88,80	194,80	22,10	1.065,60
1967	0,00	35,10	96,20	91,50	113,10	166,60	41,30	37,60	52,00	38,10	24,70	253,70	79,16	253,70	0,00	949,90
1968	55,40	155,20	177,40	51,80	106,10	144,60	73,70	31,50	41,80	51,50	123,60	65,50	89,84	177,40	31,50	1.078,10
1969	76,60	171,30	220,90	104,50	172,00	89,10	56,80	37,60	9,00	0,00	7,00	188,70	94,46	220,90	0,00	1.133,50
1970	269,40	21,10	6,80	59,70	46,70	55,70	206,30	115,40	4,60	15,50	141,10	14,70	79,75	269,40	4,60	957,00
1971	12,50	24,20	16,20	111,00	97,70	62,80	105,60	74,80	52,10	46,40	27,70	12,90	53,66	111,00	12,50	643,90
1972	39,00	56,60	45,90	34,20	128,70	66,80	36,50	59,20	54,90	28,90	1,00	50,00	50,14	128,70	1,00	601,70
1973	54,90	46,20	44,90	41,50	121,30	110,00	64,80	61,80	108,10	76,00	139,10	91,10	79,98	139,10	41,50	959,70
1974	44,40	68,00	25,60	137,10	167,80	101,40	80,40	58,90	18,70	70,20	24,60	63,10	71,68	167,80	18,70	860,20
1975	92,00	22,10	35,40	142,90	99,10	58,90	180,50	74,30	86,20	37,90	22,70	52,80	75,40	180,50	22,10	904,80
1976	8,20	86,90	24,60	24,60	31,30	43,20	75,70	45,50	87,00	101,30	45,00	21,20	49,54	101,30	8,20	594,50
1977	181,10	73,80	24,90	83,40	86,70	57,40	47,10	15,90	45,00	82,90	30,80	98,40	68,95	181,10	15,90	827,40
1978	67,00	90,40	128,90	109,60	107,10	119,20	70,50	38,60	19,70	34,00	39,00	62,30	73,86	128,90	19,70	886,30
1979	152,40	76,60	32,80	27,10	51,20	170,90	70,10	21,50	32,30	1,40	21,40	10,70	55,70	170,90	1,40	668,40
1980	211,20	185,50	86,80	28,00	26,50	49,60	56,10	82,40	22,90	34,90	13,20	11,10	67,35	211,20	11,10	808,20
1981	28,30	2,90	232,50	118,20	41,70	79,90	65,40	28,10	0,10	0,00	37,80	29,80	55,39	232,50	0,00	664,70
1982	4,90	28,10	0,00	140,90	122,60	189,20	91,90	21,00	135,80	37,00	0,00	21,40	66,07	189,20	0,00	792,80
1983	39,70	119,00	133,90	76,20	10,50	47,50	39,20	62,80	11,00	45,70	71,00	5,10	55,13	133,90	5,10	661,60
<b>Média</b>	74,78	76,96	74,09	88,43	92,76	94,38	80,87	50,58	43,23	40,48	55,21	60,03	69,32			831,81
<b>Máxima</b>	269,40	185,50	232,50	194,80	172,00	189,20	206,30	115,40	135,80	101,30	178,90	253,70		269,40		1.133,50
<b>Mínima</b>	0,00	2,90	0,00	24,60	10,50	43,20	36,50	15,90	0,10	0,00	0,00	5,10			0,00	594,50

Tabela A-18- Dados Históricos do Posto Pluviométrico 01238087 - Fazenda Opalma

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA	MÁXIMA	MÍNIMA	TOTAL
1965	71,10	69,50	25,30	333,30	186,30	208,00	181,90	85,70	86,20	56,60	190,90	0,00	124,57	333,30	0,00	1.494,80
1966	19,80	142,70	49,60	274,60	325,60	192,50	72,60	65,00	152,90	58,70	233,80	332,90	160,06	332,90	19,80	1.920,70
1967	1,20	81,00	272,30	324,40	121,90	20,70	160,90	116,00	183,90	146,50	34,40	328,60	149,32	328,60	1,20	1.791,80
1968	156,70	229,60	237,20	139,90	166,40	388,00	149,30	78,70	74,20	187,50	314,00	90,80	184,36	388,00	74,20	2.212,30
1969	238,40	84,70	429,30	74,30	370,00	157,30	168,40	107,40	46,40	36,20	33,10	316,80	171,86	429,30	33,10	2.062,30
1970	169,90	109,90	120,30	150,70	171,00	65,20	308,30	112,20	43,80	35,40	326,80	9,00	135,21	326,80	9,00	1.622,50
1971	66,60	89,70	48,70	276,20	329,00	228,10	220,40	207,90	159,10	53,90	117,90	65,60	155,26	329,00	48,70	1.863,10
1972	120,30	51,10	59,00	69,70	256,50	166,70	111,90	74,60	116,20	132,60	33,90	104,80	108,11	256,50	33,90	1.297,30
1973	26,70	19,70	128,80	110,60	306,60	259,30	169,10	95,60	268,30	268,40	222,10	29,70	158,74	306,60	19,70	1.904,90
1974	91,70	109,20	169,00	357,40	409,40	202,00	147,50	111,60	94,30	123,30	126,20	64,30	167,16	409,40	64,30	2.005,90
1975	126,90	24,60	102,80	306,50	261,00	179,40	303,10	169,20	242,70	121,30	62,30	62,10	163,49	306,50	24,60	1.961,90
1976	93,50	249,40	76,80	134,60	138,50	109,80	119,70	92,70	48,70	220,30	155,50	35,80	122,94	249,40	35,80	1.475,30
1977	119,80	133,80	50,30	109,70	198,70	182,30	126,50	74,30	268,40	202,90	62,40	221,70	145,90	268,40	50,30	1.750,80
1978	55,00	76,80	191,20	170,80	248,60	300,30	150,30	242,90	149,80	107,50	110,50	118,50	160,18	300,30	55,00	1.922,20
1979	88,90	103,10	23,50	36,00	154,90	239,20	116,70	98,70	53,80	36,50	60,30	46,20	88,15	239,20	23,50	1.057,80
1980	227,00	262,00	61,80	58,60	168,80	120,70	114,80	87,90	63,20	59,30	58,70	47,90	110,89	262,00	47,90	1.330,70
1981	49,30	50,80	307,60	106,70	107,50	210,70	137,30	102,90	17,90	6,90	32,90	107,50	103,17	307,60	6,90	1.238,00
1982	5,20	118,70	0,00	235,40	405,20	292,60	236,80	95,70	182,00	131,90	0,00	20,00	143,63	405,20	0,00	1.723,50
1983	37,60	127,90	104,90	148,00	85,30	148,30	54,00	89,60	38,10	173,50	68,00	12,90	90,68	173,50	12,90	1.088,10
<b>Média</b>	92,93	112,33	129,39	179,86	232,17	193,22	160,50	110,98	120,52	113,64	118,09	106,06	139,14			1.669,68
<b>Máxima</b>	238,40	262,00	429,30	357,40	409,40	388,00	308,30	242,90	268,40	268,40	326,80	332,90		429,30		2.212,30
<b>Mínima</b>	1,20	19,70	0,00	36,00	85,30	20,70	54,00	65,00	17,90	6,90	0,00	0,00			0,00	1.057,80

Tabela A-19 - Dados Históricos do Posto Fluviométrico 51410000 - França

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1965			0,099	0,751	0,235	0,247	0,222	0,212	0,111	0,090	1,140	0,259
1966	0,193	5,390	0,413	3,690		0,433	1,430	0,532	0,232	0,340	0,214	1,610
1967	0,325	0,113	1,180	0,657	0,369	0,666	1,040	0,268	0,210	0,140	2,820	15,800
1968	2,820	2,130	7,740	1,090	0,531	0,680	0,654	0,329	0,177	1,250	4,890	3,050
1969	0,535	1,810	12,400	1,630	1,490	1,100	0,857	0,553	0,162	0,090	0,074	2,900
1970	8,610	1,590	0,973	0,207	0,189	0,247	0,248	0,766	0,088	1,240	7,420	0,813
1971	0,096	0,061	0,190	0,080	0,077		0,201	0,107	0,086		2,110	0,252
1972	0,521	0,096	0,061	0,037	0,078	0,196	0,115	0,057	0,037	0,010	0,023	4,860
1973	0,525	0,016	0,771	0,607	0,275	1,060	0,954	0,096	0,087	2,060	0,331	1,210
1974	0,285	0,276	8,680	2,020	5,210	1,100	0,442	0,192	0,105	0,080	4,000	4,190
1975	4,190	5,990	1,130	2,360	0,218	0,134	0,747	1,800	1,090	0,890	1,310	1,340
1976	0,124	1,550	0,160	0,078	0,070	0,057	0,077	0,066	0,053	0,810	1,730	2,630
1977	2,060	4,250	0,742	0,290	0,235	0,346	0,550	0,291	0,553	1,270	0,205	5,070
1978	9,760	11,300	7,530	8,070	5,810	2,810	1,040	0,978	0,573	0,610	0,542	1,540
1979	12,100	9,720	2,790	1,870	1,150	0,695	0,787	0,562	0,261	0,160	0,789	0,608
1980	10,500	26,000	3,780	0,744	0,641	0,447	0,465	0,270	0,199	0,150	0,157	0,748
<b>Média</b>	3,510	4,686	3,040	1,511	1,105	0,681	0,614	0,442	0,252	0,613	1,735	2,930
<b>Máxima</b>	12,100	26,000	12,400	8,070	5,810	2,810	1,430	1,800	1,090	2,060	7,420	15,800
<b>Mínima</b>	0,096	0,016	0,061	0,037	0,070	0,057	0,077	0,057	0,037	0,010	0,023	0,252

MÉDIA	MÁXIMA	MÍNIMA	TOTAL
0,337	1,140	0,090	3,366
1,316	5,390	0,193	14,477
1,966	15,800	0,113	23,588
2,112	7,740	0,177	25,341
1,967	12,400	0,074	23,601
1,866	8,610	0,088	22,391
0,326	2,110	0,061	3,260
0,508	4,860	0,010	6,091
0,666	2,060	0,016	7,992
2,215	8,680	0,080	26,580
1,767	5,990	0,134	21,199
0,617	2,630	0,053	7,405
1,322	5,070	0,205	15,862
4,214	11,300	0,542	50,563
2,624	12,100	0,160	31,492
3,675	26,000	0,150	44,101
1,718			20,457
	26,000		50,563
		0,010	3,260

Tabela A-20 - Dados Históricos do Posto Fluviométrico 51999200 – Ponte Rio Branco

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA	MÁXIMA	MÍNIMA	TOTAL
1985	21,500	4,580	1,300	1,900	2,090	1,770	2,090	1,580	0,167	0,002	25,900	177,000	19,990	177,000	0,002	239,879
1986	2,480	0,319	0,550	0,236	0,029	0,036	0,104	0,264	0,332	0,187	0,121	0,750	0,451	2,480	0,029	5,408
1987	0,484	0,000	0,001	2,240	2,510	0,243	0,082	0,001		0,001	0,042	2,270	0,716	2,510	0,000	7,874
1988	3,400	1,820	11,300	0,815	0,975	1,830	0,657	0,629	0,043	0,274	0,088	16,700	3,211	16,700	0,043	38,531
1989	0,118	0,162	1,770	2,420	9,910	1,990	0,954	1,050	0,377	0,018	0,702	357,000	31,373	357,000	0,018	376,471
1990	14,500	2,250	0,852	0,583	0,569	0,453	0,312	0,243	0,330	0,255	0,492	0,780	1,802	14,500	0,243	21,619
1991	0,219	0,535	13,000	0,286	0,182	0,432	0,292	0,173	0,136	0,028	0,712	0,513	1,376	13,000	0,028	16,508
1992	62,100	221,000	5,140	1,130	0,455	0,209	0,205	0,144	0,158	0,020	0,114	1,650	24,360	221,000	0,020	292,325
1993	0,559	0,003	0,001	0,686	0,123	0,004	0,003	0,004	0,003	0,002	2,160	2,850	0,533	2,850	0,001	6,398
1994	0,023	0,003	21,000	15,100	13,000	0,435	3,030	0,117	0,005	0,004	0,196	2,780	4,641	21,000	0,003	55,693
1995	0,348	0,004	1,240	3,430	0,555	1,020	1,220	0,556	0,101	0,003	44,100	13,700	5,523	44,100	0,003	66,277
<b>Média</b>	9,612	20,971	5,105	2,621	2,763	0,766	0,814	0,433	0,165	0,072	6,784	52,363	8,543			102,468
<b>Máxima</b>	62,100	221,000	21,000	15,100	13,000	1,990	3,030	1,580	0,377	0,274	44,100	357,000		357,000		357,000
<b>Mínima</b>	0,023	0,000	0,001	0,236	0,029	0,004	0,003	0,001	0,003	0,001	0,042	0,513			0,000	5,408

Tabela A-21 - Dados Históricos do Posto Fluviométrico 51999210 – Riachão do Jacuípe

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA	MÁXIMA	MÍNIMA	TOTAL
1985	14,2	5,6	1,32	2,64	2,27	2,4	0,348	0,103	0,003	0,003	2,51	31,1	5,21	31,10	0,00	62,50
1986	2	0,218	0,316	0,003	0,039	0,047	0,004	0,288	0,004	0,003	0,004	0,861	0,32	2,00	0,00	3,79
1987	0,084	0,003	0,561	1,07	0,706	0,004	0,003	0,003	0,002	0,312	0,644	1,84	0,44	1,84	0,00	5,23
1988	0,171	1,63	8,22	0,682	0,161	0,011	0,003	0,003	0,002	0,348	0,185	3,58	1,25	8,22	0,00	15,00
1989	0,003	0,002	0,161	1,32	0,306	0,003	0,003	0,264	0,01	0,003	0,003	71,2	6,11	71,20	0,00	73,28
1990	3,97	1,91	0,718	0,681	0,936	0,003	0,003	0,003	0,003	0,004	0,724	1,7	0,89	3,97	0,00	10,66
1991	0,155	1,08	5,32	0,857	0,303	0,801	0,65	0,602	0,409	0,071	2,2	0,724	1,10	5,32	0,07	13,17
1992	37,5	86,6	11,2	3,93	1,82	0,682	0,817	0,718	0,702	0,499	0,489	0,856	12,15	86,60	0,49	145,81
1993	0,171	0,175	0,251	0,156	0,004	0,126	0,003	0,003	0,05	0,052	0,486	0,995	0,21	1,00	0,00	2,47
1994	0,003	0,106	3,08	2,83	0,925	0,539	0,544	0,004	0,2	0,003	0,006	1,71	0,83	3,08	0,00	9,95
1995	0,554	0,004	0,602	2,59	1,38	1,74	1,9	1,08	0,041	0,003	6,6	5,19	1,81	6,60	0,00	21,68
<b>Média</b>	5,35	8,85	2,89	1,52	0,80	0,58	0,39	0,28	0,13	0,12	1,26	10,89	2,75			33,05
<b>Máxima</b>	37,50	86,60	11,20	3,93	2,27	2,40	1,90	1,08	0,70	0,50	6,60	71,20		86,60		145,81
<b>Mínima</b>	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,72			0,00	2,47

Tabela A-22 - Dados Históricos do Posto Fluviométrico 51999220 – Gavião

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA	MÁXIMA	MÍNIMA	TOTAL
1985	5,970	2,020	0,962	2,210	2,270	1,900	0,200	0,174	0,156	0,352	5,370	17,000	3,215	17,000	0,156	38,584
1986	0,260	0,218	0,271	0,359	0,551	0,376	0,392	0,595	0,489	0,622	0,540	0,798	0,456	0,798	0,218	5,471
1987	0,567	0,425	0,677	1,070	0,712	0,370	0,474	0,304	1,140	1,230	1,080	3,590	0,970	3,590	0,304	11,639
1988	0,683	1,510	2,670	0,958	0,628	0,302	0,540	0,644	0,285	0,976	0,828	2,210	1,020	2,670	0,285	12,234
1989	0,617	0,579	0,584	1,860	0,822	0,846	0,650	0,810	0,529	0,677	0,704	38,500	3,932	38,500	0,529	47,178
1990	1,280	0,674	0,540	0,540	0,540	0,393	0,375	0,370	0,370	0,458	0,285	0,589	0,535	1,280	0,285	6,414
1991	0,660	0,691	1,490	0,461	0,496	0,670	0,694	0,710	0,619	0,540	1,150	0,617	0,733	1,490	0,461	8,798
1992	10,400	48,800	10,300	1,940	0,644	0,540	0,540	0,602	0,217	0,453	0,200	0,386	6,252	48,800	0,200	75,022
1993	0,304	0,528	0,615	0,225	0,180	0,576	0,255	0,200	0,418	0,200	1,060	0,517	0,423	1,060	0,180	5,078
1994	0,200	0,580	1,620	0,228	0,343	0,268	0,343	0,454	0,330	0,266	0,198	0,336	0,431	1,620	0,198	5,166
1995	0,455	0,485	0,974	0,823	1,460	3,140	4,200	1,680	0,599	0,271	1,330	1,560	1,415	4,200	0,271	16,977
<b>Média</b>	1,945	5,137	1,882	0,970	0,786	0,853	0,788	0,595	0,468	0,550	1,159	6,009	1,762			21,142
<b>Máxima</b>	10,400	48,800	10,300	2,210	2,270	3,140	4,200	1,680	1,140	1,230	5,370	38,500		48,800		75,022
<b>Mínima</b>	0,200	0,218	0,271	0,225	0,180	0,268	0,200	0,174	0,156	0,200	0,198	0,336			0,156	5,078



Tabela A-22 – Área de influência dos postos pluviométricos

CÓDIGO	POSTO	ÁREA DE INFLUÊNCIA (KM²)	FRAÇÃO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA
01139001	Tanquinho	3.183,17	0,2617
01139005	Pintadas	993,75	0,0817
01139007	Gavião	2.632,17	0,2164
01140000	Miguel Calmon (Djalma Dutra)	435,45	0,0358
01140004	Mairi (Monte Alegre)	712,78	0,0586
01140010	Franca	1.410,96	0,1160
01140021	Alto Bonito	734,67	0,0604
01141002	Morro do Chapéu	1.232,16	0,1013
01238027	Feira de Santana	724,94	0,0596
01238087	Fazenda Opalma	103,39	0,0085
<b>Área total da sub-bacia</b>		<b>12.163,44</b>	<b>1.0000</b>

Tabela A-23 – Precipitação média pelo Método de Thiessen (1965 – 1983)

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1965	19,43	16,74	20,25	75,03	27,98	59,51	48,90	26,06	14,62	39,36	120,08	2,94
1966	35,34	169,49	54,25	144,83	75,41	57,69	82,86	51,27	24,42	34,84	60,89	83,54
1967	25,19	53,23	94,78	56,03	48,13	113,59	42,13	29,10	28,09	37,68	68,51	179,08
1968	79,06	83,00	139,57	32,47	69,70	86,85	47,52	25,05	13,89	49,71	137,56	85,74
1969	79,42	97,09	202,47	58,93	92,10	70,57	43,79	25,68	10,22	1,06	30,82	146,73
1970	150,98	54,95	52,78	37,33	34,03	31,23	114,12	37,59	17,51	46,69	95,92	38,27
1971	12,32	16,33	17,87	51,61	63,25	65,53	63,22	50,49	32,63	39,26	78,39	10,63
1972	73,63	46,09	52,14	27,37	106,39	61,40	23,37	28,17	38,10	24,62	18,80	136,15
1973	34,53	20,60	104,76	45,35	65,23	76,99	71,22	37,03	59,36	79,03	72,46	21,55
1974	75,87	99,16	156,62	109,48	87,98	48,43	61,02	40,88	20,91	54,91	107,76	92,24
1975	67,33	36,81	78,28	54,34	34,35	51,46	86,91	78,01	80,43	33,12	18,59	78,97
1976	5,89	102,08	22,35	20,59	26,68	18,22	22,62	19,83	33,86	145,96	107,04	22,09
1977	109,89	103,26	10,27	36,41	68,90	49,48	40,92	13,71	41,32	45,87	36,80	205,81
1978	107,40	158,55	119,08	83,65	133,07	78,32	36,49	37,37	50,24	14,76	43,41	75,07
1979	157,05	93,18	23,18	38,22	46,95	69,49	39,99	30,71	26,56	12,48	31,26	52,98
1980	142,82	338,91	24,33	19,36	33,67	27,53	33,67	33,95	25,68	14,28	80,93	54,24
1981	45,79	25,27	256,79	83,53	46,00	52,41	45,71	26,93	12,84	6,12	49,91	90,31
1982	32,28	24,01	11,22	72,44	103,88	92,07	62,74	23,31	44,68	32,26	0,18	27,30
1983	119,11	169,17	129,26	29,37	12,69	27,82	33,76	27,78	10,69	19,47	54,46	20,72
<b>Média</b>	<b>72,28</b>	<b>89,89</b>	<b>82,65</b>	<b>56,65</b>	<b>61,92</b>	<b>59,92</b>	<b>52,68</b>	<b>33,84</b>	<b>30,84</b>	<b>38,50</b>	<b>63,88</b>	<b>74,97</b>

Tabela A-24 - Inventário Climatológico (ANEEL,1996).

<b>CÓDIGO</b>	<b>ESTAÇÃO</b>	<b>TIPO</b>	<b>MUNICÍPIO</b>	<b>ENTID</b>	<b>LAT</b>	<b>LONG</b>	<b>ALT</b>	<b>INÍCIO</b>	<b>FINAL</b>
1140013	Jacobina	PRECT	Jacobina	INMET	11°11'00	40°28'00	485	1911	-
1141003	Morro do Chapéu	PREC	Morro do Chapéu	INMET	11°33'00	41°13'00	1.003	1913	-
1239006	Cruz das Almas	PRC	Cruz das Almas	INMET	12°41'00	39°06'00	256	1941	-
1239016	Serrinha	PRC	Serrinha	INMET	11°39'00	39°00'00	360	1904	-
1241014	Lençóis 83242	PRECT	Lençóis	INMET	12°34'00	41°23'00	439	1931	-

## B - USUÁRIOS DA ÁGUA NA BACIA

Tabela B.1 – Cadastro dos Usuários da água na bacia

Trecho	USUÁRIOS	Q Cap(l/s)	Q lan(l/s)	Uso	Outorgado
1	Adenisvaldo L. Medeiros	0,05208		Irrigação	Não
1	Joaquim J. Oliveira	1,56250		Irrigação	Não
1	Pio A. M. Cabral	10,41667		Irrigação	Não
1	Pio A. M. Cabral	5,20833		Irrigação	Não
1	Pio A. M. Cabral	5,20833		Irrigação	Não
1	Morro do Chapéu	39,02000		Abastecimento	Não
2	Pio A. M. Cabral	5,20833		Irrigação	Não
3	Geova	2,08333		Irrigação	Não
3	Gerson G. O. Barreto	0,05208		Irrigação	Não
3	Miraldo P. Vieira	1,56250		Irrigação	Não
3	Joacir	1,56250		Irrigação	Não
3	Dernival P. Santos	0,18750		Irrigação	Não
3	Jonas P. Santos	1,87500		Irrigação	Não
3	Izrael C. Santos	0,42708		Irrigação	Não
3	Sem Informação	1,04167		Irrigação	Não
3	Martinho Do Carmo	0,93750		Irrigação	Não
3	Luiz Alberto	0,18750		Irrigação	Não
3	Romilson B. Pereira	0,18750		Irrigação	Não
5	Serafim P. Dias	0,28125		Irrigação	Não
5	Wanderlei Valois	0,52083		Irrigação	Não
5	Joel P. Santos	1,56250		Irrigação	Não
5	Wilson Goor	0,93750		Irrigação	Não
5	Humberto Valois	2,08333		Irrigação	Não
5	Condas F. Santos	0,09375		Irrigação	Não
5	Zelito	0,18750		Irrigação	Não
5	José Otídio	3,12500		Irrigação	Não
6	Wanderlei Valois	0,52083		Irrigação	Não
6	João E. Sobrinho	5,20833		Irrigação	Não
6	José B. De Souza	0,28125		Irrigação	Não
6	Sem Informação	1,87500		Irrigação	Não
8	Paulo Santos Carneiro	0,78		Irrigação	Sim
8	Martins Da Silva	0,09375		Irrigação	Não
8	João Avelino	0,18750		Irrigação	Não
8	Crispim P. Silva	0,05208		Irrigação	Não
8	Manoel T. Dos Santos	0,09375		Irrigação	Não
8	Justino L. Medeiros	1,87500		Irrigação	Não
8	Tiago J. Santana	0,28125		Irrigação	Não
8	Constantino A. Lopes	0,28125		Irrigação	Não
8	Jailson	0,93750		Irrigação	Não
8	Manoel Miranda	0,18750		Irrigação	Não
8	Jesildo L. Medeiros	0,56250		Irrigação	Não
8	Carlos R. T. Lopes	0,09375		Irrigação	Não
8	Evangelista	0,18750		Irrigação	Não
8	José M. Oliveira	0,18750		Irrigação	Não
8	João A. Silva	0,14583		Irrigação	Não
8	Florisvaldo A. Silva	0,05208		Irrigação	Não

Tabela B.1 – Cadastro dos Usuários da água na bacia, continuação

Trecho	USUÁRIOS	Q Cap(l/s)	Q lan(l/s)	Uso	Outorgado
8	Roberto C. Lima	0,46875		Irrigação	Não
8	Roberto C. Lima	0,46875		Irrigação	Não
8	David L. Machado	0,09375		Irrigação	Não
11	Pedro José Galvao Nonato A	17,08		Irrigação	Sim
11	Roberto Jacobina Vieira	6,90		Irrigação	Sim
11	Aristeu R. Da Silva	0,45833		Irrigação	Não
11	Fernando A. Silva	0,65625		Irrigação	Não
11	Lourivalm. Santos	0,09375		Irrigação	Não
11	Vego Lino	3,12500		Irrigação	Não
11	Silvio L. Moura	0,18750		Irrigação	Não
11	Ademir C. Souza	0,56250		Irrigação	Não
11	Valdelino D. Santana	0,56250		Irrigação	Não
11	Etemilson S. Assis	2,81250		Irrigação	Não
11	Celso L. Souza	0,05208		Irrigação	Não
11	Erondino N. F. Filho	2,08333		Irrigação	Não
11	Erondino N. F. Filho	1,19792		Irrigação	Não
11	Erondino N. F. Filho	1,19792		Irrigação	Não
11	Milton O. Sampaio	10,41667		Irrigação	Não
11	Hermínio Ribeiro	1,04167		Irrigação	Não
11	Hermínio Ribeiro	1,04167		Irrigação	Não
11	Anselmo	0,18750		Irrigação	Não
11	Aristides	1,12500		Irrigação	Não
11	Gildesio M. Oliveira	0,93750		Irrigação	Não
11	Jurandi Oliveira	1,40625		Irrigação	Não
11	Jurandir Oliveira	1,40625		Irrigação	Não
11	Francisco J. Silva	0,14583		Irrigação	Não
11	Eronildes S. Gomes	0,65625		Irrigação	Não
11	Eloi J. Gomes	0,37500		Irrigação	Não
11	Prejentino L. Maia	0,37500		Irrigação	Não
11	Narinho A. Miranda	0,61458		Irrigação	Não
11	Manoel Q. Sampaio	0,14583		Irrigação	Não
11	Ninho	0,09375		Irrigação	Não
11	Lourival O. Nascimento	0,09375		Irrigação	Não
11	Jose M. Santos	0,18750		Irrigação	Não
11	Sem Informante	0,28125		Irrigação	Não
11	Sem Informante	0,18750		Irrigação	Não
11	Joseni R. Oliveira	0,18750		Irrigação	Não
11	Waldemar T. Silva	0,09375		Irrigação	Não
11	Abelcides S. Reis	0,28125		Irrigação	Não
11	Evandro L. S. Pereira	0,18750		Irrigação	Não
11	Evandro	0,18750		Irrigação	Não
11	Sem Informante	0,09375		Irrigação	Não
11	Genival F. Ancantara	0,28125		Irrigação	Não
11	Adolfo Alcantara M. Silva	0,09375		Irrigação	Não
11	Joao M. Souza	0,37500		Irrigação	Não
11	Edson C. Da Silva	0,18750		Irrigação	Não
11	Valdemiro J. Santana	0,28125		Irrigação	Não
11	Irineu Silva	0,75000		Irrigação	Não
11	Jose F. De Souza	0,56250		Irrigação	Não

Tabela B.1 – Cadastro dos Usuários da água na bacia, continuação

Trecho	USUÁRIOS	Q Cap(l/s)	Q lan(l/s)	Uso	Outorgado
11	Edgar S. Cruz	0,18750		Irrigação	Não
11	Reginaldo G. Santana	0,18750		Irrigação	Não
11	Dario M. Rocha	0,56250		Irrigação	Não
11	Nado Mineiro	0,18750		Irrigação	Não
11	Antônio B. Silva	0,09375		Irrigação	Não
11	Antenor B. Souza	0,28125		Irrigação	Não
11	Graciliano P. Olinda	0,56250		Irrigação	Não
11	Paulo F. Goes	0,75000		Irrigação	Não
11	Laurindo P. Da Silva	0,14583		Irrigação	Não
11	Armando F. Silva	0,93750		Irrigação	Não
11	Nicolau B. Santos	0,05208		Irrigação	Não
11	Jose A. Ferreira	0,05208		Irrigação	Não
11	Antônio Grosso	0,05208		Irrigação	Não
11	Edson P. Silva	0,56250		Irrigação	Não
11	Irênio X. Junior	0,23958		Irrigação	Não
11	Gilberto C. Almeida	0,46875		Irrigação	Não
11	Adenival S. Almeida (Dida)	0,00000		Irrigação	Não
11	Evandro P. Oliveira	0,18750		Irrigação	Não
11	Antônio R. Silva	0,09375		Irrigação	Não
11	Jose J. Mendes	0,14583		Irrigação	Não
11	Aristeu R. Mendes	0,18750		Irrigação	Não
11	Arnaldo T. Jesus	2,08333		Irrigação	Não
11	Sandoval L. Pereira	0,83333		Irrigação	Não
11	Josue S. Silva	1,04167		Irrigação	Não
11		2,08333		Irrigação	Não
11	Fabricio P. Oliveira	0,20833		Irrigação	Não
11	Lucia P. Araujo	0,37500		Irrigação	Não
11	Gilsete O. Maia	0,18750		Irrigação	Não
11	Deusdete G. Vieira	0,37500		Irrigação	Não
11	Jorge P. Oliveira	0,14583		Irrigação	Não
11	Jose Mario	0,18750		Irrigação	Não
11	Lourivaldo S. Roberto	0,09375		Irrigação	Não
12	Agripino De M. Costa	0,90625		Irrigação	Não
12	Antonio A. Dos Santos	3,62500		Irrigação	Não
12	Armando A. De Oliveira	5,43750		Irrigação	Não
12	Cristiano Jose Gomes	0,90625		Irrigação	Não
12	Joao Alexandrino	1,35417		Irrigação	Não
12	Nivaldo Alves Pereira	0,90625		Irrigação	Não
12	Paulo B. Dos Santos	2,71875		Irrigação	Não
12	Joselito B. Santos	0,23958		Irrigação	Não
12	Erotildes B. Santos	0,37500		Irrigação	Não
12	Joao M. S. Neto	0,18750		Irrigação	Não
12	Josenito (Nite)	0,18750		Irrigação	Não
12	Joao De Ni	1,04167		Irrigação	Não
12	Joao De Ni	1,04167		Irrigação	Não
12	Erenilton O. Miranda	0,23958		Irrigação	Não
12	Joao De Neco	0,37500		Irrigação	Não
12	Jose B. Santos	0,18750		Irrigação	Não
13	Etemilson Sampaio Assis	5,20		Irrigação	Sim

Tabela B.1 – Cadastro dos Usuários da água na bacia, continuação

Trecho	USUÁRIOS	Q Cap(l/s)	Q lan(l/s)	Uso	Outorgado
15	EMBASA	14,85		Abastecimento	Sim
15	Joao Alexandre	0,37500		Irrigação	Não
15	Jose F. Santos	0,37500		Irrigação	Não
15	Rei Calango	0,23958		Irrigação	Não
15	Paulo B. Dos Santos	0,18750		Irrigação	Não
15	Joao C. M. Bacelar	1,56250		Irrigação	Não
15	Joao C. M. Bacelar	1,56250		Irrigação	Não
15	Douglas	0,28125		Irrigação	Não
15	Osmar M. Teixeira	0,20833		Irrigação	Não
15	Aroldo B. Castro	0,18750		Irrigação	Não
15	Sidnei Ribeiro	0,18750		Irrigação	Não
15	Jose O. P. Lima	1,03125		Irrigação	Não
15		0,18750		Irrigação	Não
18	Jairo M. De Alcantara	2,08333		Irrigação	Não
18	Nixon Silva Araujo	1,81250		Irrigação	Não
18	Osmailson S.Araujo	3,16667		Irrigação	Não
19	Helios Agropecuaria Ltda	2,08		Irrigação	Sim
19	Edivaldo Jerema	0,91667		Irrigação	Não
19	Adriana P. De Oliveira	3,62500		Irrigação	Não
19	Anonio Oliveira	1,35417		Irrigação	Não
19	Avelino Juvenal	0,90625		Irrigação	Não
19	Dilton Alves De Souza	0,22917		Irrigação	Não
19	Ednaldo A. Dos Santos	2,71875		Irrigação	Não
19	Eronildes	0,44792		Irrigação	Não
19	Florisvaldo Sena	22,60417		Irrigação	Não
19	Gilberto Alves Souza	0,44792		Irrigação	Não
19	Givaldo Sena Souza	1,35417		Irrigação	Não
19	Givaldo Sena Souza	0,90625		Irrigação	Não
19	Joao Alves Souza	0,90625		Irrigação	Não
19	Jose Carlos Almeida	1,81250		Irrigação	Não
19	Josenilton P. De Souza	2,08333		Irrigação	Não
19	Laercio / Tavinho	0,44792		Irrigação	Não
19	Lourival G. De Souza	0,90625		Irrigação	Não
19	Nina	0,22917		Irrigação	Não
19	Umbuzeiros	14,85000		Abastecimento	Sim
19	Osvaldo Pereira	3,62500		Irrigação	Não
21	Embasa-Serrolândia	23,90000		Abastecimento	Não
21	Embasa-Quixabeira	41,52000		Abastecimento	Não
21	Abelardo	0,45833		Irrigação	Não
21	Amadeu Pereira Dos Santos	0,45833		Irrigação	Não
21	Antonio Lisboa De Oliveira	0,22917		Irrigação	Não
21	Edson Moreira Da Silva	0,91667		Irrigação	Não
21	Edson Moreira Da Silva	0,91667		Irrigação	Não
21	Joao De Nae	0,45833		Irrigação	Não
21	Joao Evangelista Souza	0,91667		Irrigação	Não
21	Joao Evangelista Souza	0,91667		Irrigação	Não
21	Jose Avelino De Moraes	0,45833		Irrigação	Não
21	Jose Avelino De Moraes	0,45833		Irrigação	Não
21	Justiniano	0,91667		Irrigação	Não

Tabela B.1 – Cadastro dos Usuários da água na bacia, continuação

Trecho	USUÁRIOS	Q Cap(l/s)	Q lan(l/s)	Uso	Outorgado
21	Luiz Jonas De Oliveira	0,22917		Irrigação	Não
21	Manoel Luiz	2,29167		Irrigação	Não
21	Manoel Martins Da Silva	1,37500		Irrigação	Não
21	Marciano Souza Rios	0,91667		Irrigação	Não
21	Miguel Natanael Olanda	0,22917		Irrigação	Não
21	Noel Ricardo	0,45833		Irrigação	Não
21	Pedro	0,45833		Irrigação	Não
21	Pedro Gomes De Sena	0,45833		Irrigação	Não
21	Pref, Mun. Serrolandia	0,18519		Irrigação	Não
21	Raiumndo Viera Mota	0,45833		Irrigação	Não
21	Valdeci A. Do Nascimento	1,37500		Irrigação	Não
21	Zeca	0,91667		Irrigação	Não
21	Elizario R. Da Silva	0,44792		Irrigação	Não
21	Luis G. Albuquerque	3,62500		Irrigação	Não
21	Pref. Mun. De V. Do Poco	1,38889		Irrigação	Não
21	Rogério	0,67708		Irrigação	Não
21	Valfredo Nunes Sena	3,62500		Irrigação	Não
21	Wilson Mascarenhas	0,44792		Irrigação	Não
21	Joaquim J. Oliveira	3,12500		Irrigação	Não
21	Pref. Mun. De V. Do Poco	0,52083		Irrigação	Não
22	Ademenodes Peixoto	0,45833		Irrigação	Não
22	Adernoel Teixeira Batista	0,91667		Irrigação	Não
22	Anailton C. De Souza	1,37500		Irrigação	Não
22	Anatolio C. De Souza	6,87500		Irrigação	Não
22	Antonio C. De Souza	0,22917		Irrigação	Não
22	Antonio De Nezinho	0,45833		Irrigação	Não
22	Antônio Moreira	1,37500		Irrigação	Não
22	Antonio R. Da Silva	0,45833		Irrigação	Não
22	Antônio R. De Oliveira	0,91667		Irrigação	Não
22	Arival	2,75000		Irrigação	Não
22	Arnery R. Dos Santos	0,45833		Irrigação	Não
22	Bainho	0,22917		Irrigação	Não
22	Bento De Oliveira Rios	0,91667		Irrigação	Não
22	Bobó (C. Grosso)	0,45833		Irrigação	Não
22	Braulio Jesus Da Cruz	0,45833		Irrigação	Não
22	Deraldino N. De Oliveira	0,45833		Irrigação	Não
22	Dermival Teixeira Batista	0,45833		Irrigação	Não
22	Dernival Santos Silva	0,22917		Irrigação	Não
22	Duval Souza Novais	0,91667		Irrigação	Não
22	Edizon Da Silva Soares	0,91667		Irrigação	Não
22	Ednaldo Oliveira	1,37500		Irrigação	Não
22	Eleoterio F. Oliveira	0,91667		Irrigação	Não
22	Evandro G. De Oliveira	1,83333		Irrigação	Não
22	Fernando Novais	0,22917		Irrigação	Não
22	Firmino Martins Bomfim	0,45833		Irrigação	Não
22	Florentino C. De Souza	0,45833		Irrigação	Não
22	Garci	1,83333		Irrigação	Não
22	Geraldo Rodrigues	0,22917		Irrigação	Não
22	Gilmar Santana Silva	0,68750		Irrigação	Não

Tabela B.1 – Cadastro dos Usuários da água na bacia, continuação

Trecho	USUÁRIOS	Q Cap(l/s)	Q lan(l/s)	Uso	Outorgado
22	Hermes Fernando Vieira	0,45833		Irrigação	Não
22	Ieda	0,45833		Irrigação	Não
22	Irani De Oliveira	0,45833		Irrigação	Não
22	Isaias Rodrigues Borges	0,45833		Irrigação	Não
22	Jaime Oliveira Santos	0,91667		Irrigação	Não
22	Joao Jose De Oliveira	27,50000		Irrigação	Não
22	Joao Jose Ferreira	0,22917		Irrigação	Não
22	Joao Pe De Serra	0,45833		Irrigação	Não
22	Joao Vilas Boas Da Silva	1,83333		Irrigação	Não
22	Joao Vilas Boas Da Silva	0,91667		Irrigação	Não
22	Joaquim Rodrigues	0,22917		Irrigação	Não
22	Jorge Kidemir N. Oliveira	0,45833		Irrigação	Não
22	Jose Carneiro De Almeida	1,83333		Irrigação	Não
22	Jose Oliveira Da Silva	0,68750		Irrigação	Não
22	Josivaldo C. De Souza	0,22917		Irrigação	Não
22	Juraci Santana Silva	0,45833		Irrigação	Não
22	Laurito Carneiro Rios	0,68750		Irrigação	Não
22	Leandro Moura Gomes	2,29167		Irrigação	Não
22	Leque ( Do Quebra Queixo)	0,22917		Irrigação	Não
22	Lourival C. Da Silva	0,91667		Irrigação	Não
22	Louro	0,91667		Irrigação	Não
22	Luiz	0,91667		Irrigação	Não
22	Luiz Carlos O Silva	0,45833		Irrigação	Não
22	Manoel Lopes	0,45833		Irrigação	Não
22	Manoel Roseno Santana	4,58333		Irrigação	Não
22	Maria Iradi Dos Santos	2,75000		Irrigação	Não
22	Martins	0,91667		Irrigação	Não
22	Mathias	0,22917		Irrigação	Não
22	Menga	0,22917		Irrigação	Não
22	Miguel Xavier Paixao	1,14583		Irrigação	Não
22	Milton Carneiro Rios	0,91667		Irrigação	Não
22	Natanael Silva Maciel	0,22917		Irrigação	Não
22	Nerival Santos Silva	0,22917		Irrigação	Não
22	Olavio Nunes Fernandes	0,91667		Irrigação	Não
22	Otavio Gomes Da Cunha	0,68750		Irrigação	Não
22	Paulo Almeida Rios	2,29167		Irrigação	Não
22	Paulo Batista Da Silva	0,45833		Irrigação	Não
22	Paulo Batista Da Silva	0,45833		Irrigação	Não
22	Reginaldo Oliveira Silva	0,79167		Irrigação	Não
22	Regis Evangelista	0,22917		Irrigação	Não
22	Rosalina Costa Da Silva	0,22917		Irrigação	Não
22	Santos Jose De Souza	1,37500		Irrigação	Não
22	Severino	0,45833		Irrigação	Não
22	Tete	0,45833		Irrigação	Não
22	Vadenilton F. Santos	1,37500		Irrigação	Não
22	Valmir Cunha Almeida	0,22917		Irrigação	Não
22	Valmir Silva Maciel	0,45833		Irrigação	Não
22	Vanderlito Da S. Oliveira	1,37500		Irrigação	Não
22	Zizica	3,20833		Irrigação	Não



Tabela B.1 – Cadastro dos Usuários da água na bacia, continuação

Trecho	USUÁRIOS	Q Cap(l/s)	Q lan(l/s)	Uso	Outorgado
23	Maria Angelita Bartilotti	8,07		Irrigação	Sim
23	EMBASA	194,53		Abastecimento	Sim
23	Embas-Varzea da roca	13,38		Abastecimento	Não
23	SEAGRI - Sec.Agric. Irrig.	75,28		Irrigação	Sim
23	São J. do Jacuípe	9,10		Abastecimento	Não
23	Capim Grosso	52,16		Abastecimento	Não
23	Adenilson C. Da Silva	0,22917		Irrigação	Não
23	Adernival Ferreira Souza	0,22917		Irrigação	Não
23	Agnabeldes Gomes	0,45833		Irrigação	Não
23	Àlvaro C. Dos Santos	0,91667		Irrigação	Não
23	Antonio Corumba	0,45833		Irrigação	Não
23	Antônio Jesus De Araujo	0,91667		Irrigação	Não
23	Arnaldo F, De Oliveira	0,45833		Irrigação	Não
23	Atanael N. De Sena	0,68750		Irrigação	Não
23	Augusto R. De Oliveira	0,45833		Irrigação	Não
23	Barnabe Ribeiro	0,45833		Irrigação	Não
23	Bartolomeu C. De Almeida	0,68750		Irrigação	Não
23	Cornelio	1,37500		Irrigação	Não
23	Elario Jose De Souza	1,37500		Irrigação	Não
23	Elario Jose De Souza	1,37500		Irrigação	Não
23	Elias Ferreira Mendes	0,36667		Irrigação	Não
23	Escola Agric. Jaboticaba	0,45833		Irrigação	Não
23	Estelino Rios	0,91667		Irrigação	Não
23	Eudalio Lopes Da Silva	0,45833		Irrigação	Não
23	Genario Mendes	0,45833		Irrigação	Não
23	Genesio Novais De Sena	1,37500		Irrigação	Não
23	Gesualdo Bras Dos Santos	0,68750		Irrigação	Não
23	Gildasio Ferreira Da Silva	2,29167		Irrigação	Não
23	Gildasio Ferreira Da Silva	0,22917		Irrigação	Não
23	Gregório	0,45833		Irrigação	Não
23	Isaias Mendes	0,45833		Irrigação	Não
23	Isaias N. De Sena	0,68750		Irrigação	Não
23	Jaime Anselmo Bispo	0,91667		Irrigação	Não
23	Joao Silva Santos	2,75000		Irrigação	Não
23	Jose Dias Soares	0,91667		Irrigação	Não
23	Jose Ferreira Do Bonfim	0,22917		Irrigação	Não
23	Jose Vanderley Da Silva	0,91667		Irrigação	Não
23	Josemir	0,91667		Irrigação	Não
23	Josezito Oliveira Cunha	0,68750		Irrigação	Não
23	Jucelino Ferreira Da Silva	0,45833		Irrigação	Não
23	Lotentino Barbosa Rios	0,45833		Irrigação	Não
23	Luiz Ferreira De Oliveira	0,91667		Irrigação	Não
23	Manoel Barbosa	1,37500		Irrigação	Não
23	Manoel Bispo Da Silva	1,37500		Irrigação	Não
23	Manoel Oliveira Maciel	0,91667		Irrigação	Não
23	Manoel Ribeiro	0,91667		Irrigação	Não
23	Mathias	0,22917		Irrigação	Não
23	Moulival	0,91667		Irrigação	Não
23	Noel	1,14583		Irrigação	Não

Tabela B.1 – Cadastro dos Usuários da água na bacia, continuação

Trecho	USUÁRIOS	Q Cap(l/s)	Q lan(l/s)	Uso	Outorgado
23	Orestes Borges Oliveira	0,45833		Irrigação	Não
23	Ovidio Elpidio De Caldas	0,22917		Irrigação	Não
23	Pedro Bispo Da Silva	1,37500		Irrigação	Não
23	Pedro De Libano	0,22917		Irrigação	Não
23	Renailton Oliveira Silva	0,91667		Irrigação	Não
23	Roque Moreira Rios	0,22917		Irrigação	Não
23	Rosival De Albertinho	1,83333		Irrigação	Não
23	Rosival De Albertinho	1,83333		Irrigação	Não
23	Valdetrude Da Cruz	0,68750		Irrigação	Não
23	Valter Joao Da Silva	0,45833		Irrigação	Não
25	Paulo Santos Carneiro	0,78		Irrigação	Sim
25	Adao Oliveira Da Costa	0,26042		Irrigação	Não
25	Antoney	0,26042		Irrigação	Não
25	Antonio Lisboa Pereira	0,26042		Irrigação	Não
25	Ariston	0,52083		Irrigação	Não
25	Jose Roberto De Oliveira	0,52083		Irrigação	Não
25	Jose Rodrigues De Oliveira	0,52083		Irrigação	Não
25	Natalina	0,52083		Irrigação	Não
25	Edno Cerqueira Lima	1,35417		Irrigação	Não
26	Antonio Ferreira Da Paixao	0,13021		Irrigação	Não
26	Antonio Filho De Ze Preto	0,78125		Irrigação	Não
26	Ari Vilas Boas	0,52083		Irrigação	Não
26	Arismario G. De Oliveira	1,56250		Irrigação	Não
26	Arnaldo	0,01736		Irrigação	Não
26	Augustinho Do Sisal	1,30208		Irrigação	Não
26	Bianor Moreira Dos Santos	0,26042		Irrigação	Não
26	Carlos Alberto De Almeida	0,01157		Irrigação	Não
26	Cilerino Ferreira Dos Sant	0,26042		Irrigação	Não
26	Derivaldo Oliveira Da Cru	0,01736		Irrigação	Não
26	Dr. Joao	2,08333		Irrigação	Não
26	Edmundo Carneiro	1,04167		Irrigação	Não
26	Eliezer Silva Dos Santos	0,52083		Irrigação	Não
26	Euzito Francisco Araujo	0,01157		Irrigação	Não
26	Hermes	0,52083		Irrigação	Não
26	Herminio R. Moreira	0,26042		Irrigação	Não
26	Iraci Nascimento Da Paixao	0,52083		Irrigação	Não
26	Ivanilton	0,01157		Irrigação	Não
26	Jailton Mendes De Oliveira	0,01736		Irrigação	Não
26	Joao	1,04167		Irrigação	Não
26	Joao Moreira Dos Santos	0,26042		Irrigação	Não
26	Joao Santos Araujo	0,26042		Irrigação	Não
26	Jorge Santos Vilaronga	0,01736		Irrigação	Não
26	Jose Carlos	0,78125		Irrigação	Não
26	Jose Firmo Raposo Matos	0,13021		Irrigação	Não
26	Jose Luciano	1,04167		Irrigação	Não
26	Jose Ranulfo Lopes	0,52083		Irrigação	Não
26	Jose Sales Matos	0,26042		Irrigação	Não
26	Manoel C. Do Nascimento	1,30208		Irrigação	Não
26	Manoel Cosme De Oliveira	1,17188		Irrigação	Não

Tabela B.1 – Cadastro dos Usuários da água na bacia, continuação

Trecho	USUÁRIOS	Q Cap(l/s)	Q lan(l/s)	Uso	Outorgado
26	Nequinha	0,01736		Irrigação	Não
26	Orlando Ferreira Da Paixao	0,13021		Irrigação	Não
26	Osvaldo Ferreira Da Paixao	0,26042		Irrigação	Não
26	Paulo	0,01736		Irrigação	Não
26	Renivaldo	0,52083		Irrigação	Não
26	Sebastiao Alves Cabral	0,03472		Irrigação	Não
26	Zequinha	0,13021		Irrigação	Não
26	Zequinha	0,01157		Irrigação	Não
26	Acidalia Macedo Vanin	1,83333		Irrigação	Não
26	Amilton Da Silva	2,29167		Irrigação	Não
26	Antonio N. Carneira Silva	0,45833		Irrigação	Não
26	Arnaldo Santana. Santos	2,75000		Irrigação	Não
26	Evandro Jorge	0,45833		Irrigação	Não
26	Ioli E Vitória Macedo	1,83333		Irrigação	Não
26	Irineu	1,37500		Irrigação	Não
26	Joao Grande	0,45833		Irrigação	Não
26	Jose Aires	0,45833		Irrigação	Não
26	Jose Aires	0,45833		Irrigação	Não
26	Jose Pedro Sobrinho	4,58333		Irrigação	Não
26	Jovelina Jose Dos Santos	0,45833		Irrigação	Não
26	Leopoldino Souza Gomes	0,91667		Irrigação	Não
26	Marco Antonio	0,22917		Irrigação	Não
26	Maria Erotildes	1,37500		Irrigação	Não
26	Misael Iliveira Reis	0,68750		Irrigação	Não
26	Sergio	2,29167		Irrigação	Não
27	Embasa-Gavião	11,98000		Abastecimento	Não
27	Juvenal Barreto Da Silva	2,60417		Irrigação	Não
27	Raul Moura	1,04167		Irrigação	Não
27	Vanderley A De Moura	0,78125		Irrigação	Não
30	Embasa-São Domingos	4,84000		Abastecimento	Não
30	Embasa-Nova Fatima	14,69000		Abastecimento	Não
30	Embasa-Conceição do Coité	90,47000		Abastecimento	Não
30	Embasa-Riachão do jacuípe	24,58000	1,05	Abastecimento	Não
30	Pedro Motta Araújo	5,79		Irrigação	Sim
30	Adelmo Carneiro Rios	0,52083		Irrigação	Não
30	Antonio Alves De Oliveira	4,16667		Irrigação	Não
30	Antonio Barreto Da Silva	0,78125		Irrigação	Não
30	Antonio Rodrigues Da Silva	1,04167		Irrigação	Não
30	Ariston Teixeira	0,78125		Irrigação	Não
30	Aurelio Bispo Do Sacrament	0,52083		Irrigação	Não
30	Carlinhos	0,91146		Irrigação	Não
30	Ceramica Anneide	0,05787		Irrigação	Não
30	Ceramica Barreiro Ltda.	0,03472		Irrigação	Não
30	Ceramica Floresta	0,05787		Irrigação	Não
30	Ceramica J.S.	0,04051		Irrigação	Não
30	Ceramica Joia Bloco	0,05787		Irrigação	Não
30	Ceramica Real	0,04630		Irrigação	Não
30	Ceramica Rio Jacuipe Ltda.	0,04630		Irrigação	Não
30	Cosme Santos Teixeira	0,39063		Irrigação	Não

Tabela B.1 – Cadastro dos Usuários da água na bacia, continuação

Trecho	USUÁRIOS	Q Cap(l/s)	Q lan(l/s)	Uso	Outorgado
30	Edvaldo Carneiro	1,30208		Irrigação	Não
30	Elias Luiz Carneiro	0,52083		Irrigação	Não
30	Eliseu	0,78125		Irrigação	Não
30	Emiliano Jose Da Silva	0,78125		Irrigação	Não
30	Erisvaldo Oliveira Rios	1,30208		Irrigação	Não
30	Fiel Barreto Da Silva	0,78125		Irrigação	Não
30	Gilson Ney Lima Passo	0,07523		Irrigação	Não
30	Granja Martins	0,19676		Irrigação	Não
30	Joao Alves Sampaio	0,26042		Irrigação	Não
30	Joaquim C. Dos Santos	1,04167		Irrigação	Não
30	Joaquim Pereira Batista	2,60417		Irrigação	Não
30	Jose Nilton Moreira	5,20833		Irrigação	Não
30	Jose Pedro Carneiro	0,78125		Irrigação	Não
30	Jose Teixeira Santos	1,30208		Irrigação	Não
30	Ludovico Alves Pinheiro	0,52083		Irrigação	Não
30	Manoel Araujo Carneiro	0,78125		Irrigação	Não
30	Nivaldo Roque De Menezes	1,04167		Irrigação	Não
30	Prefeitura M. De Sao Domi	0,11574		Irrigação	Não
30	Sebastiao Carneiro Da Silv	0,52083		Irrigação	Não
31	Embasa-Capela do Alto Alegre	16,13000		Abastecimento	Não
31	Embasa-Pé de Serra	15,82000		Abastecimento	Não
31	Embasa-Candeal	857,12000		Abastecimento	Não
31	Embasa-lamarão	5,51000		Abastecimento	Não
31	Embasa-Serrinha	95,28000	3,59	Abastecimento	Não
31	Francisco Sales Marques	1,82292		Irrigação	Não
31	Humberto Carneiro De Lima	1,56250		Irrigação	Não
31	Josemar Carneiro Rios	1,82292		Irrigação	Não
31	Mesias	0,52083		Irrigação	Não
33	Feira de Santana	12,42000	210,5	Abastecimento	Sim

## C - GUIA RÁPIDO DE APLICAÇÃO DO MODELO

O propósito deste guia é de apresentar uma forma rápida de utilização do modelo sem conhecê-lo profundamente, não se trata de um manual de utilização e sim de alguns passos, tendo em vista facilitar o entendimento dos resultados apresentados. Dessa forma, segue a seguir, procedimentos que permitirão ao leitor analisar a simulação dos cenários propostos no sistema hídrico da bacia do rio Jacuípe, bacia teste do estudo, a partir das bases de dados do sistema e dos usuários, geradas na realização da simulação do modelo.

- 1- Para disponibilizar a base de dado do sistema da bacia do rio Jacuípe
  - 1.1- Abrir o arquivo Bacia.mdb / clicar em tabelas / selecionar a tabela desejada / Continuar...
- 2- Para cadastrar a bacia do rio Jacuípe
  - 2.1- Clicar no menu Sistema / Cadastramento de entroncamentos / Bacia selecionada.../ Continuar
  - 2.2- Clicar no menu Sistema / Cadastro de trechos / Continuar
- 3- Para simular vazão nos trechos
  - 3.1- Clicar no menu / Modelos / Modhac / Continuar
- 4- Para analisar usuários na bacia
  - 4.1- Clicar no menu Sistema / Cadastro de trechos / Selecionar a bacia / Selecionar os trechos de cabeceira / Clicar em próximo/ Continuar
  - 4.2- Clicar em parâmetros físicos / Continuar
  - 4.3- Clicar em parâmetros físico-químico e biológico / Continuar
  - 4.4 – Clicar em Usuários / Continuar
  - 4.5- Nessa etapa o sistema é carregado para posterior simulação. Nesse momento são definidas informações referentes ao corpo hídrico e ao usuário, define-se a modalidade de uso, são inseridos o valor de vazão de referência dos trechos, a temperatura média e a velocidade média dos trechos do manancial, bem como os parâmetros físico-químicos e biológico do trecho do manancial e dos efluentes por parte do usuário.
- 5- Para simular a bacia sob a ótica da quantidade de água
  - 5.1- Clicar no menu Simulação / quantidade / Selecionar bacia / Ok
- 6- Para simular a bacia sob a ótica da qualidade de água
  - 6.1- Clicar no menu Simulação / qualidade / Selecionar bacia / Selecionar o parâmetro de qualidade / Ok
- 7- Para outorgar o direito de uso de água ao solicitante
  - 7.1- Clicar no menu / Análise de solicitações / Continuar.../ O sistema deve ser salvo em seguida

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)