

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS AMBIENTAIS

**ANÁLISE INSTITUCIONAL E DA DISTRIBUIÇÃO DA REDE  
PLUVIOMÉTRICA DA BACIA DO ALTO PARAGUAI**

JESNER MARCOS ESCANDOLHEIRO

*Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, na área de concentração em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos.*

**ORIENTADOR: Prof. Dr. Antonio Conceição Paranhos Filho**

**Campo Grande-MS  
Agosto/2004**

## ***Enquanto a chuva cai***

**Manuel Bandeira**

*A chuva cai. O ar fica mole...  
Indistinto... ambarino... gris...  
E no monótono matiz  
Da névoa enovelada bole  
A folhagem como o bailar.*

*Torvelinhai, torrentes do ar!*

*Cantai, ó bâtega chorosa,  
As velhas árias funerais.  
Minh'alma sofre e sonha e goza  
À cantilena dos beirais.*

*Meu coração está sedento  
De tão ardido pelo pranto.  
Dai um brando acompanhamento  
À canção do meu desencanto.*

*Volúpia dos abandonados...  
Dos sós... — ouvir a água escorrer,  
Lavando o tédio dos telhados  
Que se sentem envelhecer...*

*Ó caro ruído embalador,  
Terno como a canção das amas!  
Canta as baladas que mais amas,  
Para embalar a minha dor!*

*A chuva cai. A chuva aumenta.  
Cai, benfazeja, a bom cair!  
Contenta as árvores! Contenta  
As sementes que vão abrir!*

*Eu te bendigo, água que inundas!  
Ó água amiga das raízes,  
Que na mudez das terras fundas  
Às vezes são tão infelizes!*

*E eu te amo! Quer quando fustigas  
Ao sopro mau dos vendavais  
As grandes árvores antigas,  
Quer quando mansamente cais.*

*É que na tua voz selvagem,  
Voz de cortante, álgida mágoa,  
Aprendi na cidade a ouvir  
Como um eco que vem na aragem  
A estrugir, rugir e mugir,  
O lamento das quedas-d'água!*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela força para superar os momentos difíceis e pela lucidez para continuar a caminhada.

A meus pais, José e Isaura, pela vida e por me mostrarem a forma de caminhar.

A Juliana, minha esposa querida, razão da minha perseverança.

Aos meus familiares, Janete, Jane, Milton, Ivair, Arielle, Thiago, Amanda e José João Filho, pela presença e compreensão durante minha ausência.

Ao meu sogro, José João, pelo exemplo de luta e otimismo.

A minha sogra, Ana Maria, inspiração para toda a vida.

Aos amigos mais próximos, pelo estímulo e gestos de incentivo.

Ao Professor e amigo, Antonio Conceição Paranhos Filho, pela orientação e dedicação durante a realização deste trabalho.

Ao Professor e amigo Carlos Nobuyoshi Ide, um exemplo.

As Professores Jorge Luiz Steffen e Manoel Rondon.

Aos demais Professores do Programa, pelo conhecimento transmitido.

A todos os colaboradores, pela disponibilidade, participação e esclarecimentos.

Aos colegas de curso, pelos momentos agradáveis.

À Coordenação do Programa.

Aos que, mesmo no anonimato, contribuíram para a conclusão deste trabalho.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS</b>	<b>III</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>V</b>
<b>ABREVIATURAS E SIGLAS</b>	<b>VII</b>
<b>RESUMO</b>	<b>XI</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>XII</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>2</b>
2.1 OBJETIVO GERAL	2
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>3</b>
3.1 LEGISLAÇÃO E NORMATIZAÇÃO	3
3.2 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA BAP	16
3.3 ASPECTOS INSTITUCIONAIS DO MONITORAMENTO	17
3.4 ASPECTOS OPERACIONAIS DA REDE	19
3.4.1 <i>CONCEITOS BÁSICOS DE HIDROMETEOROLOGIA</i>	19
3.4.2 <i>PROCESSO DE COLETA DE DADOS HIDROMETEOROLÓGICOS</i>	26
3.4.3 <i>REDES PLUVIOMÉTRICAS E PLUVIOGRÁFICAS</i>	36
<b>4. ÁREA DE ESTUDO</b>	<b>48</b>
4.1 LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA	48
4.2 ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS	49
4.3 RELEVO	52
4.4 HIDROGRAFIA	53
4.5 GEOLOGIA	59
4.6 VEGETAÇÃO E FAUNA	60
4.7 ASPECTOS CLIMATOLÓGICOS	61
<b>5. METODOLOGIA</b>	<b>62</b>

5.1	LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO _____	62
5.2	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO _____	63
5.3	LEVANTAMENTO DA SITUAÇÃO INSTITUCIONAL DO MONITORAMENTO _____	63
5.4	OBTENÇÃO DO INVENTÁRIO DAS ESTAÇÕES _____	64
5.5	DISPONIBILIDADE DOS DADOS GERADOS PELA REDE _____	65
5.6	DISTRIBUIÇÃO E DENSIDADE DAS ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS NA BAP _____	66
5.6.1	<i>RECOMENDAÇÕES DA OMM</i> _____	66
5.6.2	<i>MÉTODO DE LLAMAS (1993), BASEADO NA PRECISÃO DESEJADA</i> _____	67
5.6.3	<i>MÉTODO DE LLAMAS (1993), BASEADO NOS EVENTOS METEOROLÓGICOS</i> _____	68
<b>6.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO _____</b>	<b>69</b>
6.1	SITUAÇÃO INSTITUCIONAL DO MONITORAMENTO _____	69
6.1.1	<i>AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA)</i> _____	69
6.1.2	<i>AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL)</i> _____	79
6.1.3	<i>COMPANHIA DE PESQUISAS E RECURSOS MINERAIS (CPRM)</i> _____	81
6.1.4	<i>INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET)</i> _____	81
6.1.5	<i>INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE)</i> _____	82
6.1.6	<i>EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIA (EMBRAPA)</i> _____	82
6.1.7	<i>COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DO VALE DO SÃO FRANCISCO (CODEVASF)</i> _____	83
6.1.8	<i>SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS (SRH)</i> _____	84
6.1.9	<i>INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS RENOVÁVEIS (IBAMA)</i> _____	85
6.1.10	<i>SECRETARIA DE QUALIDADE AMBIENTAL NOS ASSENTAMENTOS HUMANOS (SQA)</i> _____	85
6.1.11	<i>SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE DO MATO GROSSO DO SUL (SEMA-MS)</i> _____	86
6.1.12	<i>FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE DO MATO GROSSO (FEMA-MT)</i> _____	87
6.2	INVENTÁRIO DAS ESTAÇÕES _____	89
6.3	ANÁLISE DA DISPONIBILIDADE DE DADOS GERADOS PELA REDE _____	93
6.4	ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO DA REDE _____	110
6.4.1	<i>RECOMENDAÇÕES DA OMM</i> _____	112
6.4.2	<i>MÉTODO DE LLAMAS (1993), BASEADO NA PRECISÃO DESEJADA</i> _____	112
6.4.3	<i>MÉTODO DE LLAMAS (1993), BASEADO NOS EVENTOS METEOROLÓGICOS</i> _____	117
<b>7.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS _____</b>	<b>121</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA _____</b>	<b>123</b>

## LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 3.1.1 – Codificação das Bacias Hidrográficas de nível 1, da América do Sul</i>	13
<i>Tabela 3.1.2 – Codificação das Bacias Hidrográficas de nível 2</i>	15
<i>Tabela 3.3.1 – Instituições federais com iniciativas de monitoramento de recursos hídricos</i>	18
<i>Tabela 3.4.1 – Densidade mínima recomendada de estações pluviométricas e pluviográficas</i>	43
<i>Tabela 4.2.1 – População da Região Hidrográfica do Paraguai</i>	50
<i>Tabela 4.2.2 – Indicadores de saneamento básico</i>	51
<i>Tabela 4.4.1 – Estações de medição de vazões em períodos variáveis na Bacia do Rio Paraguai</i>	54
<i>Tabela 4.4.2 – Quadro de disponibilidade e demanda de recursos hídricos</i>	56
<i>Tabela 4.4.3 – Carga Orgânica doméstica remanescente na Região Hidrográfica do Paraguai</i>	59
<i>Tabela 6.1.1 – Programa PROSPECTAR, subtemas do tema Recursos Hídricos</i>	71
<i>Tabela 6.1.2 – Principais programas e projetos da ANA</i>	78
<i>Tabela 6.2.1 – Relação de códigos e entidades responsáveis e operadoras</i>	89
<i>Tabela 6.2.2 – Informações levantadas para as estações pluviométricas na BAP</i>	90
<i>Tabela 6.2.2 – Informações levantadas para as estações pluviométricas na BAP (continuação)</i>	91
<i>Tabela 6.2.2 – Informações levantadas para as estações pluviométricas na BAP (continuação)</i>	92
<i>Tabela 6.2.2 – Informações levantadas para as estações pluviométricas na BAP (continuação)</i>	93
<i>Tabela 6.3.1A – Informações levantadas para estações pluviométricas na BAP, ordem de 1 a 38, para o período de 1900-1973, com situação das séries de dados</i>	94
<i>Tabela 6.3.1B – Informações levantadas para estações pluviométricas na BAP, ordem de 1 a 38, para o período de 1974-2002, com situação das séries de dados</i>	95
<i>Tabela 6.3.1C – Informações levantadas para estações pluviométricas na BAP, ordem de 39 a 75, para o período de 1900-1973, com situação das séries de dados</i>	96
<i>Tabela 6.3.1D – Informações levantadas para estações pluviométricas na BAP, ordem de 39 a 75, para o período de 1974-2002, com situação das séries de dados</i>	97
<i>Tabela 6.3.1E – Informações levantadas para estações pluviométricas na BAP, ordem de 76 a 112, para o período de 1900-1973, com situação das séries de dados</i>	98
<i>Tabela 6.3.1F – Informações levantadas para estações pluviométricas na BAP, ordem de 76 a 112, para o período de 1974-2002, com situação das séries de dados</i>	99
<i>Tabela 6.3.1G – Informações levantadas para estações pluviométricas na BAP, ordem de 113 a 149, para o período de 1900-1973, com situação das séries de dados</i>	100

<i>Tabela 6.3.1H – Informações levantadas para estações pluviométricas na BAP, ordem de 113 a 149, para o período de 1974-2002, com situação das séries de dados</i>	101
<i>Tabela 6.3.1I – Informações levantadas para estações pluviométricas na BAP, ordem de 150 a 186, para o período de 1900-1973, com situação das séries de dados</i>	102
<i>Tabela 6.3.1J – Informações levantadas para estações pluviométricas na BAP, ordem de 150 a 186, para o período de 1974-2002, com situação das séries de dados</i>	103
<i>Tabela 6.3.1K – Informações levantadas para estações pluviométricas na BAP, ordem de 187 a 191, para o período de 1900-1973, com situação das séries de dados</i>	104
<i>Tabela 6.3.1L – Informações levantadas para estações pluviométricas na BAP, ordem de 187 a 191, para o período de 1974-2002, com situação das séries de dados</i>	104
<i>Tabela 6.3.2 – Informações levantadas para as estações pluviométricas telemétricas na BAP</i>	105
<i>Tabela 6.4.1 - Distribuição das estações pluviométricas por estado</i>	111
<i>Tabela 6.4.2 – Distribuição das estações pluviométricas por entidade responsável, para MT</i>	111
<i>Tabela 6.4.3 – Distribuição das estações pluviométricas por entidade responsável, para MS</i>	111
<i>Tabela 6.4.4 - Distribuição das estações pluviométricas com registradores de chuva por estado</i>	111
<i>Tabela 6.4.5 – Distribuição das estações pluviométricas, em operação por telemetria, por estado</i>	112
<i>Tabela 6.4.6 – Estações para aplicação do Método de LLAMAS (1993), precisão desejada</i>	114
<i>Tabela 6.4.7 – Precipitações médias anuais para as estações selecionadas</i>	117
<i>Tabela 6.4.8 – Análise das isoietas e distribuição das estações</i>	117
<i>Tabela 6.4.9– Precipitações médias anuais para as estações selecionadas</i>	118

## LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 3.1.1 – Divisão Hidrográfica Nacional</i>	13
<i>Figura 3.1.2 – Bacias Hidrográficas de nível 1</i>	14
<i>Figura 3.1.3 – Bacias Hidrográficas de nível 2</i>	16
<i>Figura 3.4.1 – Formação das chuvas frontais</i>	24
<i>Figura 3.4.2 – Formação das chuvas orográficas</i>	25
<i>Figura 3.4.3 – Formação das chuvas convectivas</i>	25
<i>Figura 3.4.4 – Coleta e transmissão de dados pelo sistema convencional</i>	26
<i>Figura 3.4.5 – Coleta de dados através de satélites</i>	27
<i>Figura 3.4.6 – Exemplo de estação meteorológica convencional</i>	28
<i>Figura 3.4.7 – Diferentes naturezas das medições de precipitação</i>	29
<i>Figura 3.4.8 – Perfil esquemático de um pluviômetro</i>	30
<i>Figura 3.4.9 – Perfil esquemático de um pluviógrafo de cuba basculante</i>	31
<i>Figura 3.4.10 – Perfil esquemático de um pluviógrafo de massa ou balança</i>	32
<i>Figura 3.4.11 – Perfil esquemático de um pluviógrafo de bóia ou sifão</i>	32
<i>Figura 3.4.12 – Instalação de pluviômetro ou pluviógrafo</i>	34
<i>Figura 3.4.13 – Exemplo de pluviômetro</i>	34
<i>Figura 3.4.14 – Exemplo de pluviógrafo de bóia ou sifão</i>	35
<i>Figura 3.4.15 – Exemplo estação automática</i>	36
<i>Figura 3.4.16 – Processo básico de elaboração de projeto de rede</i>	37
<i>Figura 3.4.17 – Processo para análise de rede e reprojeto</i>	40
<i>Figura 3.4.18 – Janela “banco de dados” do Sistema Hidro</i>	46
<i>Figura 4.1.1 – Bacia Hidrográfica do Alto Rio Paraguai</i>	49
<i>Figura 4.2.1 – Região hidrográfica do Alto Paraguai e seus aspectos prioritários</i>	52
<i>Figura 4.4.1 – Região hidrográfica do Rio Paraguai, em território brasileiro</i>	55
<i>Figura 4.4.2 – Distribuição percentual das demandas da Região Hidrográfica do Paraguai</i>	57
<i>Figura 4.4.3 – Distribuição das demandas da Região Hidrográfica do Paraguai</i>	58
<i>Figura 5.6.1 – Densidade relativa de redes pluviométricas, segundo OMM</i>	67
<i>Figura 6.1.1 – Organograma da Agência Nacional de Águas</i>	70
<i>Figura 6.1.2 – Mapa esquemático do Sistema Aquífero Guarani</i>	75
<i>Figura 6.1.3 – Croqui da BAP com estações do Sistema de Previsão de Níveis d'Água no Pantanal</i>	77
<i>Figura 6.3.1 – Correspondência de cores para a situação das séries pluviométricas</i>	93

<i>Figura 6.3.2A – Distribuição das séries, período 1900-1954, de acordo com a situação das séries</i>	106
<i>Figura 6.3.2B – Distribuição das séries, período 1955-1972, de acordo com a situação das séries</i>	107
<i>Figura 6.3.2C – Distribuição das séries, período 1973-1987, de acordo com a situação das séries</i>	108
<i>Figura 6.3.2D – Distribuição das séries, período 1988-2001, de acordo com a situação das séries</i>	109
<i>Figura 6.4.1 – Densidade relativa de redes pluviométricas, segundo OMM, destaque para a BAP_</i>	113
<i>Figura 6.4.2 – Gráfico do número de estações séries completas para o período de 1900 a 2001</i>	115
<i>Figura 6.4.3 – Isoietas para a Bacia do Alto Paraguai</i>	116
<i>Figura 6.4.4 – Histograma de frequência do IIM estações pluviométricas selecionadas na BAP</i>	120

## ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRH	Associação Brasileira de Recursos Hídricos
AE	Área de Engenharia
AGEPAN	Agência Estadual de Regulação de Serviços Públicos do Mato Grosso do Sul
AGER-MT	Agência Estadual de Regulação dos Serviços Públicos Delegados do Mato Grosso
ANA	Agência Nacional de Águas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
AP	Área de Planejamento e Apoio a Comitês
AR	Área de Regulação
AT	Área de Tecnologia e Informação
BAP	Bacia do Alto Paraguai
CBERS	<i>China-Brazil Earth Resources Satellite</i>
CCA	Centro de Controle Ambiental
CCMAD	Centro de Computação Meteorológica de Alto Desempenho
CEMAT	Centrais Elétricas Mato-grossenses S.A.
CNAEE	Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CODEVASF	Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco
COFEHIDRO	Conselho de Orientação do Fundo Estadual de Recursos Hídricos do Mato Grosso
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONAMAZ	Conselho Nacional da Amazônia Legal
CPRM	Companhia de Pesquisas e Recursos Minerais
CPTEC	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
CRMC	Centros Regionais de Meteorologia e Climatologia
CT-Hidro	Fundo Setorial de Recursos Hídricos
CVSF	Comissão do Vale do São Francisco
DC	Diretoria Colegiada
DEHID	Departamento de Recursos Hídricos
DEPV	Diretoria de Proteção ao Vôo do Ministério da Aeronáutica

DISME	Distritos Meteorológicos
DNAE	Departamento Nacional de Águas e Energia
DNAEE	Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica
DNOS	Departamento Nacional de Obras de Saneamento
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
DWD	<i>Deutscher Wetterdienst</i>
ELETOBRÁS	Centrais Elétricas Brasileiras S.A.
ELETRONORTE	Centrais Elétricas do Nordeste do Brasil
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias
FEMA-MT	Fundação Estadual de Meio Ambiente do Mato Grosso
FNS	Fundação Nacional de Saúde
FUNDEPAN	Fundação de Desenvolvimento do Pantanal
FURNAS	Furnas Centrais Elétricas S.A.
GEF	<i>Global Environment Facility</i>
GEF Alto Paraguai	Implementação do Gerenciamento de Recursos Hídricos na Bacia do Alto Paraguai
HiBAm	Hidrologia e Geoquímica da Bacia Amazônica
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis
IBDF	Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IGAM	Instituto Mineiro de Gestão das Águas
IIM	Índice de Irregularidade Meteorológica
IMAP	Instituto de Meio Ambiente Pantanal
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPH	Instituto de Pesquisas Hidráulicas
IPLAN-MS	Instituto de Planejamento do Estado de Mato Grosso do Sul
IRD	<i>Institute de Recherche pour o le Développement</i>
MDA	Ministério do Desenvolvimento Agrário
MBAR	Modelo Brasileiro de Alta Resolução
MDI	<i>Multiple Document Interface</i>
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
MIN	Ministério da Integração Nacional
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério das Minas e Energia

MONITORE	Programa Nacional de Monitoramento Ambiental Integrado
MS	Mato Grosso do Sul
MT	Mato Grosso
OEA	Organização dos Estados Americanos
OMM	Organização Meteorológica Mundial
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
P1MC	Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semi-Árido: 1 Milhão de Cisternas Rurais
PAE	Programa de Ações Estratégicas
PCBAP	Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
PCD	Plataforma de Coleta de Dados
PEA-MT	Programa de Educação Ambiental do Mato Grosso
PIB	Produto Interno Bruto
PGI	Programa de Gerenciamento Integrado
PMTCRH	Programa de Monitoramento de Tempo, Clima, e Recursos Hídricos
PNMA	Programa Nacional do Meio Ambiente
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PORTOBRÁS	Empresa de Portos do Brasil S.A.
PPG7	Projeto Piloto para Proteção das Florestas Tropicais do Brasil
PQA	Programa de Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica
PR	Presidência da República
Proágua	Programa Nacional de Desenvolvimento de Recursos Hídricos
PRODEAGRO	Programa de Desenvolvimento Agroambiental do Estado de Mato Grosso
PRODES	Programa de Despoluição de Bacias Hidrográficas
PROECOTUR	Programa de Desenvolvimento de Ecoturismo da Amazônia Legal
Programa Pantanal	Programa de Desenvolvimento Sustentável da Bacia do Alto Paraguai
RBRH	Revista Brasileira de Recursos Hídricos
RISF	Rede de Informações da Bacia do São Francisco
SAG	Sistema Aquífero Guarani
SAS	Superintendência de Conservação de Água e Solo
SBPO	Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional
SCAA	Secretaria de Coordenação dos Assuntos da Amazônia
SDU	Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano
SEMA	Secretaria do Meio Ambiente

SEMA-MS	Secretaria de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul
SEPLAN-MS	Secretaria de Estado de Planejamento de Mato Grosso do Sul
SEPLANTEC	Secretaria de Estado do Planejamento e da Ciência e Tecnologia do Sergipe
SFI	Superintendência de Fiscalização
SIAGAS	Sistema de Informação de Águas Subterrâneas
SIH	Superintendência de Informações Hidrológicas
SIM	Sistema de Informações Hidrológicas e Meteorológicas
SINIMA	Sistema Nacional de Informações sobre Meio Ambiente
SISAGUA	Sistema de Monitoramento da Qualidade da Água
SIVAM	Sistema de Vigilância da Amazônia
SNDC	Sistema Nacional de Defesa Civil
SNGRH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SNIRH	Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos
SOC	Superintendência de Outorga e Cobrança
SPR	Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos
SQA	Secretaria da Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos
SRH	Secretaria de Recursos Hídricos
STC	Superintendência de Tecnologia e Capacitação
SUDEPE	Superintendência da Pesca
SUDHEVEA	Superintendência da Borracha
SUM	Superintendência de Usos Múltiplos
SUVALE	Superintendência do Vale do São Francisco
UFMS	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
UFMT	Universidade Federal de Mato Grosso
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UnB	Universidade de Brasília
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
WMO	<i>World Meteorological Organization</i>

## RESUMO

ESCANDOLHERO, J. M. (2004). *Análise institucional e da distribuição da rede pluviométrica da Bacia do Alto Paraguai. Campo Grande, 2004. 131 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil.*

A Bacia do Alto Paraguai (BAP) tem sua área compartilhada pelo Brasil, Bolívia e Paraguai, sendo que a maior porção encontra-se no Brasil, situada nos Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Com este trabalho pretendeu-se, para a referida região, realizar o levantamento e a análise de dados disponíveis sobre sua rede pluviométrica. Para tanto foi demonstrada a situação institucional das principais operadoras na BAP com consecutiva obtenção do inventário das estações.

De posse dos dados gerados pela rede em questão foi possível a realização da análise quanto à sua disponibilidade bem como a avaliação da distribuição temporal, espacial e setorial de suas estações.

A coleta de dados pluviométricos é essencial para qualquer planejamento adequado, com dependência a fatores hidrológicos. Com a operação concentrada em organismos federais, de interesses específicos em macro-escala, as estações pluviométricas instaladas na BAP mostraram-se mal distribuídas. Assim, revelou-se a necessidade de preenchimento das lacunas no monitoramento, e o melhoramento das relações interinstitucionais entre as operadoras, de modo a garantir uma maior eficiência na geração de informações e consistência destas.

**Palavras-Chave:** Recursos Hídricos, Rede Pluviométrica, Hidrologia, Diagnóstico.

## ABSTRACT

ESCANDOLHERO, J. M. (2004). *Institutional and distribution analysis of the raingauge net of Alto Paraguai Basin. Campo Grande, 2004. 131 p. Master' Dissertation – Federal University of Mato Grosso do Sul, Brazil (in Portuguese).*

The Alto Paraguai Basin (BAP) has its area shared for Brazil, Bolivia and Paraguay, being that the biggest portion meets in Brazil, situated in the States of Mato Grosso and Mato Grosso do Sul. With this work it was intended, for the related region, to carry through the survey and the analysis of available data on raingauge net. For in such a way the institutional situation of the main operators in the BAP with consecutive attainment of the stations inventory was demonstrated.

With the ownership of the generated data for the net in question was possible the accomplishment of the analysis how much to its availability as well as the evaluation of the secular distribution, space and sectorial of its stations.

The collection of precipitation data is essential for any adjusted planning, with hydrological factors dependence. With the operation concentrated in federal organisms, of specific interests in macro-scales, the raingauges installed in the BAP had revealed badly distributed. Thus, disclosed the necessity of fulfilling the monitoring gaps, and the improvement of the interinstitutional relations between the operators, in order to guarantee a bigger efficiency in the information generation and its consistency.

**Key Words:** Water Resources, Raingauge Net, Hydrology, Diagnosis.

# 1 . INTRODUÇÃO

Tendo sua parte no Brasil, localizada nos Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, a Bacia do Alto Paraguai (BAP), que drena a chamada “planície pantaneira”, é de elevada importância ambiental, notadamente, pela singularidade dos ecossistemas que abriga e das interações indissociáveis destes com a dinâmica regional dos recursos hídricos.

De princípio procedeu-se uma revisão bibliográfica a respeito da legislação e normatização vigente aplicável à temática dos recursos hídricos e, especificamente, de pluviometria.

Buscou-se identificar os aspectos relevantes, em termos de hidrometeorologia, que pudessem contribuir para o melhor entendimento dos propósitos e subsidiar as conclusões. Aspectos operacionais de redes de monitoramento também foram considerados tais como projetos de redes e o processo de coleta de dados.

Posteriormente, houve a caracterização da área de estudo, no caso a Bacia do Alto Paraguai, de modo suficiente para contextualizar as informações levantadas e subsidiar o trabalho com dados relevantes para o desenvolvimento das propostas acerca do objetivo do trabalho.

Identificou-se as instituições atuantes e responsáveis pela operação das redes de monitoramento na BAP, os tipos e quantidades de estações presentes, com o respectivo inventário, bem como o *status* de operação.

Como resultados e discussão dos mesmos procedeu-se à apresentação, descrição e a análise da rede pluviométrica consultada, com avaliação da situação institucional, da disponibilidade dos dados gerados e da distribuição das estações, com conseqüentes comentários, tendo em vista a eficiência do monitoramento.

## **2 . OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Realizar o levantamento e a análise de dados disponíveis sobre a rede pluviométrica da Bacia do Alto Paraguai.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Levantar a situação institucional do monitoramento pluviométrico na BAP;
- b) Obter o inventário das estações das redes pluviométrica e pluviográfica na BAP;
- c) Analisar a disponibilidade de dados gerados pelas redes em questão;
- d) Analisar e avaliar a distribuição temporal, espacial e setorial das redes pluviométrica e pluviográfica na BAP.

## 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 3.1 LEGISLAÇÃO E NORMATIZAÇÃO

A legislação fornece a base das ações dos governos nas áreas regulatórias e operacionais e estabelece o contexto de ações das entidades não-governamentais e dos indivíduos (RODRIGUEZ, 1998).

Desde o início do século passado a legislação já abordava assuntos relacionados aos recursos hídricos, como o Código Civil<sup>1</sup> de 1916 (BRASIL, 1916), que já classificava mares e rios como bens de uso comum.

Porém, somente em 1934, a legislação brasileira voltada especificamente aos recursos hídricos teve seu início. Com o decreto-lei denominado Código das Águas<sup>2</sup> (BRASIL, 1934), a intenção do então chefe do governo provisório brasileiro, Getúlio Vargas, era de dotar o país de uma legislação adequada que permitisse ao poder público controlar e incentivar o aproveitamento industrial das águas.

O Código das Águas impôs condições para o aproveitamento da água superficial, em particular ao que se referia à energia hidráulica, definindo águas em: (i) públicas, como as que nascem em terreno público ou qualquer corrente, lago, mar que possibilite a navegação ou flutuação, ou mesmo nascente ou braço de qualquer corrente desde que influam na navegabilidade ou flutuabilidade; e (ii) comuns, todas as águas não navegáveis e flutuáveis, e particulares como as nascentes e todas as águas situadas em terrenos particulares e quando não estiverem enquadradas nas demais situações.

O mesmo Código definiu também, pela primeira vez no Brasil, a propriedade das águas públicas em relação à União, os Estados e Municípios.

Este Código conseguiu dar o suporte necessário ao desenvolvimento energético no Brasil e impor a soberania nacional no aproveitamento das águas para este fim, além de indicar princípios de planejamento de recursos hídricos, preocupação com a saúde pública, fauna e flora. Considerado um código avançado para a época, já continha conceitos atuais de gerenciamento de recursos hídricos como: solidariedade de bacias, hierarquia de uso, internalização dos custos externos, cobrança pela poluição, e conceito de usuário pagador. Naquele tempo, a água para uso doméstico era considerada

---

<sup>1</sup> Lei Federal n. 3.071, de 1º de janeiro de 1916. Código Civil da República dos Estados Unidos do Brasil.

<sup>2</sup> Decreto Federal n. 24.643, de 10 de julho de 1934. Decreta o Código de Águas.

preferencial sobre os demais usos; não se admitia a contaminação, tornava-se obrigatório o tratamento de esgotos e responsabilizavam-se financeiramente os poluidores. Entretanto, por falta de regulamentação e operacionalização, a prática distanciou-se do ideal (SILVA, 2003).

De acordo com SRH<sup>1</sup> (1999), a Lei de Direito da Água do Brasil é o Código das Águas que ainda é considerado pela doutrina jurídica como um dos textos modelares do Direito Positivo Brasileiro.

Com a promulgação, em época mais recente, da Lei das Águas<sup>2</sup> (BRASIL, 1997), ficou instituída a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e criado o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH).

No escopo da Lei das Águas, os Planos de Recursos Hídricos devem estabelecer as diretrizes de implementação das Políticas de Recursos Hídricos, constituindo-se em planos diretores, sendo elaborados por estado e para o país.

A PNRH em seu art. 1º, incisos de I a IV, prevê: *a água é um bem de domínio público; a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico; em situação de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais; a gestão de recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas.*

De acordo com ART (2001), bacia hidrográfica é *a área total de superfície de terreno na qual um aquífero ou um sistema fluvial recolhe sua água.* Ainda, segundo SILVEIRA (2000), *a bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório. A bacia hidrográfica compõe-se basicamente de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar um leito único no exutório.*

Sendo que a legislação remete à bacia hidrográfica condição de unidade de planejamento, deve-se, sempre que possível, associar a formação hidrogeológica correspondente, pois para os usuários, exceção feita aos usos que dependem exclusivamente das águas superficiais, a obtenção de água pode ser feita a partir de qualquer uma das modalidades de mananciais, de superfície ou subterrâneos (ESCANDOLHERO, 2003).

A PNRH estabelece também cinco instrumentos de política para o setor:

- a) os Planos de Recursos Hídricos;
- b) o Enquadramento dos corpos d'água em classes de usos preponderantes;
- c) a Outorga do direito de uso dos recursos hídricos;
- d) a Cobrança pelo uso da água;

---

<sup>1</sup> Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente.

<sup>2</sup> Lei Federal n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do artigo 21 da Constituição Federal, e altera o artigo 1 da Lei n. 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei n. 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

e) o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH).

De acordo a PNRH, em seu art. 7º, incisos de I a X, *os Planos de Recursos Hídricos são planos de longo prazo, com horizonte de planejamento compatível com o período de implantação de seus programas e projetos e terão o seguinte conteúdo mínimo:*

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

Segundo GARRIDO (2002a), em relação aos instrumentos da PNRH: *o primeiro instrumento são os Planos de Recursos Hídricos, que são o documento programático para o setor no espaço da bacia. Trata-se de um trabalho de profundidade, não só de atualização das informações regionais que influenciam a tomada de decisão na região da bacia hidrográfica, mas que também procura definir, com clareza, a repartição das vazões entre os usuários interessados.*

O Enquadramento dos corpos de água em classes, segundo seus usos preponderantes deve assegurar às águas qualidade compatível com as destinações mais exigentes e, ao mesmo tempo, proporcionar custos reduzidos de combate à poluição mediante ações preventivas permanentes.

Os padrões de qualidade das águas são as características de ordem física, química e biológica desejáveis nas águas em função dos usos preponderantes estabelecidos pela sociedade, sendo tais usos aqueles benéficos determinados para um certo corpo d'água. Os usos benéficos são os que promovem benefícios econômicos ou o bem estar e a boa saúde da população.

O governo brasileiro, através do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), fixou pela Resolução nº 20/86<sup>1</sup> (CONAMA, 1986), nove classes para as águas superficiais brasileiras, sendo cinco para as águas doces, duas para as águas salinas e duas para as águas salobras e, mais

---

<sup>1</sup> Resolução CONAMA n. 20, de 18 de junho de 1986. Estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional.

recentemente, pela Resolução n° 12/00<sup>1</sup> (CNRH, 2000a) do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), estabeleceu os procedimentos para o enquadramento de corpos de água em classes segundo os usos preponderantes.

O Enquadramento é importante, segundo MACIEL JUNIOR (2000), *para se estabelecer objetivos de qualidade e garantir aos usuários a qualidade necessária ao atendimento de seus usos. O processo de Enquadramento baseia-se em três fases: o Enquadramento, a Avaliação da Condição e a Efetivação do Enquadramento. Trata-se de um instrumento para subsidiar tanto a gestão de recursos hídricos como a gestão ambiental.*

De acordo com a SEPLANTEC<sup>2</sup> (2001), os procedimentos para o enquadramento de corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes, devem ser desenvolvidos em conformidade com os Planos de Recursos Hídricos sendo desejável a consideração de algumas etapas a cumprir, quais sejam:

- a) diagnóstico do uso e da ocupação do solo e dos recursos hídricos na bacia hidrográfica;
- b) prognóstico do uso e da ocupação do solo e dos recursos hídricos na bacia hidrográfica;
- c) elaboração da proposta de enquadramento;
- d) aprovação da proposta de enquadramento e respectivos atos jurídicos.

A Outorga de Direito de Uso dos Recursos Hídricos é a autorização, ou concessão, ou ainda, a permissão para que o usuário possa captar, usar e lançar as águas servidas nos cursos d' água. A Outorga deve se consolidar em um dos principais instrumentos da gestão de recursos hídricos. Através deste instrumento, há a possibilidade de se fazer o controle para o uso racional dos recursos hídricos, garantir a disponibilidade aos usuários outorgados e subsidiar a cobrança pelo uso dos recursos hídricos.

Considerando que a legislação prevê que a água é um bem dotado de valor econômico, a cobrança pelo uso dos recursos hídricos visa, dentre outros fatores, proceder a uma indicação de seu real valor, incentivar a racionalização pelo seu uso, obter recursos financeiros para o estabelecimento de programas e intervenções previstas nos planos de recursos hídricos.

A cobrança, quando realizada, deve gerar recursos a serem aplicados prioritariamente na bacia hidrográfica em que foram gerados e utilizados no financiamento de estudos, programas, projetos e obras incluídos nos Planos de Recursos Hídricos, bem como no pagamento de despesas de implantação e custeio administrativo dos órgãos e entidades integrantes do SNGRH.

Ainda, de acordo com MACIEL JUNIOR (2000), *a vinculação da Cobrança com a Outorga é um problema para se obterem resultados com a aplicação da lei, na medida em que exclui usuários indiretos, como por exemplo, aqueles que poluem por meio do manejo inadequado do solo. A Outorga*

---

<sup>1</sup> Resolução CNRH n. 12, de 19 de julho de 2000. Estabelece os procedimentos para enquadramento dos corpos de água em classes segundo os usos preponderantes.

<sup>2</sup> Secretaria de Estado do Planejamento e da Ciência e Tecnologia de Sergipe, através da Superintendência de Recursos Hídricos.

*é um instrumento quantitativo da gestão de recursos hídricos e esta vinculação, embora eficaz, para o princípio usuário-pagador poderá não ser para o poluidor pagador. O ideal seria que a lei, definisse como sujeito à cobrança, todo aquele que usar, consumir ou poluir as águas. Desta forma estaria ampliando, conceitualmente, os seus princípios e possibilitando a participação futura da área rural no sistema financeiro.*

O Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) é um dos instrumentos de gestão previstos na Lei das Águas, sendo visto como *um sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão*, conforme seu art. 25. Os objetivos desse sistema estão contidos no art. 27 da referida Lei:

- I - reunir, dar consistência e divulgar os dados e informações sobre a situação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos no Brasil;*
- II - atualizar permanentemente as informações sobre disponibilidade e demanda de recursos hídricos em todo o território nacional;*
- III - fornecer subsídios para a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos.*

Trata-se, portanto, de ferramenta essencial de apoio à decisão para os participantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH). Para garantir uma estruturação básica e a padronização de formatos, há necessidade de uma coordenação central. O livre acesso às informações é garantido por lei, a toda a sociedade.

A criação da Agência Nacional de Águas (ANA) se deu mediante a Lei Federal nº 9.984/00<sup>1</sup> (BRASIL, 2000b), oriundo do Projeto de Lei nº 1.616/99<sup>2</sup> (BRASIL, 1999c), originário do Poder Executivo. A ANA constitui-se numa autarquia sob regime especial, com autonomia administrativa e financeira, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente (MMA), e responsável pela execução da PNRH, sendo sua principal competência a implementação e gerenciamento dos recursos hídricos no país.

A mesma legislação que dispõe sobre a criação da ANA determina a essa entidade a tarefa de *organizar, implantar e gerir o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos*, através de seu art. 4º, inciso XIV.

Os dispositivos legais referentes ao SNIRH foram regulamentados pela Resolução nº 13/00<sup>3</sup> (CNRH, 2000b), do CNRH.

---

<sup>1</sup> Lei Federal n. 9.984, de 17 de julho de 2000. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências.

<sup>2</sup> Projeto de Lei Federal n. 1.616, de 1999. Dispõe sobre a gestão administrativa e a organização institucional do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos previsto no inciso XIX do artigo 21 da Constituição, e criado pela Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e dá outras providências.

<sup>3</sup> Resolução CNRH n. 13, de 25 de setembro de 2000. Estabelece diretrizes para a implementação do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos.

O art. 1º da referida resolução determina que: *A Agência Nacional de Águas - ANA coordenará os órgãos e entidades federais, cujas atribuições ou competências estejam relacionadas com a gestão de recursos hídricos, mediante acordos e convênios, visando promover a gestão integrada das águas e em especial a produção, consolidação, organização e disponibilização à sociedade das informações e ações referentes:*

- a) à rede hidrométrica nacional e às atividades de hidrologia relacionadas com o aproveitamento de recursos hídricos;*
- b) aos sistemas de avaliação e outorga dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, em todo território nacional;*
- c) aos sistemas de avaliação e concessão das águas minerais;*
- d) aos sistemas de coleta de dados da Rede Nacional de Meteorologia;*
- e) aos sistemas de informações dos setores usuários;*
- f) ao sistema nacional de informações sobre meio ambiente;*
- g) ao sistema de informações sobre gerenciamento costeiro;*
- h) aos sistemas de informações sobre saúde;*
- i) a projetos e pesquisas relacionados com recursos hídricos; e*
- j) a outros sistemas de informações relacionados à gestão de recursos hídricos.*

Quanto ao SNGRH, a Lei das Águas institui:

- a) o Conselho Nacional de Recursos Hídricos;
- b) os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal;
- c) os Comitês de Bacia Hidrográfica;
- d) os órgãos públicos das esferas federal, estaduais e municipais, cujas competências se relacionam com a gestão de recursos hídricos;
- e) as Agências de Água.

O CNRH é formado por representantes dos ministérios e secretarias da Presidência da República que atuam no gerenciamento de recursos hídricos, representantes dos Conselhos Estaduais, representantes de usuários de água e por representantes das organizações civis de recursos hídricos.

Cabe ao CNRH:

- a) articular o planejamento do uso dos recursos hídricos com outros planos de desenvolvimento nacional, estaduais e locais;
- b) analisar projetos de aproveitamento das águas que extrapolem os limites dos estados;
- c) estabelecer critérios gerais para a outorga de direitos do uso da água e da cobrança pelo seu uso;
- d) arbitrar conflitos, analisar propostas de legislação;
- e) aprovar as propostas de criação dos Comitês de Bacia Hidrográfica e os critérios para elaboração de seus regimentos;
- f) acompanhar a execução da Política Nacional de Recursos Hídricos.

Em relação ao CNRH, KETTELHUT (2003) considera: *A estratégia adotada pelo Ministério do Meio Ambiente, para o início da implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos foi à (sic) regulamentação do CNRH. As competências a ele atribuídas pela Lei das Águas, principalmente a que se refere ao seu caráter normativo e deliberativo, deu às mesmas condições para desempenhar importante papel no estabelecimento de diretrizes complementares para a implementação da Política e dos instrumentos de gestão nela previstos. Este procedimento foi adotado visando dar maior agilidade ao processo, dentro do que o aparato legal vigente preconiza, uma vez que é uma atividade contínua de auto aprendizagem dos diversos atores, necessitando de correções rápidas, quando necessárias; papel que o Conselho pode exercer de forma eficiente. Assim, o CNRH foi regulamentado pelo Decreto nº 2.612/98<sup>1</sup> e instalado em novembro do mesmo ano.*

Considerando serem os estados detentores de um domínio sobre as águas, alguns já aprovaram suas respectivas leis de organização administrativa para o setor de recursos hídricos, constituindo, então, as Políticas Estaduais de Recursos Hídricos. Apenas os Estados do Acre e Roraima, até o início de 2003, ainda não haviam aprovado suas respectivas leis que instituem os Sistemas Estaduais de Recursos Hídricos. Entretanto, a aprovação dessas legislações não ocorreu no mesmo momento, evidenciando os diferentes estágios do desenvolvimento da política hídrica nos estados (ESCANDOLHERO, 2003).

Dos vinte e sete Estados brasileiros, vinte deles possuem Conselhos Estaduais com representação junto ao CNRH, sendo os demais: Amazonas, Mato Grosso do Sul, Acre, Roraima, Rondônia, Amapá e Maranhão.

O comitê de bacia hidrográfica é o elemento, dentre todos os integrantes do Sistema, mais intimamente ligado à problemática da bacia ou região hidrográfica. Primeiramente porque ele tem atuação quase que exclusiva nos limites territoriais da bacia e, em segundo lugar, todos os participantes de um comitê são pessoas ou organizações representadas que são afetadas diretamente por qualquer decisão que se tome com respeito às águas da bacia. Um comitê de bacia hidrográfica deve refletir, em termos de sua composição, o mesmo papel que se espera do Conselho Estadual, ou seja, deve permitir que tenham voz ouvida, governos, sociedade organizada e usuários (SRH, 1997).

O SNGRH define como área de atuação para os Comitês de Bacia Hidrográfica, conforme art. 37 da Lei das Águas, os seguintes itens:

- I - a totalidade de uma bacia hidrográfica;*
- II - sub-bacia hidrográfica de tributário do curso de água principal da bacia, ou de tributário desse tributário; ou*
- III - grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas.*

Ainda, o art. 38 da mesma lei, propõe as competências dos Comitês de Bacia Hidrográfica:

---

<sup>1</sup> Decreto Federal n. 2.612, de 3 de julho de 1998. Regulamenta o CNRH.

- I - promover o debate das questões relacionadas a recursos hídricos e articular a atuação das entidades intervenientes;*
- II - arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos relacionados aos recursos hídricos;*
- III - aprovar o Plano de Recursos Hídricos da bacia;*
- IV - acompanhar a execução do Plano de Recursos Hídricos da bacia e sugerir as providências necessárias ao cumprimento de suas metas;*
- V - propor ao Conselho Nacional e aos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos as acumulações, derivações, captações e lançamentos de pouca expressão, para efeito de isenção da obrigatoriedade de outorga de direitos de uso de recursos hídricos, de acordo com os domínios destes;*
- VI - estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados;*
- VII - (VETADO)*
- VIII - (VETADO)*
- IX - estabelecer critérios e promover o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo.*

*Parágrafo único. Das decisões dos Comitês de Bacia Hidrográfica caberá recurso ao Conselho Nacional ou aos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, de acordo com sua esfera de competência.*

Para NOVAES E JACOBI (2002), os Comitês de Bacia apresentam, a despeito de suas diferenças intrínsecas, alguns desafios comuns, entre os quais destacam-se: a fragilidade dos mecanismos voltados para garantir a efetiva participação e representatividade da sociedade civil e usuários; a baixa capacidade de resolução de conflitos de interesse entre diferentes organismos de bacia; e a dificuldade para se por em prática mecanismos legais e institucionais que permitam e operacionalizem a cobrança pelo uso da água.

O art. 53 da Lei das Águas trata da participação do Poder Executivo na constituição de agências de água relativas aos comitês de bacias hidrográficas instituídos pela União.

De acordo com os preceitos estabelecidos no referido artigo, as agências de água devem ser pessoas jurídicas de direito privado, sem fins lucrativos, com autonomia financeira e administrativa, não sendo vinculadas à administração pública federal ou estadual como órgão de administração indireta, mas sim aos respectivos comitês de bacia.

Tais agências devem ser administradas por um conselho cuja composição reflita a composição dos comitês existentes na sua área de atuação, sendo os integrantes deste conselho indicados pelo comitê de bacia com jurisdição na área de atuação da agência.

Embora as agências estejam disciplinadas por lei federal, devem seguir um modelo básico que também deve orientar as agências de bacia a serem instituídas pelos estados.

Face sua localização em parte no Brasil, a BAP encontra-se compreendida em parte dos territórios de dois estados brasileiros, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Ressalta-se que ambos os estados já possuem legislação instituindo a Política Estadual de Recursos Hídricos respectiva a cada estado e criando o Sistema Estadual de Recursos Hídricos. O Estado de Mato Grosso dispõe da Lei Estadual n° 6.945/97<sup>1</sup> (MATO GROSSO, 1997) e o Estado de Mato Grosso do Sul da Lei Estadual n° 2.406/02<sup>2</sup> (MATO GROSSO DO SUL, 2002).

No caso de Mato Grosso, algumas leis e decretos anteriores à aprovação da Lei Estadual n. 6.945/97 formaram a tentativa de institucionalização da gestão dos recursos hídricos naquele estado, tais como a Lei Estadual n° 7.663/91<sup>3</sup> (MATO GROSSO, 1991), o Decreto Estadual n° 37.300/93<sup>4</sup> (MATO GROSSO, 1993) e a Deliberação COFEHIDRO n° 1/94<sup>5</sup> (COFEHIDRO, 1994). Tratam da regulamentação de atual Política Estadual de Recursos Hídricos em Mato Grosso, o Decreto Estadual n° 2.545/98 (MATO GROSSO, 1998) modificado pelo Decreto Estadual n° 2.548/01<sup>6</sup> (MATO GROSSO, 2001), enquanto Mato Grosso do Sul aguarda a regulamentação de sua lei.

Em relação aos Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas, a Resolução CNRH n° 17/01<sup>7</sup> (CNRH, 2001) estabelece as diretrizes para elaboração, sendo que no §4° do art. 8° define que *o Conselho Nacional de Recursos Hídricos disponibilizará um termo de referência básico atualizado, de caráter orientativo, para elaboração de Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas.*

Em tal termo de referência<sup>8</sup> (CNRH, 2003) estão definidos os aspectos a serem abordados na elaboração dos Planos, de modo a estabelecer um padrão na apresentação dos mesmos, com o cuidado de se chegar a um resultado amplo e completo acerca das informações necessárias a uma gestão eficiente dos recursos hídricos.

---

<sup>1</sup> Lei Estadual n. 6.945, de 5 de novembro de 1997. Dispõe sobre a Lei de Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências (MT).

<sup>2</sup> Lei Estadual n. 2.406, de 29 de janeiro de 2002. Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, cria o Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos e dá outras providências (MS).

<sup>3</sup> Lei Estadual n. 7.663, de 30 de dezembro de 1991. Cria o Conselho de Orientação do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (COFEHIDRO) do Estado de Mato Grosso.

<sup>4</sup> Decreto Estadual n. 37.300, de 25 de agosto de 1993. Regulamenta o Conselho de Orientação do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (COFEHIDRO) do Estado de Mato Grosso.

<sup>5</sup> Deliberação COFEHIDRO n. 1, de 14 de setembro de 1994. Aprova o Regimento Interno do Conselho de Orientação do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (COFEHIDRO), criado pela Lei Estadual n. 7.663, de 30 de dezembro de 1991 e regulamentado pelo Decreto Estadual n. 37.300, de 25 de agosto de 1993.

<sup>6</sup> Decreto Estadual n. 2.548, de 10 de maio de 2001. Regulamenta o Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Mato Grosso, de acordo com as disposições dos artigos 18, 19 e 20 da Lei Estadual n. 6.945, de 5 de novembro de 1997.

<sup>7</sup> Resolução CNRH n. 17, de 29 de maio de 2001. Estabelece diretrizes para a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas.

<sup>8</sup> Termos de referência para elaboração dos Planos de Recursos Hídricos (documento básico), disponibilizado pelo CNRH em: [www.cnrh-srh.gov.br](http://www.cnrh-srh.gov.br).

Na fase de diagnóstico e prognóstico em relação ao sub-item A.1.1 Águas Superficiais, o termo básico de referência atualizado preconiza, no âmbito do seu objetivo, o *inventário e estudo dos recursos hídricos, envolvendo as fases meteórica (chuva) e superficial (vazões fluviais e acumulação de água em lagos e reservatórios) e análise da qualidade das águas superficiais, com vistas à avaliação da disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica. Identificar e analisar os processos que interferem na dinâmica fluvial.*

Um importante ato deliberado pelo CNRH recentemente trata da nova Divisão Hidrográfica Nacional, instituída pela Resolução CNRH n° 32/03<sup>1</sup> (CNRH, 2003) estabelecendo uma base organizacional e contemplando bacias hidrográficas como unidade do gerenciamento de recursos hídricos para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

A Divisão Hidrográfica Nacional está representada na Figura 3.1.1, e pode ser observado que a Região Hidrográfica do Paraguai se apresenta dissociada da Região Hidrográfica do Paraná, uma vez que o Parágrafo Único do art. 1º da Resolução CNRH n° 32/03, considera Região Hidrográfica como *o espaço territorial brasileiro compreendido por uma bacia, grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas com características naturais, sociais e econômicas homogêneas ou similares, com vistas a orientar o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos.*

No ano anterior à publicação da Divisão Hidrográfica Nacional, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos, considerando a necessidade de se adotar metodologia de referência de modo a permitir procedimentos padronizados de subdivisões e agrupamentos de bacias e regiões hidrográficas, definiu uma nova metodologia para codificação de bacias hidrográficas, no âmbito nacional, através da Resolução CNRH n° 30/02<sup>2</sup> (CNRH, 2002).

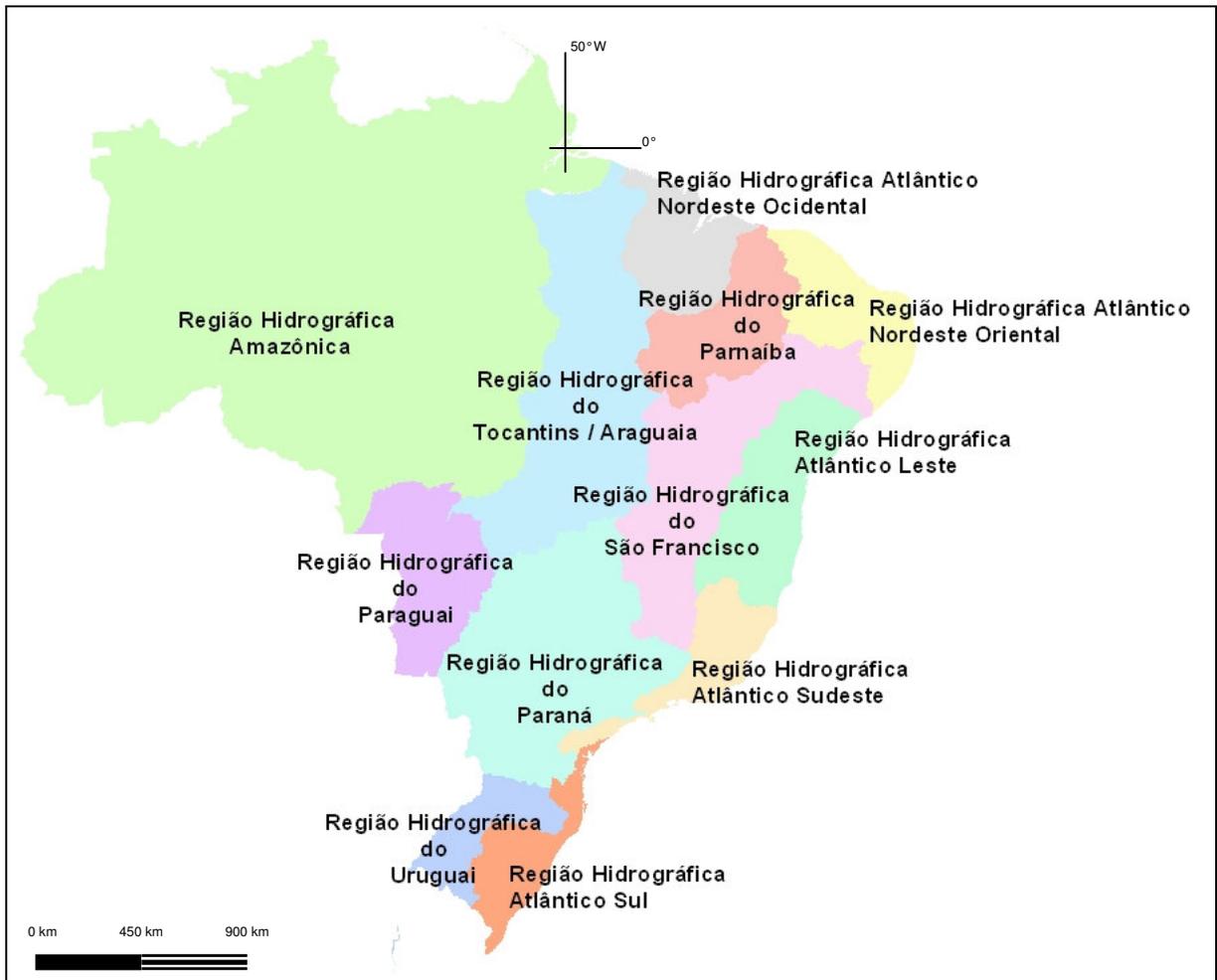
Tal resolução vem a atender as premissas preconizadas pela Lei das Águas, no tocante à necessidade de sistematização e compartilhamento de informações, requerendo para tanto o referenciamento de bases de dados por bacias hidrográficas, unidade básica do gerenciamento de recursos hídricos.

A Resolução CNRH n° 30/02 é fruto de um trabalho iniciado em 1998 e coordenado pela SRH, tendo como foco a classificação e codificação das bacias hidrográficas brasileiras segundo metodologia desenvolvida por PFASTETTER (1989), utilizando dez algarismos, diretamente relacionadas com a área de drenagem dos cursos d'água, em nível de detalhe compatível com a escala da base utilizada, no caso, 1:1.000.000.

---

<sup>1</sup> Resolução CNRH n. 32, de 15 de outubro de 2003. Institui a Divisão Hidrográfica Nacional.

<sup>2</sup> Resolução CNRH n. 30, de 11 de dezembro de 2002. Define metodologia para codificação de bacias hidrográficas, no âmbito nacional.



**Figura 3.1.1 – Divisão Hidrográfica Nacional**

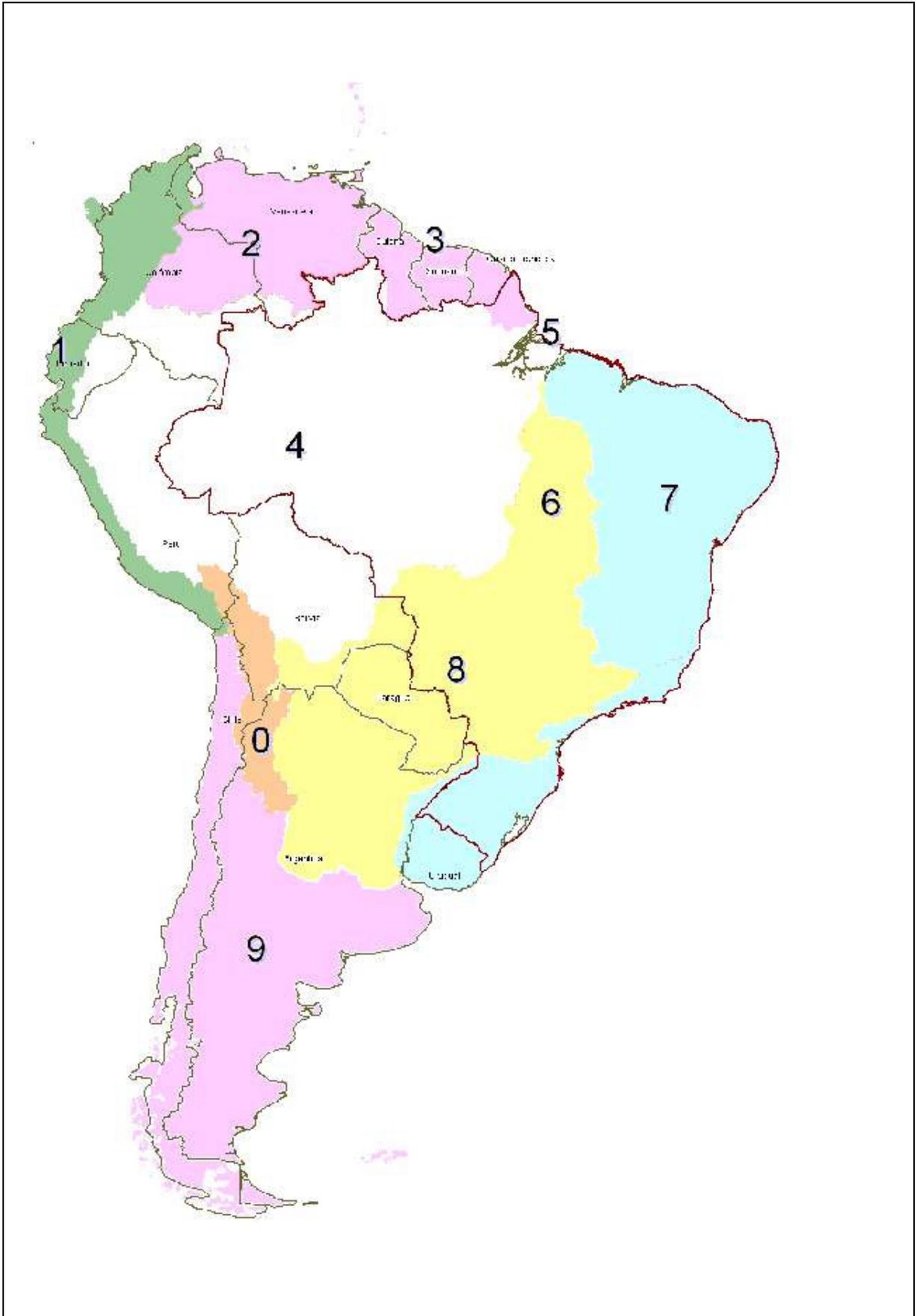
Fonte: CNRH (2003)

Desta forma deu-se uma melhor caracterização das bacias hidrográficas do continente sul-americano, e a metodologia foi aplicada de acordo com o descrito no Anexo I da Resolução CNRH nº 30/02, sendo que, segundo tal metodologia, estão representadas na Tabela 3.1.1 e Figura 3.1.2, as bacias hidrográficas de nível 1 e na Tabela 3.1.2 e Figura 3.1.3, as de nível 2.

**Tabela 3.1.1 – Codificação das Bacias Hidrográficas de nível 1, da América do Sul**

<b>Código</b>	<b>Denominação</b>
0	Região Hidrográfica 0
1	Região Hidrográfica 1
2	Bacia Hidrográfica do rio Orenoco
3	Região Hidrográfica 3
4	Bacia Hidrográfica do rio Amazonas
5	Região Hidrográfica 5
6	Bacia Hidrográfica do rio Tocantins
7	Região Hidrográfica 7
8	Bacia Hidrográfica do rio Paraná
9	Região Hidrográfica 9

Fonte: CNRH (2002)



**Figura 3.1.2 – Bacias Hidrográficas de nível 1**

**Fonte: CNRH (2002)**

Tabela 3.1.2 – Codificação das Bacias Hidrográficas de nível 2

Código	Denominação
39	Região Hidrográfica 39
41	Região Hidrográfica 41
42	Bacia Hidrográfica do Rio Xingu
43	Região Hidrográfica 43
44	Bacia Hidrográfica do Rio Tapajós
45	Região Hidrográfica 45
46	Bacia Hidrográfica do Rio Madeira
47	Região Hidrográfica 47
48	Bacia Hidrográfica do Rio Negro
49	Região Hidrográfica 49
61	Região Hidrográfica 61
62	Bacia Hidrográfica do Rio Itacaiúnas
63	Região Hidrográfica 63
64	Bacia Hidrográfica do Rio Tocantins
65	Região Hidrográfica 65
66	Bacia Hidrográfica do Rio Javaés
67	Região Hidrográfica 67
68	Bacia Hidrográfica do Rio das Mortes
69	Região Hidrográfica 69
71	Região Hidrográfica 71
72	Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba
73	Região Hidrográfica 73
74	Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco
75	Região Hidrográfica 75
76	Bacia Hidrográfica do Rio Doce
77	Região Hidrográfica 77
78	Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai
84	Bacia Hidrográfica do Rio Paraná
87	Região Hidrográfica 87
89	Região Hidrográfica 89

Fonte: CNRH (2002)

Importante observar que, sob a nova codificação, a Bacia do Alto Paraguai corresponde ao Código 89, ou seja, corresponde à Região Hidrográfica 89, como pode ser observado na Figura 3.1.3.

Especialistas da área consideram que a aquisição de dados de chuva de boa qualidade é difícil, embora a medição e os aparelhos sejam simples. Desta forma, é raro encontrar uma série de dados pluviométricos ou pluviográficos confiável. Este resultado pode ser consequência dos métodos de aquisição, dos aparelhos usados, dos lugares e instalação e, ainda, a forma em que tais dados são observados (CHEVALLIER, 2000).

Apesar de tentativas de homogeneização internacional, conduzida pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), ainda existem várias normas vigentes de fabricação e instalação dos pluviômetros e pluviógrafos.

Mundialmente aceitas, as recomendações contidas no *Guide to Hydrological Practices* da WMO (1994), perfazem o guia mais completo para operações de práticas hidrológicas.



**Figura 3.1.3 – Bacias Hidrográficas de nível 2**

Fonte: CNRH (2002)

## 3.2 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA BAP

Buscando contextualizar a área de estudo para melhor compreensão dos propósitos do presente trabalho, o levantamento de informações sobre as principais características da Bacia do Alto Paraguai foi concentrado em seus aspectos físicos, biológicos e sociais, sendo que o detalhamento de tais informações está apresentado no item “4. Área de Estudo”.

Em termos gerais, a BAP possui área total de 496.000 km<sup>2</sup>, estando subdivida em duas regiões distintas, o Planalto e a Planície Pantaneira (PCBAP<sup>1</sup>, 1997).

Cerca de 1,8 milhões de pessoas vivem na região, população esta distribuída em 44 municípios no Estado de Mato Grosso e 25 municípios no Estado de Mato Grosso do Sul (ANA, 2003a).

Sua vegetação sofre influência da Amazônia, dos Cerrados, das Florestas Meridionais e do Chaco Boliviano e Paraguaio, tendo em vista sua localização, estando circundada por todos estes biomas.

A grande extensão Norte/Sul, associada à variação de altitude e a continentalidade da região, possibilita uma grande amplitude climática para a BAP (PCBAP, 1997).

### **3.3 ASPECTOS INSTITUCIONAIS DO MONITORAMENTO**

Considerando a relevância das questões relacionadas à gestão das águas no país e no mundo, o Brasil, que se encontra em crescente desenvolvimento na área da gestão dos recursos hídricos, experimenta constantes mudanças, o que tem sido promissor para as questões relacionadas à gestão das águas no país, uma vez que a lei que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, aprovada em 1997, vem sendo regulamentada.

A Lei Federal n° 9.433/97 (BRASIL, 1997) estabelece que a água é um bem de domínio público, um recurso natural limitado e dotado de valor econômico, traçando as diretrizes da Política Nacional de Recursos Hídricos, criando o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos. Além disso, esta lei reconheceu a bacia hidrográfica como unidade territorial para a implementação da PNRH e criou a possibilidade da cobrança pelo uso da água. Os organismos integrantes do SNGRH são, basicamente, os Comitês de Bacia Hidrográfica e as Agências de Água, juntamente com o Conselho Nacional de Recursos Hídricos e os Conselhos Estaduais. No seu esforço descentralizador, entretanto, além de tais instâncias institucionais, a PNRH reconhece os Consórcios Intermunicipais e outras associações regionais como organizações civis de recursos hídricos (COSTA, 1998).

O desenvolvimento institucional perfaz a condição básica para todo o processo de gerenciamento do país; esperando-se que, com a elaboração e, conseqüente regulamentação das legislações estaduais em recursos hídricos possa proporcionar meios legais aos municípios e capacidade institucional e econômica para administração dos conflitos existentes.

Em termos de monitoramento é possível afirmar que a maioria das instituições federais vinculadas às questões hídricas, sob algum aspecto, priorizam o monitoramento da qualidade da água,

---

<sup>1</sup> Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai.

sendo que os dados de quantidade eram quase que exclusivamente monitorados pela ANEEL, até a criação da Agência Nacional de Águas, havendo ações mais restritas por órgãos de interesses setoriais como a CODEVASF. Nestes casos, as estações também pertenciam à ANEEL (ESCANDOLHERO, 2003).

Conforme SETTI (2001) *apud* ESCANDOLHERO (2003), sob gerenciamento interinstitucional, define como palavra chave o termo articulação sendo *a função que visa:*

- a) *integração das demais funções gerenciais entre si;*
- b) *integração dos diversos órgãos e instituições ligados à água, com especial ênfase à questão desenvolvimento (crescimento econômico, equidade social e proteção ambiental);*
- c) *integração do sistema do gerenciamento das águas ao sistema global de coordenação e planejamento do estado.*

A Tabela 3.3.1 relaciona as principais instituições federais responsáveis por iniciativas de monitoramento de recursos hídricos no país, sendo posteriormente cada uma delas detalhada setorialmente no item “6. Resultados e Discussão”, sub-item “6.1 Situação Institucional do Monitoramento”.

**Tabela 3.3.1 – Instituições federais responsáveis por iniciativas de monitoramento de recursos hídricos**

<b>Instituição</b>	<b>Sigla</b>	<b>Órgão Superior</b>	<b>Sigla</b>
Agência Nacional de Águas	ANA	Ministério do Meio Ambiente	MMA
Agência Nacional de Energia Elétrica	ANEEL	Ministério de Minas e Energia	MME
Companhia de Pesquisas e Recursos Minerais	CPRM	Ministério de Minas e Energia	MME
Instituto Nacional de Meteorologia	INMET	Ministério do Desenvolvimento Agrário	MDA
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais	INPE	Ministério da Ciência e Tecnologia	MCT
Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias	EMBRAPA	Ministério do Desenvolvimento Agrário	MDA
Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco	CODEVASF	Ministério da Integração Nacional	MIN
Secretaria de Recursos Hídricos	SRH	Ministério do Meio Ambiente	MMA
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis	IBAMA	Ministério do Meio Ambiente	MMA
Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos	SQA	Ministério do Meio Ambiente	MMA

**Fonte: Adaptado de Magalhães Junior (2000)**

## 3.4 ASPECTOS OPERACIONAIS DA REDE

### 3.4.1 CONCEITOS BÁSICOS DE HIDROMETEOROLOGIA

O sol é a fonte de energia responsável por todos os fenômenos do ciclo hidrológico. A energia radiante recebida por unidade de tempo e por elemento horizontal de superfície do globo terrestre depende da intensidade da radiação solar, da absorção e reflexão atmosféricas, da distância da Terra ao Sol, do ângulo incidente e da duração da insolação (LLAMAS, 1993).

Estes e outros parâmetros fundamentais em relação à presença de água na atmosfera são descritos a seguir.

#### a) Radiação Solar

A radiação solar é um modo de propagação da energia pelo qual a transmissão se realiza mediante ondas eletromagnéticas. Os raios solares são formados de ondas que vão desde as ultravioletas até as infravermelhas, formando um espectro total dez vezes mais extenso que o espectro visível.

A radiação terrestre é sempre uma radiação térmica de onda curta, sendo que qualquer comprimento de onda viaja através do espaço e do ar a uma velocidade de aproximadamente 300 mil km/s, velocidade esta genericamente chamada de velocidade da luz.

#### b) Insolação

À quantidade de radiação solar direta incidente por unidade de superfície denomina-se de insolação.

#### c) Constante Solar

A constante solar representa a intensidade de energia radiante que a Terra recebe do Sol na parte externa da atmosfera, quantidade que varia apenas 0,1%. A constante solar inclui todos os comprimentos e onda de radiação.

É calculada para a distância média da Terra em relação ao Sol e é de  $430 \frac{\text{BTU}}{\text{pé}^2 \text{h}}$ , ou

$1,37 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}$ , ou de cerca de  $2 \frac{\text{cal}}{\text{cm}^2 \text{min}}$ .

#### d) Pressão Atmosférica

Efeito exercido pelo peso do ar acima de um ponto na superfície da Terra, o valor-padrão no nível do mar é de 101,325 Pa ou  $1,01 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ . As variações na pressão atmosférica são medidas com um barômetro. Ao nível do mar, a pressão atmosférica resulta numa coluna de mercúrio de 760 mm de altura; à medida que a altitude aumenta, a pressão atmosférica (e a altura da coluna de mercúrio correspondente) diminui, fator este resultante da compressibilidade atmosférica, sendo as camadas de ar inferiores mais densas que as superiores.

Não obstante, a densidade do ar depende de sua temperatura, da proporção de vapor d'água que contém e da força gravitacional. Assim, para uma altitude fixa, é difícil estabelecer uma correlação exata da leitura barométrica sem levar em conta os fatores mencionados e, em particular, a temperatura.

**e) Vento**

Na meteorologia, vento é um movimento aproximadamente horizontal do ar atmosférico. Aos movimentos verticais denomina-se correntes.

**f) Evaporação**

Passagem de um corpo do estado líquido para o gasoso, a vaporização torna-se evaporação quando esta se produz unicamente na superfície livre de um líquido. Os fatores condicionantes da evaporação são: a temperatura da água; umidade relativa do ar; movimento do ar; e salinidade da água.

**g) Umidade Atmosférica**

Elemento essencial do ciclo hidrológico, a umidade atmosférica é a fonte das precipitações e interfere preponderantemente na taxa de evaporação do solo e reservatórios, como também na transpiração dos vegetais.

Representa o vapor d'água contido na atmosfera, desconsiderando-se a água nos estados líquido e gasoso.

**h) Pressão de Vapor**

À pressão exercida pelas moléculas de um vapor específico denomina-se pressão de vapor (e). A pressão de vapor num recipiente fechado contendo apenas um composto é a força exercida contra as paredes do mesmo, já num sistema aberto (que envolve necessariamente mais de um material), é a pressão parcial exercida pela substância que contribui para a pressão total do sistema. A pressão de vapor é usada na meteorologia para se referir à pressão parcial do vapor de água na atmosfera.

**i) Pressão de Saturação**

Em uma superfície líquida ocorre um fenômeno de troca de moléculas gasosas com o ar de contato imediato, sendo que no princípio deste processo, o número de moléculas que se desprendem do líquido é maior que o número das que são absorvidas pelo mesmo. Neste caso ocorre uma evaporação real.

Como o número de moléculas de vapor aumenta no ar, a pressão de vapor também aumenta, assim como o número de moléculas que são absorvidas pelo líquido, até o momento em que se estabelece um equilíbrio quantitativo. Neste instante denomina-se o vapor d'água como saturado dado pela pressão de saturação ( $e_s$ ).

**j) Ponto de Orvalho e Condensação**

Chama-se ponto de orvalho a temperatura em que uma massa de ar, isobaricamente resfriada, atinge a condição de saturação do seu vapor d'água e se condense. Ao se resfriar o vapor a uma

temperatura mais baixa que a do ponto de orvalho, uma parte se transforma em líquido. A este fenômeno denomina-se condensação.

Quando, por resfriamento, em temperaturas positivas, o ponto de saturação for atingido, o excesso de vapor d'água passa a condensar-se sob forma de minúsculas gotas líquidas que vão constituir, na atmosfera, as nuvens e o nevoeiro. Esse fenômeno libera calor latente de condensação.

#### k) Umidade Absoluta

Em uma mistura de vapor d'água e de ar seco, a umidade absoluta,  $\rho_v$ , representa o quociente entre a massa de vapor d'água,  $m_v$ , e o volume,  $V$ , de ar que a contém. A Equação 3.4.1 representa esta relação.

$$\rho_v = \frac{m_v}{V} \quad (3.4.1)$$

Em geral, a umidade absoluta é expressa em gramas por centímetro cúbico. massa de um volume de gás, a temperatura constante, é proporcional a sua pressão, o que significa que, a pressão de vapor, expressa em unidades barométricas, é uma medida indireta da umidade absoluta.

A umidade absoluta aumenta quando um volume de vapor d'água se incorpora ao ar, por exemplo, no caso da evaporação, e diminui ao se reduzir o vapor, como no caso da precipitação. Também pode haver alterações na umidade absoluta na variação do volume de ar que a contém.

#### l) Umidade Relativa

Define-se como o quociente entre a quantidade real de vapor d'água em um volume de ar e a quantidade possível no mesmo volume à mesma temperatura. Também pode ser definida como a relação entre a umidade absoluta e a quantidade de vapor d'água do volume saturado. Assim, a umidade relativa é igual à relação entre a umidade absoluta de uma amostra de ar e o seu valor, na mesma amostra, em estado de saturação. Posto que a pressão de vapor é proporcional à umidade absoluta, a umidade relativa,  $U$ , é também igual ao quociente entre a pressão de vapor ( $e$ ) e a pressão de saturação ( $e_s$ ).

A umidade relativa é normalmente expressa em porcentagem, conforme Equação 3.4.2.

$$U = \frac{e}{e_s} \quad (3.4.2)$$

Assim como a umidade absoluta, a umidade relativa obedece à proporção do conteúdo de vapor d'água. Para a mesma quantidade de vapor, a umidade relativa depende diretamente da temperatura, posto que deste parâmetro também depende a pressão de saturação, que é precisamente o denominador na expressão da umidade relativa (Equação 3.4.2). Assim, as variações na temperatura do vapor d'água interferem proporcionalmente na umidade relativa do ar.

### m) Umidade Específica

A umidade específica,  $q$ , é o quociente entre a massa de vapor d'água,  $m_v$ , e a massa de ar úmido (massa de vapor d'água mais a massa de ar seco,  $m_a$ ) que a contém, conforme Equação 3.4.3.

$$q = \frac{m_v}{m_a + m_v} \quad (3.4.3)$$

Também pode ser expressa como a relação entre a umidade absoluta,  $\rho_v$ , e a densidade do ar,  $\rho$ , conforme Equação 3.4.4.

$$q = \frac{\rho_v}{\rho} \quad (3.4.4)$$

### n) Razão ou Teor de Mistura

É a razão entre a massa de vapor de água,  $m_v$ , e a massa de ar seco,  $m_a$ , com a qual o vapor se mistura, conforme Equação 3.4.5. Normalmente, o teor de mistura é expresso em gramas de vapor por quilograma de ar seco.

$$w = \frac{m_v}{m_a} \quad (3.4.5)$$

### o) Precipitação

O termo precipitação é um termo geral que é utilizado para designar a caída d'água, sob quaisquer formas, sobre a superfície terrestre (LLAMAS, 1993)

A precipitação, na sua forma mais comum que é a chuva, ocorre quando complexos fenômenos de aglutinação e crescimento das microgotículas, em nuvens com presença significativa de umidade (vapor de água) e núcleos de condensação (poeira ou gelo), formam uma grande quantidade de gotas com tamanho e peso suficientes para que a força da gravidade supere a turbulência normal ou movimentos ascendentes do meio atmosférico. Quando o vapor de água transforma-se diretamente em cristais de gelo e estes atingem tamanho e peso suficientes, a precipitação pode ocorrer na forma de neve ou granizo (SILVEIRA, 2000).

Segundo o princípio de conservação de massa e levando-se em conta as dimensões do planeta durante um período longo de tempo, as precipitações são iguais ao total de evaporação.

Conforme LLAMAS (1993), o vapor d'água na atmosfera se transforma em líquido quando alcança o ponto de orvalho, podendo este processo se dar por resfriamento ou pelo aumento da pressão. Já o fenômeno de condensação pode ser de quatro tipos, segundo o gênero de precipitações produzidas:

- a) condensação aparente: produz chuva, granizo, neve, etc
- b) condensação transitória: produz precipitações que não chegam a atingir o solo pois se evaporam durante a ocorrência;

- c) condensação ao nível do solo: produz orvalho, geada, etc;
- d) condensação subterrânea: ocorre na zona aerada do solo.

Os dois últimos tipos representam formas de condensação oculta e, em geral, não se pode medir o volume de água produzido.

As precipitações ocorrerão somente quando o peso das gotas de água forem suficientes para compensar o componente vertical das massas de ar e os caminhos percorridos pelas gotas d'água forem suficientemente curtos para evitar a evaporação total de seu volume.

A ação ionizante dos raios solares produz uma carga elétrica nas nuvens e, esta carga provoca uma atração mútua das partículas líquidas, formando-se assim gotas de tamanho maior e cristais de gelo. Neste momento começam as precipitações.

Em sua trajetória descendente, a gota d'água arrasta outras partículas líquidas da nuvem sendo seu volume ampliado. Uma vez que a camada inferior da nuvem é atingida, a gota entra em contato com o ar saturado e o processo de evaporação começa com uma progressiva redução de volume. Caso a nuvem seja suficientemente alta, o volume total da gota pode evaporar-se antes de alcançar o solo.

Assim, o volume de água das precipitações que alcançam o solo é função do tamanho das gotas d'água e da altura das nuvens. Segundo Findeisen *apud* Llamas (1993), o caminho crítico, **h**, para evaporação completa de uma gota de diâmetro **d**, obedece o exposto na Equação 3.4.6.

$$h = ad^4 \quad (3.4.6)$$

Onde **h** é expresso em metros, **d** é expresso em milímetros, **a** é um coeficiente empírico cujo valor varia entre 1.900 e 2000 a 90% de umidade relativa.

Segundo BERTONI E TUCCI (2000), *a disponibilidade de precipitação numa bacia durante o ano é o fator determinante para quantificar, entre outros, a necessidade de irrigação de culturas e o abastecimento de água doméstico e industrial. A determinação da intensidade da precipitação é importante para o controle de inundação e a erosão do solo. Por sua capacidade para produzir escoamento, a chuva é o tipo de precipitação mais importante para a hidrologia.*

Em termos pluviométricos, as principais grandezas que caracterizam uma chuva, segundo BERTONI E TUCCI (2000), são a altura pluviométrica, duração, intensidade e a frequência de probabilidade e tempo de recorrência.

A *altura pluviométrica*, comumente representada pelas letras **P** ou **r**, é a espessura média da lâmina precipitada que recobriria a região atingida pela precipitação admitindo-se que essa água não se infiltrasse, não se evaporasse, nem se escoasse para fora dos limites da região. A unidade de medição habitual é o milímetro de chuva, definido como a quantidade de precipitação correspondente ao volume de um litro por metro quadrado de superfície.

*Duração*, representada pela letra **t**, pode ser entendida como o período de tempo durante o qual a chuva cai. As unidades normalmente utilizadas são o minuto ou a hora.

A *intensidade*, expressa pela letra **i**, é precipitação por unidade de tempo, obtida como a relação entre a altura pluviométrica e sua duração (Equação 3.4.7). A unidade habitual apresenta-se em milímetros por hora ou milímetros por minuto. A intensidade de uma precipitação apresenta variabilidade temporal, mas, para análise dos processos hidrológicos, geralmente são definidos intervalos de tempo nos quais é considerada constante.

$$i = \frac{P}{t} \quad (3.4.7)$$

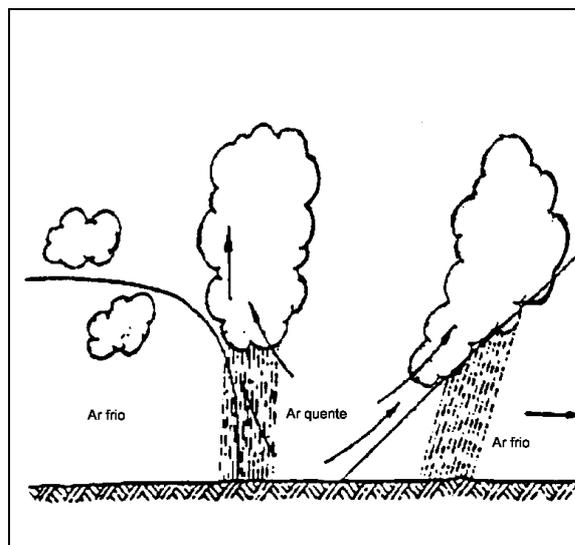
A *frequência de probabilidade e tempo de recorrência* de uma precipitação, este último representado por **Tr**, considera a precipitação como um fenômeno do tipo aleatório. Na análise de alturas pluviométricas (ou intensidades) máximas, o **Tr** é interpretado como o número médio de anos durante o qual espera-se que a precipitação analisada seja igualada ou superada. O seu inverso é a probabilidade de um fenômeno igual ou superior ao analisado, se apresentar em um ano qualquer (probabilidade anual). No caso de análise de precipitações extremas mínimas deve-se mudar a interpretação no sentido da superação ocorrer por defeito (valores menores que o analisado). Neste caso, **Tr** é o inverso da probabilidade de não-excedência.

De acordo com PEDRAZZI (2003), as chuvas são classificadas de acordo com as condições em que ocorre a ascensão da massa de ar.

As chuvas frontais são provocadas por frentes, normalmente de longa duração, intensidade baixa ou moderada, podendo causar rebaixamento da temperatura. É de fácil previsão, dando-se pelo simples acompanhamento do avanço da frente.

As chuvas frontais interessam, na engenharia, principalmente, em projetos de obras hidrelétricas, controle de cheias regionais e navegação.

A Figura 3.4.1 representa esquematicamente o processo de formação das chuvas frontais.

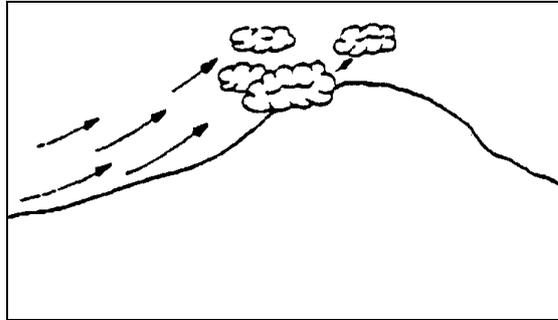


**Figura 3.4.1 – Formação das chuvas frontais**

**Fonte: Pedrazzi (2003)**

Em relação às chuvas orográficas, as mesmas são provocadas por grandes barreiras naturais, como uma cadeia de montanhas, por exemplo. Costumam ocorrer de forma localizada e intermitente, com intensidade elevada. Geralmente são acompanhadas de neblina.

A Figura 3.4.2 representa esquematicamente o processo de formação das chuvas orográficas.



**Figura 3.4.2 – Formação das chuvas orográficas**

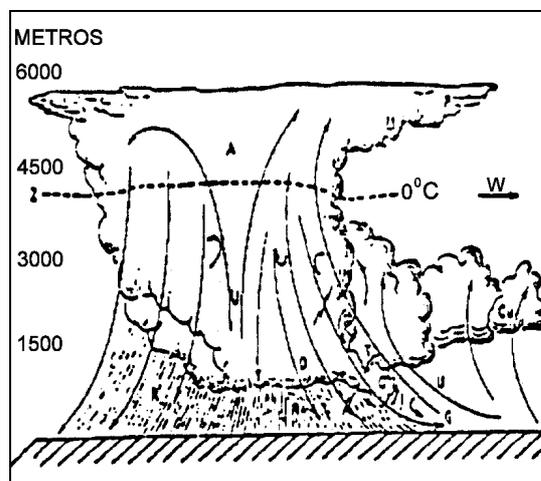
Fonte: Pedrazzi (2003)

Normalmente as chuvas orográficas ocorrem em dias quentes, comumente no fim da tarde ou começo da noite, podendo iniciar com precipitação de granizo e acompanhadas de descargas elétricas e rajadas de vento.

São de especial interesse para estudos relativos a obras em pequenas bacias e drenagem urbana, como para cálculo de bueiros e galerias de águas pluviais.

As chuvas convectivas são resultantes de convecções térmicas, que é um fenômeno provocado pelo forte aquecimento de camadas próximas à superfície terrestre, resultando numa rápida subida do ar aquecido, sendo que essa brusca ascensão promove um forte resfriamento das massas de ar que se condensam quase que instantaneamente.

A Figura 3.4.3 representa esquematicamente o processo de formação das chuvas convectivas.



**Figura 3.4.3 – Formação das chuvas convectivas**

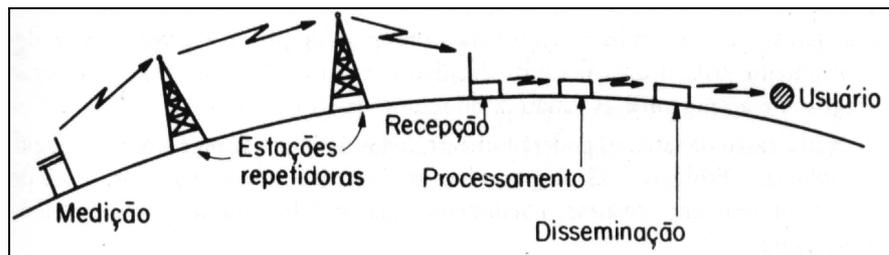
Fonte: Pedrazzi (2003)

### 3.4.2 PROCESSO DE COLETA DE DADOS HIDROMETEOROLÓGICOS

Em função das necessidades observadas na elaboração de um projeto de uma rede são definidas a velocidade e periodicidade da coleta de dados. Em termos operacionais a coleta e transmissão de dados hidrometeorológicos são feitos, basicamente, através da implantação de uma rede de estações, cuja manutenção, leitura e transmissão dos registros são realizadas por encarregados.

Hoje em dia, várias entidades no Brasil estão modernizando suas redes, implementando estações automáticas com teletransmissão dos dados e inserindo em suas estruturas um sistema telemétrico. Com esta modernização é possível melhorar a rede já existente com um número maior de informações por dia, melhorar a qualidade dos dados, permitir a avaliação instantânea da disponibilidade hídrica, melhorar a avaliação do potencial energético, permitir a realização de balanço hídrico em tempo quase real, melhorar o controle dos recursos hídricos, e disponibilizar dados mais atualizados para a sociedade, como por exemplo dados instantâneos para alimentar modelos de previsão de tempo (RODRIGUES *et al*, 1999).

A Figura 3.4.4 representa esquematicamente um sistema convencional de coleta e transmissão de dados.



**Figura 3.4.4 – Coleta e transmissão de dados pelo sistema convencional**

**Fonte: Garcez e Alvarez (1988)**

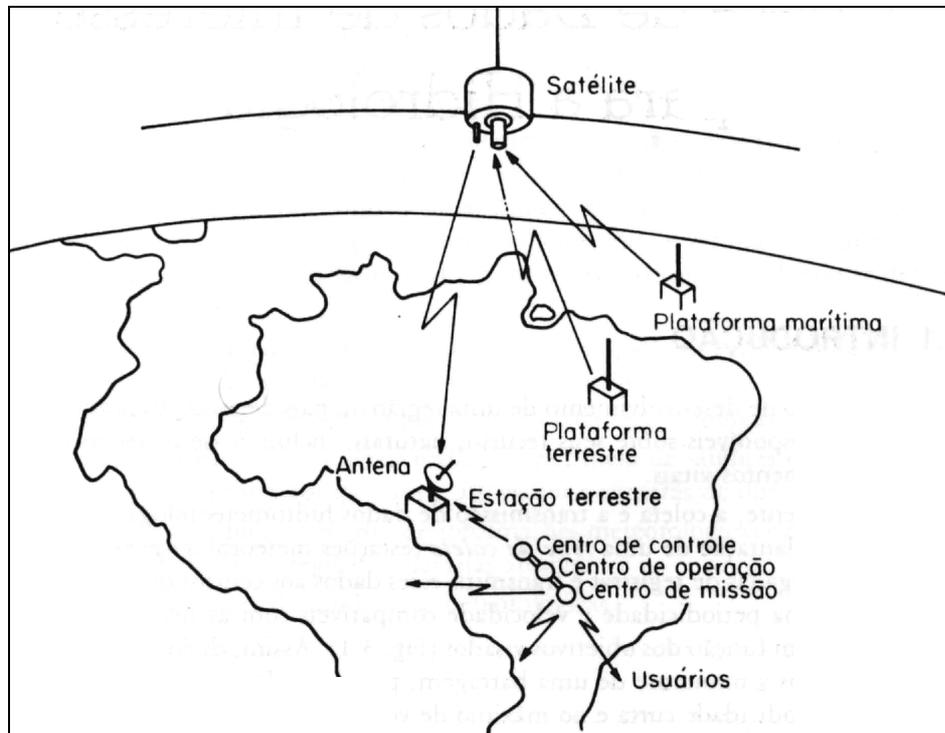
Um sistema convencional de teletransmissão de dados representa uma modernização no sistema de pluviômetros analógicos, e este avanço para o sistema automático requer um planejamento da rede a ser modernizada, a especificação adequada dos equipamentos a serem adquiridos, treinamento da equipe de operação em campo, programação das estações e manutenção periódica da rede.

Para a escolha do sistema de teletransmissão dos dados, a frequência e a forma de recepção dos dados devem ser analisadas. Também é de fundamental importância estabelecer um sistema de monitoramento das informações geradas, de forma a monitorar a funcionalidade e a veracidade das informações enviadas pelos sensores, bem como o estado operacional do equipamento.

Dados e informações meteorológicas, fluviométricas ou sobre o processo de ocupação de uma determinada área podem ser fornecidos através de satélites equipados com aparelhos de observação e de telemetria e associados a estações de coleta de dados (plataformas). Esses satélites coletam os dados e informações de ocorrência das plataformas e os transmitem, através de sinais, de

forma rápida, contínua e confiável, permitindo, inclusive, o monitoramento constante da área (ESCANDOLHERO, 2003).

A Figura 3.4.5 representa esquematicamente um sistema de coleta de dados através de satélite.



**Figura 3.4.5 – Coleta de dados através de satélites**

**Fonte: Garcez e Alvarez (1988)**

Um sistema de coleta de dados preciso visa oferecer, para instituições públicas e privadas, além dos usuários em geral, subsídios para a previsão de fenômenos meteorológicos, embasamento para a definição de planos e programas de desenvolvimento, diretrizes para pesquisas detalhadas numa região específica, bem como os registros de modo a acompanhar as variações das condições climáticas na área em estudo.

A maioria dos países e entidades estatais e autárquicas que necessitam de medidas atmosféricas possui serviços meteorológicos próprios, estabelecendo e operando redes de estações meteorológicas, onde são feitas medições periódicas em horas fixas e seguindo padrões e processos internacionalmente regulamentados pela OMM, filiada à ONU. Dessa forma, os dados coletados numa estação podem ser aferidos e comparados com os de outra, verificando-se a consistência dos fatores medidos e permitindo-se fazer previsões meteorológicas (ESCANDOLHERO, 2003).

A Figura 3.4.6 apresenta um exemplo de uma estação meteorológica convencional. Numa estação meteorológica convencional são obtidos, normalmente, dados de temperaturas mínima e máxima tanto do ar como do solo, pressão atmosférica, umidade relativa do ar, direção e velocidade dos ventos, evaporação e pluviometria.



**Figura 3.4.6 – Exemplo de estação meteorológica convencional**

**Fonte: USP (2003)**

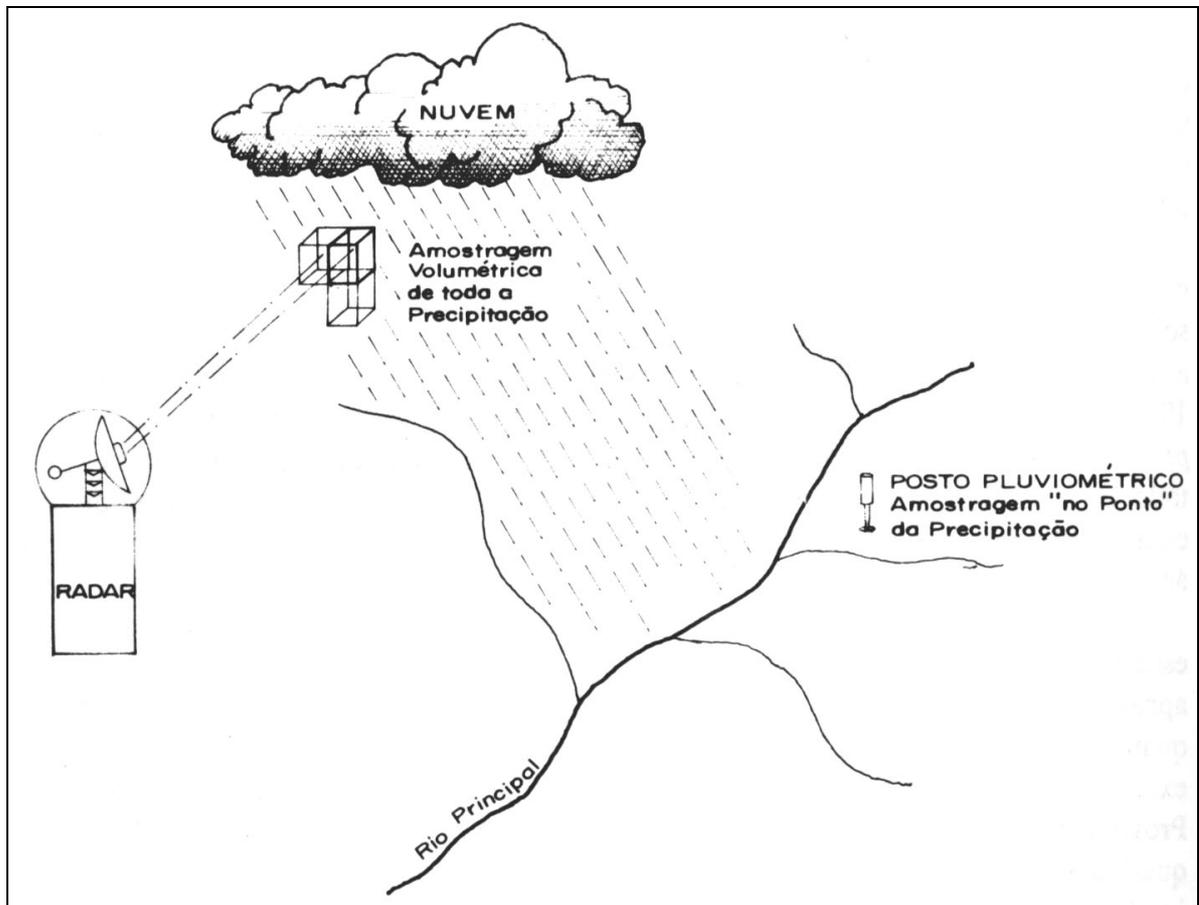
Tratando-se de aquisição de dados de precipitações, segundo CHEVALLIER (2000), *é essencial lembrar que a aquisição de dados de chuva de boa qualidade é bastante difícil, embora a medição e os aparelhos sejam simples. Portanto é muito raro encontrar uma série de dados pluviométricos ou pluviográficos confiável. Antes de criticar ou de analisar a consistência dos dados, é necessário ter um bom conhecimento dos métodos de aquisição, dos aparelhos usados, dos lugares de instalação e, ainda, da personalidade dos observadores.*

Basicamente, existem duas maneiras de medir a chuva, pontualmente com pluviômetros e pluviógrafos, ou espacialmente com radares. Este último, embora apresente algumas vantagens sobre o método de medição pontual, não será objeto do presente trabalho, sendo apenas apresentado em termos comparativos.

Por meio de radar, é possível registrar eventos de precipitação em escalas bem menores do que se consegue com satélite, dentro de um raio de aproximadamente 180 km. Outra grande vantagem do radar, é a possibilidade de quantificar a precipitação de forma quase contínua, tanto no tempo quanto no espaço. Provavelmente seria economicamente impraticável obter uma resolução desta qualidade por meio de postos pluviométricos, devido aos altos custos de implantação, operação e manutenção de redes pluviométricas dessa densidade.

Como os eventos de precipitação podem ter grande variação no tempo e no espaço, e o posto pluviométrico fornece medições pontuais de precipitação na bacia, podem existir perdas substanciais de informação durante certos eventos (Figura 3.4.7). O radar por outro lado, oferece uma medição volumétrica da precipitação, fornecendo com um alto nível de detalhe a distribuição espacial desta, tanto na direção paralela à superfície da Terra, como também na vertical. Como inconveniente, porém, há que se mencionar o fato de que embora o radar esteja instalado na superfície da Terra, as suas

medições são de sensoriamento remoto, possuindo, por consequência, as dificuldades inerentes às medições indiretas (PESSOA, 2000).



**Figura 3.4.7 – Diferentes naturezas das medições de precipitação por radar e por posto pluviométrico**

**Fonte: Pessoa (2000)**

Tanto pluviômetro quanto o pluviógrafo são utilizados para a medição das precipitações. As diferenças fundamentais dos mesmos consistem no mecanismo de funcionamento e no método de leitura. O pluviômetro é constituído de um recipiente que coleta diretamente a água precipitada e impede a evaporação dessa água acumulada, fornecendo a altura de precipitação num determinado local. O pluviógrafo é um aparelho que, além da altura da precipitação, fornece o registro contínuo da água de chuva recolhida no pluviômetro.

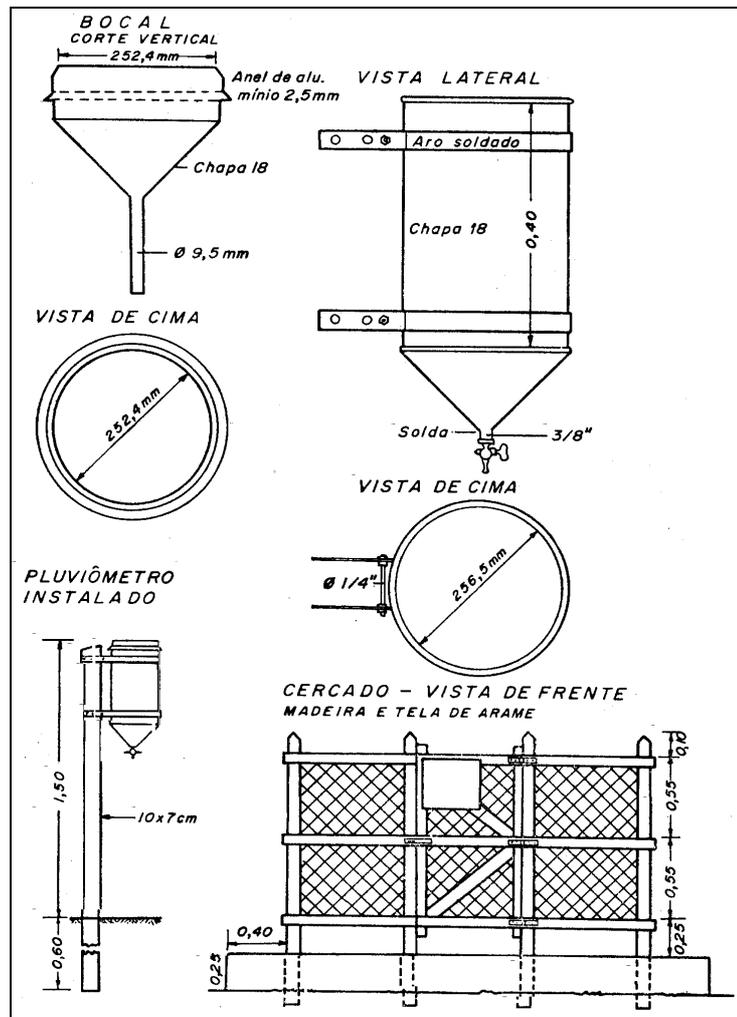
Mais especificamente, o pluviômetro é um recipiente de volume suficiente para conter as maiores precipitações dentro do intervalo de tempo definido para a frequência das observações (em geral 24 horas). Acima desse recipiente é colocado um funil com um anel receptor biselado que define a área de interceptação. Essa área também não é normalizada. Encontram-se áreas de 100, 200, 314, 400 ou 1.000 cm<sup>2</sup> (CHEVALLIER, 2000).

Ainda segundo CHEVALLIER (2000), a princípio, o resultado medido não depende da área, mas é preciso atentar para o cálculo da lâmina precipitada, orientado pela Equação 3.4.8.

$$P = 10 \frac{V}{A} \quad (3.4.8)$$

Para a Equação 3.4.8, **P** corresponde à precipitação acumulada em mm, **V** representa o volume recolhido em cm<sup>3</sup> ou em ml e **A** é a área de interceptação do anel medida em cm<sup>2</sup>.

A Figura 3.4.8 apresenta um exemplo de perfil esquemático de um pluviômetro.



**Figura 3.4.8 – Perfil esquemático de um pluviômetro**

Fonte: Pedrazzi (2003)

Uma outra definição para o pluviômetro seria a de um aparelho coletor de chuva com área de captação padronizada, em geral 200 ou 400 cm<sup>2</sup>, e dotado de um reservatório interno para acúmulo da água. O pluviômetro marca o total acumulado em um dado intervalo de tempo, sendo sua leitura realizada em geral uma vez por dia (às 7 ou às 9 h) liberando a água acumulada por meio de uma torneira em uma proveta graduada especificadamente para cada tipo de pluviômetro (WMO, 1981).

Por razões especiais, normalmente dificuldade de acesso, a frequência de visita ao pluviômetro é menor que a diária, sendo que neste caso é comum se prever um volume maior do

recipiente, ou reservatório, e coloca-se uma camada de óleo dentro do aparelho para impedir a evaporação das precipitações coletadas.

Há a possibilidade de medir as intensidades das chuvas durante intervalos de tempo inferiores àquelas obtidos com as observações manuais feitas nos pluviômetros. Neste caso, torna-se necessária a utilização de pluviógrafos.

Existe uma grande variedade de pluviógrafos, usando mecanismos diferentes para medir e gravar continuamente as precipitações. Pode-se examiná-los segundo as quatro etapas da aquisição: medição, transmissão do sinal, gravação, transmissão do registro (CHEVALLIER, 2000).

Em relação à medição, as principais técnicas utilizadas são os pluviógrafos de cuba basculante (Figura 3.4.9), de massa ou balança (Figura 3.4.10) e o de bóia ou sifão (Figura 3.4.11).

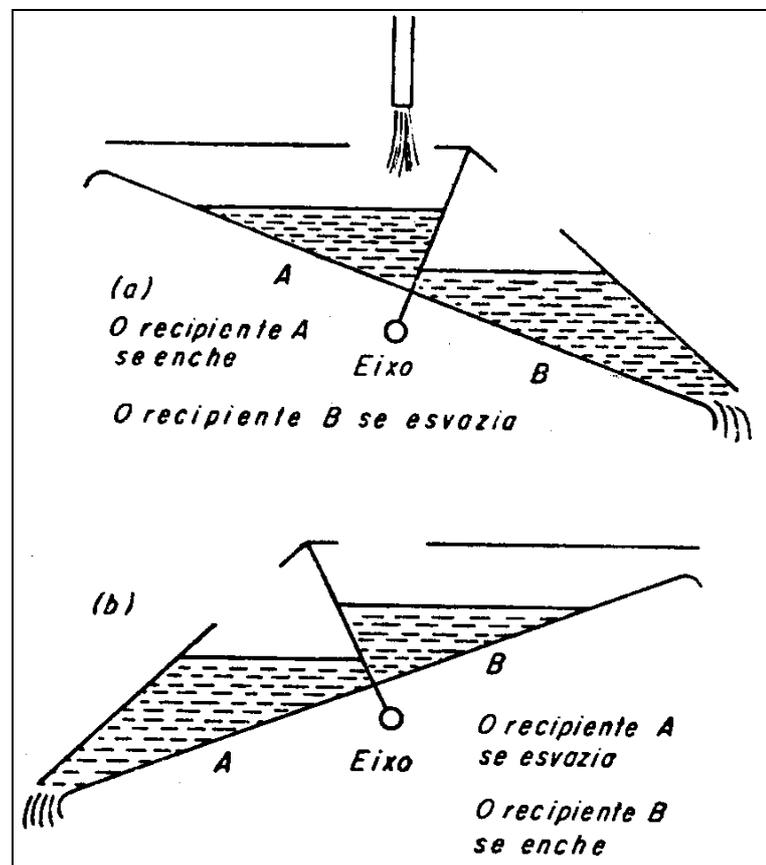
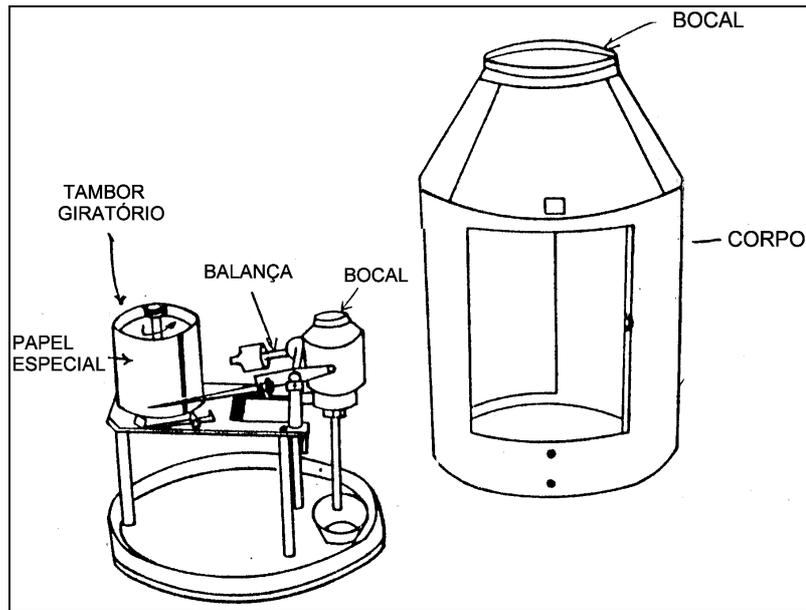


Figura 3.4.9 – Perfil esquemático de um pluviógrafo de cuba basculante

Fonte: Pedrazzi (2003)

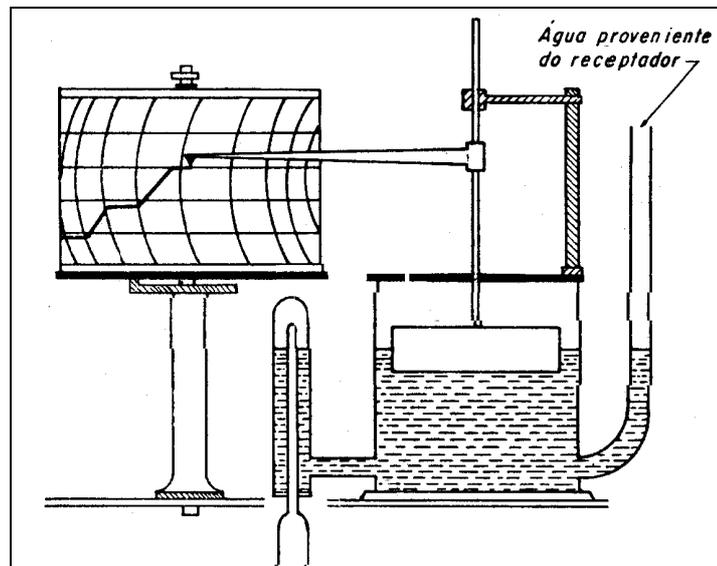
A área de captação para o pluviógrafo de cuba basculante varia entre 400 a 2000 cm<sup>2</sup>. Neste sistema, o pluviógrafo tem duas cubas cada uma com capacidade de 0,5 mm (ou 0,1 mm), e que recebem água alternadamente. Quando uma delas enche, o peso faz o sistema bascular esvaziando-o e emitindo um pulso elétrico para acionar um registrador (dispositivo de papel ou não). O registro tem um passo de 0,5 mm e apresenta a vantagem de que o sistema de registro não precisa estar localizado junto ao sensor, sendo ideal para telemetria.



**Figura 3.4.10 – Perfil esquemático de um pluviômetro de massa ou balança**

Fonte: Pedrazzi (2003)

A área de captação para o pluviômetro de balança ou de massa, geralmente, é de 200 cm<sup>2</sup>. Este tipo de pluviômetro é, resumidamente, uma balança que à medida que acumula água em um pequeno depósito, desce e movimenta uma pena que escreve sobre um papel milimetrado enrolado em um tambor giratório e impulsionado por um relógio. Assim como no pluviômetro de bóia, o depósito descarrega automaticamente através de um sifão interno ao atingir 10 mm.



**Figura 3.4.11 – Perfil esquemático de um pluviômetro de bóia ou sifão**

Fonte: Pedrazzi (2003)

A área de captação para o pluviômetro de bóia ou sifão é, normalmente, de 200 cm<sup>2</sup>. Este tipo de pluviômetro armazena a água em um reservatório e registra continuamente o total precipitado

através de uma pena ligada por uma haste a uma bóia que flutua no reservatório. O registro é feito em um papel milimetrado enrolado em um tambor que gira impulsionado por um relógio. À medida que o reservatório acumula água, a bóia (e a pena) eleva-se, e quando atinge uma altura de 10 mm um sifão descarrega toda a água do depósito, fazendo com que a pena retorne a posição zero para início de outra subida.

Destaca-se que, no Brasil, o pluviógrafo de maior utilização é o de bóia ou sifão.

Os princípios de gravação contínua das precipitações também se apresentam sob formas variadas, podendo ser através de escrita em um suporte de papel, memorizada em um suporte eletrônico ou magnético, e até mesmo transmitida em tempo real.

Os registros podem ser transmitidos de forma manual (suportes móveis), a cabo (telefone e rede lógica) e sem cabo (rádio terrestre e satélite).

Existem várias normas de instalação dos pluviômetros e pluviógrafos apesar das tentativas de homogeneização internacional, realizada pela Organização Meteorológica Mundial (OMM).

O Brasil, através do INMET, é um dos 179 países associados à OMM, da qual é signatário de primeira hora. Por ser o maior país sul-americano tem a responsabilidade pelas transmissões meteorológicas de toda a América do Sul para o resto do mundo e, naturalmente, do resto do mundo para os países sul-americanos.

Em uma exposição perfeita, o pluviômetro ou o pluviógrafo representaria fielmente a precipitação que cai na área circunvizinha. Entretanto, este ideal é difícil de se alcançar na prática por causa do efeito do vento. Muito cuidado deve ser tomado na escolha do local. Os efeitos da trajetória do vento no local de instalação do aparelho são freqüentemente mais importantes e podem causar um excesso ou uma deficiência na precipitação medida.

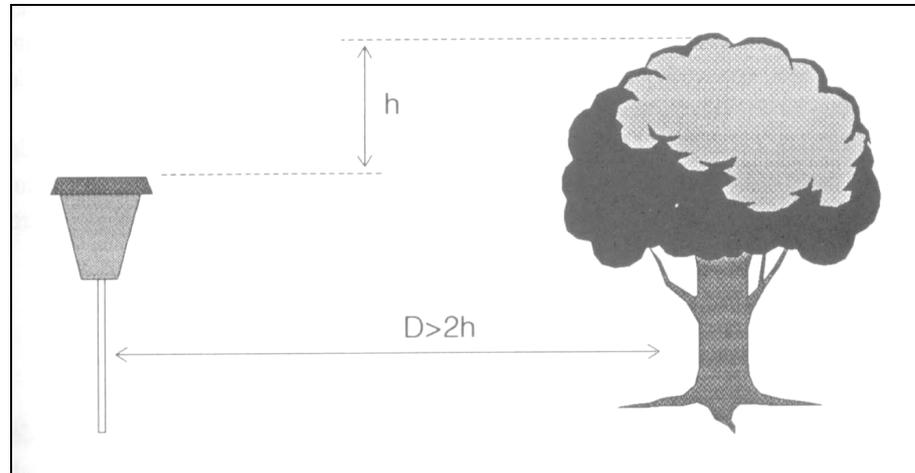
O distúrbio criado por um obstáculo depende da relação da dimensão linear do obstáculo à velocidade de queda da precipitação. Este efeito pode ser reduzido, se não superado inteiramente, escolhendo um local de modo que a velocidade de vento no nível do orifício de coleta do aparelho seja tão pequena quanto possível, ou modificando os arredores do aparelho de modo que o fluxo de ar através do mesmo seja horizontal. Deve-se garantir que os critérios de instalação sejam obedecidos para toda a região a ser estudada.

Segundo CHEVALLIER (2000), *admite-se de forma geral que a interceptação da chuva deve ser feita a uma altura média acima da superfície do solo (entre 1 m e 1,5 m). O aparelho deve ficar longe de qualquer obstáculo que pode prejudicar a medição (prédios, árvores, relevo, etc.).*

A Figura 3.4.12 apresenta uma regra geralmente adotada para cumprir essa necessidade, ou seja, a distância entre a superfície de interceptação deve ser maior que duas vezes a altura do maior obstáculo.

As estações pluviométricas devem estar, tanto quanto possível, uniformemente distribuídas, levando-se em conta a localização de observadores voluntários. Em regiões montanhosas, deve ser dada a devida atenção a sazonalidade vertical. São destacados três tipos de estações: com leitura diária,

com registrador e de armazenamento, que são utilizadas em desertos e áreas montanhosas. É sugerido um mínimo de 10% das estações com registrador em climas frios. Esta percentagem deve ser aumentada em áreas sujeitas a chuvas intensas e em áreas urbanas (WMO,1981).



**Figura 3.4.12 – Instalação de pluviômetro ou pluviógrafo**

**Fonte: Chevallier (2000)**

No mercado de pluviógrafos, encontram-se disponíveis aqueles dotados de *data-logger*, que permitem o armazenamento e transferência dos dados eletronicamente, com uso de computadores portáteis, unidades próprias de recolhimento de dados ou, ainda, via satélite. Num médio período de tempo, esse tipo de equipamento tende a substituir os tradicionais.



**Figura 3.4.13 – Exemplo de pluviômetro**

**Fonte: Aeródromo Carriel Sur (2003)**



**Figura 3.4.14 – Exemplo de pluviógrafo de bóia ou sifão**

**Fonte: Aeródromo Carriel Sur (2003)**

No mercado atual há possibilidade de se optar por estações hidrometeorológicas automáticas de última geração. As mesmas têm condições de fornecer um fluxo contínuo de dados de alta qualidade sobre um grande alcance de parâmetros meteorológicos e hidrológicos. Trata-se de uma solução flexível, de parâmetros múltiplos simples ou complexos. Podem consistir em um conjunto básico de sensores medindo a velocidade e a direção do vento, pressão do ar, temperatura, umidade relativa e precipitação; e outro conjunto otimizado oferecendo medição de níveis múltiplos da temperatura do solo, umidade do solo, radiação solar, radiação da rede, nível e temperatura da água. Sensores inteligentes também podem ser incluídos, para medir a altura das nuvens, qualidade do tempo atual e da água.

Estações automáticas atuais (Figura 3.4.15) possuem alternativas de alimentação de energia, como para locais que não recebem energia comercial ou redes de comunicação. Geralmente possuem acoplado um painel solar de 12 W para sua alimentação além de outros acessórios para longos períodos e baterias de reserva. Oferecem também conexões seriais para interface com telemetria, terminais e visores (HOBECO, 2003).

Usualmente são acompanhadas de software específico com o intuito de facilitar a:

- a) seleção de sensores e seqüências de medição;
- b) configuração dos parâmetros de validação dos dados;
- c) seleção de fórmulas de cálculo do conjunto de dados;
- d) definição de cálculos estatísticos;
- e) definição de formatos de dados para saída (transmissão);
- f) configuração de alarmes múltiplos, quando necessário;

- g) definição de parâmetros de conexão;
- h) organização de programações de registro de dados múltiplos;



**Figura 3.4.15 – Exemplo estação automática**

**Fonte: Hobeco (2003)**

Para o acompanhamento, análise e gerenciamento dos recursos hídricos, é fundamental a medição regular dos principais elementos que controlam o ciclo hidrológico, dentre eles a precipitação, para a determinação da quantidade de água disponível, e assim, otimizar o seu uso.

### **3.4.3 REDES PLUVIOMÉTRICAS E PLUVIOGRÁFICAS**

De acordo com SETTI (2001), *o valor econômico das informações hidrológicas obtidas de uma rede hidrométrica através de dados e previsões pode ser aferido através da prevenção e redução das perdas em fenômenos hidrológicos extremos (cheias e secas), perdas de oportunidade de uso devido à falta de conhecimento dos potenciais e, com a segurança de que os projetos e obras serão dimensionados adequadamente, sem que haja superdimensionamento ou subdimensionamento de estruturas devido a fatores hidrológicos.(...)*

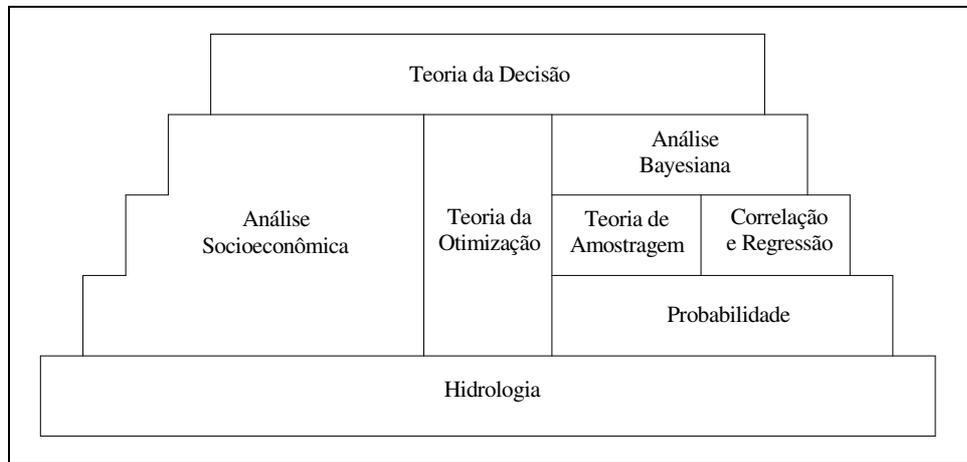
A determinação, com suficiente precisão, das características básicas das chuvas de uma determinada região é condição básica para a concepção do projeto de uma rede de dados de precipitação, atentando para a adequada densidade e distribuição espacial de estações a serem instaladas.

De acordo com definições da WMO (1981), um projeto eficiente de uma rede de monitoramento de dados de precipitação depende das respostas das seguintes questões:

- a) Onde há a necessidade de monitoramento?
- b) Qual a frequência necessária de observação?

- c) Qual a duração do programa ao qual se fundamenta a rede?  
 d) Qual a precisão desejada nas observações?

Com base nos próprios conceitos da WMO (1981), para responder a estas perguntas, o projeto da rede deve ser concebido como uma pirâmide, conforme demonstrado na Figura 3.4.16.



**Figura 3.4.16 – Processo básico de elaboração de projeto de rede**

**Fonte: WMO (1981)**

A base da pirâmide é a ciência da hidrologia. Sem um mínimo conhecimento sobre as características hidrológicas da região onde será instalada a rede, há poucas chances de se obter resultados que gerem informações seguras para um gerenciamento adequado dos recursos. O conhecimento sobre a hidrologia referido pode se dar através de estudos ou da experiência, mas não há substituição para a experiência quando se trata de uma região com um pequeno histórico de dados, ou até mesmo nenhum dado.

O lado direito da pirâmide trata dos métodos quantitativos para se lidar com a incerteza hidrológica. Por causa dos erros de medida e dos erros causados por amostragem no espaço e no tempo, haverá sempre incertezas hidrológicas, sendo que a informação hidrológica perfeita poderá nunca existir. As descrições probabilísticas destes erros são os meios mais eficazes de se tratar um resultado incerto. Na Figura 3.4.16, as ferramentas estatísticas são representadas pela Teoria de Amostragem e pelas análises da Correlação e Regressão, que são usadas geralmente em aproximações quantitativas num projeto de rede. Entretanto, há muitas outras formas da estatística que podem ser úteis na análise e no projeto de rede. O ponto mais alto deste campo das incertezas trata da Análise Bayesiana<sup>1</sup>, que pertence ao nível das incertezas hidrológicas. Ou seja, as descrições probabilísticas de incerteza, baseadas na estatística de amostras limitadas de dados hidrológicos, são incertas por sua

<sup>1</sup> A abordagem Bayesiana para fazer inferências permite combinar dados observados com outras informações relevantes já disponíveis, como experiência prévia e dados similares, possibilitando a redução da quantidade de testes e do tamanho das amostras. A utilização dessa abordagem é dificultada pela presença de cálculos que envolvem integrais para as quais, em geral, não existe solução analítica exata. Nesses casos, os métodos de simulação constituem uma alternativa para se encontrar soluções aproximadas (MATTOS E SILVA, 2001).

própria concepção. A redução da incerteza sobre incertezas é um aspecto chave se examinar as vantagens das informações contidas nos dados que a rede gerará.

A coluna no meio da estrutura, identificada como Teoria de Otimização, é incluída freqüentemente como uma parte da análise socioeconômica. Entretanto, sempre na ausência da socioeconomia, a Teoria da Otimização é normalmente usado no projeto de redes hidrológicas. Assim, é considerada na estrutura da pirâmide como um componente separado. Um conjunto de programas matemáticos, cada um com sua própria utilidade e propósito, compreende a Teoria da Otimização, que é consultada freqüentemente como fonte de pesquisa das operações envolvidas. O contexto da problemática de um projeto de rede determina qual, se existir, dos programas matemáticos pode ser usado em uma situação dada. Freqüentemente, a escolha entre dois ou mais projetos de rede deve ser feita à base de julgamento porque as ferramentas de otimização apropriadas ou não existem ou consumirão demasiadamente os recursos computacionais para ser eficiente.

Sobre a pirâmide encontra-se a Teoria da Decisão, que é um mecanismo formal para integrar todos os componentes subjacentes. A aplicação da Teoria da Decisão no projeto de rede não é requerida - não é nem mesmo possível na maioria das circunstâncias. Entretanto, uma compreensão de seus pretextos e premissas pode fazer com que o projetista da rede esteja mais ciente dos impactos de suas decisões finais.

O lado esquerdo da pirâmide representa um grupo de tecnologias sob o título da Análise Socioeconômica. Além das ciências sociais e da economia, esta parte da estrutura do projeto de rede abrange também a ciência política. Esta etapa do projeto representa um papel muito importante na realização dos benefícios potenciais da água e, assim, também no valor final dos dados da rede. O lado esquerdo é a parte da estrutura que recebe geralmente menos consideração no projeto da rede. Isto é, provavelmente, atribuído a duas causas: a matéria em questão é difícil de se tratar de uma maneira objetiva e matemática; e tratá-la de uma maneira substantiva requer a síntese das entradas de muitas disciplinas além daquelas inerentes à própria hidrologia e recursos hídricos. Assim, um projeto de rede que inclua uma análise socioeconômica significativa será provavelmente custoso e demorado. Não obstante, é importante que o projetista considere a influência que os dados têm no mundo real ao projetar uma rede, ou seja, ponderar se isto dever ser feito de forma subjetiva.

Resumidamente, para a WMO (1981) *apud* MAGALHÃES JUNIOR (2000), há seis técnicas analíticas básicas usadas no planejamento de redes e tratamento dos dados hidrológicos, visando aumentar a validade destes dados a nível decisório: análise cartográfica, análise de correlação e de regressão, modelagem probabilística, modelagem estocástica, modelagem determinística e regionalização. A densidade ótima de estações de uma rede, fator importante no planejamento, teria como fatores condicionantes principais, as condições geográficas e hidrológicas, particularmente as variações espaciais do regime pluviométrico e hidrológico; e a natureza do sistema hidrográfico. Segundo a mesma fonte, uma rede hidrológica nacional, seria considerada minimamente adequada, quando, não permitisse a existência de sérias deficiências no desenvolvimento e gerenciamento dos

recursos hídricos, sendo de uma escala compatível com o nível de desenvolvimento econômico do país.

Ainda de acordo com a WMO (1981), o valor dos dados que se derivam de uma rede é função dos usos que deles são feitos subsequentemente. Não obstante, muitos dos usos de dados hidrológicos não são aparentes no âmbito do projeto de rede. De fato, poucos dados hidrológicos seriam coletados se as justificativas econômicas fossem requeridas. Entretanto, as sociedades modernas desenvolveram um sentido de que a informação é um produto que, como uma apólice de seguro, deve ser comprada para a proteção de um futuro incerto. Tal investimento, como por exemplo, nos dados hidrológicos, é a rede básica, que é estabelecida com o intuito de se produzir informações hidrológicas para decisões futuras a respeito dos recursos hídricos. A rede básica objetiva fornecer um nível da informação em qualquer posição dentro de sua região de aplicabilidade, com um nível de incerteza reduzido. Para se atingir esta meta, ao menos três critérios devem ser seguidos:

- a) um mecanismo deve estar disponível para transferir a informação hidrológica dos locais nos quais os dados são coletados para outro local na área;
- b) os meios para se estimar a quantidade de informação hidrológica (ou, inversamente, de incerteza) em toda a região devem também existir;
- c) o conjunto das decisões deve incluir a opção de coletar mais dados antes que a decisão final seja tomada.

O ciclo hidrológico é contínuo, e suas interconexões permitem a transferência parcial de informações obtidas de uma porção do ciclo a outra. A eficiência de tais transferências é proporcional ao grau de compreensão hidrológica que é capturada nos modelos que são utilizados para distribuir a água (e a informação) entre as partes do ciclo. Para o exemplo, os registros da precipitação sobre uma bacia de drenagem permitem a reconstituição de registros de vazão em períodos de mau funcionamento do sistema de medição do mesmo, considerando que um modelo válido de precipitação-*runoff* esteja calibrado durante as épocas em que todos os sistemas estivessem funcionando corretamente. Um poço de observação de águas subterrâneas pode executar um papel similar para um eventual problema nos registros de um corpo d'água se o poço estiver monitorando o nível do aquífero pelo qual o referido corpo d'água é alimentado.

A simulação da transformação da precipitação em vazão e de propagação da vazão ao longo de uma bacia hidrográfica tem grande utilização em recursos hídricos, em diferentes estudos, inclusive no próprio entendimento dos processos envolvidos na parte terrestre do ciclo hidrológico.

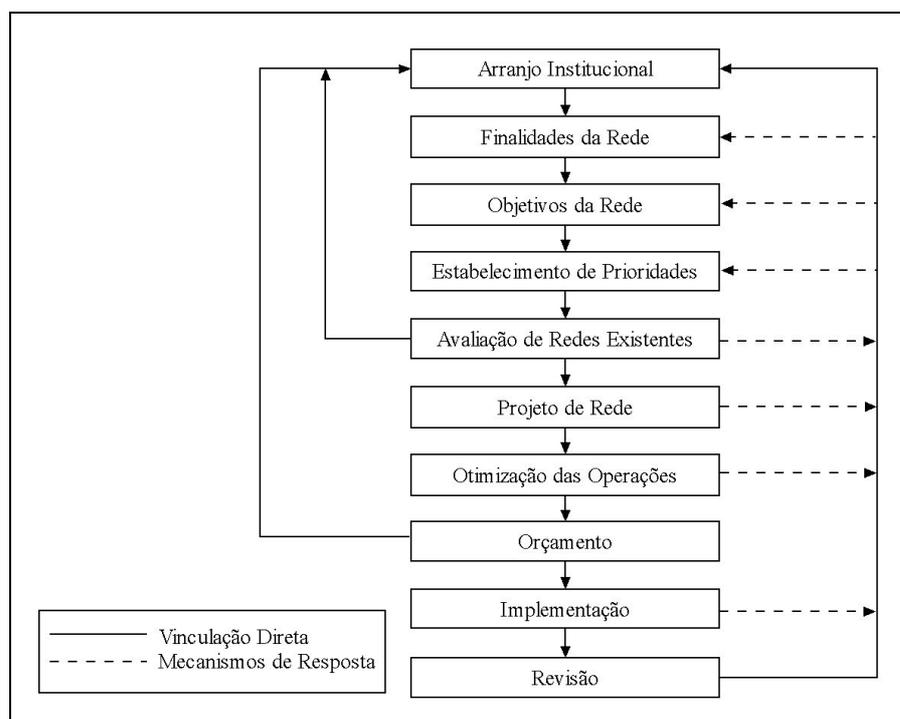
Porém, pouco tem sido feito para incluir tais interações em projetos de rede de uma maneira explícita. Se os interesses para duas redes pudessem ser definidos conjuntamente, as mesmas poderiam ser otimizadas de modo que o resultado a ser alcançado fosse menos oneroso para ambas. As redes deveriam ser projetadas interativamente, e os resultados de um projeto existente deveriam transformar-se em pontos de início para outros projetos subsequentes.

O conhecimento estatístico das precipitações apresenta interesse de ordem técnica por sua efetiva aplicação nos projetos associados a aproveitamentos de recursos hídricos. Neste ínterim, os postos pluviométricos representam a real possibilidade de se obter uma série ininterrupta de precipitações ao longo dos anos ou, também o estudo da variação das intensidades de chuva ao longo das tormentas.

Conforme ESCANDOLHERO (2003), é comum a existência de períodos sem informações ou com falhas nas observações devido a problemas com os aparelhos de registro e/ou operador do posto, assim os dados coletados devem ser submetidos a uma análise antes de serem utilizados. As causas mais comuns de equívocos nas observações são:

- a) preenchimento errado do valor na caderneta de campo;
- b) soma errada do número de provetas, quando a precipitação é alta;
- c) valor estimado pelo observador, por não se encontrar no local no dia da amostragem;
- d) crescimento de vegetação ou outra obstrução próxima ao posto de observação;
- e) danificação do aparelho;
- f) problemas mecânicos no registrador gráfico.

A Figura 3.4.17 demonstra os passos que devem ser seguidos na condução de uma revisão de projeto para uma rede de monitoramento hidrológico existente. Tal revisão deveria ocorrer periodicamente com o intuito de se reduzir as incertezas hidrológicas advindas desde a última análise da concepção da rede e adaptá-la a quaisquer alterações no desenvolvimento socioeconômico que por ventura possa haver ocorrido.



**Figura 3.4.17 – Processo para análise de rede e reprojeto**

**Fonte: WMO (1981)**

Os passos referentes à estrutura da revisão de projeto, em detalhes, de acordo com a WMO (1981), são os seguintes:

- a) Arranjo institucional – os papéis e as metas de todas as organizações envolvidas em vários aspectos da gestão dos recursos hídricos devem ser definidos e identificados (particularmente responsabilidades legais). A intercomunicação entre estas organizações deve ser melhorada para assegurar a integração e, por consequência, a facilitação da coordenação de trabalhos de levantamento de dados.
- b) Finalidades da rede – os propósitos da rede nos termos dos usuários e dos usos dos dados devem ser identificados. Os usuários e os usos dos dados podem variar temporal e espacialmente. Há também a demanda de identificação de futuras necessidades potenciais e incorporação destas no projeto.
- c) Objetivos da rede – baseado na finalidade da rede, um objetivo ou um conjunto deles pode ser estabelecido nos termos da informação requerida. Uma indicação das consequências de não estar provido desta informação pode ser o atrasado na geração da informação.
- d) Estabelecimento de prioridades – se houver mais de um objetivo, as prioridades precisam ser ajustadas para uma avaliação posterior. Se todos os objetivos puderem estar no orçamento, então não será necessário priorizar alguns em detrimento de outros. Entretanto, se não puderem, os objetivos de baixa prioridade poderão não ser atendidos plenamente.
- e) Avaliação de redes existentes – as informações geradas nas redes existentes devem ser compiladas e interpretadas para determinar se tais redes cumprem seus objetivos. Isto pode incluir comparações com outras bacias e/ou redes.
- f) Projeto de rede – dependendo da informação disponível e dos objetivos definidos, a técnica, ou o conjunto de técnicas mais apropriado para projetos de redes deve ser aplicado.
- g) Otimização das operações – uma parcela significativa do custo do levantamento de dados está contida nos procedimentos operacionais. Isto inclui os tipos de instrumentos, frequência de visitas à estação e estrutura de campo. Procedimentos operacionais com vistas à minimização dos custos devem ser adotados.
- h) Determinação dos custos – baseados na rede e nos procedimentos operacionais identificados, os custos de operação da rede podem ser estabelecidos. Se isto estiver previsto no orçamento, pode se dar a etapa seguinte. Se não, ou fundos adicionais devem ser obtidos ou os objetivos e/ou as prioridades necessitam ser re-examinados para determinar onde os custos podem ser reduzidos. O processo adotado deve permitir que o planejador expresse o impacto de fundos insuficientes nos termos de não se atingir plenamente os objetivos ou de se ter níveis reduzidos da informação gerada pela rede.
- i) Implementação – a rede reprojeta necessita ser implementada da forma planejada. Deverão ser considerados horizontes de curto e longo prazo.

- j) Revisão – sendo um ou mais componentes acima variáveis no tempo, uma revisão pode ser requerida em qualquer um dos passos descritos – para o exemplo, alterações em relação aos usuários ou aos usos, ou mesmo mudanças no orçamento. Um processo continuado da revisão é sempre essencial.

O estabelecimento do balanço de recursos e necessidades de água, em cada uma e no conjunto das bacias hidrográficas de uma região, constitui ação fundamental para uma adequada gestão das águas e pressupõe a realização e permanente atualização de inventários.

Em termos mundiais, há a estimativa por parte da Organização Meteorológica Mundial de uma rede hidrométrica mundial composta por aproximadamente 478 mil postos de monitoramento, que, excluindo-se os poços de observação de águas subterrâneas, perfaz um total de 332 mil postos e, entre estes, 194 mil postos de observações pluviométricas (ESCANDOLHERO, 2003).

Segundo ANA (2003b), a Rede Hidrometeorológica Básica Nacional dispõe de 2.527 estações pluviométricas, que medem a quantidade de chuva em determinado ponto. Através de um projeto ambicioso, a ANA está planejando a rede hidrometeorológica nacional a partir da rede existente e em parceria com os diversos órgãos e estados interessados.

Na Bacia do Alto Paraguai, o PCBAP (1997) contemplou o estudo dos postos pluviométricos, que resultaram num total de 214 postos, dos quais 22 foram desativados. Portanto, existiam, à época do levantamento, 192 postos em operação na região (ESCANDOLHERO, 2003).

Nos estágios iniciais do desenvolvimento de uma rede, a primeira etapa deve ser o estabelecimento de uma rede mínima. Tal rede deve ser composta do número mínimo das estações que a experiência coletiva de agências hidrológicas de muitos países indica como necessária para se iniciar o planejamento. Deve ser desenvolvida procurando incorporar estações existentes.

Uma rede mínima fornecerá a estrutura básica para sua própria expansão com vistas a atender necessidades futuras para finalidades específicas. Enfatiza-se que uma rede mínima não será adequada para atender a formulação de planos detalhados de desenvolvimento e provavelmente não atenderá numerosas exigências para a operação de projetos e do manejo adequado de recursos hídricos em uma região desenvolvida.

O conceito de densidade de rede é destinado a servir como uma orientação geral caso falte uma orientação específica para o estabelecimento da rede. As densidades do projeto devem ser ajustadas para refletir circunstâncias socioeconômicas e físico-climáticas reais. As técnicas computacionais de análise também podem ser aplicadas, para os casos em que os dados estão disponíveis.

O critério mais simples e preciso para a classificação das zonas estaria na base da variação espacial e temporal das precipitações. Considera-se que a densidade populacional também afeta um projeto de rede. É quase impossível instalar e operar, de maneira satisfatória, um número de estações elevado onde a população é escassa. Adicionalmente, é difícil encontrar observadores em regiões onde

o acesso é restrito. O uso de registradores em tais casos é altamente recomendável, pois necessitam de pouca manutenção e visitas nem tão freqüentes.

No outro extremo, as áreas urbanas densamente povoadas necessitam de uma rede relativamente densa de pluviometria para a definição temporal e espacial das precipitações e para o estabelecimento de projetos diversos com aplicações em engenharia. Das considerações realizadas, algumas regras gerais foram adotadas pela WMO (1981) para a definição de normas de densidade. Seis tipos de regiões fisiográficas foram definidas para redes mínimas:

- a) costeira;
- b) montanhosa;
- c) relevo suave;
- d) relevo ondulado;
- e) pequenas ilhas (áreas inferiores a 500 km<sup>2</sup>);
- f) polar/árida.

De acordo com os critérios estabelecidos pela WMO (1981), as densidades mínimas para estações pluviométricas e pluviográficas estão descritas na Tabela 3.4.1. Estas densidades não são aplicáveis para regiões de grandes desertos e grandes áreas polares. Nestas regiões, a precipitação não é estudada pelos métodos convencionais de observação, mas por métodos e estações especiais.

**Tabela 3.4.1 – Densidade mínima recomendada de estações pluviométricas e pluviográficas**

Tipo da Região	Densidade mínima por estação (área em km <sup>2</sup> por estação)	
	Pluviômetro	Pluviógrafo
Costeira	900	9.000
Montanhosa	250	2.500
Relevo suave	575	5.750
Relevo ondulado	575	5.750
Pequenas ilhas	25	250
Áreas urbanas		10-20
Zonas áridas ou polares	10.000	100.000

**Fonte: WMO (1981)**

Atendidos certos princípios de instalação e uso, um pequeno número de estações, no âmbito dos critérios de uma rede mínima, pode atender a demandas imediatas. Em geral, pluviômetros deveriam estar uniformemente distribuídos de forma consistente com as necessidades de informações e com a localização dos observadores voluntários. Em regiões acidentadas, atenção deve ser dada ao componente vertical, instalando pluviômetros em altitudes elevadas.

De acordo com a WMO (1981), uma rede mínima poderá ser composta com três tipos de aparelhos medidores:

- a) Aparelhos padrão – onde as leituras são feitas diariamente. Além da lâmina diária da precipitação, as condições climáticas devem ser verificadas em cada estação pluviométrica padrão.

- b) Registradores – a maior densidade para este tipo de estação deve ser conseguida para áreas sujeitas a chuvas intensas e de curta duração. Tais estações fornecerão informações valiosas a respeito da intensidade, distribuição e duração da precipitação. Para áreas urbanas onde a resolução de tempo requerida para medidas de chuvas é da ordem de um a dois minutos, atenção especial deve ser dispensada à sincronização de tempo dos aparelhos.
- c) Armazenadores - em regiões de baixa densidade populacional ou remotas, como nos desertos ou em terrenos montanhosos, aparelhos armazenadores podem ser usados. As medições são normalmente realizadas mensalmente, sazonalmente, ou sempre que for possível inspecionar as estações;

É importante ressaltar a importância da posição de estações pluviométricas e pluviográficas em relação às estações fluviométricas de modo a assegurar que os dados de precipitação gerados sejam válidos para possíveis análises hidrológicas com base na relação da precipitação com o escoamento. As estações pluviométricas ou pluviográficas devem estar instaladas na bacia de modo a permitir a estimativas de precipitação em cada ponto de funcionamento de uma estação fluviométrica.

ESCANDOLHERO (2003), procedeu em seu trabalho um levantamento completo das estações hidrometeorológicas existentes na BAP, utilizando para tanto, como principal ferramenta, o Sistema Hidro. Este trabalho apresenta entre as estações levantadas as pluviométricas, evaporimétricas, climatológicas, fluviométricas (cotas e descargas médias), sedimentométricas, de qualidade das águas e telemétricas.

O Sistema Hidro começou a ser projetado a partir de 1998 com o objetivo de sanar os problemas enfrentados pelos usuários do sistema anterior e de atualizá-lo tecnologicamente. Trata-se de uma aplicação de banco de dados do tipo cliente/servidor desenvolvida para o ambiente gráfico Windows.

ESCANDOLHERO (2003), em seu trabalho, utilizou o Sistema Hidro como fonte de informações sobre as estações pluviométricas e pluviográficas existentes na BAP, disponibilizado pela Agência Nacional de Águas, através da internet, via Sistema Hidroweb. Para o presente trabalho foram utilizadas as informações levantadas por ESCANDOLHERO (2003), com os devidos complementos e atualizações.

Esse sistema permite: o gerenciamento de uma base de dados hidrometeorológica armazenada em um banco de dados relacional; a entrada de dados por parte das entidades que operam uma rede hidrometeorológica; a análise de consistência dos dados fluviométricos e sua manipulação; a geração de séries históricas de cotas linimétricas; o cálculo de funções estatísticas básicas necessárias à determinação dos períodos de máximas vazante e cheia, dentre outros.

O Sistema suporta dois tipos de dados hidrometeorológicos: dados de inventário (como rios e estações) e dados de séries históricas (como medições diárias de cotas e chuvas). Esses dados estão agrupados em unidades básicas de processamento denominadas, registros. Desta forma, um registro pode ser de inventário ou de série.

Os registros do Sistema Hidro estão classificados da seguinte forma:

a) Registros de Inventário

- Bacia – dados de identificação de bacia hidrográfica.
- Sub-bacia – dados de identificação de sub-bacia hidrográfica.
- Rio – dados de identificação de curso d'água.
- Estado – dados de identificação de unidade da federação ou de país da América do Sul.
- Município – dados de identificação de município.
- Entidade – dados de identificação de entidade responsável ou operadora de estações hidrometeorológicas.
- Estação – dados de identificação de estação hidrometeorológica.
- Plano de Trabalho – dados de plano de operação, manutenção e instalação de estações.

b) Registros de Série

- Cotas – níveis d'água (cotas) mensais de um ponto de rio.
- Vazões – vazões líquidas mensais de um ponto de rio.
- Chuvas – totais pluviométricos mensais de uma região.
- Clima – parâmetros climatológicos mensais de uma região.
- Qualidade da Água – medição de parâmetros de qualidade da água de um ponto de rio.
- Resumo de Descarga – resumo de medição de descarga líquida de uma seção transversal de um rio.
- Sedimentos – medição de sedimentos em uma seção transversal de um rio.
- Curva de Descarga – representação de uma curva Cota x Vazão de uma seção transversal de um rio. Essa curva pode ser representada algebricamente, através de uma equação, ou discretamente, através de uma tabela Cota x Vazão.
- Perfil Transversal – medição de perfil transversal de um rio.

É importante observar que no funcionamento do Sistema, um registro de série sempre estará associado a uma estação.

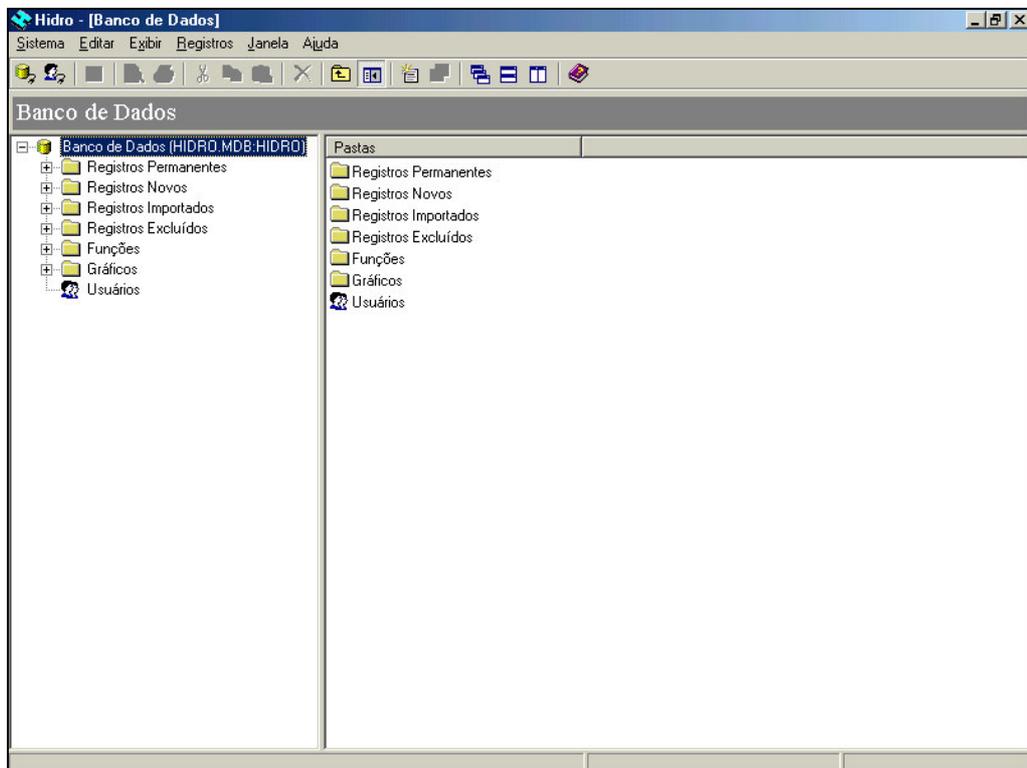
Para a troca de dados entre dois ou mais bancos de dados, o Hidro permite a exportação de qualquer tipo de registro para arquivos especiais, denominados arquivos de intercâmbio. Posteriormente, esses arquivos podem ser importados em outro banco de dados, possibilitando assim a troca de dados entre bancos. Isso é particularmente importante no caso de entidades que operam uma rede de estações e necessitam enviar dados para o banco de dados central.

Sendo o Sistema Hidro um aplicativo para Windows, do tipo MDI (*Multiple Document Interface*), permite que várias janelas da aplicação estejam abertas simultaneamente na sua área de

trabalho. A principal janela do Hidro é denominada janela “banco de dados” (Figura 3.4.18) que representa o banco de dados conectado ao sistema, que a partir da mesma, a maioria das operações são iniciadas.

Essa janela foi dividida em duas partes: à esquerda é mostrada uma hierarquia de pastas representando a estrutura do banco de dados; e à direita o conteúdo da pasta selecionada. A partir da pasta raiz (“banco de dados”) as principais pastas do Hidro são:

- a) Registros Permanentes - Contém registros, brutos e consistidos, que compõem a base de dados permanente (ou oficial) do usuário.
- b) Registros Novos - Todos os registros criados pelo usuário são inseridos nesta pasta. Posteriormente, esses registros podem atualizar o conteúdo da pasta “Registros Permanentes”.
- c) Registros Importados - Todos os registros importados pelo usuário são colocados nesta pasta. Posteriormente, esses registros podem atualizar o conteúdo da pasta “Registros Permanentes”.
- d) Registros Excluídos - Todos os registros excluídos pelo usuário são colocados nesta pasta, permitindo que possam ser posteriormente recuperados ou removidos definitivamente do banco de dados. Na pasta “Registros Excluídos”, os registros estão organizados por tipo em sub-pastas especiais denominadas lixeiras.
- e) Funções - Pasta a partir da qual são executadas as funções do Hidro.
- f) Gráficos - Pasta a partir da qual são criados os gráficos do Hidro.
- g) Usuários - Pasta contendo a lista de usuários do banco de dados.



**Figura 3.4.18 – Janela “banco de dados” do Sistema Hidro**

**Fonte: ANA (2003a)**

Para cada tipo de registro do Sistema existe uma janela específica para sua criação, edição ou visualização. Essas janelas são denominadas janelas de registro e estão subdivididas em janelas de registros de inventário e janelas de registros de série (para registros que compõem séries históricas de medições). Em todas as janelas de registros de série, além das informações sobre o registro propriamente dito, são mostradas também informações básicas da estação hidrometeorológica associada.

Alguns gráficos foram incluídos nas janelas de registros de série. O objetivo desses gráficos é apenas auxiliar na conferência dos dados durante a criação do registro ou, posteriormente, durante uma checagem de consistência. Ressalta-se porém que são para alguns casos apenas.

Como funções básicas, o Sistema Hidro permite:

- a) o cálculo de algumas estatísticas básicas de séries de cotas, vazões e chuvas. Essas estatísticas são as seguintes:
  - Máxima mensal, anual e de longo período;
  - Mínima mensal, anual e de longo período;
  - Média mensal, anual e de longo período;
  - Total mensal, anual e de longo período;
  - Número de leituras mensais, anuais e de longo período;
- b) o cálculo de curvas de permanência de séries de cotas, vazões e chuvas. O cálculo pode ser com dados diários ou mensais e é feito a partir da classificação da série analisada em classes de valores;
- c) o cálculo de vazões através de três métodos:
  - Curva de Descarga;
  - Transferência;
  - Soma;
- d) o cálculo de uma ou mais séries de cotas médias diárias a partir de um conjunto de registros de cotas horárias.

## 4 . ÁREA DE ESTUDO

O Brasil possui a maior disponibilidade hídrica do planeta, ou seja, 13,8% do deflúvio médio mundial. A produção hídrica, em território nacional é de 182.170 m<sup>3</sup>/s, o que equivale a um deflúvio anual de cerca de 5.744 km<sup>3</sup>. Levando-se em consideração as vazões produzidas na área das bacias Amazônica, Paraná, Paraguai e Uruguai que se encontram em território estrangeiro, estimadas em 76.580 m<sup>3</sup>/s, essa disponibilidade hídrica total atinge 258.750 m<sup>3</sup>/s (FREITAS E SANTOS, 1999).

A área de estudo do presente trabalho consiste na parte alta da Bacia do Rio Paraguai, denominada Bacia do Alto Paraguai (BAP), delimitando-se do restante da Bacia do Rio Paraguai pela foz do Rio Apa.

### 4.1 LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA

A Bacia do Alto Paraguai possui uma área total de 496.000 km<sup>2</sup>, compartilhada pelo Brasil, Paraguai e Bolívia. Na Argentina, em Corrientes, o Rio Paraguai escoar para o Rio Paraná, o principal rio da Bacia do Prata. A área em território brasileiro é de 396.000 km<sup>2</sup>, sendo que as suas coordenadas geográficas extremas são as latitudes 14°08'S e 22°10'S e longitude 53°09'W e 59°42'W. Estas coordenadas abrangem cerca de 880 km no sentido norte-sul e 700 km no sentido leste-oeste, encravadas no centro da América do Sul (PCBAP, 1997).

Ao norte e a oeste a BAP é vizinha à Bacia Amazônica, a leste à Bacia do Araguaia e ao sul à Bacia do Paraná. A bacia pode ser dividida em uma região alta, denominada Planalto, e uma região baixa e plana, denominada Planície Pantaneira ou Pantanal, que é temporariamente e parcialmente inundada pelo Rio Paraguai e pelos seus principais afluentes todos os anos (CLARKE, TUCCI E COLLISCHONN, 2003).

A Figura 4.1.1 apresenta a localização geográfica da Bacia Hidrográfica do Alto Rio Paraguai.

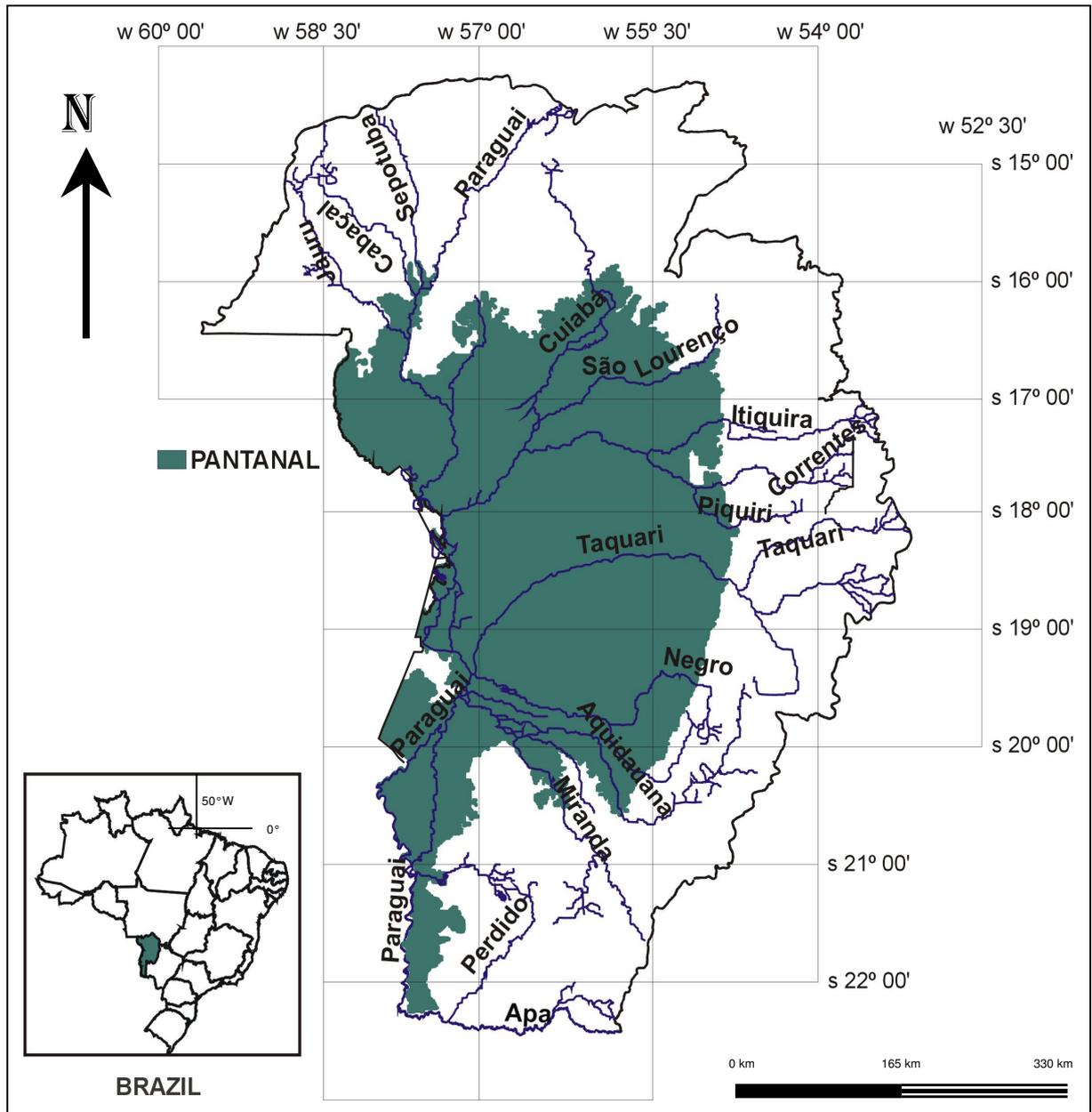


Figura 4.1.1 – Bacia Hidrográfica do Alto Rio Paraguai

Fonte: Programa Pantanal (2001)

## 4.2 ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS

Segundo dados da ANA (2003c), a população da Região Hidrográfica do Paraguai, em 2000, era de 1.887.401 habitantes, (1% da população do Brasil), sendo 84,7% em áreas urbanas (Tabela 4.2.1). A região abrange 91 municípios, sendo os principais centros populacionais os municípios de Cuiabá (483 mil habitantes), Várzea Grande (215 mil habitantes), Rondonópolis (150 mil habitantes),

Corumbá (95 mil habitantes) e Cáceres (85 mil habitantes). Excluindo-se o município de Corumbá, que localiza-se em MS, os demais municípios citados pertencem a MT.

A unidade hidrográfica do Alto Cuiabá é a mais populosa, apresentando 41% da população total. A densidade demográfica da região é de 5,2 hab/km<sup>2</sup>, bem menor que a densidade demográfica do país (19,8 hab/km<sup>2</sup>).

**Tabela 4.2.1 – População da Região Hidrográfica do Paraguai**

Unidade Hidrográfica	População (habitantes)			Urbanização (%)
	Urbana	Rural	Total	
Alto Paraguai	268.556	68.608	337.164	79,6
Alto Cuiabá	737.428	37.949	775.377	95,1
Baixo Cuiabá	25.814	37.863	63.677	40,5
Alto São Lourenço	205.650	26.839	232.489	88,4
Itiquira/Correntes	11.109	9.471	20.580	53,9
Taquari	175.500	22.787	198.287	88,5
Negro	3.708	13.303	17.011	21,8
Miranda	135.509	58.659	194.168	69,8
Nabileque	0	4.078	4.078	0
Apa	35.379	9.191	44.570	79,4
<b>Total</b>	<b>1.598.653</b>	<b>288.748</b>	<b>1.887.401</b>	<b>84,7</b>

Fonte: ANA (2003c)

Em relação aos indicadores socioeconômicos, a taxa de mortalidade infantil (por mil nascidos vivos) dos estados da região é de 27,03 no Mato Grosso e 23,98 no Mato Grosso do Sul, valores abaixo da média nacional (33,5) (IBGE, 2000 *apud* ANA, 2003c). O Produto Interno Bruto (PIB) per capita é de R\$ 4.695 no Mato Grosso e R\$ 5.255 no Mato Grosso do Sul, portanto abaixo da média do Brasil, que é de R\$ 5.740 (IBGE, 1999 *apud* ANA, 2003c). O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) para os anos de 2000, nas unidades da federação existentes na região hidrográfica é de 0,778 no Mato Grosso do Sul, e 0,773 no Mato Grosso, sendo que o IDH nacional é de 0,766. Os estados de Mato Grosso do Sul e Mato Grosso ficam em 7º e 9º lugares, respectivamente, na classificação do IDH dos estados brasileiros (PNUD, 2003).

Com relação aos indicadores de saneamento básico (Tabela 4.2.2), 77% da população da região hidrográfica é abastecida de água, percentual abaixo do valor médio nacional que é de 81,5%. O percentual da população da região hidrográfica com rede de esgoto é de 20%, abaixo do percentual nacional (47,2%). Quanto ao esgoto tratado, a região apresenta um percentual de 17,2%, próximo da média nacional, que é de 17,8% (ANA, 2003c).

A Bacia do Alto Paraguai é caracterizada pela baixa densidade populacional, com destaque de poucos centros urbanos de médio porte, não apresentando problemas de monta com disponibilidades para o abastecimento doméstico de água.

Os centros urbanos possuem dinâmicas articuladas a partir de amplo predomínio de atividades primárias extensivas, principalmente a cultura de grãos e a pecuária de corte, decorrendo de tais atividades demandas adicionais para a irrigação e para a dessedentação de rebanhos.

Tabela 4.2.2 – Indicadores de saneamento básico

Unidade Hidrográfica	Abastecimento de Água	Rede de Esgoto	Esgoto Coletado e Tratado
	(% da população)	(% da população)	(%)
Alto Paraguai	58,8	6,3	3,6
Alto Cuiabá	83,4	34,8	22,0
Baixo Cuiabá	58,4	1,5	0
Alto São Lourenço	86,2	18,8	43,9
Itiquira/Correntes	76,9	0,7	0
Taquari	83,8	7,3	0,4
Negro	75,7	0,3	0
Miranda	69,8	7,8	8,2
Nabileque	0	0	0
Apa	73,0	8,8	3,0
<b>Total</b>	<b>77,0</b>	<b>20,0</b>	<b>17,2</b>
<b>Brasil</b>	<b>81,5</b>	<b>47,2</b>	<b>17,8</b>

Fonte: ANA (2003c)

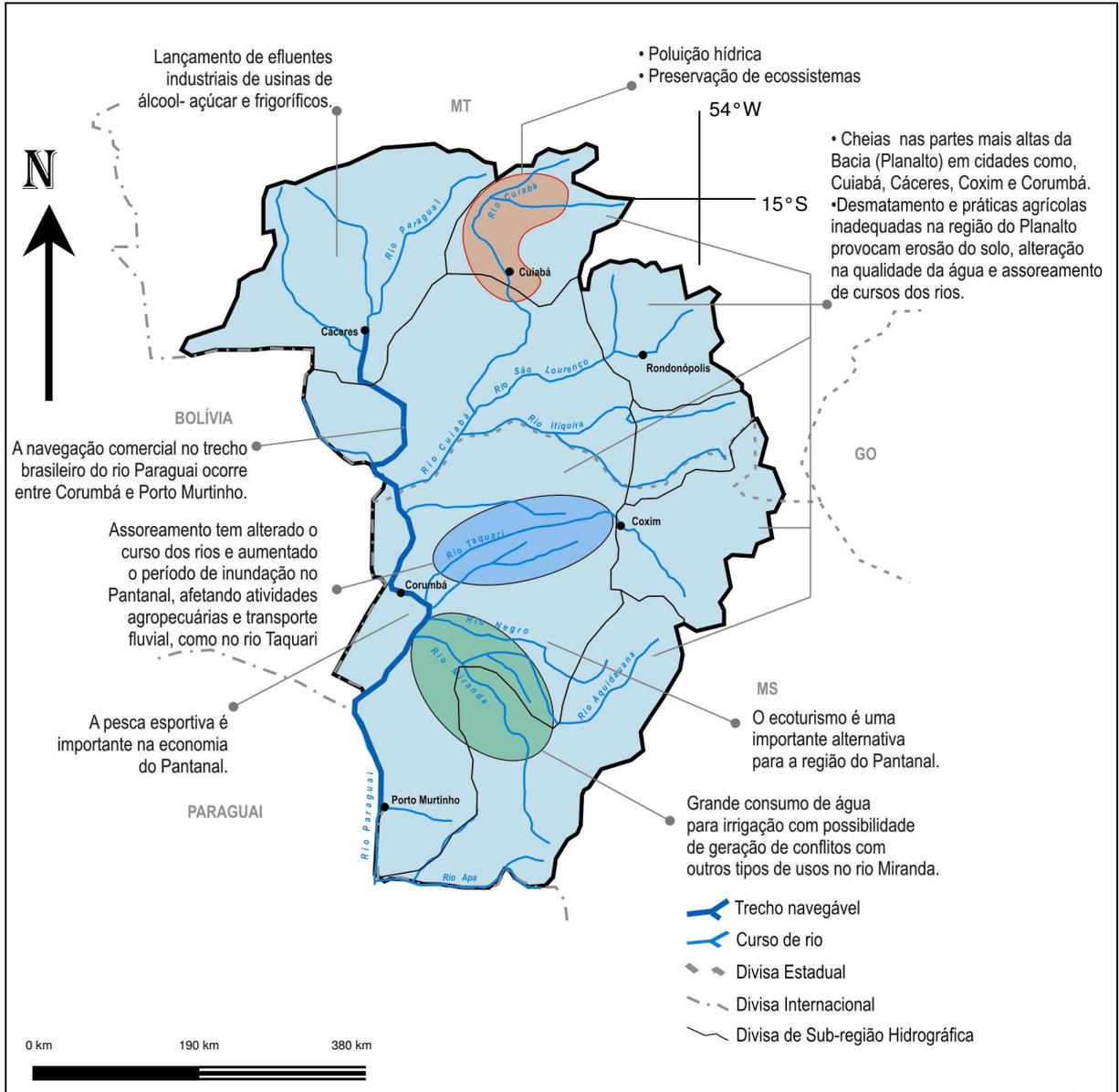
O Rio Paraguai tem grande importância como via de navegação para o transporte de produtos como minério de grãos e, para incrementar o uso para navegação, têm sido propostos planos de modificações de seu leito. É importante avaliar como as modificações propostas podem afetar o comportamento hidrológico e sedimentológico do Pantanal. Historicamente, as atividades humanas nesta região sempre têm sido influenciadas pelos condicionantes hidrológicos (COSTA, 1999).

Pela sua configuração fisiográfica, a Região Hidrográfica do Paraguai não apresenta potencial para instalação de grandes usinas hidrelétricas. Atualmente existem 12 empreendimentos hidrelétricos instalados, totalizando 340.944 kW, isto representando 0,05% do total do país (ANEEL, 2002 *apud* ANA, 2003c). A construção de cinco usinas termelétricas nos Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, usando gás oriundo da Bolívia, irão aumentar a capacidade de geração de energia.

A navegação comercial no trecho brasileiro do rio Paraguai ocorre principalmente entre Corumbá e Porto Murtinho. O trecho a montante da cidade sul-mato-grossense de Corumbá requer, em períodos de águas baixas, algumas dragagens, para que não sofra solução de continuidade. Os afluentes do rio Paraguai apresentam maior dificuldade para transporte comercial devido ao assoreamento e mudanças de leito. A hidrovia Paraguai-Paraná originalmente previa a realização de dragagens, remoção de rochas e retificação de curvas no rio Paraguai ao longo de 3.442 km, formando um canal de navegação mais profundo entre as cidades de Cáceres, no Brasil, e Nueva Palmira, no Uruguai. No entanto, devido aos impactos ambientais envolvidos nesta proposta, o governo federal está estudando alternativas de menor impacto para a implementação da hidrovia (ANA, 2003c).

O turismo ligado à pesca esportiva e o ecoturismo representam importante atividade econômica no Pantanal. Existem cerca de 260 espécies de peixes na região que dependem da manutenção da qualidade dos recursos hídricos (ANA, 2003c).

A Figura 4.2.1 apresenta a região hidrográfica do Alto Paraguai, destacando-se alguns aspectos prioritários, segunda ANA (2003c).



**Figura 4.2.1 – Região hidrográfica do Alto Paraguai e seus aspectos prioritários**

Fonte: ANA (2003c)

### 4.3 RELEVO

Com uma área total de aproximadamente 396.000 km<sup>2</sup>, a bacia em questão apresenta duas áreas geográficas distintas: o Planalto, representado pela parte superior da bacia, com uma área aproximada de 256.000 km<sup>2</sup>, de alta drenagem e que possui comportamento hidrológico encontrado na maioria das bacias hidrográficas brasileiras; e o Pantanal, que é a parte inferior da bacia, com uma área de aproximadamente 140.000 km<sup>2</sup>, de baixa drenagem sujeita, na sua quase totalidade, a inundação e

ao acúmulo de águas devido às depressões existentes e com características singulares de comportamento hidrológico (MATO GROSSO DO SUL, 1990).

Limitado pelo Rio Paraguai a Oeste, pela Serra da Bodoquena ao Sul e pelos planaltos e chapadas a Leste e ao Norte, o Pantanal é formado por terrenos predominantemente planos e suavemente ondulados, alagados periodicamente por uma série de rios, corixos<sup>1</sup> e vazantes<sup>2</sup> entremeados de lagoas, baías<sup>3</sup> e leques aluviais. Nas cheias, estes corpos d' água se comunicam e são encontrados pelas águas do Rio Paraguai, correndo em meio a esse emaranhado de águas que carregam a renovação e os nutrientes necessários para a fertilização dos vários ecossistemas (PROGRAMA PANTANAL, 2001).

A parte nordeste da BAP é constituída de patamares, escarpas e depressões interpatamares, com altimetria entre 200 e 600 m. Ao sul e sudeste, com depressões, serras e planícies colúvias, as altimetrias variam de 200 a 400 m. Na Serra da Bodoquena, um conjunto de relevos dispostos na direção norte-sul, altitudes de 400 a 650 m e, a parte leste de seu contorno, constituída por uma região de transição chaquenha, possui altimetrias de 400 a 500 m. O contorno da região pantaneira entre o norte da Serra da Bodoquena e as escarpas da Serra de Maracaju apresenta variações entre 100 e 300 m e, finalmente, no nível mais baixo da BAP, com altitudes inferiores a 150 m, tem-se as regiões chaquenha e pantaneira, formando o Pantanal (MATO GROSSO DO SUL, 1990).

#### 4.4 HIDROGRAFIA

A área da Bacia do Rio Paraguai, na sua confluência com o Rio Paraná, é de 1,095 milhões de quilômetros quadrados, aproximadamente, representando mais de 35% da Bacia do Prata. A área drenada pertence a quatro países: a Argentina (165.000 km<sup>2</sup>); a Bolívia (205.000 km<sup>2</sup>); Brasil (370.000 km<sup>2</sup>) e Paraguai (355.000 km<sup>2</sup>). No local onde se encontram o Paraguai e o Paraná, junto às cidades de Corrientes e Resistência, na Argentina, a vazão média do rio Paraguai é de 2.700 m<sup>3</sup>/s, o que corresponde a uma vazão específica de 2,47 L/s.km<sup>2</sup>, que é significativamente menor do que a vazão específica do Rio Paraná, que chega a 11,72 L/s.km<sup>2</sup>. Essa diferença é uma consequência da diferença entre o regime pluviométrico das duas bacias e da topografia extremamente plana do Pantanal, onde a evaporação é incrementada em grandes áreas permanentemente ou temporariamente inundadas (CLARKE, TUCCI E COLLISCHONN, 2003).

---

<sup>1</sup> Curso d'água de fluxo estacional, com calha definida (leito abandonado de rio), geralmente com mata ciliar (ABDON, POTT E SILVA, 1998).

<sup>2</sup> Curso d'água temporário, amplo, sem calha definida; no período seco geralmente é coberta por gramíneas (ABDON, POTT E SILVA, 1998).

<sup>3</sup> Lagoas temporárias ou permanentes de tamanho variado, podendo apresentar muitas espécies de plantas aquáticas emergentes, submersas, ou flutuantes (ABDON, POTT E SILVA, 1998).

O rio Paraguai nasce na Chapada dos Parecis em Mato Grosso, e ao longo de seu curso rumo ao sul recebe vários afluentes importantes pela margem esquerda, destacando-se os rios Cuiabá, São Lourenço, Taquari, Miranda e Negro. A Região Hidrográfica do Paraguai se divide em duas áreas principais: Planalto (215.963 km<sup>2</sup>), que são terras acima de 200 m de altitude, e Pantanal (147.629 km<sup>2</sup>), que são terras abaixo de 200 m de altitude, que apresentam baixa capacidade de drenagem e estão sujeitas a grandes inundações (ANA, 2003c).

Em pontos importantes, onde já foram realizadas medições de vazão, apresentam as seguintes características anuais, conforme o Sistema de Informações Hidrológicas da ANA, cujos períodos das vazões apresentadas são variáveis, conforme Tabela 4.4.1 (ANA, 2003b).

**Tabela 4.4.1 – Estações de medição de vazões em períodos variáveis na Bacia do Rio Paraguai**

<b>Estação</b>	<b>Rio</b>	<b>Vazão Média (m<sup>3</sup>/s)</b>
Tapirapuã	Paranaíba	191
São José do Sepotuba	Sepotuba	146
Baía Grande	Jauru	98,5
Montante da Barra	Casca	98,5
Porto de Cima	Manso	165
Quebo	Cuiabá	103
Rosário Oeste	Cuiabá	273
Acorizal	Cuiabá	328
Rondonópolis	Vermelho	110
São Lourenço de Fátima	São Lourenço	126
Acima do Córrego Grande	São Lourenço	292
São Jerônimo	Piquiri	193
São José do Piquiri	Piquiri	217
Perto de Pedro Gomes	Taquari	132
Coxim	Taquari	271
Miranda	Miranda	86,6
Aquidauana	Aquidauana	110
Cáceres	Paraguai	526
Descalvados	Paraguai	463
Porto da Manga	Paraguai	1373
Porto Esperança	Paraguai	1860

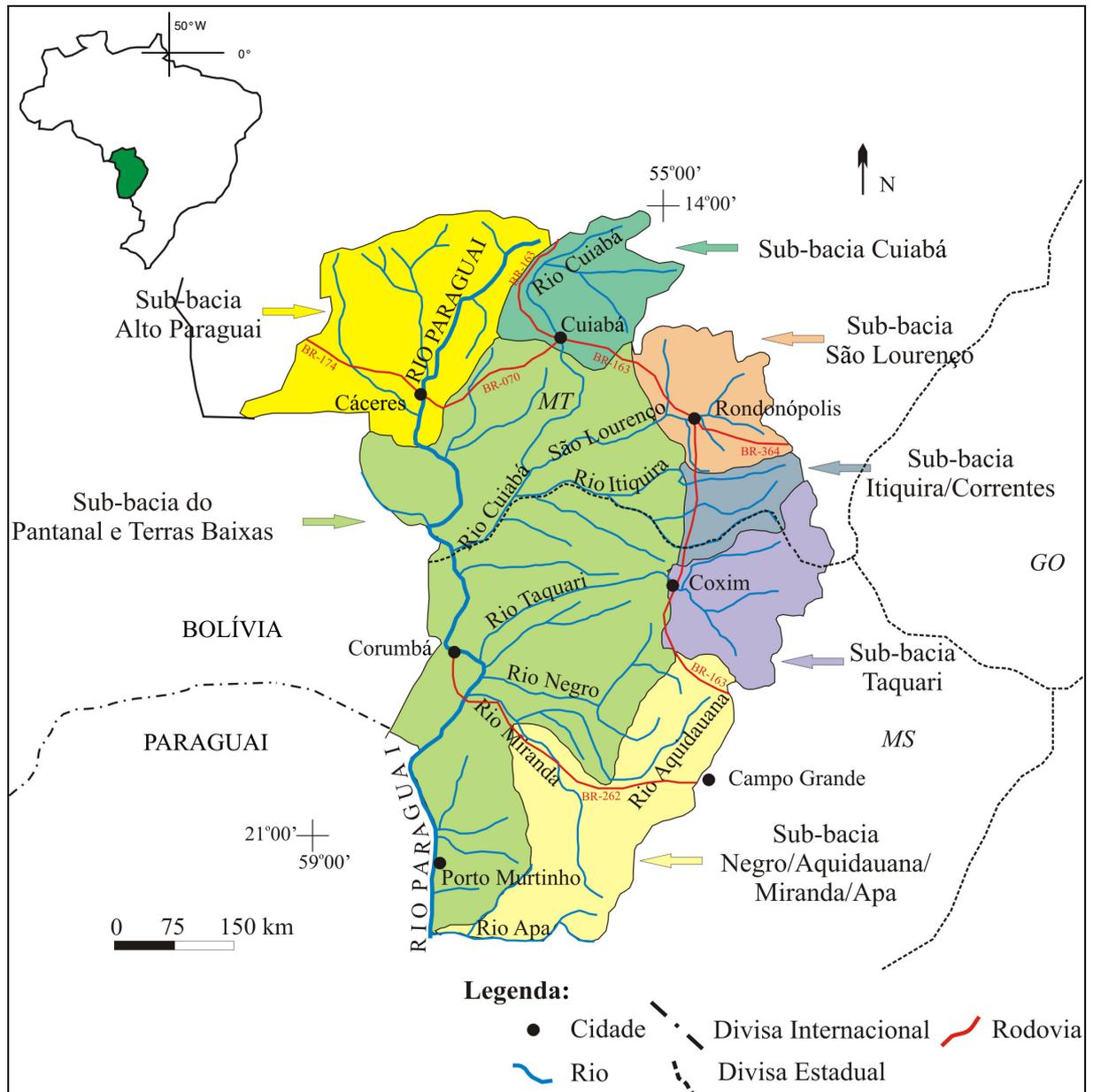
**Fonte: ANA (2003b)**

Em território nacional, a área de drenagem do Paraguai está compreendida dentro das sub-bacias 66 e 67, de acordo com a classificação do inventário da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), de acordo com ELETROBRÁS (1997), sendo apresentada na Figura 4.4.1, a BAP com suas respectivas sub-bacias hidrográficas (ESCANDOLHERO, 2003).

Mesmo que, atualmente, a Resolução CNRH n° 30/02 tenha definido que tais sub-bacias correspondam aos códigos 89 e 87, os bancos de dados existentes ainda remetem à denominação antiga, portanto, sendo tais sub-bacias referenciadas no presente trabalho pelos códigos 66 e 67.

A área de drenagem da Bacia do Alto Paraguai é de 496.000 km<sup>2</sup>, cobre regiões da Bolívia, Paraguai (limite na foz do rio Apa) e dos Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Os principais formadores do Rio Paraguai são o Cuiabá, São Lourenço, Piquiri, Taquari, Miranda e Negro, todos pela margem esquerda (PCBAP, 1997)

O Pantanal funciona como um grande reservatório que retém a maior parte da água oriunda do Planalto e regulariza a vazão do rio Paraguai. A baixa capacidade de drenagem dos rios e lagoas que se formam no Pantanal, juntamente com a influência do clima da região, faz com que cerca de 60% da água proveniente do Planalto seja perdida por evaporação (ANA, 2003c).



**Figura 4.4.1 – Região hidrográfica do Rio Paraguai, em território brasileiro**

Fonte: ANA (2003c)

A situação atual da Região Hidrográfica do Paraguai, em termos de disponibilidade e demandas, está apresentada na Tabela 4.4.2, no qual se observa que a unidade hidrográfica do rio Miranda apresenta as maiores demandas para irrigação e dessedentação animal, e o Alto Cuiabá a maior demanda urbana e rural (ANA, 2003c).

Tabela 4.4.2 – Quadro de disponibilidade e demanda de recursos hídricos

Unidade Hidrográfica	Área (km <sup>2</sup> )	P (mm)	E (mm)	Disponibilidade			Demanda (m <sup>3</sup> /s)					Demanda/Dispon.*** (%)	
				Q (m <sup>3</sup> /s)	q (L/s/km <sup>2</sup> )	Q95 (m <sup>3</sup> /s)	Urbana	Rural	Animal	Industrial	Irrigação		Total
Alto Paraguai	53.440	1.508	1.109	676	12,7	238	0,42	0,36	1,50	0,26	0,44	2,97	1,30
Alto Cuiabá	28.884	1.468	981	446	15,4	86	1,91	0,36	0,41	0,60	0,17	3,45	4,00
Baixo Cuiabá	58.562	1.306	1.337	-57*	-	-	0,04	0,07	0,78	0,01	0,61	1,50	0,28**
Alto S. Lourenço	21.442	1.459	1.025	295	13,8	119	0,53	0,10	0,67	0,11	0,45	1,86	1,60
Itiquira/Correntes	17.580	1.456	1.022	242	13,8	97	0,02	0,02	0,43	0,04	2,36	2,87	2,90
Taquari	68.802	1.347	1.378	-68*	-	-	0,39	0,10	1,61	0,05	0,58	2,73	0,51**
Negro	34.635	1.351	1.381	-34*	-	-	0,01	0,02	0,76	0	0,14	0,92	0,17**
Miranda	44.061	1.403	1.214	263	6,0	69	0,25	0,16	1,75	0,04	3,14	5,34	7,80
Nabileque	18.600	1.323	1.354	-18*	-	-	0	0	0,32	0	0,01	0,33	0,05**
Apa	17.436	1.489	1.330	88	5,0	33	0,07	0,03	0,57	0	0,19	0,86	0,13**
<b>Total</b>	<b>363.445</b>	<b>1.396</b>	<b>1.239</b>	<b>1.833</b>	<b>5</b>	<b>687</b>	<b>3,64</b>	<b>1,22</b>	<b>8,77</b>	<b>1,1</b>	<b>8,1</b>	<b>22,8</b>	<b>3,32</b>
<b>% do País</b>	<b>4,26</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1,1</b>	<b>-</b>	<b>0,9</b>	<b>0,8</b>	<b>1</b>	<b>7,6</b>	<b>0,42</b>	<b>0,66</b>	<b>1,04</b>	<b>-</b>

P: Precipitação média anual; E: Evapotranspiração real; Q Vazão média de longo período; q: Vazão específica; Q95: Vazão com permanência de 95%

\* Contribuição negativa devido à alta evapotranspiração potencial na região do Pantanal

\*\* Disponibilidade considerada como o somatório do Q95 das bacias de montante

\*\*\*Disponibilidade considerada igual a Q95

A contribuição de territórios estrangeiros para as vazões médias da Região Hidrográfica é de 595,23 m<sup>3</sup>/s

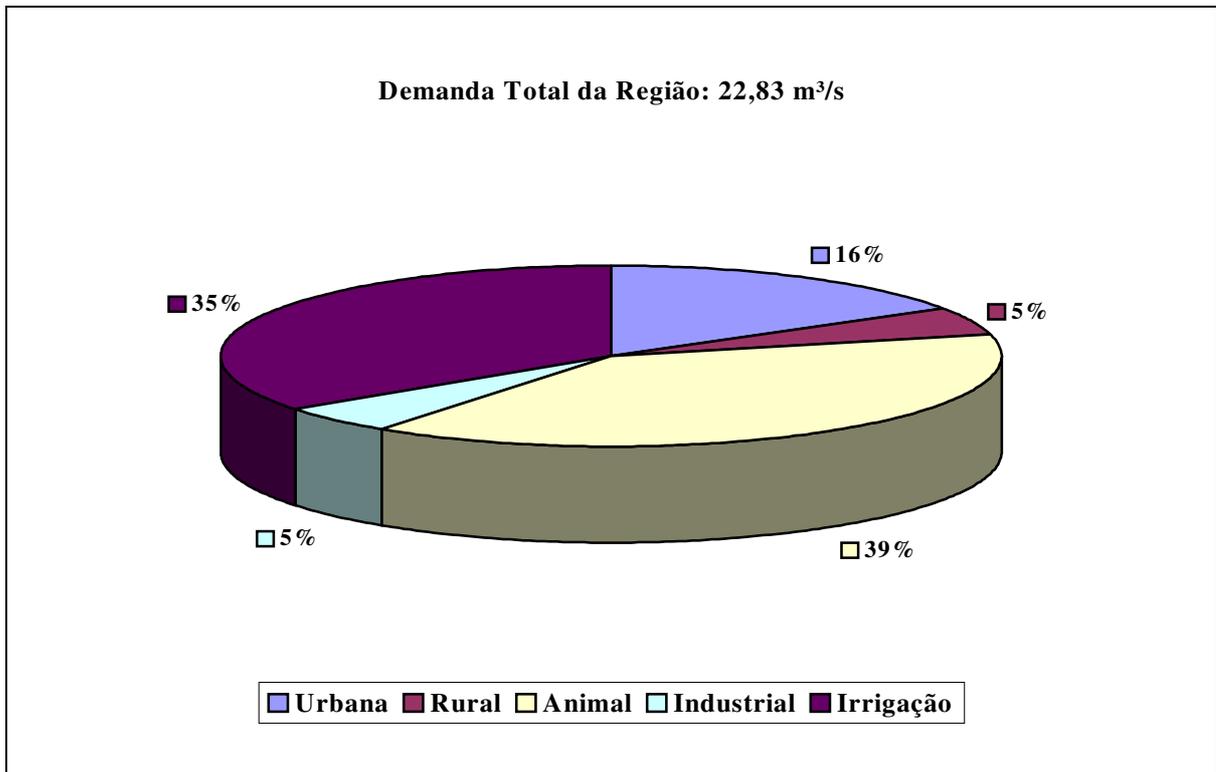
Fonte: ANA (2003c)

Segundo ANA (2003c), as demandas associadas aos principais usos consuntivos são analisadas a seguir:

- Demanda urbana:** a demanda é de 3,64 m<sup>3</sup>/s (16% da demanda total) se concentra na unidade hidrográfica do Alto Cuiabá (47%), na qual se localiza a região metropolitana de Cuiabá e Várzea Grande, que enfrenta problemas de abastecimento devido à poluição dos rios causada pela ausência de tratamento de esgotos.
- Demanda rural:** a demanda é de 1,22 m<sup>3</sup>/s (5% da demanda total) e se concentra nas unidades hidrográficas do Alto Cuiabá e do Alto Paraguai.
- Demanda animal:** a demanda animal é de 8,77 m<sup>3</sup>/s (39% da demanda total), sendo o maior valor observado na unidade hidrográfica do rio Miranda.
- Demanda industrial:** a demanda industrial é de 1,10 m<sup>3</sup>/s (5% da demanda total), sendo os maiores valores observados na unidade hidrográfica do Alto Cuiabá. As indústrias têm cerca de 75% de suas necessidades de água supridas por fontes superficiais que abastecem os sistemas públicos, e consomem cerca de 5% da produção total de água tratada. O principal segmento industrial é o alimentício, que gera efluentes com elevada carga orgânica.
- Demanda de irrigação:** a demanda de irrigação é de 8,10 m<sup>3</sup>/s (35% da demanda total). Em termos gerais, a irrigação na Região Hidrográfica do Paraguai é bastante pequena, somente a irrigação para o cultivo do arroz na unidade hidrográfica do rio Miranda é expressiva. A

demanda de irrigação varia entre 3,9 e 20,6 m<sup>3</sup>/s nos meses de menor e maior demanda, respectivamente. A área irrigada é estimada em 25.709 ha.

A demanda total de água na região hidrográfica é de 22,83 m<sup>3</sup>/s (1,04% do país), sendo 39% para dessedentação de animais, 35% para irrigação, 16% para abastecimento urbano, 5% para abastecimento rural e 5% para uso industrial (Figura 4.4.2).



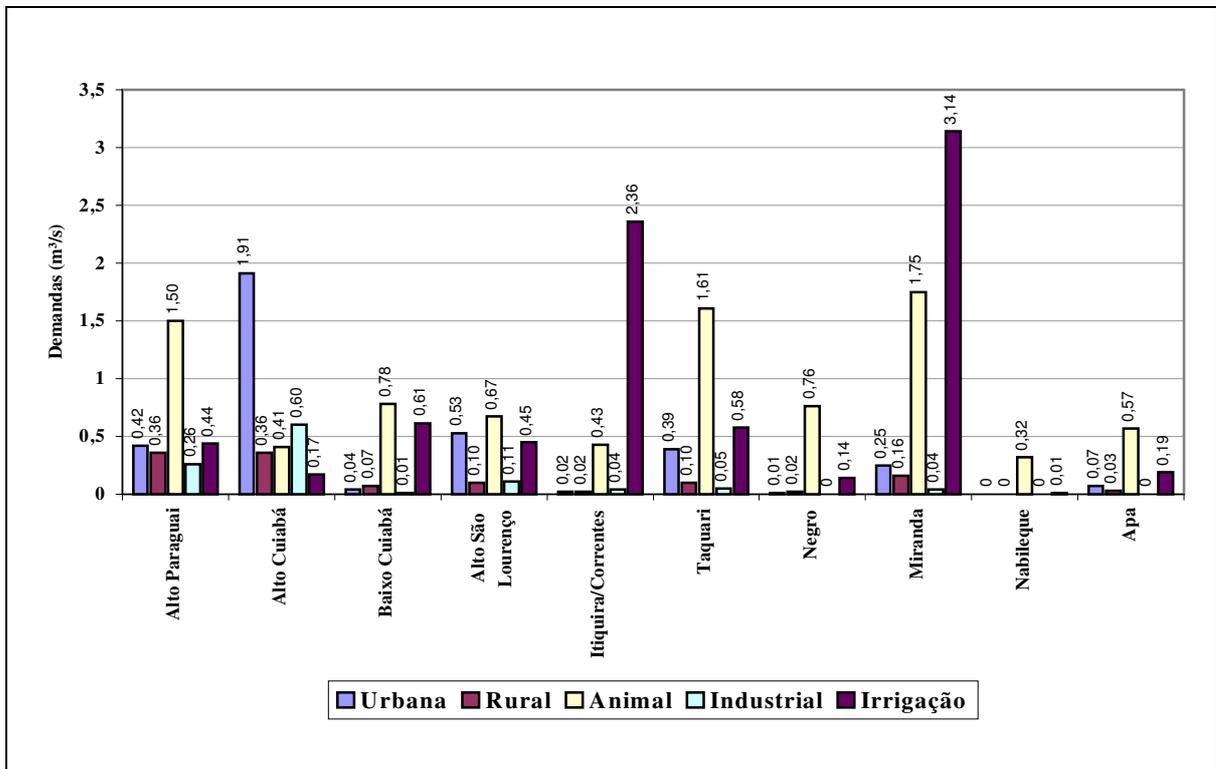
**Figura 4.4.2 – Distribuição percentual das demandas da Região Hidrográfica do Paraguai**

Fonte: ANA (2003c)

A Figura 4.4.3 apresenta a distribuição das demandas por unidades hidrográficas, onde se verificam os maiores valores concentrados na unidade hidrográfica do rio Miranda, principalmente devido à irrigação de arroz. A maior demanda para abastecimento urbano ocorre na unidade hidrográfica do alto Cuiabá. As demandas para dessedentação animal são maiores nas unidades hidrográficas dos rios Miranda, Taquari e Alto Paraguai (ANA, 2003c).

Entre os eventos críticos destacam-se as enchentes que são um processo natural da Região Hidrográfica do Paraguai e se propagam pelo Pantanal durante vários meses do ano (outubro a abril), formando lagoas temporárias em uma área de até 100.000 km<sup>2</sup>. A partir de maio as águas começam a baixar lentamente, época conhecida como vazante. Quando o solo volta a secar permanece uma fina camada de nutrientes no solo, que aumenta sua fertilidade, propiciando o crescimento de capins nativos que servem de alimento para o rebanho da região. Devido ao assoreamento dos rios, desde a década de 70 vem ocorrendo um aumento dos períodos de inundação e propriedades produtivas

passaram a ficar grande parte do ano inundadas, prejudicando suas atividades. Proprietários de terras têm construído diques para reduzir as áreas inundadas, alterando o regime fluvial (ANA, 2003c).



**Figura 4.4.3 – Distribuição das demandas da Região Hidrográfica do Paraguai**

Fonte: ANA (2003c)

Em relação à poluição doméstica, a carga orgânica remanescente é de 74 toneladas de DBO<sub>5</sub>/dia (1,1% do total do país), e se concentra nas proximidades da região metropolitana de Cuiabá e Várzea Grande, na unidade hidrográfica do Alto Cuiabá (44,6% do total), conforme demonstra a Tabela 4.4.3 (ANA, 2003c).

Durante a época das cheias a qualidade da água piora em alguns trechos de rio, devido ao arraste de material vegetal e sedimentos, aumentando a demanda por oxigênio. Nesta época, baixos valores de oxigênio dissolvido na água são observados, produzindo condições inadequadas para preservação da vida aquática.

A poluição das águas na Região Hidrográfica do Paraguai é resultado também do uso inadequado do solo nas áreas de cultivo de soja e criação extensiva do gado, no Planalto. O aumento do desmatamento, e conseqüente erosão nestas áreas, vêm causando o assoreamento dos rios no Pantanal. Esse processo vem alterando os cursos dos rios e aumentando o período de inundação, afetando a produtividade das áreas inundadas e o transporte fluvial, como por exemplo, no rio Taquari. Outra fonte de contaminação dos recursos hídricos, sedimentos e peixes, é o mercúrio lançado pelas atividades de mineração de ouro, principalmente no estado de Mato Grosso, e a contaminação por pesticidas utilizados em culturas anuais na região do Planalto (ANA, 2003c).

**Tabela 4.4.3 – Carga Orgânica doméstica remanescente na Região Hidrográfica do Paraguai**

<b>Unidade Hidrográfica</b>	<b>Carga Orgânica Doméstica (t DBO<sub>5</sub>/dia)</b>
Alto Paraguai	14
Alto Cuiabá	33
Baixo Cuiabá	1
Alto São Lourenço	7
Itiquira/Correntes	1
Taquari	9
Negro	0
Miranda	7
Nabileque	0
Apa	2
<b>Total</b>	<b>74</b>
<b>% do País</b>	<b>1,2</b>

Fonte: ANA (2003c)

## 4.5 GEOLOGIA

O que atualmente constitui uma extensa área plana e deprimida já foi, há 60 milhões de anos atrás, uma região elevada, resultado de arqueamento induzido pela formação da Cadeia Montanhosa dos Andes no extremo oeste da América do Sul. Esta área elevada sofreu rupturas com rebaixamento de blocos, dando origem à depressão pantaneira, posteriormente entulhada por centenas de metros de sedimentos (BOGGIANI E COIMBRA, 1996).

No registro sedimentar há evidências de que a sedimentação ocorreu sob bruscas mudanças no clima, ora árido ora úmido. Durante os períodos áridos, originaram-se extensos campos de dunas com mobilização das areias pelo vento, em função da ausência de vegetação. Sob ação de chuvas torrenciais, de curta duração, teria havido transporte de grande quantidade de areia para a bacia que se depositou na forma de leques aluviais no sopé das escarpas. Dentre estes leques arenosos, destaca-se o Leque do Taquari pela sua área em torno de 50.000 quilômetros quadrados, perfazendo um terço da planície pantaneira e condicionando a distribuição dos principais rios da região. No dorso deste leque corre o Rio Taquari, formado por uma série de canais sujeitos a mobilizações e mudanças de cursos. Nas áreas limítrofes ao leque, relativamente mais deprimidas, encontram-se os cursos dos rios Miranda e Paraguai que apresentam canais sinuosos dentro de uma calha bem definida. Na geologia ainda pouco conhecida do Pantanal, há também escassos registros fossilíferos de mamíferos do Pleistoceno<sup>1</sup> (BOGGIANI E COIMBRA, 1996).

Tendo seu relevo esculpido em rochas do pré-cambriano e parte em litologias paleozóicas e mesozóicas, a BAP possui ainda grande área de sedimentos holocênicos e pleistocênicos, representada

<sup>1</sup> Intervalo de tempo geológico compreendido entre 10 mil e 1,6 milhões de anos atrás (BOGGIANI E CAMPOS, 1996)

pelas regiões chaquenha e pantaneira. A bacia ainda apresenta, com frequência, rupturas de declives ou relevos residuais, representados por escarpas e morrarias.

Sua porção nordeste constitui-se de patamares, escarpas e depressões interpatamares esculpidas em litologias variadas, principalmente arenitos da Formação Furnas, Aquidauana e Botucatu, e folhelhos da Formação Ponta Grossa. Ao sul e sudeste têm-se depressões, serras e planícies coluviais, com litologia constituída de arenitos da Formação Aquidauana (MATO GROSSO DO SUL, 1990).

Na Serra da Bodoquena são encontradas formas cársticas relacionadas às litologias calcárias, compostas de rochas pré-cambrianas do Grupo Corumbá, destacando-se as litologias da Formação Bocaina, com calcários, dolomitos e mármore, e da Formação Cerradinho, com arcóseos, calcários e dolomitos. E, com aspectos um pouco similares, sendo localmente denominados de serras e morrarias, são encontradas próximas à cidade de Corumbá e mais a noroeste fazendo limite com a Bolívia, as Serras do Urucum e do Amolar, respectivamente. Na Serra do Urucum encontram-se grandes reservas de ferro e manganês (MATO GROSSO DO SUL, 1990).

Contornando a parte leste da Serra da Bodoquena tem-se uma planície coluvial, oriunda principalmente de rochas do Complexo Rio Apa, como gnaisses, micaxistos e quartzitos. Contornando a região pantaneira, no vão entre a parte norte da Serra da Bodoquena e as escarpas da Serra de Maracaju, são encontradas áreas sedimentares ou pediplanadas em litologias do Grupo Cuiabá (MATO GROSSO DO SUL, 1990).

## 4.6 VEGETAÇÃO E FAUNA

Na Região Hidrográfica do Paraguai observa-se a presença dos biomas de Cerrado e Pantanal, além de zonas de transição. A vegetação predominante é a Savana Arborizada (Cerrado) e a Savana Florestada (Cerradão) (ANA, 2003c).

No Pantanal, além do valor do ecossistema em si, sua localização geográfica – abrangendo partes dos Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul – é de especial relevância, uma vez que representa o elo de ligação entre três outros grandes ecossistemas: o Cerrado, no Brasil Central; o Chaco, na Bolívia, e a Amazônia, ao Norte. Por estar contido na Bacia do Alto Paraguai, formando uma unidade ambiental complexa, o Pantanal é identificado frequentemente como ela. Nesse espaço da planície, ou Pantanal propriamente dito, encontram-se planícies de baixa, alta e média inundação, destacando-se os ambientes de inundação fluvial generalizada e prolongada. Extensas áreas podem permanecer submersas devido ao extravasamento dos rios ou alagamento resultante das chuvas locais e da elevação do nível do lençol freático. Os ambientes periodicamente inundados apresentam alta produtividade biológica, grande densidade e diversidade faunística (ESCANDOLHERO, 2003).

Essa planície detém imensas populações da fauna terrestre e aquática da América do Sul, em cenário de beleza cênica ímpar. Embora a preservação do Pantanal esteja diretamente ligada à conservação do Cerrado, as duas regiões têm sido tratadas de forma isolada e vistas, sobretudo, como fronteira agrícola e fonte de oportunidades econômicas imediatas. Uma mudança de rumos exige a iniciativa do Brasil junto com os países vizinhos, em busca do uso sustentável e do desenvolvimento humano sem a destruição inseqüente do meio natural e de sua flora e fauna (ANA, 2003c).

#### **4.7 ASPECTOS CLIMATOLÓGICOS**

A região hidrográfica não apresenta grande variabilidade climática, sendo quase totalmente classificada como clima Tropical de Savana. As temperaturas médias anuais variam entre 22,5 e 26,5 °C, sendo novembro o mês mais quente, com média de 27°C, e julho o mês mais frio, com média de 21°C (ANA, 2003c).

A precipitação média anual é de 1.398 mm, variando entre 800 e 1.600 mm, sendo os maiores valores observados nas áreas de Planalto. O período chuvoso ocorre entre outubro e abril e a estiagem no restante dos meses. A evapotranspiração total anual média é de 1.239 mm, ocorrendo os maiores valores no mês de agosto, quando é registrada a maior insolação (ANA, 2003c).

## 5 . METODOLOGIA

A metodologia adotada para o presente estudo foi desenvolvida em etapas, com vistas ao cumprimento integral dos objetivos propostos, sendo descritas a seguir.

### 5.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

As vertentes consideradas para o levantamento bibliográfico permitiram conduzir uma análise das questões legais e normativas acerca do tema recursos hídricos, tendo este um espectro mais amplo do que a própria questão pluviométrica, foco do presente trabalho, mas não menos importante, pois a contextualização do assunto num panorama político-legal representou o estabelecimento da cronologia da evolução do quadro da gestão das águas no país e nos estados circunscritos à Bacia do Alto Paraguai, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.

Os instrumentos jurídicos estudados para compor o cenário descrito estão fundamentados, principalmente, no Código das Águas (BRASIL, 1934), artigos específicos à água na Constituição Federal (BRASIL, 1988) e a Lei das Águas (BRASIL, 1997), além de considerações de vários autores consagrados sobre o assunto, bem como resoluções do CONAMA e CNRH.

Num estágio mais recente, a evolução legal da gestão dos recursos hídricos no âmbito dos Estados de Mato Grosso e Mato Grosso Sul, foi descrita com base em leis e decretos estaduais.

Em termos normativos, procedeu-se um estudo detalhado acerca das práticas hidrológicas recomendadas pelo OMM, cujo Brasil é signatário através de acordo internacional.

A caracterização geral da área de estudo foi realizada através de consultas à fontes de informações consolidadas acerca da região, tais como PCBAP (1997), relatórios diversos da ANA e do Projeto RADAMBRASIL.

Para a definição dos aspectos institucionais do monitoramento na região, as instituições relacionadas à questão tiveram seus perfis detalhados através do estudo detalhado de suas funções e iniciativas, bem como os principais projetos sob suas responsabilidades.

A condução dos estudos referentes aos aspectos operacionais da rede levou em conta a base dos elementos hidrometeorológicos necessários à compreensão do tema, com enfoque às precipitações,

sua conceituação, formas de ocorrência, bem como todo o procedimento de coleta de dados e o seu processamento.

Foram descritos também os processos básicos de elaboração de projeto de rede de monitoramento, bem como a análise de uma eventual rede em operação, com o propósito de contextualizar oportunamente a rede pluviométrica em operação na BAP.

A publicação *Guide to Hydrological Practices*, da WMO (1981) se faz citada em diversos pontos deste trabalho tendo em vista sua proposta de promover a padronização internacional das observações hidrológicas e meteorológicas e assegurar a uniformidade das informações geradas.

## **5.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

Dentre diversas fontes de consulta para elaboração da caracterização da área de estudo, destaca-se os relatórios do Projeto RADAMBRASIL, (RADAMBRASIL, 1982a) e (RADAMBRASIL, 1982b), PCBAP (Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai) e o Atlas Multirreferencial do Estado de Mato Grosso do Sul (MATO GROSSO DO SUL, 1990)

Tal caracterização buscou definir aspectos preponderantes como a localização geográfica da Bacia, seus aspectos econômicos, relevo, hidrografia, geologia, vegetação e fauna, além dos aspectos climatológicos.

## **5.3 LEVANTAMENTO DA SITUAÇÃO INSTITUCIONAL DO MONITORAMENTO**

Consultas a várias fontes foram realizadas, até mesmo nas próprias instituições, com o propósito de melhor identificar os principais aspectos dos órgãos participantes no monitoramento pluviométrico da bacia, com ênfase à Agência Nacional de Água e Agência Nacional de Energia Elétrica, dada a importância atual da primeira no contexto do gerenciamento das informações hidrológicas, e no papel desempenhado pela segunda antes da criação da ANA.

O resultado deste levantamento possibilitou uma análise quanto às responsabilidades de cada instituição sobre a manutenção e operação da rede em questão.

## 5.4 OBTENÇÃO DO INVENTÁRIO DAS ESTAÇÕES

Em complemento ao levantamento realizado por ESCANDOLHERO (2003), em relação às estações pluviométricas, adotou-se a mesma metodologia, ou seja, o levantamento da disponibilidade das informações consistiu, basicamente, em consulta ao inventário permanente das estações cadastradas no Sistema Hidro, da ANA, para as sub-bacias de números 66 e 67.

Tais sub-bacias correspondem ao território abrangido pela BAP, como um todo, em áreas do Brasil, nos Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, além dos países Bolívia, Paraguai e Argentina, segundo metodologia adotada pela ANA.

Do rol das estações consultadas, em relação às sub-bacias 66 e 67, foram selecionadas apenas aquelas que correspondem ao território brasileiro. As informações preliminares acerca da consulta estabelecida consistiram em:

a) Identificação:

- código da estação (número utilizado para identificação da estação através de metodologia adotada pela Agência Nacional de Águas);
- nome da estação (referência nominal ao local de instalação da estação, normalmente associado ao nome de um rio, acidente geográfico, fazenda ou qualquer outro ponto de referência notável).

b) Localização:

- bacia (para todas as estações levantadas corresponde à de número 6, ou seja a Bacia do Paraná, hierarquicamente superior e abrangente em relação às sub-bacias de números 66 e 67, por esse motivo foi suprimida tal informação dos resultados);
- sub-bacia (para todas as estações levantadas corresponde à de número 66, ou seja, Rios Paraguai, São Lourenço e outros, ou à de número 67, ou seja, Rios Paraguai, Apa e outros);
- rio (nome do rio ao qual está associada a estação levantada, servindo de referência para as pluviométricas);
- estado (nome do Estado em que a estação se localiza, sendo que para o levantamento os Estados possíveis são os de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul);
- município (nome do Município em que a estação se localiza).

c) Entidades:

- código da entidade responsável (número adotado para o Sistema Hidro que representa a entidade responsável por um conjunto de estações);

- código da entidade operadora (número adotado para o Sistema Hidro que representa a entidade operadora de um conjunto de estações).
- d) Coordenadas:
- latitude (latitude da localização da estação, em coordenada geográfica, no formato  $\pm GG:MM:SS$ , sendo graus, minutos e segundos e, para o presente levantamento, sempre negativo, por estarem as sub-bacias 66 e 67 no hemisfério sul, por esse motivo foi suprimida tal informação dos resultados);
  - longitude (longitude da localização da estação, em coordenada geográfica, no formato  $\pm GG:MM:SS$ , sendo graus, minutos e segundos e, para o presente levantamento, sempre negativo, por estarem as sub-bacias 66 e 67 no hemisfério ocidental, por esse motivo foi suprimida tal informação dos resultados);
  - altitude (altitude do local de instalação da estação, em metros, em relação ao nível do mar);
- e) Período de operação:
- início (data representada por mês e ano do início da operação da estação consultada);
  - término (data representada por mês e ano do término da operação da estação consultada).

Assim como ESCANDOLHERO (2003), no levantamento realizado, algumas informações não puderam ser extraídas do Sistema Hidro, por não estarem disponíveis. Desta forma, foi utilizado em complementação aos dados, o inventário do PCBAP. Ainda assim, alguns dados não foram obtidos de nenhuma das fontes consultadas, estando os respectivos campos devidamente identificados.

## 5.5 DISPONIBILIDADE DOS DADOS GERADOS PELA REDE

Para realização da análise da disponibilidade dos dados gerados pelas redes pluviométrica e pluviográfica da BAP, adotou-se a utilização de tabela contendo o período de operação de cada estação. De forma a proporcionar uma melhor leitura do período de operação de cada estação, foi utilizado o formato de gráfico de Gantt, com períodos anuais, tendo o preenchimento dos quadros de acordo com o funcionamento da estação e correspondência de cores para a situação das séries.

As tabelas foram subdivididas, intercalando os períodos de operação das estações, dadas às longas séries de algumas estações.

Foi possível a adoção de um critério de classificação dos registros anuais, em informações completas ou incompletas, tendo em vista a obtenção de dados, por ano, para a maioria das séries de registros.

Considerou-se também a apresentação, sob o mesmo formato, de outra tabela contendo informações acerca das estações pluviométrica que possuem operação por telemetria.

Utilizando-se do mesmo critério de classificação das séries por informações disponíveis, foi gerado um gráfico representando, no tempo, a totalização dos dados.

## **5.6 DISTRIBUIÇÃO E DENSIDADE DAS ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS NA BAP**

O planejamento de uma rede tem como objetivo a avaliação da rede existente, visando a elaboração de uma proposta de otimização da mesma.

Para a análise da distribuição e densidade das estações pluviométrica na Bacia foi utilizada a metodologia proposta por LLAMAS (1993) em seu livro "*HIDROLOGIA GENERAL - Principios e Aplicaciones*".

Segundo o autor pode-se considerar três métodos obedecendo aos seguintes critérios: (a) a experiência internacional; (b) os objetivos principais da precisão desejada, e (c) as características meteorológicas dominantes na região.

Através da sistematização em tabelas, das informações disponíveis para as estações, procurou-se estabelecer um perfil da distribuição espacial e setorial da rede pluviométrica na BAP.

### **5.6.1 RECOMENDAÇÕES DA OMM**

O presente critério está baseado em faixas definidas pela OMM (Organização Meteorológica Mundial) em função da densidade populacional. Ele se fundamenta na experiência internacional de um grande número de países e cobre um largo espectro de diferentes condições demográficas, geográficas, morfológicas e climáticas. Uma rede assim definida não é a ideal, porém o método sugere um limite inferior para uma rede de razoável densidade. Uma rede pluviométrica de densidade razoável deve situar-se no interior de bandas de confiança. A Figura 5.6.1 apresenta o gráfico da densidade relativa, em função da densidade populacional e das estações pluviométricas existentes.

O método da OMM destina-se à orientação quanto à densidade desejada de estações para uma determinada região, estando baseado em faixas definidas por aquela organização. Ele se fundamenta na experiência internacional de um grande número de países e cobre um largo espectro de diferentes condições geográficas, morfológicas e climáticas.

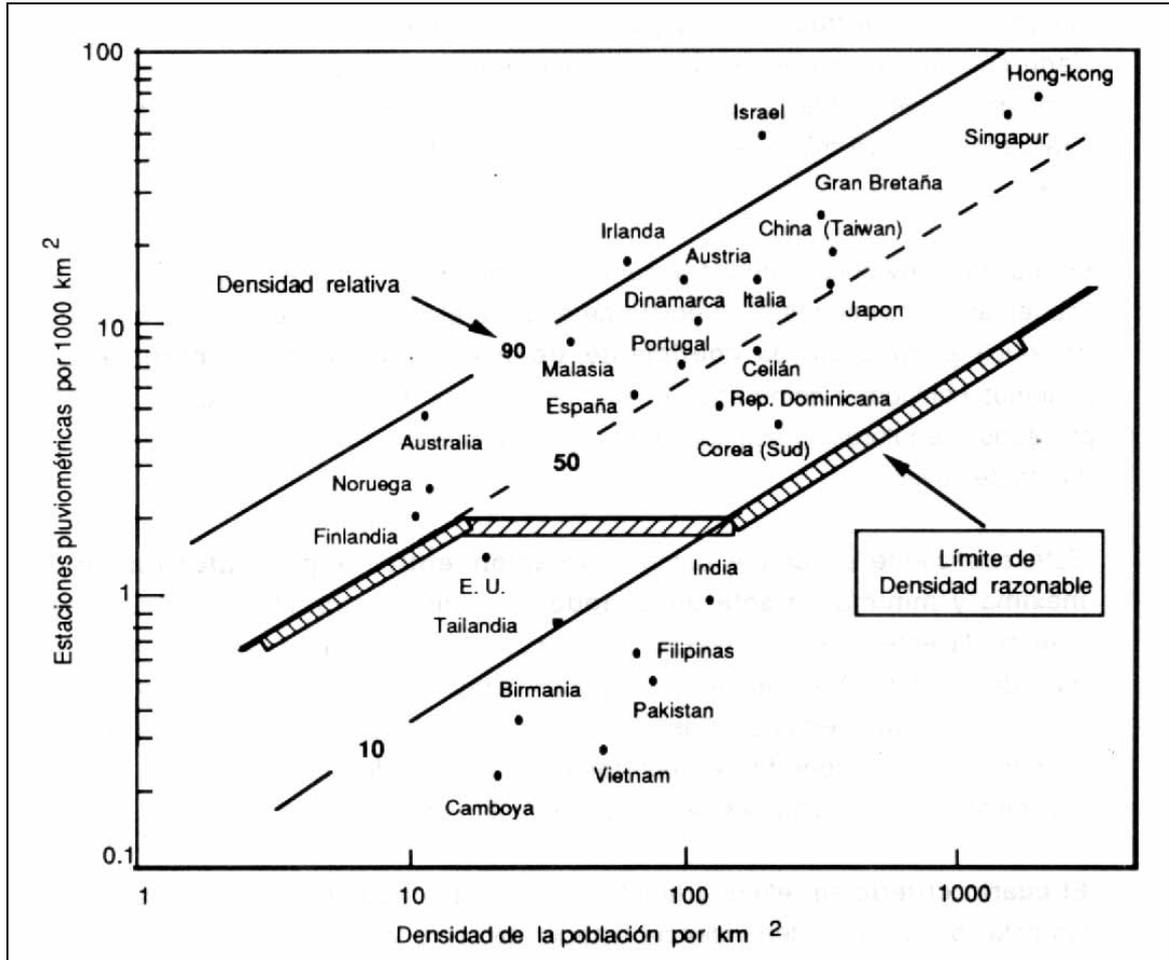


Figura 5.6.1 – Densidade relativa de redes pluviométricas, segundo OMM

Fonte: Llamas (1993)

### 5.6.2 MÉTODO DE LLAMAS (1993), BASEADO NA PRECISÃO DESEJADA

Este método é aplicado para a verificação da densidade de redes pluviométricas levando-se em conta os usos reais e potenciais da água e, em consequência, a precisão requerida para, num determinado período, avaliar os volumes hídricos disponíveis na região.

O autor considera que o cálculo do número de estações necessárias para avaliar, com uma certa precisão, as precipitações sobre uma região é um problema estatístico. Quando se calcula as precipitações médias por meio de uma média aritmética simples, obtém-se o número ótimo de pluviômetros, expresso por  $N$ , de uma região, conforme a Equação 5.6.1.

$$N = \left( \frac{Cv}{p} \right)^2 \quad (5.6.1)$$

Na Equação 5.6.1 apresentada,  $p$  é a percentagem de erro admissível e  $Cv$  é o coeficiente de variação dos valores observados nas estações existentes que pode ser obtido através da aplicação da Equação 4.

$$Cv = 100 \frac{S}{X} \quad (5.6.2)$$

Na Equação 5.6.2, S representa o desvio padrão e X a média dos valores médios anuais de precipitação das estações consideradas.

No caso do erro admissível, LLAMAS (1993) considera satisfatória uma precisão média entre 5 a 10%, para a maior parte dos usos e, em particular, para projetos de recursos hídricos e manejo de bacias hidrográficas.

### **5.6.3 MÉTODO DE LLAMAS (1993), BASEADO NOS EVENTOS METEOROLÓGICOS PREDOMINANTES NA BACIA.**

Este método consiste na análise dos eventos meteorológicos dominantes na região. Quando os eventos pluviométricos estão associados a sistemas de frentes mais amplos a rede não necessita uma estrutura mais densa. O grande espaço entre as estações pode ser compensado por uma maior extensão nos registros. No caso de chuvas intensas, associadas a circulações convectivas, a área de ação das chuvas é reduzida já que a variabilidade da precipitação é mais espacial do que cronológica. Esta situação exige uma rede mais densa para evitar que eventos meteorológicos importantes deixem de ser registrados. Nestas condições, a rede deve ser formada por um certo número de estações de base que registrem as chuvas com precisão e continuamente (pluviógrafos), e por algumas estações secundárias (pluviômetros) com o objetivo de completar as informações das primeiras.

Poucas regiões estão submetidas a um único sistema meteorológico, como os mencionados acima. Neste caso pode-se introduzir o conceito de um índice de irregularidade meteorológica (IMM), com o objetivo de detectar a predominância de processos irregulares ou de regularidade meteorológica. Este índice é definido como a relação entre a precipitação anual máxima e mínima durante um período significativo de registros. Quanto maior o coeficiente, mais irregular será o esquema de chuvas, conseqüentemente, mais densa deverá ser a rede.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 SITUAÇÃO INSTITUCIONAL DO MONITORAMENTO

As principais instituições federais responsáveis pelo monitoramento das águas no Brasil são as descritas a seguir, juntamente com informações relevantes para o entendimento de sua importância no contexto.

#### 6.1.1 AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA)

A Agência Nacional de Águas (ANA) constitui-se em uma autarquia sob regime especial com autonomia administrativa e financeira, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente. É responsável pela implantação da Política Nacional de Recursos Hídricos. O projeto de criação da ANA foi aprovado pelo Congresso no dia 7 de junho de 2000, transformando-se na Lei Federal nº 9.984/00 (BRASIL, 2000b).

Inspirado no modelo francês, o Brasil criou, em 1997, sua legislação sobre recursos hídricos, representada pela Lei Federal nº 9.433/97 (BRASIL 1997), um modelo ambicioso de gestão do uso dos rios. De acordo com esta Lei, as decisões sobre uso dos rios em todo o País serão tomadas pelos comitês de bacias.

Ao criar as condições técnicas para implantar a Lei das Águas, a ANA, num primeiro momento, tem contribuído na busca de solução para dois graves problemas do país: as secas prolongadas, especialmente no Nordeste, cujo enfrentamento não depende apenas do aumento da oferta de água, mas também do gerenciamento da demanda, incluindo a adoção de regras de racionamento, e a poluição dos rios, quando a ação exigida tiver que ser pactuada no âmbito da bacia hidrográfica, abrangendo mais de um estado (ANA, 2003d).

Outra atribuição da ANA é preservar a ordem jurídica, garantindo água ao agricultor, desde que ele tenha obtido, previamente, a chamada outorga, ou seja, uma licença para utilização da água do rio. A cobrança pelo uso dos rios está prevista na Lei Federal nº 9.433/97 (BRASIL, 1997).

A Figura 6.1.1 explicita o organograma da Agência Nacional de Águas.

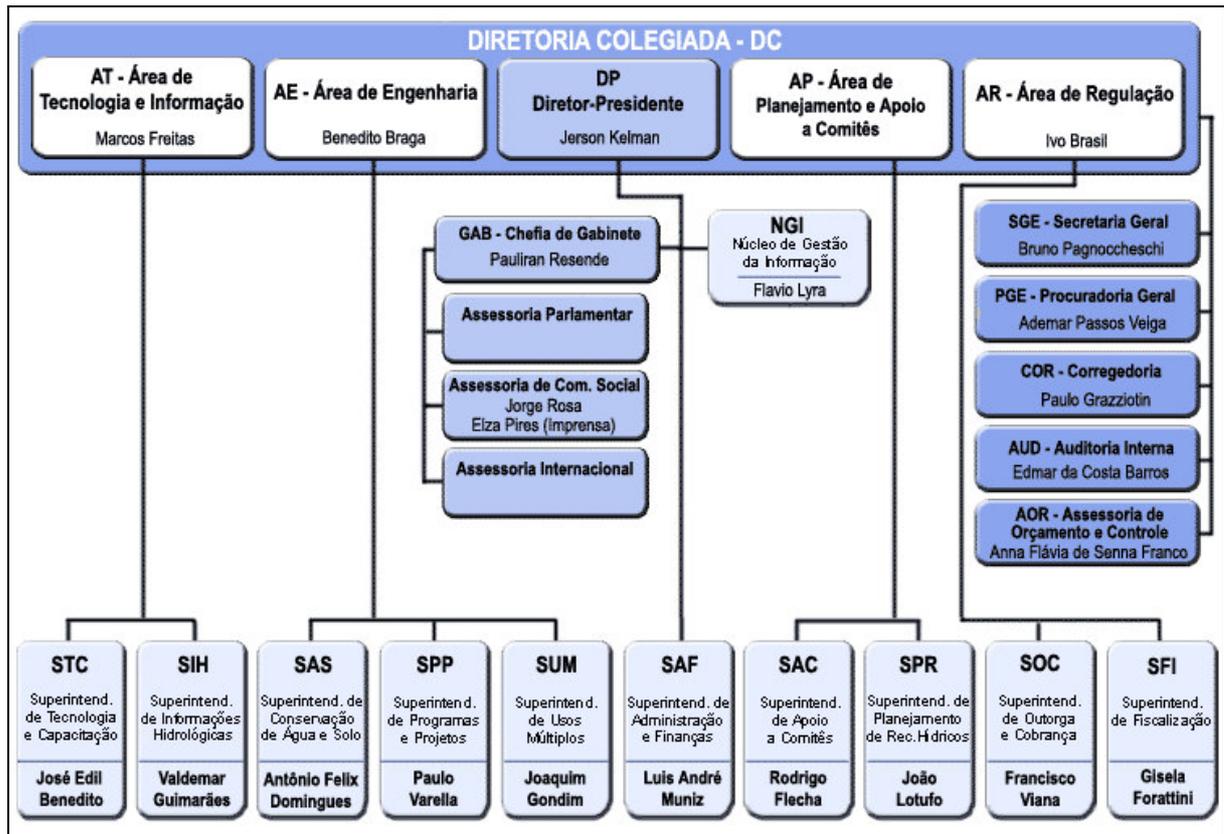


Figura 6.1.1 – Organograma da Agência Nacional de Águas

Fonte: ANA (2003d)

A Diretoria Colegiada (DC) analisa, discute, decide e aprova, em instância única ou final, as matérias de competência da ANA. Tem como atribuições: exercer a administração da ANA; editar normas sobre matérias de competência da ANA; aprovar o regimento interno da ANA e a organização, estrutura e o âmbito decisório de cada Diretoria. Deve também cumprir e fazer cumprir as normas relativas ao Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, examinando e decidindo sobre pedidos de outorga de direito de uso de recursos hídricos da União, além de elaborar e divulgar relatórios sobre as atividades da Agência (ANA, 2003d).

Cabe também à Diretoria Colegiada solucionar, administrativamente, os conflitos referentes aos usos de recursos hídricos de domínio da União, ouvidos os respectivos comitês de bacia, se houver; aplicar preços unitários pelo uso de recursos hídricos de domínio da União, em conformidade com resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos para a correspondente bacia hidrográfica; propor políticas, diretrizes e ações governamentais destinadas a permitir à Agência o cumprimento de seus objetivos; aprovar proposta de racionamento preventivo do uso de recursos hídricos; aprovar a definição das condições de operação de reservatórios, na forma do art. 4º, inciso XII e § 2º, da Lei Federal 9.984/00 (BRASIL, 2000); aprovar normas para disciplinar a adução de água bruta que envolver recursos hídricos de domínio da União, inclusive mediante o estabelecimento de tarifas e a

fixação dos padrões de eficiência para prestação do respectivo serviço; e aprovar a criação e instalação de unidades administrativas regionais (ANA, 2003d).

No âmbito da Área de Tecnologia e Informação (AT) situam-se as Superintendências de Tecnologia e Capacitação (STC) e de Informações Hidrológicas (SIH).

A STC atua como uma interface entre as diferentes áreas técnicas da Agência, identificando as lacunas científicas e tecnológicas que devem ser preenchidas para o bom cumprimento de suas finalidades, e o universo de instituições de ensino e pesquisa, bem como organismos de fomento científico e tecnológico, envolvidos na geração de conhecimentos e desenvolvimento de tecnologias para a gestão dos recursos hídricos. Um papel central neste processo é representado pelo Fundo Setorial de Recursos Hídricos (CT-Hidro), criado no âmbito do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e gerido por um Comitê Gestor no qual a ANA tem representação (ANA, 2003d).

Dentre os programas e projetos com a participação da STC está o PROSPECTAR, coordenado pelo MCT. Por meio do desenvolvimento de atividades de prospecção em Ciência e Tecnologia, o PROSPECTAR pretende estimular a sociedade brasileira a pensar estrategicamente sobre o futuro do país. O programa tem também como um de seus objetivos dividir com a sociedade a tarefa de planejar o futuro que se pretende alcançar - com melhorias para a qualidade de vida da população e competitividade internacional dos bens e serviços produzidos no Brasil.

As instituições âncoras para o tema Recursos Hídricos no PROSPECTAR foram, inicialmente, o Serviço Geológico do Brasil e, posteriormente, a ANA, que no início do programa ainda não estava constituída. A STC recebeu a incumbência de representar a Agência (ANA, 2003d).

Na Tabela 6.1.1 encontra-se a distribuição dos 213 tópicos tecnológicos pelos onze subtemas em que foi dividido o tema Recursos Hídricos no PROSPECTAR, bem como o número de tópicos cujo índice de relevância situa-se acima da média geral do tema (coluna R), e o número de tópicos com índice de relevância acima da média e índice de disponibilidade abaixo da média geral do tema (coluna RxD).

**Tabela 6.1.1 – Programa PROSPECTAR, subtemas do tema Recursos Hídricos**

Subtemas	Nº de Tópicos	R	RxD
1. Água e o gerenciamento urbano integrado	34	23	2
2. Água na região do semi-árido	12	6	1
3. Comportamento dos sistemas hídricos	8	1	1
4. Gerenciamento de bacias hidrográficas	34	8	6
5. Prevenção e controle de eventos críticos	7	4	4
6. Produtos e processos para o uso e conservação da água	47	21	6
7. Qualidade da água dos sistemas hídricos	13	8	5
8. Recursos hídricos costeiros	12	5	3
9. Uso do solo e os sistemas hídricos	20	19	7
10. Uso integrado dos sistemas hídricos	22	12	4
11. Variabilidade climática e os sistemas hídricos	4	3	3
<b>Total</b>	<b>213</b>	<b>110</b>	

Fonte: ANA (2003d)

Ainda em relação à Tabela 6.1.1, salienta-se que, além de uma avaliação pelos índices de relevância e de disponibilidade, os tópicos também foram avaliados segundo sua necessidade de cooperação internacional e segundo o horizonte de tempo para sua realização.

As ações da Superintendência de Informações Hidrológicas (SIH) são orientadas de acordo com o disposto no art. 4º da Lei Federal nº 9.984/00 (BRASIL, 2000b), que criou a ANA, estabeleceu o encargo de promover a coordenação das atividades desenvolvidas no âmbito da rede hidrometeorológica nacional, em articulação com órgãos e entidades públicas ou privadas que a integram, ou que dela sejam usuárias, além de organizar, implantar e gerir o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos, e demais atividades relacionadas à hidrologia, rede Hidrométrica e banco de dados hidrológicos.

Dentre as ações, projetos e programas coordenados, ou com participação da SIH, estão, Rede Hidrometeorológica Básica, Monitoramento Hidrológico por Telemetria, Sistema de Vigilância da Amazônia (SIVAM), Rede Sedimentométrica, Rede de Monitoramento de Qualidade de Águas, Qualidade das Águas da Bacia do Prata, Águas Subterrâneas, Modernização Tecnológica dos Sistemas de Gerenciamento de Recursos Hídricos e Projeto de Hidrologia e Geoquímica da Bacia Amazônica (HiBAm).

A Rede Hidrometeorológica Básica foi instalada de modo a viabilizar o levantamento de informações necessárias aos estudos e projetos que demandam o conhecimento das disponibilidades hídricas e potenciais hidráulicos das bacias hidrográficas brasileiras, assim como para o cálculo das séries de vazões naturais médias mensais nos locais de aproveitamentos, visando ao planejamento energético e simulações relativas aos sistemas elétricos do país (ANA, 2003d).

Para a operação e manutenção da Rede Hidrometeorológica Básica, é definido anualmente um plano de trabalho que contempla instruções desde a coleta da informação até a sua inclusão no Sistema de Informações Hidrometeorológicas. O recurso financeiro para a operação e manutenção da Rede está assegurado através da compensação financeira e royalties (ANA, 2003d).

No ano de 2002 foi dada continuidade ao programa de manutenção aos equipamentos de coleta e transmissão de dados via satélite da rede de estações telemétrica administrada pela ANA, através de um acordo com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), que dá amparo ao uso dos Satélites SCD-1, SCD-2, de órbita equatorial e CBERS, de órbita polar, assim como as Plataformas de Coleta de Dados (PCD), sendo 173 hidrológicas, atualmente sob responsabilidade da ANA, e 27 sob responsabilidade do INPE, sendo os dados transmitidos pelas PCD recebidos pelo INPE e repassados a ANA através de uma rede exclusiva, onde as informações são tratadas e disponibilizadas para os usuários através da página da Agência na internet (INPE, 2003).

A ANA, através da SIH, e a Comissão para Coordenação do Projeto SIVAM, celebraram um Acordo de Cooperação Técnico-Científico, visando ações de coleta e disponibilização de dados hidrológicos e planejamento, instalação, manutenção e operação do sistema de monitoramento via satélite dos parâmetros hidrológicos através das 200 PCD disponibilizadas pelo SIVAM. Foi também

assinado um Termo de Cessão de Uso de equipamentos de telemetria de nível de rios e chuva, equipamentos de medições de vazões e outros equipamentos hidrométricos para uso na região amazônica. Em conjunto com a ANEEL, a ANA vem monitorando as condições hidrológicas dos reservatórios hidrelétricos na região amazônica (ANA, 2003d).

A ANA mantém em operação a Rede Sedimentométrica, no intuito de monitorar ocasionais problemas derivados do aporte de sedimentos, a qual está inserida no mesmo contexto da Rede Hidrometeorológica Básica, gerando dados e informações relevantes fundamentalmente para o setor elétrico avaliar o assoreamento dos reservatórios, o setor de transporte para o conhecimento das variações do leito dos rios, o setor agrícola para estimativa de solos carregados pelo escoamento superficial causado pelas chuvas (ANA, 2003d).

A Rede de Monitoramento de Qualidade de Águas tem como objetivo manter um banco de dados de referência com informações sobre a qualidade da água dos rios, fornecer subsídios para avaliação de estudos e projetos de aproveitamento de múltiplos usos dos recursos hídricos e fornecer informações complementares para o enquadramento dos corpos de água em classes e para o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (ANA, 2003d).

O Programa de Qualidade das Águas da Bacia do Prata provém a referida bacia de uma rede mínima de monitoramento, tendo como principal objetivo o levantamento de informações para uma avaliação da qualidade das águas dos rios, principalmente aqueles compartilhados entre países. Tal rede possui estações localizadas às margens dos rios Iguazu, Uruguai, Paraná e Paraguai, próximas à fronteira do território brasileiro com os países constituintes da Bacia do Prata.

Como uma tentativa de se padronizar e centralizar as informações provenientes dos estudos, prospecções, ações e obras hídricas subterrâneas, criou-se uma área específica para águas subterrâneas dentro do Sistema Nacional de Informação sobre Recursos Hídricos, sendo a SIH a responsável pela padronização e consistência dos dados referentes às águas subterrâneas.

Os sistemas de monitoramento e georreferenciamento hidrológico no país são operados por entidades que não interagem, superpondo as atividades de operação com roteiros coincidentes, a ponto de um mesmo local ser monitorado por vários órgãos, com estruturas próprias. Desta forma, o Programa de Modernização Tecnológica dos Sistemas de Gerenciamento de Recursos Hídricos vem tentando modernizar e unificar a operação destes sistemas. Neste contexto, a ANA está buscando parcerias junto a órgãos internacionais, a exemplo da OMM.

O projeto Hidrologia e Geoquímica da Bacia Amazônica (HiBAm) tem como objetivo desenvolver estudos e pesquisas para o melhor das características hidrológicas e hidrogeoquímicas da bacia hidrográfica do rio Amazonas. O trabalho vem sendo desenvolvido pela ANA, Universidade de Brasília (UnB), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e pelo *Institute de Recherche pour o le Développement* (IRD) da França, dentro do Acordo Brasil, através do convênio CNPq/IRD (ANA, 2003d).

No âmbito da Área de Engenharia (AE) situam-se as Superintendências de Conservação da Água e do Solo (SAS) e de Usos Múltiplos (SUM).

A SAS possui como atribuição o desenvolvimento de ações que preconizam a revitalização de bacias hidrográficas, a conservação e racionalização de uso de água, além da implementação de programas de suporte ao uso sustentável de aquíferos transfronteiriços e interestaduais (ANA, 2003d).

Dentre as ações, projetos e programas coordenados, ou com participação da SAS, estão, Programa GEF São Francisco, Projeto de Proteção Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do Sistema Aquífero Guarani e Implementação do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos na Bacia do Alto Paraguai (GEF Alto Paraguai).

O Fundo para o Meio Ambiente Mundial, assim denominado para *Global Environment Facility* (GEF), auxilia países em desenvolvimento a financiar programas e projetos que visem proteger o meio ambiente global. Estabelecido em 1991, o GEF é o mecanismo financeiro designado para acordos internacionais, que versem sobre biodiversidade, mudanças climáticas e poluentes orgânicos persistentes. O GEF ainda apóia projetos que combatam a desertificação, protejam águas internacionais e a camada de ozônio (ESCANDOLHERO, 2003).

O Programa GEF São Francisco visa preparar um Programa de Gerenciamento Integrado (PGI) das atividades desenvolvidas na bacia do Rio São Francisco e em sua área de influência na Zona Costeira, subdividindo-se em quatro componentes: Análise Ambiental da Bacia e da sua Zona Costeira; Participação Pública e dos Interessados; Desenvolvimento da Estrutura Organizacional e Formulação do Programa de Gerenciamento da Bacia (ANA, 2003d).

O objetivo do Projeto de Proteção Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do Sistema Aquífero Guarani é apoiar a Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai na elaboração e implementação coordenada de uma proposta de modelo institucional, legal e técnico comum para a preservação e o gerenciamento do Sistema Aquífero Guarani (SAG) para as gerações atuais e futuras (ANA, 2003e).

A Figura 6.1.2 demonstra esquematicamente o SAG, destacando-se sua importância para os Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, dadas suas representativas áreas de abrangência no Sistema.

O Projeto GEF Alto Paraguai, executado com participação da ANA, PNUMA, OEA, Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul e diversas organizações da sociedade civil, tem por escopo a implementação prática de gerenciamento integrado da Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai. Suas atividades visam melhorar e restaurar o funcionamento ambiental do sistema ecológico predominante, proteger as espécies endêmicas das áreas úmidas e implementar as atividades estratégicas identificadas no Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (PCBAP). Tais atividades complementam outras ações do Governo do Brasil na Bacia, financiadas por fontes nacionais e estaduais e por fundos de empréstimos internacionais. Os elementos-chave do Projeto são o fortalecimento das instituições responsáveis pela gestão dos recursos hídricos da Bacia, a geração e disponibilização de informações

sobre a Bacia, incorporando as questões ambientais e o fornecimento de elementos para o desenvolvimento econômico sustentável da região (ANA, 2003f).

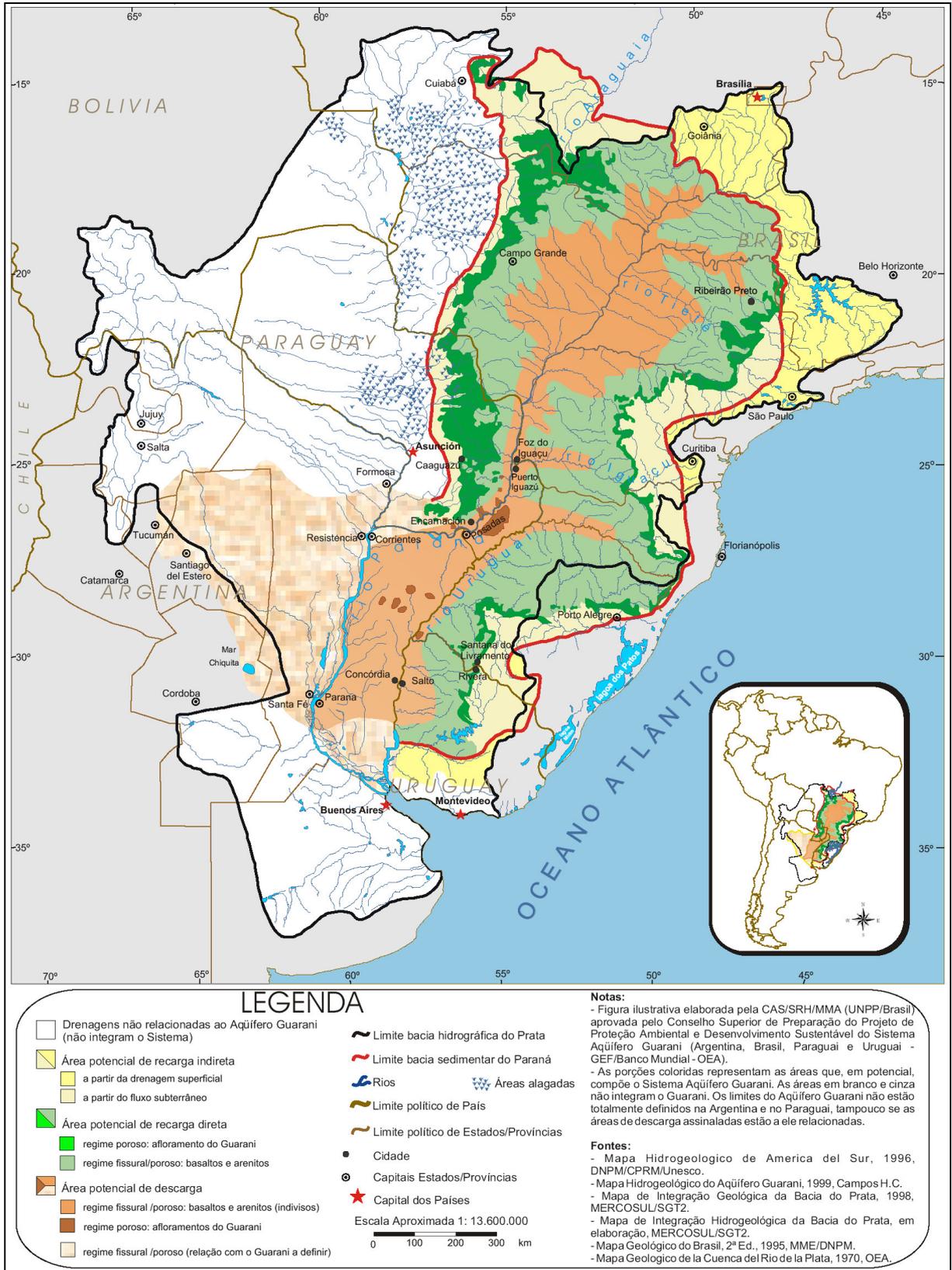


Figura 6.1.2 – Mapa esquemático do Sistema Aquífero Guarani

Fonte: ANA (2003e)

Já a Superintendência de Usos Múltiplos, ainda no âmbito da Área de Engenharia (AE) da ANA, participa da elaboração dos planos de recursos hídricos de bacias hidrográficas relacionadas a corpos de água de domínio da União em que se registrem ocorrências sistemáticas de enchentes e secas, além de colaborar na elaboração dos planos de recursos hídricos das demais bacias hidrográficas em que se registrem as mesmas ocorrências (ANA, 2003d).

É também atribuição da SUM planejar e promover ações destinadas a prevenir e minimizar os efeitos de secas e inundações, no âmbito do SNGRH, em articulação com o órgão central do Sistema Nacional de Defesa Civil (SNDC), em apoio aos Estados e Municípios (ANA, 2003d).

Através de articulação com o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), a SUM, como representante da ANA, deve propor a definição das condições de operação de reservatórios por agentes públicos e privados, visando garantir o uso múltiplo dos recursos hídricos de domínio da União, além de controlar as enchentes e mitigar as secas, coordenando e supervisionando o processo de descentralização das atividades de operação e manutenção de reservatórios, canais e adutoras de domínio da União, excetuada a infra-estrutura componente do Sistema Interligado Brasileiro, gerido pelo ONS, e das usinas hidrelétricas que não operem interligadas.

Dentre os programas coordenados ou com a participação da SUM, destaca-se o de Implantação de Sistemas de Alerta contra Cheias, sendo o objetivo prever, com relativa precisão, eventos de chuva ou aumento do nível de águas de um rio, para avisar às populações, com antecedência, que desocupem áreas sujeitas a inundações. Em geral, a defesa civil é acionada e começa a funcionar o seu Plano de Emergência.

No âmbito dos Sistemas de Alerta contra Cheias, especificamente para a BAP, a partir de outubro de 1990, a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) assumiu o Sistema de Previsão de Níveis d'Água no Pantanal, desenvolvido em conjunto pelo Departamento Nacional de Obras contra a Seca (DNOS) e a UNESCO, que estava sendo operado desde 1972. Com a experiência angariada, a CPRM desenvolveu um novo sistema de previsão de níveis para a região do Pantanal, que prevê níveis de alerta e indica a necessidade de remanejamento de populações e gado (CPRM, 2003).

A Figura 6.1.3 representa o croqui da Bacia do Alto Paraguai, com destaque para seus principais rios, a região pantaneira, e as estações de observação e estações de observação e previsão do Sistema de Previsão de Níveis d'Água no Pantanal.

No âmbito da Área de Planejamento e Apoio a Comitês (AP) situa-se a Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos (SPR), tendo esta superintendência a atribuição de participar na elaboração do Plano Nacional de Recursos Hídricos, supervisionando sua implementação, além de apoiar a elaboração do planejamento das bacias hidrográficas, mantendo atualizado o diagnóstico de ofertas e demandas dos recursos hídricos do país (ANA, 2003d).

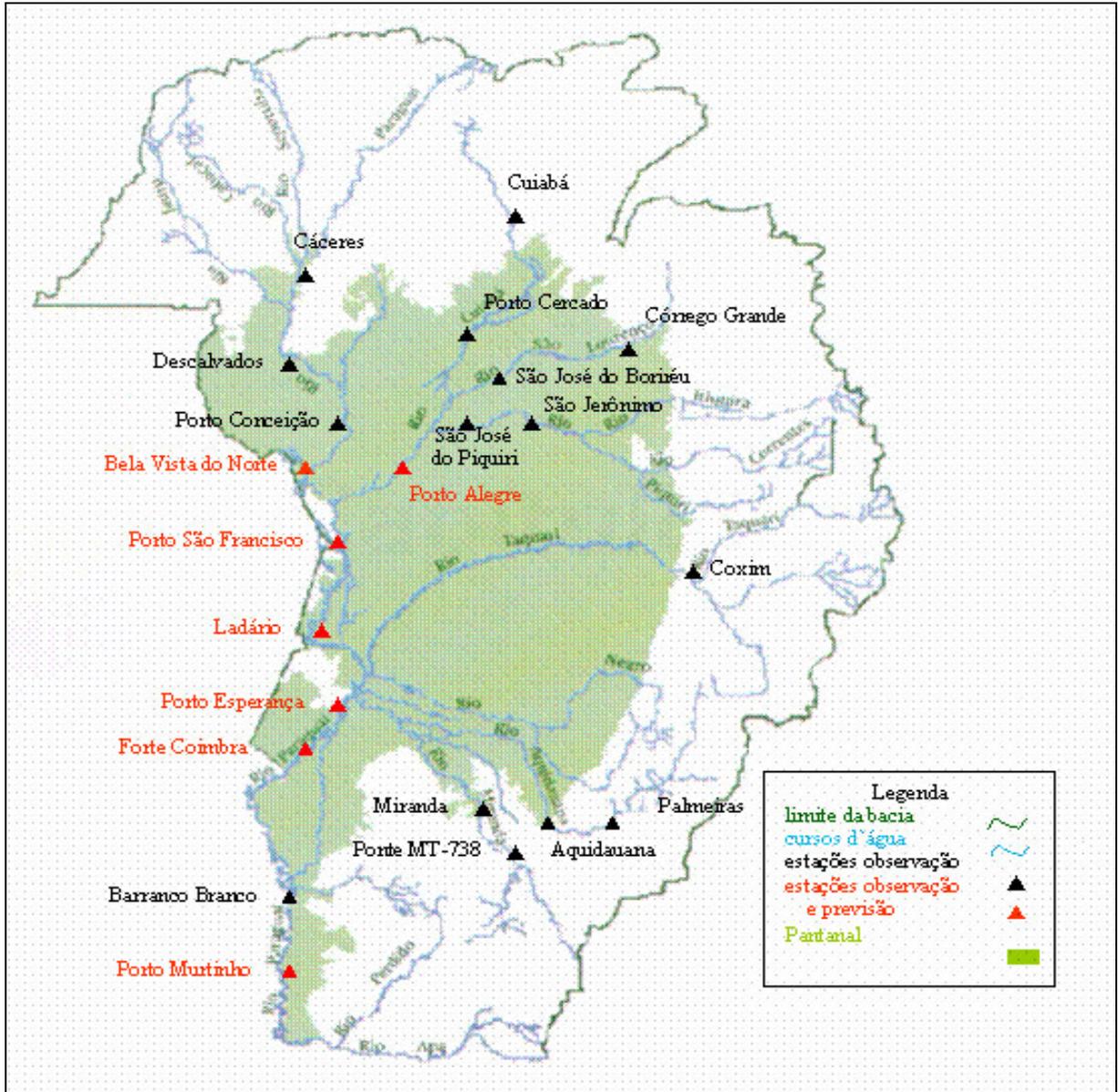


Figura 6.1.3 – Croqui da BAP com estações do Sistema de Previsão de Níveis d'Água no Pantanal

Fonte: CPRM (2003)

No âmbito da Área de Regulação (AR) situam-se as Superintendências de Outorga e Cobrança (SOC), e de Fiscalização (SFI).

À SOC compete toda e qualquer ação relativa à outorga de direito do uso dos recursos hídricos de corpos d'água de domínio da União, bem como implementar, em articulação com os Comitês de Bacias Hidrográficas, cobrança pelo uso, conforme o caso.

À SFI compete a fiscalização dos usos dos recursos hídricos em corpos d'água de domínio da União, configurando-se como um instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos, com atividades de monitoramento e controle destes usos.

A Tabela 6.1.2 apresenta os principais programas e projetos desenvolvidos pela ANA, ou coma parceria desta, descritos no escopo do presente sub-item.

Tabela 6.1.2 – Principais programas e projetos da ANA

Programas	Características Gerais
PROSPECTAR	Pretende estimular a sociedade brasileira a pensar estrategicamente sobre o futuro do país por meio do desenvolvimento de atividades de prospecção em Ciência e Tecnologia.
Rede Hidrometeorológica Básica	Pretende viabilizar o levantamento de informações necessárias aos estudos e projetos que demandam o conhecimento das disponibilidades hídricas e potenciais hidráulicos das bacias hidrográficas brasileiras, assim como para o cálculo das séries de vazões naturais médias mensais nos locais de aproveitamentos, visando ao planejamento energético e simulações relativas aos sistemas elétricos do país.
Monitoramento Hidrológico por Telemetria	Visa coletar e transmitir dados via satélite da rede de estações telemétricas administradas pela ANA. São utilizados, para tanto, os satélites SCD 1, SCD 2 e CBERS, através de acordo com o INPE.
SIVAM	Visa ações de coleta e disponibilização de dados hidrológicos e planejamento, instalação, manutenção e operação do sistema de monitoramento via satélite dos parâmetros hidrológicos no âmbito da região do projeto.
Rede Sedimentométrica	Pretende monitorar ocasionais problemas derivados do aporte de sedimentos, a qual está inserida no mesmo contexto da Rede Hidrometeorológica Básica.
Rede de Monitoramento de Qualidade de Águas	Objetiva manter um banco de dados de referência com informações sobre a qualidade da água dos rios, fornecer subsídios para avaliação de estudos e projetos de aproveitamento de múltiplos usos dos recursos hídricos e fornecer informações complementares para o enquadramento dos corpos de água em classes e para o SNIRH.
Qualidade das Águas da Bacia do Prata	Objetiva o levantamento de informações para uma avaliação da qualidade das águas dos rios, principalmente aqueles compartilhados entre países.
Águas Subterrâneas	Visa padronizar e centralizar as informações provenientes dos estudos, prospecções, ações e obras hídricas subterrâneas, criou-se uma área específica para águas subterrâneas dentro do SNIRH.
Modernização Tecnológica dos Sistemas de Gerenciamento de Recursos Hídricos	Objetiva modernizar e unificar a operação os sistemas de monitoramento e georreferenciamento hidrológico no país.
HiBAm	Projeto científico internacional envolvendo o Brasil, Equador, Bolívia e França para estudar a hidrologia e a geoquímica da Bacia Amazônica.
GEF São Francisco	Visa contribuir para o desenvolvimento sustentável da Bacia e de sua zona costeira, mediante o apoio técnico financeiro necessário à implementação de ações e estratégias de um modelo integrado de gerenciamento.
Aquífero Guarani	Visa contribuir para a superação da situação atual por meio da formulação de um modelo técnico, legal e institucional para a gestão dos recursos do aquífero de forma coordenada pelo conjunto de países (Brasil, Paraguai, Argentina e Uruguai).
GEF Alto Paraguai	Visa a implementação prática do gerenciamento integrado da Bacia do Alto Paraguai onde se insere o Pantanal, a ser executado com a participação da ANA, PNUMA, OEA, Estado de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.
Sistema de Previsão de Níveis d'Água no Pantanal	Sistema de previsão de níveis para a região do Pantanal, que prevê níveis de alerta e indica a necessidade de remanejamento de populações e gado.

### 6.1.2 AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL)

As origens da Agência remontam 1920, no Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, órgão do então Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio, sendo naquele momento, criada uma Comissão de Estudos de Forças Hidráulicas, passando mais tarde a organizar-se como Diretoria de Águas e ainda, posteriormente como Serviço de Águas (ANEEL, 2003).

Com a criação do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), em 1934, este órgão acabou por abranger o Serviço de Águas, que se tornaria Divisão de Águas com a transformação do Serviço Geológico do Brasil em Divisão de Geologia e Mineralogia, também do DNPM (ANEEL, 2003).

Em 1961, o DNPM foi desligado do Ministério da Agricultura, passando a integrar o Ministério das Minas e Energia, criado pela Lei Federal nº 3.782/60<sup>1</sup> (BRASIL, 1960).

A Divisão de Águas do DNPM foi posteriormente transformada em Departamento Nacional de Águas e Energia (DNAE), pela Lei Federal nº 4.904/65<sup>2</sup> (BRASIL, 1965), sendo ainda alterada sua denominação para Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE), pelo Decreto Federal nº 63.951/68<sup>3</sup> (BRASIL, 1968).

Faz-se necessário, todavia, para perfeito entendimento da evolução do órgão fiscalizador dos serviços de energia elétrica no País, mencionar o Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica (CNAEE), criado pelo Decreto-lei nº 1.285/39<sup>4</sup> (BRASIL, 1939), diretamente subordinado à Presidência da República, como órgão de consulta, orientação e controle quanto à utilização dos recursos hidráulicos e de energia elétrica, com jurisdição em todo o território nacional, e mais tarde também com atribuições executivas (ANEEL, 2003).

Posteriormente, a Lei Federal nº 3.782/60 (BRASIL, 1960), que criou o Ministério das Minas e Energia, subordinou ao mesmo o CNAEE e, com a organização do mencionado Ministério, conforme as disposições da Lei Federal nº 4.904/65 (BRASIL, 1965), foi criado o DNAE, conforme já explanado, sem que ficasse textualmente expresso que o CNAEE deixaria de intervir nos assuntos da competência do DNAE (ANEEL, 2003).

A existência de dois órgãos com finalidades análogas ocasionou, durante alguns anos, dificuldades que se refletiam na política energética nacional. Por outro lado, a constituição da Centrais

---

<sup>1</sup> Lei Federal n. 3.782, de 22 de julho de 1960. Cria os Ministérios da Indústria e do Comércio e das Minas e Energia e dá outras providências.

<sup>2</sup> Lei Federal n. 4.904, de 17 de dezembro de 1965. Dispõe sobre a organização do Ministério das Minas e Energia, e dá outras providências.

<sup>3</sup> Decreto Federal n. 63.951, de 31 de dezembro de 1968. Aprova a estrutura básica, do Ministério das Minas e Energia.

<sup>4</sup> Decreto-lei n. 1.285, de 18 de maio de 1939. Cria o Conselho Nacional de Águas e Energia, define suas atribuições e dá outras providências.

Elétricas Brasileiras S.A. (ELETROBRÁS), autorizada pela Lei Federal nº 3.890-A/61<sup>1</sup> (BRASIL, 1961), absorveu várias atribuições anteriormente da competência do CNAEE (ANEEL, 2003).

O Decreto-lei nº 689/69<sup>2</sup>, completou os trâmites legais, extinguindo o CNAEE e decretando a definitiva absorção, por parte do DNAEE, de todas as atribuições do extinto CNAEE, definidas na legislação vigente.

A ANEEL tem como atribuições: regular e fiscalizar a geração, a transmissão, a distribuição e a comercialização da energia elétrica, atendendo reclamações de agentes e consumidores com equilíbrio entre as partes e em benefício da sociedade; mediar os conflitos de interesses entre os agentes do setor elétrico e entre estes e os consumidores; conceder, permitir e autorizar instalações e serviços de energia; garantir tarifas justas; zelar pela qualidade do serviço; exigir investimentos; estimular a competição entre os operadores e assegurar a universalização dos serviços. Figura como autarquia em regime especial, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, sendo criada pela Lei Federal nº 9.427/96<sup>3</sup> (BRASIL, 1996).

A Resolução ANEEL nº 396/98<sup>4</sup> (ANEEL, 1998), determina às Concessionárias de Aproveitamento da Energia Hidráulica para Geração de Energia Elétrica, a instalação de equipamentos hidrométricos na área do empreendimento, objetivando ações de regulação, fiscalização e mediação, bem como o uso múltiplo dos recursos hídricos, homologados pela ANEEL.

A Lei Federal nº 9.433/97 (BRASIL, 1997) garante a destinação de recursos ao Ministério de Minas e Energia, que são aplicados pela ANEEL para a operação e expansão de Rede Hidrometeorológica Nacional, em fase de transição para a ANA, desde sua criação. A mesma lei destina recursos ao Ministério do Meio Ambiente, para implantação da Política Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e para gestão da Rede Hidrometeorológica Nacional.

Atualmente, a ANEEL mantém em operação, 1.773 estações fluviométricas, de um total de 4.222 operadas em todo o território nacional, com medidas limimétricas e medição de descarga líquida. A rede pluviométrica possui 2.449 estações, de um total de 9.457 operadas no país, as quais estão sendo complementadas com aparelhos registradores localizados nas diversas bacias hidrográficas e são operadas em conjunto com a rede fluviométrica (ANEEL, 2003).

Na BAP, assim como em todo o território dos estados que a circunscreve, a Agência firmou dois convênios de cooperação, sendo eles com a Agência Estadual de Regulação dos Serviços Públicos Delegados do Mato Grosso (AGER-MT) e com a Agência Estadual de Regulação de

---

<sup>1</sup> Lei Federal n. 3.890-A, de 25 de abril de 1961. Autoriza a União a constituir a empresa Centrais Elétricas Brasileiras S.A. – ELETROBRÁS, e dá outras providências.

<sup>2</sup> Decreto-lei n. 689, de 18 de julho de 1969. Extingue o Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica, do Ministério das Minas e Energia, e dá outras providências.

<sup>3</sup> Lei Federal n. 9.427, de 26 de dezembro de 1996. Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica e dá outras providências.

<sup>4</sup> Resolução ANEEL n. 396, de 4 de dezembro de 1998. Estabelece as condições para implantação, manutenção e operação de estações fluviométricas e pluviométricas associadas a empreendimentos hidrelétricos.

Serviços Públicos do Mato Grosso do Sul (AGEPAN-MS), com o objetivo de descentralizar suas atividades, permitindo a adaptação de suas ações às circunstâncias locais, sendo tais atividades, principalmente as relacionadas à fiscalização e ouvidoria.

### **6.1.3 COMPANHIA DE PESQUISAS E RECURSOS MINERAIS (CPRM)**

As atribuições institucionais da CPRM na área de recursos hídricos são: participar do planejamento, da coordenação e executar os serviços de hidrologia de responsabilidade da União em todo o Território Nacional; estimular o descobrimento e o aproveitamento dos recursos hídricos (águas de superfície e subterrâneas); orientar, incentivar e cooperar com entidades públicas ou privadas na realização de pesquisas e estudos destinados ao aproveitamento dos recursos hídricos; elaborar sistemas de informações, cartas e mapas que traduzam o conhecimento hidrológico, tornando-o acessível aos interessados; colaborar em projetos de preservação do meio ambiente, em ação complementar à dos órgãos competentes da administração pública federal, estadual e municipal; realizar pesquisas e estudos relacionados com os fenômenos naturais ligados à terra, tais como deslizamentos, enchentes, secas, desertificação e outros; dar apoio técnico e científico aos órgãos da administração pública federal, estadual e municipal, no âmbito de sua área de atuação (CPRM, 2003).

No cumprimento de suas atribuições legais desenvolve o Programa Nacional de Hidrologia que abrange as atividades de: Monitoramento Hidrológico; Recursos Hídricos Superficiais e Recursos Hídricos Subterrâneos.

A CPRM instala, opera e dá manutenção à rede básica nacional do MME, nela incluídas redes telemétricas para inventário e previsão de cheias, redes de monitoramento da qualidade das águas e de sedimentometria e estações convencionais fluviométricas, pluviométricas e climatológicas. Os dados coletados a cada mês são remetidos para o Sistema de Informações Hidrológicas da ANA, para serem disponibilizados ao usuário final. A coleta dos dados é feita por 3.500 observadores hidrológicos (CPRM, 2003 *apud* ESCANDOLHERO, 2003).

### **6.1.4 INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET)**

O Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) é órgão pertencente ao Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), responsável pela meteorologia no Brasil, representando o País junto à Organização Meteorológica Mundial (OMM), entidade das Nações Unidas para meteorologia e hidrologia (INMET, 2003).

De acordo com informações do INMET (2003) *apud* ESCANDOLHERO (2003), A região da BAP conta com o 9º DISME do INMET, localizado na cidade de Cuiabá, em Mato Grosso, sendo que os produtos fornecidos e disponibilizados via internet pelo INMET incluem:

- a) condições do tempo: previsão do tempo para o Brasil e para as regiões, para os Estados; prognóstico de chuva para a América do Sul, para o Brasil e para as regiões;
- b) alertas: alerta de estiagens, alerta para as estações;

- c) condições de tempo registradas nas Capitais, nos Estados e demais localidades do país;
- d) boletim agroclimatológico;
- e) produtos de satélites.

#### **6.1.5 INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE)**

O INPE mantém com a ANA um programa de cooperação técnico-científica, visando a realização de ensino, pesquisa em áreas de interesse comum, em especial aqueles ligados às áreas de hidrologia e de sensoriamento remoto.

Sendo um dos principais órgãos nacionais de monitoramento climático, provendo dados de tempo e de clima através de seu Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), suas atividades baseiam-se principalmente no monitoramento das variações de temperatura à superfície dos oceanos tropicais e de variáveis atmosféricas em escala global. A transmissão de dados ocorre principalmente via satélite.

De acordo com o INPE (2003), o órgão tem por finalidade promover e executar estudos, pesquisas científicas, desenvolvimento tecnológico e capacitação de recursos humanos, nos campos da Ciência Espacial e da Atmosfera, das Aplicações Espaciais, da Meteorologia e da Engenharia e Tecnologia Espacial, bem assim em domínios correlatos, consoante política definida pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT).

#### **6.1.6 EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIA (EMBRAPA)**

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, foi criada em 26 de abril de 1973. Sua missão é viabilizar soluções para o desenvolvimento sustentável do agronegócio brasileiro por meio de geração, adaptação e transferência de conhecimentos e tecnologias, em benefício da sociedade (EMBRAPA, 2003).

A EMBRAPA monitora dados hidrológicos a partir de uma divisão denominada ‘EMBRAPA Monitoramento por Satélites’, com 11 anos de existência, tendo como base o fornecimento de produtos e informações de satélite. Trata-se de um serviço baseado em dados de satélite atualizados duas vezes por semana, que informa sobre a disponibilidade de água para as culturas em 25 tipos principais de solos, nos 11 Estados da região Centro Sul do país (EMBRAPA, 2003 *apud* Escandolhero, 2003).

No aspecto geral o sistema é voltado para o uso agrícola, mas não deixa de ter sua importância dentro de um planejamento integrado de recursos hídricos.

O referido centro ainda conta com a estrutura da Fazenda Nhumirim, no Pantanal da Nhecolândia, tendo sido a mesma utilizada pelas principais áreas de pesquisa definidas no plano diretor da Embrapa Pantanal: clima, solos, recursos hídricos, limnologia, ecologia e manejo de

recursos florísticos e faunísticos, impactos ambientais e, melhoramento, manejo nutricional, reprodutivo e sanitário de bovinos e eqüinos (ESCANDOLHERO, 2003).

Ainda na região do Pantanal, o órgão desenvolveu um sistema de previsão de cheias, com metodologia que permite determinar as chances de ocorrerem cheias pequenas (4,0 a 5,0 m), cheias normais (5,0 a 6,0 m) e cheias excepcionais (acima de 6,0 m). Determina também o mês mais provável em que o rio Paraguai irá atingir o nível máximo. A previsão começou a ser utilizada em 1995, quando ocorreu o que foi considerada a 3ª maior cheia do século passado. O trabalho é o resultado de uma parceria com o Serviço de Sinalização Náutica do Oeste do 6º Distrito Naval da Marinha do Brasil (EMBRAPA, 2003).

#### **6.1.7 COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DO VALE DO SÃO FRANCISCO (CODEVASF)**

A origem da CODEVASF está relacionada à Constituição<sup>1</sup> de 1946 (BRASIL, 1946), que determinou a execução de um plano de aproveitamento das possibilidades econômicas do Rio São Francisco e seus afluentes, num prazo de 20 anos. Como resultado, o governo criou a Comissão do Vale do São Francisco – CVSF, através da Lei Federal nº 541/48<sup>2</sup> (BRASIL, 1948) sucedida pela Superintendência do Vale do São Francisco (SUVALE) e, posteriormente, através da Lei Federal nº 6.088/74<sup>3</sup> (BRASIL, 1974), pela CODESVASF, sempre direcionando suas atividades para a ação governamental, voltada para o desenvolvimento da agricultura (ESCANDOLHERO, 2003).

Destinada a promover o desenvolvimento da região do Vale do São Francisco, utilizando a irrigação como força propulsora, atua nos Estados de Alagoas, Bahia, Goiás, Minas Gerais, Pernambuco, Sergipe e parte do Distrito Federal, perfazendo 640.000 km<sup>2</sup> do Vale. De acordo com a Lei Federal nº 9.954/00<sup>4</sup> (BRASIL, 2000a), a CODEVASF passou a atuar também, no Vale do Rio Parnaíba, numa área de 340.000 km<sup>2</sup>, abrangendo os Estados do Maranhão e Piauí (ESCANDOLHERO, 2003).

A CODEVASF tem por finalidade o aproveitamento, para fins agrícolas, agropecuários e agroindustriais, dos recursos de água e solo dos Vales do São Francisco e do Parnaíba, diretamente ou por intermédio de entidades públicas e privadas, promovendo o desenvolvimento integrado de áreas prioritárias e a implantação de distritos agroindustriais e agropecuários.

Entre os principais programas operacionalizados pela CODEVASF relacionados aos recursos hídricos destacam-se: o Programa de Irrigação e Drenagem, que busca promover o desenvolvimento

---

<sup>1</sup> Constituição dos Estados Unidos do Brasil: promulgada em 18 de Setembro de 1946.

<sup>2</sup> Lei Federal n. 541, de 15 de dezembro de 1948. Cria a Comissão do Vale do São Francisco, e dá outras providências.

<sup>3</sup> Lei Federal n. 6.088, de 16 de julho de 1974. Dispõe sobre a criação da Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco – CODEVASF – e dá outras providências.

<sup>4</sup> Lei Federal n. 9.954, de 6 de janeiro de 2000. Autoriza o Poder Executivo a alterar a razão social da Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco - CODEVASF, nos termos que especifica e dá outras providências.

sustentável de áreas irrigadas e irrigáveis; o Programa Proágua Infra-Estrutura, com estudos, construção e recuperação de obras de infra-estrutura hídrica, principalmente barragens, poços e adutoras; o Programa de Desenvolvimento da Aqüicultura, destinado a recompor a ictiofauna da bacia; os Programas de Zoneamento Ecológico-Econômico e Navegação Interior; e o Programa de Desenvolvimento Sustentável da Bacia do Rio São Francisco e do Semi-Árido Nordeste, compatível com o Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco, como proposto pelo Ministério da Integração Nacional (CODEVASF, 2003).

#### **6.1.8 SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS (SRH)**

A Secretaria de Recursos Hídricos, criada em 1995, parte integrante da estrutura básica do Ministério do Meio Ambiente e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, teve as suas atribuições regulamentadas pelo Decreto Federal n.º 2.972/99<sup>1</sup> (BRASIL, 1999a), as quais foram posteriormente alteradas pela Lei Federal n.º 9.984/00 (BRASIL, 2000b) de criação da ANA. Permanece, portanto, sob a sua responsabilidade:

- a) formulação da Política Nacional de Recursos Hídricos;
- b) integração da gestão dos recursos hídricos com a gestão ambiental;
- c) provisão dos serviços de Secretaria Executiva do Conselho Nacional de Recursos Hídricos.

Sobre o papel da Secretaria de Recursos Hídricos do MMA, GARRIDO (2002b) destaca:

- a) *apóia o Conselho Nacional de Recursos Hídricos no acompanhamento da execução e na aprovação do Plano Nacional de Recursos Hídricos;*
- b) *atua como Secretaria Executiva do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, provendo-lhe com as informações necessárias e auxiliando-lhe na tomada de decisões;*
- c) *desenvolve estudos técnicos e de natureza científica no campo dos recursos da água em todo o território nacional;*
- d) *promove a articulação entre os Conselhos Estaduais e do Distrito Federal em sua condição de Secretaria Executiva do CNRH;*
- e) *promove o treinamento e a capacitação de técnicos do Brasil para a área de recursos hídricos no campo da formulação da política, assim como desenvolve campanhas de divulgação sobre a importância da água.*

Sua função de Secretaria Executiva do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, conforme estabelecida no Regimento Interno do Conselho, foi aprovada pela Portaria Ministerial n.º 407/99<sup>2</sup> (MMA, 1999) e alterada pela Portaria Ministerial n.º 65/02<sup>1</sup> (MMA, 2002).

---

<sup>1</sup> Decreto Federal n. 2.972, de 26 de fevereiro de 1999. Aprova a estrutura regimental e o quadro demonstrativo dos cargos em comissão do grupo-Direção e Assessoramento Superiores - DAS e Funções Gratificadas - FG do Ministério do Meio Ambiente, e dá outras providências.

<sup>2</sup> Portaria Ministerial n. 407, de 23 de novembro de 1999. Aprova o Regimento Interno do Conselho Nacional de Recursos Hídricos.

### **6.1.9 INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS RENOVÁVEIS (IBAMA)**

O IBAMA foi criado pela Lei Federal nº 7.735/89<sup>2</sup> (BRASIL, 1989) tendo sido formado pela fusão de quatro entidades brasileiras que trabalhavam na área ambiental até então: Secretaria do Meio Ambiente (SEMA); Superintendência da Borracha (SUDHEVEA); Superintendência da Pesca (SUDEPE), e o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF) (IBAMA, 2003).

Em 1998, o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis e a Secretaria de Recursos Hídricos celebraram convênio com o objetivo inicial de instrumentalizar, técnica e operacionalmente o Instituto, para exercer as ações de controle, de fiscalização e de monitoramento da qualidade ambiental das águas de domínio da União, bem como apoiar a SRH na implantação da Política Nacional de Recursos Hídricos (EMBRAPA, 2003 *apud* ESCANDOLHERO, 2003).

Como resultado desta parceria destaca-se o Sistema de Monitoramento da Qualidade da Água (SISAGUA). Esse sistema está estruturado em três cadastros, sendo eles: de corpo d'água, estações de monitoramento e laboratórios.

Segundo ESCANDOLHERO (2003), o mesmo sistema aponta três laboratórios cadastrados em Mato Grosso do Sul, sendo que deste total apenas um realiza controle de qualidade dos corpos d'água. Já em Mato Grosso, encontram-se cadastrados cinco laboratórios, dos quais 3 realizam controle.

### **6.1.10 SECRETARIA DE QUALIDADE AMBIENTAL NOS ASSENTAMENTOS HUMANOS (SQA)**

Um dos principais programas em desenvolvimento pela SQA, na área de gestão de recursos hídricos é o Programa de Desenvolvimento Sustentável do Pantanal (Programa Pantanal), que também é o maior programa ambiental do País na atualidade, cujos principais objetivos constituem-se em:

- a) gerenciar a BAP e as sub-bacias críticas para reduzir a sedimentação e poluição proveniente da agricultura e mineração, aumentar a produção e a produtividade, conservar a biodiversidade e proporcionar melhor qualidade de vida à população;
- b) promover a estruturação sanitária e drenagem nas áreas urbanas e definir um plano estratégico de gestão de resíduos sólidos, reduzindo a poluição orgânica e industrial nas sub-bacias e melhorando a qualidade das águas;
- c) estimular a prática de atividades econômicas ambientalmente adequadas aos ecossistemas da BAP;

---

<sup>1</sup> Portaria Ministerial n. 65, de 15 de fevereiro de 2002. Altera o Regimento Interno do Conselho Nacional de Recursos Hídricos.

<sup>2</sup> Lei Federal n. 7.735, de 22 de fevereiro de 1989. Dispõe sobre a extinção de órgão e de entidade autárquica, cria o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis e dá outras providências.

- d) apoiar a consolidação e a criação de áreas de conservação ambiental (PROGRAMA PANTANAL, 2001).

O Programa Pantanal é executado pelo Ministério do Meio Ambiente, no âmbito da Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos, por meio da Coordenação Geral do Programa Pantanal. São co-executores do Programa os governos dos Estados de Mato Grosso do Sul, através da Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SEMA-MS) e Instituto de Meio Ambiente Pantanal (IMAP), e de Mato Grosso, através da Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEMA-MT) e IBAMA na esfera federal.

O Programa Pantanal é dividido em sete componentes:

- a) Gestão de Recursos Hídricos;
- b) Gestão de Solos e Agrotóxicos;
- c) Proteção dos Ecossistemas, da Fauna e da Ictiofauna;
- d) Saneamento Urbano;
- e) Apoio a Atividades Ambientalmente Sustentáveis;
- f) Estradas Parques e Cênicas;
- g) Atividades Ambientalmente Sustentáveis em Áreas Indígenas.

Dois componentes integram a Agenda Azul do Programa Pantanal: Gestão e dos Recursos Hídricos e Gestão de Solos e Agrotóxicos. Destaca-se que a proposta do Programa não é somente um projeto de manejo de bacia hidrográfica: trata-se de um plano de gestão integral dos recursos naturais e humanos, alicerçado na conservação da natureza em uma perspectiva de produção de respostas concretas às necessidades de se avançar no desenvolvimento socioeconômico.

No que se refere aos recursos hídricos, o eixo se desloca de uma posição tradicional de simples investimentos em obras hidráulicas, para uma prática que enfoca a complexidade dos ecossistemas e as interações entre água, solo, seres vivos e atividades humanas.

O componente Gestão dos Recursos Hídricos tem como objetivo promover a melhoria da qualidade e disponibilidade de águas subterrâneas e de superfície a partir do desenvolvimento de modelos de gestão de recursos hídricos, com a finalidade de implementar a outorga, o monitoramento, o sistema estadual de informação, o ordenamento da gestão e a fiscalização.

#### **6.1.11 SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE DO MATO GROSSO DO SUL (SEMA-MS) E INSTITUTO DE MEIO AMBIENTE PANTANAL (IMAP)**

A Secretaria de Meio Ambiente do Mato Grosso do Sul é a instância definidora das políticas na área ambiental no Estado, tendo como órgão vinculado, o Instituto de Meio Ambiente Pantanal, instância executora das políticas ambientais.

O IMAP possui como missão buscar o desenvolvimento sustentável para a população do Estado de Mato Grosso do Sul, propondo e executando as políticas de meio ambiente, aplicando instrumentos de gestão ambiental e de recursos hídricos e valorizando cada integrante da equipe.

Em sua estrutura técnica contempla as seguintes gerências:

- a) de Conservação da Biodiversidade;
- b) de Controle Ambiental;
- c) de Recursos Florestais;
- d) de Recursos Hídricos.

Compete à Gerência de Recursos Hídricos elaborar diretrizes e implantar a Política Estadual de Recursos Hídricos, através das seguintes linhas de ação:

- a) coordenar a implantação da Política Estadual de Recursos Hídricos;
- b) acompanhar o cumprimento da Política Estadual de Recursos Hídricos;
- c) gerenciar os projetos afetos a Gestão de Recursos de Hídricos;
- d) coordenar a Regulamentação e Implantação da Lei Estadual de Recursos Hídricos;
- e) coordenar a elaboração dos Planos Diretores de Recursos Hídricos;
- f) elaborar e gerenciar proposta do Plano Estadual de Recursos Hídricos;
- g) coordenar a implantação e gerenciar o Sistema de Informações Gerenciais de Recursos Hídricos no Estado;

Como parte integrante da Gerência de Recursos Hídricos, o Centro de Controle Ambiental (CCA) é composto por duas unidades laboratoriais, que subsidiam tecnicamente todas as gerências do IMAP, por meio dos seguintes laboratórios:

- a) Laboratório de Físico-química;
- b) Laboratório de Metais;
- c) Laboratório de Bacteriologia;
- d) Laboratório de Hidrobiologia;
- e) Setor de Amostragem.

Dentre as atividades realizadas pelo CCA, incluem-se o monitoramento da qualidade das águas das bacias hidrográficas dos Rios Paraguai e Paraná, a avaliação de estudos de autodepuração relativos aos empreendimentos econômicos instalados no Estado e a prestação de serviços de análises de água, atendendo a clientes externos.

O IMAP, como órgão executor do Programa Pantanal no Estado de Mato Grosso do Sul, deverá receber investimentos no âmbito da aplicação dos recursos do Programa, para o desenvolvimento institucional na área de monitoramentos dos recursos hídricos e do clima, com a implantação de uma rede telemétrica automática para a BAP, além da ampliação da capacidade do monitoramento da qualidade da água, com o aumento dos pontos de amostragem e a estruturação física dos laboratórios existentes.

#### **6.1.12 FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE DO MATO GROSSO (FEMA-MT)**

A Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEMA-MT), foi inicialmente instituída pelo poder público do Estado no ano de 1983, com o nome de Fundação de Desenvolvimento do Pantanal

(FUNDEPAN), após várias alterações para adaptação as novas metodologias, tem sua atual estrutura definida desde o ano de 1999.

A FEMA-MT, enquanto órgão normatizador, gestor e executor da Política Ambiental no Estado de Mato Grosso, utiliza estratégias de parceria para minimizar os impactos e conservar os recursos naturais, através de programas como: Projeto de Recuperação da Bacia do Rio Cuiabá, com atividades do Programa de Educação Ambiental (PEA-MT), que consiste na formação de grupos de trabalho, com representantes das comunidades dos principais municípios da bacia (municípios pólo), como interpretes da problemática ambiental local; GEF Alto Paraguai; PPG7; Programa de Desenvolvimento Agroambiental do Estado de Mato Grosso (PRODEAGRO) e Programa Pantanal.

Sua estrutura técnica está composta por diversas diretorias, sendo elas:

- a) de Infra-estrutura, Indústria e Mineração;
- b) de Recursos Florestais;
- c) de Recursos Hídricos;

Compete à Diretoria de Recursos Hídricos, dentre várias atribuições:

- a) acompanhar a Política Estadual de Recursos Hídricos e sugerir propostas modificadoras da legislação, sempre que se fizer necessária a sua evolução em benefício do Estado;
- b) coordenar, controlar, supervisionar, os planos, programas e projetos de Recursos Hídricos a serem implantados e executados no Estado;
- c) propor normas de estabelecimento de padrões de controle da qualidade da água;
- d) coordenar e controlar a perfuração de poços tubulares no Estado de Mato Grosso, sugerindo aplicação de penalidades previstas na legislação pertinente e normas internas da Fundação;
- e) propor a utilização de tecnologias delineando seus aspectos físicos e conceituais para os sistemas de informações sobre os Recursos Hídricos e qualidade de água;
- f) desenvolver estudos e pesquisas para criação e manutenção de Comitês de Bacias Hidrográficas;
- g) coordenar, controlar e supervisionar as atividades de controle e fiscalização preventiva e corretiva dos vários segmentos sócio econômicos, particularmente no que se refere a poluição hídrica observada a legislação pertinente;
- h) coordenar, controlar e supervisionar a cobrança pelo uso da água em todo território do Estado;
- i) coordenar, controlar e supervisionar a medição de vazão dos pequenos, médios e grandes mananciais para se conhecer o potencial hídrico do Estado e emissão de outorga;
- j) coordenar, controlar e supervisionar a implantação de um modelo hídrico que possibilite o gerenciamento das águas superficiais e subterrâneas do Estado;
- k) coordenar, controlar e supervisionar a liberação das Licenças Prévias de instalação e operação para todos os empreendimentos que se fizerem uso dos Recursos Hídricos do Estado.

## 6.2 INVENTÁRIO DAS ESTAÇÕES

É de fundamental importância conhecer a quantidade de postos, sua operação e manutenção adequadas para subsidiar estudos de aproveitamentos dos recursos hídricos nos mais diversos aspectos, sendo que na BAP os maiores interesses são, principalmente, na questão da navegação, de alerta de enchentes, aproveitamentos hidrelétricos, abastecimento d'água e na sua função de conservação da biodiversidade, além da preservação do valor cênico.

A obtenção do inventário se deu em função da metodologia estabelecida e descrita anteriormente e, em relação aos códigos das entidades responsáveis e operadoras, a Tabela 6.2.1 apresenta a lista dos códigos, e as respectivas entidades, utilizados no presente estudo.

Ainda com referência à Tabela 6.2.1, o código 110 remete à Resolução ANEEL n.º 396/98, que estabelece as condições para implantação, manutenção e operação de estações pluviométricas e pluviométricas associadas a empreendimentos hidrelétricos. Desta forma considera-se como entidade responsável e operadora pelas estações identificadas com tal código, os próprios concessionários ou autorizados de geração de energia hidrelétrica.

**Tabela 6.2.1 – Relação de códigos e entidades responsáveis e operadoras**

<b>Código</b>	<b>Sigla</b>	<b>Nome</b>
001	ANA	Agência Nacional de Águas
002	DNOS	Departamento Nacional de Obras de Saneamento
003	PORTOBRAS	Empresa de Portos do Brasil S.A.
005	INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
013	CEMAT	Centrais Elétricas Matogrossenses S.A.
057	DEPV	Diretoria de Eletrônica e Proteção ao Vôo do Ministério da Aeronáutica
069	FURNAS	Furnas Centrais Elétricas S.A.
075	ELETRONORTE	Centrais Elétricas do Nordeste do Brasil
082	CPRM	Cia de Pesquisa de Recursos Minerais
099	OUTRAS	Outras
110	396	Resolução 396/98 ANEEL
500	DESATIVADA	Estação Desativada

**Fonte: ANA (2003)**

No levantamento realizado, algumas informações não puderam ser extraídas do Sistema Hidro, por não estarem disponíveis. Desta forma, foi utilizado em complementação aos dados, o inventário do PCBAP. Ainda assim, alguns dados não foram obtidos de nenhuma das fontes consultadas, identificando o campo da informação por “h.d.”, ou seja, “não disponível”.

Para a Tabela 6.2.2 apresenta-se o conjunto das informações levantadas acerca das estações pluviométricas na BAP, podendo estas conter, ou não, registrador de chuvas, ou seja, caracterizarem-se em pluviográficas.

Tabela 6.2.2 – Informações levantadas para as estações pluviométricas na BAP

ORDEN	CÓDIGO	SUB-BACIA	ESTAÇÃO	MUNICÍPIO	RIO	UF	ALT (m)	ENTIDADE RESPONSÁVEL	ENTIDADE OPERADORA	COORDENADAS		OPERAÇÃO ou SUSPENSÃO (O/S)	REGISTRADOR DE CHUVAS (S/N)
										LATITUDE	LONGITUDE		
1	01454003	66	Peresópolis	Chapada dos Guimarães	Manso	MT	n.d.	069	069	14° 51' 00"	54° 47' 00"	O	S
2	01455000	66	Porto de Cima	Chapada dos Guimarães	Manso	MT	n.d.	001	500	14° 53' 00"	55° 52' 00"	S	N
3	01455001	66	Quebo Grande	Nobres	Quebo Grande	MT	n.d.	001	500	14° 30' 00"	55° 58' 00"	S	N
4	01455002	66	Coimbra	Rosário Oeste	Manso	MT	n.d.	001	500	14° 53' 00"	55° 52' 00"	S	S
5	01455003	66	Cuiabazinho	Alto Paraguai	Cuiabá	MT	n.d.	001	500	14° 27' 00"	55° 41' 00"	S	S
6	01455004	66	Faz. Corrente Verde	Chapada dos Guimarães	Manso	MT	529,0	001	110	14° 48' 35"	55° 16' 20"	O	S
7	01455005	66	Rio Manso	Chapada dos Guimarães	Manso	MT	n.d.	001	500	14° 00' 00"	55° 00' 00"	S	N
8	01455006	66	Faz. São José dos Campos	Chapada dos Guimarães	Casca	MT	n.d.	001	500	14° 55' 00"	55° 49' 00"	S	S
9	01455007	66	Faz. Corrente Verde	Chapada dos Guimarães	Manso	MT	n.d.	001	500	14° 53' 00"	55° 19' 00"	S	N
10	01455008	66	Faz. Raizama	Rosário Oeste	Manso	MT	203,0	001	069	14° 50' 35"	55° 51' 13"	O	N
11	01455010	66	Faz. Campo Verde	Nova Brasilândia	Paraguai	MT	n.d.	001	082	14° 46' 35"	55° 14' 00"	O	N
12	01455011	66	Faz. Brasil	Nova Brasilândia	Paraguai	MT	n.d.	069	069	14° 40' 00"	55° 28' 00"	O	N
13	01455012	66	Marzagão	Nobres	Cuiabá	MT	n.d.	069	069	14° 32' 35"	55° 50' 50"	O	N
14	01455013	66	Erton Carvalho	Chapada dos Guimarães	Manso	MT	n.d.	069	069	14° 54' 55"	55° 49' 00"	O	N
15	01455014	66	UHE Manso	Chapada dos Guimarães	Manso	MT	n.d.	110	110	14° 52' 00"	55° 48' 00"	O	N
16	01456000	66	Alto Paraguai	Alto Paraguai	Paraguai	MT	n.d.	001	500	14° 34' 00"	56° 33' 00"	S	N
17	01456001	66	Arenópolis	Arenópolis	Santana	MT	n.d.	001	082	14° 31' 15"	56° 50' 50"	O	N
18	01456002	66	Marilândia	Arenópolis	Santana	MT	n.d.	001	500	14° 22' 00"	56° 59' 00"	S	S
19	01456003	66	Nortelândia	Nortelândia	Santana	MT	n.d.	001	082	14° 27' 00"	56° 48' 40"	O	N
20	01456004	66	Quebo	Nobres	Cuiabá	MT	n.d.	001	069	14° 39' 15"	56° 07' 20"	O	N
21	01456005	66	Diamantino	Diamantino	Paraguai	MT	286,0	005	005	14° 24' 26"	56° 26' 40"	O	S
22	01456006	66	Rosário Oeste	Rosário Oeste	Cuiabá	MT	136,0	005	005	14° 55' 00"	56° 23' 00"	S	N
23	01456008	66	Rosário Oeste	Rosário Oeste	Cuiabá	MT	n.d.	001	069	14° 50' 00"	56° 24' 40"	O	S
24	01456009	66	Parecis	Diamantino	Paraguai	MT	476,0	001	082	14° 09' 25"	56° 55' 50"	O	N
25	01456010	66	Camargo Correia	Nortelândia	Santana	MT	n.d.	001	500	14° 12' 00"	56° 24' 00"	S	N
26	01457000	66	Tapirapuã	Nova Olímpia	Sepotuba	MT	212,0	001	082	14° 51' 00"	57° 46' 00"	O	N
27	01457001	66	Tangará da Serra	Tangará da Serra	Sepotuba	MT	448,0	001	082	14° 37' 55"	57° 28' 00"	O	N
28	01457002	66	Sacuriuina	Arenópolis	Paraguai	MT	n.d.	002	002	14° 18' 00"	57° 47' 00"	S	N
29	01457004	66	Próximo Ilhota	Tangará da Serra	Sepotuba	MT	n.d.	001	082	14° 35' 00"	57° 55' 30"	O	N
30	01458000	66	Acampamento	Diamantino	Sepotuba	MT	n.d.	001	500	14° 32' 00"	58° 10' 00"	S	N
31	01458001	66	Rio Verde	Diamantino	Sepotuba	MT	509,0	002	002	14° 27' 00"	58° 14' 00"	S	N
32	01458003	66	Faz. Itamarati Norte	Campo Novo do Parecis	Sepotuba	MT	n.d.	075	075	14° 20' 35"	58° 07' 30"	O	N
33	01554001	66	Poxoréu	Poxoréu	Poxoréu	MT	n.d.	001	500	15° 51' 00"	54° 23' 00"	S	N
34	01554004	66	Poxoréu	Poxoréu	Poxoréu	MT	450,0	005	005	15° 49' 35"	54° 23' 40"	O	S
35	01554006	66	Jaciara	Jaciara	Ten. Amaral	MT	n.d.	001	082	15° 59' 15"	54° 58' 00"	O	N
36	01555000	66	Ponte Alta	Cuiabá	Manso	MT	610,0	001	069	15° 24' 26"	55° 17' 40"	O	N
37	01555001	66	Chapada dos Guimarães	Chapada dos Guimarães	Taquarizinho	MT	529,0	001	069	15° 28' 00"	55° 43' 40"	O	N
38	01555002	66	Ponte Alta	Cuiabá	Manso	MT	582,0	013	013	15° 25' 00"	55° 18' 00"	S	N
39	01555003	66	Usina I	Cuiabá	Casca	MT	300,0	013	013	15° 22' 00"	55° 27' 00"	S	N
40	01555004	66	São Vicente da Serra	S. Antônio do Leverger	Cuiabá	MT	n.d.	001	500	15° 40' 00"	55° 25' 00"	S	N
41	01555006	66	Roncador	Chapada dos Guimarães	Casca	MT	n.d.	001	500	15° 16' 00"	55° 06' 00"	S	N
42	01555007	66	Usina Casca III	Chapada dos Guimarães	Casca	MT	n.d.	001	069	15° 21' 55"	55° 26' 10"	O	N
43	01555008	66	Faz. Estiva	Chapada dos Guimarães	Casca	MT	442,0	001	069	15° 14' 00"	55° 44' 20"	O	N
44	01555009	66	São Vicente	S. Antônio do Leverger	Cuiabá	MT	800,0	005	005	15° 49' 00"	55° 25' 00"	S	N
45	01555010	66	Acorá	Chapada dos Guimarães	Quilombo	MT	300,0	001	110	15° 12' 15"	55° 38' 00"	O	N
46	01555011	66	Faz. Riacho Doce	Chapada dos Guimarães	Roncador	MT	300,0	001	110	15° 05' 00"	55° 26' 00"	O	N
47	01555012	66	Faz. JB	Chapada dos Guimarães	Roncador	MT	n.d.	069	069	15° 03' 15"	55° 04' 40"	O	N
48	01556000	66	N. Sra. Da Guia	Cuiabá	Cuiabá	MT	n.d.	001	082	15° 21' 15"	56° 13' 50"	O	N
49	01556001	66	N. Sra. Do Livramento	N. Sra. Do Livramento	Cuiabá	MT	n.d.	001	082	15° 46' 25"	56° 20' 50"	O	N
50	01556002	66	Cuiabá	Cuiabá	Cuiabá	MT	151,0	005	005	15° 37' 15"	56° 06' 30"	O	S
51	01556003	66	Coxipó da Ponte	Cuiabá	Cuiabá	MT	223,0	005	005	15° 38' 00"	56° 03' 00"	S	N
52	01556004	66	Cuiabá	Cuiabá	Cuiabá	MT	186,0	057	057	15° 38' 00"	56° 06' 00"	O	N
53	01556005	66	Acorizal	Acorizal	Cuiabá	MT	n.d.	001	082	15° 12' 25"	56° 21' 50"	O	N
54	01556006	66	Seco	N. Sra. Do Livramento	Cuiabá	MT	n.d.	001	082	15° 38' 15"	56° 36' 40"	O	S
55	01556007	66	Santa Edwiges	S. Antônio do Leverger	Cuiabá	MT	n.d.	001	082	15° 41' 55"	56° 08' 00"	O	N
56	01556008	66	S. Antônio do Leverger	S. Antônio do Leverger	Cuiabá	MT	n.d.	099	099	15° 53' 00"	56° 05' 00"	O	N
57	01556009	66	Cuiabá	Cuiabá	Cuiabá	MT	n.d.	099	099	15° 36' 25"	56° 03' 30"	O	S
58	01556010	66	Estância Bela Vista	Cuiabá	Cuiabá	MT	n.d.	069	069	15° 16' 25"	56° 07' 40"	O	N
59	01557000	66	Porto Estrela	Barra do Bugres	Paraguai	MT	n.d.	001	082	15° 19' 35"	57° 13' 50"	O	N
60	01557001	66	Barra do Bugres	Barra do Bugres	Paraguai	MT	n.d.	001	082	15° 04' 35"	57° 10' 50"	O	S
61	01557002	66	Goiabeira	Cáceres	Paraguai	MT	n.d.	002	002	15° 44' 00"	57° 32' 00"	S	S

continua .../

Tabela 6.2.2 – Informações levantadas para as estações pluviométricas na BAP (continuação)

ORDEM	CÓDIGO	SUB-BACIA	ESTAÇÃO	MUNICÍPIO	RIO	UF	ALT (m)	ENTIDADE RESPONSÁVEL	ENTIDADE OPERADORA	COORDENADAS		OPERAÇÃO ou SUSPENSÃO (O/S)	REGISTRADOR DE CHUVAS (S/N)
										LATITUDE	LONGITUDE		
62	01557003	66	Barranquinho	Cáceres	Paraguai	MT	187,0	001	082	15°38' 15"	57°28' 30"	O	S
63	01557004	66	São José do Sepotuba	Cáceres	Sepotuba	MT	n.d.	001	500	15°07' 00"	57°39' 00"	S	N
64	01557005	66	São José do Sepotuba	Barra do Bugres	Sepotuba	MT	106,0	001	082	15°05' 30"	57°48' 30"	O	N
65	01558000	66	Colônia Rio Branco	Rio Branco	Cabaçal	MT	124,0	001	082	15°14' 45"	58°06' 45"	O	N
66	01558001	66	Pte. Cabaçal	Cáceres	Cabaçal	MT	188,0	001	082	15°28' 00"	57°53' 40"	O	N
67	01558002	66	Salto das Nuvens	Cáceres	Cabaçal	MT	n.d.	002	002	15°19' 00"	58°07' 00"	S	N
68	01558003	66	Porto Esperidião	Porto Esperidião	Jauru	MT	n.d.	001	500	15°51' 00"	58°27' 00"	S	S
69	01558004	66	Alto Jauru	Indiavaí	Jauru	MT	235,0	001	082	15°26' 20"	58°35' 10"	O	N
70	01558005	66	Porto Esperidião	Porto Esperidião	Jauru	MT	n.d.	001	082	15°51' 15"	58°27' 50"	O	S
71	01558006	66	Salto do Céu	Salto do Céu	Jauru	MT	n.d.	001	500	15°00' 00"	58°00' 00"	S	S
72	01559005	66	Jusante do Salto	Cáceres	Aguapeí	MT	n.d.	003	003	15°46' 00"	59°07' 00"	S	N
73	01654000	66	Rondonópolis	Rondonópolis	Vermelho	MT	n.d.	001	082	16°28' 15"	54°39' 20"	O	S
74	01654001	66	Santa Terezinha	Santa Terezinha	Jorigue	MT	n.d.	001	082	16°40' 20"	54°15' 50"	O	N
75	01654002	66	Rondonópolis	Rondonópolis	Vermelho	MT	n.d.	001	001	16°28' 00"	54°38' 00"	S	S
76	01654004	66	Santa Escolástica	Pedra Preta	Jorigue	MT	236,0	001	082	16°50' 35"	54°24' 20"	O	N
77	01654005	66	Vale Rico	Rondonópolis	Vermelho	MT	n.d.	001	082	16°23' 25"	54°09' 00"	O	N
78	01654006	66	Rondonópolis	Rondonópolis	Vermelho	MT	284,0	005	005	16°27'00"	54°34' 00"	O	N
79	01655000	66	Baía Nova	S. Antonio do Leverger	Cuiabá	MT	n.d.	001	082	16°21' 20"	55°35' 10"	O	S
80	01655001	66	Acima Córrego Grande	S. Antonio do Leverger	São Lourenço	MT	139,0	001	082	16°36' 25"	55°12' 20"	O	S
81	01655002	66	Barão de Melgaço	Barão de Melgaço	Cuiabá	MT	n.d.	001	082	16°11' 35"	55°57' 50"	O	N
82	01655003	66	Taiamã	S. Antonio do Leverger	São Lourenço	MT	163,0	001	082	16°43' 35"	55°31' 10"	O	N
83	01655004	66	Santa Lúcia	Barão de Melgaço	São Lourenço	MT	n.d.	001	082	16°53' 15"	55°54' 20"	O	N
84	01656000	66	Colônia Santa Isabel	Barão de Melgaço	São Lourenço	MT	n.d.	001	500	16°40' 00"	56°02' 00"	S	N
85	01656001	66	Porto Cercado	Poconé	Bento Gomes	MT	119,0	001	082	16°26' 00"	56°20' 00"	O	S
86	01656002	66	Poconé	Poconé	Bento Gomes	MT	n.d.	001	082	16°19' 15"	56°32' 40"	O	N
87	01656003	66	São José do Boriréu	Barão de Melgaço	São Lourenço	MT	160,0	001	082	16°55' 15"	56°13' 20"	O	N
88	01656004	66	São João	Poconé	Cuiabá	MT	n.d.	001	082	16°56' 35"	56°37' 50"	O	N
89	01657000	66	Cáceres	Cáceres	Paraguai	MT	157,0	005	005	16°07' 50"	57°47' 30"	O	S
90	01657001	66	Sararé	Poconé	Bento Gomes	MT	n.d.	001	500	16°48' 00"	57°01' 00"	S	S
91	01657002	66	Descalvados	Cáceres	Paraguai	MT	n.d.	001	082	16°44' 00"	57°44' 50"	O	N
92	01657003	66	Cáceres	Cáceres	Paraguai	MT	n.d.	001	082	16°04' 00"	57°41' 00"	O	S
93	01657004	66	Flechas	Cáceres	Paraguai	MT	262,0	001	082	16°02' 15"	57°15' 20"	O	S
94	01657005	66	Conceição	Poconé	Bento Gomes	MT	n.d.	002	002	16°33' 00"	57°01' 00"	S	S
95	01657006	66	Barranco Vermelho	Cáceres	Paraguai	MT	157,0	001	500	16°38' 20"	57°47' 50"	S	N
96	01658000	66	Destacamento da Corixa	Cáceres	Jauru	MT	168,0	001	082	16°23' 45"	58°20' 20"	O	N
97	01658001	66	Orion	Cáceres	Paraguai	MT	n.d.	001	500	16°59' 00"	58°20' 00"	S	S
98	01659001	66	Destacamento da Fortuna	Porto Esperidião	Paraguai	MT	n.d.	001	082	16°16' 15"	59°29' 20"	O	N
99	01754000	66	Itiquira	Itiquira	Itiquira	MT	471,0	001	082	17°12' 25"	54°08' 20"	O	N
100	01754001	66	Piquiri	Itiquira	Piquiri	MT	n.d.	001	500	17°45' 00"	54°20' 00"	S	N
101	01754002	66	Posto Correntes	Araputanga	Correntes	MT	331,0	001	082	17°35' 15"	54°45' 20"	O	N
102	01754003	66	Acampamento Itiquirira	Itiquira	Itiquira	MT	n.d.	001	500	17°05' 00"	54°47' 00"	S	S
103	01754004	66	Pedro Severo	Sonora	São Lourenço	MS	268,0	001	082	17°49' 55"	54°18' 40"	O	S
104	01755000	66	Santo Antonio do Paraíso	Itiquira	Itiquira	MT	190,0	001	082	17°29' 35"	55°13' 50"	O	N
105	01755001	66	União	Corumbá	São Lourenço	MS	134,0	001	082	17°47' 00"	55°47' 20"	O	S
106	01755002	66	Formosa	Ladário	Paraguai	MS	n.d.	001	500	17°00' 00"	55°12' 00"	S	S
107	01755003	66	São Jerônimo	Barão de Melgaço	Itiquira	MT	112,0	001	082	17°12' 05"	56°00' 20"	O	S
108	01755004	66	São Jerônimo	Aquidauana	Itiquira	MS	n.d.	001	500	17°10' 00"	55°59' 00"	S	N
109	01755005	66	Santa Tereza	Aquidauana	São Lourenço	MS	n.d.	001	500	17°00' 00"	55°00' 00"	S	N
110	01756000	66	Ilha Camargo	Barão de Melgaço	Cuiabá	MT	n.d.	001	082	17°03' 25"	56°35' 00"	O	N
111	01756001	66	São José do Piquiri	Barão de Melgaço	Piquiri	MT	180,0	001	082	17°17' 25"	56°23' 00"	O	S
112	01756002	66	Retiro Seguro	Corumbá	São Lourenço	MS	n.d.	001	082	18°03' 00"	56°42' 10"	O	S
113	01756003	66	Porto Alegre	Corumbá	Cuiabá	MS	n.d.	001	082	17°37' 25"	56°57' 50"	O	S
114	01756004	66	Porto Jofre	Corumbá	Cuiabá	MS	n.d.	099	099	17°00' 00"	56°00' 00"	O	N
115	01756005	66	Formoso	Corumbá	Paraguai	MS	n.d.	001	500	17°11' 00"	56°08' 00"	S	N
116	01757000	66	Porto Indio	Corumbá	Paraguai	MS	n.d.	001	500	17°37' 00"	57°42' 00"	S	N
117	01757001	66	Porto Conceição	Cáceres	Paraguai	MT	n.d.	001	082	17°08' 35"	57°21' 30"	O	S
118	01757002	66	Uberaba	Cáceres	Paraguai	MT	n.d.	001	500	17°14' 00"	57°47' 00"	S	N
119	01757003	66	Bela Vista do Norte	Cáceres	Paraguai	MT	193,0	001	082	17°38' 25"	57°41' 20"	O	N
120	01853001	66	Figueirão	Camapuã	Figueirão	MS	n.d.	001	500	18°44' 00"	53°41' 00"	S	N
121	01853002	66	Cachoeira	Coxim	Taquari	MS	316,0	001	082	18°11' 54"	54°16' 40"	O	N

continua .../

Tabela 6.2.2 – Informações levantadas para as estações pluviométricas na BAP (continuação)

ORDEM	CÓDIGO	SUB-BACIA	ESTAÇÃO	MUNICÍPIO	RIO	UF	ALT (m)	ENTIDADE RESPONSÁVEL	ENTIDADE OPERADORA	COORDENADAS		OPERAÇÃO ou SUSPENSÃO (O/S)	REGISTRADOR DE CHUVAS (S/N)
										LATITUDE	LONGITUDE		
122	01853005	66	Colônia Figueirão	Camapuã	Jauru	MS	530,0	001	082	18°40' 2	53°38' 2	O	N
123	01854000	66	Coxim	Coxim	Paraguai	MS	287,0	005	005	18°30' 1	54°44' 0	O	S
124	01854001	66	Pedro Gomes	Pedro Gomes	Taquari	MS	284,0	001	082	18°06' 5	54°33' 3	O	N
125	01854002	66	Rio Verde de MT	Rio Verde de MT	Taquari	MS	340,0	001	082	18°54' 3	54°49' 5	O	N
126	01854003	66	Jauru	Coxim	Jauru	MS	n.d.	001	082	18°38' 5	54°21' 2	O	S
127	01854004	66	Coxim	Coxim	Coxim	MS	n.d.	001	082	18°26' 0	54°48' 0	O	S
128	01854005	66	Coxim	Coxim	Coxim	MS	n.d.	002	002	18°30' 0	54°56' 0	S	N
129	01854006	66	Ponte Nova	Rio Verde de MT	Coxim	MS	n.d.	001	082	18°43' 2	54°35' 5	O	N
130	01855000	66	Faz. São Gonçalo	Coxim	Coxim	MS	n.d.	001	500	18°21' 0	55°51' 0	S	N
131	01856000	66	Porto Rolom	Corumbá	Taquari	MS	n.d.	001	500	18°36' 0	56°50' 0	S	S
132	01856001	66	Nhecolândia	Corumbá	Paraguai	MS	89,0	005	005	18°59' 0	56°39' 0	S	S
133	01857000	66	Castelo	Corumbá	Paraguai	MS	n.d.	002	002	18°38' 0	57°36' 0	S	S
134	01857001	66	Amolar	Corumbá	Paraguai	MS	n.d.	001	082	18°02' 1	57°29' 1	O	S
135	01857002	66	São José do Mato Grande	Corumbá	Paraguai	MS	n.d.	001	082	18°14' 1	56°58' 2	O	S
136	01857003	66	São Francisco	Corumbá	Paraguai	MS	n.d.	001	082	18°23' 3	57°23' 2	O	S
137	01954002	66	Rochedo	Rochedo	Aquidauana	MS	447,0	001	082	19°57' 0	54°53' 3	O	N
138	01954003	66	Rio Negro	Rio Negro	Rio Negro	MS	228,0	001	082	19°26' 2	54°59' 0	O	N
139	01954004	66	Camapuã	Camapuã	Jauru	MS	484,0	001	082	19°32' 0	54°02' 0	O	N
140	01954005	66	Bandeirantes	Bandeirantes	Aquidauana	MS	639,0	001	082	19°55' 0	54°21' 3	O	N
141	01954006	66	Faz. Carandá	Camapuã	Coxim	MS	540,0	001	082	19°18' 0	54°10' 2	O	N
142	01954007	66	São Gabriel do Oeste	Camapuã	Coxim	MS	n.d.	001	500	19°24' 4	54°29' 2	S	N
143	01954008	66	São Gabriel do Oeste	São Gabriel do Oeste	Coxim	MS	614,0	005	005	19°25' 0	54°35' 0	S	N
144	01955000	66	Iguaçu	Aquidauana	Aquidauana	MS	n.d.	001	082	19°56' 3	55°47' 3	O	N
145	01956000	66	Retiro Acorizal	Corumbá	Paraguai	MS	n.d.	001	500	19°59' 0	56°40' 0	S	N
146	01956001	66	Paraíso	Corumbá	Paraguai	MS	n.d.	001	082	19°10' 2	56°42' 4	O	S
147	01956002	66	Rio Negro	Anastácio	Aquidauana	MS	106,0	001	500	19°34' 0	56°12' 0	S	N
148	01956003	66	Entre Rios	Aquidauana	Aquidauana	MS	n.d.	001	082	19°40' 4	56°12' 1	O	N
149	01956004	66	Campo Alto	Corumbá	Paraguai	MS	n.d.	001	082	19°00' 1	56°05' 2	O	N
150	01956005	66	Bodoquena	Corumbá	Paraguai	MS	n.d.	001	082	19°51' 4	56°59' 0	O	N
151	01956006	66	Porto Carreiro	Miranda	Miranda	MS	n.d.	001	500	19°57' 0	56°53' 0	S	N
152	01956008	66	São Sebastião	Aquidauana	Aquidauana	MS	n.d.	001	082	19°21' 3	56°24' 2	O	N
153	01957000	66	Corumbá	Corumbá	Paraguai	MS	130,0	005	005	19°00' 1	57°40' 1	O	S
154	01957001	66	Corumbá	Corumbá	Paraguai	MS	141,0	057	057	19°00' 0	57°40' 0	O	N
155	01957002	66	Corumbá	Corumbá	Paraguai	MS	n.d.	001	500	19°00' 2	57°36' 0	S	N
156	01957003	66	Porto da Manga	Ladário	Paraguai	MS	n.d.	001	082	19°15' 3	57°14' 0	O	N
157	01957004	66	Forte Coimbra	Corumbá	Paraguai	MS	n.d.	001	082	19°55' 0	57°47' 2	O	N
158	01957005	66	Piraputanga	Corumbá	Paraguai	MS	n.d.	001	082	19°18' 1	57°35' 3	O	S
159	01957006	66	Porto Esperança	Corumbá	Paraguai	MS	83,0	001	082	19°36' 0	57°26' 1	O	S
160	01957007	66	Piuvai	Corumbá	Paraguai	MS	n.d.	002	002	19°34' 0	57°24' 0	S	N
161	01957008	66	Mutum	Corumbá	Paraguai	MS	n.d.	002	002	19°36' 0	57°06' 0	S	N
162	02054009	66	Santa Elisa	Terenos	Aquidauana	MS	829,0	001	082	20°29' 4	54°52' 1	O	N
163	02055000	66	Aquidauana	Aquidauana	Aquidauana	MS	207,0	005	005	20°27' 2	55°40' 1	O	S
164	02055001	66	Cipolândia	Aquidauana	Aquidauana	MS	n.d.	001	082	20°07' 3	55°2334"	O	N
165	02055002	66	Palmeiras	Anastácio	Aquidauana	MS	162,0	001	082	20°26' 5	55°25' 3	O	N
166	02055003	66	Faz. Lageado	Dois Irmãos do Buriti	Aquidauana	MS	n.d.	001	082	20°17' 2	55°26' 4	O	N
167	02055004	66	Taboco	Aquidauana	Paraguai	MS	n.d.	001	082	20°04' 1	55°38' 3	O	N
168	02056001	66	Miranda	Miranda	Miranda	MS	n.d.	001	082	20°14' 2	56°22' 0	O	S
169	02056003	66	Estrada MT-738	Bonito	Miranda	MS	n.d.	001	082	20°45' 4	56°05' 2	O	S
170	02056004	66	Tapera	Miranda	Miranda	MS	n.d.	002	002	20°21' 0	56°42' 0	S	N
171	02056005	66	Guaicurus	Miranda	Miranda	MS	n.d.	001	082	20°06' 0	56°47' 4	O	N
172	02056006	66	Miranda	Miranda	Miranda	MS	n.d.	001	500	20°14' 0	56°23' 0	S	S
173	02056007	67	Santa Rosa	Miranda	Miranda	MS	n.d.	001	082	20°55' 3	56°59' 0	O	S
174	02057000	67	Tarumã	Corumbá	Nabileque	MS	81,0	001	082	20°17' 2	57°38' 5	O	S
175	02057001	67	São Simão	Corumbá	Paraguai	MS	n.d.	001	082	20°02' 5	57°19' 1	O	N
176	02058001	67	Baía Negra	Corumbá	Paraguai	MS	n.d.	001	082	20°12' 0	58°11' 0	O	N
177	02154005	66	Faz. São Francisco	Rio Brillhante	Aquidauana	MS	n.d.	001	500	21°00' 0	54°00' 0	S	N
178	02155001	66	Nioaque	Nioaque	Nioaque	MS	n.d.	001	082	21°08' 5	55°49' 2	O	N
179	02156000	66	Bonito	Bonito	Paraguai	MS	242,0	001	082	21°06' 5	56°31' 0	O	N
180	02156001	66	Jardim	Jardim	Miranda	MS	n.d.	001	082	21°26' 2	56°05' 2	O	N
181	02156002	67	Figueira	Jardim	Paraguai	MS	384,0	001	500	21°30' 4	56°42' 0	S	S

continua .../

**Tabela 6.2.2 – Informações levantadas para as estações pluviométricas na BAP (continuação)**

ORDEM	CÓDIGO	SUB-BACIA	ESTAÇÃO	MUNICÍPIO	RIO	UF	ALT (m)	ENTIDADE RESPONSÁVEL	ENTIDADE OPERADORA	COORDENADAS		OPERAÇÃO ou SUSPENSÃO (O/S)	REGISTRADOR DE CHUVAS (S/N)
										LATITUDE	LONGITUDE		
182	02157000	67	Porto Murinho	Porto Murinho	Paraguai	MS	97,0	005	005	21°42' 00"	57°53' 00"	O	S
183	02157002	67	Esperança	Porto Murinho	Paraguai	MS	n.d.	002	002	20°47' 00"	57°02' 00"	S	N
184	02157003	67	Santa Oflia	Porto Murinho	Paraguai	MS	n.d.	001	082	21°11' 25"	57°02' 13"	O	N
185	02157004	67	Porto Murinho	Porto Murinho	Paraguai	MS	n.d.	001	082	21°41' 31"	57°53' 07"	O	S
186	02157005	67	Marabá	Porto Murinho	Paraguai	MS	n.d.	001	082	21°41' 14"	57°21' 23"	O	N
187	02157006	67	Barranco Branco	Porto Murinho	Paraguai	MS	n.d.	001	082	20°28' 00"	55°41' 00"	O	N
188	02256000	67	Bela Vista	Bela Vista	Apa	MS	161,0	005	005	22°06' 00"	56°32' 00"	S	N
189	02256001	67	Bela Vista	Bela Vista	Apa	MS	263,0	001	082	22°06' 31"	56°31' 31"	O	N
190	02257000	67	Caracol	Caracol	Apa	MS	247,0	001	082	22°01' 51"	57°01' 45"	O	N
191	02257001	67	São Carlos	Caracol	Apa	MS	270,0	001	082	22°13' 25"	57°18' 14"	O	N

### 6.3 ANÁLISE DA DISPONIBILIDADE DE DADOS GERADOS PELA REDE

A Tabela 6.3.1 apresenta as estações listadas na Tabela 6.2.2, com seu período de operação. Para uma melhor leitura do período de operação de cada estação, foi adotada a utilização do gráfico de Gantt, com período anual, e preenchimento dos quadros de acordo com o funcionamento da estação e correspondência de cores para a situação das séries, conforme mostra a Figura 6.3.1.

Como forma de melhor visualização das informações das séries que compõem a Tabela 6.3.1, a mesma foi subdividida em outras 12 tabelas fragmentadas, renomeadas de Tabela 6.3.1A à Tabela 6.3.1L, intercalando os períodos de operação das estações, em número de ordem, de 1900 a 1973 e de 1974 a 2002.

Foi possível a adoção do critério demonstrado na Figura 6.3.1, tendo em vista a obtenção do número de registros de dados, por ano, para a maioria das séries de registros.

	Estações sem informação
	Estações com informações completas em um ano (365 ou 366 leituras diárias)
	Estações com informações de 182 leituras diárias ou mais (meio ano ou mais)
	Estações com informações inferiores a 182 leituras diárias (menos de meio ano)

**Figura 6.3.1 – Correspondência de cores para a situação das séries pluviométricas**

Em algumas datas de início e término do período de operação das estações, houve ausência de dados relativos ao mês, sendo nestes casos utilizada a simbologia "--/ano" no lugar de "mês/ano", como poderá ser observado na Tabela 6.3.1.























Das estações pluviométricas relacionadas nas Tabelas 6.2.2 e 6.3.1, 23 possuem operação por telemetria, sendo as mesmas apresentadas na Tabela 6.3.2 com informações acerca período de operação.

**Tabela 6.3.2 – Informações levantadas para as estações pluviométricas telemétricas na BAP**

Ordem	Código	Estação	UF	Entidade Responsável	Entidade Operadora	Operação ou Suspensa (O/S)	PERÍODO DE OPERAÇÃO					
							Início	Término	1967-1968	1969-1995	1996-2002	
1	01456005	Diamantino	MT	005	005	O	n.d.					
2	01456008	Rosário Oeste	MT	001	069	O	06/1996					
3	01556002	Cuiabá	MT	005	005	O	05/1996					
4	01556004	Cuiabá	MT	057	057	O	n.d.					
5	01557001	Barra do Bugres	MT	001	082	O	06/1996					
6	01656001	Porto Cercado	MT	001	082	O	05/1996					
7	01656003	São José Boriréu	MT	001	082	O	n.d.					
8	01657000	Cáceres	MT	005	005	O	n.d.					
9	01657003	Cáceres	MT	001	082	O	05/1996					
10	01755003	São Jerônimo	MT	001	082	O	09/1996					
11	01756001	São José do Piquiri	MT	001	082	O	03/1969					
12	01756003	Porto Alegre	MS	001	082	O	10/1967					
13	01757001	Porto Conceição	MT	001	082	O	05/1996					
14	01854000	Coxim	MS	005	005	O	n.d.					
15	01854004	Coxim	MS	001	082	O	05/1996					
16	01857003	São Francisco	MS	001	082	O	04/1996					
17	01957001	Corumbá	MS	057	057	O	n.d.					
18	01957006	Porto Esperança	MS	001	082	O	04/1996					
19	02055000	Aquidauana	MS	005	005	O	04/1996					
20	02055002	Palmeiras	MS	001	082	O	n.d.					
21	02056003	Estrada MT-738	MS	001	082	O	04/1996					
22	02157000	Porto Murtinho	MS	005	005	O	n.d.					
23	02157004	Porto Murtinho	MS	001	082	O	04/1996					

O total de estações pluviométricas localizadas na BAP, levantado pelo presente estudo, perfaz 191.

Orientando-se sob o mesmo critério de classificação das séries por informações disponíveis, foi gerado um gráfico representando, no tempo, a totalização dos dados e, como forma de melhor visualização das informações das séries pluviométricas que compõem a Figura 6.3.2, a mesma foi subdividida em outras 4 figuras fragmentadas, renomeadas de Figura 6.3.2A à Figura 6.3.2D, intercalando os períodos de operação das estações, em número de ordem, de 1900 a 1954, 1955 a 1972, 1973 a 1987 e, 1988 a 2001.

Foi plotado ao mesmo gráfico, como forma de totalização das várias situações em que se encontram as séries de dados, o número de estações em operação distribuído no tempo. Desta forma, pretendeu-se permitir a análise da evolução do quadro de monitoramento pluviométrico na BAP, tendo como reflexo o aumento do número de instalação de estações, bem como a manutenção das mesmas para que continuem operando.

Releva-se o fato de ter se considerado o período de análise até 2001 para este item, tendo em vista estarem os dados consistidos pela ANA, para a BAP, até o ano em questão.

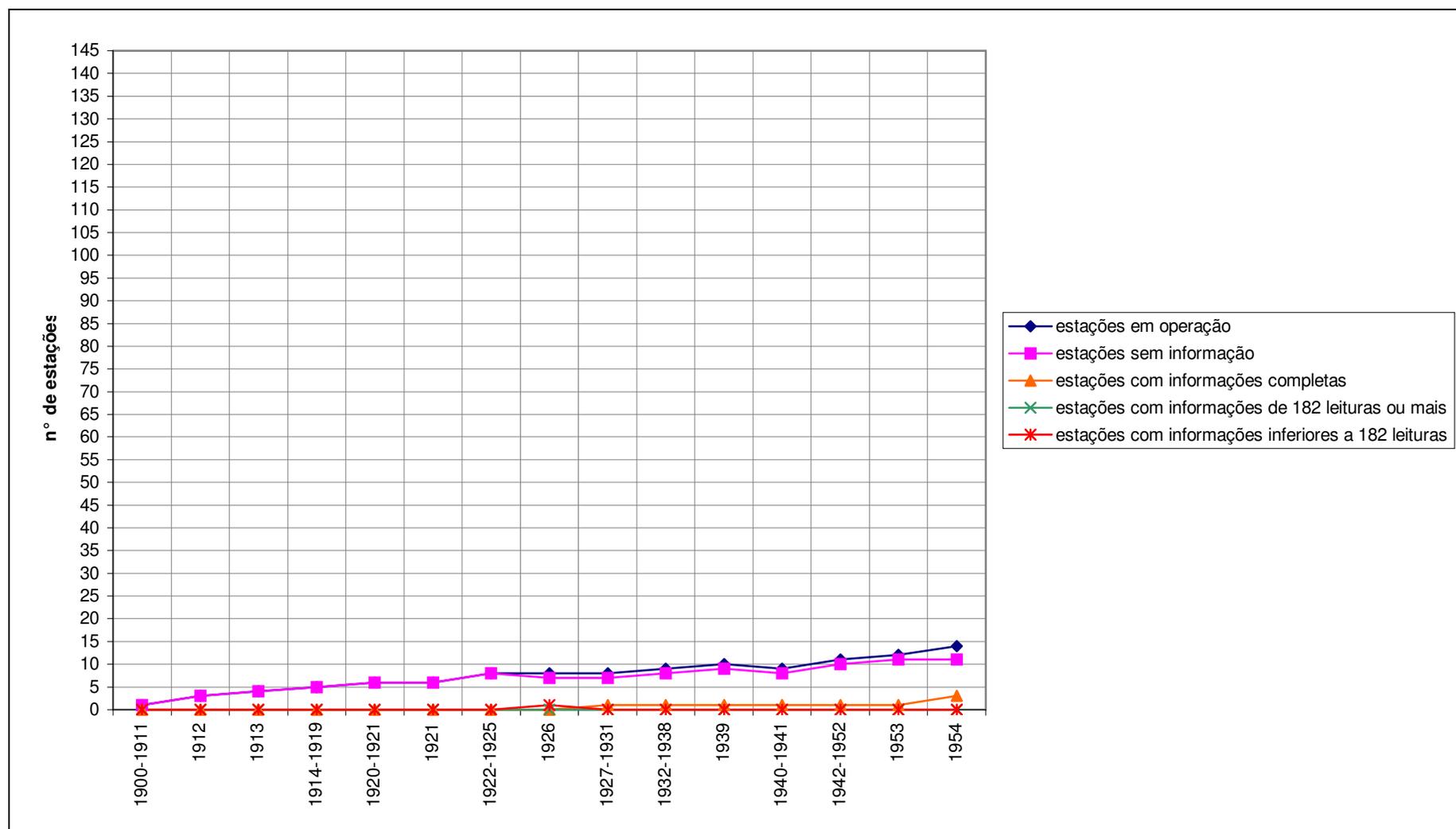


Figura 6.3.2A – Distribuição das séries, para o período de 1900-1954, de acordo com a situação das séries

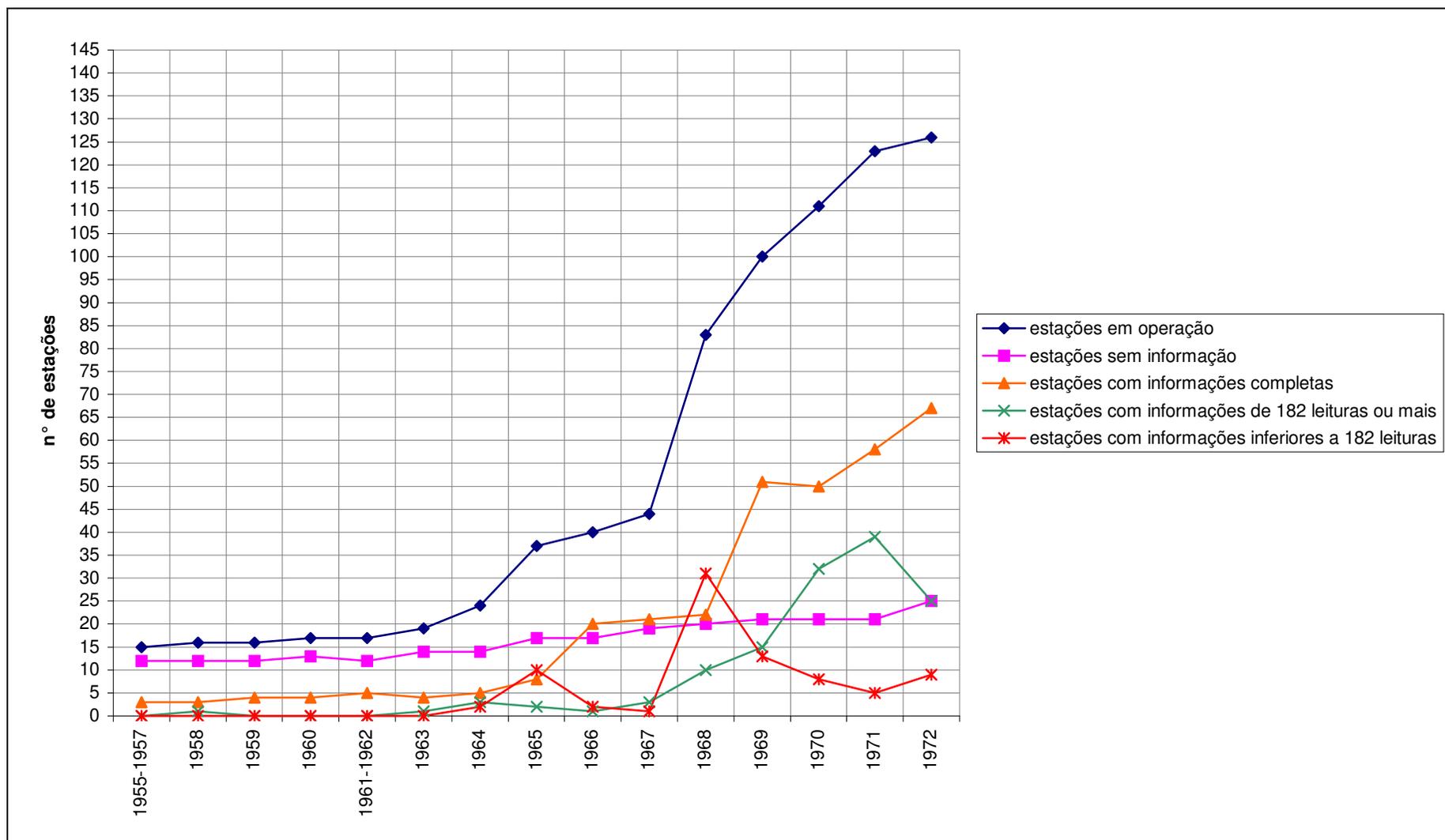


Figura 6.3.2B – Distribuição das séries, para o período de 1955-1972, de acordo com a situação das séries

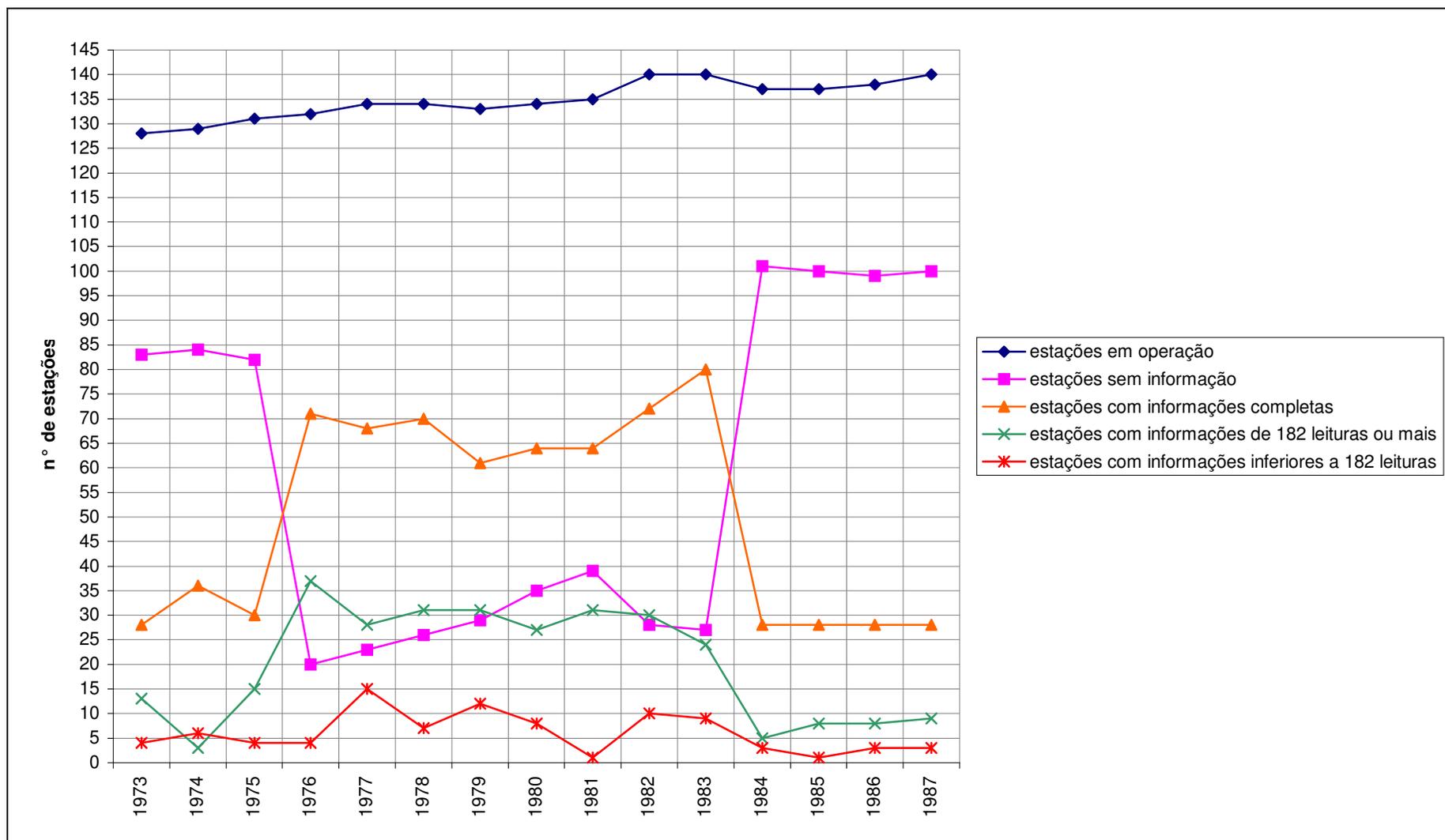


Figura 6.3.2C – Distribuição das séries, para o período de 1973-1987, de acordo com a situação das séries

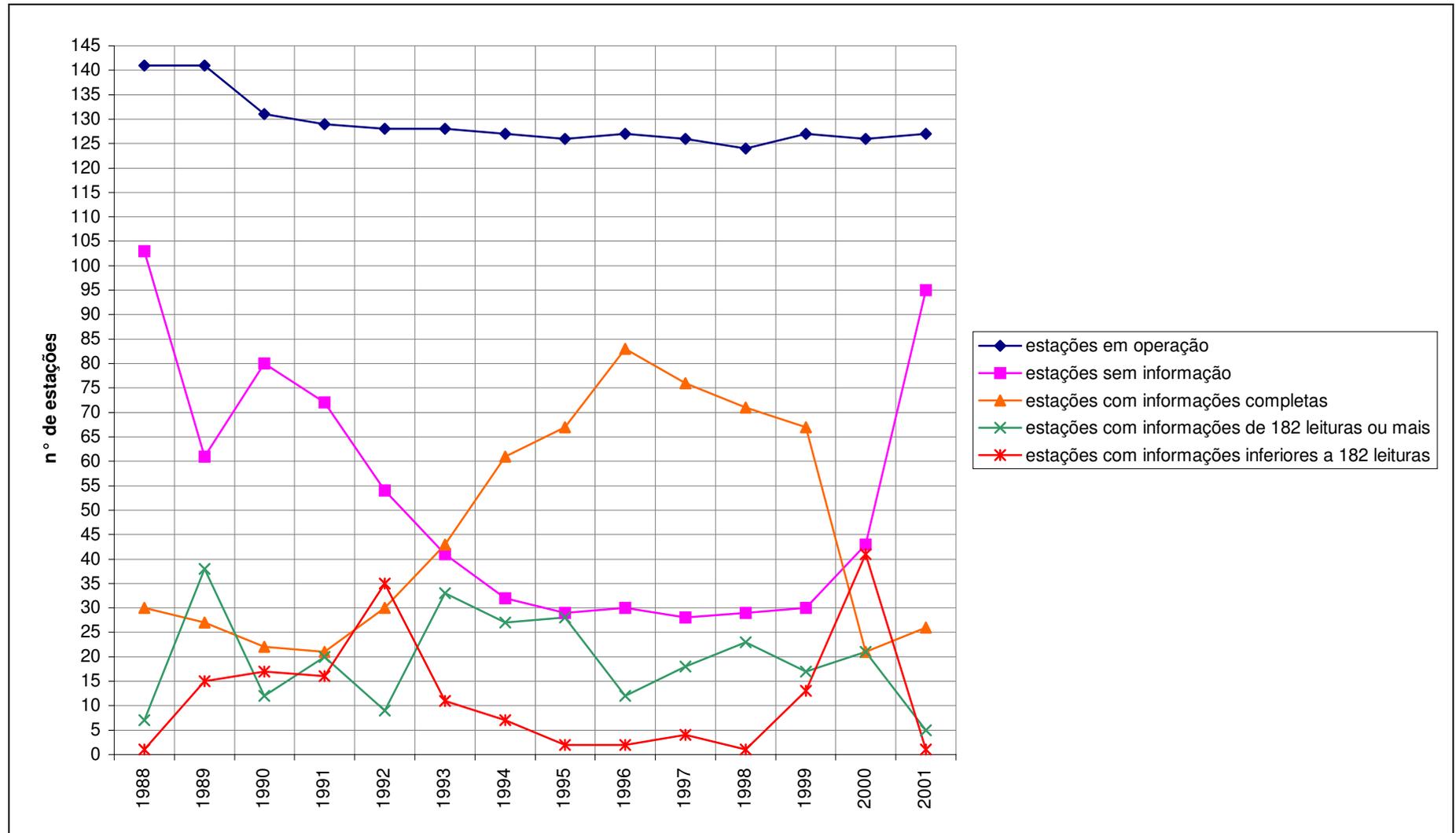


Figura 6.3.2D – Distribuição das séries, para o período de 1988-2001, de acordo com a situação das séries

Em observação aos gráficos anteriores, pode-se concluir que, desde 1900, a quantidade de estações em operação na BAP aumentou, com baixo e médio incremento até o ano de 1967, quando, a partir daí, até o ano de 1971, experimentou um grande aumento, passando de 44 a 126 estações, ou seja, um acréscimo de 82 estações em operação para um intervalo de apenas 4 anos. Desde então, com pequenas variações, a quantidade de estações em operação aumentou para 141 até o ano de 1989 e, até o ano de 2001, este número reduziu-se para 127. Cabe ressaltar a existência de uma estação em operação (01455014) que não possui informações sobre seu período de funcionamento.

De modo figurativo, estas constatações podem representar um termômetro de investimentos no setor, ressaltando-se a necessidade de estudos detalhados e direcionados à questão, pode-se perceber um incremento concentrado de investimentos na instalação de novas estações, de 1967 a 1971 e, em menor escala, na recuperação de estações fora de operação. Da mesma forma, considera-se preocupante a situação da redução da quantidade de estações operando na bacia, de forma significativa, a partir de 1989, até 2001.

Em relação aos dados disponíveis, a evolução da quantidade de estações com séries completas não apresentou nenhum comportamento padrão, que torne possível determinar as causas de sua variabilidade. Tal fator está mais vinculado às questões operacionais da rede, à manutenção dos dados gerados pelas instituições responsáveis, e pelo intercâmbio das informações entre as mesmas.

Em comparação à evolução da quantidade de estações em operação, o comportamento da evolução do número de estações com séries completas foi o mesmo para o período de 1967 a 1971, sendo que, para os demais períodos, não se observou nenhuma correlação entre ambas.

Sobressaltos são constatados para os períodos de 1976 a 1983, e 1992 a 1999, quando a quantidade das estações de séries completas são maiores do que para o restante do tempo observado.

A quantidade de estações sem informações disponíveis segue praticamente a evolução inversa à quantidade de estações com informações completas para todo o período analisado.

As evoluções da quantidade de estações com séries incompletas, seja com dados inferiores a 182 leituras em um ano, ou superiores a este número, também não apresentam um comportamento padrão, estando, também, vinculadas às questões operacionais da rede e gerenciamento das informações.

## **6.4 ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO DA REDE**

O número de estações pluviométricas da BAP, levantadas pelo presente estudo, atualizado até 2001, perfaz 191, das quais 130 estão em operação, e 61 foram desativadas, conforme apresentado na Tabela 6.4.1, por estado.

**Tabela 6.4.1 - Distribuição das estações pluviométricas por estado**

<b>Estado</b>	<b>Estações em operação</b>	<b>Estações suspensas</b>	<b>Total</b>
Mato Grosso	73	36	109
Mato Grosso do Sul	57	25	82
<b>Total</b>	<b>130</b>	<b>61</b>	<b>191</b>

A distribuição do total das 191 estações pluviométricas nas unidades da federação por entidade responsável está apresentada na Tabela 6.4.2, para Mato Grosso, e na Tabela 6.4.3 para Mato Grosso do Sul.

**Tabela 6.4.2 – Distribuição das estações pluviométricas por entidade responsável, para MT**

<b>Entidade responsável</b>	<b>Estações em operação</b>	<b>Estações suspensas</b>	<b>Total</b>
ANA	57	25	82
DNOS	0	5	5
PORTOBRÁS	0	1	1
INMET	5	3	8
CEMAT	0	2	2
DEPV	1	0	1
FURNAS	6	0	6
ELETRONORTE	1	0	1
OUTRAS	2	0	2
PCH's Res. 396/98 ANEEL	1	0	1
<b>Total</b>	<b>73</b>	<b>36</b>	<b>109</b>

**Tabela 6.4.3 – Distribuição das estações pluviométricas por entidade responsável, para MS**

<b>Entidade responsável</b>	<b>Estações em operação</b>	<b>Estações suspensas</b>	<b>Total</b>
ANA	51	16	67
DNOS	0	6	6
INMET	4	3	7
DEPV	1	0	1
OUTRAS	1	0	1
<b>Total</b>	<b>57</b>	<b>25</b>	<b>82</b>

A Tabela 6.4.4 apresenta as estações pluviométricas em operação que contêm aparelhos registradores de chuvas (pluviógrafo), distribuídas por estado.

**Tabela 6.4.4 - Distribuição das estações pluviométricas com registradores de chuva por estado**

<b>Estado</b>	<b>Estações em operação com registrador</b>
Mato Grosso	21
Mato Grosso do Sul	21
<b>Total</b>	<b>42</b>

A Tabela 6.4.5 apresenta as estações pluviométricas em operação por telemetria, por estado.

Para a análise da densidade da rede pluviométrica atual, foram aplicados três métodos:

- a) recomendações da OMM;
- b) método de LLAMAS (1993), baseado na precisão desejada;
- c) método de LLAMAS (1993), baseado nos eventos meteorológicos predominantes na bacia.

**Tabela 6.4.5 – Distribuição das estações pluviométricas, em operação por telemetria, por estado**

Estado	Estações em operação por telemetria
Mato Grosso	12
Mato Grosso do Sul	11
<b>Total</b>	<b>23</b>

#### 6.4.1 RECOMENDAÇÕES DA OMM

Este critério avalia o número de estações por km<sup>2</sup> em função da densidade populacional, fundamentado na experiência internacional de um grande número de países.

A região possui uma área total de aproximadamente 396.000 km<sup>2</sup> e uma população de 1.887.401 habitantes no ano de 2000 (ANA, 2003c).

Para o cálculo da relação entre o número de estações por km<sup>2</sup> foi considerada a existência das 130 estações em operação compreendidas na área, excluindo-se as estações com operações suspensas, conforme Tabela 6.4.1.

Plotando-se a densidade das estações e a densidade populacional no gráfico contido na Figura 5.6.1 do item 5.6.1 conclui-se que o número de estações atual está abaixo do limite de densidade considerado razoável.

Calculando a densidade populacional da Bacia do Alto Paraguai em aproximadamente 4,8 habitantes por km<sup>2</sup> e, baseando-se no limite de densidade razoável, considerou-se como mínimo o valor de 0,9 estações por 1000 km<sup>2</sup> (Figura 6.4.1). Obteve-se como número de estações necessárias para atender este critério o valor de 357 estações, ou seja, um número superior a 2,7 vezes a quantidade de estações em operação atualmente na Bacia.

Há de se considerar a opinião de alguns autores, tais como Carvalho, Cunha e Cunha (2002), que relevam o certo grau de exagero nas recomendações da OMM, quando aplicadas à realidade das redes de monitoramento no Brasil.

#### 6.4.2 MÉTODO DE LLAMAS (1993), BASEADO NA PRECISÃO DESEJADA

O presente critério para verificação da densidade de redes pluviométricas leva em conta os usos reais e potenciais da água e, em consequência, a precisão requerida para avaliar os volumes hídricos disponíveis na região, durante um certo período de tempo. LLAMAS (1993) sugere uma precisão média em torno de 5 a 10%, que satisfaz a maior parte dos usos, reais ou potenciais, da água e, em particular, para a planificação dos recursos hídricos e o gerenciamento de bacias.

Pela análise do período de dados de cada estação foi selecionado o período que registrasse o maior número de dados em comum, resultando no intervalo de 36 anos entre os anos de 1966 e 2001.

Como pode ser observado na Figura 6.4.2, o gráfico apresenta o número de estações com séries completas em um ano de leitura. Para o período de 1966 a 2001 há o maior número de estações com séries completas, estando acima de 20 estações com este perfil para cada ano do período.



Grosso do Sul. As estações 01555001 e 01957006 aparecem em destaque na Figura 6.4.3. A Tabela 6.4.7 apresenta os valores médios anuais de precipitação para as estações selecionadas.

**Tabela 6.4.6 – Estações para aplicação do Método de LLAMAS (1993), baseado na precisão desejada**

Código	Sub-bacia	Estação	Código	Sub-bacia	Estação	Código	Sub-bacia	Estação	Código	Sub-bacia	Estação
01455004	66	Faz. Corrente Verde	01556006	66	Seco	01756000	66	Ilha Camargo	01956008	66	São Sebastião
01455008	66	Faz. Raizama	01556007	66	Santa Edwiges	01757000	66	Porto Indio	01957002	66	Corumbá
01456001	66	Arenópolis	01557000	66	Porto Estrela	01757002	66	Uberaba	01957004	66	Forte Coimbra
01456002	66	Marilândia	01557001	66	Barra do Bugres	01853001	66	Figueirão	01957006	66	Porto Esperança
01456003	66	Nortelândia	01557004	66	São José do Sepotuba	01853002	66	Cachoeira	02054009	66	Santa Elisa
01456004	66	Quebo	01558001	66	Pte. Cabaçal	01853005	66	Colônia Figueirão	02055001	66	Cipolândia
01456008	66	Rosário Oeste	01558004	66	Alto Jauru	01854001	66	Pedro Gomes	02055003	66	Faz. Lageado
01456009	66	Parecis	01558005	66	Porto Esperidião	01854002	66	Rio Verde de Mato Grosso	02055004	66	Taboco
01456010	66	Camargo Correia	01654000	66	Rondonópolis	01854005	66	Coxim	02056003	66	Estrada MT-738
01457000	66	Tapirapuã	01654001	66	Santa Terezinha	01854006	66	Ponte Nova	02056005	66	Guaicurus
01457001	66	Tangará da Serra	01655003	66	Taiamã	01855000	66	Faz. São Gonçalo	02056006	66	Miranda
01554006	66	Jaciara	01655004	66	Santa Lúcia	01954002	66	Rochedo	02155001	66	Nioaque
01555000	66	Ponte Alta	01656002	66	Poconé	01954003	66	Rio Negro	02156000	66	Bonito
01555001	66	Chapada dos Guimarães	01656004	66	São João	01954004	66	Camapuã	02156001	66	Jardim
01555004	66	São Vicente da Serra	01657002	66	Descalvados	01954005	66	Bandeirantes	02157004	67	Porto Murtinho
01555007	66	Usina Casca III	01657004	66	Flechas	01954006	66	Faz. Carandá	02157005	67	Marabá
01555008	66	Faz. Estiva	01658000	66	Destacamento da Corixa	01955000	66	Iguaçú	02256001	67	Bela Vista
01556000	66	N. Sra. Da Guia	01754000	66	Itiquira	01956003	66	Entre Rios	02257000	67	Caracol
01556001	66	N. Sra. Do Livramento	01755000	66	Santo Antonio do Paraíso	01956004	66	Campo Alto			
01556005	66	Acorizal				01956005	66	Bodoquena			

Pela análise das médias dos totais anuais computados em um período de 36 anos (1966-2001), verificou-se um comportamento espacial coincidente com o descrito na caracterização da área, com um índice pluviométrico maior na região norte da BAP e menor na bacia pantaneira, com um valor médio anual de precipitação para a região de 1.188,98 mm.

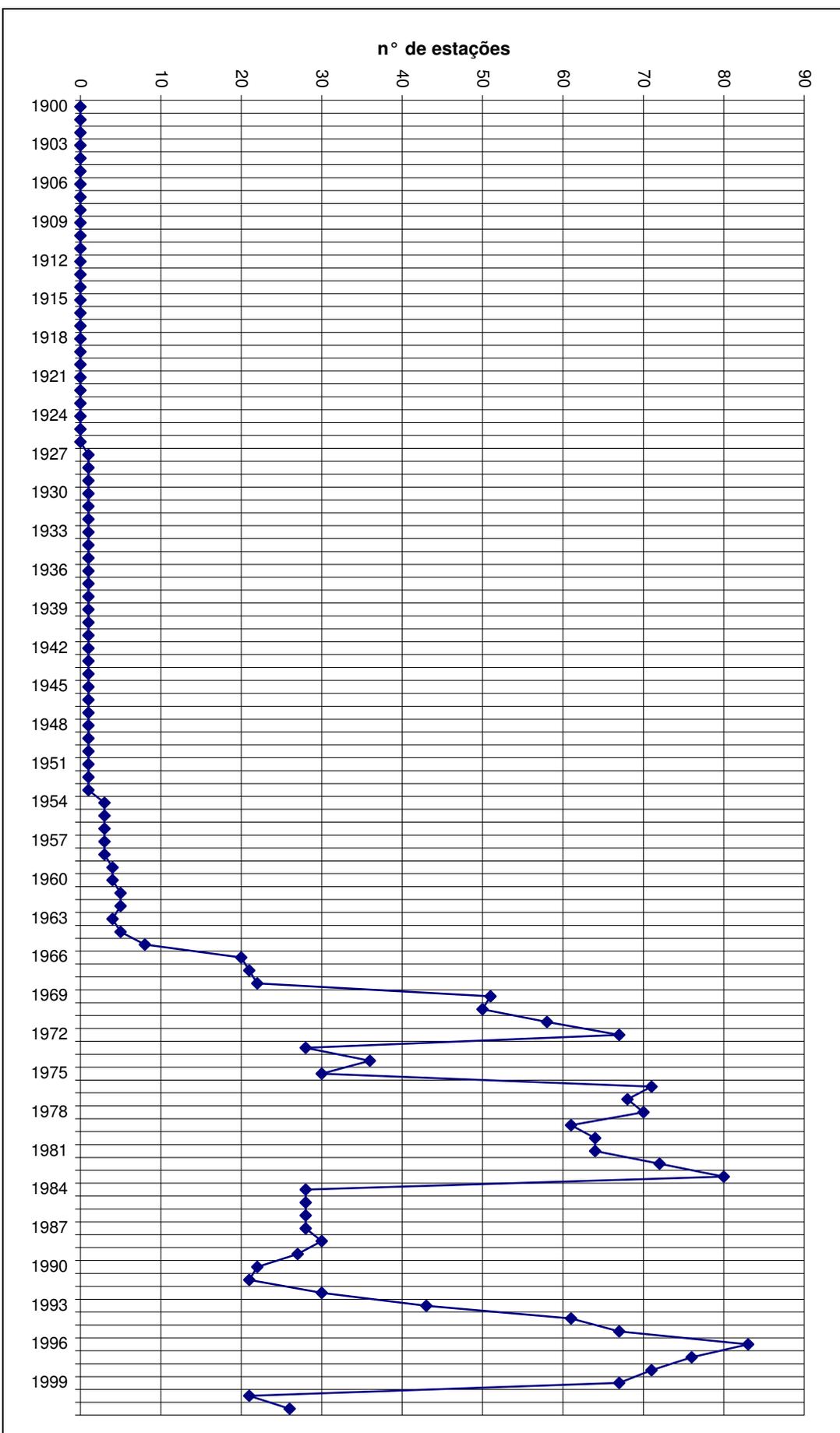
Com a utilização dos resultados apresentados na Tabela 6.4.7, obteve-se um desvio padrão de 337,01 mm. Desta forma, com a aplicação da Equação 5.6.2 (apresentada no item 5.6.2) obteve-se um coeficiente de variação dos valores observados nas estações selecionadas de 28,3.

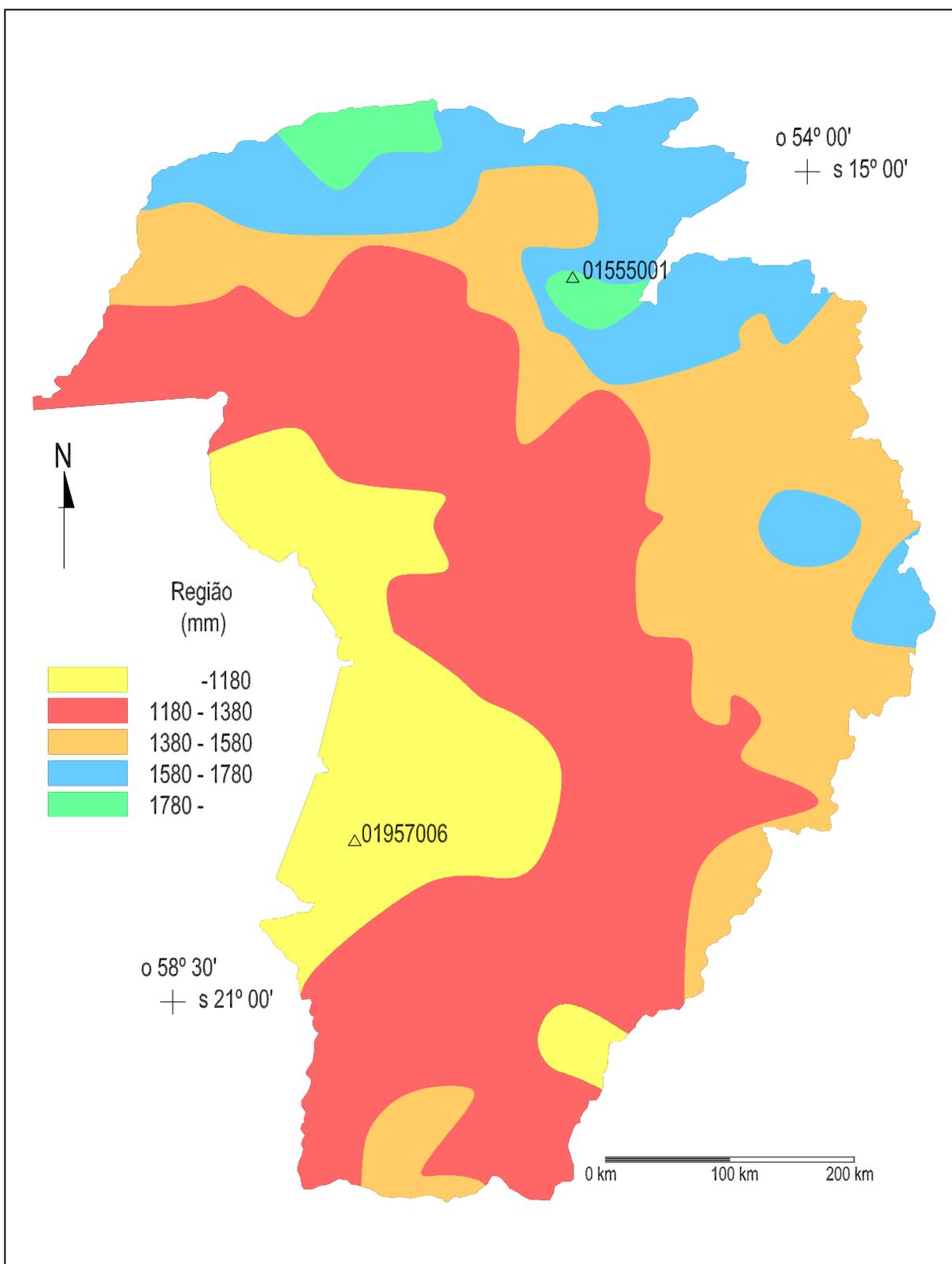
A seguir foi calculado o erro percentual (**p**) na estimativa das precipitações médias, utilizando-se da Equação 3 (apresentada no item 5.6.2), e considerando-se o total de estações selecionadas, ou seja, 77 estações. Este erro resultou em 3,23%, bem abaixo do limite recomendado por LLAMAS (1993) que é de 5 a 10%.

Desta forma, segundo este critério, é possível afirmar que as 77 estações são suficientes para atendimento deste critério, ressalvando-se a necessidade de verificação da distribuição espacial de tais estações.

Para tal verificação utilizou-se as superfícies de área limitadas por isoietas sucessivas representadas na Figura 6.4.3 e a análise contida da Tabela 6.4.8.

Figura 6.4.2 – Gráfico do número de estações com séries completas para o período de 1900 a 2001





**Figura 6.4.3 – Isoietas para a Bacia do Alto Paraguai**

Como indica a Tabela 6.4.8, o número de estações necessárias, considerando suficiente as 77 estações selecionadas, pelo método de LLAMAS (1993) baseado na precisão desejada, deve ser proporcional ao percentual de distribuição das áreas entre as isoietas.

Tabela 6.4.7 – Precipitações médias anuais para as estações selecionadas

Código	Sub-bacia	Precipitação Média Anual (mm)	Código	Sub-bacia	Precipitação Média Anual (mm)	Código	Sub-bacia	Precipitação Média Anual (mm)	Código	Sub-bacia	Precipitação Média Anual (mm)
01455004	66	1683,3	01556006	66	1358,7	01756000	66	1214,1	01956008	66	1092,1
01455008	66	1468,3	01556007	66	1418,0	01757000	66	1097,0	01957002	66	1137,2
01456001	66	1965,9	01557000	66	1171,8	01757002	66	1084,8	01957004	66	1036,0
01456002	66	1840,3	01557001	66	1538,0	01853001	66	1680,8	01957006	66	981,0
01456003	66	1767,1	01557004	66	1518,5	01853002	66	1308,0	02054009	66	1404,2
01456004	66	1651,8	01558001	66	1417,6	01853005	66	1613,4	02055001	66	1336,1
01456008	66	1483,3	01558004	66	1486,1	01854001	66	1497,3	02055003	66	1289,0
01456009	66	1911,9	01558005	66	1229,0	01854002	66	1375,6	02055004	66	1318,1
01456010	66	1765,4	01654000	66	1404,2	01854005	66	1281,3	02056003	66	1183,4
01457000	66	1727,4	01654001	66	1349,2	01854006	66	1454,8	02056005	66	1335,6
01457001	66	1917,4	01655003	66	1272,0	01855000	66	1319,9	02056006	66	1216,6
01554006	66	1592,4	01655004	66	1201,4	01954002	66	1266,8	02155001	66	1118,9
01555000	66	1807,8	01656002	66	1280,5	01954003	66	1355,1	02156000	66	1420,4
01555001	66	2152,1	01656004	66	1278,1	01954004	66	1425,1	02156001	66	1163,8
01555004	66	1927,2	01657002	66	1162,9	01954005	66	1645,0	02157004	67	1190,7
01555007	66	1672,0	01657004	66	1325,8	01954006	66	1179,3	02157005	67	1393,4
01555008	66	1504,0	01658000	66	1181,7	01955000	66	1279,4	02256001	67	1389,8
01556000	66	1604,3	01754000	66	1736,6	01956003	66	1125,8	02257000	67	1389,3
01556001	66	1359,5	01755000	66	1360,0	01956004	66	1114,8			
01556005	66	1566,6				01956005	66	1128,4			

Com a informação da distribuição das estações em operação na BAP por área planimetrada, foi possível determinar o número das estações suplementares.

Tabela 6.4.8 – Análise das isoietas e distribuição das estações

Região (mm)	Superfície (%)	Estações em operação	Estações necessárias	Estações suplementares
-1180	2,1	22	2	-20
1180-1380	14,0	45	11	-34
1380-1580	25,2	41	19	-22
1580-1780	43,3	17	33	16
1780-	15,4	5	12	7
<b>Total</b>	<b>100,0</b>	<b>130</b>	<b>77</b>	<b>-53</b>

Dos resultados da Tabela 6.4.8, conclui-se uma distorção aparente na distribuição das estações atualmente em operação na Bacia, haja vista os números negativos de estações suplementares nas três primeiras regiões indicando o excesso de estações instaladas e em funcionamento, segundo o presente critério. Ademais, para as duas últimas regiões observa-se um número de 23 estações suplementares.

#### 6.4.3 MÉTODO DE LLAMAS (1993), BASEADO NOS EVENTOS METEOROLÓGICOS PREDOMINANTES NA BACIA

Na tentativa de avaliar o comportamento espacial do regime pluviométrico foi calculado o índice de irregularidade meteorológica (IIM) para as 77 estações selecionadas no item anterior, que, segundo LLAMAS (1993), tem por objetivo detectar a predominância de processos meteorológicos irregulares.

O IIM é dado pela relação entre a precipitação anual máxima e mínima de cada estação durante o período de observação selecionado.

O resultado do cálculo do IIM para as estações selecionadas está apresentado na Tabela 6.4.9.

Como forma de facilitar a análise da variabilidade pluviométrica para a Bacia do Alto Paraguai, adotou-se a elaboração de um histograma de frequências do IIM, com base em intervalos definidos, conforme pode ser observado na Figura 6.4.4.

Com observação à Figura 6.4.4, pode se constatar que não há grandes variações no IIM. Desta maneira, conclui-se que a região possui uma relativa homogeneidade no que se refere à distribuição espacial do índice.

Por este critério, verifica-se que, para o período de 36 anos analisado, os valores totais anuais possuem, em sua maioria, uma amplitude entre 1,5 a 3 vezes o valor mínimo, ou seja, há uma considerável variação temporal entre anos secos e chuvosos. Esta variação pode exigir uma melhor distribuição de pluviômetros, ou pluviógrafos, procurando assim representar melhor a distribuição das chuvas na área.

Sob os resultados deste critério a Agência Nacional de Águas, em seu relatório *Diagnóstico da Situação Atual da Rede Hidrometeorológica da Bacia Hidrográfica do Rio Paraguai*, ANA (2001), sugere, para uma rede pluviométrica ótima na BAP, 171 estações em operação, representando um acréscimo de 41 estações ao número levantado pelo presente trabalho, que é de 130 estações em operação, com dados até 2002.

**Tabela 6.4.9– Precipitações médias anuais para as estações selecionadas**

Estação	IIM	Estação	IIM	Estação	IIM	Estação	IIM
01455004	1,6	01556006	2,5	01756000	2,7	01956008	1,8
01455008	1,9	01556007	1,8	01757000	2,0	01957002	1,8
01456001	2,4	01557000	2,9	01757002	2,7	01957004	2,6
01456002	1,4	01557001	1,8	01853001	1,5	01957006	3,0
01456003	1,8	01557004	2,1	01853002	1,9	02054009	1,9
01456004	1,7	01558001	1,5	01853005	1,5	02055001	2,0
01456008	1,9	01558004	2,1	01854001	2,3	02055003	2,0
01456009	1,4	01558005	2,0	01854002	2,0	02055004	1,8
01456010	1,6	01654000	2,1	01854005	1,8	02056003	2,1
01457000	2,4	01654001	2,3	01854006	1,6	02056005	1,9
01457001	2,4	01655003	2,3	01855000	2,3	02056006	2,4
01554006	2,7	01655004	2,3	01954002	2,9	02155001	2,6
01555000	1,9	01656002	1,8	01954003	2,3	02156000	3,4
01555001	2,0	01656004	2,3	01954004	2,5	02156001	1,9
01555004	1,4	01657002	2,1	01954005	1,9	02157004	2,0
01555007	1,7	01657004	2,3	01954006	2,1	02157005	2,1
01555008	7,5	01658000	4,9	01955000	2,2	02256001	1,8
01556000	2,8	01754000	2,6	01956003	2,6	02257000	1,9
01556001	2,6	01755000	2,0	01956004	1,8		
01556005	2,5			01956005	2,1		

A densidade da rede pluviométrica, com o incremento de 41 estações, representaria uma estação para cada 2.315,78 km<sup>2</sup>, o que ainda se distancia do resultado encontrado pela aplicação das recomendações da OMM, uma estação para cada 1.111,11 km<sup>2</sup> aproximadamente, reforçando a constatação da necessidade de cautela na aplicação deste critério.

Ressalta-se ainda que, o resultado obtido pela aplicação do segundo método, de LLAMAS (1993), baseado na precisão desejada, embora considere ótima a quantidade de 77 estações, há que se considerar a necessidade de um aprofundamento no estudo da distribuição espacial das mesmas por toda a bacia, e suas relações de informações independentes entre si.

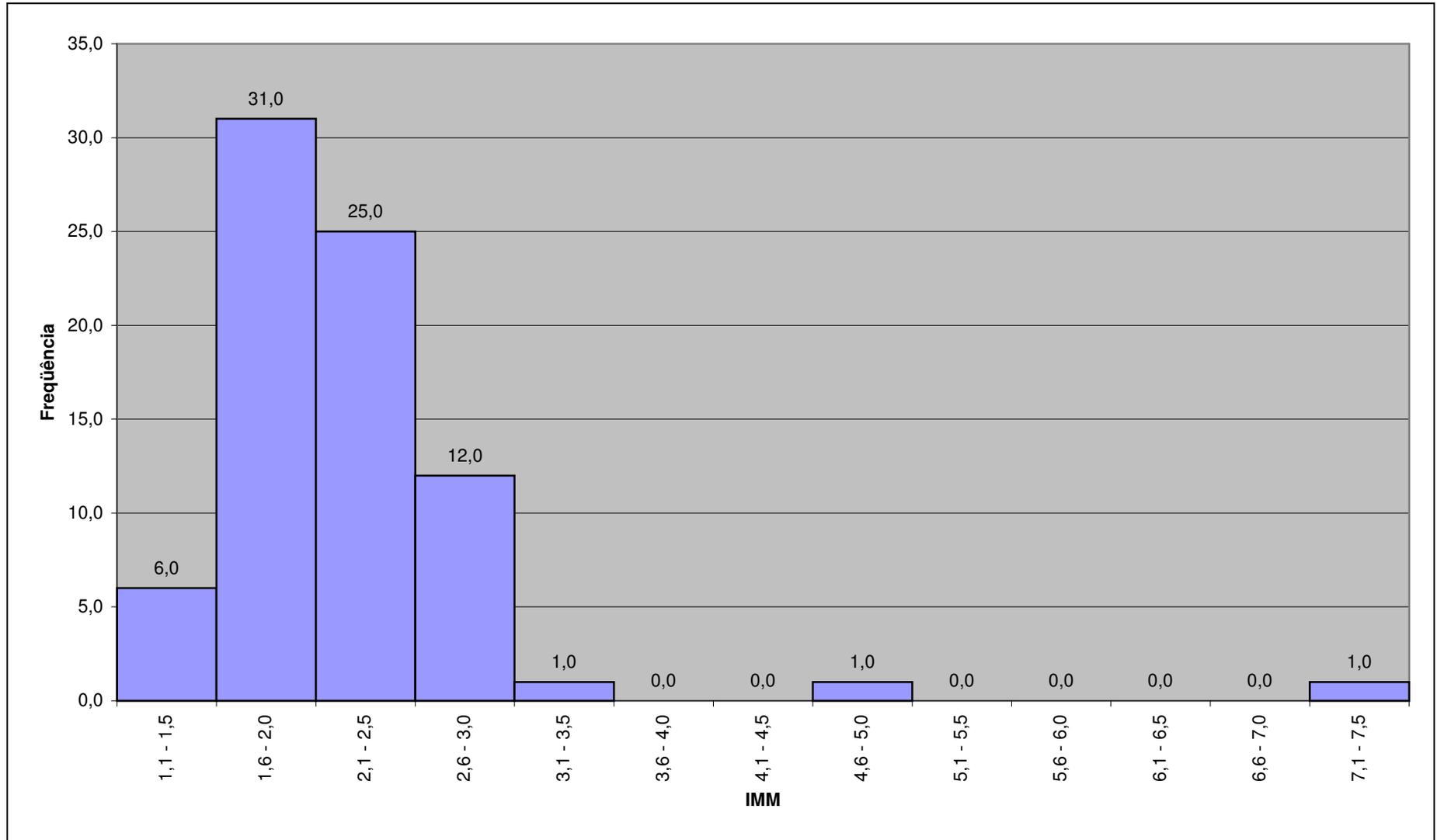


Figura 6.4.4 – Histograma de frequência do IIM para as estações pluviométricas selecionadas na BAP

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da rede pluviométrica no âmbito da Bacia do Alto Paraguai, pelos critérios adotados, observou que, muito embora tenha sido considerada satisfatória a quantidade de estações atualmente em operação, há que se relevar a necessidade de uma melhor distribuição das mesmas.

Pela dimensão da área estudada, a análise não permitiu a aplicação dos critérios por bacias de menor porte, mas, possivelmente, através da irregularidade constatada na distribuição das estações na BAP, estas bacias estejam prejudicadas em seu monitoramento pluviométrico. Tal fato poderia ser justificado pela concentração da operação das estações, em sua maioria, por entidades federais de interesses em macro-escala. Esta defasagem poderia ser atendida pelos estados, até mesmo via terceirização.

Embora a Agência Nacional de Águas tenha mantido esforços na concentração de informações da rede pluviométrica analisada, a mesma ainda não possui integração no âmbito das entidades responsáveis, e não conta com uma definição das metas de todas as organizações envolvidas nos mais variados aspectos da gestão dos recursos hídricos. A intercomunicação entre estas organizações deve ser melhorada para assegurar a integração e, por consequência, a facilitação da coordenação de trabalhos de levantamento de dados.

A falta de integração entre as entidades responsáveis pode ser constatada pela grande proximidade de algumas estações, estando, em alguns casos, instaladas no mesmo ponto, e sendo administradas por diferentes órgãos.

Os propósitos de a rede nos termos dos usuários e dos usos dos dados devem ser melhor identificados, procurando-se uma padronização, dando ampla divulgação de suas finalidades. Recomenda-se também a identificação de futuras necessidades potenciais e incorporação destas no projeto de melhoramento da rede.

Baseado na finalidade de uma rede, um objetivo ou um conjunto deles deveria ser estabelecido para a rede pluviométrica da BAP, nos termos das informações requeridas de forma integrada. A não definição clara de um objetivo comum poderá ocasionar atrasos na geração das informações que, muitas vezes, são primordiais na tomada de decisões urgentes.

Em se definindo um objetivo comum a rede em questão, haverá a demanda de um estudo detalhado prevendo a compilação e interpretação das informações geradas de modo a determinar se a rede existente poderá cumprir esse objetivo, mesmo que de forma parcial, para posteriormente propor adequações.

Observa-se que existe a necessidade de modernização do sistema de monitoramento pluviométrico tradicional, por meio de automação.

A variação temporal de investimentos no setor ocasionou variações também na disponibilidade de informações geradas, estando estes investimentos vinculados, principalmente, à instalação de novas estações. Salienta-se a necessidade de um plano de investimentos que possibilite sua aplicação a médio e longo prazo, de modo uniforme, evitando-se sobressaltos e contemplando também a manutenção das estações em operação e a recuperação de estações desativadas.

De acordo com a análise realizada pelos critérios adotados, conclui-se que a rede pluviométrica da BAP, sob um aspecto geral, encontra-se com uma quantidade suficiente de estações em operação, embora mal distribuídas. Exceção à densidade encontrada em comparação às recomendações da OMM, ou seja, a densidade atual se apresenta inferior à recomendada, embora autores sugiram exageros em resultados na aplicação deste último critério.

Recomenda-se a avaliação, com uma inspeção *in loco*, o estado atual das estações no tocante ao seu estado de conservação o órgão operador, a qualidade das leituras, a possibilidade de instalação de estações telemétricas, verificando também a existência de condições adequadas.

## BIBLIOGRAFIA

- ABDON, M. de M., POTT, V. J., SILVA, J. dos S. V. da. Avaliação da cobertura por plantas aquáticas em lagoas da sub-região da Nhecolândia no Pantanal por meio de dados Landsat e Spot. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 33, p. 1675-1681, out., 1998. Número Especial.
- AERODROMO CARRIEL SUR. Dirección General de Aeronáutica Civil. Provincia de Concepción. Chile. **Instrumentos meteorológicos**. Disponível em: <[www.aeropuertocarrielsur.co.cl](http://www.aeropuertocarrielsur.co.cl)>. Acesso em: 09 jun 2003.
- ANA. Agência Nacional de Águas. Superintendência de Estudos Hidrológicos. **Diagnóstico da situação atual da rede hidrometeorológica da Bacia do Alto Paraguai** – Relatório Final. Brasília: ANA, 2001. [30 p.]
- \_\_\_\_\_. Agência Nacional de Águas. **A evolução da gestão dos recursos hídricos no Brasil** / The evolution of water resources management in Brazil. Brasília: ANA, 2002. 64p.
- \_\_\_\_\_. Agência Nacional de Águas. **Bacias hidrográficas**. Disponível em: <[www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br)>. Acesso em: 21 mai 2003a.
- \_\_\_\_\_. Agência Nacional de Águas. **Relatório estatístico da rede básica hidrometeorológica nacional**. Brasília: ANA, 2003b. 13 slides. Disponível em: <[www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br)>. Acesso em: 06 dez 2003b.
- \_\_\_\_\_. Agência Nacional de Águas. **Plano Nacional de Recursos Hídricos**: documento base de referência. Brasília: ANA, 2003c. p. 269-282.
- \_\_\_\_\_. Agência Nacional de Águas. **Institucional**. Disponível em: <[www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br)>. Acesso em: 08 dez 2003d.
- \_\_\_\_\_. Agência Nacional de Águas. **Projeto Aquífero Guarani**. Disponível em: <[www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br)>. Acesso em: 12 dez 2003e.
- \_\_\_\_\_. Agência Nacional de Águas. **Projeto GEF Alto Paraguai**. Disponível em: <[www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br)>. Acesso em: 12 dez 2003f.
- ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **A Agência**. Disponível em: <[www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br)>. Acesso em: 21 mai 2003.
- \_\_\_\_\_. Agência Nacional de Energia Elétrica. Estabelece as condições para implantação, manutenção e operação de estações fluviométricas e pluviométricas associadas a empreendimentos hidrelétricos. Resolução ANNEEL n. 396, de 4 de dezembro de 1998. **Agência**

- Nacional de Energia Elétrica.** Legislação básica do setor elétrico brasileiro. Resoluções. Disponível em: <www.aneel.gov.br>. Acesso em: 21 mai 2003.
- ABES. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Sistema de Recursos Hídricos.** Disponível em: <www.abes-rs.org.br>. Acesso em 01 jul 2003.
- ART, H. W. **Dicionário de ecologia e ciências ambientais.** Trad. Mary Amazonas Leite de Barros. 2. ed. São Paulo: UNESP, Melhoramentos, 2001. 583p.
- BERTONI, J. C., TUCCI, C. E. M. In: TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia:** ciência e aplicação. 2 ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2000. p. 177-241.
- BOGGIANI. P. P., COIMBRA, A. M. A planície e os pantanais. In: ANTAS, P. T. Z., NASCIMENTO, I. L. S. **Tuiuiú:** sob os céus do Pantanal - biologia e conservação do tuiuiú. São Paulo: Empresa das Artes, p. 18-23.
- BRASIL Decreto n. 2.972, de 26 de fevereiro de 1999a. Aprova a estrutura regimental e o quadro demonstrativo dos cargos em comissão do grupo-Direção e Assessoramento Superiores - DAS e Funções Gratificadas - FG do Ministério do Meio Ambiente, e dá outras providências. **Senado Federal.** Subsecretaria de Informações. Pesquisa legislação brasileira. Disponível em: <www.senado.gov.br>. Acesso em: 6 mai 2003.
- \_\_\_\_\_. Decreto n. 24.643, de 10 de julho de 1934. Decreta o Código de Águas. **Senado Federal.** Subsecretaria de Informações. Pesquisa legislação brasileira. Disponível em: <www.senado.gov.br>. Acesso em: 6 mai 2003.
- \_\_\_\_\_. Decreto-lei n. 1.285, de 18 de maio de 1939. Cria o Conselho Nacional de Águas e Energia, define suas atribuições e dá outras providências. **Senado Federal.** Subsecretaria de Informações. Pesquisa legislação brasileira. Disponível em: <www.senado.gov.br>. Acesso em: 9 mai 2003.
- \_\_\_\_\_. Decreto n. 63.951, de 31 de dezembro de 1968. Aprova a estrutura básica, do Ministério das Minas e Energia. **Senado Federal.** Subsecretaria de Informações. Pesquisa legislação brasileira. Disponível em: <www.senado.gov.br>. Acesso em: 9 mai 2003.
- \_\_\_\_\_. Decreto-lei n. 689, de 18 de julho de 1969. Extingue o Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica, do Ministério das Minas e Energia, e dá outras providências. **Senado Federal.** Subsecretaria de Informações. Pesquisa legislação brasileira. Disponível em: <www.senado.gov.br>. Acesso em: 9 mai 2003.
- \_\_\_\_\_. Constituição (1946). **Constituição dos Estados Unidos do Brasil:** promulgada em 18 de setembro de 1946. **Senado Federal.** Subsecretaria de Informações. Pesquisa legislação brasileira. Disponível em: <www.senado.gov.br>. Acesso em: 6 mai 2003.
- \_\_\_\_\_. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil:** promulgada em 5 de outubro de 1988. Constituição federal, coletânea de legislação de direito ambiental. Organizadora: Odete Medauar. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2002. 766 p. (Coleção RT Mini Códigos).

- BRASIL Lei n. 541, de 15 de dezembro de 1948. Cria a Comissão do Vale do São Francisco, e dá outras providências. **Senado Federal**. Subsecretaria de Informações. Pesquisa legislação brasileira. Disponível em: <[www.senado.gov.br](http://www.senado.gov.br)>. Acesso em: 6 mai 2003.
- \_\_\_\_\_. Lei n. 3.071, de 1º de janeiro de 1916. Código Civil da República dos Estados Unidos do Brasil. **Soleis**. Legislação Federal. Disponível em: <[www.soleis.adv.br](http://www.soleis.adv.br)>. Acesso em: 5 out 2003.
- \_\_\_\_\_. Lei n. 3.782, de 22 de julho de 1960. Cria os Ministérios da Indústria e Comércio e das Minas e Energia e dá outras providências. **Senado Federal**. Subsecretaria de Informações. Pesquisa legislação brasileira. Disponível em: <[www.senado.gov.br](http://www.senado.gov.br)>. Acesso em: 8 mai 2003.
- \_\_\_\_\_. Lei n. 3.890-A, de 25 de abril de 1961. Autoriza a União a constituir a empresa Centrais Elétricas Brasileiras S.A. – ELETROBRÁS, e dá outras providências. **Senado Federal**. Subsecretaria de Informações. Pesquisa legislação brasileira. Disponível em: <[www.senado.gov.br](http://www.senado.gov.br)>. Acesso em: 8 mai 2003.
- \_\_\_\_\_. Lei n. 4.904, de 17 de dezembro de 1965. Dispõe sobre a organização do Ministério das Minas e Energia, e dá outras providências. **Senado Federal**. Subsecretaria de Informações. Pesquisa legislação brasileira. Disponível em: <[www.senado.gov.br](http://www.senado.gov.br)>. Acesso em: 9 mai 2003.
- \_\_\_\_\_. Lei n. 6.088, de 16 de julho de 1974. Dispõe sobre a criação da Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco – CODEVASF – e dá outras providências. **Senado Federal**. Subsecretaria de Informações. Pesquisa legislação brasileira. Disponível em: <[www.senado.gov.br](http://www.senado.gov.br)>. Acesso em: 8 mai 2003.
- \_\_\_\_\_. Lei n. 7.735, de 22 de fevereiro de 1989. Dispõe sobre a extinção de órgão e de entidade autárquica, cria o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis e dá outras providências. **Senado Federal**. Subsecretaria de Informações. Pesquisa legislação brasileira. Disponível em: <[www.senado.gov.br](http://www.senado.gov.br)>. Acesso em: 6 mai 2003.
- \_\_\_\_\_. Lei n. 8.970, de 28 de dezembro de 1994. Transforma a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais- CPRM em empresa pública e dá outras providências. **Senado Federal**. Subsecretaria de Informações. Pesquisa legislação brasileira. Disponível em: <[www.senado.gov.br](http://www.senado.gov.br)>. Acesso em: 6 mai 2003.
- \_\_\_\_\_. Lei n. 9.427, de 26 de dezembro de 1996. Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica e dá outras providências. **Senado Federal**. Subsecretaria de Informações. Pesquisa legislação brasileira. Disponível em: <[www.senado.gov.br](http://www.senado.gov.br)>. Acesso em: 6 mai 2003.
- \_\_\_\_\_. Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do artigo 21 da Constituição Federal, e altera o artigo 1 da Lei n. 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei n. 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Senado Federal**. Subsecretaria de

Informações. Pesquisa legislação brasileira. Disponível em: <www.senado.gov.br>. Acesso em: 6 mai 2003.

BRASIL Lei n. 9.954, de 6 de janeiro de 2000a. Autoriza o Poder Executivo a alterar a razão social da Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco - CODEVASF, nos termos que especifica e dá outras providências. **Senado Federal**. Subsecretaria de Informações. Pesquisa legislação brasileira. Disponível em: <www.senado.gov.br>. Acesso em: 6 mai 2003.

\_\_\_\_\_. Lei n. 9.984, de 17 de julho de 2000b. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. **Senado Federal**. Subsecretaria de Informações. Pesquisa legislação brasileira. Disponível em: <www.senado.gov.br>. Acesso em: 6 mai 2003.

\_\_\_\_\_. Projeto de Lei n. 1.616, de 1999c. Dispõe sobre a gestão administrativa e a organização institucional do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos previsto no inciso XIX do artigo 21 da Constituição, e criado pela Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e dá outras providências. **Presidência da República**. Casa Civil. Subchefia de Assuntos Parlamentares. Projetos de Lei. Disponível em: <www.presidencia.gov.br>. Acesso em: 7 mai 2003.

CARVALHO, N. O., CUNHA, M. F. R. da, CUNHA, M. A. C. da. Rede hidrometeorológica de interesse do Pantanal. In: **II Simpósio de Recursos Hídricos do Centro-Oeste**. Campo Grande: ABRH, 2002. CD-ROM.

CHEVALLIER, P. In: TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2 ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2000. p. 486-525.

CLARKE, R. T., TUCCI, C. E. M., COLLISCHONN, W. Variabilidade temporal no regime hidrológico da Bacia do Rio Paraguai. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre: ABRH, v. 8, n. 1, p. 201-211, jan/mar 2003.

CNRH. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Estabelece diretrizes para a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas. Resolução n. 17, de 19 de maio de 2001. **Conselho Nacional de Recursos Hídricos**. Deliberações. Resoluções. Disponível em: <www.cnrh-srh.gov.br>. Acesso em: 1 jul 2003.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Estabelece os procedimentos para enquadramento dos corpos de água em classes segundo os usos preponderantes. Resolução n. 12, de 19 de julho de 2000a. **Conselho Nacional de Recursos Hídricos**. Deliberações. Resoluções. Disponível em: <www.cnrh-srh.gov.br>. Acesso em: 1 jul 2003.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Estabelece diretrizes para a implementação do Sistema Nacional de Informações sobre os Recursos Hídricos. Resolução n. 13, de 25 de setembro de 2000b. **Conselho Nacional de Recursos Hídricos**. Deliberações. Resoluções. Disponível em: <www.cnrh-srh.gov.br>. Acesso em: 1 jul 2003.

- CNRH. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Termos de referência para elaboração dos Planos de Recursos Hídricos (documento básico). **Conselho Nacional de Recursos Hídricos**. Deliberações. Resoluções. Disponível em: <www.cnrh-srh.gov.br>. Acesso em: 3 jul 2003.
- \_\_\_\_\_. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Define metodologia para codificação de bacias hidrográficas, no âmbito nacional. Resolução n. 30, de 11 de dezembro de 2002. **Conselho Nacional de Recursos Hídricos**. Deliberações. Resoluções. Disponível em: <www.cnrh-srh.gov.br>. Acesso em: 5 out 2003.
- \_\_\_\_\_. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Institui a Divisão Hidrográfica Nacional. Resolução n. 32, de 15 de outubro de 2003. **Conselho Nacional de Recursos Hídricos**. Deliberações. Resoluções. Disponível em: <www.cnrh-srh.gov.br>. Acesso em: 5 out 2003.
- CODEVASF. Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco. **Diretrizes e Formas de Atuação**. Disponível em: <www.codevasf.gov.br>. Acesso em: 1 dez 2003.
- COFEHIDRO. Conselho de Orientação do Fundo Estadual de Recursos Hídricos do Mato Grosso. Deliberação n. 1, de 14 de setembro de 1994. Aprova o Regimento Interno do Conselho de Orientação do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (COFEHIDRO), criado pela Lei Estadual n. 7.663, de 30 de dezembro de 1991 e regulamentado pelo Decreto Estadual n. 37.300, de 25 de agosto de 1993. **Conselho Estadual de Recursos Hídricos**. Disponível em: <www.fema.mt.gov.br>. Acesso em: 8 mai 2003.
- CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resoluções do CONAMA: 1984 a 1991**. 4 ed. Brasília: IBAMA, 1992. 245p.
- \_\_\_\_\_. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. Resolução n. 20, de 18 de junho de 1986. **Resoluções do CONAMA: 1984 a 1991**. 4 ed. Brasília: IBAMA, 1992. 245p.
- COSTA, A. J. F. da. **Consórcios de Recursos Hídricos**. Instituto Pólis. Dicas. Ação Administrativa. ed. 111. 1998. Disponível em: <www.bndes.gov.br>. Acesso em: 05 out 2003.
- COSTA, F. J. L. de. **Estratégias de gerenciamento de recursos hídricos no Brasil: áreas de cooperação com o Banco Mundial**. Brasília: Banco Mundial, 2003. 204p.
- COSTA, M. F. **História de um país inexistente: o Pantanal entre os séculos XVI e XVIII**. Kosmos, São Paulo, 1999. 277p.
- CPRM. Companhia de Pesquisas e Recursos Minerais. Recursos Hídricos. **Sistema de Previsão de Níveis d'Água no Pantanal**. Disponível em: <www.cprm.org.br>. Acesso em: 12 dez 2003.
- DAVIS, E. G., NAGHETTINI, M. C. **Estudos de chuvas intensas no Estado do Rio de Janeiro**. Belo Horizonte: CPRM, 2001. 140p.
- ELETROBRÁS. Centrais Elétricas Brasileiras S.A. **Manual de inventário hidrelétrico de bacias hidrográficas**. Brasília: ELETROBRÁS, 1997. CD-ROM.
- ESCANDOLHERO, J. P. P. O. **Levantamento de dados para o diagnóstico da rede hidrometeorológica da Bacia do Alto Paraguai**. Campo Grande, 2003. 87p. Monografia

- (Especialização em Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos). Centro de Ciências Exatas e Tecnologia. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. **Chuva nos cerrados: análise e espacialização**. Brasília: EMBRAPA-CPAC, 1994. 432p.
- \_\_\_\_\_. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **A EMBRAPA**. Disponível em: <www.embrapa.br>. Acesso em: 01 dez 2003.
- FREITAS, M. A. V. de. SANTOS, A. H. M. In: ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **O estado das águas no Brasil**. Brasília: ANEEL, 1999. p. 13-16.
- GARCEZ, L. N., ALVAREZ, G. A. **Hidrologia**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1988. 249p.
- GARRIDO, R. J. S. **Comentários sobre os aspectos institucionais do setor de recursos hídricos**. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Artigos. Dezembro de 2002a. Disponível em: <www.cnrh-srh.gov.br>. Acesso em: 01 jul 2003.
- \_\_\_\_\_. Comentários do Secretário de Recursos Hídricos aos aspectos institucionais do setor. In: Ministério do Meio Ambiente. **Recursos Hídricos: conjunto de normas legais**. 2 ed. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, 2002b. 141p.
- HOBECO SUDAMERICANA LTDA. **Hidrologia**. Disponível em: <www.hobeco.com.br>. Acesso em: 14 mai 2003.
- IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis. **Águas monitoramento**. versão 2.0. Brasília: IBAMA, [199-]. CD-ROM.
- \_\_\_\_\_. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis. **História**. Disponível em: <www.ibama.gov.br>. Acesso em: 1 dez 2003.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Geociências. **Área territorial**. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 21 mai 2003.
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Glossário**. Disponível em: <www.inmet.gov.br>. Acesso em: 28 dez 2002.
- \_\_\_\_\_. Instituto Nacional de Meteorologia. **Institucional**. Disponível em: <www.inmet.gov.br>. Acesso em: 8 dez 2003.
- INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Programas e projetos**. Disponível em: <www.inpe.br>. Acesso em: 08 dez 2003.
- KETTELHUT, J. T. S. **Breve histórico do Conselho Nacional de Recursos Hídricos**. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Artigos. Dezembro de 2002. Disponível em: <www.cnrh-srh.gov.br>. Acesso em: 01 jul 2003.
- LANNA, A. E. L., PEREIRA, J. S. Os novos instrumentos de planejamento do sistema francês de gestão de recursos hídricos: II – reflexões e propostas para o Brasil. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre: ABRH, v. 7, n. 2, p. 81-108, abr/jun 2002.

- LLAMAS, J. M. **Hidrología General**: principios e aplicaciones. Bilbao: Universidad del País Vasco, 1993. 636p.
- LINSLEY, R. K.. **Engenharia de Recursos Hídricos**. 2 ed. São Paulo: McGraw-Hill, 1978. --p.
- MACIEL JUNIOR, P. **Zoneamento das Águas**. Belo Horizonte: IGAM, 2000. 112p.
- MAGALHÃES JUNIOR, A. P.. A situação do monitoramento das águas no Brasil – instituições e iniciativas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Porto Alegre: ABRH, v. 5. n. 3, p. 113-135, jul/set 2000.
- MATO GROSSO DO SUL. Lei n. 2.406, de 29 de janeiro de 2002. Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, cria o Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos e dá outras providências. **Secretaria de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul**. Gerência de Recursos Hídricos. Política Estadual de Recursos Hídricos. Disponível em <www.sema.ms.gov.br>. Acesso em: 8 mai 2003.
- \_\_\_\_\_. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. Centro de Controle Ambiental. **Relatório sobre a implantação da rede básica de monitoramento da qualidade das águas da bacia do Alto Paraguai**. reimp. Campo Grande: [s.n.], 1994. 35p.
- \_\_\_\_\_. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. Componente: Recursos Hídricos. **Plano de conservação da bacia do Alto Paraguai**. Fase preparatória: relatório final. Campo Grande: [s.n.], 1994. 76p.
- \_\_\_\_\_. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. Fundação de Estado de Meio Ambiente Pantanal. Coordenadoria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental. Divisão Centro de Controle Ambiental. **Relatório de Qualidade das Águas Superficiais da Bacia do Alto Paraguai 1997 – 1998**. Secretaria de Estado de Meio Ambiente / Fundação de Estado de Meio Ambiente Pantanal. Coordenadoria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental. Campo Grande: [s.n.], 1999. 127p.
- \_\_\_\_\_. Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral. **Atlas multirreferencial do Estado de Mato Grosso do Sul**. Superintendência de Estudos e Pesquisa. Coordenadoria de Recursos Naturais. Campo Grande: [s.n.], 1990. 28p.
- MATO GROSSO. Lei n. 7.663, de 30 de dezembro de 1991. Cria o Conselho de Orientação do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (COFEHIDRO) do Estado de Mato Grosso. **Assembléia Legislativa de Mato Grosso**. Leis. Disponível em <www.al.mt.gov.br>. Acesso em: 8 mai 2003.
- \_\_\_\_\_. Decreto n. 37.300, de 25 de agosto de 1993. Regulamenta o Conselho de Orientação do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (COFEHIDRO) do Estado de Mato Grosso. **Assembléia Legislativa de Mato Grosso**. Leis. Disponível em <www.al.mt.gov.br>. Acesso em: 8 mai 2003.
- \_\_\_\_\_. Lei n. 6.945, de 5 de novembro de 1997. Dispõe sobre a Lei de Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências.

- Assembléia Legislativa de Mato Grosso.** Leis. Disponível em <[www.al.mt.gov.br](http://www.al.mt.gov.br)>. Acesso em: 8 mai 2003.
- MATO GROSSO. Decreto n. 2.548, de 10 de maio de 2001. Regulamenta o Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Mato Grosso, de acordo com as disposições dos artigos 18, 19 e 20 da Lei Estadual n. 6.945, de 5 de novembro de 1997. **Assembléia Legislativa de Mato Grosso.** Leis. Disponível em <[www.al.mt.gov.br](http://www.al.mt.gov.br)>. Acesso em: 8 mai 2003.
- MATTOS, N. M. C., SILVA, R. R. da. Análise Bayesiana da confiabilidade utilizando dados de degradação. In: **XXXIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional.** Campos do Jordão: SOBRAPO, 2001. p. 580.
- MEDEIROS, J. B.. **Redação científica:** a prática de fichamentos, resumos, resenhas. 4 ed. São Paulo: Atlas, 1999. 237p.
- MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Atos Normativos.** Disponível em: <[www.cidades.gov.br](http://www.cidades.gov.br)>. Acesso em: 7 jul 2003.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Águas do Brasil.** Brasília: MMA, [199-]. CD-ROM.
- \_\_\_\_\_. Aprova o Regimento Interno do Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Portaria n. 407, de 23 de novembro de 1999. **Ministério do Meio Ambiente.** A Instituição. Pesquisa no site do MMA. Disponível em: <[www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br)>. Acesso em: 7 mai 2003.
- \_\_\_\_\_. Altera o Regimento Interno do Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Portaria n. 65, de 15 de fevereiro de 2002. **Ministério do Meio Ambiente.** A Instituição. Pesquisa no site do MMA. Disponível em: <[www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br)>. Acesso em: 7 mai 2003.
- NOVAES, R. C., JACOBI, P. R. Comitês de bacia, capital social e eficiência institucional: reflexões preliminares sobre influências recíprocas. In: **I Encontro da Associação Nacional de Pós Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade.** Indaiatuba: ANPPAS, 2002. Disponível em: <[www.anppas.org.br](http://www.anppas.org.br)>. Acesso em: 7 jul 2003.
- PCBAP. **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai.** Programa Nacional do Meio Ambiente. Brasília: PNMA, 1997.
- PEDRAZZI, J. A. **Hidrologia aplicada.** Sorocaba, 2003. 88p. Apostila do Curso de Engenharia Civil. Faculdade de Engenharia de Sorocaba.
- PESSOA, M. L. In: TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia:** ciência e aplicação. 2 ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2000. p. 877-914.
- PFRAFSTETTER, O. **Classificação de bacias hidrográficas – metodologia de codificação.** Rio de Janeiro: DNOS, 1989. p. 19.
- PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil.** Disponível em: <[www.undp.org.br](http://www.undp.org.br)>. Acesso em: 7 out 2003.
- PROGRAMA PANTANAL. Programa de Desenvolvimento Sustentável da Bacia do Alto Paraguai. **Sumário Executivo.** Brasília: MMA, 2001. 32p.

- RADAMBRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria-Geral. **Projeto RADAMBRASIL**. Folha SE.21 Corumbá e parte da Folha SE.20; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: MME, SG, 1982a. 452p.
- \_\_\_\_\_. Ministério das Minas e Energia. Secretaria-Geral. **Projeto RADAMBRASIL**. Folha SF.21 Campo Grande; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: MME, SG, 1982b. 416p.
- RODRIGUES, M. S. *et al.* In: ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **O estado das águas no Brasil**. Brasília: ANEEL, 1999. p. 213-222.
- RODRIGUEZ, F. A. (Coord.). **Gerenciamento de recursos hídricos**. Trad. Henrique Chaves. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, Banco Mundial, 1998. 292p.
- SEPLANTEC. Secretaria de Estado do Planejamento e da Ciência e Tecnologia de Sergipe. Superintendência de Recursos Hídricos. Instrumentos de Gestão. **Enquadramento**. Disponível em: <[www.seplantecc-srh.se.gov.br](http://www.seplantecc-srh.se.gov.br)>. Acesso em: 4 jul 2003.
- SETTI, A. *et al.* **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. 2 ed. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica; Agência Nacional das Águas, 2001. 328p.
- SILVA, J. S. **Gerenciamento de Recursos Hídricos**. Instituto de Educação Tecnológica. Tec Hoje. Meio ambiente. Disponível em: <[www.itec.com.br](http://www.itec.com.br)>. Acesso em: 9 out 2003.
- SILVEIRA, A. L. L. da. In: TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2 ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2000. p. 35-51.
- SRH. Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente. Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Extremo Sul. 1997. **Sistema de Informações de Recursos Hídricos**. Disponível em: <[www.hidricos.mg.gov.br](http://www.hidricos.mg.gov.br)>. Acesso em: 03 jul 2003.
- \_\_\_\_\_. Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente. **Lei N° 9.433 de 8 de janeiro de 1997: Política Nacional de Recursos Hídricos**. 2 ed. Brasília: MMA/SRH, 1999. 20p.
- TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2 ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2000. 943p.
- USP. Universidade de São Paulo. **Campus Luiz de Queiroz**. Centro de Informática do *Campus* Luiz de Queiroz. Disponível em: <[www.ciagri.usp.br](http://www.ciagri.usp.br)>. Acesso em: 04 dez 2003.
- WMO. World Meteorological Organization. **Guide to hydrological practices**. 4 ed. Geneva: Secretariat of the World Meteorological Organization, v. 1, n. 168, 1981.
- WMO. World Meteorological Organization. **Guide to hydrological practices**. 4 ed. Geneva: Secretariat of the World Meteorological Organization, v. 1, n. 168, 1981. *Apud* MAGALHÃES JUNIOR, Antônio Pereira. A situação do monitoramento das águas no Brasil – instituições e iniciativas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Porto Alegre: ABRH, v. 5. n. 3, p. 113-135, jul/set 2000.