

Água

Sabendo usar não vai faltar.



**PLANO DIRETOR DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO PARÁ
ALTO RIO SÃO FRANCISCO
Minas Gerais**

ETAPA 8 – PLANO DE MONITORAMENTO



Programa de Revitalização do Rio São Francisco



CBH-Pará

Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Pará



DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARÁ

PLANO DIRETOR DA BACIA HIDROGRAFICA DO RIO PARÁ

COORDENAÇÃO

ASSOCIAÇÃO DE USUÁRIOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARÁ

Coordenadora Geral

Regina Greco – Presidente da Associação de Usuários da Bacia Hidrográfica do Rio Pará

EMPRESA CONSULTORA – TESE TECNOLOGIA EM SISTEMAS ESPACIAIS LTDA.

Coordenadora Geral

Mirna Cortopassi Lobo – Arquiteta Urbanista

Coordenadora Técnica

Cecile Miers – Arquiteta Urbanista

REFERÊNCIA

Prestação de Serviços Tomada de Preço nº 01/2006
Processo Licitatório nº 02/2006
Contrato nº 04/2006
Convênio nº 1 93 05 0038-00 CODEFASF
1ª Superintendência Regional – Sede Montes Claros

EQUIPE TÉCNICA

TESE TECNOLOGIA EM SISTEMAS ESPACIAIS LTDA.

Geoprocessamento

Maria Lúcia Lopes – Arquiteta e Urbanista

Robinson Brandão Vieira – Técnico em Geoprocessamento

Informação

Alessandra Chollet Moreira – Arquiteta Urbanista

Andrezza Pimentel – Arquiteta Urbanista

Eneida Kuchpil – Arquiteta Urbanista

Recursos Hídricos

Luiz Vasconcelos da Silva Filho – Mestrando em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental

Cartografia

Rodrigo Rocha Capel – Engenheiro Cartográfico

Processamento de Dados

Jonatas Gabriel Arndt – Analista de Sistemas

Programação Visual

Maria Lúcia Lopes – Arquiteta Urbanista

Levantamento de Campo

Marcello Cardoso de Moraes – Mobilizador Comunitário

Administrativo

Denison Barcik Alves – Administrador

Turismo

Ana Carolina Rehme Siqueira – Turismóloga

Apoio

Lincoln José Pereira – Logística

Consultores

Consultoria Sênior em Hidrologia

Prof. Cristovão Vicente Scapulatempo Fernandes – Engenheiro Civil – Mestre em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental – Doutor em Engenharia Civil e Ambiental.

Consultores Associados em Hidrologia

Fernando Weigert Machado – Engenheiro Civil – Mestre em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental

Nicolás Lopardo – Engenheiro Civil – Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental.

Consultoria em Hidrogeologia e Águas Subterrâneas:

Prof. Sandro Jose Briski – Geógrafo – Mestre em Geologia Ambiental e Doutorando em Geomorfologia-Geoquímica.

Consultor Sênior em Solos

Prof. Gláucio Roloff – Engenheiro Agrônomo – Mestre em Agronomia – Doutor em Ciência dos Solos – Pós-Doutor em Modelagem Ambiental

Consultor em Geologia

Prof. Helder de Godoy – Geólogo – Doutor em Geotecnia e Solos – Pós-Doutor em Geologia.

Consultores em Turismo

Ronaldo Ferreira Maganhotto – Turismólogo – Especialista em Análise Ambiental – Mestre em Geografia.

Marcos Antonio Miara – Turismólogo – Especialista em Geoprocessamento – Mestre em Geografia.

Diogo Lourdes Fernandes – Turismólogo – Mestre em Turismo.

ASSOCIAÇÃO DE USUÁRIOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARÁ

Presidente

Regina Greco

Apoio Administrativo

Patrícia Rattton – Mestre em Química

Apoio em Geoprocessamento

Moisés Júnio da Silveira – Graduando em Química

Parceiro Executivo – IGAM- Instituto Mineiro de Gestão das Águas

Coordenação

Luiza de Marillac Moreira Camargos – Diretora de Gestão de Recursos Hídricos

Célia Maria Brandão Fróes – Gerência de Planejamento de Recursos Hídricos

Equipe Técnica

Célia Maria Brandão Fróes – Engenheira Química e mestranda em Administração Pública

Cristiane Fernanda da Silva – Engenheira Civil e mestranda em Engenharia Sanitária

Janaína de Andrade Evangelista – Engenheira Civil e especialista em Engenharia Sanitária

Lílian Márcia Domingues – Geógrafa

Robson Rodrigues dos Santos – Geógrafo e especialista em Educação Ambiental

Rodrigo Antonio Di Lorenzo Mundim – Geógrafo e especialista em Geoprocessamento
Rodolfo Carvalho Salgado Penido – Engenheiro Civil e mestrando em Engenharia Sanitária

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARÁ

Presidente

Flávio Lucas Greco Santos

Câmara Técnica de Acompanhamento de Projetos do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Pará

Membros – Representantes dos Órgãos:

1. IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas
2. IMA – Instituto Mineiro de Agropecuária
3. CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais
4. COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais
5. Corpo de Bombeiros – Polícia Militar de Minas Gerais
6. IEF – Instituto Estadual de Florestas
7. SESAM – Serviço de Saneamento Ambiental Municipal de Carmópolis de Minas
8. Cooperativa dos Suinocultores Paraminenses Ltda. – COSUIPAM
9. ASCINDI – Associação Comercial, Industrial, Agropecuária e de Serviços de Itaúna
10. CREA – Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
11. Cooperativas Agrícolas
12. FADOM – Faculdades Integradas do Oeste de Minas

ETAPA 8 – PLANO DE MONITORAMENTO

SUMÁRIO

ETAPA 8 – PLANO DE MONITORAMENTO	IV
SUMÁRIO	V
INDICE DE FIGURAS	VII
INDICE DE TABELAS	VIII
I INTRODUÇÃO	IX
II OBJETIVOS DO PLANO DIRETOR DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARÁ	XI
III ESTRATÉGIA OPERACIONAL – ASPECTOS METODOLÓGICOS	XI
8 PLANO DE MONITORAMENTO	1
MODALIDADES DE MONITORAMENTO ADOTADAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARÁ	2
8.1 MONITORAMENTO AGROMETEOROLÓGICO	3
8.1.1 <i>Balanço Hídrico Climatológico</i>	5
8.1.2 <i>Balanço Hídrico por Cultura</i>	7
8.1.3 <i>Pecuária e o Índice de Conforto Térmico</i>	8
8.1.4 <i>Perda na Produção de Leite</i>	8
8.1.5 <i>Conclusão</i>	8
8.2 MONITORAMENTO HIDROMETEOROLÓGICO	8
8.2.1 <i>Rede Meteorológica de Superfície</i>	20
8.2.2 <i>Proposta de Rede de Monitoramento</i>	20
8.3 MONITORAMENTO FLUVIOMÉTRICO.....	25
8.3.1 <i>Proposta de Rede de Monitoramento</i>	28
8.3.1.1 Sub-bacia Alto Rio Pará	28
8.3.1.2 Sub-bacia Ribeirão Boa Vista.....	28
8.3.1.3 Sub-bacia Rio Itapecerica.....	29
8.3.1.4 Sub-bacia Médio Rio Pará.....	29
8.3.1.5 Sub-bacia Ribeirão da Paciência	29
8.3.1.6 Sub-bacia Rio São João	30
8.3.1.7 Sub-bacia Rio Lambari	30
8.3.1.8 Sub-bacia Rio do Peixe	30
8.3.1.9 Sub-bacia Rio Picão	31
8.3.1.10 Sub-bacia Baixo Rio Pará.....	31
8.3.2 <i>Conclusão Sobre o Monitoramento Fluviométrico das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Pará</i>	31
8.4 SISTEMA DE ALERTA ANTECIPADO	32
8.5 MONITORAMENTO DE QUALIDADE.....	38
8.5.1 <i>Sub-bacia Alto Rio Pará</i>	44
8.5.1.1 Sub-Bacia Alto Rio Pará – Estações Existentes	44
8.5.1.2 Sub-Bacia Alto Rio Pará – Estações Propostas	45
8.5.2 <i>Sub-bacia Ribeirão Boa Vista</i>	46
8.5.2.1 Sub-Bacia Ribeirão Boa Vista – Estações Existentes	47
8.5.2.2 Sub-Bacia Ribeirão Boa Vista – Estações Propostas	48
8.5.3 <i>Sub-bacia Rio Itapecerica</i>	48
8.5.3.1 Sub-Bacia Rio Itapecerica – Estações Existentes	49
8.5.3.2 Sub-Bacia Rio Itapecerica – Estações Propostas	50
8.5.4 <i>Sub-bacia Médio Rio Pará</i>	51
8.5.4.1 Sub-Bacia Médio Rio Pará – Estações Existentes	52
8.5.4.2 Sub-Bacia Médio Rio Pará – Estações Propostas	53
8.5.5 <i>Sub-bacia Ribeirão da Paciência</i>	53
8.5.5.1 Sub-Bacia Ribeirão da Paciência – Estações Existentes.....	54
8.5.5.2 Sub-Bacia Ribeirão da Paciência – Estações Propostas.....	55
8.5.6 <i>Sub-bacia Rio São João</i>	56
8.5.6.1 Sub-Bacia Rio São João – Estações Existentes	57
8.5.6.2 Sub-Bacia Rio São João – Estações Sugeridas	58
8.5.7 <i>Sub-bacia Rio Lambari</i>	58
8.5.7.1 Sub-Bacia Rio Lambari – Estações Existentes	60
8.5.7.2 Sub-Bacia Rio Lambari – Estações Sugeridas.....	61
8.5.8 <i>Sub-bacia Rio do Peixe</i>	62
8.5.8.1 Sub-Bacia Rio do Peixe – Estações Existentes.....	62
8.5.8.2 Sub-Bacia Rio do Peixe – Estações Propostas.....	63

8.5.9	<i>Sub-bacia Rio Picão</i>	63
8.5.9.1	Sub-Bacia Rio Picão – Estações Existentes.....	64
8.5.9.2	Sub-Bacia Rio Picão – Estações Propostas.....	64
8.5.10	<i>Sub-bacia Baixo Rio Pará</i>	65
8.5.10.1	Sub-Bacia Baixo Rio Pará – Estações Existentes.....	66
8.5.10.2	Sub-Bacia Baixo Rio Pará – Estações Propostas.....	67
8.5.11	<i>Conclusão Sobre o Monitoramento da Qualidade das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Pará...</i> 67	
ANEXO 1 – FIGURAS		71
ANEXO 3 – SHAPEFILES		71
ANEXO 30 – DADOS ORIGINAIS COPASA		71
ANEXO 31 – ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS E PLUVIOMÉTRICAS DA CEMIG (DADOS ORIGINAIS)		80
ANEXO 32 – DADOS ANA – WEB		81
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		86

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 – Balanço Hídrico Climático de Belo Horizonte</i>	6
<i>Figura 2 – Plataforma de Coleta de Dados</i>	9
<i>Figura 3 – Rede Meteorológica Telemétrica</i>	10
<i>Figura 4 – Rede Hidrológica Telemétrica da ANA e da CEMIG</i>	10
<i>Figura 5 – Radars Meteorológicos</i>	11
<i>Figura 6 – Estação Telemétrica ou Automática</i>	15
<i>Figura 7 – Estação Pluviométrica Convencional</i>	15
<i>Figura 8 – Estações Meteorológicas e Hidrometeorológicas da Bacia Hidrográfica do Rio Pará</i>	18
<i>Figura 9 – Rede de Monitoramento Pluviométrica</i>	24
<i>Figura 10 – Estação Fluviométrica</i>	25
<i>Figura 11 – Estações Fluviométricas da Bacia Hidrográfica do Rio Pará</i>	27
<i>Figura 12 – Sistema de Alerta à Inundação</i>	34
<i>Figura 13 – Municípios atendidos pelo Sistema de Alerta À Inundação na Bacia Hidrográfica do Rio Doce</i>	35
<i>Figura 14 – Áreas com Potencial para Inundações da Bacia Hidrográfica do Rio Pará</i>	36
<i>Figura 15 – Estações de Monitoramento de Qualidade das Águas Superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Pará</i>	42
<i>Figura 16 – Sub-bacia Alto Rio Pará e suas Estações de Qualidade e Fluviométricas</i>	44
<i>Figura 17 – Trechos Objeto de Enquadramento Específico na Sub-bacia Alto Rio Pará</i>	45
<i>Figura 18 – Estações Fluviométricas e de Qualidade Propostas para a Sub-bacia Alto Rio Pará</i>	45
<i>Figura 19 – Detalhe da Localização da PA004</i>	46
<i>Figura 20 – Sub-bacia Ribeirão Boa Vista e suas Estações de Qualidade e Fluviométricas</i>	47
<i>Figura 21 – Trechos Objeto de Enquadramento Específico na Sub-bacia Ribeirão Boa Vista</i>	47
<i>Figura 22 – Estações Fluviométricas e de Qualidade Propostas para a Sub-bacia Ribeirão Boa Vista</i>	48
<i>Figura 23 – Detalhe da Localização da PA007 na Sub-bacia Rio Itapecerica</i>	49
<i>Figura 24 – Sub-bacia Rio Itapecerica e suas Estações de Qualidade e Fluviométricas</i>	49
<i>Figura 25 – Trechos Objeto de Enquadramento Específico na Sub-bacia Rio Itapecerica</i>	50
<i>Figura 26 – Estações Fluviométricas e de Qualidade Propostas para a Sub-bacia Rio Itapecerica</i>	50
<i>Figura 27 – Detalhe da Localização da PA005 em Relação à Estação Fluviométrica da ANA Mais Próxima</i>	51
<i>Figura 28 – Detalhe da Localização da PA011 e da PA013 em Relação à Sub-bacia Médio Rio Pará</i>	52
<i>Figura 29 – Sub-bacia Médio Rio Pará e suas Estações de Qualidade e Fluviométricas</i>	52
<i>Figura 30 – Estações Fluviométricas e de Qualidade Propostas para a Sub-bacia Médio Rio Pará</i>	53
<i>Figura 31 – Localização da Estação PA010 em Relação à Estação Fluviométrica da ANA Mais Próxima</i>	54
<i>Figura 32 – Sub-bacia Ribeirão da Paciência e suas Estações de Qualidade e Fluviométricas</i>	54
<i>Figura 33 – Trechos Objeto de Enquadramento Específico na Sub-bacia Ribeirão da Paciência</i>	55
<i>Figura 34 – Estações Fluviométricas e de Qualidade Propostas para a Sub-bacia Ribeirão da Paciência</i>	55
<i>Figura 35 – Localização da Estação PA009 em Relação à Estação Fluviométrica mais Próxima da ANA</i>	56
<i>Figura 36 – Trechos Objeto de Enquadramento Específico na Sub-bacia Rio São João</i>	57
<i>Figura 37 – Sub-bacia Rio São João e suas Estações de Qualidade e Fluviométricas</i>	57
<i>Figura 38 – Estações Fluviométricas e de Qualidade Propostas para a Sub-bacia Rio São João</i>	58
<i>Figura 39 – Localização da PA015 na Sub-bacia Rio Lambari</i>	59
<i>Figura 40 – Trechos Objeto de Enquadramento Específico na Sub-bacia Rio Lambari</i>	59
<i>Figura 41 – Sub-bacia Rio Lambari e suas Estações de Qualidade e Fluviométricas</i>	60
<i>Figura 42 – Estações Fluviométricas e de Qualidade Propostas para a Sub-bacia Rio Lambari</i>	61
<i>Figura 43 – Sub-bacia Rio do Peixe e suas Estações de Qualidade e Fluviométricas</i>	62
<i>Figura 44 – Estações Fluviométricas e de Qualidade Propostas para a Sub-bacia Rio do Peixe</i>	63
<i>Figura 45 – Localização da Estação PA017 na Sub-bacia Rio Picão</i>	64
<i>Figura 46 – Sub-bacia Rio Picão e suas Estações de Qualidade e Fluviométricas</i>	64
<i>Figura 47 – Estações Fluviométricas e de Qualidade Propostas para a Sub-bacia Rio Picão</i>	65
<i>Figura 48 – Localização da Estação PA013 na Sub-bacia Baixo Rio Pará</i>	65
<i>Figura 49 – Localização da Estação PA019 na Sub-bacia Baixo Rio Pará</i>	66
<i>Figura 50 – Sub-bacia Baixo Rio Pará e suas Estações de Qualidade e Fluviométricas</i>	66
<i>Figura 51 – Estações Fluviométricas e de Qualidade Propostas para a Sub-bacia Baixo Rio Pará</i>	67
<i>Figura 52 – Estações Fluviométricas Existentes e Propostas para a Bacia Hidrográfica do Rio Pará</i>	69
<i>Figura 53 – Estações Fluviométricas e Pluviométricas da CEMIG (Dados Originais)</i>	80
<i>Figura 54 – Estações Fluviométricas na Região Hidrográfica do São Francisco em 2007</i>	81
<i>Figura 55 – Estações Pluviométricas na Região Hidrográfica do São Francisco em 2007</i>	82
<i>Figura 56 – Estações de Qualidade da Água na Região Hidrográfica do São Francisco em 2007</i>	83
<i>Figura 57 – Estações Sedimentométricas na Região Hidrográfica do São Francisco em 2007</i>	84

<i>Figura 58 – Estações Telemétricas na Região Hidrográfica do São Francisco em 2007</i>	85
--	----

INDICE DE TABELAS

<i>Tabela 1 – Balanço Hídrico nas Sub-bacias da Bacia Hidrográfica do Rio Pará</i>	6
<i>Tabela 2 – Boletim Meteorológico do IGAM – SIMGE</i>	11
<i>Tabela 3 – Boletim Meteorológico do INMET</i>	13
<i>Tabela 4 – Características do Tamanho das Séries das Estações Pluviométricas</i>	16
<i>Tabela 5 – Áreas de Abrangência das Estações Pluviométricas Dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Pará</i>	21
<i>Tabela 6 – Recomendações de Densidades Mínimas de Estações Pluviométricas</i>	22
<i>Tabela 7 – Resultado da Avaliação do Número de Estações Pluviométricas Sugeridas para a Bacia Hidrográfica do Rio Pará</i>	22
<i>Tabela 8 – Estações Utilizadas na Caracterização Fluviométrica</i>	26
<i>Tabela 9 – Resultado da Avaliação da Localização das Estações Fluviométricas Existentes na Bacia Hidrográfica do Rio Pará</i>	31
<i>Tabela 10 – Distribuição das Estações de Monitoramento da Qualidade da Água do Projeto Águas de Minas nas Sub-bacias da Bacia Hidrográfica do Rio Pará</i>	40
<i>Tabela 11 – Estações de Qualidade e Fluviométricas Coincidentes na Bacia Hidrográfica do Rio Pará</i>	43
<i>Tabela 12 – Resultado da Avaliação da Localização das Estações de Qualidade Existentes na Bacia Hidrográfica do Rio Pará</i>	67
<i>Tabela 13 – Estações fluviométricas e pluviométricas da COPASA (dados originais)</i>	71
<i>Tabela 14 – Parâmetros preconizados pela Resolução CONAMA nº 357 (referenciados pela Portaria 518) a serem analisados nos pontos de captação dos mananciais subterrâneos e superficiais</i>	77
<i>Tabela 15 – Campanhas Especiais de Monitoramento de Qualidade em Pontos Críticos do Rio Pará</i>	78
<i>Tabela 16 – Estações Fluviométricas e Pluviométricas da CEMIG (Dados Originais)</i>	80

I INTRODUÇÃO

O Plano Diretor da Bacia Hidrográfica do Rio Pará foi contratado pela Associação de Usuários da Bacia Hidrográfica do Rio Pará, com recursos advindos do Convênio Nº. 1.93.05.0038-00 CODEVASF – 1ª Superintendência Regional – Sede – Montes Claros – Minas Gerais através Processo Licitatório Nº 02 / 2006, Tomada de Preços 001/2006 através da qual foi contratada a empresa Tese Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda., vencedora do certame.

A Coordenação Executiva da elaboração do Plano Diretor da Bacia Hidrográfica do Rio Pará é de responsabilidade da Associação de Usuários da Bacia Hidrográfica do Rio Pará e do IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas, da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, em perfeita sinergia com a empresa Tese Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.

O desenvolvimento do Plano Diretor da Bacia Hidrográfica do Rio Pará – Alto São Francisco, tem como objetivo geral estabelecer metas estratégicas e instrumentos de gestão com vistas ao desenvolvimento sustentado da região. Ali aprimora e detalha o Plano Diretor Rio São Francisco, seu escopo maior de contextualização.

Os Planos Diretores de Recursos Hídricos são instrumentos estratégicos que se consolidam através dos Sistemas de Gerenciamento dos Recursos Hídricos. Constituem-se em diretrizes que visam fundamentar e orientar a implementação da Política de Recursos Hídricos em bacias hidrográficas.

Os Planos Diretores de Recursos Hídricos são também referenciais para os instrumentos técnicos de gestão, cuja aprovação se insere no escopo decisório do Comitê da Bacia Hidrográfica, mesclando-se, nesse processo, o fator técnico e o fator político, nos moldes de um gerenciamento participativo e integrado.

O Plano Diretor da Bacia Hidrográfica do Rio Pará foi elaborado segundo itemização constante no Termo de Referência, parte integrante do Edital de Licitação do Processo Licitatório mencionado.

Todas as propostas do Plano Diretor da Bacia Hidrográfica do Rio Pará serão submetidas à população local via audiências públicas, adotando-se o mesmo procedimento para legitimação final das propostas constantes no documento definitivo.

Ressalte-se o papel do Plano Diretor da Bacia Hidrográfica do Rio Pará como instrumento indutor do processo de desenvolvimento sustentado da região compreendida pela Bacia Hidrográfica do Rio Pará. Ali são enfatizados, em particular, os aspectos relacionados à gestão dos recursos hídricos, proporcionando ao seu Comitê e à futura Agência de Bacia Hidrográfica do Rio Pará, instrumento normativo e consultivo de suporte ao planejamento e a gestão do desenvolvimento regional, com vistas à correção de desconformidades sócio-ambientais detectadas.

Não obstante a inestimável importância dos Planos Diretores de Recursos Hídricos estruturados para a região, em especial daqueles que tratam dos Afluentes do Alto Rio São Francisco, estes documentos carecem de detalhes e escala adequada ao planejamento de ações e projetos locais ou regionais.

Alguns aspectos críticos quanto ao manejo dos recursos hídricos da região da Bacia Hidrografia do Rio Pará, que requerem soluções urgentes, foram detectados empiricamente, conforme explicitado no Termo de Referência do processo licitatório:

- Redução significativa da disponibilidade hídrica;

- Comprometimento do atendimento à demanda doméstica em alguns municípios;
- Deterioração da qualidade das águas superficiais;
- Implementação de ações ambientais isoladas, pobremente contextualizadas, resultando na diluição de recursos preciosos;
- Não atendimento à demanda das populações locais;
- Dispersão de esforços;
- Insucesso da maioria dos empreendimentos voltados à proteção e conservação dos recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Pará.

É necessária a integração das ações municipais com vistas à revitalização do ecossistema da Bacia Hidrográfica do Rio Pará através de ações emergenciais, corretivas e mitigadoras dos conflitos gerados pelo uso múltiplo da água. É necessária, fundamentalmente, a manutenção dos níveis de disponibilidade hídrica e de qualidade da água, adequados às demandas básicas da população.

Estas ações devem ser articuladas a partir do Plano Diretor da Bacia Hidrográfica do Rio Pará, elemento balizador e referencial (conceitual e executivo) para garantir sua coerência e eficácia.

Adicionalmente, observa-se a necessidade premente de mobilização comunitária, promoção da cidadania das águas, criação da figura emblemática do Produtor de Águas, do Conservador das Águas e do Condomínio das Águas, para tornar cada habitante co-responsável pela gestão ambiental. É necessário também, introduzir a consciência de que os recursos naturais guardam interdependência, no contexto da sustentabilidade ambiental e que a conservação dos recursos hídricos, enquanto elemento finito e indispensável ao desenvolvimento econômico e social da região, é crítica para a vida.

Estas questões, somadas às bases conceituais e operacionais existentes consubstanciadas por grandes esforços anteriores, são o substrato que apóia o desenvolvimento do Plano Diretor da Bacia Hidrográfica do Rio Pará.

Enquanto instrumento diretivo, o Plano Diretor da Bacia Hidrográfica do Rio Pará, deve também promover o fortalecimento institucional do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Pará, subsidiando de forma concreta e objetiva, os procedimentos para os estudos e projetos voltados à transformação da Associação de Usuários da Bacia Hidrográfica do Rio Pará na Agência de Bacia ou entidade equiparada.

O desenvolvimento do Plano Diretor da Bacia Hidrográfica do Rio Pará e a futura institucionalização da Agência de Bacia são ações imperativas, constituindo-se em bases concretas para a plena implementação e operacionalização das diretrizes legalmente estabelecidas nas esferas dos governos Federal e Estadual.

A implantação de um sistema consistente e objetivo de gestão dos recursos hídricos regionais possibilitará a melhoria significativa das condições de vida das populações locais, lançando bases sólidas que fundamentarão o desenvolvimento sustentado da região compreendida pela Bacia Hidrográfica do Rio Pará.

II OBJETIVOS DO PLANO DIRETOR DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARÁ

O Plano Diretor da Bacia Hidrográfica do Rio Pará tem os seguintes objetivos, conforme especificado no Termo de Referência do processo licitatório:

- Estabelecer bases analítico-operacionais para implantação da gestão de recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Pará;
- Fornecer diretrizes e critérios para os instrumentos de gestão, quais sejam: outorga de direito de uso de recursos hídricos, cobrança pelo uso de recursos hídricos, reenquadramento dos corpos de água em classes segundo seus usos preponderantes, fiscalização e monitoramento;
- Prover ao Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Pará e à futura Agência de Bacia, de instrumentos técnico-conceituais, como suporte à tomada de decisão;
- Estabelecer diretrizes gerais para a implementação de programas, projetos e ações que promovam a revitalização, a recuperação e a conservação hidro-ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Pará.

Existem dois grandes entraves ao desenvolvimento do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Pará e, conseqüentemente, à implantação de sistema de gestão integrada da região: i – a ausência ou descontinuidade das séries históricas de dados sobre o comportamento das características físicas da região compreendida pela Bacia Hidrográfica do Rio Pará, e ii – a inexistência de conceituação básica, referenciais técnicos consistentes e instrumentação analítica de suporte à tomada de decisões, detalhando ações pontuais que integrem o escopo maior das metas estabelecidas pelo Plano. O segundo entrave deve-se, principalmente, à escala de trabalho factível para o desenvolvimento do Plano Diretor da Bacia do Rio Pará, que é de 1:50.000.

Estes aspectos são passíveis de atendimento a partir da inserção do conhecimento empírico dos técnicos da região, em especial do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Pará, em ambiente de Sistema de Informação Geográfica, ambiente analítico de desenvolvimento do Plano Diretor da Bacia Hidrográfica do Rio Pará.

Desta forma serão atingidos os objetivos supra relacionados, ressaltando-se, neste contexto, a importância do cadastro de Usuários da Água, recentemente executado pela Associação de Usuários da Bacia Hidrográfica do Rio Pará. Os dados ali contidos permitem a adoção de escala compatível com as demandas estabelecidas pelo conjunto de ações eminentemente operacionais, que freqüentemente possuem foco pontual.

III ESTRATÉGIA OPERACIONAL – ASPECTOS METODOLÓGICOS

A metodologia de desenvolvimento do Plano Diretor da Bacia Hidrográfica do Rio Pará está baseada em nove etapas de trabalho, a saber:

1. Suporte Institucional
2. Caracterização do Meio Físico
3. Avaliação e Análise Ambiental
4. Caracterização do Sistema Sócio-econômico
5. Caracterização dos Recursos Hídricos

6. Disponibilidade Hídrica
7. Cenários de Aproveitamento e Controle dos Recursos Hídricos
8. Plano de Monitoramento
9. Modelos de Avaliação e Gestão

A elaboração do Plano Diretor da Bacia Hidrográfica do Rio Pará está baseada nos fundamentos, objetivos e diretrizes gerais de ação previstos na Lei Estadual Nº. 13.199/99, coerentes com disposições correspondentes da Lei Federal Nº. 9.433/ 97 sob a perspectiva da gestão integrada.

Considera os estudos existentes da Bacia Hidrográfica do Rio Pará e ainda, o Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.

Concomitante à sua elaboração, está prevista a discussão do Plano Diretor do Rio Pará, com Coordenação Executiva do mesmo, composta por membros da Associação de Usuários da Bacia Hidrográfica do Rio Pará, em especial com o IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas, da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Social e com o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Pará, além da sociedade civil e diferentes usuários desta Bacia.

O presente relatório apresenta o conteúdo correspondente à **Etapa 8** do Plano Diretor da Bacia Hidrográfica do Rio Pará.

8 PLANO DE MONITORAMENTO

Nesta Etapa do Plano Diretor da Bacia Hidrográfica do Rio Pará serão feitas análises objetivando o estabelecimento de um diagnóstico dos sistemas de monitoramento atualmente em operação na Bacia. Conforme previsto no Termo de Referência deste projeto, estas análises são as bases das propostas de sistemas de monitoramento otimizados, tomando como referência as necessidades projetadas com a implantação operacional da futura Agência de Bacia.

O Plano de Monitoramento da Bacia Hidrográfica do Rio Pará, em seu sentido amplo, envolvendo os monitoramentos agrometeorológico, hidrometeorológico, fluviométrico e de qualidade, terá sua concepção definida pelos distintos órgãos e instituições responsáveis pelo mesmo, nas esferas federal, estadual e municipal. Sua estrutura e funcionamento serão definidos a partir dos dados e conclusões aqui apresentados. Para que se concretize o Plano de Monitoramento ainda serão necessários levantamentos mais precisos e detalhados até a obtenção dos projetos conclusivos e de execução, cuja importância também está delineada no presente relatório.

Anterior à implantação e operação do monitoramento, surge nesta etapa do planejamento a premissa de um novo conceito, onde a divisão política é a micro-bacia, chamando os usuários da Bacia Hidrográfica do Rio Pará a cumprirem com a responsabilidade da sustentabilidade dos recursos hídricos para as futuras gerações.

Tal qual é praticado há muitos anos em outros países como na França, por exemplo, planos e projetos são executados sobre um novo limite administrativo: a área de contribuição dos rios principais de bacias, sub-bacias e micro-bacias hidrográficas. O Brasil, cuja história começou com as capitanias hereditárias e, por muito tempo teve seu território dividido sobre o foco da exploração das nossas riquezas, plantando desde cedo a idéia da degradação ambiental, está começando seu processo de mudança na maneira de enxergar seus limites administrativos, passando a priorizar a preservação dos recursos naturais restantes, em especial a água.

A Bacia Hidrográfica do Rio Pará, a partir deste Plano Diretor, está regionalizada hidrologicamente, com a proposta de uma gestão respeitando os limites das 10 sub-bacias de uma divisão hidromorfológica adotada. A base necessária para este novo planejamento está adiantada, com um banco de dados cadastrais e um mapeamento bastante abrangente. Restam ainda complementações cartográficas importantes, que serão mais bem especificadas nos itens a seguir. Resta também a complementação cadastral a ser efetuada em campo para contemplar parte do universo de usuários que na primeira jornada de levantamentos não foi considerada, tema que se encontra detalhadamente abordado na **Etapa 9** deste Plano Diretor.

Monitoramento, em sentido bastante abrangente, pode-se dizer que é

um sistema contínuo de observações, medições e avaliações com objetivos de: documentar os impactos resultantes de uma ação proposta; alertar para impactos adversos não previstos, ou mudanças nas tendências previamente observadas; oferecer informações imediatas, quando um indicador de impactos se aproximar de valores críticos; oferecer informações que permitam avaliar medidas corretivas para modificar ou ajustar as técnicas utilizadas. (VALLE, 1995)

Para um monitoramento eficaz é necessário que se defina a população ambiental de interesse e relacioná-la aos objetivos do estudo e aos procedimentos de amostragem em campo, para que os dados coletados atendam ao propósito para o qual a rede de monitoramento foi criada (GILBERT, 1987). É necessário olhar cuidadosamente e atender aos objetivos do estudo, adequar-se aos recursos disponíveis para se coletar os dados, e verificar a variabilidade dos dados antecipadamente para que um estudo de eficiência e custo possa ser desenvolvido.

A estação de monitoramento deve estar localizada de tal forma que possa representar adequadamente o fenômeno que se está estudando e a região em que está instalada. Em geral a representatividade da informação obtida com a rede de monitoramento está relacionada com os aspectos espaciais e temporais do fenômeno observado (SOARES, 2001).

Conforme Stair e Reynolds (2002), para ser valiosa, a informação deverá ser: precisa, completa, econômica, flexível, confiável, relevante, simples, pontual, e, principalmente acessível às principais Instituições que realizarão a operação do sistema de monitoramento. Se a informação não for precisa ou completa, decisões ruins podem ser tomadas, e, conseqüentemente, o ônus será repassado para os usuários da bacia. Também se a informação não for pertinente à situação, se chegar aos tomadores de decisão no momento inadequado ou com muita complexidade para seu entendimento, ela poderá ser de pouco valor para o sistema.

As informações são resultados de dados processados. No caso de dados espaciais ou que precisam estar relacionados à certa região geográfica, estes necessitam de uma base confiável e o mais detalhada possível. A base cartográfica existente na Bacia Hidrográfica do Rio Pará atualmente está na escala 1:50.000. Na hidrografia, sendo fator de importância mais relevante para o contexto da gestão da Bacia Hidrográfica do Rio Pará, o ideal seria que fosse otocodificada, isto é, uma rede hidrográfica hierárquica topologicamente consistente, codificada pelo método de codificação de bacias de Otto Pfafstetter. Para cada trecho de curso d'água dessa rede está associada uma área de contribuição hidrológica direta, chamada de ottobacia. Este é o instrumento que se está implantando no Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos – SNIRH, da Agência Nacional de Águas, que pretende estabelecer um código que será um “CPF” para cada rio, projeto que será estendido a toda malha hidrográfica brasileira. (SILVA, et. al, 2007)

Igualmente será necessário um levantamento geomorfológico que venha a atender de maneira mais apropriada os objetivos dos monitoramentos, pois, conforme extensamente demonstrado no **Item 2.4 da Etapa 2** deste Plano Diretor, o que hoje existe para a região da Bacia Hidrográfica do Rio Pará não constitui um material que possa ser utilizado.

Por fim, deverá ser realizada a complementação do Cadastro de Usuários da Bacia Hidrográfica do Rio Pará, contemplando, por exemplo, as culturas não irrigadas, que constituem a grande maioria, e que dependem unicamente das variações climáticas para seu desempenho.

Modalidades de Monitoramento adotadas na Bacia Hidrográfica do Rio Pará

Dentre todos os monitoramentos ambientais realizados no país, serão abordados neste Plano Diretor:

- 1) O monitoramento agrometeorológico (como alerta antecipado, instrumento de gestão ambiental e planejamento para os sistemas agrícolas de produção);
- 2) O monitoramento hidrometeorológico (como alerta antecipado em especial para eventos de inundação);
- 3) O monitoramento fluviométrico (como suporte ao sistema de alerta em conjunto com o monitoramento hidrometeorológico);
- 4) O monitoramento de qualidade das águas superficiais (como suporte para ações de planejamento e controle ambiental).

Os órgãos públicos que participam deste processo, tanto monitorando estações de medição próprias como de terceiros, na área de abrangência da Bacia Hidrográfica do Rio Pará são os seguintes:

- IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas – realiza monitoramento fluviométrico, hidrometeorológico e de qualidade na Bacia Hidrográfica do Rio Pará, Possui 26 estações de qualidade operadas pelo CETEC – Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais e utiliza 31 estações fluviométricas da ANA para os cálculos de concentrações das cargas medidas para o balizamento do enquadramento dos cursos d’água. Possui nesta área uma estação hidrometeorológica em convênio com o INPE e monitora por convênio 14 estações fluviométricas da COPASA. Os números fornecidos das estações foram obtidos junto aos responsáveis dos setores no IGAM.
- COPASA – Companhia de Abastecimento de Minas Gerais – realiza monitoramento fluviométrico, hidrometeorológico e de qualidade. Possui 31 estações de qualidade, monitorando os pontos de captação dos mananciais subterrâneos e superficiais para abastecimento, em atendimento à Portaria 518/04 do Ministério da Saúde. Este número é dinâmico, pois entre estas estações estão as que são instaladas em caráter especial, para monitoramentos específicos, nos parâmetros preconizados pela Resolução CONAMA 357/05. Possui 40 estações fluviométricas e 15 estações hidrometeorológicas, também monitorando seus mananciais de captação. (ver **Anexo 30** os dados originais fornecidos pela COPASA)
- ANA – Agência Nacional de Águas – é o órgão responsável pelo monitoramento hidrometeorológico no Brasil. Realiza monitoramento fluviométrico, hidrometeorológico e de qualidade. Possui 61 estações hidrometeorológicas e 51 estações fluviométricas para a Bacia Hidrográfica do Rio Pará. As estações de qualidade da Bacia Hidrográfica do Rio Pará cujos dados estão armazenados nos bancos de dados da ANA são as monitoradas pelo IGAM, dentro do Projeto Águas de Minas.
- INMET – Instituto Nacional de Meteorologia – realiza monitoramento meteorológico. Possui 49 estações convencionais de superfície e 53 automáticas de superfície, além de uma estação de radiossondagem operada em parceria com Força Aérea, no Aeroporto de Confins. Possui 20 estações hidrometeorológicas cujos dados atendem ao monitoramento da Bacia Hidrográfica do Rio Pará. Possui apenas 6 estações equipadas com sensores para o monitoramento agrometeorológico em todo o Estado de Minas Gerais, mas nenhuma na Bacia Hidrográfica do Rio Pará. As mais próximas são a de Coronel Pacheco e de São Sebastião do Paraíso. As coordenadas de localização das estações foram obtidas no site do INMET.
- CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais – realiza monitoramento fluviométrico e hidrometeorológico. Possui 12 estações pluviométricas localizadas na Bacia Hidrográfica do Rio Pará, sendo 4 destas, também fluviométricas. Esta instituição também realiza monitoramento de qualidade, mas é uma medição específica para da qualidade de seus reservatórios. (ver **Anexo 31** para os dados originais de localização das estações recebidos da CEMIG).

8.1 Monitoramento Agrometeorológico

O monitoramento agrometeorológico consiste em monitorar continuamente as condições do tempo e do clima, concomitantemente com o desenvolvimento das diversas fases fenológicas das culturas, com o propósito de facilitar o manejo ou adotar práticas agrícolas adequadas que visem maximizar resultados ou minimizar prejuízos. A escala do monitoramento é variável segundo as exigências das culturas e a disponibilidade dos dados coletados. Para a maioria das culturas, o monitoramento semanal ou decendial é adequado. Além do desenvolvimento vegetativo, monitoram-se também as condições fitossanitárias das culturas e do solo.

Do lado meteorológico/climatológico, as principais variáveis monitoradas são as térmicas (temperatura máxima, mínima e média, do ar e do solo em diferentes profundidades, insolação, etc.) e as hídricas (chuva, granizo, geada, neve), bem como variáveis derivadas, tais como,

evapotranspiração potencial, evapotranspiração real, armazenamento de água no solo, deficiência hídrica, excesso hídrico, secas e inundações, etc.

O monitoramento agrometeorológico é também relevante para os tomadores de decisão, subsidiando políticas públicas de incentivo agrícola, seguro agrícola contra adversidades, manejo de estoques e políticas financeiras baseadas nas relações oferta/procura.

O INMET, órgão público federal, instituído há 98 anos, disponibiliza, em sua página eletrônica (www.inmet.gov.br), uma grande diversidade de produtos e subprodutos meteorológicos e climatológicos, além de um Boletim Agroclimatológico decendial e mensal, em escala nacional. Tais produtos atendem a uma gama de usuários das mais diferentes áreas, como agricultura e pecuária, defesa civil, ecologia, recursos hídricos, energia, saúde pública, indústria, navegação aérea e marítima, turismo, entre outras de importância econômica e social.

Particularmente, o monitoramento agrometeorológico realizado em escala nacional atende bem às demandas de mesma escala, mas não é igualmente eficiente na escala estadual. Nesse contexto, em 2007, o 5º Distrito Meteorológico do INMET, com sede em Belo Horizonte, desenvolveu um monitoramento agrometeorológico para o Estado de Minas Gerais, baseado em uma rede de observações meteorológicas de superfície, de aproximadamente 90 estações. Trata-se de um sistema de monitoramento contínuo, em escalas decendial e mensal, não dirigido a culturas específicas, mas passível de adequação a quaisquer atividades, por parte de técnicos e usuários minimamente capacitados para tal.

Por meio do Boletim Agrometeorológico de Minas Gerais é possível obter, por exemplo, o índice de aridez agrônômico, que expressa o nível de estresse hídrico a que as plantas acham-se submetidas, bem como o risco de incêndios florestais e de campos, monitoramento das condições térmicas, etc.

Segundo técnicos do 5º DISME, a próxima etapa consistirá na discussão dos resultados com técnicos de instituições parceiras e equipes de extensionistas. Essa interação tem por objetivo aprimorar o produto e ajustá-lo às reais necessidades dos usuários, bem como capacitar os extensionistas para utilizá-lo de forma efetiva na orientação que prestam aos produtores rurais.

Na mesma linha de raciocínio, para o atendimento ótimo de produtores, em nível de propriedades rurais localizadas, o monitoramento deve ser realizado em escala de sub-bacias ou de micro bacias. Para alcançar tal nível de detalhamento, torna-se necessária a instalação de uma densa rede de observações agrometeorológicas, que deverá ser objeto de um projeto específico.

À semelhança do monitoramento agroclimatológico/agrometeorológico, outro importante produto que deve ser gerado a partir de uma densa rede de observações é o Zoneamento Agroclimatológico, específico para diferentes culturas, e em escala compatível com aplicações regionais.

Este Zoneamento Agroclimatológico pode ainda evoluir para o Zoneamento Agrícola de Risco Climático, que leva em consideração os conceitos de potencialidade e de aptidão agrícola, analisando parâmetros relacionados com solo, clima e planta, e utilizando funções matemáticas e estatísticas, com o objetivo de determinar a probabilidade de ocorrência de eventos climáticos adversos causadores de perdas nas lavouras.

A EMATER está realizando a “Caracterização das Unidades de Paisagem” nos municípios do Estado de Minas Gerais. Um trabalho que vem complementar o monitoramento dos sistemas agrícolas de produção, assim como os outros usos do território. Trata-se de relacionar os aspectos climáticos, geológicos, geomorfológicos, de vegetação, fauna, flora da região, assim como a atuação antrópica existente, onde participam as atividades agropecuárias como as

urbanas, para a definição das aptidões do território, visando à utilização e cada unidade dentro de sua capacidade de suporte, garantindo a desejada sustentabilidade para o futuro.

Concluindo, para melhorar o monitoramento e o sistema de alerta agrometeorológico para a Bacia Hidrográfica do Rio Pará as seguintes ações são necessárias:

- 1) Revisão e complementação da base hidrográfica existente;
- 2) Revisão e complementação da base geomorfológica existente;
- 3) Complementação do cadastro de usuários, contemplando todas as áreas cultivadas, com foco na agricultura de sequeiro;
- 4) Aguardar as conclusões das discussões dos técnicos do 5º DISME, para que se tenha uma rede que atenda às reais necessidades dos usuários;
- 5) Deve-se aguardar a “Caracterização das Unidades de Paisagem”, a qual está sendo realizada pela EMATER nos municípios do Estado de Minas Gerais. Pois, através de informações como aspectos climáticos, geológicos, geomorfológicos, de vegetação, fauna, flora da região, assim como a atuação antrópica existente, onde participam as atividades agropecuárias como as urbanas, poderá ser definida uma rede que atenda as necessidades e as expectativas dos usuários;
- 6) O monitoramento deverá ser realizado em escala de sub-bacias ou de micro bacias e para alcançar tal nível de detalhamento é necessário que haja a instalação de uma densa rede de observações agrometeorológicas, que deverá ser objeto de um projeto específico; e
- 7) Execução de projeto para a definição da malha de distribuição das estações agrometeorológicas a serem implantadas, bem como dos custos envolvidos na aquisição de sensores, instalação no campo, treinamento de observadores, desenvolvimento de software específico para tratamento de dados, disseminação dos boletins e, finalmente, avaliação de impactos e de benefícios alcançados.

O sistema de alerta antecipado no monitoramento agrometeorológico implantado no Estado de Minas Gerais consiste no fornecimento de informações em boletins diários na internet, no site do INMET, onde qualquer pessoa pode se cadastrar para receber estas informações também por e-mail.

Os boletins fornecidos pelo INMET alertam diariamente quanto a chuvas intensas, ventos fortes, granizo, queda brusca de temperatura e outras previsões. No período úmido é fornecido também o número de dias de chuva e o número de dias consecutivos de chuva. No período seco é fornecido o número de dias sem chuva e de dias consecutivos sem chuva, além do menor valor de umidade registrado e nível de inflamabilidade, que alerta para o perigo de incêndios.

Com estes dados, os agrônomos podem fazer previsões e desencadear ações no sentido de garantir o sucesso das safras, utilizando os dados fornecidos para os cálculos que envolvem cada cultura com seus requisitos ambientais. Neste sentido, indica-se para a agricultura monitorar o armazenamento de água no solo, através do balanço hídrico climatológico.

8.1.1 Balanço Hídrico Climatológico

Este balanço é calculado pelo método de THORNTHWAITE & MATHER (1955) com uma capacidade de água disponível no solo (CAD) de 100 mm e com a evapotranspiração potencial (ET_o) sendo estimada pelo método de THORNTHWAITE (1948). Os valores de temperatura e

precipitação são obtidos pelas normais climatológicas com informações de 30 anos na localidade de interesse.

Para a Bacia Hidrográfica do Rio Pará deverá ser utilizado, em princípio, as normais climatológicas fornecidas pelo Instituto Nacional de Meteorologia, para os períodos de 1930 a 1960, de 1961 a 1990 e de 1991 a 2007.

A aquisição e implantação de uma rede automática telemétrica de observação agrometeorológica, habilitada a realizar transmissão de dados em tempo real, favorecerá os cálculos de balanço hídrico, pois serão informações com maior representatividade da Bacia Hidrográfica.

A **Figura 1** mostra os gráficos relativos períodos de 30 anos que o INMET tem registros para o Município de Belo Horizonte, por exemplo. Nota-se que o período seco no segundo período começa já em março, sendo que no primeiro período começava apenas em abril. Isto significa que o período seco está começando cada vez mais cedo, aumentando em duração.

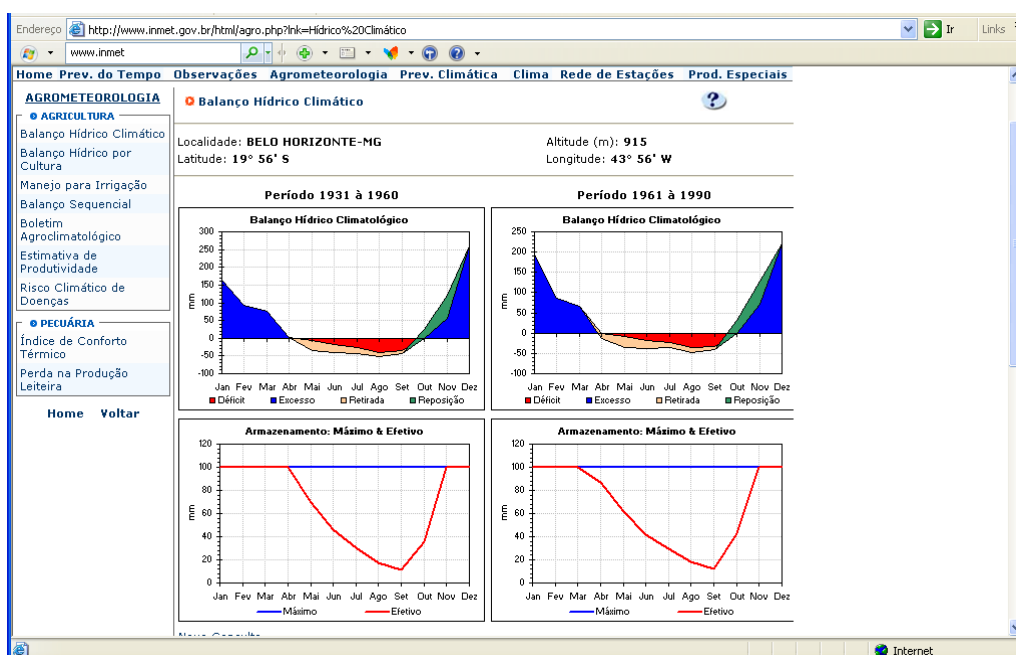


Figura 1 – Balanço Hídrico Climático de Belo Horizonte

Fonte: INMET <<http://www.inmet.gov.br/html/agro.php?Ink=Hídrico%20Climático>>

Existem outros métodos para monitorar o armazenamento de água no solo como, por exemplo, o método de Penman-Monteith (1990), com metodologia detalhada na publicação da Food and Agriculture Organization (FAO, 1998).

Na **Etapa 5** deste Plano Diretor foi calculado o Balanço Hídrico para cada uma das 10 sub-bacias da Bacia Hidrográfica do Rio Pará (**Tabela 1**). Foram utilizados dados mensais de insolação e temperatura de cinco estações localizadas na região: Bom Despacho, Divinópolis, Florestal, Oliveira e Pompeu.

Tabela 1 – Balanço Hídrico nas Sub-bacias da Bacia Hidrográfica do Rio Pará

Balanço Hídrico nas Sub-bacias da Bacia Hidrográfica do Rio Pará			
Sub-bacia	P ^{(1) (2)}	EVT	Q
Alto Rio Pará	2.022,1	725,7	1.296,3
Ribeirão Boa Vista	423,6	296	127,5

Balanco Hídrico nas Sub-bacias da Bacia Hidrográfica do Rio Pará (cont.)			
Sub-bacia	P^{(1) (2)}	EVT	Q
Rio Itapecerica	1.499,2	512,6	986,5
Médio Rio Pará	1.165,1	641,6	523,5
Ribeirão da Paciência	313	144,4	168,6
Rio São João	1.380,2	469,1	911,1
Rio Lambari	2.222,8	985,7	1.237,1
Rio do Peixe	463,7	179,3 ⁽³⁾	284,4
Rio Picão	869,3	509,1	360,3
Baixo Rio Pará	1.092,4	294,5 ⁽³⁾	797,8

Fonte: Processamento: TESE Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.

(1) – Volumes em milhões de m³.

(2) – Precipitação média calculada para o período de 1987 a 2005, coincidente com o período de disponibilidade de dados de temperatura e insolação.

(3) – Calculada a partir da precipitação média e vazão média de longo termo.

Neste primeiro momento pôde-se constatar que a Sub-bacia Baixo Rio Pará possui o melhor balanço hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Pará, considerando a quantidade de água restante após a evapotranspiração, relativamente ao volume precipitado. Atenção precisa ser dada à Sub-bacia Ribeirão Boa Vista.

8.1.2 Balanço Hídrico por Cultura

Existem diferentes usuários na bacia, com diferentes culturas cultivadas, em áreas distintas. Em localidades mais representativas da região e de comum acordo com os proprietários, poderá ser realizado o balanço hídrico por cultura, definido como o cálculo do balanço hídrico diário do solo, considerando a evapotranspiração potencial da cultura selecionada (ETc) (Technical Report, FAO 56). O cálculo é feito a partir do cálculo da evapotranspiração de referência (ou Eto), multiplicado por um coeficiente, chamado de coeficiente basal da cultura (Kc), conforme equação [1] abaixo:

$$ETc = Kc * ETo \quad [1]$$

A partir dos diferentes tipos de solo na bacia, será determinada a capacidade máxima de água retida, denominado Capacidade de Campo (CAD). O cálculo do balanço hídrico tem início na data de plantio com a umidade inicial do solo igual a CAD.

Com a perda de água para a atmosfera através da evapotranspiração, o solo reduz sua disponibilidade de água para a planta e o volume que falta para atingir a CAD é denominado de “Deficiência Hídrica do Solo”. Quando a quantidade de chuva é maior do que a suficiente para repor a deficiência hídrica, a água não consegue mais infiltrar no solo e escoar superficialmente. Esse volume é denominado “Excedente Hídrico do Solo”.

O monitoramento implantado auxiliará o produtor rural na tomada de decisão, com a produção nos boletins agrometeorológicos, de mapas da bacia com informações pertinentes a cada cultura, contendo valores absolutos ou resultantes do balanço hídrico ou de parâmetros estatísticos, selecionados pelo usuário no período de interesse.

8.1.3 Pecuária e o Índice de Conforto Térmico

A sensação térmica do animal é influenciada, entre outros fatores, pelas variações de temperatura, umidade relativa do ar e vento em superfície. A pecuária poderá, com o monitoramento agrometeorológico, ser beneficiada da seguinte forma: mensalmente poderá ser apresentado um mapa da Bacia Hidrográfica do Rio Pará ou para cada uma das 10 sub-bacias, indicando regiões de desconforto (conforto) térmico que leva o animal a condições de estresse, comparativamente entre as condições ótimas para o animal e as condições climáticas locais.

8.1.4 Perda na Produção de Leite

A cada mês poderá ser apresentado um mapa da Bacia Hidrográfica do Rio Pará ou para cada uma das 10 sub-bacias, com o potencial de perda de produção leiteira em função das condições climáticas. Essa perda é expressa em porcentagem e varia com a produtividade média do rebanho. O gado tem comportamento ótimo de produção leiteira em condições apropriadas de temperatura, umidade relativa do ar, vento e ausência de chuvas. A dependência destas variáveis pode aumentar, caso o gado seja totalmente confinado.

Neste caso, deverá ser realizado um levantamento da produtividade média do rebanho, nas sub-bacias da Bacia Hidrográfica do Rio Pará e realizar a comparação e complementação com as informações agrometeorológicas.

8.1.5 Conclusão

Com o sistema de monitoramento agrometeorológico instalado na Bacia Hidrográfica do Rio Pará, pretende-se prover o setor agrícola com produtos dirigidos para os tratamentos de cada cultura, como necessidade de água para irrigação, épocas adequadas para o plantio e para aplicação de adubos e defensivos agrícolas e o setor pecuário com soluções para o estresse animal e para a perda na produção de leite.

São esperadas, em longo prazo, significativas alterações nas formas de consumo e tratamento dos recursos agrícolas e hídricos. A educação ambiental é ponto crucial neste novo processo, devendo ser consideradas todas as etapas do monitoramento em conjunto com a comunidade local. O levantamento destas informações poderá ser realizado em parceria, por exemplo, com o Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA), a EMATER, Secretarias Municipais de Agricultura, Meio Ambiente e Planejamento, Cooperativas, dentre outras.

8.2 Monitoramento Hidrometeorológico

O monitoramento hidrometeorológico na Bacia Hidrográfica do Rio Pará consiste na realização de medições de tempo e clima, possibilitando a obtenção de informações para subsidiar as mais diversas ações e atividades produtivas. As estações hidrometeorológicas possuem instrumentos e sensores que coletam informações fluviométricas e de temperatura, umidade relativa do ar, pressão atmosférica, chuva, direção e velocidade dos ventos e radiação solar das áreas onde estão localizadas. Existem estações que contêm apenas o pluviômetro e são chamadas de estações pluviométricas. Todas as estações podem ser chamadas de Plataformas de Coletas de Dados (PCD's). As PCD's são alimentadas com energia de painel solar. (**Figura 2**)

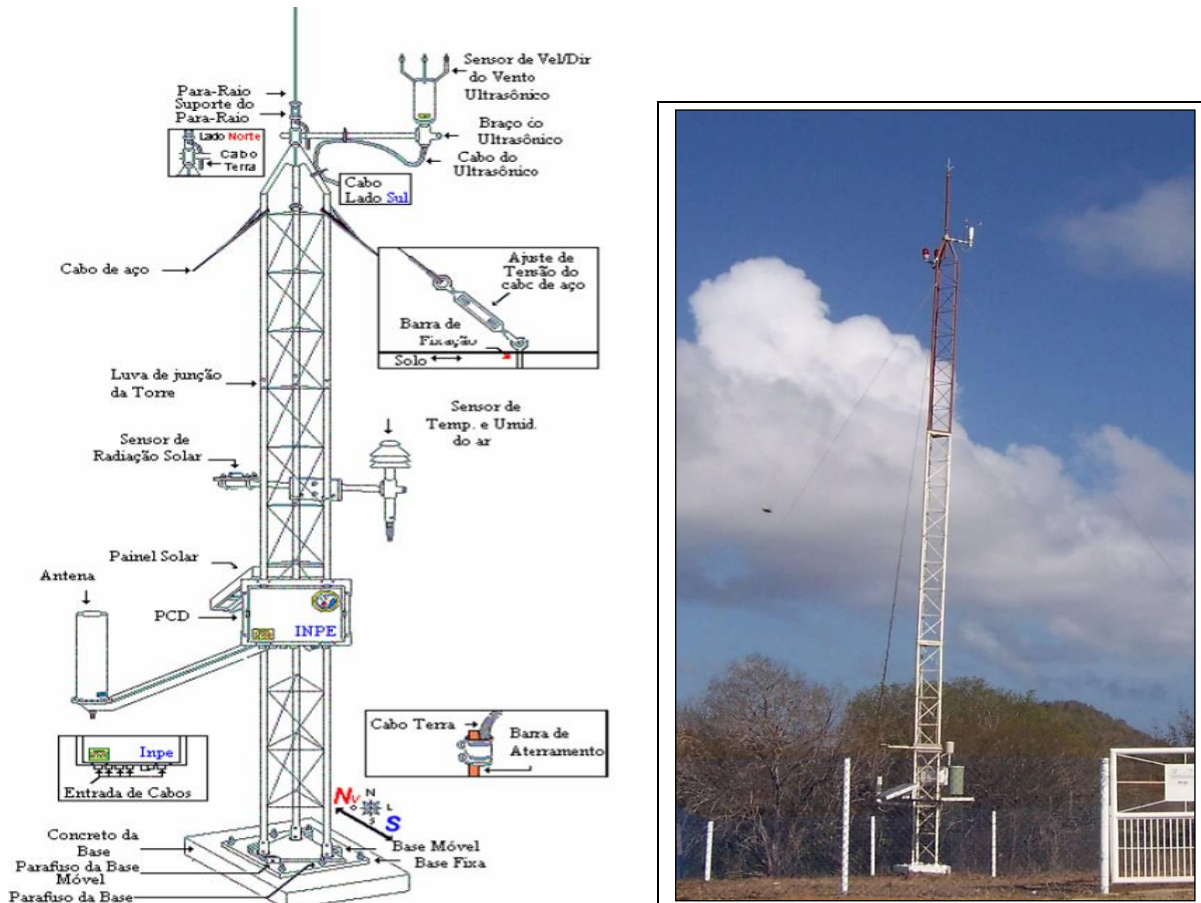


Figura 2 – Plataforma de Coleta de Dados

Fonte: SIMGE – Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos de Minas Gerais (IGAM)

Alguns dos principais problemas detectados em uma bacia hidrográfica, em termos hidrometeorológicos, são: enchentes e erosão, que causam deslizamentos e contaminação dos seus rios. As enchentes e os deslizamentos estão diretamente relacionados com chuvas intensas. Já a contaminação dos rios ocorre de forma descontínua, no entanto, pode ser agravada em consequência de algum evento crítico.

O IGAM, através do SIMGE – Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos de Minas Gerais, promove a implantação de redes de observação meteorológicas e hidrológicas no Estado, além de realizar o monitoramento climático e do comportamento hídrico, a previsão de tempo e hidrológica, atuando em especial em sistemas de alerta de enchentes.

O SIMGE utiliza as estações observacionais de uma rede meteorológica telemétrica, composta de 19 estações (**Figura 3**), nenhuma delas na Bacia Hidrográfica do Rio Pará. Utiliza também a rede hidrológica telemétrica da ANA e da CEMIG (**Figura 4**) e os radares meteorológicos existentes no Estado de São Paulo, Rio de Janeiro e Brasília, conforme apresentado na **Figura 5**. Existe a proposição da instalação de um radar meteorológico em Belo Horizonte (**Figura 5**).



Figura 3 – Rede Meteorológica Telemétrica

Fonte: SIMGE – Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos de Minas Gerais (IGAM)

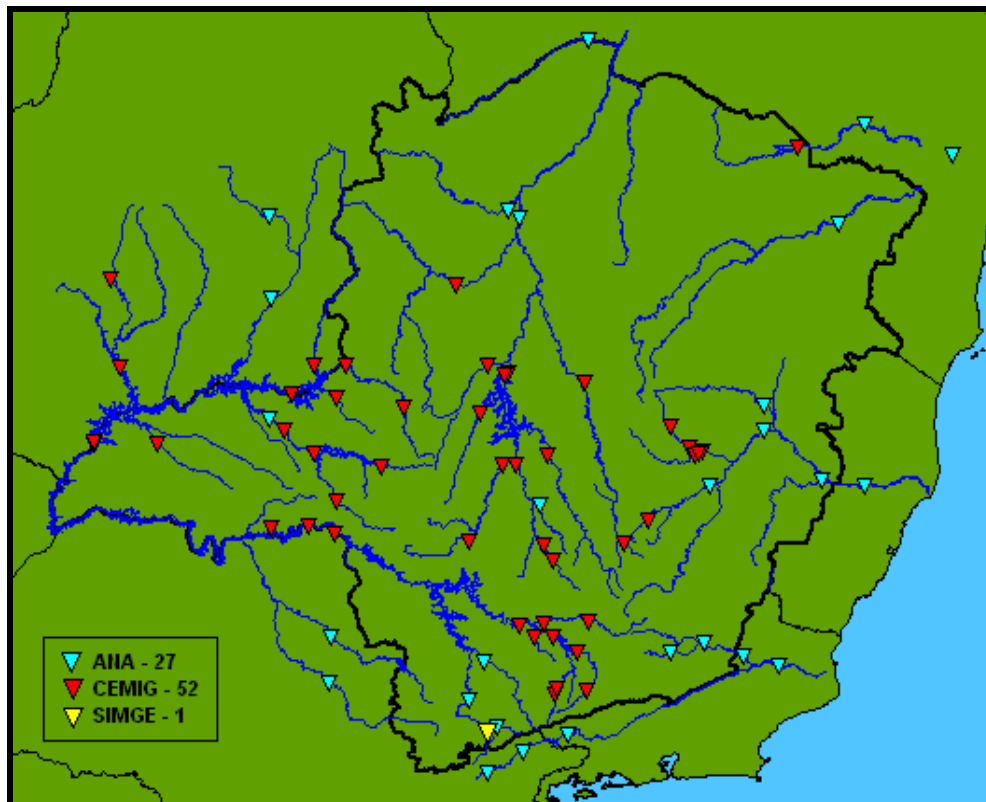


Figura 4 – Rede Hidrológica Telemétrica da ANA e da CEMIG

Fonte: SIMGE – Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos de Minas Gerais (IGAM)

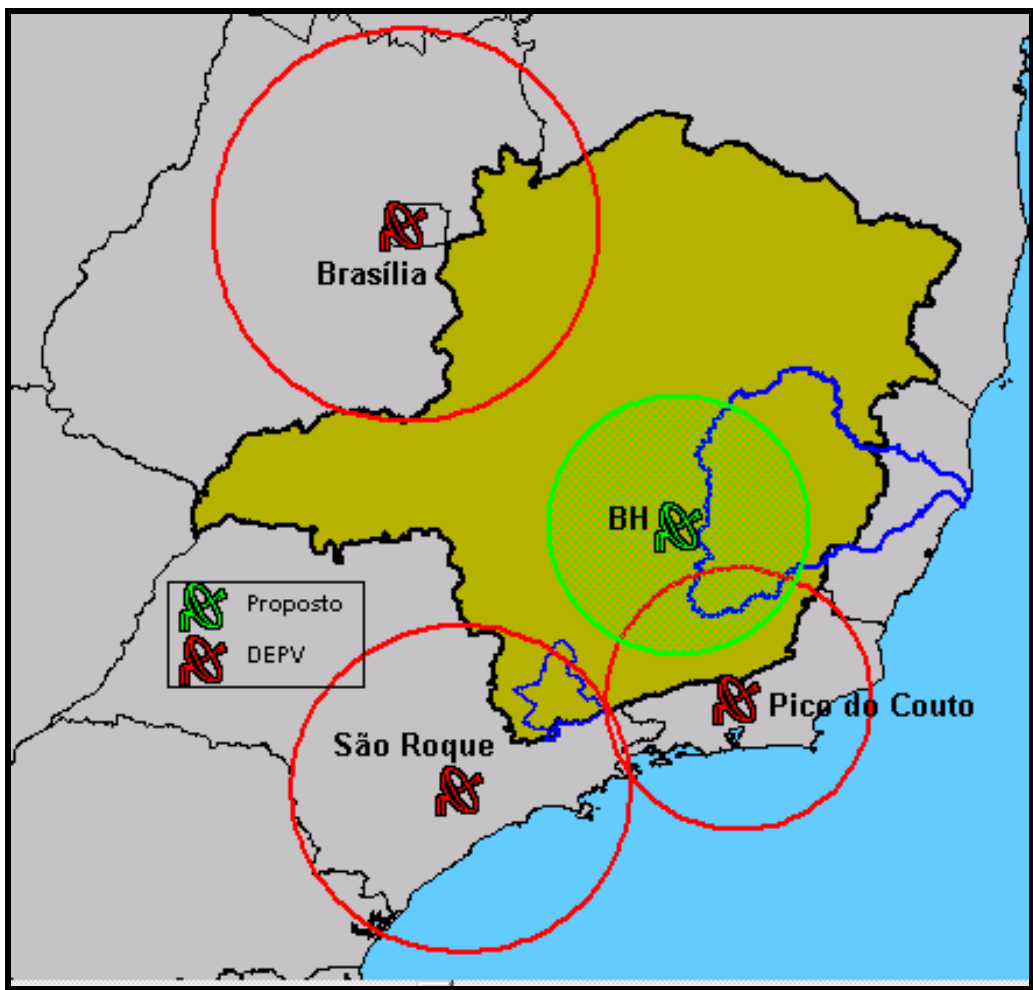


Figura 5 – Radares Meteorológicos

Fonte: SIMGE – Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos de Minas Gerais (IGAM)

Em seu site na internet, o IGAM disponibiliza boletins diários e mensais com a previsão do tempo e avisos meteorológicos. A **Tabela 2** mostra uma janela do site com uma amostra destas informações.

Tabela 2 – Boletim Meteorológico do IGAM – SIMGE

Previsão do Tempo	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 06/02/2008 - Quarta Legenda </div>
<p style="text-align: center;">Segunda – 4 de Fevereiro</p> <p>Com o avanço da frente fria sob a região Sudeste, o tempo fica nublado e chuvoso na maior parte de Minas Gerais. Há riscos de temporais fortes a qualquer hora do dia, com acumulado significativo de precipitação, em algumas localidades das regiões do Triângulo, Noroeste, Sul de Minas, Centro, Zona da Mata e leste do Estado.</p> <p>Já no Norte e no Jequitinhonha, o sol aparece e a nebulosidade fica variável com pancadas de chuvas isoladas, ocorrendo no final do dia.</p> <p>As temperaturas permanecerão estáveis, mas com declínio nas áreas de chuvas.</p> <p>Em Belo Horizonte e Região Metropolitana, céu muitas nuvens e chuvas ocasionais ao longo do dia. As temperaturas devem variar entre 20°C, na madrugada a 24°C, no período da tarde.</p>	

Terça Feira – 5 de Fevereiro

No decorrer do dia, as áreas de instabilidade associadas à frente fria intensificam sobre o Estado de Minas Gerais. O tempo permanecerá nublado e com chuva a qualquer hora, com risco de temporais no Triângulo, Sul de Minas, Oeste, Centro, Zona da Mata, Leste e em parte do Noroeste do Estado.

No Norte e Jequitinhonha, céu com muitas nuvens e pancadas de chuva isoladas, principalmente à tarde e à noite.

As temperaturas permanecerão estáveis e amenas no Estado.

Em Belo Horizonte e Região Metropolitana, muitas nuvens, chuvas e pancadas ao longo do dia. As temperaturas devem variar entre 21°C, na madrugada a 25°C, no período da tarde.

(31) 9619-8558

simge@igam.mg.gov.br

* Avisos Meteorológicos *

*Dia 4 – Segunda – 18h *

Temporais associados a raios e ventanias, estão provocando chuvas e pancadas moderadas em varias regiões do Estado.

Os seguintes municípios estão ou poderão vir a ser atingidos nas próximas horas:

Rio Doce: Ipatinga, Caratinga, Governador Valadares, Itambacuri, Guanhães

Noroeste: Paracatu, Lassance

Jequitinhonha: Ladainha, Águas Formosas, Teófilo Otoni

Sul de Minas: Santa Rita do Sapucaí, Cachambu

Triângulo: Tupaciguara, Uberlândia

Veja localização dos temporais na imagem de [ocorrência de raios](#)

Veja intensidade dos temporais na imagem de [chuva via satélite](#)

*16h40minh *

Temporais associados a raios e ventanias, estão provocando chuvas e pancadas moderadas em varias regiões do Estado.

Os seguintes municípios estão ou poderão vir a ser atingidos nas próximas horas:

Rio Doce: Ipatinga, Caratinga, Governador Valadares, Itambacuri, Guanhães

Noroeste: Paracatu, São Francisco

Jequitinhonha: Diamantina, Salinas, Araçuaí, Teófilo Otoni

Sul de Minas: Alfenas, Poço Fundo, Muzambinho, Machado

Triângulo: Tupaciguara

* Avisos Anteriores *

*Dia 3 – Domingo – 22h *

Neste momento, fortes áreas de instabilidade associada à passagem da frente fria sobre Minas Gerais provocam pancadas de chuva e raios sobre a bacia do rio Doce. As chuvas mais significativas são observadas nas proximidades de Raul Soares e Manhuaçu.

*21h *

Temporais severos, associados a raios e ventanias, estão atingindo o Noroeste, centro-norte, Rio Doce e Zona da Mata.

Rio Doce: Ipatinga, Caratinga, Manhuaçu, Matipo, Dom Joaquim, Conceição do Mato Dentro

Noroeste: Paracatu, Unai

Jequitinhonha: Diamantina

Zona da Mata: Muriae, Carangola

Veja localização dos temporais na imagem de [ocorrência de raios](#)

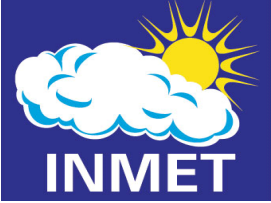
Veja intensidade dos temporais na imagem de [chuva via satélite](#)

Fonte: SIMGE – Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos de Minas Gerais (IGAM)

Como já exposto no **Item 8.1**, o INMET é o órgão que faz o monitoramento meteorológico em todo o território nacional. Em 2007 o INMET iniciou um projeto de ampliação de sua rede de monitoramento meteorológico, implantando um sistema moderno de observações, incluindo a instalação de 500 estações automáticas/telemétricas no país até 2008, das quais cerca de 300 já estão em funcionamento, 8 delas na Bacia Hidrográfica do Rio Pará.

Este projeto possui cooperação internacional, com o apoio da Organização Meteorológica Mundial, do Ministério da Ciência e Tecnologia e do Ministério do Planejamento. A **Tabela 3** mostra um boletim com os dados monitorados, emitido pelo INMET em seu site e enviado por e-mail para os usuários cadastrados. O cadastro pode ser feito por qualquer pessoa ou entidade.

Tabela 3 – Boletim Meteorológico do INMET

		SEÇÃO DE PREVISÃO DO TEMPO – SEPRE Avenida do Contorno, 8159 – Santo Agostinho – Belo Horizonte – MG. Fone: (31) 3291-1494 / 3291-1495 Fax: (31) 3291- 8924 Home Page: http://www.inmet.gov.br E-mail: sepre.mg@inmet.gov.br				
<p>Análise Sinótica: As áreas de instabilidade atmosféricas continuam atuando sobre o estado de Minas Gerais, assim o tempo chuvoso deverá continuar ao longo dessa quinta-feira, principalmente no centro, oeste e leste do Estado. Nas últimas 24h, choveu 94 mm na região sul de Belo Horizonte, já na região da Pampulha o volume de chuva acumulado foi de 150 mm. A tendência é de chuva em praticamente todo o Estado, até pelo menos, o fim de semana.</p>						
<p>Aviso Meteorológico: Condições meteorológicas favoráveis à ocorrência de chuvas moderadas a fortes, com rajadas de vento ocasionais, em todo o estado, exceto norte e nordeste, no período entre 00h00min, do dia 31/01/2008, às 23h00min, do dia 31/01/2008.</p>						
Previsão do Tempo Para as Regiões de Minas Gerais para: 31/01/2008						
Micro-regiões	Tempo	Tendência das Temperaturas Mínima Máxima			Ventos Direção e Intensidade	
MINAS GERAIS	Céu encoberto a nublado com chuva no Oeste, Leste, Sudeste, Centro e Noroeste. Demais regiões, Céu nublado com pancadas de chuva.	Estável	12/14	29/31	Noroeste Nordeste	Fracos Moderados
ALTO SÃO FRANCISCO	Céu encoberto a nublado com chuva.	Estável	18/20	24/26	Nordeste Noroeste	Fracos Moderados
JEQUITINHONHA	Céu nublado com pancadas de chuva.	Estável	16/18	28/30	Leste Noroeste	Fracos Moderados
METALÚRGICA	Céu encoberto a nublado com chuva.	Estável	16/18	22/24	Nordeste Noroeste	Fracos Moderados
NOROESTE	Céu encoberto a nublado com chuva.	Estável	18/20	25/27	Nordeste Noroeste	Fracos Moderados
NORTE	Céu nublado com pancadas de chuva.	Estável	17/19	29/31	Nordeste Noroeste	Fracos Moderados
RIO DOCE/ MUCURI	Céu encoberto a nublado com chuva.	Estável	18/20	24/26	Leste Noroeste	Fracos Moderados
SUL / CAMPO DAS VERTENTES	Céu encoberto a nublado com chuva.	Estável	12/14	24/26	Sudeste Noroeste	Fracos Moderados
TRIANGULO/ ALTO PARANAIBA	Céu encoberto a nublado com chuva.	Estável	18/20	25/27	Nordeste Noroeste	Fracos Moderados
ZONA DA MATA	Céu encoberto a nublado com chuva.	Estável	16/18	25/27	Sudeste Noroeste	Fracos Moderados
<p>Em Belo Horizonte hoje, dia 30/01/2008 a umidade relativa do ar à tarde foi de 70%. No Estado, a menor temperatura foi em Monte Verde 12,7°C e a maior foi em Montalvânia com 31,9°C. Em Belo Horizonte no dia 31/01/08. Nascer do Sol: 06 h 25 min. 36 seg. Por do Sol: 19h 25 min. 35 seg.</p>						

Previsão para Cidades de Minas Gerais					
Cidades	Tempo	Tendência das Temperaturas Dia 31/01		Temperaturas Ocorridas Hoje 30/01	
		Máxima (°C)	Mínima (°C)	Máxima (°C)	Mínima (°C)
BELO HORIZONTE (BH)	Céu encoberto a nublado com chuva.	23/25	19/21	25,6	18,9
DORES DO INDAIÁ (DO)	Céu encoberto a nublado com chuva.	25/27	19/21	27,3	19,5
TRÊS MARIAS (TMS)	Céu encoberto a nublado com chuva.	23/25	19/21	25,2	19,0
DIAMANTINA (DI)	Céu nublado com pancadas de chuva.	23/25	16/18	24,0	16,9
GOVERNADOR VALADARES (GV)	Céu encoberto a nublado com chuva.	27/29	21/23	25,9	21,9
TEÓFILO OTONI (TO)	Céu encoberto a nublado com chuva.	26/28	21/23	25,6	22,0
MONTES CLAROS (MC)	Céu nublado com pancadas de chuva.	25/27	21/23	24,0	20,6
JOÃO PINHEIRO (JP)	Céu encoberto a nublado com chuva.	25/27	19/21	24,4	19,7
ITUIUTABA (ITU)	Céu encoberto a nublado com chuva.	25/27	21/23	27,0	21,4
SÃO JOÃO DEL REY (SJ)	Céu encoberto a nublado com chuva.	23/25	17/19	25,3	17,6
JUIZ DE FORA (JF)	Céu encoberto a nublado com chuva.	25/27	15/17	27,2	16,6
LAVRAS (LV)	Céu encoberto a nublado com chuva.	24/26	17/19	26,4	17,9
VARGINHA (VA)	Céu encoberto a nublado com chuva.	23/25	17/19	24,9	17,9

Fonte: 5º Distrito de Meteorologia / Instituto Nacional de Meteorologia / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (5º DISME / INMET / MAPA).

As estações automáticas do INMET, que hoje estão posicionadas de maneira a atender o monitoramento meteorológico na Bacia Hidrográfica do Rio Pará são as de Barbacena, Belo Horizonte, Pampulha, Curvelo, Montes Claros, Dolores do Indaiá, Formiga e Três Marias.

Ainda existem as convencionais que podem fornecer dados para este monitoramento na área da bacia. São elas: Bom Despacho, Divinópolis, Florestal, Oliveira, Pompeu, Bambuí, Ibirité, Lavras, Ouro Branco, Patos de Minas, São João Del Rei e Sete Lagoas.

Ao todo são 20 estações meteorológicas do INMET das quais se podem extrair dados aplicáveis à área da Bacia Hidrográfica do Rio Pará (5 delas estão presentes na **Figura 8**). Nem todas as estações meteorológicas do INMET foram mapeadas, por estarem distantes da Bacia Hidrográfica do Rio Pará. Mas esta distância foi considerada irrelevante nas análises do Plano Diretor, considerando que seria melhor uma estação distante do que a ausência total de dados para a caracterização climática da Bacia.

A diferença entre uma estação convencional e uma automática é basicamente o fator humano na tarefa de medição. Na convencional existe a pessoa encarregada que vai até a estação realizar a medição. Na automática os dados são transportados via satélite ou tecnologia GSM aos computadores da rede de monitoramento. As **Figuras 6 e 7** mostram uma estação automática ou telemétrica e uma estação pluviométrica de medição manual, respectivamente.



Figura 6 – Estação Telemétrica ou Automática

Fonte: SIMGE – Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos de Minas Gerais (IGAM)



Figura 7 – Estação Pluviométrica Convencional

Fonte: SIMGE – Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos de Minas Gerais (IGAM)

Sob a jurisdição da ANA, foram identificadas, para a Bacia Hidrográfica do Rio Pará, 61 estações pluviométricas, no entanto, somente 38 apresentaram dados disponíveis. Destas, foram selecionadas as estações com mais de 10 anos de dados e menos de 5% de falhas, resultando em 27 estações pluviométricas consistidas, para os estudos realizados neste Plano Diretor, nas quais não se realizou preenchimento de falhas. A localização destas estações pode ser conferida na **Figura 8**.

A COPASA realiza também um monitoramento pluviométrico no Estado, cujas estações são implantadas estrategicamente para levantar dados das áreas de captação. Hoje existem aproximadamente 500 estações pluviométricas no Estado de Minas Gerais sob sua jurisdição, manutenção e controle de medições diárias. Destas, quinze estão localizadas na Bacia Hidrográfica do Rio Pará ou nas proximidades (sete delas estão espacializadas na **Figura 8**, cujas coordenadas foram cedidas pela COPASA), podendo fornecer dados interpoláveis para a cobertura da Bacia em sua caracterização pluviométrica.

A COPASA tem um objetivo unicamente setorial nos monitoramentos ambientais que executa, de atendimento à demanda de abastecimento doméstico e das atividades econômicas desenvolvidas na Bacia. Todavia, os dados estão disponíveis para consulta para contribuir com os estudos hidrológicos da Bacia Hidrográfica do Rio Pará.

A CEMIG também possui estações hidrometeorológicas na Bacia Hidrográfica do Rio Pará. Ao todo são 11 estações monitorando a região de seus reservatórios. O interesse deste monitoramento é estritamente setorial e o fornecimento destes dados pode acontecer mediante solicitação. Trata-se de mais uma contribuição para a caracterização pluviométrica da Bacia, a ser considerada pelos gestores da mesma. A localização destas 11 estações pode ser observada na **Figura 8**.

Para fins de informação estão relacionadas na **Tabela 4** todas as estações pluviométricas que foram encontradas informações. As estações com menos de 10 anos completos foram retiradas das análises feitas anteriormente.

Tabela 4 – Características do Tamanho das Séries das Estações Pluviométricas.

Características do Tamanho das Séries das Estações Pluviométricas				
Código da Estação	Nome	Período		Anos Completos
		Início	Fim	
1944001	Pará de Minas	1941	1948	3
1944002	Igaratinga	1941	1947	3
1944011	Jaguaruna-Jusante (Pcd Inpe)	1941	2007	43
1944021	Velho da Taipa	1959	2007	37
1944025	Parada da Bahia	1970	1975	4
1944030	Fazenda Sesmaria	1972	1978	5
1944032	Pitangui	1941	2004	40
1944033	Pitangui (Inmet)	1941	1960	11
1944049	Papagaios	1975	2006	25
1945000	Araújos	1941	1981	25
1945001	Martinho Campos	1941	1947	1
1945004	Estação Álvaro da Silveira	1941	2007	29
1945008	Bom Despacho	1974	2006	26
1945014	Engenho Ribeiro	1974	1993	17
1945020	Porto Pará	1959	1993	23
1945035	Abaeté	1974	2007	24
1945039	Martinho Campos	1983	2007	19
2044002	Itaúna-Montante	1941	2007	37

Características do Tamanho das Séries das Estações Pluviométricas (cont.)				
Código da Estação	Nome	Período		Anos Completos
		Início	Fim	
2044003	Carmo do Cajuru	1941	2007	46
2044005	Carmo da Mata	1941	1977	22
2044006	Divinópolis	1941	2007	43
2044007	Entre Rios de Minas	1941	2007	45
2044009	Fazenda Campo Grande	1942	2007	46
2044011	Carmópolis de Minas	1942	1949	3
2044014	UHE do Gafanhoto	1950	1993	9
2044016	Fazenda Benedito Chaves	1970	2007	30
2044017	Fazenda Água Limpa	1970	1988	13
2044020	Calambau	1970	2007	28
2044024	Fazenda Curralinho	1972	2007	30
2044026	Fazenda Coqueiros	1974	2007	32
2044027	Ponte Fernão Dias	1966	2006	32
2044036	Itaguara	1975	1993	17
2044037	Santo Antonio do Amparo	1975	2007	28
2044040	Usina João Ribeiro	1973	2007	23
2044041	Fazenda Laranjeiras	1976	2007	30
2044042	Carmo da Mata (ETA Copasa)	1977	2007	27
2044055	Se Cláudio	1988	1988	0
2045005	Lamounier	1941	2007	59
2045006	Itapecerica	1941	1949	5
2045007	Santo Antonio do Monte	1941	1946	2
2045013	Santo Antonio do Monte	1975	2006	31
2045021	Formiga	1931	2006	36
2045027	Se Pedra do Indaiá	1981	1993	8

Fonte: Agência Nacional de Águas. Processamento de informações pela TESE Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.

 Estação pluviométrica com menos de 10 anos completos

Pode-se observar na **Tabela 4** que a estação pluviométrica com o menor número de anos completos é a estação SE Claudio (2044055), sem nenhum ano completo e, a com maior número de anos completos a estação Lamounier (2045005), com 59 anos completos. Em média, as estações apresentam 23,7 anos de dados completos, que caracterizam a pluviometria de 1931 a 2007.

A **Figura 8** mostra as estações meteorológicas (INMET) e hidrometeorológicas (CEMIG, COPASA e ANA) situadas na Bacia Hidrográfica do Rio Pará e proximidades.

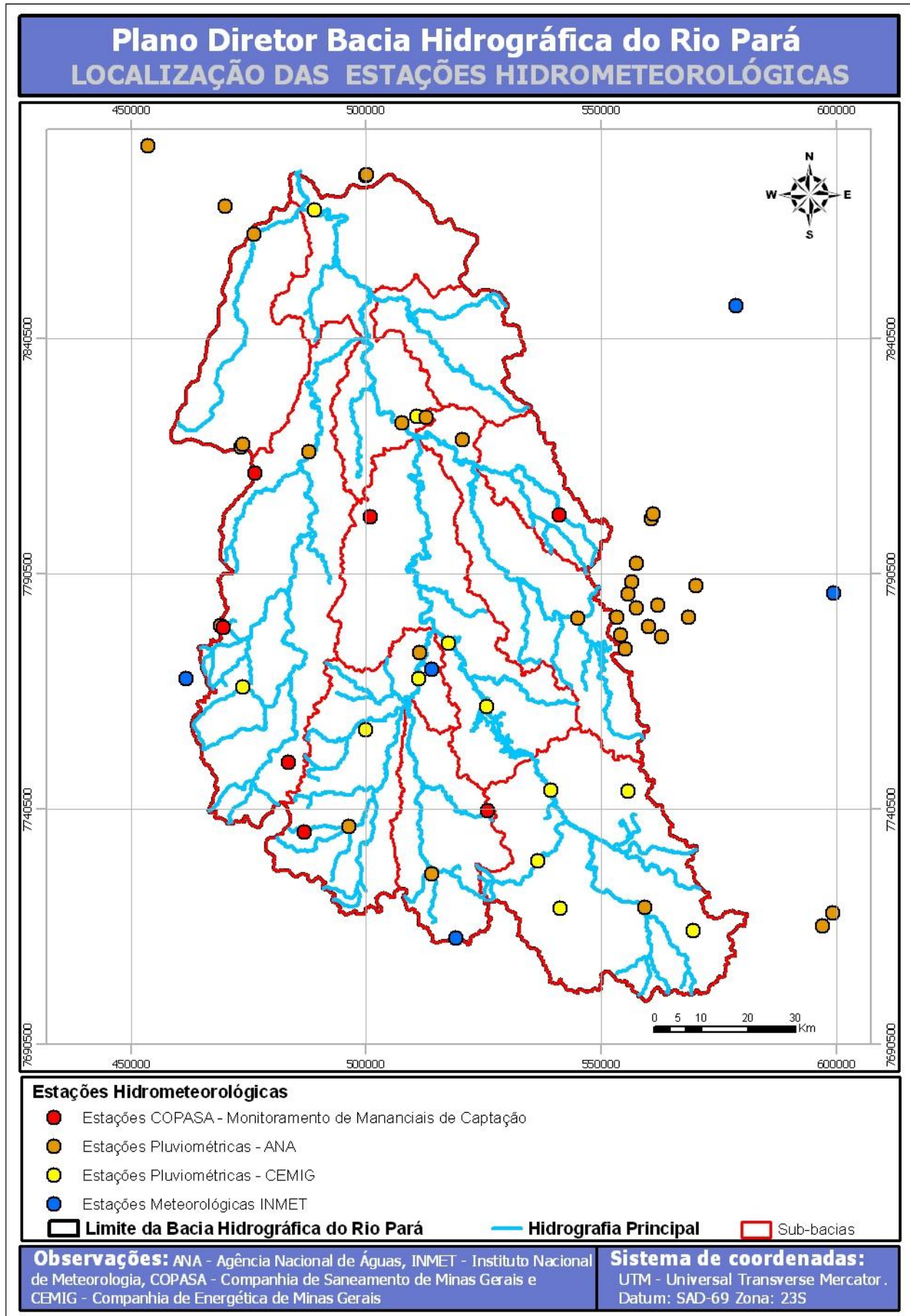


Figura 8 – Estações Meteorológicas e Hidrometeorológicas da Bacia Hidrográfica do Rio Pará

Fonte: ANA, IGAM, CEMIG e INMET. Processamento: TESE Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.

As principais instituições usuárias da bacia, destinatárias finais dos produtos, bem como aquelas geradoras de informações e que poderão contribuir com o Sistema de forma compartilhada têm por missão auxiliar o sistema, para um atendimento mais eficaz da demanda de produtos e contribuir na capilarização e disseminação de informações, garantindo assim um intercâmbio harmônico intra-institucional. A lista dos parceiros do SIMGE é a seguinte:

1. CEASA / Central de Abastecimento S. A.
2. CEDEC / Coordenadoria de Defesa Civil
3. CEMIG / Companhia Energética de Minas Gerais
4. CETEC / Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais
5. COPASA / Companhia de Saneamento de Minas Gerais
6. ANEEL / Agência Nacional de Energia Elétrica
7. DER / Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de Minas Gerais
8. EMBRAPA / Empresa Brasileira de Agropecuária (Sete Lagoas)
9. EMATER / Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais
10. EPAMIG / Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
11. FEAM / Fundação do Meio Ambiente
12. INMET / Instituto Nacional de Meteorologia
13. RURALMINAS / Fundação Rural Mineira de Desenvolvimento Agrário
14. SEAPA / Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento
15. SECT / Secretaria de Ciência e Tecnologia
16. UEMG / Universidade Estadual de Minas Gerais
17. UFLA / Universidade Federal de Lavras
18. UFMG / Universidade Federal de Minas Gerais
19. UFV / Universidade Federal de Viçosa

Diante disto, as seguintes ações fazem parte das atribuições do sistema a ser implantado na Bacia Hidrográfica do Rio Pará:

- Emitir alertas de enchentes nas sub-bacias mais vulneráveis às inundações, em parceria com a Coordenadoria Estadual de Defesa Civil e Coordenadorias Municipais de Defesa Civil, Corpo de Bombeiros, Polícia Militar e Guarda Municipal, assim prevenir a perda de vidas e minimizar danos ao patrimônio;
- Emitir alertas de risco de incêndio na vegetação para os parques e áreas de preservação permanente na bacia e orientar o estado de alerta da equipes de prevenção e combate ao fogo;
- Prover o setor agrícola com produtos dirigidos para os tratos de cada cultura como, necessidade de água para irrigação, épocas adequadas para o plantio e para aplicação de adubos e defensivos agrícolas;
- Efetuar o monitoramento climático e da disponibilidade hídrica;
- Efetuar a aquisição dos dados meteorológicos e hidrológicos, em sua área de atuação, mantendo um acervo a disposição dos usuários;

- Caracterizar a climatologia e a hidrologia regional, disponibilizando estas informações aos usuários;

Todas as informações servirão para alimentar modelos numéricos de previsão de tempo (Modelos regionais Eta e WRF (com configuração específica para a Bacia Hidrográfica do Rio Pará e seu entorno) e Modelo Global, além de modelos hidrológicos (HEC-HMS)), além de subsidiar a gestão dos recursos hídricos.

O compartilhamento e parcerias com outras Instituições evitam a duplicação de esforços e otimiza o custo/benefício. Vale lembrar que, mesmo com as parcerias, recursos adicionais são necessários para definir a localização das estações, devendo ser precedida de levantamentos detalhados de campo, para a escolha final dos locais adequados.

8.2.1 Rede Meteorológica de Superfície

A base já disponibilizada pelo INMET atende a localização da rede meteorológica. Havendo necessidade será proposta futura(s) instalação(ções), durante a operação do sistema de monitoramento.

A proposta para rede de superfície prevê a instalação de plataformas de coleta de dados (PCD's), se necessário, em locais estratégicos dentro da bacia e no seu entorno. Tal consideração está baseada nas características físicas do local.

As PCD's são alimentadas com energia de painel solar e equipadas com os sensores de temperatura do ar, umidade do ar, direção e velocidade do vento, radiação solar global, pressão atmosférica, precipitação. Para as estações agrometeorológicas serão acrescentados os sensores de temperatura e umidade do solo, em diferentes profundidades.

Estas plataformas deverão coletar todas as informações a cada hora, armazenando-as em um cartão de memória interno. A transmissão dos dados, em tempo real, via satélite, será efetuada a cada 3 horas. Transmissões instantâneas de precipitação e velocidade do vento serão realizadas também, via telefone, quando esses parâmetros atingirem em limiar pré-determinado.

A distribuição das estações deverá caracterizar a bacia, de modo a representar os diferentes micro-climas, caso existam, respeitando as variações de relevo e vegetação. Os locais das estações deverão incluir os locais de coleta de água para análise de qualidade, quando for possível. Podem-se encontrar moradores locais que já realizam observações meteorológicas, porém de forma não-convencional. Para fins climatológicos estas informações podem servir como orientação. Todos os municípios serão contemplados no sistema.

8.2.2 Proposta de Rede de Monitoramento

Para a determinação da eficácia deste monitoramento na Bacia Hidrográfica do Rio Pará a partir da quantidade e localização das estações meteorológicas e pluviométricas existentes, é necessário que se faça um estudo dos micro-climas existentes na Bacia, respeitando as variações de relevo e vegetação. Uma vez feita esta caracterização será possível determinar a necessidade da instalação de novas estações.

A proposta de uma rede de superfície prevê a instalação de plataformas de coleta de dados (PCD's) em locais estratégicos dentro da bacia e no seu entorno. Tal consideração está baseada nas características físicas do local. Os locais das estações deverão incluir os locais de coleta de água para análise de qualidade, quando for possível.

Estas plataformas deverão coletar todas as informações a cada hora, armazenando-as em um cartão de memória interno. A transmissão dos dados, em tempo real, via satélite, será efetuada a cada 3 horas. Transmissões instantâneas de precipitação e velocidade do vento serão realizadas também, via telefone, quando esses parâmetros atingirem em limiar pré-determinado. Os municípios que possuem estações convencionais, com longa série de dados, também serão considerados no sistema de monitoramento.

Com relação às estações pluviométricas, de acordo com o estudo apresentado na **Etapa 5**, ao se aplicar o método de Thiessen obtêm-se as áreas de abrangência para cada estação, as quais correspondem aos dados apresentados na **Tabela 5**.

Tabela 5 – Áreas de Abrangência das Estações Pluviométricas Dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Pará.

Áreas de Abrangência das Estações Pluviométricas Dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Pará		
Código da Estação	Nome	Área* (km ²)
1944011	Jaguaruna – Jusante	836
1944021	Velho da Taipa	370
1944032	SE Pitangui	109
1944033	Pitangui	394
1944049	Papagaios	412
1945000	Araújos	711
1945004	Estação Álvaro da Silveira	578
1945008	Bom Despacho	311
1945014	Engenho Ribeiro	197
1945020	Porto Pará	716
1945039	Martinho Campos	412
2044002	Itaúna – Montante	445
2044003	Carmo do Cajuru	752
2044005	Carmo da Mata	524
2044006	Divinópolis	985
2044009	Fazenda Campo Grande	997
2044016	Fazenda Benedito Chaves	334
2044017	Fazenda Água Limpa	205
2044020	Calambau	13
2044026	Fazenda Coqueiros	6
2044027	Ponte Fernão Dias	184
2044036	Itaguara	687
2044041	Fazenda Laranjeiras	14
2044042	Carmo da Mata (ETA – Copasa)	251
2045005	Lamounier	984
2045013	Santo Antônio do Monte	603
2045021	Formiga	370

Fonte: WMO, 1994

* Área de cobertura dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Pará

É importante destacar que a eficácia da rede de monitoramento está baseada nas densidades mínimas sugeridas pela WMO (*World Meteorological Organization*) na publicação “*Guide to hydrological practices*” (1994).

Através das estações selecionadas inicialmente, retirando os períodos com menos de 10 anos completos, foram avaliadas as áreas de abrangência de cada estação pluviométrica através do método de Thiessen e em seguida comparadas com áreas máximas sugeridas na **Tabela 6**.

Tabela 6 – Recomendações de Densidades Mínimas de Estações Pluviométricas.

Recomendações de Densidades Mínimas de Estações Pluviométricas.		
Unidade Fisiográfica	Densidade Mínima	
	Sem registrador	Com registrador
Litoral	900	9.000
Montanhosa	250	2.500
Planície Interior	575	5.750
Ondulada	575	5.750
Pequenas Ilhas	25	250
Áreas Urbanas		10 – 20
Polar / árida	10.000	100.000

Fonte: WMO, 1994

Isto posto, a localização das estações a serem sugeridas levam em conta a localização das estações extintas ou com períodos inferiores há 10 anos e as estações da CEMIG e da COPASA.

A partir da comparação entre as densidades mínimas sugeridas e a densidade atual, são sugeridas algumas estações para complementação da rede de monitoramento atual, as quais são apresentadas na **Tabela 7**.

Tabela 7 – Resultado da Avaliação do Número de Estações Pluviométricas Sugeridas para a Bacia Hidrográfica do Rio Pará

Resultado da Avaliação do Número de Estações Pluviométricas Sugeridas para a Bacia Hidrográfica do Rio Pará	
Sub-bacia	Nº. Pluviométricas Sugeridas
Alto Rio Pará	8
Ribeirão Boa Vista	2
Rio Itapecerica	3
Médio Rio Pará	5
Ribeirão da Paciência	2
Rio São João	2
Rio Lambari	8
Rio do Peixe	0
Rio Picão	1
Baixo Rio Pará	3
Total	34

Fonte: Processamento TESE Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.

Cabe salientar que as estações apresentadas na **Tabela 7** estão assim dispostas: (1) nas estações de qualidade PA010, PA015, PA020, PA021, PA024, PA026, PA034 e PA040, (2) nas

estações propostas para a complementação da rede de monitoramento fluviométrica PR02, PR14, PR21, PR22, PR23, PR25 e PR26, (3) e nas demais estações existentes da CEMIG e da COPASA, totalizando 34 estações propostas.

Assim sendo as novas áreas de abrangência das estações pluviométricas atuais com a rede complementar não ultrapassam 450 km² e em média a área está em torno de 210 km².

No mapa da **Figura 9** estão demonstradas estas novas áreas.

As funções do Sistema de Monitoramento Hidrometeorológico estão voltadas prioritariamente para a vigilância e previsão quantitativa do tempo e do clima, bem como, do comportamento hídrico, na escala regional, dando especial ênfase aos fenômenos adversos como secas, enchentes, temporais severos, priorizando as peculiaridades das atividades sócio-econômicas da Bacia Hidrográfica do Rio Pará. Fornecerá aos usuários infra-estrutura para coletar, armazenar, processar e disseminar informações meteorológicas e hidrológicas, na escala regional, com o objetivo de oferecer subsídios às atividades produtivas e ao setor público na tarefa de minimizar os efeitos danosos do tempo e do clima e potencializar seus efeitos benéficos.

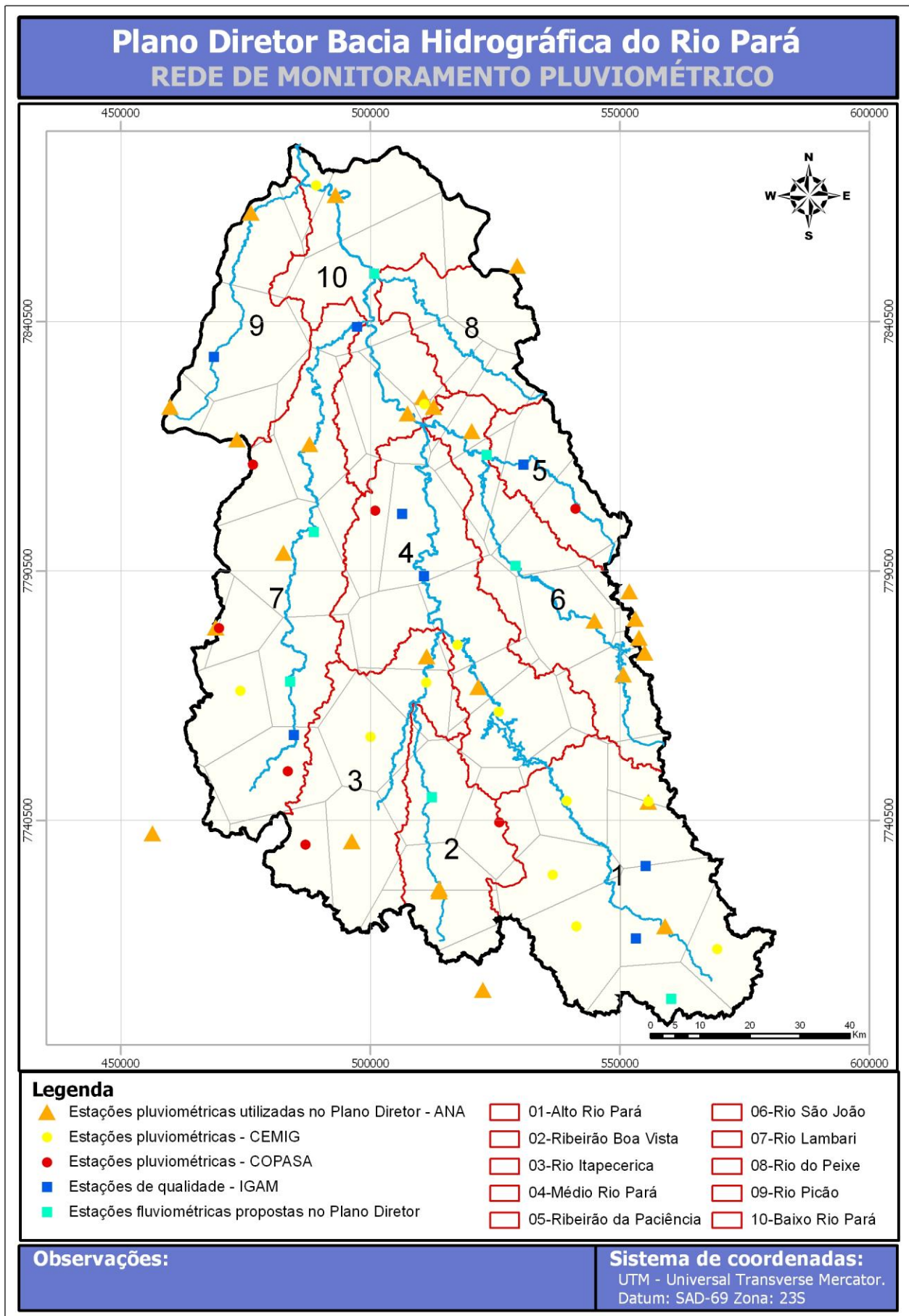


Figura 9 – Rede de Monitoramento Pluviométrica

Fonte: ANA CEMIG – COPASA – IGAM. Recomendações de densidades mínimas de estações pluviométricas.

8.3 Monitoramento Fluviométrico

O monitoramento fluviométrico consiste na realização de medições de vazões e nível da água nos rios da Bacia Hidrográfica do Rio Pará. As estações fluviométricas são geralmente compostas de conjunto de réguas de medição que são instaladas nas margens dos rios e de instrumentos como o molinete, que é manuseado pelos hidrometristas até produzir os dados que subsidiam os cálculos que determinam a vazão no local da coleta. As estações automáticas possuem sensores que fornecem a vazão sem a atuação humana, transmitindo os resultados diretamente para o sistema. A **Figura 10** mostra um exemplo de estação fluviométrica.



Figura 10 – Estação Fluviométrica

Fonte: SIMGE – Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos de Minas Gerais (IGAM)

Para a Bacia Hidrográfica do Rio Pará foram identificadas 51 estações fluviométricas sob a jurisdição da ANA. No entanto, somente 19 apresentaram dados disponíveis e, após um extenso trabalho de consistência de dados, foram utilizadas somente 15 estações na caracterização fluviométrica realizada na **Etapa 5** deste Plano Diretor. A localização destas estações pode ser vista na **Figura 11**, enquanto a **Tabela 8** apresenta as estações utilizadas na caracterização fluviométrica.

Tabela 8 – Estações Utilizadas na Caracterização Fluviométrica

Estações Utilizadas na Caracterização Fluviométrica						
Código da Estação	Nome	Corpo Hídrico	Operação			Área (km²)
			Início	Fim	Anos Completos	
40105000	Fazenda Campo Grande	Rio Pará	1939	1967	13	386
40130000	Ponte do Vilela	Rio Pará	1938	1979	21	1722
40150000	Carmo do Cajuru	Rio Pará	1936	2007	72	2402
40330000	Velho da Taipa	Rio Pará	1938	2007	70	7350
40180000	Carmo da Mata	Rio Itapecerica	1938	1980	37	145
40160000	Lamounier	Rio Itapecerica	1938	1963	26	157
40170000	Marilândia (Ponte BR-494)	Rio Itapecerica	1967	2007	41	1027
40185000	Pari	Rio Itapecerica	1973	2007	35	1849
40190002	Divinópolis	Rio Itapecerica	1936	1977	38	1980
40269900	Itaúna – Montante	Rio São João	1976	2006	31	337
40300000	Jaguaruna	Rio São João	1938	1976	38	1545
40300001	Jaguaruna – Jusante	Rio São João	1978	2007	30	1543
40380000	Araújos	Rio Lambari	1939	1981	42	1217
40400000	Álvaro da Silveira	Rio Lambari	1944	1965	22	1803
40500000	Martinho Campos	Rio Picão	1966	2007	41	715

Fonte: ANA CEMIG – COPASA – IGAM

O monitoramento fluviométrico da COPASA foca os mananciais menores, posto que os grandes já estejam sendo monitorados por outros órgãos, cujo foco setorial é o de produção de energia. O objetivo deste monitoramento fluviométrico é a princípio investigatório e, confirmada a vazão necessária à exploração para atendimento da demanda específica, parte-se para a implantação da estação definitivamente. Caso contrário, a estação é desativada.

A princípio, as medições nas estações fluviométricas, que estavam equipadas com réguas linimétricas, eram feitas diariamente para a determinação das curvas chaves. Porém, as réguas tiveram de ser abandonados por terem sido transformadas em objetos de vandalismo, impedindo assim a continuidade deste monitoramento mais detalhado. Hoje a COPASA possui cerca de 380 estações fluviométricas no Estado de Minas Gerais, 40 delas localizadas na Bacia Hidrográfica do Rio Pará (**Figura 11**). O objetivo é aumentar a cobertura para 600 estações em todo o Estado.

A COPASA optou por medir a vazão dos mananciais superficiais por ela captados usando a técnica da medição a vau devido às características dos mananciais que são, em geral, de pequeno porte, e as seções transversais que compõem o leito desses mananciais alteram-se com frequência. Essa particularidade não permite que se estabeleça uma relação unívoca entre a altura da lâmina d'água e vazão do manancial em questão. Essas medições de vazão não são periódicas devido à grande quantidade de mananciais monitorados associada à dificuldade inerente das medições a vau com Micro-Molinetes (instrumento de medição utilizado). Procura-se medir os mananciais preferencialmente no período de estiagem por ser o objetivo o abastecimento público.

Na **Figura 11**, as estações da ANA estão diferenciadas em ANA – Plano Diretor e ANA – IGAM somente para demonstrar a diferença entre as estações selecionadas para os cálculos

hidrológicos do Plano Diretor e as estações utilizadas pelo IGAM para o monitoramento da qualidade das águas superficiais.

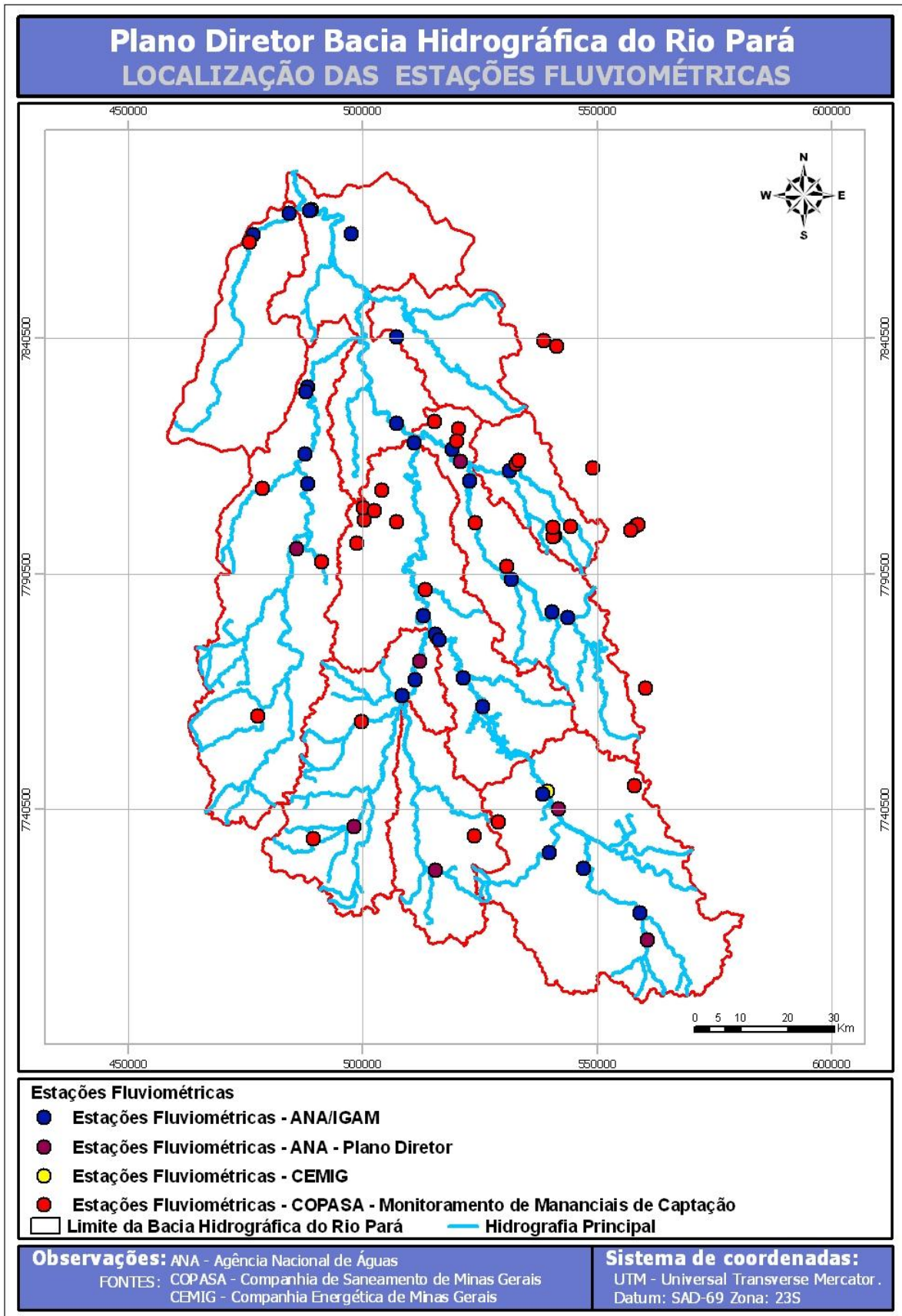


Figura 11 – Estações Fluviométricas da Bacia Hidrográfica do Rio Pará

Fonte: COPASA, ANA, CEMIG.

8.3.1 Proposta de Rede de Monitoramento

A proposta para o Sistema de Monitoramento Fluviométrico para a Bacia Hidrográfica do Rio Pará prevê a instalação de plataformas estações telemétricas automáticas, com medições de precipitação e nível de rio, com sensor de pressão.

Estas estações deverão coletar todas as informações a cada hora, armazenando-as em um cartão de memória interno. A transmissão dos dados, em tempo real, via satélite, será efetuada a cada 3 horas e com transmissão, via celular, a cada 6 horas. Transmissões instantâneas de precipitação e nível do rio serão feitas também, via telefone, quando esses parâmetros atingirem em limiar pré-determinado.

Os locais considerados serão os potencialmente sujeitos a enchentes ou a estiagens prolongadas, aqueles em que ocorrem conflitos pelo uso da água, além da necessidade de atendimento ao abastecimento humano.

Atendendo esses critérios, os locais selecionados serão próximos a estações convencionais já existentes, onde existe uma relação cota-descarga conhecida.

Serão selecionados também para instalação de novas estações fluviométricas os locais onde existem somente estações de qualidade.

8.3.1.1 Sub-bacia Alto Rio Pará

Na Sub-bacia Alto Rio Pará existem oito estações fluviométricas em operação, no entanto não existem estações próximas às estações de qualidade PA024 e PA026, sendo que também não existe uma estação na foz da bacia.

Sugere-se adicionar uma estação fluviométrica no exutório da Sub-bacia Alto Rio Pará e que sejam instaladas estações fluviométricas junto das estações de qualidade de água número 024 e 026, para servir como insumo adicional nas análises efetuadas.

Também se sugere um monitoramento fluviométrico junto às estações de qualidade de água propostas no **Item 8.5**.

Concluindo, para a Sub-bacia Alto Rio Pará serão necessárias 13 novas estações fluviométricas.

8.3.1.2 Sub-bacia Ribeirão Boa Vista

Na Sub-bacia Ribeirão Boa Vista não existe uma estação fluviométrica acompanhando a estação de qualidade de água denominada PA032. Também seria importante para a futura gestão da Bacia Hidrográfica do Rio Pará que a Sub-bacia Ribeirão Boa Vista tivesse uma estação fluviométrica em seu exutório, uma vez adotada a nova compartimentação.

Sugere-se que seja instalada uma estação fluviométrica junto da estação de qualidade número 032. Também se sugere um monitoramento fluviométrico junto às estações de qualidade de água propostas no **Item 8.5**.

Isto posto, para a Sub-bacia Ribeirão Boa Vista serão necessárias seis novas estações fluviométricas.

8.3.1.3 Sub-bacia Rio Itapecerica

Na Sub-bacia Rio Itapecerica, as estações de qualidade de água PA030 e PA007 não estão atendidas por coletas de vazão simultâneas, sendo que seu exutório também não possui estação de monitoramento quantitativo nem qualitativo, o que dificulta a gestão da sub-bacia. Deve-se destacar que próximo do exutório da sub-bacia existe a sede urbana do Município de Divinópolis, a qual merece monitoramento.

Sugere-se a instalação de uma estação fluviométrica junto da estação de qualidade 030. Também se sugere um monitoramento fluviométrico junto às estações de qualidade de água propostas no **Item 8.5**.

Assim sendo, para a Sub-bacia Rio Itapecerica serão necessárias quatro novas estações fluviométricas.

8.3.1.4 Sub-bacia Médio Rio Pará

Na Sub-bacia Médio Rio Pará, as estações de qualidade de água denominadas PA005, PA034 e PA020 não estão atendidas por coletas de vazão simultâneas.

Também não existe estação de monitoramento no exutório da sub-bacia, o que facilitaria a futura gestão da Bacia, uma vez adotada a nova compartimentação.

Sugere-se, portanto, a instalação de uma estação fluviométrica no exutório da Sub-bacia Médio Rio Pará e de estações fluviométricas junto das estações de qualidade de água denominadas 034, 005 e 020, sendo que para estas duas últimas existe a possibilidade de realocação das estações próximas.

Também se sugere um monitoramento fluviométrico junto às estações de qualidade de água propostas no **Item 8.5**.

Concluindo, para a Sub-bacia Médio Rio Pará será necessário à instalação de quatro novas estações fluviométricas.

8.3.1.5 Sub-bacia Ribeirão da Paciência

Na Sub-bacia Ribeirão da Paciência, não existe estação fluviométrica junto da estação de qualidade de água PA010.

Cabe salientar que também não há estação de monitoramento fluviométrico no exutório da sub-bacia Ribeirão da Paciência o que seria importante para a futura gestão da Bacia, uma vez adotada a nova compartimentação.

Sugere-se, portanto, a instalação de uma estação fluviométrica no exutório da Sub-bacia Ribeirão da Paciência, como também a instalação de uma estação fluviométrica junto da estação PA010.

Também se sugere um monitoramento fluviométrico junto às estações de qualidade de água propostas no **Item 8.5**.

Concluindo, para a Sub-bacia Ribeirão da Paciência serão necessárias quatro novas estações fluviométricas.

8.3.1.6 Sub-bacia Rio São João

A sub-bacia Rio São João não possui estação de monitoramento fluviométrico no seu exutório o que seria importante para a futura gestão da Bacia, uma vez adotada a nova compartimentação.

Deve-se destacar que duas estações de monitoramento de qualidade de água situadas nesta sub-bacia não estão acompanhadas de estações fluviométricas

Sugere-se, portanto, a instalação de uma estação fluviométrica no exutório da Sub-bacia Rio São João e de estações fluviométricas junto das estações de qualidade PA036 e PA011.

Também se sugere um monitoramento fluviométrico junto às estações de qualidade de água propostas no **Item 8.5**.

Concluindo, para a Sub-bacia Rio São João serão quatro novas estações fluviométricas.

8.3.1.7 Sub-bacia Rio Lambari

Na Sub-bacia Rio Lambari não existem estações fluviométricas acompanhando as três estações de qualidade do Projeto "Águas de Minas".

Adicionalmente, percebe-se que esta sub-bacia da Bacia Hidrográfica do Rio Pará não possui uma estação de fluviométrica em seu exutório, o que seria importante para a futura gestão da Bacia, uma vez adotada a nova compartimentação.

Sugere-se, portanto a instalação de estações fluviométricas junto das estações de qualidade PA040, PA022 e PA015.

Também se sugere um monitoramento fluviométrico junto às estações de qualidade de água propostas no **Item 8.5**.

Concluindo, para a Sub-bacia Rio Lambari serão necessárias seis novas estações fluviométricas.

8.3.1.8 Sub-bacia Rio do Peixe

Na Sub-bacia Rio do Peixe, a única estação de qualidade do Projeto "Águas de Minas" existente não está atendida com estação fluviométrica próxima. Adicionalmente, percebe-se que esta sub-bacia da Bacia Hidrográfica do Rio Pará não possui estação de monitoramento em seu exutório, o que seria importante para a futura gestão da Bacia, uma vez adotada a nova compartimentação.

Sugere-se, portanto, a instalação de uma estação fluviométrica no exutório da Sub-bacia Rio do Peixe e de uma estação fluviométrica junto da estação de qualidade PA042.

Também se sugere um monitoramento fluviométrico junto às estações de qualidade de água propostas no **Item 8.5**.

Concluindo, para a Sub-bacia Rio do Peixe será necessário à instalação duas novas estações fluviométricas.

8.3.1.9 Sub-bacia Rio Picão

Na Sub-bacia Rio Picão, das duas estações de qualidade do Projeto "Águas de Minas" existentes uma não está atendida com estação fluviométrica próxima, a estação PA021. Adicionalmente, percebe-se que esta sub-bacia da Bacia Hidrográfica do Rio Pará não possui uma estação em seu exutório, o que seria importante para a futura gestão da Bacia, uma vez adotada a nova compartimentação.

Sugere-se, portanto, a instalação de uma estação fluviométrica junto da estação de qualidade denominada PA021.

Também se sugere um monitoramento fluviométrico junto às estações de qualidade de água propostas no **Item 8.5**.

Concluindo, para a Sub-bacia Rio Picão será necessária uma nova estação fluviométrica.

8.3.1.10 Sub-bacia Baixo Rio Pará

Na Sub-bacia Baixo Rio Pará, duas estações de qualidade de água não possuem o acompanhamento de estações fluviométricas.

Adicionalmente, percebe-se que a Sub-bacia Baixo Rio Pará não possui monitoramento qualitativo em seu exutório, o que seria importante para a futura gestão da Bacia, uma vez adotada a nova compartimentação.

Sugere um monitoramento fluviométrico junto às estações de qualidade existentes e também para a estação propostas no **item 8.5**.

Concluindo, para a Sub-bacia Baixo Rio Pará será necessário à instalação de três novas estações fluviométricas.

8.3.2 Conclusão Sobre o Monitoramento Fluviométrico das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Pará

Diante do exposto nos itens anteriores conclui-se que, para melhorar o monitoramento fluviométrico das águas superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Pará, considerando as estações hoje existentes, visando à obtenção de resultados mais precisos, será necessária a instalação de mais 47 estações fluviométricas, distribuídas pelas sub-bacias conforme apresentado na **Tabela 9**.

Tabela 9 – Resultado da Avaliação da Localização das Estações Fluviométricas Existentes na Bacia Hidrográfica do Rio Pará

Resultado da Avaliação da Localização das Estações Fluviométricas Existentes na Bacia Hidrográfica do Rio Pará	
Sub-bacia	Nº. Fluviométricas Sugeridas
Alto Rio Pará	13
Ribeirão Boa Vista	6
Rio Itapecerica	4
Médio Rio Pará	4
Ribeirão da Paciência	4
Rio São João	4

Resultado da Avaliação da Localização das Estações Fluviométricas Existentes na Bacia Hidrográfica do Rio Pará	
Sub-bacia	Nº. Fluviométricas Sugeridas
Rio Lambari	6
Rio do Peixe	2
Rio Picão	1
Baixo Rio Pará	3
Total	47

Fonte: Processamento TESE Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.

A **Figura 52**, no **Item 8.5.11**, mostra a localização de todas as estações fluviométricas propostas para a Bacia Hidrográfica do Rio Pará, juntamente com as estações existentes.

Considerando o planejamento de médio e longo prazo da Bacia Hidrográfica do Rio Pará, recomenda-se um estudo para a viabilidade da instalação de uma estação fluviométrica no exutório de cada uma das 186 micro-bacias que compõe as sub-bacias da compartimentação hidromorfológica adotada para o Plano Diretor, que ainda não esteja contemplada pela rede existente. Esta medida levaria a um controle ordenado das unidades hídricas da Bacia, de modo a dar melhores subsídios à tomada de decisão.

8.4 Sistema de Alerta Antecipado

Eventos críticos representam dois extremos: a seca e a inundação. A implantação de um sistema de alerta buscará minimizar as conseqüências deste período, onde se observa um aumento significativo dos casos de incêndios, em alguns momentos associados à condição meteorológica, em outros não.

A prevenção, baseada nas informações que poderão ser disponibilizadas aos usuários da Bacia Hidrográfica do Rio Pará, torna-se um dos instrumentos de gestão da Bacia Hidrográfica. A colaboração dos próprios usuários é importante no decorrer da operação do sistema de alerta, em qualquer período do ano.

Os eventos críticos que causam inundações, deslizamentos e contaminação dos rios estão relacionados com tempestades severas. Uma tempestade severa pode apresentar várias características, tais como ventos fortes, ocorrência de granizo, queda de raios, ventos intensos em superfície (ventos de rajada) e chuvas intensas. Destas características, a que mais influencia a ocorrência de inundações, deslizamentos e contaminação de corpos de água na Bacia Hidrográfica do Rio Pará são as chuvas intensas. (CPRM-BH, Relatórios Técnicos 2004, 2005, 2006)

Chuva intensa define-se como sendo aquela que registra um grande volume de água precipitado num curto espaço de tempo. Por exemplo, uma chuva de 20 mm, ocorrida em 24 horas, é considerada fraca, no entanto, este mesmo valor, ocorrido em poucos minutos, poderá ser caracterizada como forte, popularmente conhecida como chuvas de verão. (Organização Meteorológica Mundial, OMM)

Segue abaixo teoria relacionada aos deslizamentos, inundações e contaminação de corpos de água, que são resultados da ocorrência de chuvas intensas.

Um deslizamento de terra é um fenômeno geológico que inclui um largo espectro de movimentos do solo, tais como quedas de rochas, falência de encostas em profundidade e fluxos superficiais de detritos. Embora, a ação da gravidade sobre encostas demasiado inclinadas seja a principal causa dos deslizamentos de terra, existem outros fatores em

destaque. Dentre eles, pode-se citar o enfraquecimento das encostas por meio da saturação com água proveniente de chuvas intensas.

O excesso de peso por acumulação de chuva, deposição de rochas ou minérios, resíduos ou pela ação antrópica podem também acumular tensões sobre encostas frágeis até a ocorrência da erosão. Todo ano os deslizamentos de terra produzem grandes perdas de vida e geram problemas sócio-econômicos, além de contaminar os corpos de água com lixo e outros materiais.

O problema das inundações em áreas urbanas existe em muitas cidades brasileiras e diferentes causas, por exemplo, assoreamento do leito dos rios, impermeabilização das áreas de infiltração na bacia de drenagem ou fatores climáticos. O homem, por sua vez procura combater os efeitos de uma cheia nos rios, construindo represas, diques, desviando o curso natural dos rios, etc. Mesmo com todo esse esforço, as inundações continuam acontecendo, causando prejuízos de vários tipos.

O melhor meio para se evitar grandes transtornos por ocasião de uma inundação é regulamentar o uso do solo, limitando a ocupação de áreas inundáveis a usos que não impeçam o armazenamento natural da água pelo solo e que sofram pequenos danos em caso de inundação. Esse zoneamento pode ser utilizado com a tentativa de levantar a planície de inundação da região de interesse.

Os rios geralmente possuem dois leitos, o leito menor onde a água escoar na maioria do tempo e o leito maior, que é inundado em média a cada dois anos. O impacto devido à inundação ocorre quando a população ocupa o leito maior do rio, ficando sujeita a inundação, o que ocorre na maioria dos municípios no Estado de Minas Gerais.

As enchentes aumentam a sua freqüência e magnitude em conseqüência da ocupação inadequada do solo. O desenvolvimento urbano pode também produzir obstruções ao escoamento, como em aterros e pontes, drenagens inadequadas e obstruções ao escoamento junto a condutos e assoreamentos. Estas enchentes ocorrem, principalmente, pelo processo natural no qual o rio ocupa o seu leito maior.

Os principais impactos sobre a população são de perdas materiais e humanas, interrupção da atividade econômica das áreas inundadas, contaminação por doenças de veiculação hídrica, dentre outros;

A contaminação da água pela inundação de depósitos de material tóxico, estações de tratamentos entre outros, também causam impactos na população.

Tanto a inundação quanto os deslizamentos de Terra acarretam contaminação dos corpos de água por transportarem materiais como lixo, agrotóxicos e esgoto. Além disto, eventos impactantes associados com represas que armazenam materiais tóxicos de indústrias também estão relacionados à ocorrência de eventos críticos. (IGAM, 2007)

Um Sistema de Alerta trata-se de uma medida complementar, que consiste em minimizar o impacto das enchentes através de previsão e aviso antecipado das mesmas. Tem o objetivo de prever precipitações intensas, níveis críticos e vazões nos rios monitorados. Durante os Jogos Pan-americanos o INMET divulgou 14 alertas sobre rajadas de vento forte, baixa umidade relativa do ar, chuva moderada ou forte e queda acentuada de temperatura.

O IGAM, através do SIMGE monitora e opera, há 10 anos, o alerta de inundações nas bacias hidrográficas do Estado de Minas Gerais. Foi criado em 02/09/97, como resultado de um Convênio do Governo do Estado com o MCT – Ministério de Ciência e Tecnologia, objetivando a modernização da meteorologia e da hidrologia no Estado de Minas Gerais, contando com o apoio científico e tecnológico do CPTEC – INPE (Centro de Previsão e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). No Estado, esse empreendimento é resultante da ação conjunta da SEMAD – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável e da Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia, estando instalado no IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas, contando com o apoio da FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais).

O SIMGE está voltado para a vigilância e previsão quantitativa do tempo, do clima, e do comportamento hídrico, com detalhamento na escala regional, fornecendo produtos personalizados às atividades de preservação ambiental, sócio-econômicas e de defesa da população, com ênfase nos fenômenos adversos como enchentes, estiagens e temporais severos. Estão contempladas neste sistema de alerta as bacias do Rio Doce, do Rio Sapucaí, do Rio Verde e agora vai iniciar este trabalho na do Rio das Velhas. Os dados sobre os níveis dos rios monitorados são disponibilizados no site do SIMGE em tempo real, onde estão disponíveis também boletins hidrológicos mensais. A **Figura 12** ilustra este sistema:



Figura 12 – Sistema de Alerta à Inundação

Fonte: SINGE. <<http://www.simge.mg.gov.br>>

O sistema de alerta contra enchentes é uma medida não estrutural adotada para a diminuição de prejuízos causados por cheias nas bacias hidrográficas. Estas enchentes são causadas, em grande parte, pela perda crescente da cobertura vegetal nativa, provocando assoreamento dos cursos d’água; falta de regulamentação da ocupação e uso do solo; ocupação das várzeas e impermeabilização das áreas urbanas; bem como frequência elevada dos eventos chuvosos potencialmente causadores de inundação.

No caso da Bacia Hidrográfica do Rio Doce, por exemplo, o sistema é operado nos centros operacionais da CPRM e SIMGE / IGAM, onde são coletados dados das estações hidrometeorológicas da ANA, CEMIG, IGAM, além das vazões de efluentes das usinas

hidrelétricas pertencentes à Alcan, Belgo Mineira, CEMIG e ESCELSA. Os dados, durante o período de operação do alerta, são analisados e repassados diariamente via fax para os 16 municípios beneficiados pelo sistema, localizados na calha principal dos rios Piranga, Doce e Piracicaba. (Figura 13)

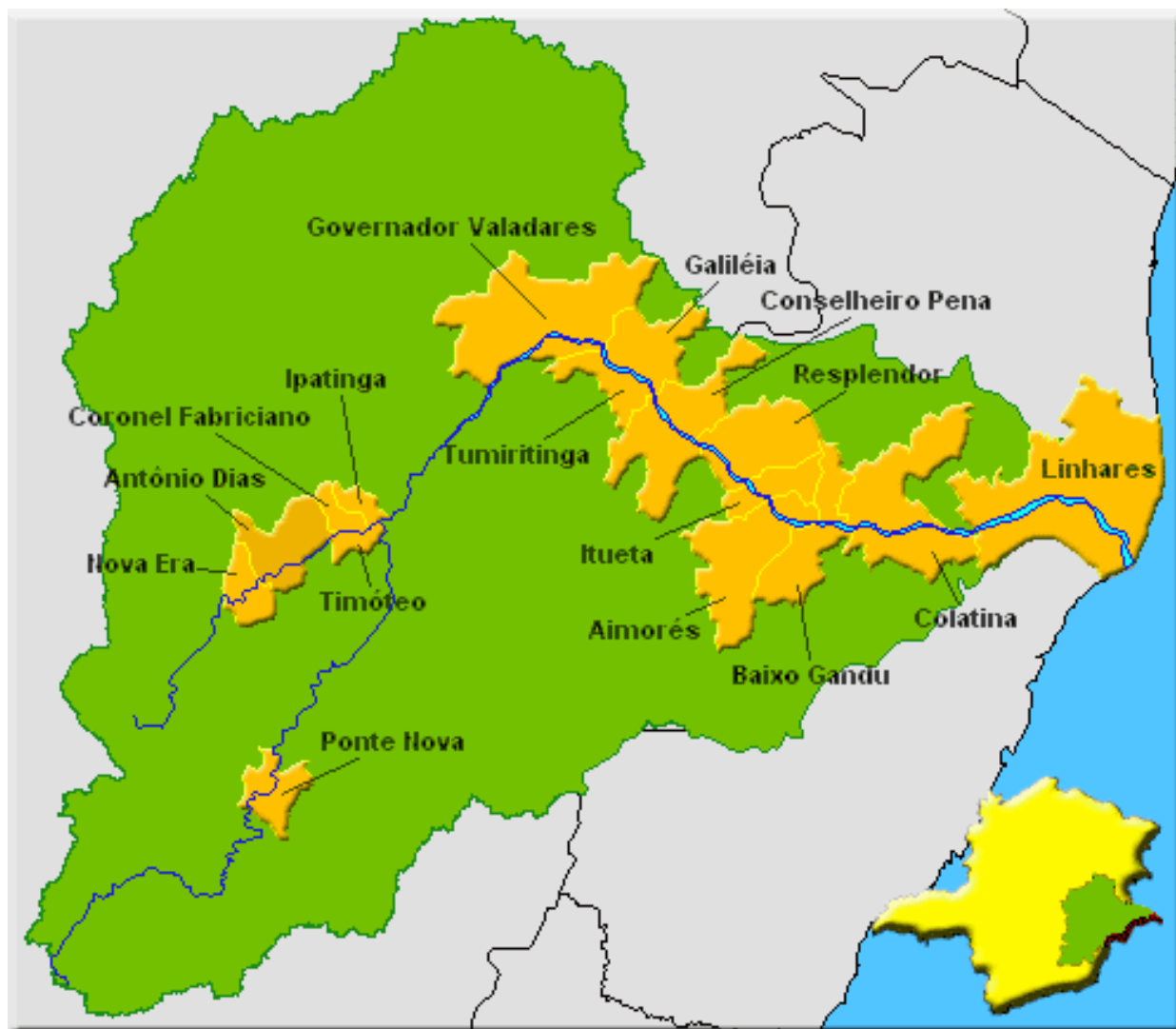


Figura 13 – Municípios atendidos pelo Sistema de Alerta À Inundação na Bacia Hidrográfica do Rio Doce

Fonte: SIMGE <<http://www.simge.mg.gov.br/alerta/doce/sistema>>

Os requisitos para que se tenha um sistema de alerta a inundações em uma bacia hidrográfica começam com a existência de um bom sistema de previsão de tempo e informações hidrológicas. Para isto a bacia deve estar bem servida com redes meteorológica e hidrológica, automáticas e telemétricas, em tempo real. Será necessária também a elaboração de Planos de Contingência de enfrentamento de emergência, normalmente pela Defesa Civil.

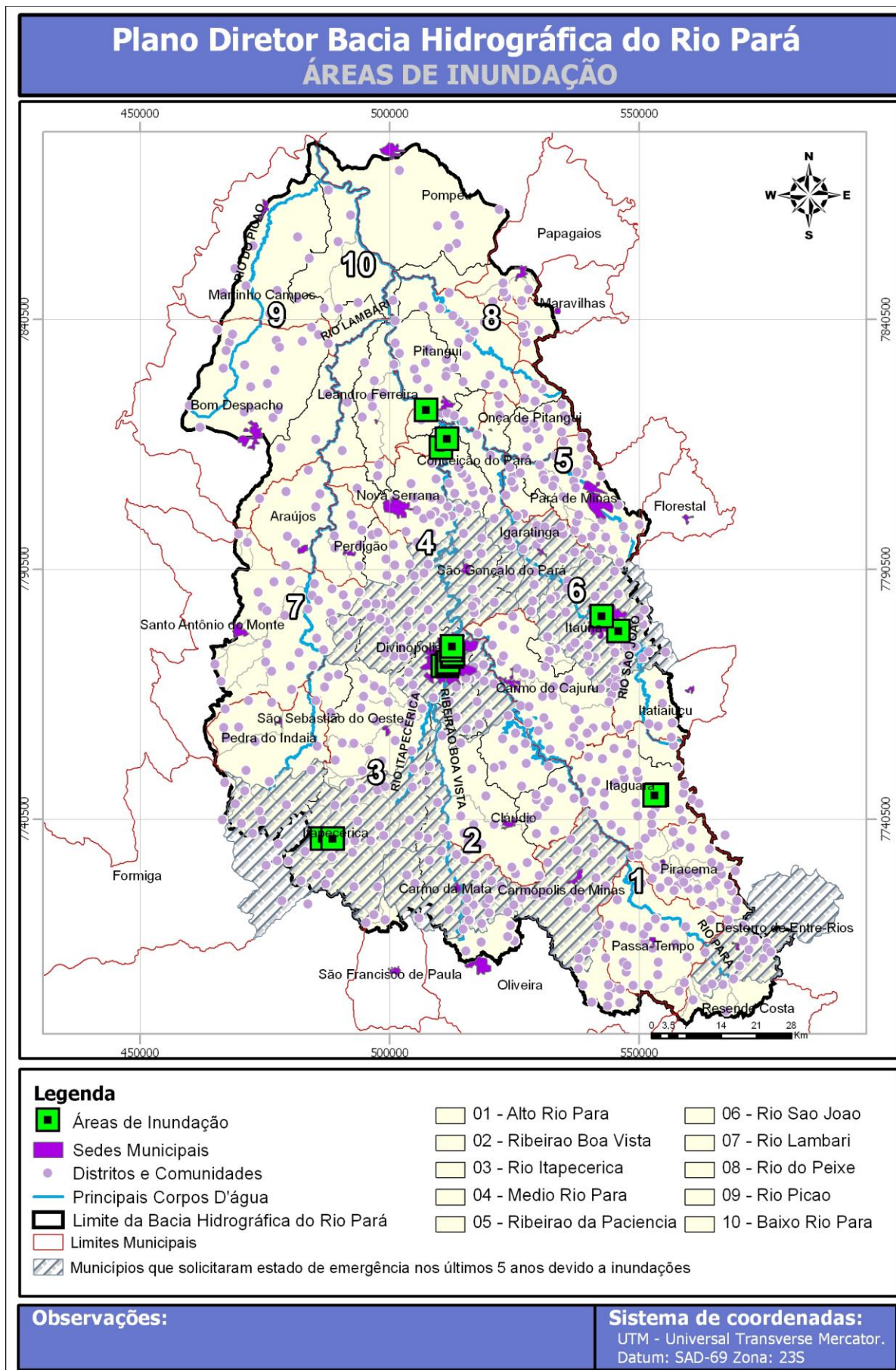


Figura 14 – Áreas com Potencial para Inundações da Bacia Hidrográfica do Rio Pará
Fonte: Levantamento em campo (2006) e Defesa Civil (últimos 5 anos)

Deverá ser feita a integração, articulação, e interlocução sistemática entre os diversos participantes: entidades locais, entidades estaduais e equipe dos sistemas de previsão, visando preservar a vida da população sujeita a tempo severo e minimizar os prejuízos materiais de domicílios e da estrutura urbana.

Dentro do objetivo geral do sistema de alerta a ser implantado está o mapeamento dos locais mais vulneráveis aos eventos severos ampliando o máximo possível o tempo entre a emissão de alerta e o início das ações.

Em alguns municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Pará, a população permanece exposta aos eventos críticos, além de não existir nenhum mecanismo que permita alertar as comunidades que habitam áreas vulneráveis. A **Figura 14** mostra os locais com potencial para inundação, levantados em campo através de entrevistas com os moradores, por município.

O mapa contém as 10 sub-bacias da compartimentação hidromorfológica adotada para o Plano Diretor, a hidrografia e os limites municipais, além das comunidades e manchas urbanas. Adicionalmente, estão iluminados neste mapa os municípios que sinalizaram estado de emergência nos últimos cinco anos, por eventos críticos de inundações, a saber: Carmo da Mata, Carmópolis de Minas, Desterro de Entre Rios, Divinópolis, Formiga, Igaratinga, Itapeçerica, Itaúna, Maravilhas, Pompeu e São Gonçalo de Pará. Formiga, Maravilhas e Pompeu não possuem suas sedes urbanas na Bacia Hidrográfica do Rio Pará e, os dois primeiros possuem uma parte muito pequena de seu território na Bacia. Portanto foram desconsiderados na visualização do mapa da **Figura 14**.

Para a implantação do sistema de alerta de inundações destacam-se os seguintes objetivos específicos:

- Realizar um estudo de viabilidade, que leva em média 6 meses para ser executado, onde é analisada a infra-estrutura de apoio existente na região, entre estações hidrometeorológicas e radares meteorológicos que forneçam informações a cerca do deslocamento e da intensidade das chuvas. Neste estudo resulta no dimensionamento da rede
- Instalar as estações complementares necessárias e confirmar a participação efetiva da Defesa Civil no sistema;
- Instalar um modelo regional de previsão numérica de tempo;
- Realizar estudos hidrológicos na bacia para escolha e calibração do modelo hidrológico mais adequado. Normalmente o período mínimo para se ter um panorama do comportamento da bacia é de um ano, para contemplar os períodos seco e úmido. No entanto é possível que este ano seja um ano atípico e não retrate a realidade do rio. O ideal são três anos para esta calibração;
- Elaborar um Plano de Contingência e enfrentamento de emergências, normalmente a cargo da Defesa Civil de cada município envolvido no sistema. Este plano deve incluir a realização de campanhas de mobilização com o objetivo educar a população com relação às providencias que cada cidadão deve tomar após a emissão de um alerta de enchente a altitude de cada cidadão após a emissão de um alerta de enchente.
- Realizar diariamente a previsão de tempo regionalizada para a Bacia Hidrográfica do Rio Pará, embasada nas informações registradas das estações telemétricas, acompanhando o comportamento dos sistemas atmosféricos que se formam através de imagens de satélites meteorológicos e de um radar meteorológico, a ser instalado na parte mais alta da Bacia;

- Estabelecer uma cota de alerta mínima, baseando o sistema de alerta na régua do local mais baixo;
- Treinar e capacitar membros das defesas civis municipais e outros órgãos competentes, para correta utilização das informações disponibilizadas pelo sistema de alerta de eventos críticos;
- Instalar e operar um sistema de alerta de eventos críticos em cooperação com a defesa civil estadual e municipal.

Em princípio, a base de dados para análises da Bacia Hidrográfica do Rio Pará será obtida, em parceria com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Agência Nacional de Águas (ANA), Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG), Companhia de Pesquisas e Recursos Minerais (CPRM), Coordenadorias Municipais de Defesa Civil (COMDEC's), Companhia de Abastecimento de Minas Gerais (COPASA), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), dentre outros.

8.5 Monitoramento de Qualidade

O monitoramento da qualidade das águas superficiais em Minas Gerais teve seu início em 1977 com a rede de amostragem operada pelo CETEC – Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais para o Conselho de Política Ambiental – COPAM – até o ano de 1988. A FEAM coordenou este monitoramento de qualidade das águas superficiais de 1987 a 1997 utilizando os serviços do CETEC. O trabalho de monitoramento foi reforçado pela FEAM, em 1997, desta vez com um monitoramento mais amplo e completo, estendido às oito principais bacias hidrográficas mineiras por meio de convênio com o Ministério do Meio Ambiente – MMA. No final de 1999, o Governo do Estado de Minas Gerais, por intermédio do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH, também destinou recursos para o projeto Águas de Minas, passando o IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas a integrar a coordenação do mesmo. (IGAM, 2006)

O Projeto “Águas de Minas”, em execução há 11 (onze) anos, vem permitindo identificar alterações na qualidade das águas superficiais do Estado, refletidas em tendências observadas e também contribui para a implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos. Em 2001 a Agência Nacional de Águas – ANA integrou ao Projeto Águas de Minas a participação na rede de monitoramento da bacia do rio São Francisco em Minas Gerais.

A operação da rede de monitoramento teve início com a seleção de 222 pontos de amostragem aos quais foram agregando outros, levando a um total de 242 estações em 2002 e 244 em 2003, as quais permanecem sendo monitoradas atualmente com o acréscimo de alguns pontos contemplados dentro do Programa Estruturador da Bacia do Rio São Francisco.

Em 2006 o IGAM elaborou o documento Estudos de Metas de Qualidade para a Bacia hidrográfica do Rio Pará, com base na experiência adquirida quando da execução do Plano de Metas de Qualidade da Bacia do Rio das Velhas, em 2004, com destaque para a inclusão de atividades especificamente relacionadas ao uso atual do solo, que permitiu o detalhamento da avaliação da qualidade das águas, incluindo a definição mais precisa das relações de causa e efeito e análise prospectiva.

O objetivo deste estudo de metas de qualidade foi apresentar a avaliação da qualidade das águas do rio Pará e dos seus principais afluentes, identificando as possíveis causas de poluição, para subsidiar as devidas ações de controle, para que, através das mesmas, as metas de qualidade da bacia em questão possam ser atingidas. Este estudo também objetivou servir de subsídio à elaboração deste Plano Diretor.

Em 2007 foi feita uma avaliação da rede de monitoramento da qualidade existente, que culminou na implantação de mais 10 estações, elevando o número total para 26 estações na Bacia Hidrográfica do Rio Pará. A escolha da localização destas novas estações teve a participação ativa da presidência da Associação de Usuários da Bacia Hidrográfica do Rio Pará, junto aos técnicos do IGAM.

A ANA possui o Monitoramento da rede básica da SIH (Superintendência de Informações Hidrológicas). Nessa modalidade, estão inseridos os procedimentos realizados para acompanhamento e monitoramento da evolução da qualidade das águas, identificando tendências e elaborando diagnóstico “macro” em termos da qualidade das águas.

A SIH tem como atribuições específicas (Art. 29 do Regimento Interno da ANA):

I – prover de informações hidrológicas o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos;

II – coordenar as ações técnicas da modernização da rede hidrometeorológica em cooperação com a Organização Mundial de Meteorologia – OMM.

A SIH, para cumprir suas atribuições, desenvolve contínua revisão da rede hidrometeorológica básica nacional com vistas à sua modernização e otimização, para sua efetiva utilização no processo de gestão de recursos hídricos. As principais ações envolvidas são:

- Avaliação ambiental por bacia hidrográfica;
- Avaliação da rede existente, observando a localização das estações pluviométricas, fluviométricas e de qualidade da água;
- Adequação da rede de qualidade da água existente e dos parâmetros analisados em função dos eventos potencialmente impactantes;
- Proposição de relocação e/ou instalação de estações;
- Apoio a campanhas de levantamento de informações não previstas na rede básica, com vistas à sua otimização;

A COPASA também possui um monitoramento de qualidade das águas, em atendimento à Resolução 518 do Ministério da Saúde, que exige a execução de pelo menos duas coletas por ano de água bruta nas captações. Estas coletas são enviadas para os laboratórios autorizados para análise de um número de parâmetros estabelecido. Na Bacia Hidrográfica do Rio Pará estas estações são aproximadamente 31, localizadas próximas às captações.

A COPASA também faz monitoramentos expeditos. No ano de 2007 foram instaladas 6 estações ao longo do rio Pará com o objetivo de monitorar a proliferação de algas que passou a preocupar a COPASA de uma maneira especial. Existem ainda coletas extraordinárias que são feitas nas estações já existentes, em atendimento às ordens de serviço expedidas com o objetivo de esclarecer a origem de contaminantes identificados em amostras à jusante. Os parâmetros medidos nestas estações são todos monitorados de acordo com a Resolução CONAMA 375/05.

A CEMIG também realiza operações de monitoramento de qualidade das águas superficiais no Estado de Minas Gerais. Os locais cobertos pela CEMIG são exclusivamente seus reservatórios, que são monitorados a montante e a jusante.

Sugere-se a realização de acordos de cooperação técnica interinstitucionais, para que estes dados de qualidade venham a fazer parte de um banco de dados único, ou sejam disponibilizados de maneira que a gestão da Bacia Hidrográfica do Rio Pará possa usufruir destes resultados, em prol da preservação dos seus recursos hídricos.

No Projeto Águas de Minas, são operadas atualmente, na Bacia Hidrográfica do Rio Pará, 26 (vinte e seis) estações de amostragem no âmbito da macro-rede de monitoramento. (**Figura 15**). A **Tabela 10** mostra a distribuição destas estações nas sub-bacias da compartimentação hidromorfológica adotada para o Plano Diretor.

Tabela 10 – Distribuição das Estações de Monitoramento da Qualidade da Água do Projeto Águas de Minas nas Sub-bacias da Bacia Hidrográfica do Rio Pará

Distribuição das Estações de Monitoramento da Qualidade da Água do Projeto Águas de Minas nas Sub-bacias da Bacia Hidrográfica do Rio Pará		
Sub-bacia	Estações de Monitoramento Atuais	Estações de Monitoramento Previstas
Alto Rio Pará	PA001 – PA002 – PA003	PA024 – PA026
Ribeirão Boa Vista		PA032
Rio Itapecerica	PA004 – PA007	PA030
Médio Rio Pará	PA005 – PA020	PA028 – PA034
Ribeirão da Paciência	PA010	
Rio São João	PA009 – PA011	PA036
Rio Lambari	PA015 – PA022	PA040
Rio do Peixe		PA042
Rio Picão	PA017 – PA021	
Baixo Rio Pará	PA013 – PA019	PA044

Fonte: IGAM. Processamento TESE Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.

Dentro da área de cobertura das estações abaixo apresentadas, o IGAM coordena o monitoramento da qualidade das águas superficiais. Os resultados das análises efetuadas nos 26 pontos são o reflexo do uso e ocupação do solo, da utilização do recurso hídrico e dos efluentes lançados nos corpos d'água nas bacias de contribuição dos mesmos. O material divulgado pelo IGAM em CD-ROM no ano 2006 contém as seguintes informações sobre a Bacia Hidrográfica do Rio Pará:

- 1) Para cada uma das UPGRH – Unidades de Planejamento de Gerenciamento de Recursos Hídricos – em que está dividido o Estado de Minas Gerais, no caso aqui se trata da Bacia Hidrográfica do Rio Pará, é apresentada:
 - a) A descrição de cada estação de amostragem;
 - b) O mapa para visualização e impressão;
 - c) O gráfico de parâmetros não conformes com a Resolução CONAMA 375 de 2005;
 - d) O gráfico apresentando o Índice de Qualidade das Águas – IQA para cada estação de amostragem.
- 2) A situação geral no Estado de Minas Gerais está representada demonstrando-se:
 - a) Variação média anual do IQA;
 - b) Variação média anual da contaminação por tóxicos;
 - c) Ocorrência de parâmetros em desconformidade com os limites da Deliberação Normativa COPAM nº. 10 de 1986;
 - d) Mortandade de peixes ao longo dos anos;
 - e) Resultados dos ensaios de toxicidade;
 - f) Outorgas concedidas.

- 3) As informações constantes em todas as bacias ou sub-bacias:
- a) Área de drenagem;
 - b) População total e população dos municípios com sede na bacia;
 - c) Número total de municípios;
 - d) Hidrelétricas;
 - e) Clima;
 - f) Usos do solo e da água;
 - g) Avaliação ambiental (Pressão x Estado x Resposta);
 - h) Ações de controle efetuadas após o lançamento do relatório do ano;
 - i) Número de outorgas superficiais e subterrâneas concedidas no ano com detalhes sobre o seu processo;
 - j) Gráfico com os parâmetros responsáveis pela Contaminação por Tóxicos – CT – média e alta na bacia;
 - k) Evolução temporal do IQA médio.
- 4) É apresentada, para cada estação de amostragem da Rede de Monitoramento, uma tabela contendo os dados de qualidade de água e dados hidrométricos. Nessa tabela encontram-se:
- a) Os resultados dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos;
 - b) Os valores do Índice de Qualidade da Água – IQA;
 - c) A Contaminação por Tóxicos;
 - d) Os resultados dos ensaios de toxicidade crônica das amostras coletadas durante as campanhas do ano.
 - e) São também apresentados os municípios que integram a área de contribuição direta e não cumulativa de cada estação, especificando se essa contribuição é total ou parcial e ainda se há uma contribuição da sede municipal.
 - f) Para cada estação de amostragem são traçados dois gráficos comparativos entre o IQA e a vazão. O primeiro deles (gráfico de variação do IQA) estão, para cada campanha do ano, os valores mínimo, médio e máximo de IQA já observados naquela estação de amostragem, o valor do IQA em cada trimestre do ano e a vazão calculada para o dia em que foi medida a qualidade da água na estação de amostragem. No segundo gráfico, faz-se uma comparação entre a evolução do IQA e a vazão média mensal em cada estação. Através desse gráfico, em alguns casos, é possível perceber o tipo predominante de poluição na região (pontual ou difusa). O valor de IQA, aumentando proporcionalmente à vazão, indica poluição pontual, pois sugere um efeito de diluição da água. Por outro lado, quando o valor do IQA é inversamente proporcional à vazão, supõe-se que a poluição difusa predomina no local. Estes gráficos são apresentados nos textos de Discussão dos Resultados e podem ser acessados através das estações de amostragem no mapa de qualidade das águas.
 - g) Nos textos de discussão dos resultados são apresentados os gráficos de variação temporal e espacial dos parâmetros de qualidade das águas, bem como os gráficos que correlacionam o IQA e a vazão no ponto de amostragem.

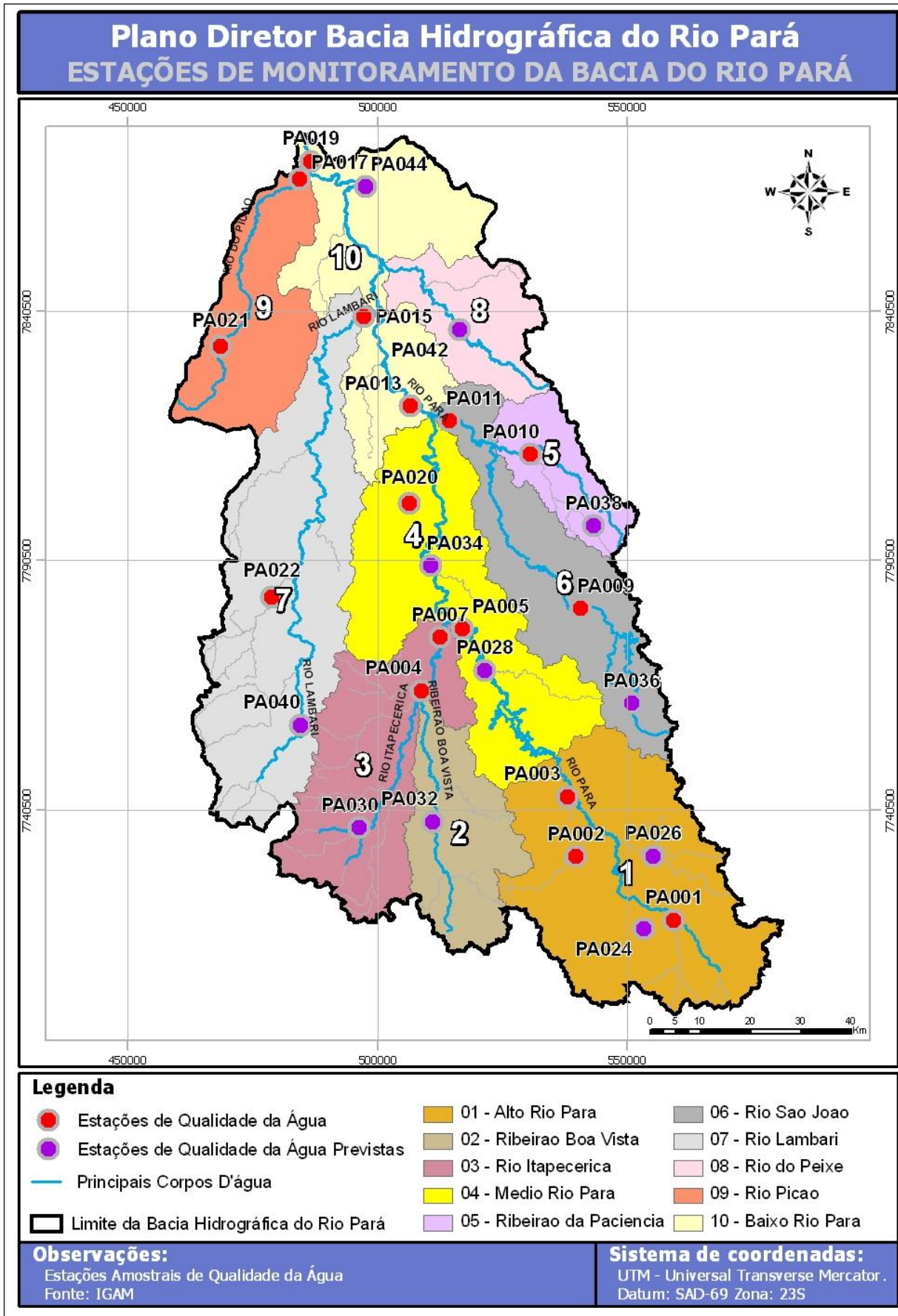


Figura 15 – Estações de Monitoramento de Qualidade das Águas Superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Pará

Fonte: IGAM. Processamento TESE Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.

Para a efetivação de um processo amplo de monitoramento, a partir do conhecimento regional proporcionado pelo Projeto Águas de Minas, utiliza-se uma rede fluviométrica para obtenção de vazões diárias (ANA), com 31 estações operando na Bacia Hidrográfica do Rio Pará (**Figura 11**).

As vazões diárias dependem diretamente da obtenção da curva-chave (relação entre o nível da água de um rio e a sua descarga líquida). A partir das curvas chaves com regionalização de vazões, são então disponibilizadas informações que permitirão o conhecimento das características de fluxo nos períodos das coletas de qualidade e das vazões em ordem de grandeza suficiente para o cálculo de balanço de massa e das cargas de poluentes nas águas.

Da **Figura 16** à **Figura 51** são apresentadas as bacias de contribuição das PA's existentes em cada sub-bacia da compartimentação hidromorfológica adotada para o Plano Diretor, juntamente com as estações fluviométricas. O objetivo é analisar a cobertura do monitoramento da qualidade das águas superficiais em cada sub-bacia e a proximidade existente entre as estações de qualidade e as estações fluviométricas existentes.

Adicionalmente, foram analisadas as matrizes de fontes de poluição construídas para cada trecho do enquadramento e, para as situações onde a concentração de DBO passou em 50% o limite da classe atribuída para o trecho, sugere-se no presente relatório também a instalação de uma estação de qualidade juntamente com uma estação fluviométrica no exutório da bacia de contribuição do respectivo trecho.

O levantamento final das estações fluviométricas que, a princípio estão atendendo as estações de qualidade existentes, pelo fato de estarem posicionadas no mesmo local ou bastante próximas, está expresso na **Tabela 11**.

Nesta tabela “ANA/IGAM” significa que estas são as estações da ANA que já são utilizadas pelo IGAM, no monitoramento de qualidade das águas superficiais e, “ANA/PLANO DIRETOR” são as estações da ANA selecionadas para os cálculos hidrológicos realizados no Plano Diretor, pela consistência de seus dados sendo, portanto, uma estação indicada para este monitoramento.

Tabela 11 – Estações de Qualidade e Fluviométricas Coincidentes na Bacia Hidrográfica do Rio Pará

Estações de Qualidade e Fluviométricas Coincidentes na Bacia Hidrográfica do Rio Pará		
Estação de Qualidade	Estação Fluviométrica	Distância da Estação de Qualidade
PA001	ANA/IGAM	Coincidente
PA002	ANA/IGAM	Coincidente
PA003	ANA/IGAM E CEMIG	Coincidente
PA004	ANA/PLANO DIRETOR	Coincidente
PA005	ANA/IGAM	Coincidente
PA009	ANA/IGAM	Aproximadamente 1 km
PA010	ANA/IGAM	Coincidente
PA013	ANA/IGAM	Coincidente
PA030	ANA/PLANO DIRETOR	Aproximadamente 2 km

Fonte: Processamento TESE Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.

8.5.1 Sub-bacia Alto Rio Pará

Na Sub-bacia Alto Rio Pará (**Figura 16**), das cinco estações de qualidade do Projeto "Águas de Minas" existentes, três estão atendidas com estações fluviométricas próximas (PA001, PA002 e PA003). As estações PA024 e PA026 não estão atendidas por coletas de vazão simultâneas. Adicionalmente percebe-se, que esta sub-bacia da Bacia Hidrográfica do Rio Pará não possui uma estação de qualidade em seu exutório, o que seria importante para a futura gestão da Bacia, uma vez adotada a nova compartimentação. A área com fundo branco na Sub-bacia Alto Rio Pará (**Figura 16**) indica que ali não existe monitoramento de qualidade, coberto somente pela área com fundo amarelo.

8.5.1.1 Sub-Bacia Alto Rio Pará – Estações Existentes

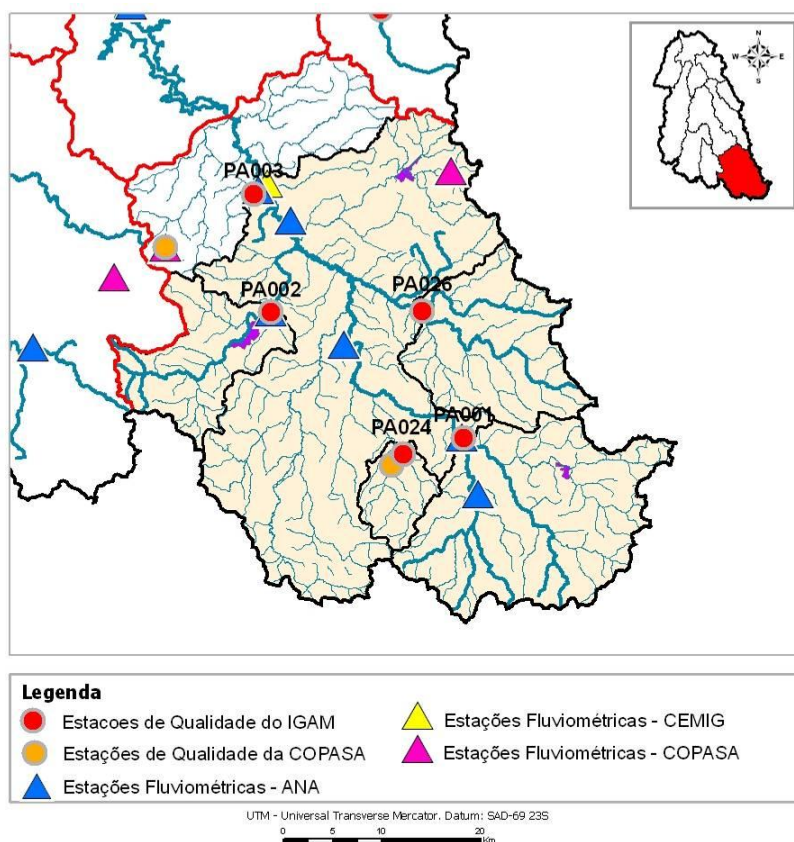


Figura 16 – Sub-bacia Alto Rio Pará e suas Estações de Qualidade e Fluviométricas

Fonte: Processamento TESE Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.

Diante da proposta de gestão da Bacia Hidrográfica do Rio Pará por sub-bacias da compartimentação hidromorfológica adotada para o Plano Diretor, sugere-se adicionar uma estação de qualidade no exutório da Sub-bacia Alto Rio Pará, juntamente com uma estação fluviométrica.

Também é importante a obtenção dos dados levantados nas duas estações de qualidade da COPASA existentes nesta sub-bacia, para servir como insumo adicional nas análises efetuadas, sendo que uma delas já está acompanhada de estação fluviométrica.

Entre os trechos do enquadramento proposto localizados nesta sub-bacia, os trechos 3, 4, 5, 8, 10, 11, Itaguara, Ribeirão Passa Tempo, Japão Grande e Córrego da Pedra (**Figura 17**) apresentaram desconformidade com sua classe nas matrizes de fontes de poluição construídas neste Plano Diretor, considerando sua elevada concentração de DBO. Sugere-se um monitoramento mais eficaz destes trechos, com a instalação de uma estação de qualidade e

uma fluviométrica nos exutórios de suas bacias de contribuição. A situação atual, tendencial e uma proposta de redução de carga para cada um destes trechos estão apresentadas em detalhes no Relatório da **Etapa 9** deste Plano Diretor.

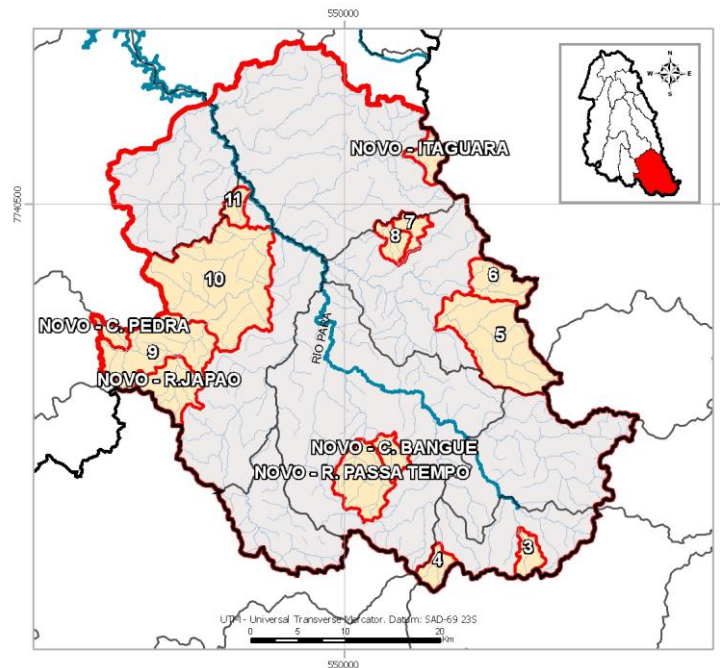


Figura 17 – Trechos Objeto de Enquadramento Específico na Sub-bacia Alto Rio Pará
 Fonte: Processamento TESE Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.

8.5.1.2 Sub-Bacia Alto Rio Pará – Estações Propostas

A **Figura 18** ilustra os locais sugeridos para a instalação das novas estações propostas.

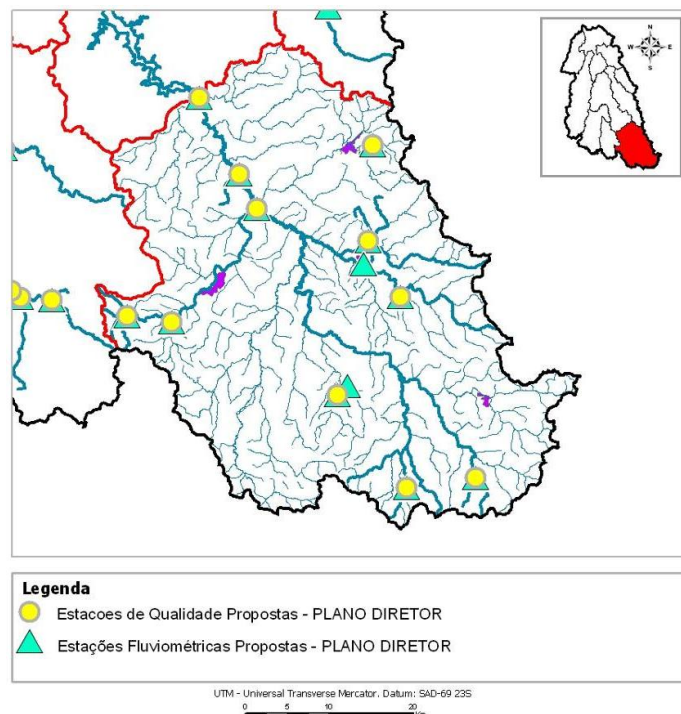


Figura 18 – Estações Fluviométricas e de Qualidade Propostas para a Sub-bacia Alto Rio Pará
 Fonte: Processamento TESE Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.

Concluindo, para a Sub-bacia Alto Rio Pará serão necessárias 11 novas estações de qualidade e 13 novas estações fluviométricas. Existe uma estação de qualidade da COPASA no exutório da bacia de contribuição do trecho Ribeirão Passa Tempo que poderia ser aproveitada para o seu monitoramento, em substituição à estação de qualidade ali sugerida.

8.5.2 Sub-bacia Ribeirão Boa Vista

Na Sub-bacia Ribeirão Boa Vista (**Figura 20**), a estação de qualidade do Projeto "Águas de Minas" existente (PA032) não está atendida com estação fluviométrica próxima. A estação PA004 não está localizada na Sub-bacia Ribeirão Boa Vista. Ela está no Rio Itapecerica, antes do Ribeirão Boa Vista nele desembocar (**Figura 19**).

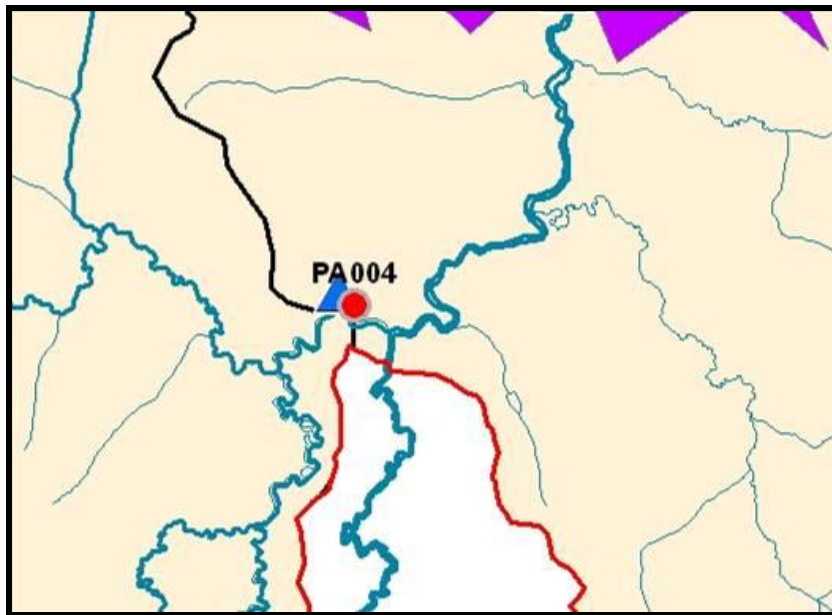


Figura 19 – Detalhe da Localização da PA004

Fonte: Processamento TESE Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.

Seria importante para a futura gestão da Bacia Hidrográfica do Rio Pará que a Sub-bacia Ribeirão Boa Vista tivesse uma estação de qualidade em seu exutório, uma vez adotada a nova compartimentação. A área com fundo branco na Sub-bacia Ribeirão Boa Vista (**Figura 20**) indica que ali não existe monitoramento de qualidade, coberto somente pela área com fundo amarelo.

8.5.2.1 Sub-Bacia Ribeirão Boa Vista – Estações Existentes

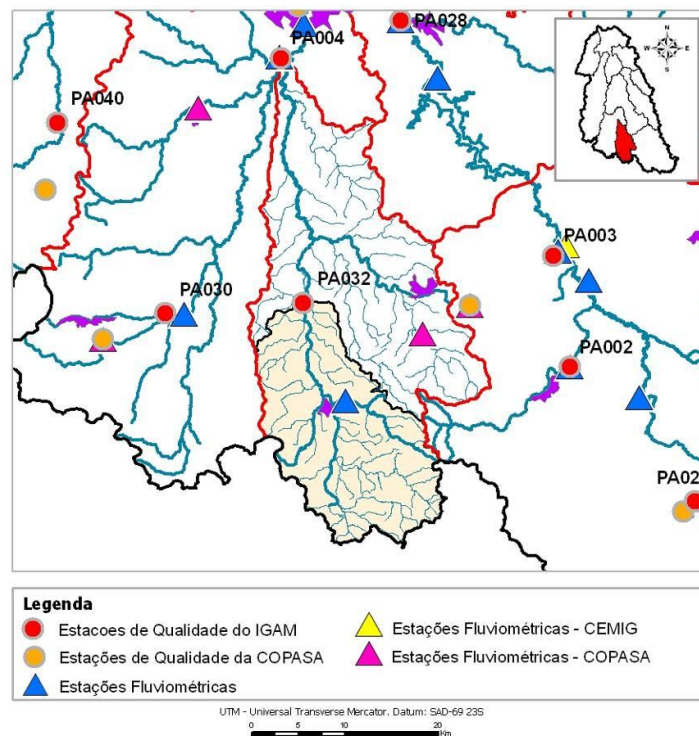


Figura 20 – Sub-bacia Ribeirão Boa Vista e suas Estações de Qualidade e Fluviométricas

Fonte: Processamento TESE Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.

Também é importante a obtenção dos dados levantados na estação de qualidade da COPASA existente nesta sub-bacia, para servir como insumo adicional nas análises efetuadas.

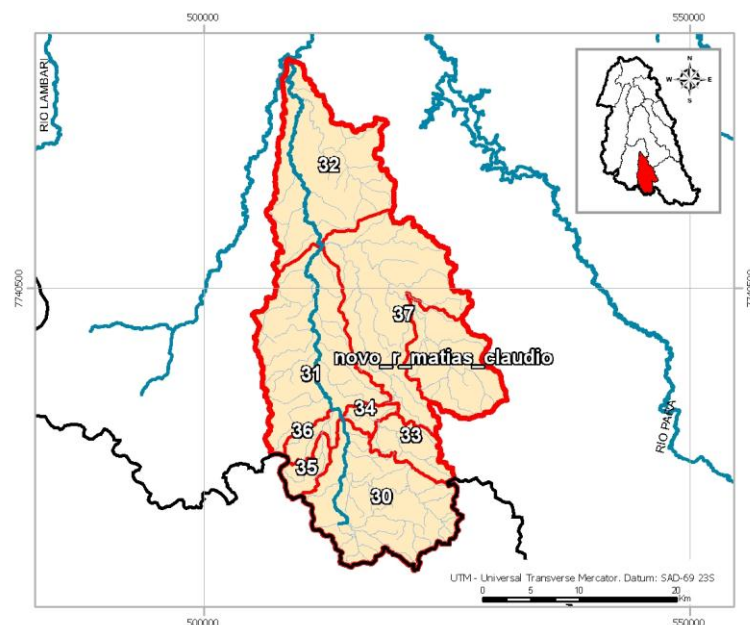


Figura 21 – Trechos Objeto de Enquadramento Específico na Sub-bacia Ribeirão Boa Vista

Fonte: Processamento TESE Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.

Entre os trechos de enquadramento localizados nesta sub-bacia, os trechos 31, 32, 33 e 34 (**Figura 21**) apresentaram desconformidade com sua classe nas matrizes de fontes de poluição construídas neste Plano Diretor, considerando sua elevada concentração de DBO. Sugere-se um monitoramento mais eficaz destes trechos, com a instalação de uma estação de qualidade

e uma fluviométrica nos exutórios de suas bacias de contribuição. A situação atual, tendencial e uma proposta de redução de carga para cada um destes trechos estão apresentadas em detalhes no Relatório da **Etapa 9** deste Plano Diretor.

8.5.2.2 Sub-Bacia Ribeirão Boa Vista – Estações Propostas

A **Figura 22** ilustra os locais sugeridos para a instalação das novas estações propostas.

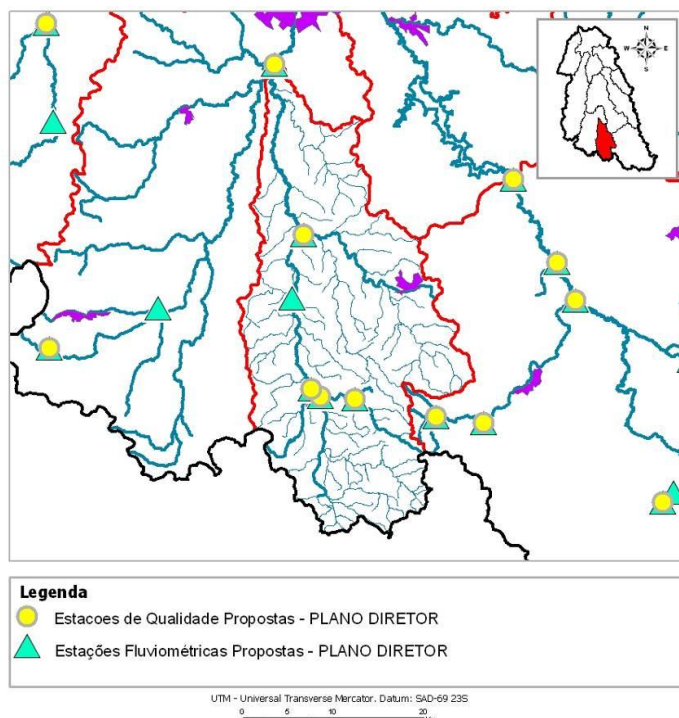


Figura 22 – Estações Fluviométricas e de Qualidade Propostas para a Sub-bacia Ribeirão Boa Vista

Fonte: Processamento TESE Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.

Concluindo, para a Sub-bacia Ribeirão Boa Vista serão necessárias 5 novas estações de qualidade e 6 novas estações fluviométricas.

8.5.3 Sub-bacia Rio Itapecerica

Na Sub-bacia Rio Itapecerica (**Figura 24**), das três estações de qualidade do Projeto "Águas de Minas" existentes, somente a PA004 está atendida com estação fluviométrica próxima. As estações PA030 e PA007 não estão atendidas por coletas de vazão simultâneas. Adicionalmente percebe-se, que esta sub-bacia da Bacia Hidrográfica do Rio Pará não possui uma estação de qualidade em seu exutório, o que seria importante para a futura gestão da Bacia, uma vez adotada a nova compartimentação. A área com fundo branco na Sub-bacia Rio Itapecerica (**Figura 23**) indica que ali não existe monitoramento de qualidade, coberto somente pela área com fundo amarelo. É uma área pequena, porém de grande importância pela presença da sede urbana do Município de Divinópolis.

A estação PA007 está localizada à aproximadamente 5 quilômetros do exutório da Sub-bacia Rio Itapecerica (**Figura 23**) Sugere-se, portanto, que sejam instaladas uma estação de qualidade e uma fluviométrica no exutório da Sub-bacia Rio Itapecerica, para um melhor monitoramento desta sub-bacia.

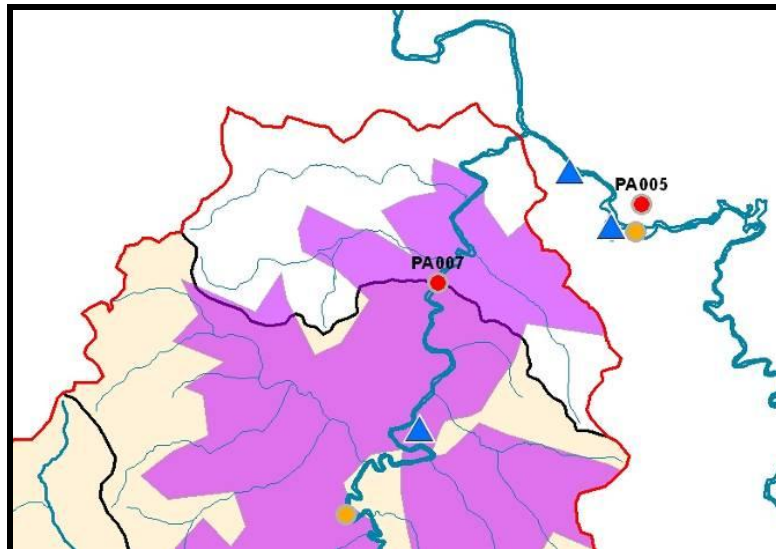


Figura 23 – Detalhe da Localização da PA007 na Sub-bacia Rio Itapecerica

Fonte: Processamento TESE Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.

8.5.3.1 Sub-Bacia Rio Itapecerica – Estações Existentes

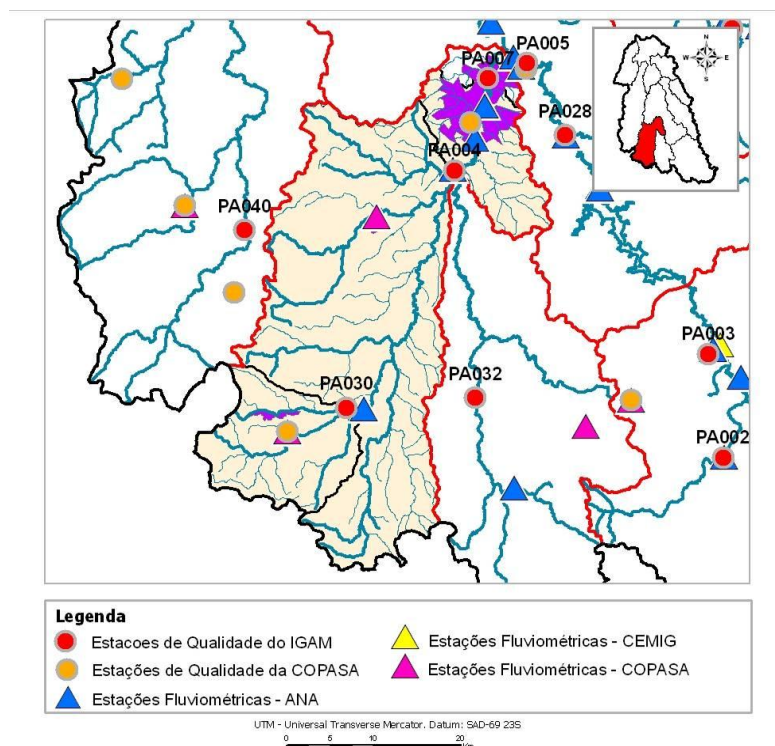


Figura 24 – Sub-bacia Rio Itapecerica e suas Estações de Qualidade e Fluviométricas

Fonte: Processamento TESE Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.

Sugere-se a instalação de uma estação fluviométrica na estação de número 030 ou o deslocamento da estação que se encontra hoje a uma distância aproximada de 2 km do local. Sugere-se também a obtenção dos dados levantados nas duas estações de qualidade da COPASA existentes nesta sub-bacia, para servir como insumo adicional nas análises efetuadas.

Entre os trechos de enquadramento localizados nesta sub-bacia, o trecho 19 apresentou desconformidade com sua classe na matriz de fontes de poluição construída neste Plano Diretor, considerando sua elevada concentração de DBO. Sugere-se um monitoramento mais

eficaz deste trecho, com a instalação de uma estação de qualidade e uma fluviométrica no exutório de sua bacia de contribuição. A situação atual, tendencial e uma proposta de redução de carga para este trecho estão apresentadas em detalhes no Relatório da **Etapa 9** deste Plano Diretor.

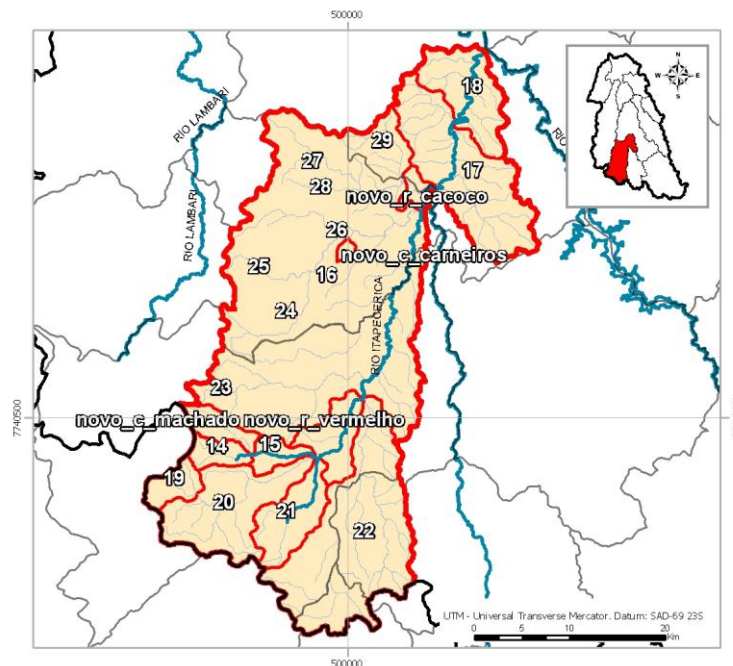


Figura 25 – Trechos Objeto de Enquadramento Específico na Sub-bacia Rio Itapeçerica
 Fonte: Processamento TESE Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.

8.5.3.2 Sub-Bacia Rio Itapeçerica – Estações Propostas

A **Figura 26** ilustra os locais sugeridos para a instalação das novas estações propostas.

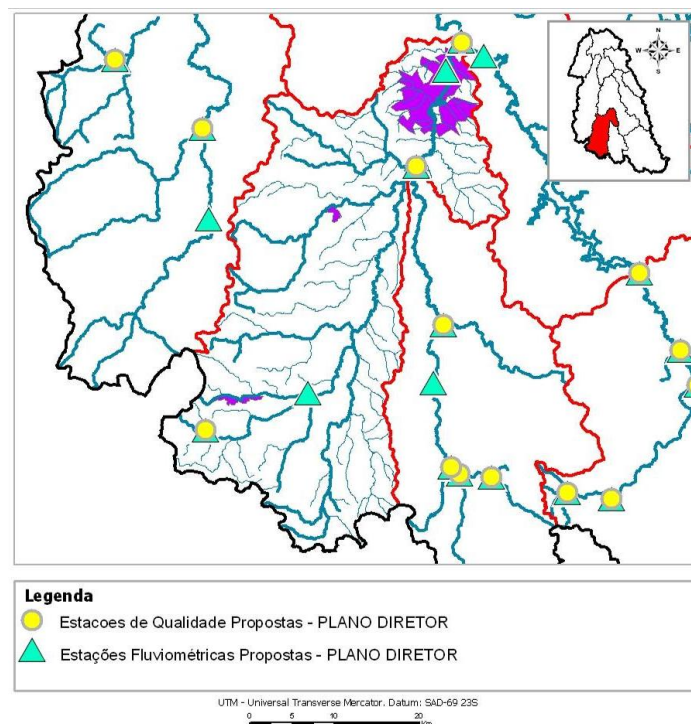


Figura 26 – Estações Fluviométricas e de Qualidade Propostas para a Sub-bacia Rio Itapeçerica
 Fonte: Processamento TESE Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.

Concluindo, para a Sub-bacia Rio Itapeçerica serão necessárias 2 novas estações de qualidade e 4 novas estações fluviométricas.

8.5.4 Sub-bacia Médio Rio Pará

Na Sub-bacia Médio Rio Pará (**Figura 29**), das quatro estações de qualidade do Projeto "Águas de Minas" existentes, somente a PA028 está atendida com estação fluviométrica próxima. As estações PA005, PA034 e PA020 não estão atendidas por coletas de vazão simultâneas. Existe uma estação fluviométrica a aproximadamente 900 metros da estação PA020 e outra a aproximadamente 800 metros da estação PA005, que poderiam ser utilizadas. É possível que a coordenada das estações de qualidade do projeto Águas de Minas precisem ser revistas. No caso da estação PA005, por exemplo, é nítida a impressão da existência de um deslocamento que não condiz com a realidade. É bem provável que ela esteja localizada bem próxima ou no mesmo local da estação fluviométrica da ANA que está localizada sobre o rio. (**Figura 27**)

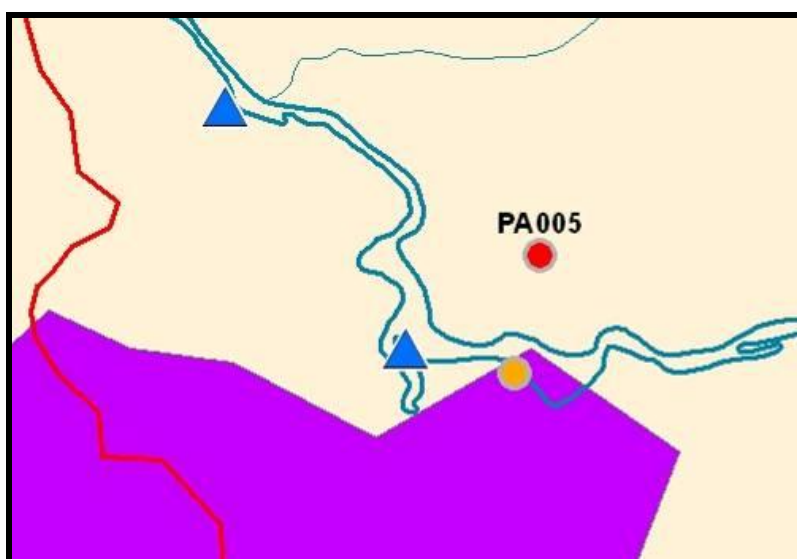


Figura 27 – Detalhe da Localização da PA005 em Relação à Estação Fluviométrica da ANA Mais Próxima

Fonte: Processamento TESE Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.

Adicionalmente, percebe-se que esta sub-bacia da Bacia Hidrográfica do Rio Pará não possui uma estação de qualidade em seu exutório, o que seria importante para a futura gestão da Bacia, uma vez adotada a nova compartimentação. A área com fundo branco na Sub-bacia Médio Rio Pará (**Figura 29**) indica que ali não existe monitoramento de qualidade, coberto somente pela área com fundo amarelo.

Porém, existem as estações PA011 e PA013 no Rio Pará, à montante e à jusante do exutório desta sub-bacia respectivamente, que poderiam responder ao monitoramento da qualidade das águas desta sub-bacia. Porém, a distância de ambas ao seu exutório é de aproximadamente 4 km e a PA013 recebe também os efluentes da cidade de Pitangui, que está fora desta sub-bacia. (**Figura 28**)

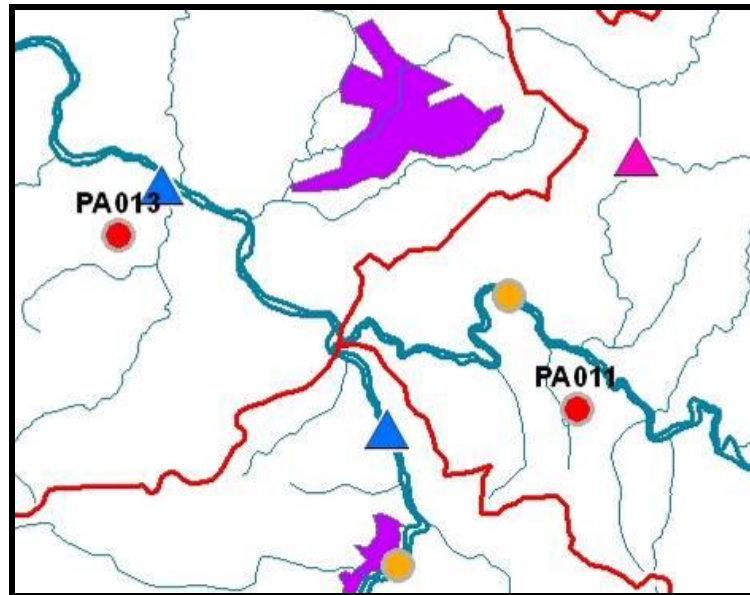


Figura 28 – Detalhe da Localização da PA011 e da PA013 em Relação à Sub-bacia Médio Rio Pará
 Fonte: Processamento TESE Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.

8.5.4.1 Sub-Bacia Médio Rio Pará – Estações Existentes

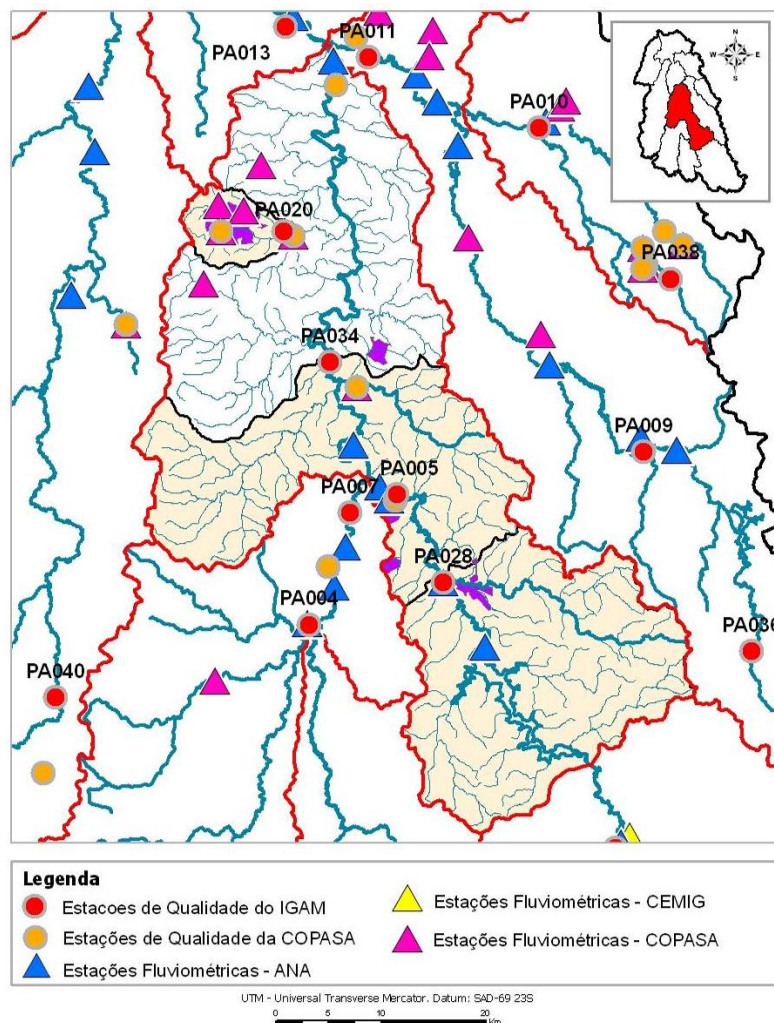


Figura 29 – Sub-bacia Médio Rio Pará e suas Estações de Qualidade e Fluviométricas
 Fonte: Processamento TESE Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.

8.5.4.2 Sub-Bacia Médio Rio Pará – Estações Propostas

Sugere-se, portanto, a instalação de uma estação de qualidade e uma fluviométrica no exutório da Sub-bacia Médio Rio.

Sugere-se também a obtenção dos dados levantados nas cinco estações de qualidade da COPASA existentes nesta sub-bacia, para servir como insumo adicional nas análises efetuadas, sendo que três delas já estão acompanhadas de estações fluviométricas. (**Figura 30**)

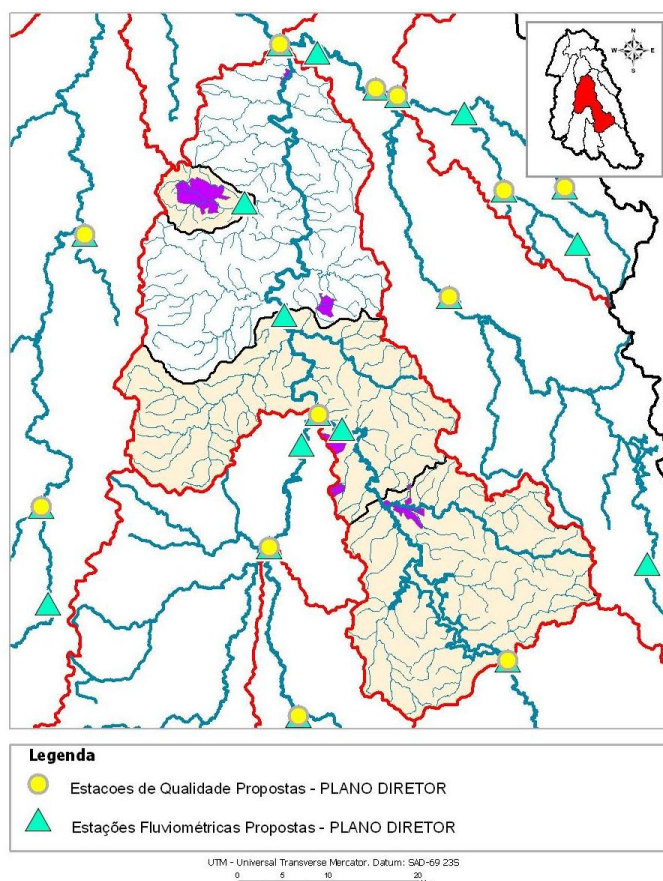


Figura 30 – Estações Fluviométricas e de Qualidade Propostas para a Sub-bacia Médio Rio Pará

Fonte: Processamento TESE Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.

Concluindo, para a Sub-bacia Médio Rio Pará será necessário a instalação de uma nova estação de qualidade.

8.5.5 Sub-bacia Ribeirão da Paciência

Na Sub-bacia Ribeirão da Paciência (**Figura 32**), a única estação de qualidade do Projeto "Águas de Minas" existente não é atendida com estação fluviométrica próxima. A estação fluviométrica mais próxima da PA010 está a aproximadamente 1,3 quilômetros. (**Figura 31**)

Adicionalmente, percebe-se que esta sub-bacia da Bacia Hidrográfica do Rio Pará não possui uma estação de qualidade em seu exutório, o que seria importante para a futura gestão da Bacia, uma vez adotada a nova compartimentação. A área com fundo branco na Sub-bacia Ribeirão da Paciência (**Figura 32**) indica que ali não existe monitoramento de qualidade, coberto somente pela área com fundo amarelo.

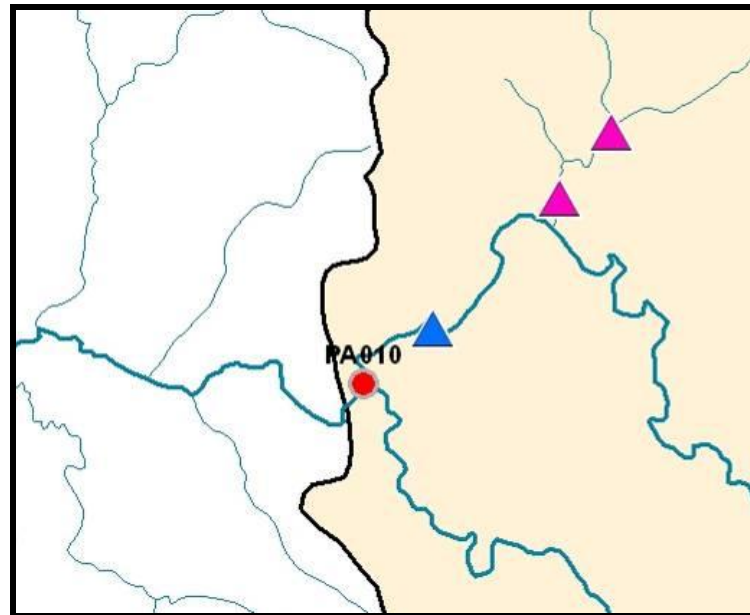


Figura 31 – Localização da Estação PA010 em Relação à Estação Fluviométrica da ANA Mais Próxima

Fonte: Processamento TESE Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.

8.5.5.1 Sub-Bacia Ribeirão da Paciência – Estações Existentes

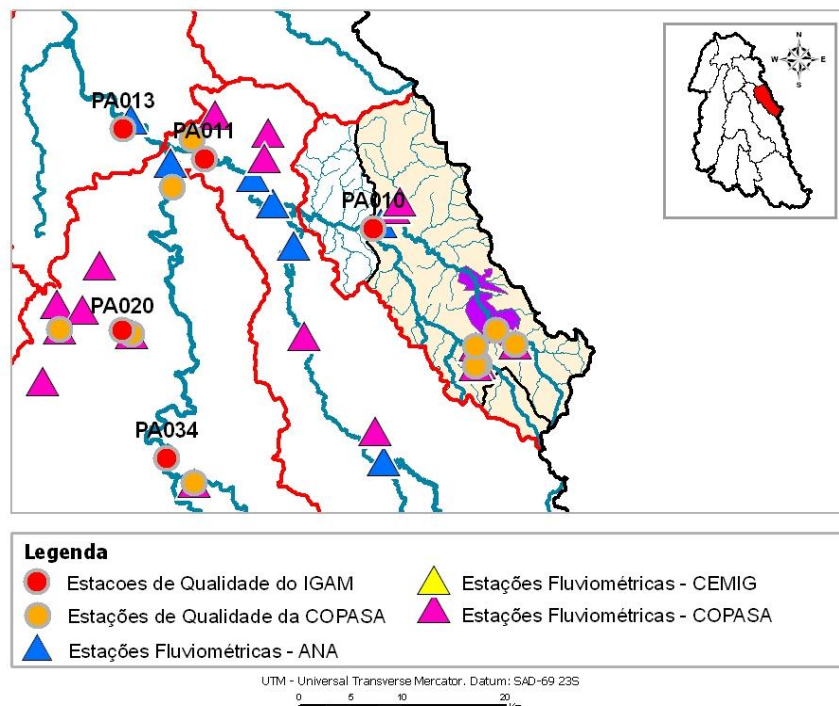


Figura 32 – Sub-bacia Ribeirão da Paciência e suas Estações de Qualidade e Fluviométricas

Fonte: Processamento TESE Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.

Sugere-se, portanto, a instalação de uma estação de qualidade e uma fluviométrica no exutório da Sub-bacia Ribeirão da Paciência. (**Figura 34**)

Sugere-se também a obtenção dos dados levantados nas cinco estações de qualidade da COPASA existentes nesta sub-bacia, para servir como insumo adicional nas análises efetuadas, sendo que quatro delas já estão acompanhadas de estações fluviométricas. (**Figura 34**)

Entre os trechos de enquadramento localizados nesta sub-bacia, os trechos 44 e 47 (**Figura 33**) apresentaram desconformidade com sua classe nas matrizes de fontes de poluição construídas neste Plano Diretor, considerando sua elevada concentração de DBO. Sugere-se um monitoramento mais eficaz destes trechos com a instalação de uma estação de qualidade e uma fluviométrica no exutório da bacia de contribuição de cada uma (**Figura 34**). A situação atual, tendencial e uma proposta de redução de carga para estes trechos estão apresentadas em detalhes no Relatório da **Etapa 9** deste Plano Diretor.

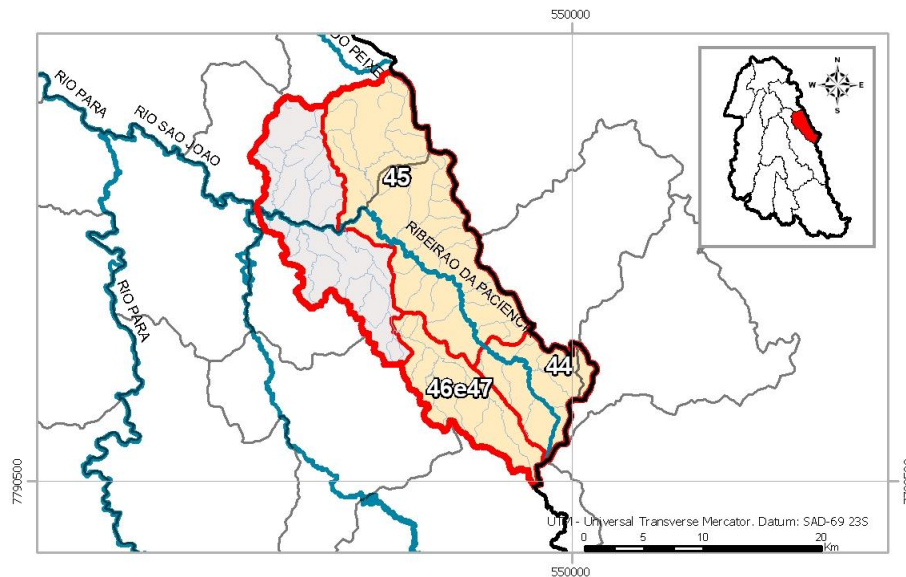


Figura 33 – Trechos Objeto de Enquadramento Específico na Sub-bacia Ribeirão da Paciência

Fonte: Processamento TESE Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.

8.5.5.2 Sub-Bacia Ribeirão da Paciência – Estações Propostas

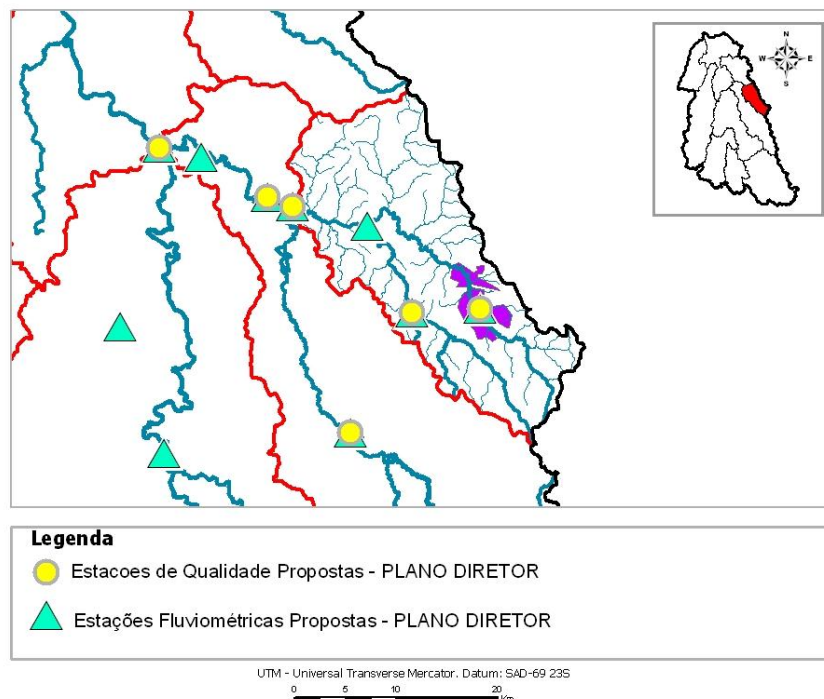


Figura 34 – Estações Fluviométricas e de Qualidade Propostas para a Sub-bacia Ribeirão da Paciência

Fonte: Processamento TESE Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.

Concluindo, para a Sub-bacia Ribeirão da Paciência serão necessárias três novas estações de qualidade.

8.5.6 Sub-bacia Rio São João

Na Sub-bacia Rio São João (**Figura 37**), das três estações de qualidade do Projeto "Águas de Minas" existentes, somente a PA009 está atendida com estação fluviométrica próxima. Porém, existe a possibilidade do posicionamento de a mesma estar exatamente sobre a estação fluviométrica da ANA, pois a descrição desta estação diz que ela se encontra no Rio São João, a jusante da cidade de Itaúna, exatamente onde está a estação da ANA. (**Figura 35**)

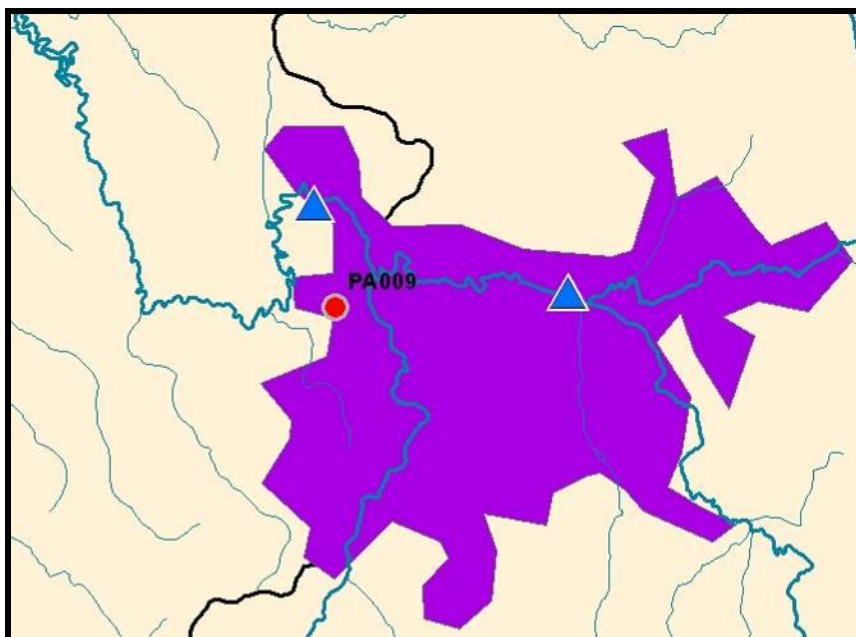


Figura 35 – Localização da Estação PA009 em Relação à Estação Fluviométrica mais Próxima da ANA.

Fonte: Processamento TESE Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.

Adicionalmente, percebe-se que esta sub-bacia da Bacia Hidrográfica do Rio Pará não possui uma estação de qualidade em seu exutório, o que seria importante para a futura gestão da Bacia, uma vez adotada a nova compartimentação. A área com fundo branco na Sub-bacia Rio São João (**Figura 38**) indica que ali não existe monitoramento de qualidade, coberto somente pela área com fundo amarelo.

Sugere-se, portanto, a instalação de uma estação de qualidade e uma fluviométrica no exutório da Sub-bacia Rio São João. (**Figura 38**)

Sugere-se também a obtenção dos dados levantados na estação de qualidade da COPASA existente nesta sub-bacia, para servir como insumo adicional nas análises efetuadas. (**Figura 38**)

Entre os trechos de enquadramento localizados nesta sub-bacia, os trechos novos Córrego dos Mateus e Ribeirão da Onça (**Figura 36**) apresentaram desconformidade com sua classe nas matrizes de fontes de poluição construídas neste Plano Diretor, considerando sua elevada concentração de DBO. Sugere-se um monitoramento mais eficaz destes trechos com a instalação de uma estação de qualidade e uma fluviométrica no exutório da bacia de contribuição de cada um (**Figura 38**). A situação atual, tendencial e uma proposta de redução de carga para estes trechos estão apresentadas em detalhes no Relatório da **Etapa 9** deste Plano Diretor.

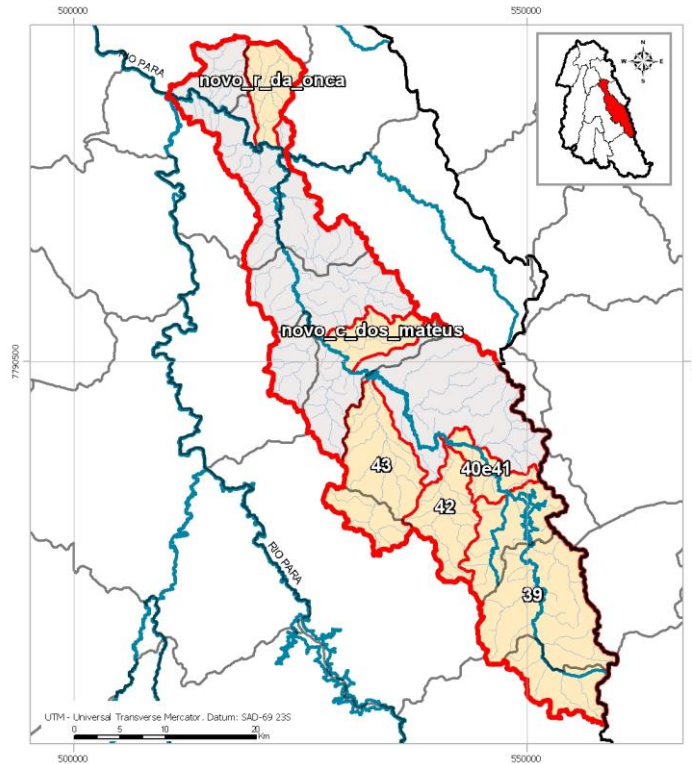


Figura 36 – Trechos Objeto de Enquadramento Específico na Sub-bacia Rio São João
 Fonte: Processamento TESE Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.

8.5.6.1 Sub-Bacia Rio São João – Estações Existentes

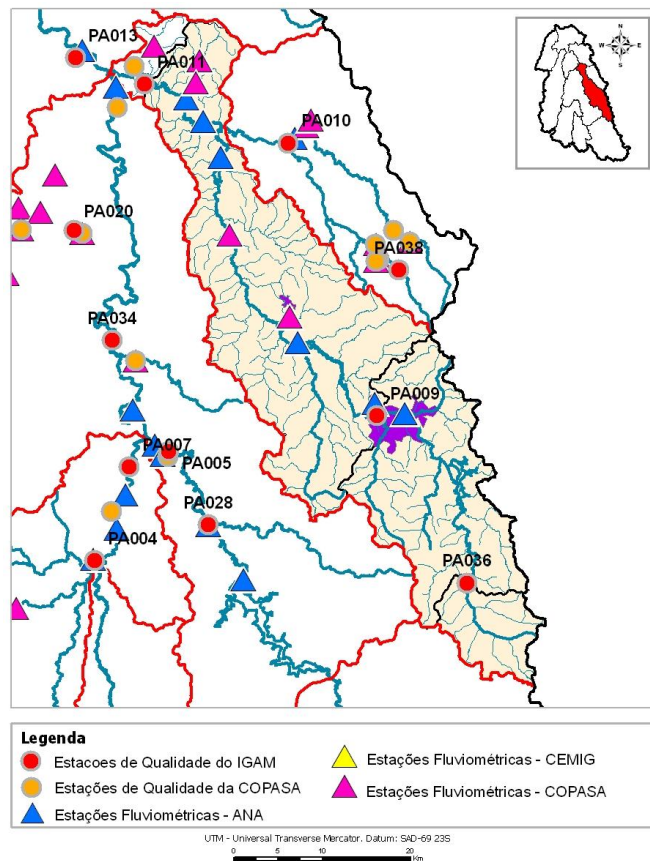


Figura 37 – Sub-bacia Rio São João e suas Estações de Qualidade e Fluviométricas
 Fonte: Processamento TESE Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.

8.5.6.2 Sub-Bacia Rio São João – Estações Sugeridas

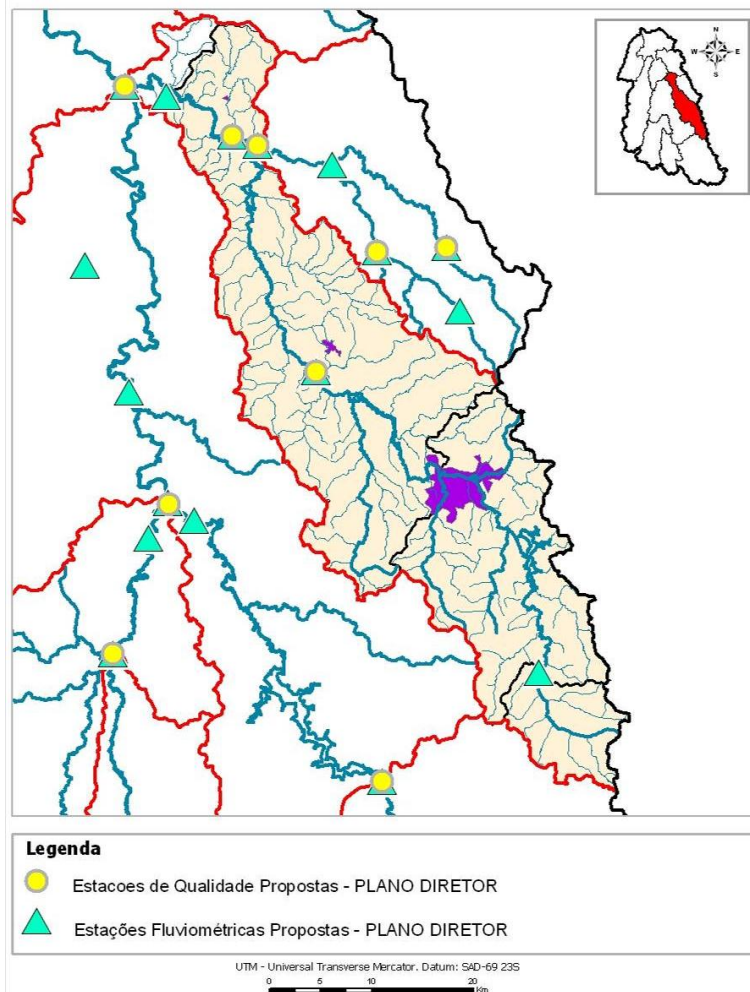


Figura 38 – Estações Fluviométricas e de Qualidade Propostas para a Sub-bacia Rio São João

Fonte: Processamento TESE Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.

Concluindo, para a Sub-bacia Rio São João serão necessárias três novas estações de qualidade.

8.5.7 Sub-bacia Rio Lambari

Na Sub-bacia Rio Lambari (**Figura 41**), das três estações de qualidade do Projeto "Águas de Minas" existentes, nenhuma está atendida com estação fluviométrica próxima.

Adicionalmente, percebe-se que esta sub-bacia da Bacia Hidrográfica do Rio Pará não possui uma estação de qualidade em seu exutório, o que seria importante para a futura gestão da Bacia, uma vez adotada a nova compartimentação. Porém, a área com fundo branco, indicando a ausência de monitoramento de qualidade na Sub-bacia Rio Lambari é muito pequena. (**Figura 39**).

Existe ainda a possibilidade de um pequeno deslocamento na localização da estação PA015 que poderá aproximá-la ainda mais, depois de revistas as suas coordenadas, da foz do Rio Pará. Portanto, não há necessidade da instalação de uma estação de qualidade no exutório da Sub-bacia Rio Lambari, pois ela está atendida.

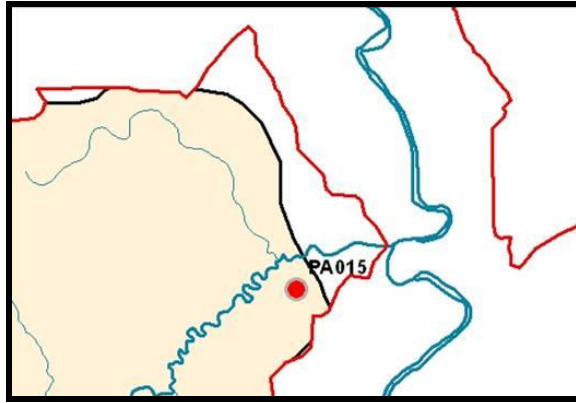


Figura 39 – Localização da PA015 na Sub-bacia Rio Lambari

Fonte: Processamento TESE Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.

Também é importante a obtenção dos dados levantados nas cinco estações de qualidade da COPASA existentes nesta sub-bacia, para servir como insumo adicional nas análises efetuadas, considerando que três delas já possuem estações fluviométricas instaladas no mesmo local. (**Figura 41**)

Entre os trechos de enquadramento localizados nesta sub-bacia, os trechos 54, 58 e 60 (**Figura 40**) apresentaram desconformidade com sua classe nas matrizes de fontes de poluição construídas neste Plano Diretor, considerando sua elevada concentração de DBO. Sugere-se um monitoramento mais eficaz destes trechos com a instalação de uma estação de qualidade e uma fluviométrica no exutório da bacia de contribuição de cada um (**Figura 42**). A situação atual, tendencial e uma proposta de redução de carga para estes trechos estão apresentadas em detalhes no Relatório da **Etapa 9** deste Plano Diretor.

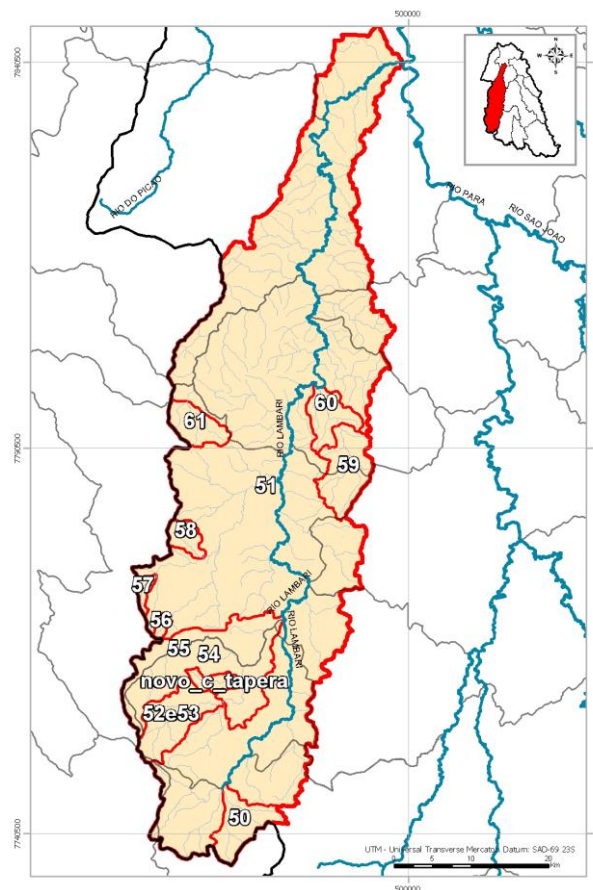


Figura 40 – Trechos Objeto de Enquadramento Específico na Sub-bacia Rio Lambari

Fonte: Processamento TESE Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.

8.5.7.1 Sub-Bacia Rio Lambari – Estações Existentes

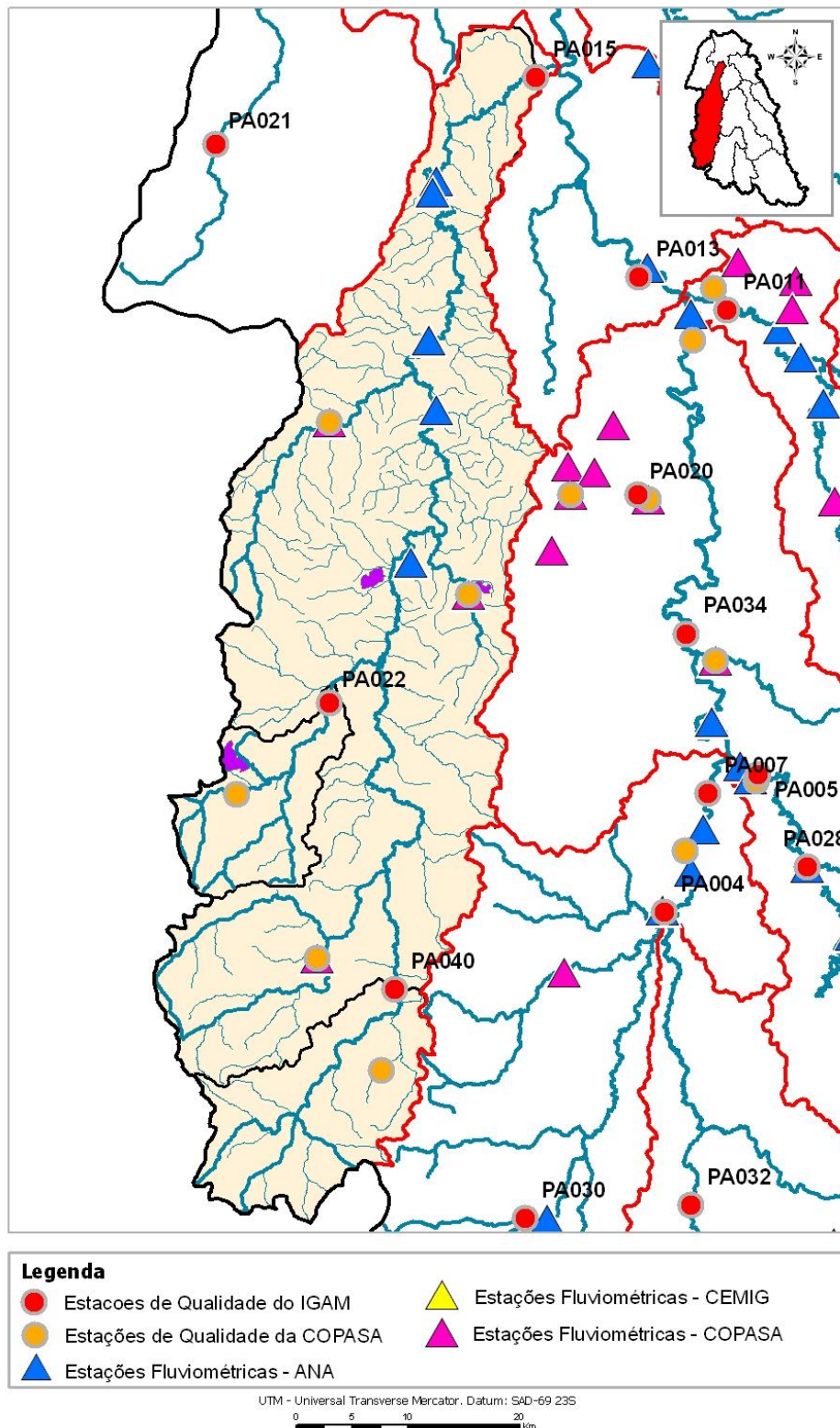


Figura 41 – Sub-bacia Rio Lambari e suas Estações de Qualidade e Fluviométricas

Fonte: Processamento TESE Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.

8.5.7.2 Sub-Bacia Rio Lambari – Estações Sugeridas

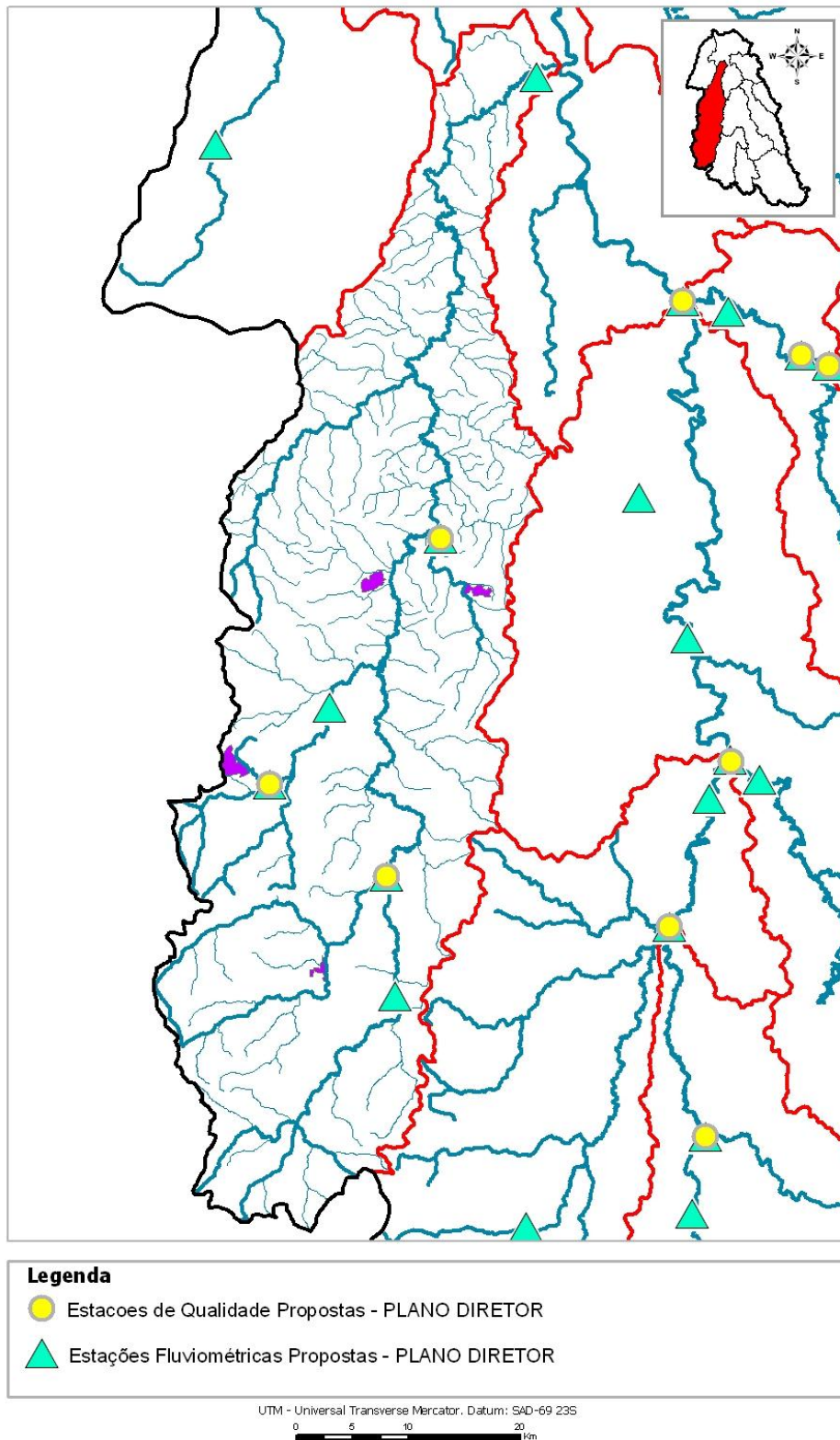


Figura 42– Estações Fluviométricas e de Qualidade Propostas para a Sub-bacia Rio Lambari

Fonte: Processamento TESE Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.

Concluindo, para a Sub-bacia Rio Lambari serão necessárias três novas estações de qualidade.

8.5.8 Sub-bacia Rio do Peixe

Na Sub-bacia Rio do Peixe (**Figura 43**), a única estação de qualidade do Projeto "Águas de Minas" existente não está atendida com estação fluviométrica próxima. Adicionalmente, percebe-se que esta sub-bacia da Bacia Hidrográfica do Rio Pará não possui uma estação de qualidade em seu exutório, o que seria importante para a futura gestão da Bacia, uma vez adotada a nova compartimentação. A área com fundo branco na Sub-bacia Rio do Peixe indica que ali não existe monitoramento de qualidade, coberto somente pela área com fundo amarelo.

8.5.8.1 Sub-Bacia Rio do Peixe – Estações Existentes

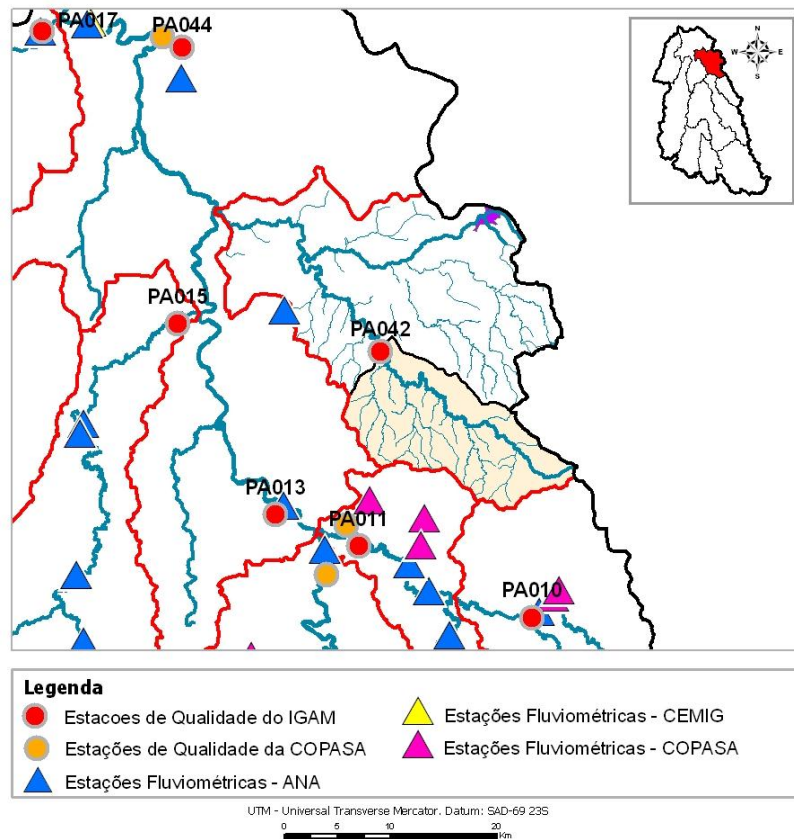


Figura 43 – Sub-bacia Rio do Peixe e suas Estações de Qualidade e Fluviométricas

Fonte: Processamento TESE Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.

8.5.8.2 Sub-Bacia Rio do Peixe – Estações Propostas

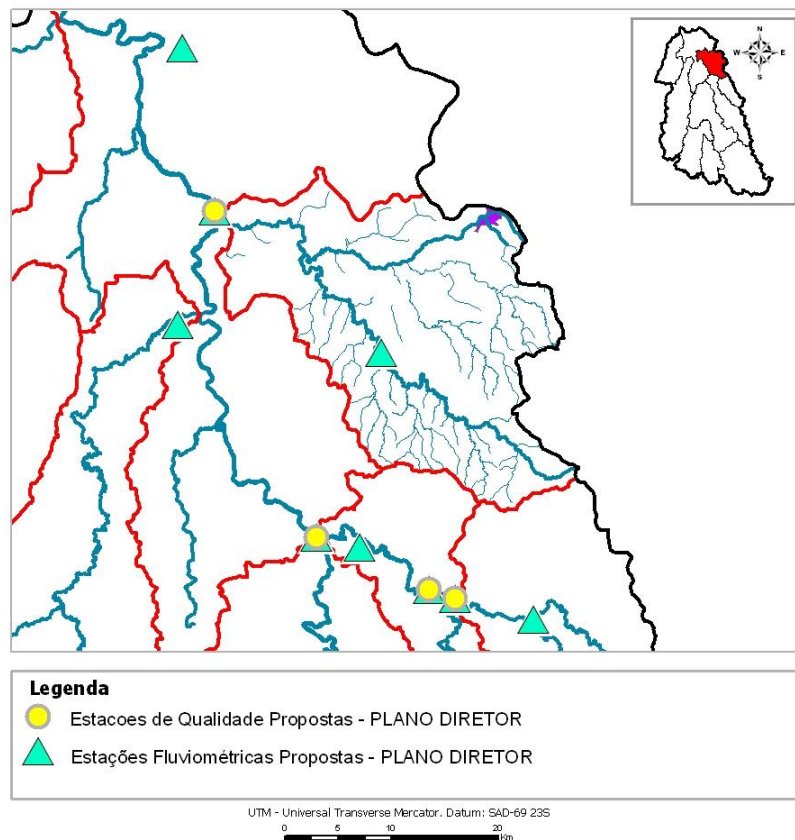


Figura 44 – Estações Fluviométricas e de Qualidade Propostas para a Sub-bacia Rio do Peixe

Fonte: Processamento TESE Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.

Sugere-se, portanto, a instalação de uma estação de qualidade e uma fluviométrica no exutório da Sub-bacia Rio do Peixe e de uma estação fluviométrica na estação PA042. (**Figura 44**)

Concluindo, para a Sub-bacia Rio do Peixe será necessário a instalação de uma nova estação de qualidade.

8.5.9 Sub-bacia Rio Picão

Na Sub-bacia Rio Picão (**Figura 46**), das duas estações de qualidade do Projeto "Águas de Minas" existentes uma não está atendida com estação fluviométrica próxima. Adicionalmente, percebe-se que esta sub-bacia da Bacia Hidrográfica do Rio Pará não possui uma estação de qualidade em seu exutório, o que seria importante para a futura gestão da Bacia, uma vez adotada a nova compartimentação. Porém, a área com fundo branco, indicando a ausência de monitoramento de qualidade na Sub-bacia Rio Picão é muito pequena. (**Figura 45**).

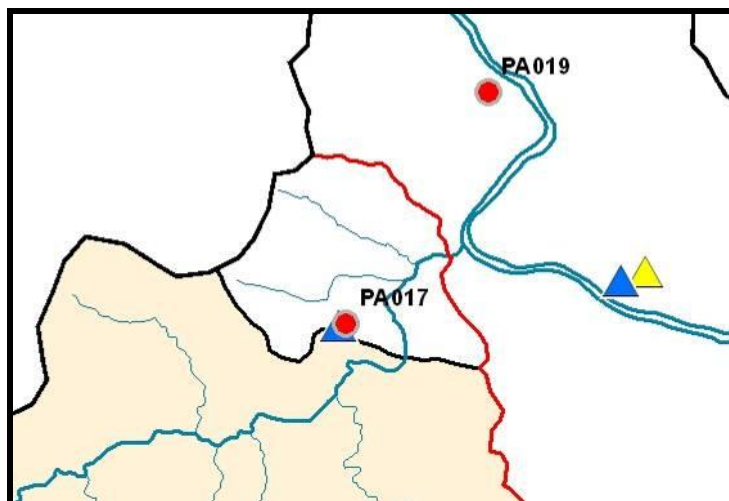


Figura 45 – Localização da Estação PA017 na Sub-bacia Rio Picão

Fonte: Processamento TESE Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.

Existe ainda a possibilidade de um pequeno deslocamento na localização da estação PA017 que poderá aproximá-la ainda mais, depois de revistas as suas coordenadas, da foz do Rio Pará. Portanto, não há necessidade da instalação de uma estação de qualidade no exutório da Sub-bacia Rio Picão, pois ela está atendida.

8.5.9.1 Sub-Bacia Rio Picão – Estações Existentes

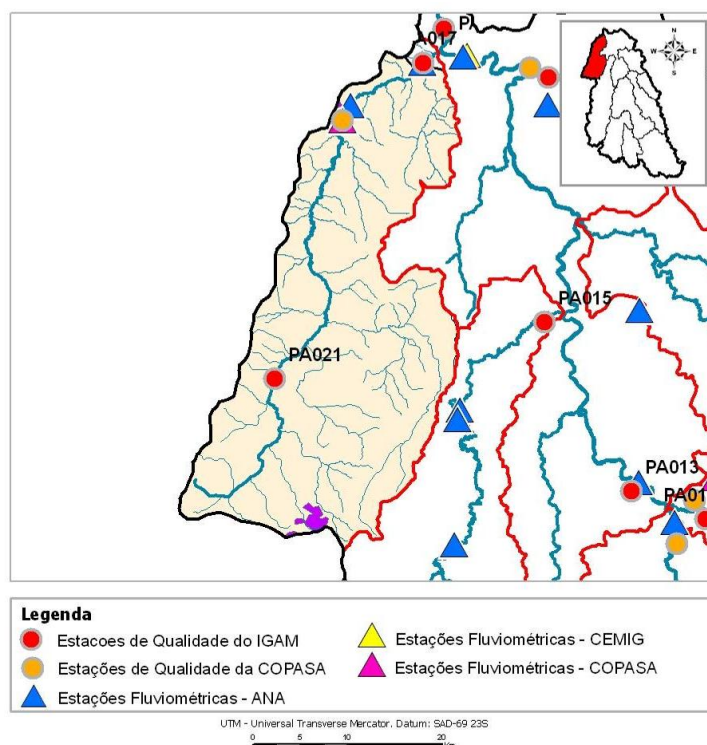


Figura 46 – Sub-bacia Rio Picão e suas Estações de Qualidade e Fluviométricas

Fonte: Processamento TESE Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.

8.5.9.2 Sub-Bacia Rio Picão – Estações Propostas

Sugere-se a obtenção dos dados levantados na estação de qualidade da COPASA existente nesta sub-bacia, para servir como insumo adicional nas análises efetuadas, considerando que ela já possui uma estação fluviométrica instalada no mesmo local. (Figura 47)

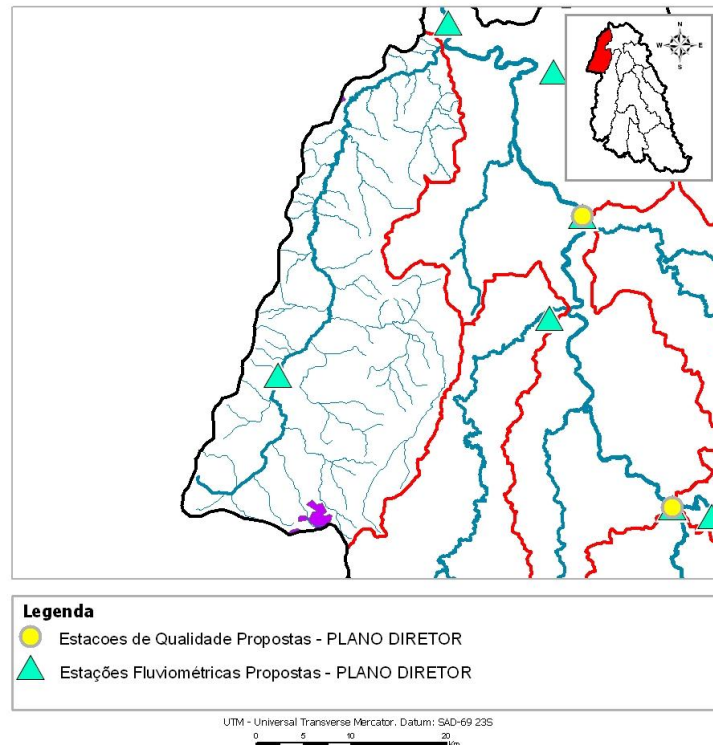


Figura 47 – Estações Fluviométricas e de Qualidade Propostas para a Sub-bacia Rio Picão

Fonte: Processamento TESE Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.

Concluindo, para a Sub-bacia Rio Picão não será necessário a instalação de nova estação de qualidade.

8.5.10 Sub-bacia Baixo Rio Pará

Na Sub-bacia Baixo Rio Pará (**Figura 50**), das três estações de qualidade do Projeto "Águas de Minas" existentes, duas não estão atendidas com estação fluviométrica próxima. A estação PA013, considerando o possível deslocamento de coordenadas, deve estar sobre a estação fluviométrica da ANA, no Rio Pará (**Figura 48**).

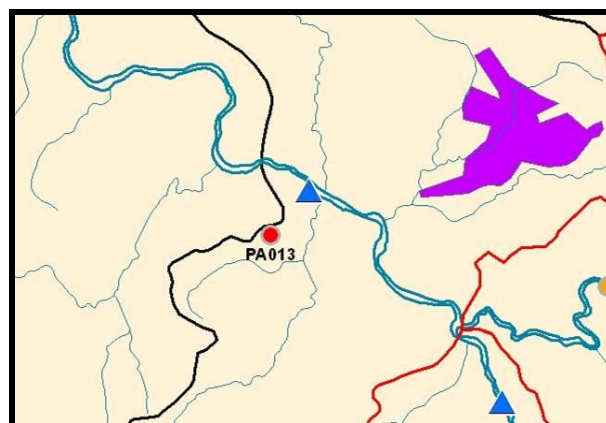


Figura 48 – Localização da Estação PA013 na Sub-bacia Baixo Rio Pará

Fonte: Processamento TESE Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.

Adicionalmente, percebe-se que esta sub-bacia da Bacia Hidrográfica do Rio Pará não possui uma estação de qualidade em seu exutório, o que seria importante para a futura gestão da Bacia, uma vez adotada a nova compartimentação. Mesmo considerando que a área com fundo branco, indicando a ausência de monitoramento de qualidade na Sub-bacia Baixo Rio Pará é muito pequena (**Figura 50**), sugere-se a instalação de uma estação de qualidade e uma

fluviométrica em seu exutório, visto a importância de se ter o monitoramento na foz do Rio Pará com o Rio São Francisco, pois a estação PA019 está a aproximadamente 5 quilômetros da foz. **(Figura 49)**

Sugere-se também a obtenção dos dados levantados na estação de qualidade da COPASA existente nesta sub-bacia, para servir como insumo adicional nas análises efetuadas. **(Figura 51)**

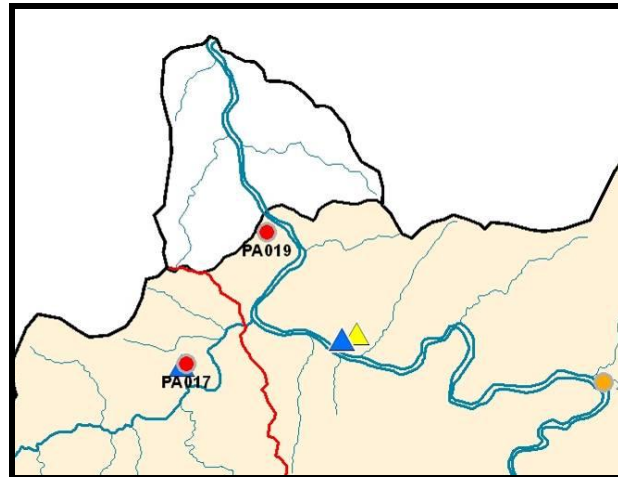


Figura 49 – Localização da Estação PA019 na Sub-bacia Baixo Rio Pará
 Fonte: Processamento TESE Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.

8.5.10.1 Sub-Bacia Baixo Rio Pará – Estações Existentes

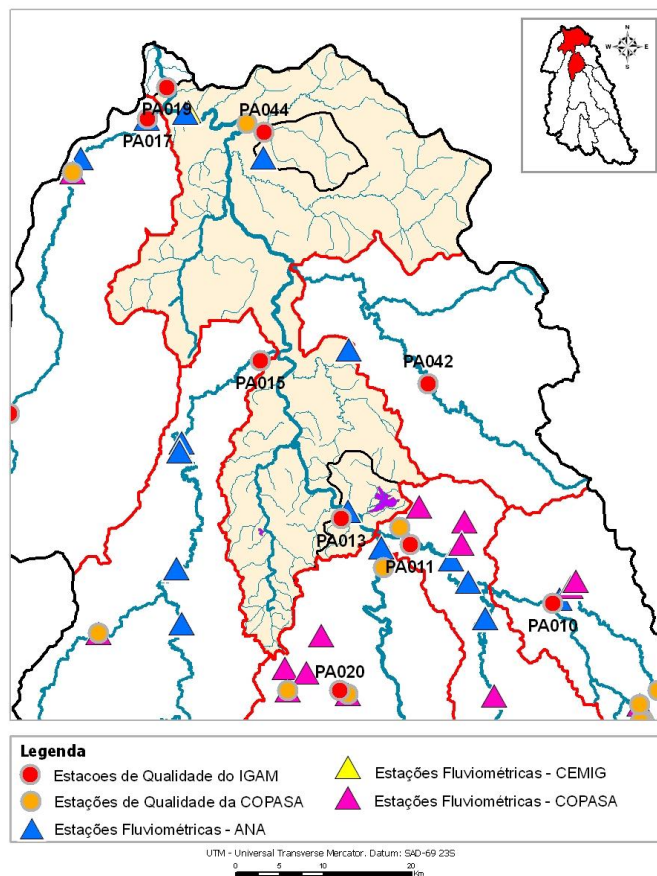


Figura 50 – Sub-bacia Baixo Rio Pará e suas Estações de Qualidade e Fluviométricas
 Fonte: Processamento TESE Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.

8.5.10.2 Sub-Bacia Baixo Rio Pará – Estações Propostas

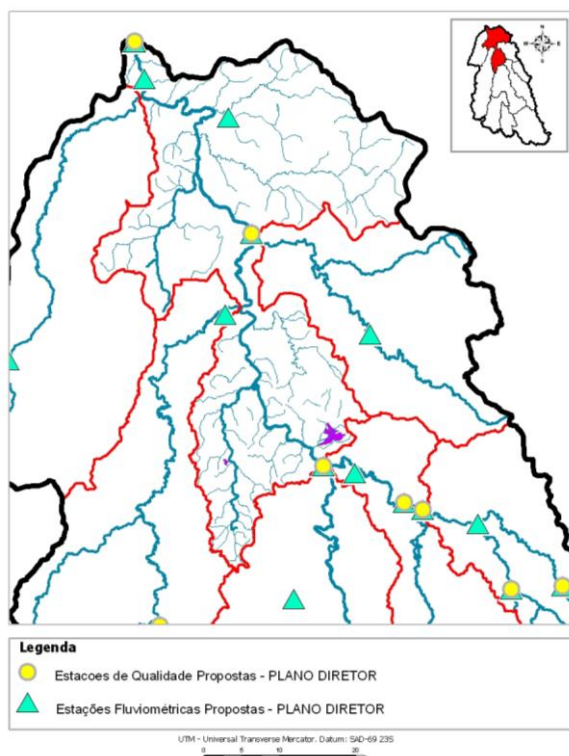


Figura 51 – Estações Fluviométricas e de Qualidade Propostas para a Sub-bacia Baixo Rio Pará

Fonte: Processamento TESE Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.

Concluindo, para a Sub-bacia Baixo Rio Pará será necessário a instalação de uma nova estação de qualidade.

8.5.11 Conclusão Sobre o Monitoramento da Qualidade das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Pará

Diante do exposto nos itens anteriores conclui-se que, para melhorar o monitoramento da qualidade das águas superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Pará, considerando as estações hoje existentes, visando à obtenção de resultados mais precisos, será necessária a instalação de mais 30 estações de qualidade (**Tabela 12**) e de mais 47 estações fluviométricas, distribuídas pelas sub-bacias conforme **Tabela 11**.

Tabela 12 – Resultado da Avaliação da Localização das Estações de Qualidade Existentes na Bacia Hidrográfica do Rio Pará

Resultado da Avaliação da Localização das Estações de Qualidade Existentes na Bacia Hidrográfica do Rio Pará	
Sub-bacia	Nº. Qualidade Sugeridas
Alto Rio Pará	11
Ribeirão Boa Vista	5
Rio Itapecerica	2
Médio Rio Pará	1
Ribeirão da Paciência	3
Rio São João	3
Rio Lambari	3

Resultado da Avaliação da Localização das Estações de Qualidade Existentes na Bacia Hidrográfica do Rio Pará (cont.)	
Sub-bacia	Nº. Qualidade Sugeridas
Rio do Peixe	1
Rio Picão	0
Baixo Rio Pará	1
Total	30

Fonte: Processamento TESE Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.

As **Figura 52** mostra a localização de todas as estações fluviométricas e de qualidade propostas para a Bacia Hidrográfica do Rio Pará, juntamente com as existentes.

Considerando o planejamento de médio e longo prazo da Bacia Hidrográfica do Rio Pará, recomenda-se um estudo para a viabilidade da instalação de uma estação de qualidade acompanhada de uma fluviométrica no exutório de cada uma das 186 micro-bacias que compõe as sub-bacias da compartimentação hidromorfológica adotada para o Plano Diretor, que ainda não esteja contemplada pela rede existente. Esta medida levaria a um controle ordenado das unidades hídricas da Bacia, de modo a dar melhores subsídios à tomada de decisão.

Outra consideração que vale destacar é a necessidade da realização do monitoramento da qualidade das águas sub-superficiais e subterrâneas da Bacia Hidrográfica do Rio Pará, com prioridade para os poços rasos explorados. Não existe hoje um bom controle da quantidade de poços existentes e muito menos da qualidade de suas águas. Para tal ação será necessária a realização de um projeto para a definição da rede de monitoramento e a implantação da mesma, com medições semestrais.

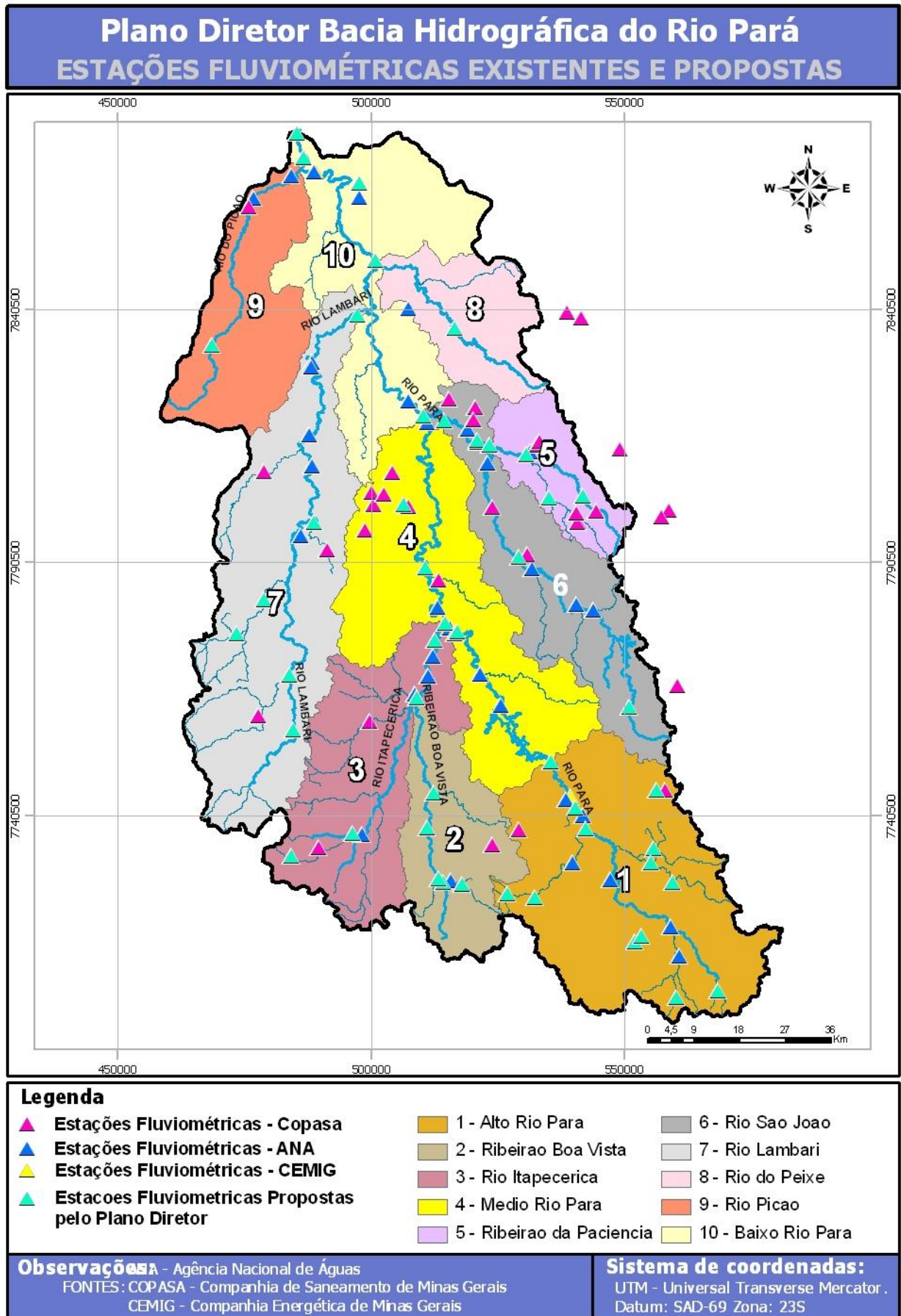


Figura 52 – Estações Fluviométricas Existentes e Propostas Para a Bacia Hidrográfica do Rio Pará
 Fonte: Processamento TESE Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.

Outra importante ação para a ampliação da abrangência do monitoramento de qualidade na Bacia Hidrográfica do Rio Pará é a formalização de um acordo de cooperação técnica entre a COPASA e o IGAM, para o compartilhamento dos resultados obtidos em todas as medições simultâneas de qualidade e fluviométricas, efetuadas por ambas as instituições. Estes dados seriam fornecidos ao Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Pará pelo IGAM e, com certeza, desencadeariam ações específicas de curto, médio e longo prazo, no sentido de mitigar os impactos detectados nas medições.

Mirna Cortopassi Lobo
Diretora Geral

TESE Tecnologia em Sistemas Espaciais Ltda.
Rua Fernandes de Barros, 2130. Hugo Lange
CEP 80040.200 - Curitiba – PR
Tel. (41) 3024.6633 Fax (41) 3024-6690

ANEXO 1 – Figuras

ANEXO 3 – Shapefiles

ANEXO 30 – Dados Originais COPASA

Tabela 13 – Estações fluviométricas e pluviométricas da COPASA (dados originais)

Estações Fluviométricas e Pluviométricas da COPASA						
Cidade	Existência Medições de Vazão da COPASA?	Código da Estação Fluviométrica	Manancial	Coordenada UTM (SAD 69) da Estação Fluviométrica	Série de Medições da Estação Fluviométrica	Existência de Estação Pluviométrica Código e Coordenada UTM (SAD 69)
Araújos	não					não
Bom Despacho	sim	072.000.01.02	Rio Capivari	23K 478767E 7808506N	1993 a 2007	sim. 072.000.01.03 23K 476676E 7811743N
Carmópolis de Minas	não					não
Carmo do Cajuru	não					não
Carmo da Mata	não					não
Cláudio	sim	165.000.01.02	Córrego Gentio	23K 529027E 7737823N	1990 a 2007	sim. 165.000.01.03 23K 525782E 7734792N
		165.000.02.02	Ribeirão do Cláudio (Matias)	23K 523869E 7734792N	1990 a 2007	
Conceição do Pará	sim	176.000.02.02	Ribeirão Cachoeirinha		1997	sim. 176.000.01.03
Desterro de Entre Rios	não					não
Divinópolis	não					sim
Florestal	sim	259.000.01.02	Ribeirão Camarão	23K 558304E 7800718N	2000 a 2007	sim. 259.000.01.08
		259.000.01.03	Ribeirão Camarão		2000	
		259.000.01.04	Ribeirão Camarão	23K 558677E 7800910N	2002 a 2005	
		259.000.01.05	Ribeirão Camarão	23K 557172E 7799635N	2002	
Formiga	não					não

Estações Fluviométricas e Pluviométricas da COPASA (cont.)						
Cidade	Existência Medições de Vazão da COPASA?	Código da Estação Fluviométrica	Manancial	Coordenada UTM (SAD 69) da Estação Fluviométrica	Série de Medições da Estação Fluviométrica	Existência de Estação Pluviométrica Código e Coordenada UTM (SAD 69)
Igaratinga	sim	302.000.01.01	Córrego dos Mateus		1998	não
		302.000.01.02	Córrego dos Mateus		2005	
		302.000.01.03	Córrego dos Mateus	23K 530794E 7792116N	1998 a 2007	
		302.000.02.02	Rio São João	23K 523931E 7801400N	2003 a 2005	
Itaúna	não					não
Itaguara	sim	322.000.01.02	Córrego Itaguara	23K 558005E 7745523N	2002	não
Itapecerica	sim	335.000.01.02	Ribeirão Gama	23K 489542E 7734210N	1996 a 2007	sim. 335.000.01.03 (Sed) e 335.007.01.02 (Neolândia)
Itatiaiuçu	sim	337.000.01.02	Ribeirão Veloso	23K 560299E 7766212N	1999 a 2007	sim. 337.000.01.03
Leandro Ferreira	sim	383.000.01.02	Ribeirão da Areia		1994 a 2007	não
Maravilhas	sim	396.000.01.02	Córrego da Areia		1994 a 1997	sim. 396.000.01.03 23K 523415E 7842273N
		396.000.02.02	Ribeirão Capivara		1996 a 1998	
		396.000.03.02	Rio Vermelho	23K 541365E 7838745N	1997 a 2007	
		396.000.04.02	Córrego Sapecado 1		1997 a 1998	
		396.000.05.02	Córrego Sapecado 2	23K 538653E 7839890N	1998	
		396.000.06.02	Córrego Aranha		1997	
Martinho Campos	sim	404.000.01.02	Rio do Picão	23K 475827E 7860831N	1997	sim. 404.000.01.03 23K 475572E 7860872N

Estações Fluviométricas e Pluviométricas da COPASA (cont.)						
Cidade	Existência Medições de Vazão da COPASA?	Código da Estação Fluviométrica	Manancial	Coordenada UTM (SAD 69) da Estação Fluviométrica	Série de Medições da Estação Fluviométrica	Existência de Estação Pluviométrica Código e Coordenada UTM (SAD 69)
Nova Serrana	sim	452.000.01.02	Córrego Pachola	23K 500371E 7801987N	1992 a 2007	sim. 452.000.01.03
		452.000.02.02	Córrego dos Barretos	23K 507276E 7801557N	1992 a 2007	23K 500836E 7802558N
		452.000.03.02	Córrego Moitinha	23K 498705E 7796971N	1998	
		452.000.04.02	Córrego Pavão	23K 500078E 7804464N	1998	
	sim	452.000.05.02	Córrego Cachoeira	23K 502496E 7803955N	1998	sim. 452.000.01.03
		452.003.01.01	Córrego Malícia	23K 504191E 7808226N	2002	23K 500836E 7802558N
		452.003.01.02	Córrego Malícia	23K 504171E 7808228N	2002	
Oliveira	não					não
Onça de Pitangui	sim	459.000.01.02	Córrego da Lagoinha	23K 520512E 7821153N	2006	não
		459.000.01.03	Córrego da Lagoinha	23K 520155E 7818657N	2006	
Papagaios	não					não
Pará de Minas	sim	471.000.01.02	Córrego Paiol	23K 540890E 7798602N	2005 a 2007	sim. 471.000.01.03 23K 541053E 7802932N
		471.000.01.04	Córrego Paiol	23K 540570E 7798417N	2003	
		471.000.02.02	Ribeirão Bom Sucesso	23K 540502E 7800352N	1992 a 2007	
		471.000.02.03	Ribeirão Bom Sucesso	23K 540528E 7800359N	1997 a 2005	
		471.000.02.04	Ribeirão Bom Sucesso		1997	
		471.000.03.02	Ribeirão Paciência	23K 544366E 7800581N	1992 a 2007	
		471.000.05.01	Ribeirão da Colônia	23K 532661E 7813742N	1997 a 2002	
		471.000.05.02	Ribeirão da Colônia	23K 533204E 7814434N	1997	
		471.000.06.01	Ribeirão Olhos D'água	23K 549051E 7812893N	2002	
Passa Tempo	não					não

Estações Fluviométricas e Pluviométricas da COPASA (cont.)						
Cidade	Existência Medições de Vazão da COPASA?	Código da Estação Fluviométrica	Manancial	Coordenada UTM (SAD 69) da Estação Fluviométrica	Série de Medições da Estação Fluviométrica	Existência de Estação Pluviométrica Código e Coordenada UTM (SAD 69)
Pedra do Indaiá	sim	489.000.01.02	Córrego Tapera	23K 477681E 7760350N	1996 a 2007	não
Perdigão	sim	497.000.01.02	Ribeirão do Perdigão	23K 491258E 7793024N	1992 a 2007	não
Piracema	não					não
Pitangui	sim	514.000.02.02	Córrego do Engenho		2000 a 2001	sim. 514.000.01.03
		514.000.02.03	Córrego do Engenho	23K 515372E 7822861N	2000 a 2001	
		514.000.02.04	Córrego do Engenho		2000	
Pompéu	não					não
Resende Costa	sim	541.000.01.02	Córrego do Tijuco	23K 580163E 7687760N	1994 a 2002	sim
		541.000.01.03	Córrego do Tijuco			
		541.000.01.04	Córrego do Tijuco	23K 580182E 7687791N	1997 a 2003	
		541.000.01.05	Córrego do Tijuco	23K 579903E 7688967N	1997 a 2007	
		541.000.02.02	Córrego do Tijuco	23K 577136E 7688528N	2001 a 2004	
Santo Antônio do Monte	sim	603.000.01.02	Ribeirão Guandu (Cachoeira dos Borges) Buritis		1992 a 2007	sim. 601.000.01.03
		603.000.01.03	Ribeirão Guandu (Cachoeira dos Borges) Buritis		2004	
São Francisco de Paula	sim	611.000.01.02	Ribeirão do Doido		1998 a 2007	não
		611.000.01.03	Ribeirão do Doido		2005	
		611.000.02.02	Ribeirão Quebra Anzol		1993 a 2007	
São Gonçalo do Pará	sim	617.000.01.02	Ribeirão dos Morais	23K 513339E 7787103N	1992 a 1996	não
São Sebastião do Oeste	sim	646.000.01.02	Ribeirão São Pedro	23K 499753E 7759071N	1994 a 2001	não

Fonte: COPASA, 2008

Estações de monitoramento de qualidade da COPASA (dados originais)

O arquivo foi fornecido no formato .rtf e foi trabalhado para a seleção das estações existentes na Bacia Hidrográfica do Rio Pará. Primeiramente foram selecionados somente os municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Pará. Em seguida, por recomendação da equipe da COPASA, foram selecionadas somente as estações cujo status fosse “CAPTADO”, o que significa que é uma estação ativa.

Abaixo está a impressão no formato original do arquivo da COPASA, com as seleções acima descritas.

COPASA MG DMA / SPAM / DVHD SISTEMA DE CONTROLE DE MANANCIAS

29/01/2008 09:13:06

Listagem de Mananciais

Dir / Distrito	Município	Localidade	Mananciais	Pontos	Status	Código	UTM
DMT/DPCO/DTA 072 23K0478767UTM7808506	BOM DESPACHO	000 SEDE	01 RIBEIRAO CAPIVARI	01 CAPTACAO-PONTO DE COLETA	CAPTADO	072.000.01.01	
DMT/DPCO/DTA 165 23K0529027UTM7737823	CLÁUDIO	000 SEDE	01 CORREGO GENTIO	01 CAPTACAO-PONTO DE COLETA	CAPTADO	165.000.01.01	
DMT/DPCO/DTA 176 23K0511278UTM7815875	CONCEIÇÃO DO PARA	000 SEDE	01 RIO PARA	01 CAPTACAO-PONTO DE COLETA	CAPTADO	176.000.01.01	
DMT/DPCO/DTA 223 23K0510579UTM7769983	DIVINÓPOLIS	000 SEDE	01 RIO ITAPECERICA	01 CAPTACAO-PONTO DE COLETA	CAPTADO	223.000.01.01	
UTM		000 SEDE	01 RIO ITAPECERICA	03 MONT. CAPTAÇÃO FAZ. LATICÍNIO	CAPTADO	223.000.01.03	
		23K0516950UTM7776252	02 RIO PARA	01 CAPTACAO-PONTO DE COLETA	CAPTADO	223.000.02.01	
DMT/DPMT/SPM 259 23K0558655UTM7800888	FLORESTAL	000 SEDE	01 RIBEIRAO CAMARAO	01 CAPTACAO-PONTO DE COLETA	CAPTADO	259.000.01.01	
		000 SEDE	01 RIBEIRAO CAMARAO	02 500 M MONT CAPTACAO JUSANTE	CAPTADO	259.000.01.02	
		23K0558304UTM7800718					
		000 SEDE	01 RIBEIRAO CAMARAO	04 JUSANTE CAPTACAO	CAPT	259.000.01.04	
		23K0558677UTM7800910					
		000 SEDE	01 RIBEIRAO CAMARAO	05 2 KM MONT CAPT, JUSANTE RIB DAS VACAS	C	259.000.01.05	
		23K0557172UTM7799635					
		000 SEDE	01 RIBEIRAO CAMARAO	06 2,5 KM A MONT CAPT, MONT CORREGO	C	259.000.01.06	
		23K0557008UTM7798889					
DMT/DPCO/DTA 335 23K0489542UTM7734210	ITAPECERICA	000 SEDE	01 RIBEIRAO DO GAMA	01 CAPTACAO-PONTO DE COLETA	CAPTADO	335.000.01.01	
UTM		000 SEDE	01 RIBEIRAO DO GAMA	02 SM A JUSANTE CAPTACAO 30M	CAPTADO	335.000.01.02	
DMT/DPCO/DTA 335 23K0483402UTM7750289	ITAPECERICA	007 NEOLÂNDIA	01 CORREGO CACHOEIRINHA	01 CAPTACAO-PONTO DE COLETA	CAPTADO	335.007.01.01	
DMT/DPCO/DTA 337 23K0560299UTM7766212	ITATIAIUÇU	000 SEDE	01 RIBEIRAO VELOSO	01 CAPTACAO-PT COLETA	CAPTADO	337.000.01.01	
		003 SANTA TEREZINHA 23K0563172UTM7762836	01 RIO VERMELHO	01 CAPTACAO-PTO. COLETA	CAPTADO	337.003.01.01	
DNT/DPNT/DTB 404 23K0475827UTM7860831	MARTINHO CAMPOS	000 SEDE	01 RIO DO PICAÓ	01 CAPTACAO-PONTO DE COLETA	CAPTADO	404.000.01.01	
DMT/DPCO/DTA 452	NOVA SERRANA	000 SEDE	00 RIB. PACHOLA E RIB. BARRETOS	00 CAPTACAO-MISTURA DE AGUAS	CAPTACAO	452.000.00.00	
		000 SEDE	01 CORREGO DO PACHOLA	01 CAPTACAO-PONTO DE COLETA	CAPTADO	452.000.01.01	
		23K0500371UTM7801987					

	000 SEDE 23K0507276UTM7801557		02 CORREGO DOS BARRETOS	01 CAPTACAO-PONTO DE COLETA	CAPTADO	452.000.02.01
	000 SEDE		06 RIO PARA	01 CAPTACAO-PTO. COLETA	CAPTADO	452.000.06.01
	000 SEDE		00 MISTURA DE AGUAS RIB. PACIENCIA/PAIOL/PAIVAS	00 CAPTACAO-MIST. DE AGUAS	CAPTADO	471.000.00.00
DMT/DPMT/SPM471 PARÁ DE MINAS 23K0540890UTM7798602 T/DTBE	000 SEDE		01 CORREGO PAIOL (MILITAO)	01 CAPTACAO-PONTO DE COLETA	CAPTADO	471.000.01.01
	000 SEDE 23K0540570UTM7798417		01 CORREGO PAIOL (MILITAO)	04 SITIO SÃO JOSÉ JUSANTE CAPTAÇÃO MILITÃO	CAPTADO	471.000.01.04
	000 SEDE 23K0540502UTM7800352		02 RIBEIRAO BOM SUCESSO)	01 CAPTACAO-PONTO DE COLETA	CAPTADO	471.000.02.01
	000 SEDE 23K0542596UTM7801921		03 RIBEIRAO PACIENCIA	01 CAPTACAO-PONTO DE COLETA	CAPTADO	471.000.03.01
	000 SEDE 23K0544366UTM7800581		03 RIBEIRAO PACIENCIA	02	CAPTADO	471.000.03.02
DMT/DPCO/DTA 477 PASSA-TEMPO 23K0551964UTM7715658	000 SEDE		01 RIB. PASSA TEMPO	01 PTO. COLETA – CAPTACAO	CAPTADO	477.000.01.01
DMT/DPCO/DTA 489 PEDRA DO INDAIA 23K0477681UTM7760350	000 SEDE		01 CORREGO TAPERA	01 CAPTACAO-PONTO DE COLETA	CAPTADO	489.000.01.01
DMT/DPCO/DTA 497 PERDIGÃO 23K0491258UTM7793024	000 SEDE		01 RIBEIRAO DO PERDIGAO (VARZEA)	01 CAPTACAO-PONTO DE COLETA	CAPTADO	497.000.01.01
DMT/DPCO/DTA 514 PITANGUI 23K0513178UTM7820478	000 SEDE		01 RIO SAO JOAO	01 CAPTACAO	CAPTADO	514.000.01.01
	000 SEDE 23K0495763UTM7866470		02 RIO PARA	01 CAPTACAO-PTO. COLETA	CAPTADO	520.000.02.01
DSO/DPSE/DTE 541 RESENDE COSTA 23K0580163UTM7687760	000 SEDE		01 CORREGO DO TIJUCO	01 CAPTACAO-PONTO DE COLETA	CAPTADO	541.000.01.01
DMT/DPCO/DTA 603 SANTO ANTÔNIO DO MONTE 23K0470466UTM7775031 BURITIS	000 SEDE	000 SEDE	01 RIBEIRAO GUANDU)	01 MONTANTE CAPTACAO-PTO COLETA	CAPTADO	603.000.01.01
UTM	000 SEDE		01 RIBEIRAO GUANDU	02 RG,SM 1KM MONTANTE CAPTACAO	CAPTADO	603.000.01.02
	000 SEDE 23K0501841UTM7712387		BURITIS BURITIS 02 RIBEIRAO QUEBRA ANZOL	01 CAPTACAO-PTO. COLETA	CAPTADO	611.000.02.01
	000 SEDE		03 RIB. CALABOUÇO	01 CAPTACAO		611.000.03.01
UTM DMT/DPCO/DTA 617 SÃO GONÇALO DO PARÁ 23K0513339UTM7787103	000 SEDE		01 RIBEIRAO DOS MORAIS	01 CAPTACAO-PONTO DE COLETA	CAPTADO	617.000.01.01

Tabela 14 – Parâmetros preconizados pela Resolução CONAMA nº 357 (referenciados pela Portaria 518) a serem analisados nos pontos de captação dos mananciais subterrâneos e superficiais

Parâmetros preconizados pela Resolução CONAMA nº 357 (referenciados pela Portaria 518) a serem analisados nos pontos de captação dos mananciais subterrâneos e superficiais.									
1	Mat.flut.incl.espumas ñ nat.	25	Cloro residual (comb.+livre)	49	Atrazina	73	Fenóis totais(Reagem c/ 4-aminoantipirina)	97	2,4,6-triclorofenol
2	Óleos e graxas	26	Cobalto total	50	Benzeno	74	Glifosfato	98	trifluralina
3	Subst. Gosto ou odor	27	Cobre dissolvido	51	Benzidina	75	Gution	99	Xileno
4	Corantes fontes antrópicas	28	Cromo total	52	Benzo(a)antraceno	76	Heptacloro epóxido + Heptacloro		<p>Obs.1- Os itens 1, 2, 3, 4 e 5 não são parâmetros para análise, mas passíveis de observação. Sugerimos que sejam incluídos na ficha de coleta p/ observação do coletor</p>
5	Resíduos Sólidos objetáveis	29	Ferro dissolvido	53	Benzo(a)pireno	77	Hexaclorobenzeno		
6	Coliformes Term. Ou E. Coli	30	Fluoreto total	54	Benzo(b)fluoranteno	78	Indeno(1,2,3-cd)pireno		
7	DBO 5,20	31	Fósforo Total	55	Benzo(k)fluoranteno	79	Lindano(γ -HCH)		
8	OD	32	Lítio total	56	Carbaril	80	Malation		
9	Turbidez	33	Manganês total	57	Clordano (cis + trans)	81	Metolacloro		
10	Cor verdadeira	34	Mercúrio total	58	2-Clorofenol	82	Metoxicloro		
11	pH	35	Níquel total	59	Criseno	83	paration		
12	Clorofila a	36	Nitrato	60	2,4-D	84	PCBs-Bifenilas policloradas		
13	Dens. cianobactérias	37	Nitrito	61	Dementon-O + Dementon-S	85	Pentaclorofenol		
14	Sólidos dissolvidos Totais	38	Nitrogênio amoniacal total	62	Dibenzo(a,h)antraceno	86	Simazina		
15	Alumínio dissolvido	39	Prata total	63	1,2-Dicloroetano	87	Subst. tensoativas reag.c/ azul de metileno		
16	Antimônio	40	Selênio total	64	1,1-Dicloroetano	88	2,4,5-T		
17	Arsênio total	41	Sufato total	65	2,4-Diclorofenol	89	Tetracloroeto de carbono		
18	Bário total	42	Sulfetos (H ₂ S não dissoc.)	66	Diclorometano	90	Tetracloroetano		
19	Berílio total	43	Urânio total	67	DDT(p,p'-DDT+p,p'-DDE+p,p'-DDD)	91	Tolueno		
20	Boro total	44	Vanádio total	68	Dodecacloro pentaciclodecano	92	Toxafeno		
21	Cádmio total	45	Zinco total	69	Endossulfan ($\alpha + \beta +$ sulfato)	93	2,4,5-TP		
22	Chumbo total	46	Acrilamida	70	Endrin	94	Tributilestanho		
23	Cianeto livre	47	Alacloro	71	Estireno	95	Triclorobenzeno(1,2,3-TCB+1,2,4-TCB)		
24	Cloreto total	48	Aldrin + dieldrin	72	Etilbenzeno	96	Tricloroetano		

Fonte: COPASA, 2008

Tabela 15 – Campanhas Especiais de Monitoramento de Qualidade em Pontos Críticos do Rio Pará

17	RIO PARÁ			-																																															
CÓDIGOS	ESTAÇÃO	FREQ.	SISTEMAS	Nº PONTOS AMOSTRAIS	TEMP. DO AR	TEMP. DA ÁGUA	SECCHI	COR	TURBIDEZ	CONDUTIVIDADE	pH	ACIDEZ TOTAL	CLORETOS	SULFATOS	OXIG. DISSOLVIDO	O.D	D.Q.O	N.AMONIACAL	N.ORGANICO	NITRATOS	NITRITOS	FÓSFORO TOTAL	ÓLEOS E GRAXAS	ALUMÍNIO	ARSENÍO TOTAL	BÁRIO	CÁDMIO	CHUMBO	COBRE	CROMO TOTAL	Fe TOTAL	Fe SOLÚVEL	Mn TOTAL	Mn SOLÚVEL	MERCÚRIO	POTÁSSIO/SÓDIO	ZINCO	COLI. FECAIS	STREPTO. FECAIS	FITO. QUALITATIVO	FITO. QUANTITATIVO	CIANOTOXINAS									
SISTEMA RIO PARÁ DIVINÓPOLIS																																																			
223.000.02 .01	B M		CAPTAÇÃO – ETA(0,5)	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
223.000.02 .02	B M		300 m MONTANTE CAPTAÇÃO(0,5)	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
TOTAL PONTOS NA ESTAÇÃO				2																																															
SISTEMA RIO ITAPECERICA – DIVINÓPOLIS																																																			
223.000.01 .01	B M		CAPTAÇÃO – ETA(0,5)	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
223.000.01 .03	B M		MONT.CAPT.FZ.LATICI NIO SAÚDE(0,5)	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
TOTAL PONTOS NA ESTAÇÃO				2																																															
SISTEMA NOVA SERRANA																																																			
452.000.06 .01	Q M		R. PARÁ MONT- CAPTAÇÃO DA Br 262 (0,5)	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TOTAL PONTOS NA ESTAÇÃO				1																																															
PITANGUI																																																			
514.000.03 .01	Q M		RIO PARÁ MONTANTE BARRA R.SÃO JOÃO(0,5)	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
514.000.01 .01	Q M		CAPTAÇÃO RIO SÃO JOÃO(0,5)	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
TOTAL PONTOS NA ESTAÇÃO				2																																															
POMPÉU																																																			
520.000.02 .01	Q M		CAPTAÇÃO RIO PARÁ(0,5)	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
TOTAL PONTOS NA ESTAÇÃO				1																																															

ANEXO 32 – Dados ANA – Web

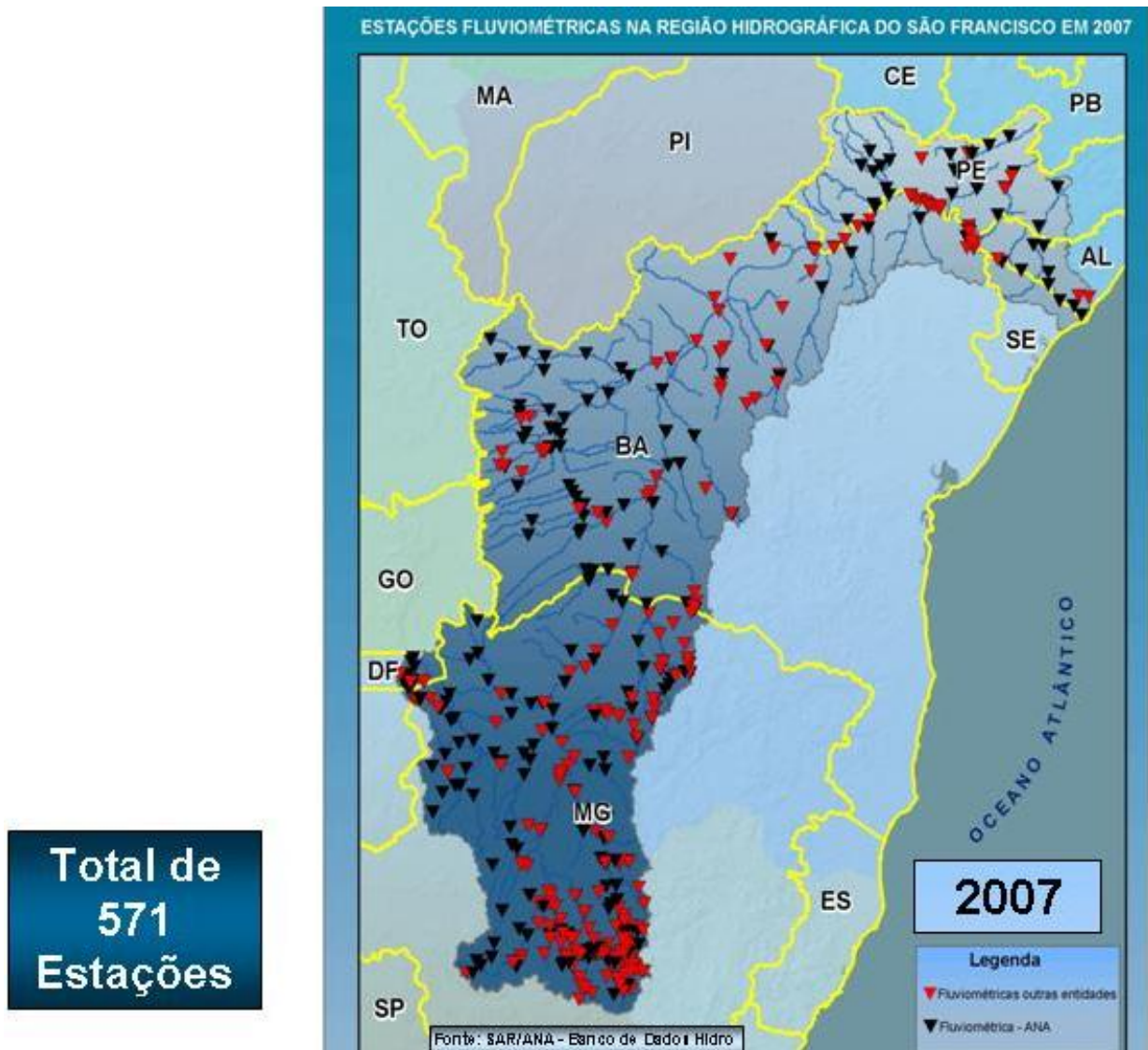


Figura 54 – Estações Fluviométricas na Região Hidrográfica do São Francisco em 2007

Fonte: ANA Web – Agência Nacional de Águas

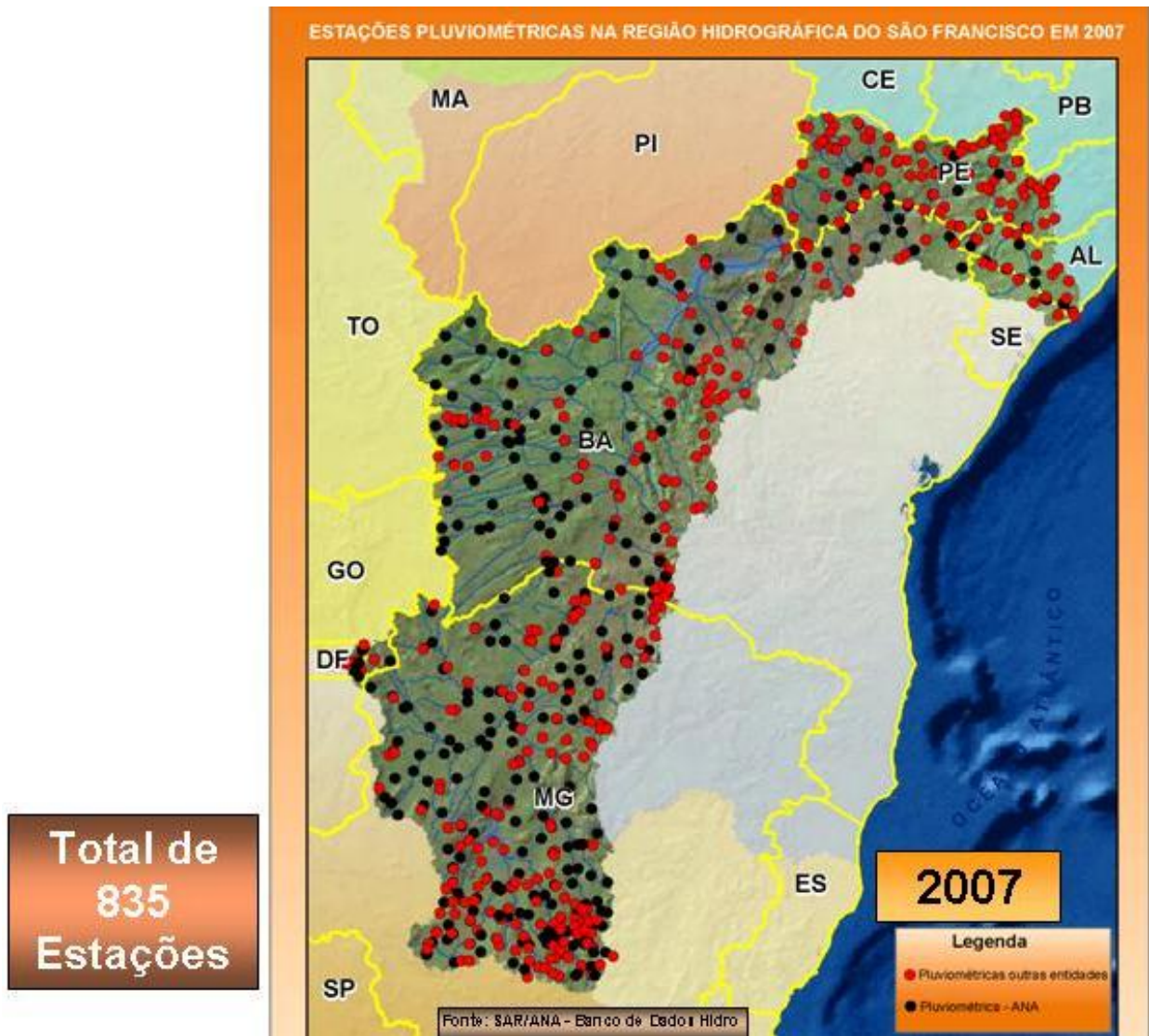


Figura 55 – Estações Pluviométricas na Região Hidrográfica do São Francisco em 2007

Fonte: ANA Web – Agência Nacional de Águas

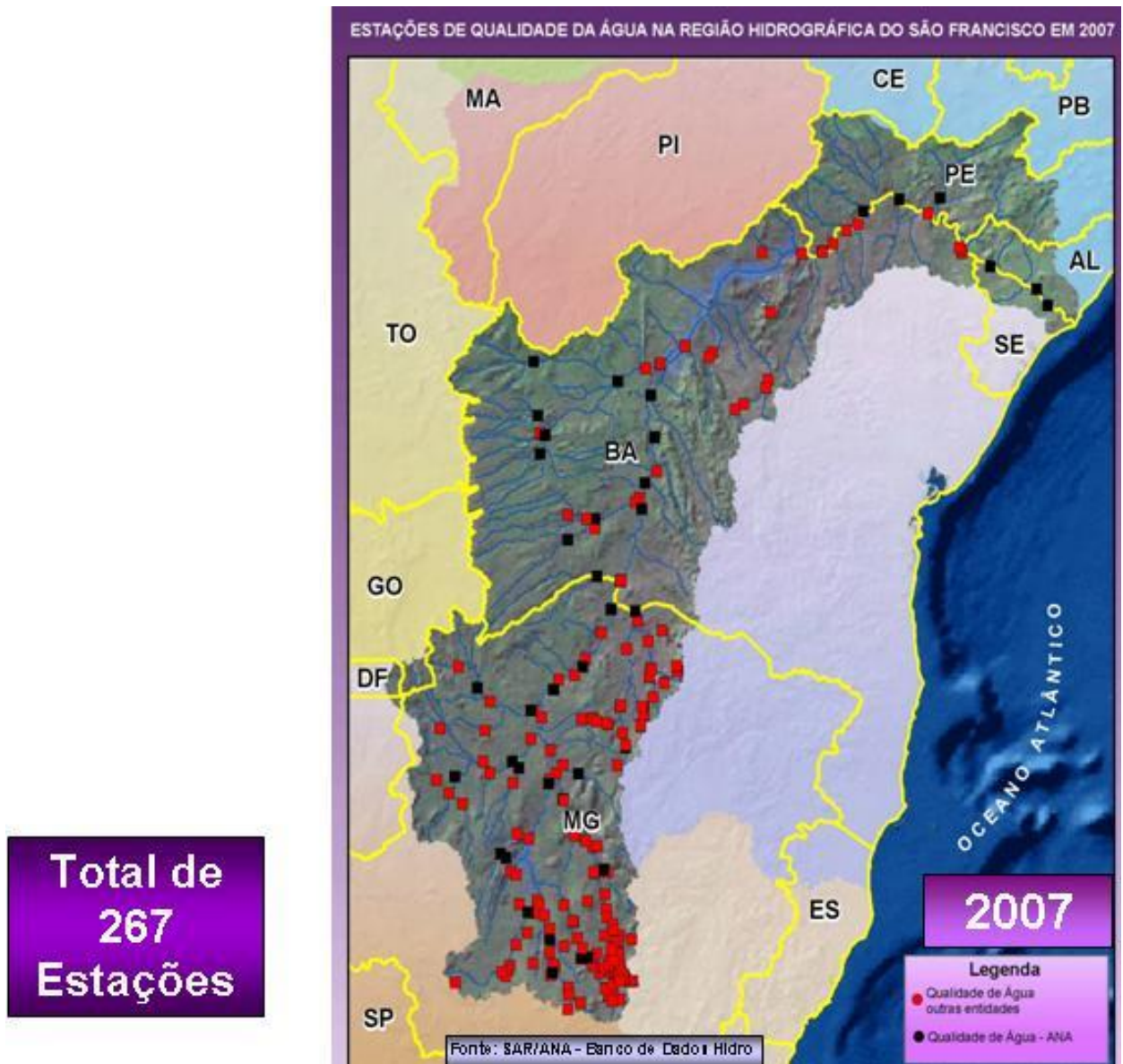


Figura 56 – Estações de Qualidade da Água na Região Hidrográfica do São Francisco em 2007
Fonte: ANA Web – Agência Nacional de Águas



Figura 57 – Estações Sedimentométricas na Região Hidrográfica do São Francisco em 2007

Fonte: ANA Web – Agência Nacional de Águas

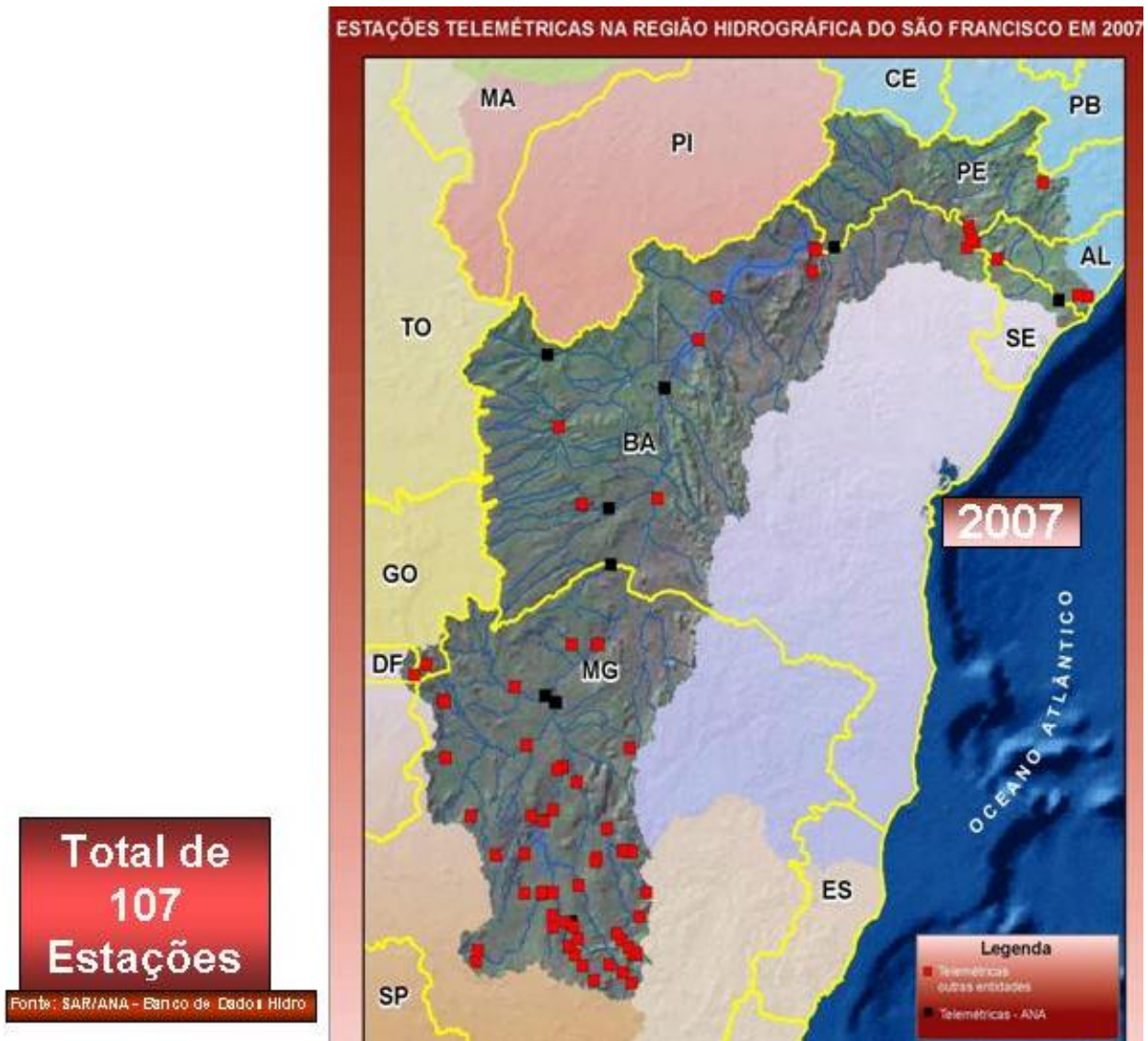


Figura 58 – Estações Telemétricas na Região Hidrográfica do São Francisco em 2007
Fonte: ANA Web – Agência Nacional de Águas

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA – Agência Nacional de Águas. Disponível em <<http://www.ana.gov.br/>>. Acesso em Agosto de 2007.
- CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais. Disponível em <<http://www.cemig.com.br/>> Acesso em Agosto de 2007.
- COPASA – Companhia de Abastecimento de Minas Gerais. Disponível em <<http://www.copasa.com.br/>>. Acesso em Agosto de 2007.
- CPRM BH – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM). **Relatórios Técnicos 2004, 2005 e 2006**. Disponível em <<http://www.cprm.gov.br/>>. Acesso em Agosto de 2007
- EMATER-MG – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais. Disponível em <<http://www.emater.mg.gov.br/>>. Acesso em Agosto de 2007.
- GILBERT, R. O., **Statistical methods for environmental pollution monitoring**, John Wiley & Sons, New York (1987).
- IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas – Projeto Águas de Minas: Monitoramento das Águas Superficiais no Estado de Minas Gerais – **Estudo das metas de qualidade da Bacia Hidrográfica do rio Pará 2006** – DIAGNÓSTICO ESTRATÉGICO DA BACIA HIDROGRÁFICA E CENÁRIOS DE DESENVOLVIMENTO – ESTUDO TÉCNICO – Belo Horizonte, MG – Junho de 2006.
- INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em <www.inmet.gov.br>. Acesso em Agosto de 2007.
- OMM – Organização Meteorológica Mundial. Disponível em <<http://www.smg.gov.mo/wwis/wmo.htm#>>. Acesso em Agosto de 2007
- SILVA, M. A.; ARAUJO JUNIOR, G. J. L. D.; PINTO, M. B. P.; TEIXEIRA, A. A.; PRADO, A.; SCHERER-WARREN, M.; TRIGO, A. J.; BORELLI, A. J. **Construção de base hidrográfica ottocodificada: Metodologia para delimitação de bacias a partir de modelo digital de elevação: o caso da bacia do rio São Francisco**. In: XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2007, São Paulo – SP. Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2007. Petts, J. Ed., Handbook of environmental impact assessment, Blackwell Science,
- SIMGE – Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos de Minas Gerais (IGAM). Disponível em <<http://www.simge.mg.gov.br/>>. Acesso em Agosto de 2007
- SOARES, P. F., **Projeto e avaliação de desempenho de redes de monitoramento de qualidade da água utilizando o conceito de entropia**. Tese (doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- STAIR, R. M.; REYNOLS, G. W., **Princípios de sistemas de informação: uma abordagem gerencial**, 4a. ed., LTC, Rio de Janeiro, 2002.
- THORNTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. **Geogr. Rev**, v.38, p.55-94, 1948.
- THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The Water Balance. Centerton, N.J. Publ. In *Climatology*, v.8, n.1, 104 p. 1955.

VALLE, C. E., **Qualidade ambiental: o desafio de ser competitivo protegendo o Ambiente.** Pioneira, São Paulo, (1995). In: OXFORD. Environmental impact assessment: process, methods and potential, v. 1, 1999.