



GOVERNO DO ESTADO DO
AMAZONAS

SEMA SECRETARIA DE ESTADO DO
MEIO AMBIENTE

PERH/AM

PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO AMAZONAS PERH/AM

Relatório Técnico RT 03 -
DIAGNÓSTICO, PROGNÓSTICO E
CENÁRIOS FUTUROS DOS
RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO
Tomo II
Relatório Preliminar



Governo do Estado do Amazonas
Secretaria de Estado do Meio Ambiente - SEMA

PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO AMAZONAS

PERH/AM

RT 03 - DIAGNÓSTICO, PROGNÓSTICO E CENÁRIOS FUTUROS DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO

TOMO II

RELATÓRIO PRELIMINAR



Janeiro/2019

QUADRO DE CODIFICAÇÃO DO RELATÓRIO

Código do Documento:	1572-R-PLA-DIA-02-00 - TOMO II			
Título do Relatório:	PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO AMAZONAS - PERH/AM - RT-03 – DIAGNÓSTICO, PROGNÓSTICO E CENÁRIOS FUTUROS DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO - RELATÓRIO PRELIMINAR			
Aprovação Inicial por:	Adejaldo Figueiredo Gazen			
Data da Aprovação Inicial:	15/01/2019			
Controle de Revisões				
Revisão n°:	Natureza	Aprovação		
		Data	Nome	Rubrica
00	Emissão Inicial	15/01/2019	Adejaldo Figueiredo Gazen	

SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE - MAGNA ENGENHARIA LTDA

ISO 9001

PRÊMIO QUALIDADE RS 2007
(Medalha de Bronze)

PROGRAMA DA QUALIDADE QUE
PARTICIPA



Para outras informações sobre a MAGNA consulte o Website www.magnaeng.com.br



ÍNDICE

ÍNDICE

6	RECURSOS HÍDRICOS.....	240
6.1	RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS	240
6.1.1	Unidades de Planejamento Hídrico (UPH).....	240
6.1.2	Caracterização e Avaliação da Rede de Monitoramento Quali-quantitativo dos Recursos Hídricos.....	244
6.1.3	Avaliação Quantitativa dos Recursos Hídricos	249
6.1.4	Demandas e Usos das Águas Superficiais	263
6.1.5	Balanço Hídrico - Disponibilidades vs. Demandas.....	283
6.1.6	Secas e Cheias - Tendências e Cenário Atual.....	294
6.1.7	Avaliação Qualitativa dos Recursos Hídricos.....	303
6.1.8	Avaliação das demandas hídricas das bacias compatilhadas e possíveis conflitos.....	319
6.2	RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS.....	327
6.2.1	Unidades Espaciais Adotadas.....	329
6.2.2	Avaliação dos Bancos de Dados com Informação sobre Água Subterrânea	335
7	A METRÓPOLE MANAUS	344
7.1	URBANIZAÇÃO DE MANAUS	345
7.2	BACIAS HIDROGRÁFICAS DA METRÓPOLE MANAUS	348
7.3	ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	349
7.4	SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO E RESERVAÇÃO.....	355
7.5	ESGOTAMENTO SANITÁRIO E LIMPEZA DOS IGARAPÉS	358
7.6	DRENAGEM URBANA: ASPECTOS HIDROLÓGICOS E QUALIDADE DA ÁGUA	363
7.7	SITUAÇÃO ATUAL DA DRENAGEM URBANA DE MANAUS	369
7.8	ÁREAS PROTEGIDAS	370
8	PROGNÓSTICO E CENÁRIOS FUTUROS DOS RECURSOS HÍDRICOS.....	372
8.1	PROPOSIÇÃO DE CENÁRIO TENDENCIAL E DE CENÁRIOS ALTERNATIVOS	372
8.1.1	Bases e Estruturação do Plano	372
8.1.2	Os Cenários do PERH/AM	373
8.1.3	Descrição dos Cenários	378
8.2	AVALIAÇÃO DAS DEMANDAS E DISPONIBILIDADES HÍDRICAS DOS CENÁRIOS FORMULADOS	389
8.2.1	Demandas no Cenário Tendencial	389
8.2.2	Demandas no Cenário Normativo	393
8.2.3	Demandas no Cenário Crítico	398
8.2.1	Síntese das demandas.....	403
8.2.2	Comparação das demandas e consumos totais para a situação atual e cenários futuros....	409
8.2.3	Comparação das demandas por tipo de uso para a situação atual e cenários futuros	410
8.2.4	Demandas Hídricas Não Consuntivas Nos Cenários.....	418
8.3	BALANÇO ENTRE DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS NOS CENÁRIOS FORMULADOS E IDENTIFICAÇÃO DE CONFLITOS POTENCIAIS	419
8.4	AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE QUALIDADE DA ÁGUA NOS CENÁRIOS FORMULADOS E IDENTIFICAÇÃO DE CONFLITOS POTENCIAIS	427
8.5	NECESSIDADES E ALTERNATIVAS DE PREVENÇÃO OU MITIGAÇÃO DAS SITUAÇÕES CRÍTICAS IDENTIFICADAS	432
8.6	DEFINIÇÃO DO CENÁRIO DE REFERÊNCIA DO PERH/AM.....	433
9	PLANOS E PROGRAMAS RELACIONADOS AOS RECURSOS HÍDRICOS.....	435
9.1	PLANOS DE MANEJO DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO (UCS).....	435

9.2	PLANO ESTADUAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS	437
9.3	PLANO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS	437
9.4	PLANO AMBIENTAL DO ESTADO DO AMAZONAS	437
9.5	PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA DE MANAUS	437
9.6	POLÍTICAS	438
9.6.1	Política Florestal do Estado do Amazonas	438
10	ASPECTOS INSTITUCIONAIS E LEGAIS	440
10.1	DOMINIALIDADE DAS ÁGUAS	442
10.2	POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS	443
10.3	ACORDOS INTERNACIONAIS	446
10.3.1	Tratado de Cooperação Amazônica	447
10.3.2	Acordo para a Conservação da Flora e da Fauna dos Territórios Amazônica da República Federativa do Brasil e da República da Colômbia	448
10.3.3	Acordo para a Conservação da Flora e da Fauna dos Territórios Amazônicos - Brasil/Peru	448
10.3.4	Acordo de Cooperação Amazônica entre o Governo da República Federativa do Brasil e o Governo da República da Colômbia	449
10.3.5	Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável	449
10.3.6	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento - ECO 92	449
10.4	A POLÍTICA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS	450
10.4.1	Estrutura Institucional do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos	450
10.4.2	Instrumentos de Gestão do Sistema Estadual de Recursos Hídricos	458
10.5	SITUAÇÃO ATUAL DA ESTRUTURA INSTITUCIONAL E DOS INSTRUMENTOS DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO	460
10.5.1	Situação Atual da Estrutura Institucional	460
10.5.2	Situação Atual dos Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos	465
11	ANEXOS	472

LISTA DE QUADROS

Quadro 6.1:	Quantificação da rede pluviométrica por Região Hidrográfica (RH)	245
Quadro 6.2:	Quantificação da rede fluviométrica por Região Hidrográfica (RH)	247
Quadro 6.3:	Vazões características calculadas nas Unidades de Planejamento Hídrico (UPH)	259
Quadro 6.4:	Valores mínimos, máximos e adotados para o “per capita” urbano de água	264
Quadro 6.5:	Demandas per capita utilizadas	264
Quadro 6.6:	Taxas de crescimento anual da população atendida por faixa de população urbana	265
Quadro 6.7:	Percentual médio de população atendida pela rede em 2016 por faixa de população urbana	265
Quadro 6.8:	Abastecimento de água por município em 2016	265
Quadro 6.9:	Classes de índice de atendimento	267
Quadro 6.10:	Atendimento de água nos municípios do Estado do Amazonas	267
Quadro 6.11:	Número de municípios por tipo de manancial	269
Quadro 6.12:	Tipo de abastecimento nas sedes dos municípios	269
Quadro 6.13:	Demandas de abastecimento humano por Unidade de Planejamento Hídrico (UPH) em 2016	272
Quadro 6.14:	PIB industrial, número estimado de trabalhadores e demandas de água nas indústrias nos municípios do Amazonas (Ano 2016)	275

Quadro 6.15. Demandas hídricas atuais (ano 2016) das industriais por UPH no Estado do Amazonas	276
Quadro 6.16. Vazões outorgadas atender as demandas hídricas dos rebanhos.....	277
Quadro 6.17. Demandas hídricas estimadas para os rebanhos dos municípios do Amazonas (Ano 2016)	277
Quadro 6.18. Demandas hídricas para os rebanhos por UPH no Estado do Amazonas (ano 2016)	279
Quadro 6.19. Demandas hídricas atuais (ano 2016) estimadas para irrigação durante o período de estiagem nos municípios do Amazonas.....	281
Quadro 6.20. Demandas hídricas atuais (ano 2016) da irrigação por UPH no Estado do Amazonas	282
Quadro 6.21. Demandas totais de água (m ³ /s) no Estado do Amazonas para diferentes usos em 2016.....	283
Quadro 6.22. Balanço Hídrico e Índice de Criticidade para as UPHs do Estado do Amazonas	287
Quadro 6.23. Balanço Hídrico e Índice de Criticidade para os municípios com área dentro do Estado do Amazonas.....	290
Quadro 6.24. Faixas de Indicadores de Poluição Orgânica e suas Classificações.....	312
Quadro 6.25. Indicadores de Poluição Orgânica – IPO para os cursos hídricos nas seções próximas à sede municipal.....	313
Quadro 6.26. Demandas hídricas pelos diferentes usos na Colômbia.....	320
Quadro 6.27. Demandas hídricas na região amazônica do Peru	321
Quadro 6.28. Demandas hídricas totais na bacia do rio Tapajós no Mato Grosso	322
Quadro 6.29. Capacidade de geração das UHE em operação e em construção na bacia do rio Tapajós no Mato Grosso	322
Quadro 6.30. Capacidade de geração das UHE no Estado de Rondônia.....	323
Quadro 6.31. Demandas hídricas totais na bacia do rio Madeira nos estados de Mato Grosso e de Rondônia	323
Quadro 6.32. Demandas hídricas totais na bacia do rio Purus no Estado do Acre.....	324
Quadro 6.33. Demandas hídricas totais na bacia do rio Juruá no Estado do Acre	324
Quadro 6.34. Demandas estimadas nas bacias compartilhadas pelo Estado do Amazonas	325
Quadro 6.35. Classificação dos sistemas aquíferos com base em suas propriedades aquíferas	333
Quadro 6.36: Agrupamento das unidades aquíferas e sua distribuição em área aflorante no Amazonas.....	333
Quadro 6.37: Distribuição dos Sistemas Aquíferos nas Bacias Hidrográficas do Estado e suas características principais	334
Quadro 6.38: Avaliação dos poços segundo situação de funcionamento	335
Quadro 6.39: Avaliação dos poços operantes segundo informação de vazões	336
Quadro 6.40: Médias de Vazões por faixas de profundidade	337
Quadro 6.41: Avaliação dos poços quanto ao uso	337
Quadro 6.42: Avaliação quantitativa dos poços por município (com dados existentes no SIAGAS) .	339
Quadro 6.43: Avaliação quantitativa dos poços por Região Hidrográfica (com dados existentes no SIAGAS)	340
Quadro 7.1: Evolução da população de Manaus de 1991-2000 por zona do município	345
Quadro 7.2: Domicílios com acesso aos bens e serviços básicos.	346
Quadro 7.3: Produção atual de água nos sistemas do município de Manaus	351
Quadro 7.4: Quantidade de habitantes e domicílios não atendidos pelo sistema coletivo de abastecimento de água de Manaus	355
Quadro 7.5: Número de economias de água (dez/2013).....	356
Quadro 7.6: Indicadores do Sistema de Abastecimento de Água de Manaus.	356
Quadro 7.7: Balanço Perdas em 2013 (Situação Atual)	358
Quadro 7.8: Sistemas isolados de esgotamento sanitário de Manaus.....	362
Quadro 7.9: Quantidades de ligações e de economias do sistema de esgotos de Manaus	363

Quadro 7.10: Vazões de projeto e declividades na igarapé Educandos	366
Quadro 7.11: Vazões de projeto e declividades nos igarapés afluentes do Educandos.....	366
Quadro 7.12: Cotas de água máximas no porto de Manaus para diferentes tempos de retorno (TR)	368
Quadro 8.1. População estimada nos horizontes considerados.....	388
Quadro 8.2. Demandas hídricas de abastecimento humano para Cenário Tendencial	389
Quadro 8.3. Índices de atendimento por UPH e demandas hídricas – Cenário Tendencial	390
Quadro 8.4. Demandas hídricas das indústrias para Cenário Tendencial	392
Quadro 8.5. Evolução dos rebanhos no Estado (em BEDA) e das demandas hídricas no Cenário Tendencial.....	392
Quadro 8.6. Evolução das áreas irrigadas (ha) e demandas hídricas no Cenário Tendencial	392
Quadro 8.7. Demandas hídricas de abastecimento humano para Cenário Normativo	393
Quadro 8.8. Índices de atendimento por UPH e demandas hídricas – Cenário Normativo	394
Quadro 8.9. Demandas hídricas das indústrias para Cenário Normativo	397
Quadro 8.10. Evolução dos rebanhos no Estado (em BEDA) e das demandas hídricas no Cenário Normativo	397
Quadro 8.11. Evolução das áreas irrigadas (ha) e demandas hídricas no Cenário Normativo	398
Quadro 8.12. Demandas hídricas de abastecimento humano para Cenário Crítico	398
Quadro 8.13. Índices de atendimento por UPH e demandas hídricas – Cenário Crítico	399
Quadro 8.14. Demandas hídricas das indústrias no Cenário Crítico.....	402
Quadro 8.15. Efetivos dos rebanhos (em BEDA) e das demandas hídricas no Cenário Crítico.....	402
Quadro 8.16. Evolução das áreas irrigadas (ha) e demandas hídricas no Cenário Crítico	403
Quadro 8.1. Demandas hídricas (m ³ /s) para cada cenário de abastecimento humano por UPH do Estado do Amazonas	404
Quadro 8.2. Demandas hídricas (m ³ /s) para cada cenário de abastecimento industrial por UPH do Estado do Amazonas	405
Quadro 8.3. Demandas hídricas (m ³ /s) para cada cenário da pecuária por UPH do Estado do Amazonas.....	406
Quadro 8.4. Demandas hídricas (m ³ /s) para cada cenário de irrigação por UPH do Estado do Amazonas.....	407
Quadro 8.5. Demandas hídricas totais (m ³ /s) em cada UPH do Estado do Amazonas	408
Quadro 8.6. Demandas e consumos hídricos totais para diferentes cenários no Amazonas.....	409
Quadro 8.7. Variação das demandas em relação à situação atual para diferentes usos	410
Quadro 8.8. Participação dos tipos de demandas na demanda total	414
Quadro 8.9. Demandas hídricas (m ³ /s) por tipo uso consuntivo e por UAH no final do Cenário Normativo (ano 2040).....	415
Quadro 8.10. Balanço Hídrico e Índice de Criticidade para as UPHs do Estado do Amazonas no Prognóstico.....	421
Quadro 8.11. Balanço Hídrico e Índice de Criticidade para os municípios com área dentro do Estado do Amazonas para os diferentes cenários do prognóstico	424
Quadro 8.12. Prognóstico: Indicadores de Poluição Orgânica – IPO para os cursos hídricos nas seções próximas à sede municipal	429
Quadro 9.1: Relação de Planos de Manejos existentes cujas Unidades de Conservação possuem interface com a gestão dos recursos hídricos.....	436
Quadro 10.1: Natureza jurídica de Unidades de Conservação do SNUC.	443
Quadro 10.2: Análise comparativa SEMA x IPAAM.....	456
Quadro 10.3: Total de outorgas do Estado do Amazonas emitidas até Dezembro de 2018.....	467

LISTA DE FIGURAS

Figura 6.1. Unidades Estaduais de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos – Regiões Hidrográficas	240
Figura 6.2. Trecho norte do limite entre as unidades Madeira AM e Purus AM, que atravessa a bacia do Rio Matupiri.	241
Figura 6.3. Limite entre as unidades Madeira AM e Baixo Amazonas, que passa em cima do rio Abacaxis.	241
Figura 6.4. Representação das bacias hidrográficas da MDA e suas respectivas UPH.	242
Figura 6.5. Unidades de Planejamento Hídrico inseridas parcialmente ou totalmente no Estado do Amazonas.....	243
Figura 6.6. Mapa com UPH sobre as RH.....	244
Figura 6.7: Mapa das Estações Pluviométricas em operação no Estado do Amazonas	245
Figura 6.8: Mapa das Estações Fluviométricas em operação no Estado do Amazonas.....	246
Figura 6.9: Mapa das Estações Fluviométricas em operação capacitadas para medição da Qualidade da Água no Estado do Amazonas.....	248
Figura 6.10: Topologia do modelo MGB da Bacia Amazônica.	251
Figura 6.11: Comparação da série do produto MSWEP com observações em Óbidos e Manacapuru entre 1980 e 2015.	253
Figura 6.12: Bacias Hidrográficas contribuintes ao Estado do Amazonas.	255
Figura 6.13: Contribuição das UPH para ao Rio Amazonas.....	257
Figura 6.14: Precipitação Média nas principais bacias Amazônicas.	258
Figura 6.15: Vazão Média de Longo Termo Específica (Q_{MLT}) nas Unidades de Planejamento Hídrico (UPH).....	261
Figura 6.16: Disponibilidade Hídrica Superficial Específica (Q_{95}) nas Unidades de Planejamento Hídrico (UPH).....	262
Figura 6.17: Índice de atendimento da rede de água por município.....	268
Figura 6.18. Distribuição de cada uso de água frente à demanda total do Estado do Amazonas.....	283
Figura 6.19. Distribuição de cada uso de água frente à demanda total em cada UPH do Estado do Amazonas.....	284
Figura 6.20. Demandas totais (m^3/s) para as UPHs do Estado do Amazonas.....	285
Figura 6.21. Localização do município de Alvarães na foz do rio Caiçara.	292
Figura 6.22. Índice de Criticidade para as UPHs e municípios.....	293
Figura 6.23. Série histórica de níveis com extremos de cheias e secas - série diária de níveis no rio Negro em Manaus (preto) e do rio Amazonas em Óbidos (vermelho).	294
Figura 6.24. Mancha de inundação em evento histórico de cheia (03/05/2009)	296
Figura 6.25. Mancha de inundação em evento histórico de seca (10/10/1983).	297
Figura 6.26. Projeções do clima brasileiro por região, indicando mudanças projetadas e níveis de confiança	299
Figura 6.27. Tendências de Vazões Máximas Anuais.	301
Figura 6.28. Tendências de Vazões Médias Anuais.....	301
Figura 6.29. Tendências de Vazões Mínimas Anuais.....	302
Figura 6.30: Distribuição dos tipos de água dos principais rios amazônicos.	305
Figura 6.31. Tipologia das águas amazônicas e algumas de suas características de diferenciação em estado natural.....	305
Figura 6.32: Classe representativa em pelo menos 80% do tempo - Oxigênio Dissolvido.	307
Figura 6.33: Classe representativa em pelo menos 80% do tempo - pH.	308
Figura 6.34: Classe representativa em pelo menos 80% do tempo–Turbidez.	309
Figura 6.35. Município de Carauari e seus corpos hídricos receptores de efluentes.....	316
Figura 6.36. Município de Jutai e seus corpos hídricos receptores de efluentes.....	317

Figura 6.37. Evolução da concentração de DBO estimada para o rio Caiçara desde o município de Alvarães até o seu encontro com o rio Solimões.....	318
Figura 6.38. Evolução da concentração de DBO estimada para o rio Juma e seu afluente (primeiros 22 km do perfil) desde o município de Apuí até a chegada do rio das Pombas.....	319
Figura 6.39. Vazão total e participação (%) dos principais afluentes do rio Amazonas.....	320
Figura 6.40: Hidrogeologia.....	331
Figura 6.41: Determinação dos sistemas aquíferos e a notação dos poços tubulares. (Extraído e modificado de Manual de Cartografia Hidrogeológica, CPRM, 2014).....	332
Figura 6.42: Funcionamento dos Poços Tubulares do AM (referente ao Quadro 1).....	336
Figura 6.43: Avaliação dos Poços Tubulares Operantes no AM (referente ao Quadro 2).....	336
Figura 6.44: Avaliação da vazão dos poços operantes segundo usos (referente ao Quadro 4).....	337
Figura 6.45: Histograma de Profundidades dos poços cadastrados no SIAGAS.....	338
Figura 6.46: Histograma de níveis estáticos e dinâmicos dos poços cadastrados no SIAGAS.....	338
Figura 6.47: Poços cadastrados no SIAGAS e RIMAS.....	342
Figura 7.1: Evolução populacional de Manaus. Anos 1970 - 2010.....	345
Figura 7.2: População residente de Manaus por setor censitário. Ano 2010.....	347
Figura 7.3: Principais bacias de Manaus.....	348
Figura 7.4: Relatório fotográfico - abastecimento de água de Manaus.....	349
Figura 7.5: Sistema de abastecimento de Manaus.....	350
Figura 7.6: Vista do complexo produtor Ponta do Ismael.....	351
Figura 7.7: Estação de tratamento de água de Mauzinho.....	352
Figura 7.8: Vista da Captação de Água Bruta (CAB) da Ponta das Lajes.....	353
Figura 7.9: ETA Ponta das Lajes.....	353
Figura 7.10: Localização dos poços tubulares profundos em Manaus.....	354
Figura 7.11: Bacias hidrográficas e de esgotamento sanitário da cidade de Manaus.....	360
Figura 7.12: Principais Bacias hidrográficas de Manaus.....	364
Figura 7.13: Prioridade de levantamento cadastral para obras de drenagem na cidade de Manaus.....	364
Figura 7.14: Obras de ampliação do igarapé do Quarenta.....	365
Figura 7.15: Canalização do igarapé Manaus: a) trecho final e b) em estado natural.....	365
Figura 7.16: Igarapé do Cachoeirinha (em obras) e igarapé da Liberdade, com leito revestido em gabiões.....	366
Figura 7.17: Ponte sobre o igarapé do Mindú e vista geral do igarapé Sapolândia.....	367
Figura 7.18: Estuário do igarapé São Raimundo no Rio Negro.....	367
Figura 7.19: Cotas máximas anuais no porto de Manaus (Estação ANA 14990000).....	368
Figura 7.20: Áreas inundáveis em Manaus com TR 100 anos.....	369
Figura 8.1. Taxa de Fecundidade Total estimadas e projetadas 2000/2030.....	386
Figura 8.2 Comparação da evolução da população projetada pela IBGE entre 2010 e 2060 e a população total estimada para o estado.....	387
Figura 8.3. Demandas do abastecimento humano nos cenários estudados.....	410
Figura 8.4. Demandas das indústrias nos cenários estudados.....	411
Figura 8.5. Demandas dos rebanhos nos cenários estudados.....	411
Figura 8.6. Demandas da irrigação na situação atual e nos cenários estudados.....	412
Figura 8.7. Demandas hídricas totais no Cenário Tendencial.....	413
Figura 8.8. Demandas hídricas totais no Cenário Normativo.....	413
Figura 8.9. Demandas hídricas totais no Cenário Crítico.....	414
Figura 8.10. Participação (%) dos tipos de uso da água nas UPH do Estado do Amazonas no final do Cenário Normativo.....	417
Figura 8.11. Demandas totais (m³/s) para as UPHs do Estado do Amazonas para os quatro cenários analisados no prognóstico.....	420

Figura 8.12. Valores de Índice de Criticidade calculados para as UPH em diferentes cenários de desenvolvimento.....	423
Figura 10.1: Dominalidade dos cursos d'água.....	444
Figura 10.2: Organograma da SEMA.....	462
Figura 10.3: Organograma do IPAAM.....	463
Figura 10.4: Cursos de água passíveis de serem enquadrados no PERH-AM (em azul rios de domínio do Estado).....	466
Figura 11.1. Ilustração dos níveis de discretização do MGB.....	479
Figura 11.2. Representação do Balanço Hídrico nas URH.....	480
Figura 11.3. Representação da geração e propagação de vazão nas bacias.....	480
Figura 11.4. Esquema geral de equações utilizadas para propagação no MGB.....	481
Figura 11.5. Esquema geral de simulação do MGB. Fonte: Lopes, 2017.....	482



6 RECURSOS HÍDRICOS

6 RECURSOS HÍDRICOS

6.1 RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS

6.1.1 Unidades de Planejamento Hídrico (UPH)

Em termos de recursos hídricos, o Estado do Amazonas foi dividido em 09 Unidades Estaduais de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UEPGRH), chamadas aqui de Regiões Hidrográficas (RH), sendo essas: Manaus, Rio Negro, Madeira, Juruá, Purus, Alto Solimões, Médio Solimões/Japurá, Careiro-Autazes e Baixo Amazonas, conforme apresentado no mapa a seguir (Figura 6.1).

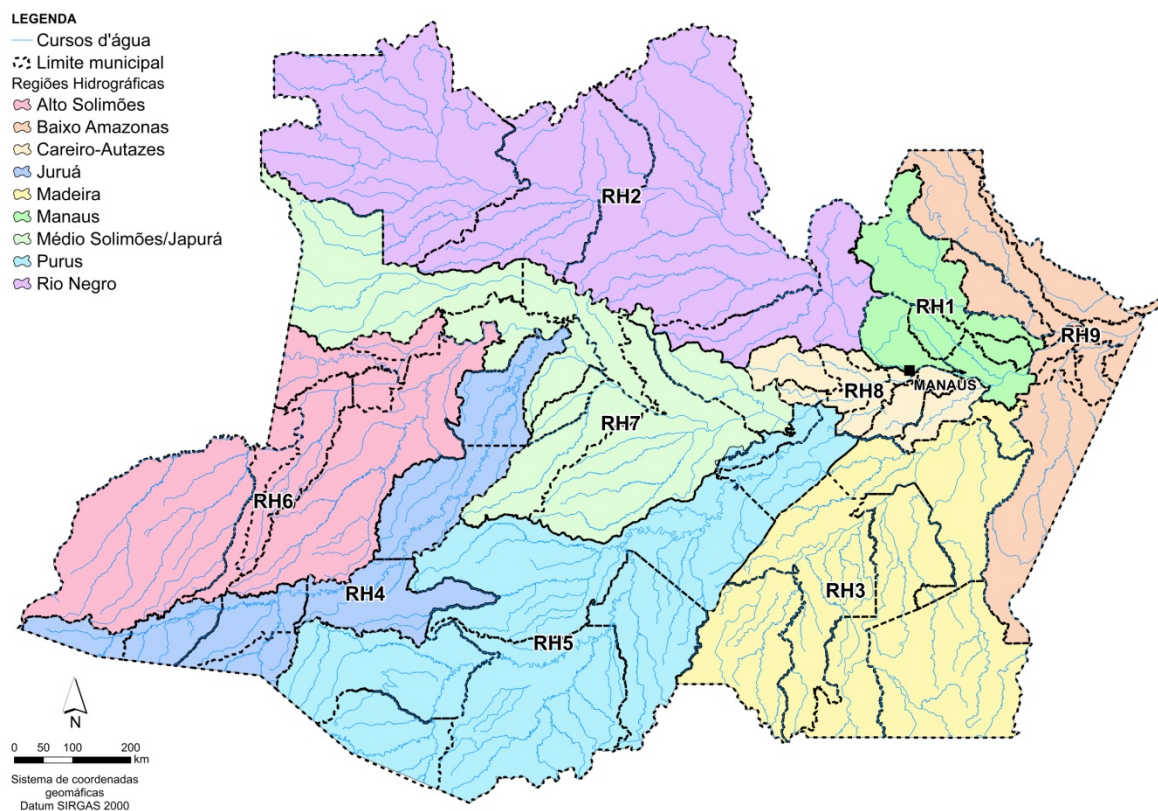


Figura 6.1. Unidades Estaduais de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos – Regiões Hidrográficas

As RH foram estabelecidas com foco na gestão dos recursos hídricos, o que leva à atenção aspectos geopolíticos como limites estaduais e municipais, que muitas vezes coincidem com a divisão hidrográfica, adotado em outras divisões de áreas. Contudo, esse tipo de critério pode ser problemático para a realização dos estudos hidrológicos em locais onde a divisa municipal não coincide com a hidrográfica, como é o caso de alguns limites estabelecidos para as RH amazonenses. Como exemplo apresenta-se o trecho norte do limite entre as unidades Madeira e Purus (Figura 6.2), que atravessa a bacia do Rio Matupiri, e o limite entre as unidades Madeira e Baixo Amazonas, que sobrepõe o Rio Abacaxis (Figura 6.3).

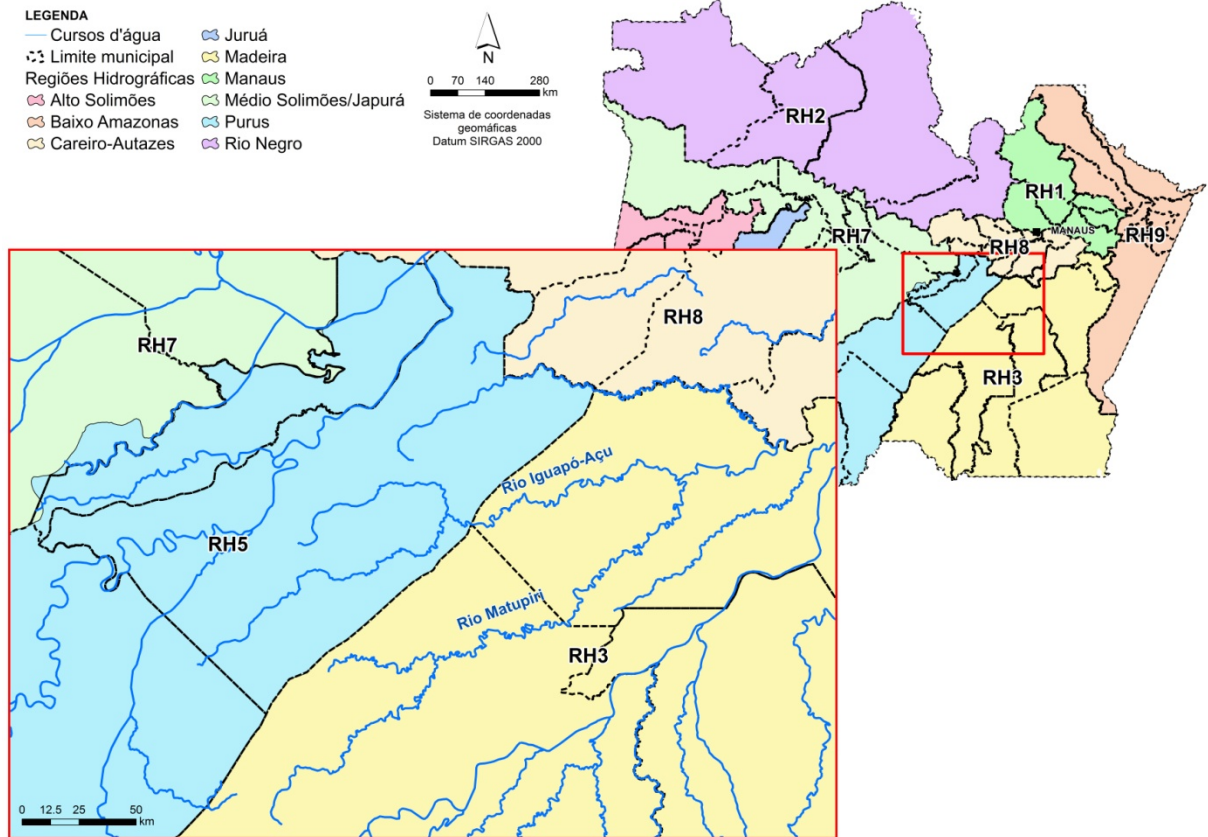


Figura 6.2. Trecho norte do limite entre as unidades Madeira AM e Purus AM, que atravessa a bacia do Rio Matupiri.

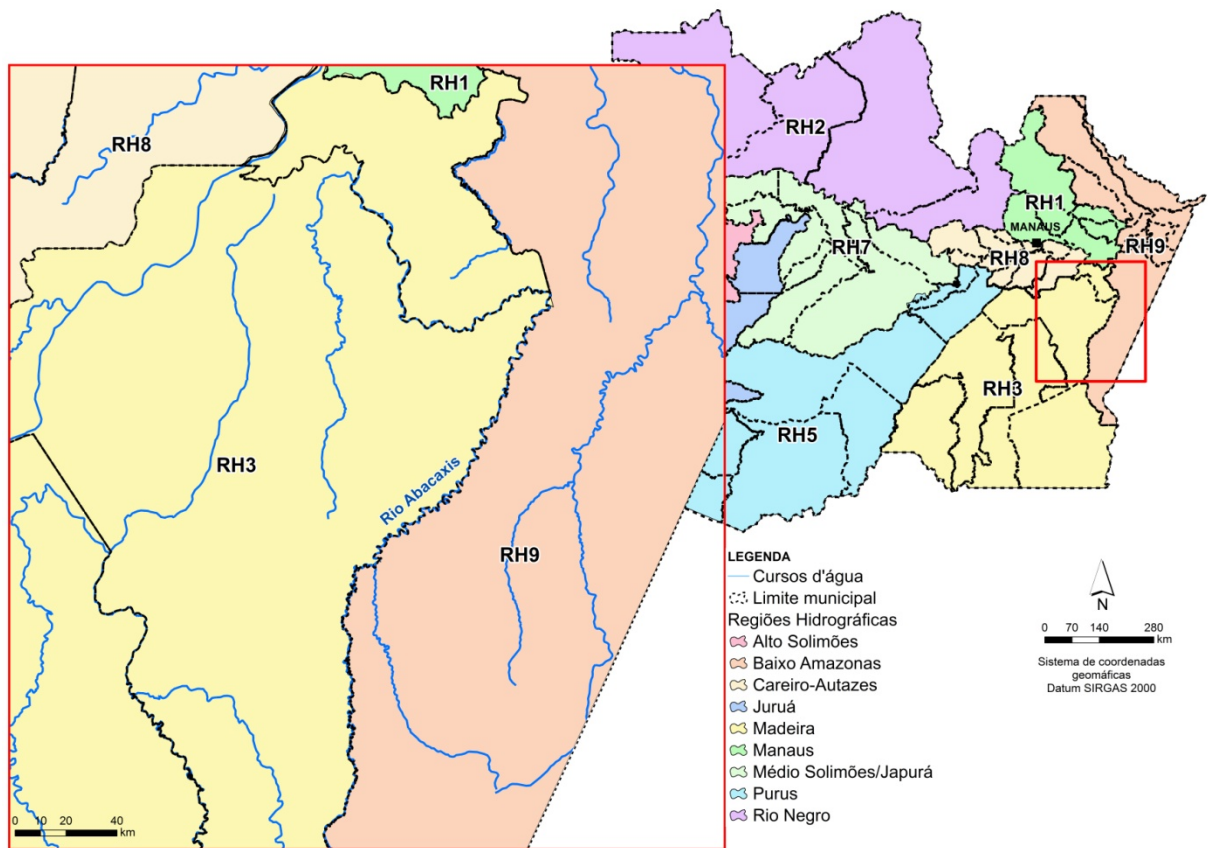


Figura 6.3. Limite entre as unidades Madeira AM e Baixo Amazonas, que passa em cima do rio Abacaxis.

Assim, para a elaboração dos estudos hidrológicos, principalmente em relação à avaliação de disponibilidade e demandas hídricas para o cálculo do balanço, é necessária a utilização de uma divisão que leve em consideração principalmente a hidrografia.

Dessa forma, sugere-se a utilização da divisão em UPH (Unidades de Planejamento Hídrico), proposta pela ANA (Agência Nacional das Águas) e já utilizada como unidade de balanço no PERH-MDA (ANA, 2013)¹ (Figura 6.4).

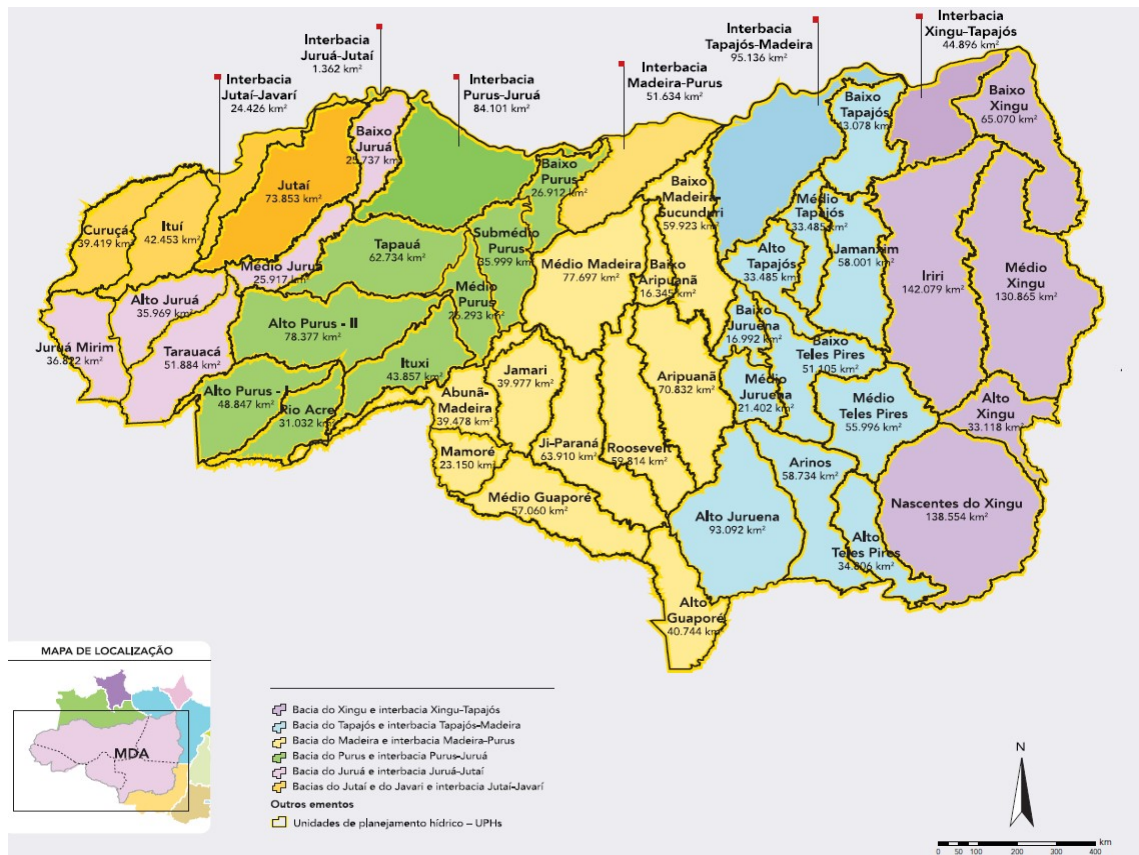


Figura 6.4. Representação das bacias hidrográficas da MDA e suas respectivas UPH.

Fonte: ANA, 2013.

Segundo a ANA, as UPHs são subdivisões de bacias hidrográficas, caracterizadas por uma homogeneidade de fatores geomorfológicos, hidrográficos e hidrológicos que permitem a organização do planejamento e do aproveitamento dos recursos hídricos ali existentes. As UPH são formadas por bacias ou sub-bacias hidrográficas de rios afluentes ou segmentos das bacias dos rios principais, com continuidade espacial. Destaca-se a existência das Interbacias, que consistem em UPH localizadas entre uma bacia e outra. Essas unidades possuem nome composto, sendo o primeiro correspondente à bacia a qual pertencem.

No Estado do Amazonas há 44 UPH totalmente ou parcialmente inseridas no território estadual, conforme apresenta a Figura 6.5, que apresenta as UPH recortadas pelo limite do Estado do Amazonas. Observam-se as UPH foram delimitadas de tal forma que o Rio Solimões/Amazonas foi definido com um divisor de águas. Desta forma, a disponibilidade pode ser avaliada considerando o Rio Solimões/Amazonas como um receptor das bacias que contribuem a ele, tanto pela margem direita como pela esquerda.

¹ ANA. Agência Nacional de Águas. Plano Estratégico de Recursos Hídricos dos Afluentes da Margem Direita do Rio Amazonas – PERH-MDA. Brasília/DF, 2013.



Figura 6.5. Unidades de Planejamento Hídrico inseridas parcialmente ou totalmente no Estado do Amazonas

Conforme se observa na Figura 6.6, há uma divergência entre os limites das UPH e das RH, visto que a primeira unidade respeita a divisão hidrográfica, enquanto a segunda considerou principalmente limites políticos, que algumas vezes coincidem com os divisores de águas. Com isso, algumas UPH pertencem a mais de uma Região Hidrográfica. Neste caso, considerou-se para fins de balanço a unidade em que se encontra o exutório da UPH em questão.



Figura 6.6. Mapa com UPH sobre as RH

6.1.2 Caracterização e Avaliação da Rede de Monitoramento Quali-quantitativo dos Recursos Hídricos

6.1.2.1 Rede de Monitoramento Quantitativo

Para a caracterização da rede de monitoramento hidrológico, foram obtidas as informações disponibilizadas pela ANA (Agência Nacional das Águas) através do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), mais especificamente o portal Hidroweb.

A plataforma gerida pela ANA contém as informações e as séries históricas das estações integrantes da Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN), que consiste em um conjunto de estações pluviométricas e fluviométricas mantidas e operadas por diversas entidades públicas e privadas. A ANA é responsável pela grande maioria das estações pluviométricas e fluviométricas, operadas principalmente pela CPRM, COHIDRO, CONSTRUFAM e INMET.

Segundo o inventário da ANA, atualizado em Agosto de 2018, na área de abrangência do PERH-AM constam 292 estações pluviométricas. Do total de estações listadas no Hidroweb, 104 encontram-se desativadas atualmente, e das 188 estações ativas, 148 são do tipo convencional e 66 estão aptas a enviar dados por telemetria.

Dentre as estações pluviométricas em operação, 19 delas consistem em estações climatológicas, operadas praticamente em sua totalidade pelo INMET. Nessas estações são registrados, de forma contínua, diversos parâmetros meteorológicos, como pressão atmosférica, temperatura e umidade relativa do ar, precipitação, radiação solar, direção e velocidade do vento, entre outros.

Em anexo, está apresentado o inventário completo das estações pluviométricas operando atualmente no Estado do Amazonas disponibilizado pelo Hidroweb (ANA, 2018)².

A Figura 6.7 apresenta um mapa com as estações pluviométricas ativas, no qual verifica-se que a espacialização das mesmas ao longo do Estado é heterogênea.

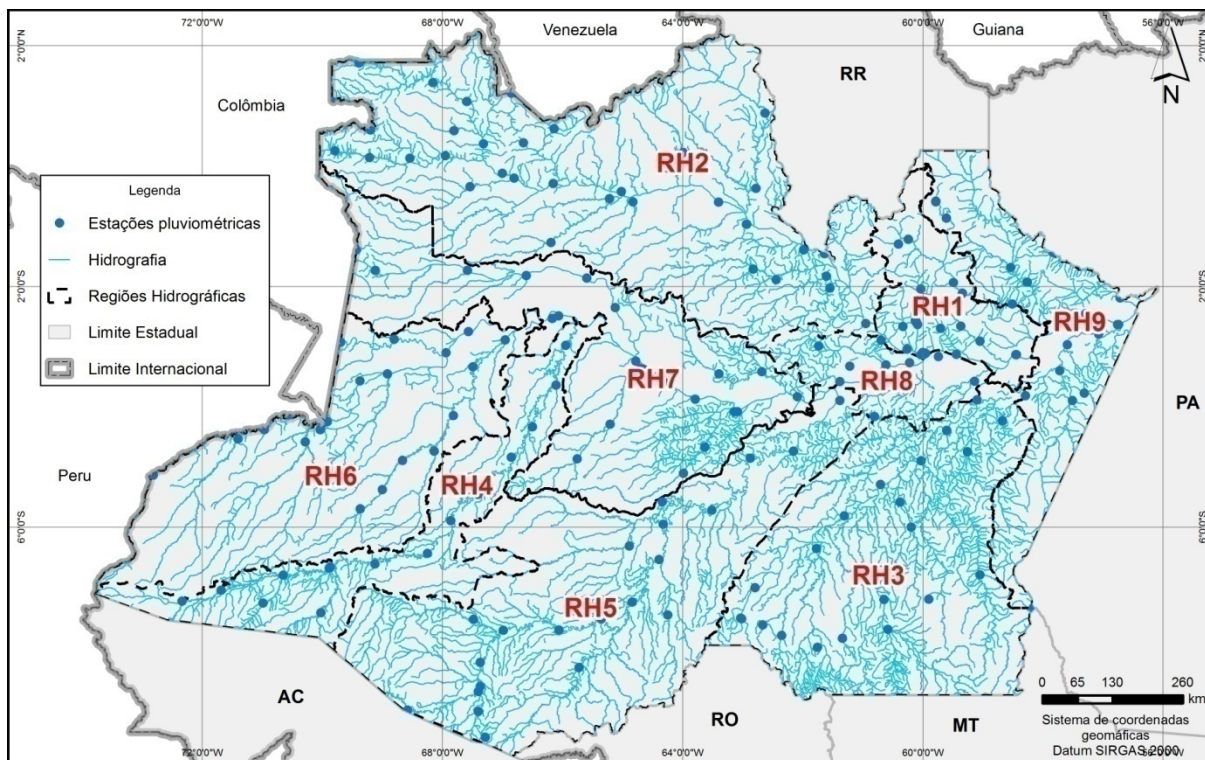


Figura 6.7: Mapa das Estações Pluviométricas em operação no Estado do Amazonas

As informações apresentadas no Quadro 6.1 se referem à quantidade e à área de abrangência de estações pluviométricas por Região Hidrográfica. Verifica-se que a RH Rio Negro apresenta o maior número de estações pluviométricas, 36, enquanto que na RH Careiro-Autazes somente existem 9 estações operando atualmente. Contudo, a densidade de estações na RH Careiro-Autazes é maior, quando se verifica a área de abrangência por estação, onde se encontra, em média, uma estação a cada 4.638 km², ao passo que na RH Rio Negro observa-se que existe em média uma estação pluviométrica a cada 9.227.

Quadro 6.1: Quantificação da rede pluviométrica por Região Hidrográfica (RH)

Número RH	Região Hidrográfica	Área (km ²)	Quantitativo das estações pluviométricas	Abrangência da rede pluviométrica em operação (km ² /estação)
1	Manaus	59,504	21	2,834
2	Rio Negro	332,170	36	9,227
3	Madeira	226,594	23	9,852
4	Juruá	112,617	15	7,508
5	Purus	273,951	22	12,452
6	Alto Solimões	201,122	21	9,577
7	Médio Solimões/Japurá	200,817	22	9,128
8	Careiro-Autazes	41,739	9	4,638
9	Baixo Amazonas	109,918	19	5,785
-	Total	1,558,432	188	8,290

²Agência Nacional de Águas - ANA. Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) – Portal Hidroweb. Acesso em 18 de janeiro de 2018. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/>

A área do Estado do Amazonas é de aproximadamente 1,5 milhões de km², considerando que o número de estações pluviométricas em operação é de 188, a área de abrangência de cada estação é em média 8.290 km². A Organização Mundial Meteorológica indica que em regiões de planície este número deveria ser minimamente uma estação a cada 575 km²(OMM, 2008)³. Essa recomendação não condiz sequer com a realidade da RH Manaus, que consiste na RH mais populosa e urbanizada do Estado do Amazonas.

O nível de infraestrutura logística de uma região normalmente está atrelado a questões como a densidade populacional que, conseqüentemente, afeta a configuração da rede pluviométrica (OMM, 2008). As dificuldades logísticas encontradas em algumas RH amazônicas tornam a instalação e operação das estações praticamente impossíveis em certos locais. Tais regiões iriam exigir um nível altíssimo de automação das estações. Apesar do progresso alcançado até então na modernização e automatização da RNH, ainda há muito a avançar no monitoramento em áreas remotas.

Em relação à rede de estações fluviométricas, o mesmo inventário consultado para a rede pluviométrica, disponibilizado através do Hidroweb (ANA, 2018), aponta que existem 216 estações fluviométricas instaladas no Estado do Amazonas, porém deste montante apenas 134 possuem o status de operação ativo. Entre as estações que se encontram ativas, 60 delas estão aptas a enviar dados por telemetria, 126 estão preparadas para a medição de nível d'água, 32 estão preparadas para a medição de sedimentos e 73 estão preparadas para a medição de qualidade da água.

Em anexo, está apresentado o inventário completo das estações pluviométricas operando atualmente no Estado do Amazonas disponibilizado pelo Hidroweb (ANA, 2018).

A Figura 6.8 apresenta um mapa com as estações fluviométricas ativas, no qual verifica-se que a espacialização das mesmas ao longo do Estado também é heterogênea, similar a distribuição das estações pluviométricas.

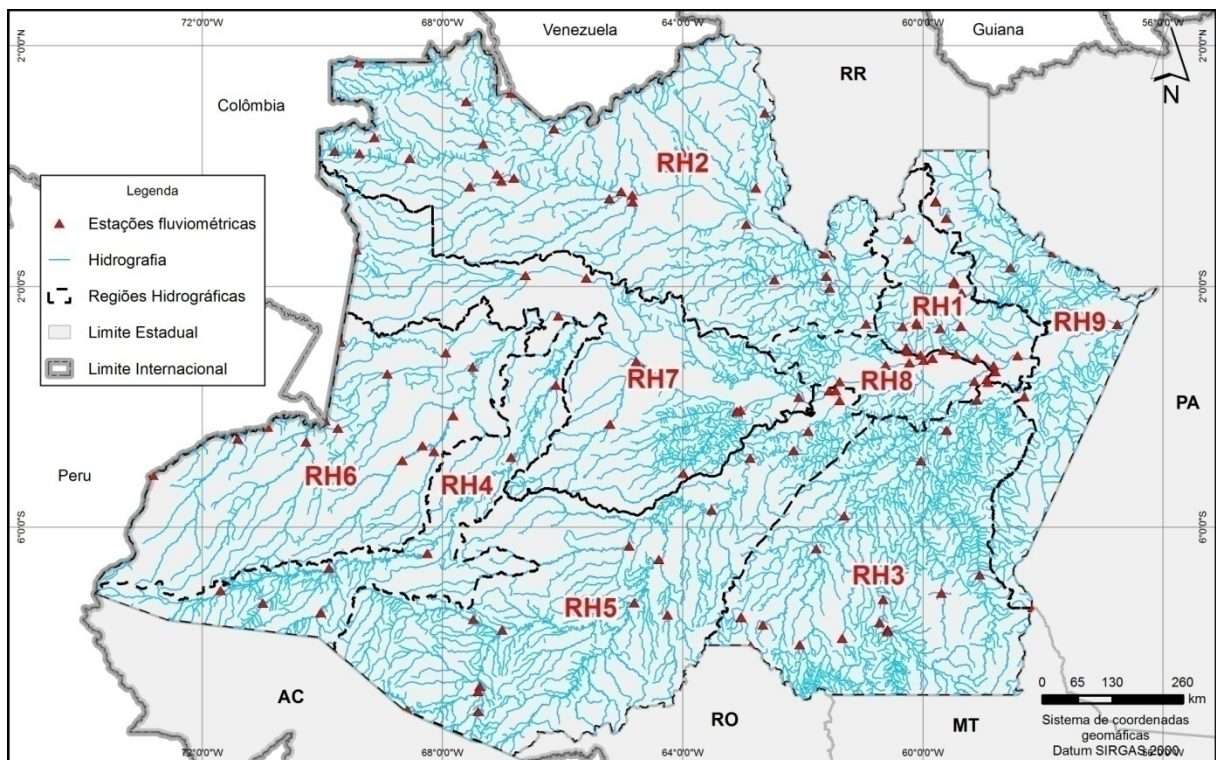


Figura 6.8: Mapa das Estações Fluviométricas em operação no Estado do Amazonas

³ ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE METEOROLOGIA (OMM). Guide to hydrological practices. Volume I. Hydrology – From Measurement to Hydrological Information. 6. ed., Genebra: OMM, 2008. 296 p.

As informações apresentadas no Quadro 6.2 se referem à quantidade e à área de abrangência de estações fluviométricas por Região Hidrográfica. As RH com menor densidade de estações fluviométricas, consistem nas RH Purus e Alto Solimões. De acordo com a OMM (2008), considerando a característica fisiográfica predominante no Estado, de planície, sugere-se que haja uma estação fluviométrica a cada 1.875 km². Novamente, as regiões hidrográficas não atendem ao critério recomendado, somente a RH Manaus se aproxima mais da referência.

Quadro 6.2: Quantificação da rede fluviométrica por Região Hidrográfica (RH)

Número RH	Região Hidrográfica	Área (km ²)	Quantitativo das estações fluviométricas	Abrangência da rede fluviométrica em operação (km ² /estação)
1	Manaus	59,504	22	2,705
2	Rio Negro	332,170	27	12,303
3	Madeira	226,594	18	12,589
4	Juruá	112,617	7	16,088
5	Purus	273,951	17	16,115
6	Alto Solimões	201,122	14	14,366
7	Médio Solimões/Japurá	200,817	13	15,447
8	Careiro-Autazes	41,739	7	5,963
9	Baixo Amazonas	109,918	9	12,213
-	Total	1,558,432	134	11,630

Considerando o Estado como um todo, conseqüentemente, como ocorre para o caso individual das RH, a densidade mínima de estações fluviométricas fica bem abaixo do aconselhado pela OMM, apresentando uma estação fluviométrica a cada 11.630 km². O mesmo ocorre para a densidade de estações sedimentométricas, analisando somente o âmbito estadual em que existem 32 estações em operação, a abrangência das mesmas é de uma estação a cada 48.701 km², enquanto que o sugerido é de pelo menos uma a cada 12.500 km² para regiões de planície.

Novamente, há de considerar as particularidades do Estado do Amazonas, que possui regiões de difícil acesso, prejudicando a possibilidade de monitoramento mais abrangente. Nesse sentido, a telemetria pode ser vista como uma solução parcial para obtenção de dados de níveis em áreas remotas, que do contrário, não seria possível ou poderia apresentar séries com falhas, em função da carência ou ausência de observadores em determinados períodos.

O conhecimento da variação dos níveis dos rios em épocas de cheia e seca é crucial, entre outros aspectos, para a navegação e avaliação do impacto das cheias nas áreas ribeirinhas. Assim, destaca-se o trabalho realizado pela CPRM em Manaus, que desde 1989 efetua anualmente o alerta de cheias. A partir da análise dos níveis da estação Porto de Manaus, localizado no Rio Negro, e de outras estações estratégicas, dispõe-se de informações que permitem antecipar a magnitude da cheia, que acontece no mês de junho em Manaus, permitindo que as autoridades possam promover ações para garantir a segurança dos moradores, caso haja uma enchente de grandes proporções. (Maia, 2010)⁴

6.1.2.2 Rede de Monitoramento Qualitativo

Estado do Amazonas não possui rede de monitoramento de qualidade da água estadual, contando apenas com o monitoramento efetuado nas 73 estações fluviométricas capacitadas para medição de qualidade da água, gerenciadas pela ANA e operadas pela CPRM, COHIDRO, CONSTRUFAM, Taboca, UFC e SEDAM-RO. A localização das estações capacitadas é apresentada na Figura 6.9.

⁴Maia, M. A. M. *Geodiversidade do estado do Amazonas* / Organização Maria Adelaide Mansini Maia [e] José Luiz Marmos. — Manaus : CPRM, 2010. 275 p.

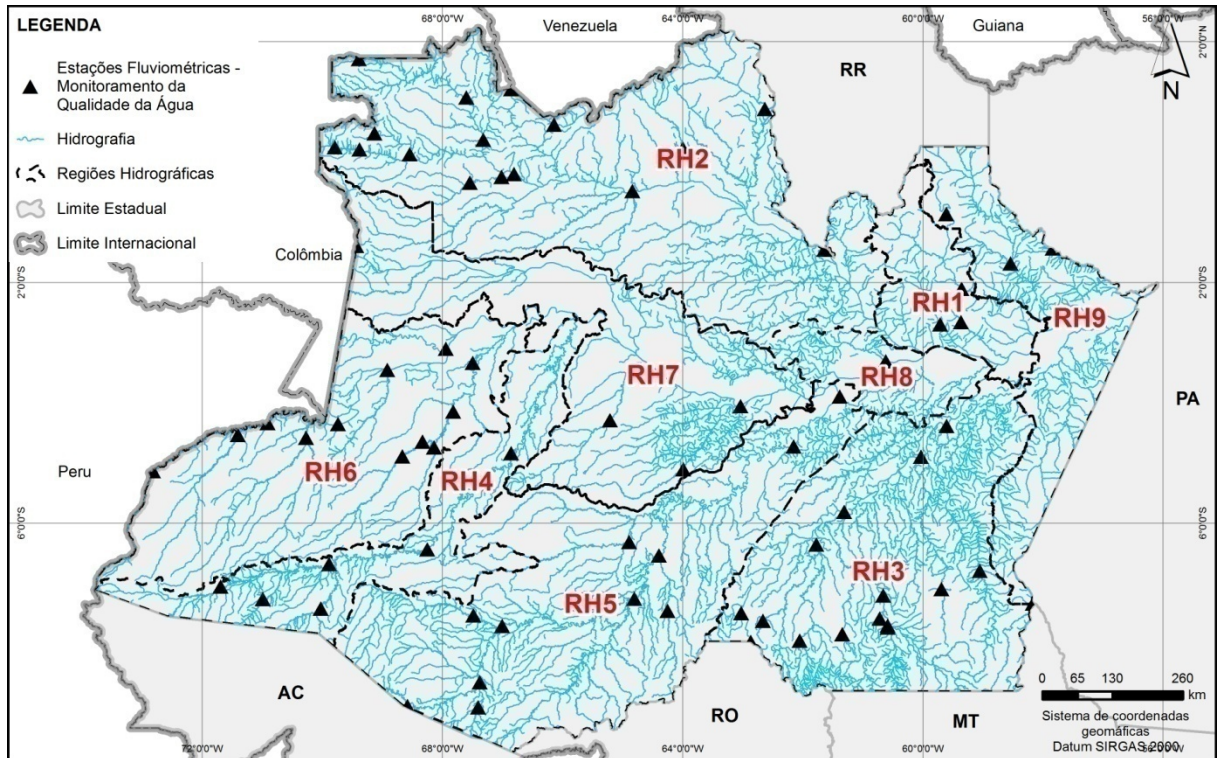


Figura 6.9: Mapa das Estações Fluviométricas em operação capacitadas para medição da Qualidade da Água no Estado do Amazonas.

Nessas estações são efetuadas medidas *in loco* de alguns parâmetros, principalmente pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica e temperatura, através de sondas multiparamétricas. O monitoramento realizado é relevante para a avaliação da evolução da qualidade das águas no território brasileiro.

Contudo, faz-se necessário a instalação de uma rede estadual para a realização de um monitoramento completo, considerando outros parâmetros cruciais para avaliação da qualidade da água, tais como coliformes termotolerantes, DBO, nitrogênio, fósforo, entre outros.

A implantação de tal monitoramento iria viabilizar a utilização do IQA (Índice de Qualidade da Água), amplamente utilizado no país para avaliação da qualidade dos cursos hídricos. O IQA é composto por nove parâmetros, sendo eles: Oxigênio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, pH, DBO, Temperatura da Água, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Turbidez e Resíduos Totais. O IQA foi desenvolvido para avaliar a qualidade da água bruta visando seu uso para o abastecimento público, após tratamento. Os parâmetros utilizados no cálculo do IQA são em sua maioria indicadores de contaminação causada pelo lançamento de esgotos domésticos.

Entende-se que, em função da dificuldade logística, alguns parâmetros como coliformes termotolerantes, que consiste em um importante indicador de poluição por esgotos domésticos, não poderiam ser analisados em alguns locais remotos.

Além disso, em função do foco do IQA na identificação da contaminação por esgotos domésticos, somente os parâmetros compreendidos no índice não seriam o suficiente para o monitoramento, visto que existe a necessidade de avaliar a contaminação por substâncias tóxicas, como metais, pesticidas, compostos orgânicos, em locais potencialmente impactados.

Assim, sugere-se que a indicação de locais de amostragem e parâmetros a serem amostrados, deverá levar em conta a realidade amazonense, buscando realizar o melhor monitoramento possível com os recursos disponíveis.

Em 2018, o Estado do Amazonas aderiu ao Programa de Estímulo à Divulgação de Dados de Qualidade de Água – QUALIÁGUA, que consiste em um programa de adesão voluntária que premia os Estados por atingimentos de metas relacionadas ao monitoramento e à divulgação dos dados de acordo com as premissas previstas na Resolução ANA nº 903/2013. No geral, o objetivo do programa é alcançar a padronização dos métodos de coleta de amostras, parâmetros verificados, frequência das análises e divulgação dos dados de qualidade da água em escala nacional. Ações como essa podem cooperar para a estruturação de uma rede estadual de monitoramento de qualidade dos corpos hídricos.

6.1.3 Avaliação Quantitativa dos Recursos Hídricos

Para o balanço hídrico, precisam ser definidas as disponibilidades e demandas de água, especializadas conforme unidades de análise. Assim, apresenta-se a seguir a metodologia utilizada para a estimativa das disponibilidades e das demandas de água.

De forma geral, o Plano de Trabalho do PERH-AM trata da metodologia da avaliação da disponibilidade hídrica superficial de maneira geral, propondo a utilização de informações contidas em trabalhos realizados por entidades públicas e privadas, complementadas por estudos e análises a serem desenvolvidos pela equipe técnica responsável pela elaboração do plano.



Diversas instituições já realizaram trabalhos qualificados buscando compreender, entre outras questões, a dinâmica hidrológica-hidráulica da Bacia Amazônica, como o Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), que vem realizando diversas pesquisas na Bacia Amazônica aplicando ferramentas desenvolvidas no próprio instituto.

Visando realizar o balanço hídrico, em termos de disponibilidade é necessário calcular vazões médias e vazões de referência propostas e a serem aprovadas pela Fiscalização ($Q_{7,10}$, Q_{90} , Q_{95} , etc.).

Ressalta-se que, segundo a Resolução Nº 01 de 19 de julho de 2016 (CERH,2016)⁵, a vazão adotada para concessão de outorgas no Estado do Amazonas consiste na vazão que é igualada ou excedida em pelo menos 95% do tempo (Q_{95}). A vazão total outorgada nas bacias não poderá ser maior que 75% da vazão de referência (Q_{95}), sendo que cada usuário pode solicitar no máximo 20% da Q_{95} , com exceção do uso para abastecimento humano, dessedentação animal ou mediante justificativa técnica. Além disso, no caso de situação de estiagem, será adotada uma vazão mínima como referência, $Q_{7,10}$, vazão mínima em sete dias e com tempo de recorrência de 10 anos.

Assim, é de extrema importância a correta estimativa das vazões de referência para a garantia da concessão de outorgas e segurança hídrica.

A metodologia comumente adotada em Planos de Bacias e Planos Estaduais de Recursos Hídricos para avaliações quantitativas de água é a regionalização de vazões. No entanto, existem alguns desafios relacionados à aplicação desta técnica no presente trabalho, quais sejam:

-  Baixa disponibilidade de dados de vazão em muitas localidades;
-  Diversidade de uso e tipo de solo, geologia, geomorfologia, etc.;

⁵CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (Amazonas). Resolução nº 01, de 19 de julho de 2016. Manaus/AM, 2016.

- ✚ Complexidade hidrológica e hidráulica, pois existem planícies de inundação e em muitos casos os efeitos de remanso são importantes;
- ✚ As bacias são muito grandes.

Dessa forma, baseando-se em estudos já publicados, definiu-se que é importante utilizar a técnica da Modelagem Hidrológica para a estimativa das vazões nos rios principais de cada UPH, de forma a resolver os desafios elencados anteriormente.

Para tanto, foi utilizado o modelo MGB (Collischonn et al., 2007)⁶, que é um modelo distribuído de larga escala no qual se utilizam equações físicas e conceituais para simular processos hidrológicos que acontecem numa bacia. Este modelo utiliza o conceito de mini bacias e de unidades de resposta hidrológica. Em anexo, apresenta-se uma breve descrição do processo de modelagem do MGB, com suas principais ferramentas.

O modelo é capaz de simular processos hidrológicos verticais, incluindo armazenamento de água no solo, evapotranspiração, interceptação, infiltração de água no solo, escoamento superficial e subsuperficial a partir de reservatórios subterrâneos.

Paiva et al. (2011)⁷ implementaram no MGB um módulo hidrodinâmico que possibilitou a utilização das equações completas de Saint-Venant 1D (Unidimensional) na simulação do escoamento na calha principal dos rios e uma metodologia simplificada para a simulação nas planícies, uma vez que existe extravasamento da calha. Além disso, no aprimoramento do modelo foram adicionados procedimentos de extração de parâmetros a partir de Modelos Digitais de Elevação (MDE). Essas otimizações permitiram que o modelo fosse aplicado em locais com deficiências de dados da calha fluvial e da planície de inundação e com áreas muito planas e expressivas áreas inundáveis, onde os efeitos de remanso são importantes, que é o caso dos principais rios amazônicos.

A aplicabilidade deste modelo à Amazônia está embasada em estudos antecedentes. O modelo desenvolvido foi aplicado inicialmente na bacia do Solimões em Paiva et al. (2012)⁸ e posteriormente em toda bacia Amazônica em Paiva et al. (2013)⁹.

Paiva et al. (2013) realizaram a modelagem hidrológica-hidrodinâmica da Bacia Amazônica através do MGB-IPH, gerando um conjunto de séries de vazões diárias simuladas para toda a bacia com extensão de 12 anos (01/01/1998 a 31/12/2009). Neste trabalho, foram utilizados dados de precipitação provenientes do satélite TRMM da NASA e dados climatológicos do Projeto CRU CL 2.0 para a aplicação de um modelo chuva-vazão, que considera os processos verticais hidrológicos supramencionados, gerando dados de vazão distribuídos ao longo da bacia.

O modelo foi calibrado com dados de vazão observada disponibilizados pela ANA, pelo HYBAM e pelo Serviço Nacional de Meteorologia e Hidrologia do Peru (SENAMHI) e com dados de níveis provenientes de estações fluviométricas (ANA) e dados altimétricos orbitais.

Para fins de eficiência computacional, o estudo em questão utilizou um método misto de propagação, empregando o modelo hidrodinâmico (HD) em áreas planas nos rios principais e o método anteriormente empregado no MGB, Muskingum-Cunge (MC), nas partes altas da bacia, onde a declividade é maior e não haveria necessidade de aplicação do hidrodinâmico.

Nos locais em que a simulação foi conduzida utilizando o modelo hidrodinâmico foi possível obter, além das séries de vazão no exutório das mini bacias, os dados de níveis, em nos

⁶Collischonn, W., Allasia, D., da Silva, B.C., Tucci, C.E.M., 2007. The mgb-iph model for large-scale rainfall—runoff modelling. *Hydrol. Sci. J.* 52 (5), 878–895.

⁷Paiva, R. C. D., W. Collischonn, and C. E. M. Tucci (2011), Large scale hydrologic and hydrodynamic modeling using limited data and a GIS based approach, *Journal of Hydrology*, 406, 170–181.

⁸Paiva, R. C. D., W. Collischonn, and D. C. Buarque (2012), Validation of a full hydrodynamic model for large scale hydrologic modelling in the Amazon, *Hydrological Processes*, doi:10.1002/hyp.8425.

⁹PAIVA, R. C. D.; BUARQUE, D. C.; COLLISCHONN, W.; BONNET, M.; FRAPPART, F.; CALMANT, S.; MENDES, C. A. B. Large-scale hydrologic and hydrodynamic modeling of the Amazon River basin. *Water Resources Research*, v. 49, 1-18, 2013.

trechos de rio e, conseqüentemente, as manchas de inundação nas áreas inundáveis próximas a esses trechos.

A Figura 6.10(a) apresenta a Bacia Amazônica com seus principais tributários sobreposta pelo MDE do SRTM da NASA de 15" de resolução (aproximadamente 500 m) utilizado para a discretização do modelo e estimativa de parâmetros. A discretização em 5765 minibacias, com áreas de drenagem entre 100 e 5.000 km², é apresentada na Figura 6.10 (b). Por fim, Figura 6.10 (c) indica os trechos de rio que foram simulados usando o módulo Muskingum-Cunge (MC) ou Hidrodinâmico (HC), conforme as condições topográficas do trecho.

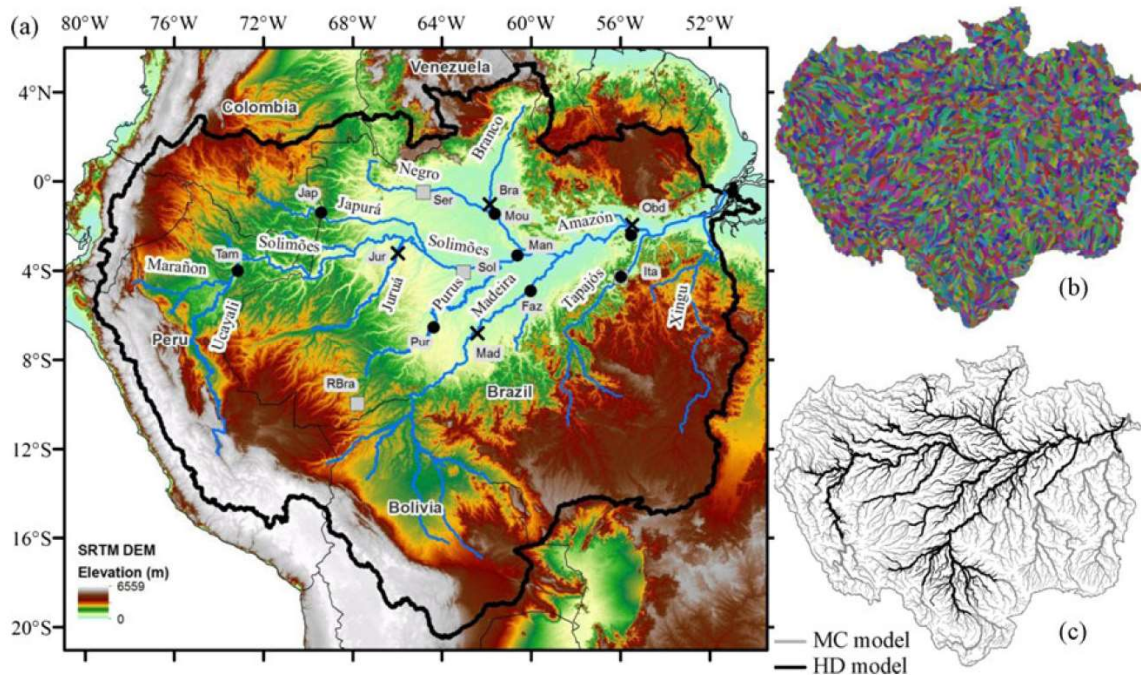


Figura 6.10: Topologia do modelo MGB da Bacia Amazônica.

Fonte: Paiva et. al. (2013)

Posteriormente, Wongchuiget al. (2017)¹⁰ utilizaram o modelo concebido por Paiva et al. (2013) para desenvolver uma técnica chamada de Retrospectiva Hidrológica (HR), que propõe a utilização de séries extensas de precipitação provenientes de diferentes bases de reanálise climática como dado de entrada em modelos hidrológicos, buscando a geração de um registro do passado hidrológico para análise de eventos extremos passados e posterior estimativa de tendências futuras.

A técnica de reanálise climática visa descrever os sistemas climáticos utilizando a maior quantidade de informação possível, através da combinação de modelos de previsão do tempo com observações climáticas passadas. Existem três tipos de modelos de reanálise climática: os atmosféricos, os oceano-atmosféricos e os de superfície.

No estudo em questão, Wongchuig et al. (2017) utilizaram oito produtos de reanálise climática, com séries de dados de precipitação extensas (mais de 30 anos), provenientes puramente de modelos climáticos ou pela combinação desses modelos com dados de precipitação in-situ e/ou estimados por satélite dentro de um esquema de assimilação de dados. Dentre os produtos testados no estudo, cinco deles são produtos puramente provenientes de modelos de reanálise climática (ERA-Interim, ERA-20CM, CFSR, JAR-55 e NOAAv2c) e três deles consistem em combinações de modelos climáticos, dados de satélite e/ou observados in situ (ERA Interim Land, MSWEP e CHIRPS v2.0).

¹⁰WONGCHUIG, S. C.; PAIVA, R. C. D.; ESPINOZA, J. C.; COLLISCHONN, W. (2017). "Multi-decadal Hydrological Retrospective: case study of Amazon floods". *Journal of Hydrology*, v. 549, p. 667-684.

Os dados de precipitação dos produtos escolhidos foram simulados no modelo de Paiva et al. (2013) e validados através de dados fluviométricos observados in situ, utilizando 27 estações com pelo menos 30 anos de dados e com um área de drenagem maior que 1000 km², provenientes do projeto HYBAM e da ANA.

Foram utilizadas métricas de performance para comparar os resultados das simulações com dados observados: os coeficiente de eficiência de Nash-Shutcliff (NSE) e de Kling-Gupta (KGE') e uma avaliação de erro de volume. Também, para verificar a capacidade da técnica HR de apontar eventos extremos em relação a dados observados, foi utilizado o coeficiente de correlação linear de Pearson, comparando escoamento simulado e observado para valores máximos, médios e mínimos.

Os produtos que apresentaram os melhores resultados foram: ERA Interim Land, MSWEP e CHIRPS v2.0. O NSE e KGE' foram maiores que 0,75 e os erros de volumes menores que 11%, indicando que esses produtos de Retrospectiva Hidrológica representam adequadamente os picos e os valores mínimos nos hidrogramas. Correlações para vazões máximas, mínimas e médias foram maiores que 0,5 e significantes ($p < 0,01$) na maioria dos casos.

Os produtos que apresentaram os melhores resultados (ERA Interim Land, MSWEP e CHIRPS v2.0) foram os únicos produtos mistos do conjunto. Assim, uma das conclusões do estudo de Wongchuig et al. (2017) foi que os produtos de reanálise mais robustos são os obtidos pela combinação entre modelos climáticos e dados assimilados provenientes de satélite e/ou in-situ. Esse resultado atesta que quanto mais informação assimilada for utilizada maior será a representação da precipitação.

Mais especificamente, o produto de precipitação "Multi-Source Weighted-Ensemble Precipitation" (MSWEP) tem sido desenvolvido nos últimos anos pela Comissão Europeia da Joint Research Centre (JRC) na Itália em colaboração com outras instituições europeias, e tem como objetivo principal o seu uso em modelos hidrológicos. Esta nova base de dados se caracteriza principalmente pela combinação ponderada de diferentes fontes como chuva estimada por satélite, reanálises e postos pluviométricos, aproveitando as vantagens que oferecem cada uma delas. O MSWEP é um produto de abrangência quase-global com resolução temporal de 3 horas e uma resolução espacial de 0,25° (~25km no equador), sendo disponível para o período de 37 anos (1979-2015).

A média de longo período do MSWEP foi estimada a partir da base de dados CHPclim que está baseada em postos observados e estimativas por satélite. Por outro lado, a variabilidade temporal foi determinada pela média ponderada das anomalias de precipitação de sete bases de dados globais: duas baseadas na interpolação das bases de dados de observações in-situ (CPC Unified e GPCC), que somam juntas 116.356 estações; três em estimativas por satélite (CMORPH, GSMaP-MVK e TMPA 3B42RT); e duas reanálises climáticas (ERA-Interim e JRA-55). Na geração de cada unidade da grade, diferentes pesos ponderados foram considerados para os dados dos postos in-situ, os pesos foram definidos conforme a densidade da rede de monitoramento, enquanto que para a chuva estimada por satélite e para as reanálises, os pesos foram dados conforme ao desempenho das estações vizinhas para aquela região da grade. A validação do MSWEP foi realizada usando bases de dados globais de precipitação WFDEI-CRU, GPCP-1DD, TMPA 3B42 e CPC Unified assim como a comparativa com dados de vazão mediante o uso do modelo hidrológico HBV em 9011 bacias com áreas < 50 000 km² em nível global.

A base de dados MSWEP encontra-se disponível de maneira gratuita¹¹ e é um produto que já tem mostrado um desempenho adequado em diferentes estudos de pesquisa (Beck et al., 2017¹²; Wongchuig et al., 2017; Siqueira et al., 2018¹³).

Para este Plano Estadual de Recursos Hídricos, utilizou-se o modelo desenvolvido em Paiva et al. (2013) forçado com dados do produto de precipitação “Multi-SourceWeighted-Ensemble Precipitation” (MSWEP), validado por Wongchuig et al. (2017) para um período de 30 anos (1981-2010). No presente estudo, a série foi estendida com os dados disponíveis até o momento, resultando em 37 anos de dados (1979-2015), através de uma nova simulação. Entende-se que não há necessidade de uma nova validação para os cinco anos adicionais, visto que o produto apresentou bom desempenho no estudo de Wongchuig et al. (2017), tanto para vazões médias quanto para eventos extremos.

Adicionalmente, a Figura 6.11 o gráfico apresenta uma comparação das simulações com dados observados de duas estações, Óbidos e Manacapuru, localizadas no Rio Solimões/Amazonas, com a indicação dos eventos extremos ocorridos no período, evidenciando a representatividade dos dados do produto MSWEP frente a dados observados in situ, através das anomalias de vazão.

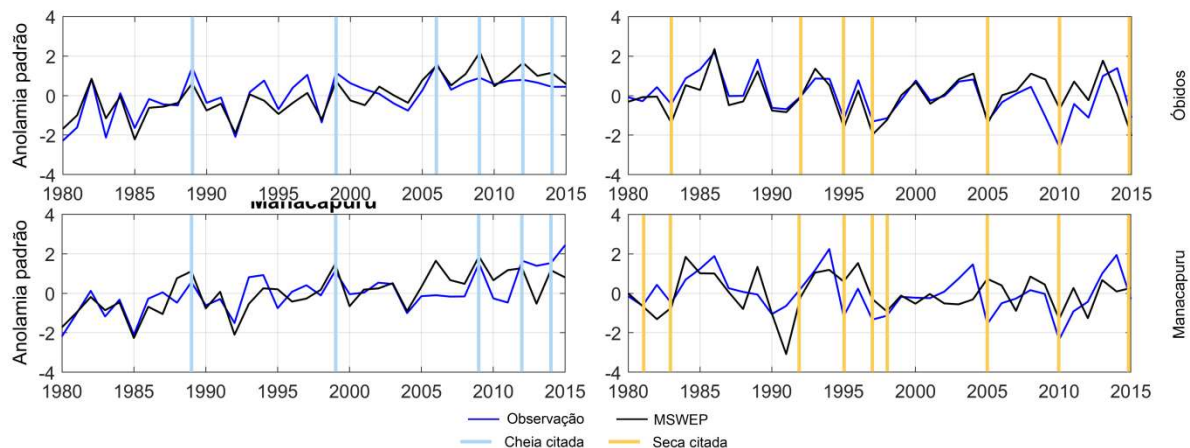


Figura 6.11: Comparação da série do produto MSWEP com observações em Óbidos e Manacapuru entre 1980 e 2015.

A utilização dos dados provenientes destes estudos, em que se utilizou um modelo hidrológico-hidrodinâmico, consiste na utilização de uma metodologia mais sofisticada do que a metodologia usualmente utilizada para locais sem dados: a regionalização de vazões.

A partir da simulação do modelo foram geradas séries de vazão com extensão de 36 anos para as 5765 mini bacias da Bacia Amazônica. O primeiro ano da série simulada (1979) é usualmente excluído em função de desconsiderar a influência das incertezas ocasionadas pelas condições iniciais da simulação. Cada mini bacia contém a série de vazão referente à área de drenagem à montante dela.

As UPH são unidades de caráter hidrográfico e são limitadas pela fronteira nacional. Como o estudo é de abrangência estadual, as UPH foram recortadas para o limite estadual para fins de apresentação. Porém, em termos de disponibilidade, foram consideradas tanto as contribuições incrementais do Estado quanto as contribuições das bacias provenientes de fora do Estado e do país.

¹¹ Base de dados MSWEP, utilizada na Modelagem Hidrológica, encontra-se disponível de maneira livre no site <<http://www.gloh2o.org/>>.

¹² Beck, H. E., Vergopolan, N., Pan, M., Levizzani, V., van Dijk, A. I. J. M., Weedon, G. P., Brocca, L., Pappenberger, F., Huffman, G. J., and Wood, E. F. 2017b. Global scale evaluation of 22 precipitation datasets using gauge observations and hydrological modeling, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 21, 6201-6217, <https://doi.org/10.5194/hess-21-6201-2017>

¹³ Siqueira, V. A., Paiva, R. C. D., Fleischmann, A. S., Fan, F. M., Ruhoff, A. L., Pontes, P. R. M., Paris, A., Calmant, S., and Collischonn, W. 2018. Toward continental hydrologic-hydrodynamic modeling in South America, *Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss.*, <https://doi.org/10.5194/hess-2018-225>, in review, 2018.

O Estado do Amazonas é banhado pelo rio homônimo e alguns de seus principais afluentes, como o rio Negro, Madeira, Purus, entre outros. O encontro dos rios Solimões e Negro formam o rio Amazonas. O rio Solimões nasce no Peru e adentra o território brasileiro no oeste do Estado do Amazonas, em Benjamin Constant, já com uma área de contribuição de cerca de 880 mil km². Antes de encontrar o Negro, o Solimões recebe contribuições importantes de grandes rios e seus afluentes, sendo esses, pela margem direita, o Javari, o Jutai, o Juruá e o Purus, e pela margem esquerda, o Iça e o Japurá. Entre esses rios, somente o Jutai possui área de drenagem totalmente inserida no Estado, ou seja, os demais rios possuem parte de suas bacias em outros estados e países.

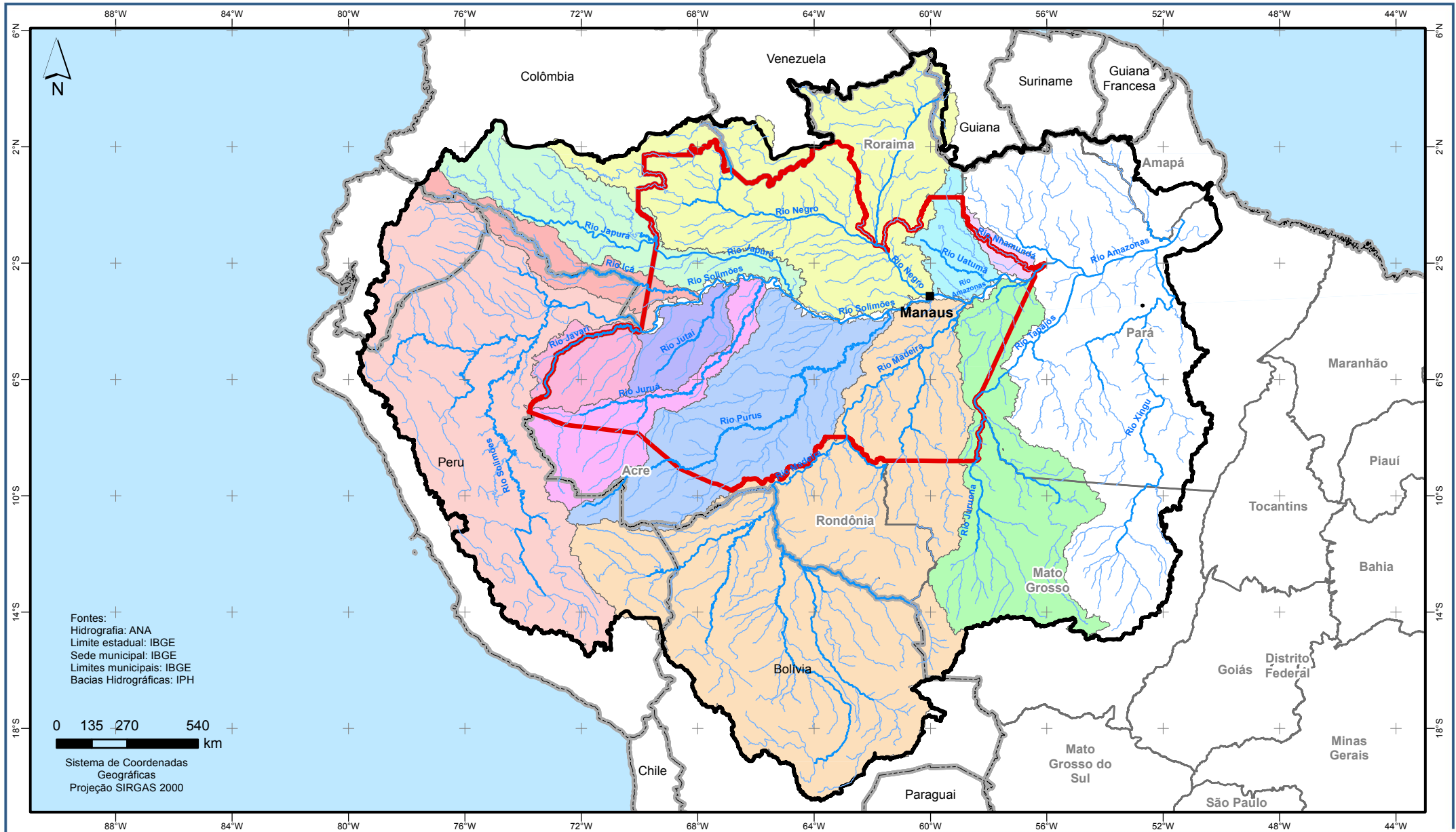
Em Manaus, ocorre o encontro dos formadores do Amazonas. O rio Negro, que possui parte de suas cabeceiras na Colômbia e Venezuela e concede ao rio Amazonas uma área de drenagem de aproximadamente 765 mil km², enquanto que o rio Solimões chega à capital amazonense drenando uma área de 2,2 milhões de km².

Ao longo do leito do Amazonas, entre Manaus e Nhamundá, município localizado na porção mais oriental do Estado, o rio ainda recebe as contribuições das bacias dos rios Uatumã e Nhamundá, na margem esquerda, e os rios Madeira e parte das águas da bacia do Tapajós, pela margem direita. Os rios Nhamundá e Tapajós encontram-se no limite dos estados do Amazonas e Pará, sendo que o primeiro representa quase totalmente a porção norte da divisa, enquanto que o segundo localiza-se em uma parte da divisa ao sul do Amazonas, juntamente com um de seus principais afluentes, o Rio Juruena, nos municípios de Apuí e Maués.

A área total de drenagem contribuinte ao Estado, considerando como exutório o ponto mais oriental do Estado no Rio Amazonas, na cidade de Nhamundá, consiste em aproximadamente 4,6 milhões de km². Como comparativo, a área de drenagem da bacia Amazônica total, considerando a sua foz no Oceano Atlântico, é cerca de 6 milhões de km².

A Figura 6.12 apresenta as bacias contribuintes ao Estado do Amazonas. Salienta-se que no caso da bacia do Rio Tapajós é apresentada apenas a parte contribuinte ao Estado. Observa-se que todas as bacias que formam o Estado do Amazonas possuem áreas para além dos seus limites, a não ser a bacia do Rio Jutai.

O Estado do Amazonas apresenta uma disponibilidade hídrica grandiosa, mas ele se encontra ao centro de grandes bacias e, portanto, as cabeceiras dos rios pertencem a outros territórios e sua disponibilidade é compartilhada. Os aspectos quantitativos das demandas dos demais territórios serão tratados no item 6.1.7.



LEGENDA

- Hidrografia principal
- Rios principais
- Bacia Amazônica
- Estado do Amazonas
- Limite Estadual
- Limite Internacional
- Bacias Hidrográficas
- Rio Uatumã
- Rio Negro
- Rio Japurá
- Rio Içá
- Rio Solimões
- Rio Nhamundá
- Rio Madeira
- Rio Purus
- Rio Juruá
- Rio Jutai
- Rio Javari
- Rio Tapajós

GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS
SEMA SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE

PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO AMAZONAS - PERH/AM

Bacias Hidrográficas contribuintes ao Estado do Amazonas

Figura nº: 6.12

MAGNA ENGENHARIA

A unidade de balanço escolhida para o estudo foram as UPH. Portanto, foi necessária a avaliação da disponibilidade em cada uma delas. Assim, foi selecionada a mini bacialocalizada no exutório de cada UPH, obtendo assim a série de vazões correspondente às UPH.

O módulo hidrodinâmico do modelo implica a interação entre rios, tributários e planícies de inundação governada pelos níveis dos rios principais e pelas marés, como consequência da representatividade do efeito de remanso, que é marcante na planície amazônica. Paiva et al. (2013) destacaram que a inclusão dos efeitos de remanso e a consideração do armazenamento na planície de inundação geralmente retardam e atenuam os hidrogramas, melhorando o desempenho das simulações. Assim, a utilização do módulo hidrodinâmico do modelo, que permite a observação dos efeitos de remanso, um fenômeno marcante na bacia amazônica e já descrito por diversos autores (Jacon and Cudo, 1989¹⁴; Meade et al., 1991¹⁵), gera resultados em conformidade com a realidade da bacia e, portanto, produz séries de vazões mais precisas.

A inclusão e observação da complexa e dinâmica hidráulica amazônica geram algumas dificuldades em termos de avaliação de disponibilidade, em certos locais. Observou-se que as mini bacias que são exutórios e que contribuem para rios de grande porte, principalmente aquelas localizadas nas Interbacias, apresentaram vazões negativas em um número significativo de dias, muitas vezes gerando Q90 e Q95 negativas, ou seja, em pelo menos 10% ou 5% do tempo, respectivamente, as vazões foram negativas. Na prática, isso que significa que em boa parte do ano há uma redução da intensidade das vazões nesses tributários e ocorre uma inversão parcial do fluxo de vazões, fazendo com que a vazão que entra no tributário proveniente do rio principal seja maior do que a vazão que chega ao rio principal devido ao tributário.

Considerando que o intuito da utilização desses dados nessa etapa do trabalho é a avaliação de disponibilidade com base em uma vazão de referência, considerou-se adequado que para as mini bacias que representam exutórios de UPH, em que se observaram vazões negativas, fosse considerada a série de vazões de alguma bacia localizada à montante, num ponto em que os efeitos de remanso não fossem mais observados ou fossem menores, e realizada a regionalização hidrológica de forma a se ter uma vazão de referência para o exutório do rio.

Algumas destas mini bacias que são exutórios de UPH, não possuíam outras mini bacias à montante. Assim, foi também feita a regionalização considerando outras mini bacias próximas, preferencialmente inseridas na mesma UPH.

Em resumo, o procedimento geral para avaliação das vazões características foi:

- Escolha da mini bacia representativa do exutório da UPH;
- No caso das Interbacias, a disponibilidade é o resultado da soma das vazões dos diferentes exutórios corrigidas pela área das Interbacias;
- Por fim, a partir das séries de vazões, foram geradas as vazões características: Q_{MLT} (Vazão Média de Longo Termo), Q_{90} (Vazão igualada ou superada em 90% do tempo) e Q_{95} (Vazão igualada ou superada em 95% do tempo).

¹⁴Jacon, G.; Cudo, K.J. Curva-chave: análise e traçado. Brasília: DNAEE, 1989. 273 p.

¹⁵Meade, R.H., Rayol, J.M., Da Conceição, S.C., Natividade, J.R.G. 1991. Backwater effects in the Amazon River basin of Brazil. Environmental Geology and Water Sciences, 18(2), 105-114.

O Quadro 6.3 apresenta as vazões características no exutório de cada UPH, considerando as contribuições de toda a área de drenagem. Também, são apresentadas as vazões específicas, considerando a área de drenagem total. A codificação das UPH foi feita de tal forma que as unidades correspondem ao número da bacia e o decimal a ordem da UPH, crescente de montante para jusante. As Interbacias recebem o algarismo zero no decimal.

Para associação das UPH às RH, definiu-se que a UPH seria considerada pertencente à RH em que estivesse localizado seu exutório. No caso das Interbacias, que apresentam mais de um exutório, foi considerada a RH com maior representatividade de área. Salienta-se que a disponibilidade não foi avaliada por RH, portanto a soma das vazões das UPH dentro de uma RH não é correspondente a disponibilidade da RH.

A Figura 6.13 apresenta a distribuição das vazões das UPH que contribuem para o rio Amazonas, conforme o percentual de contribuição. Destacam-se a contribuição significativas dos rios Solimões, Negro e Madeira, que compreendem cerca de 68% das contribuições afluentes ao Rio Amazonas.

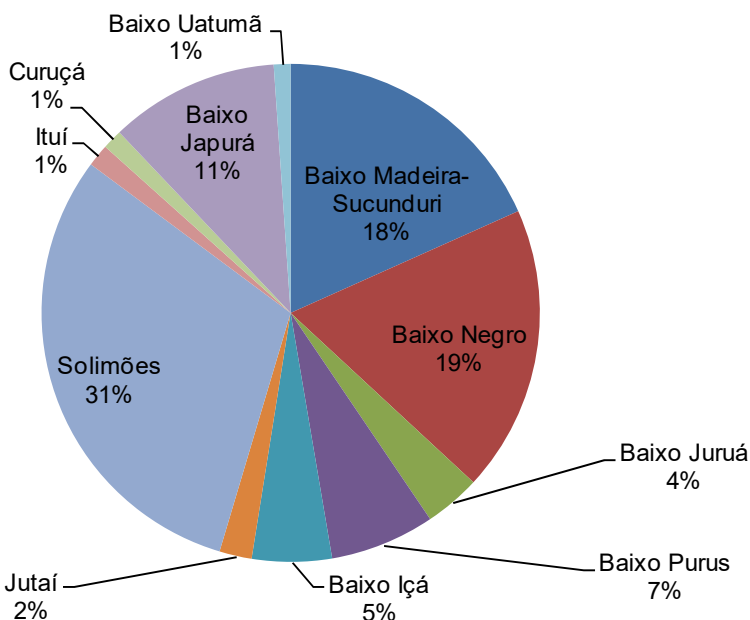


Figura 6.13: Contribuição das UPH para o Rio Amazonas

A Figura 6.15 e a Figura 6.16 representam, respectivamente, as vazões características Q_{MLT} e Q_{95} espacializadas através da vazão específica, para cada UPH. Observa-se que as UPH localizadas na parte Oriental do Estado apresentam as maiores disponibilidades. A Figura 6.14 apresentam os níveis pluviométricos anuais de algumas bacias, destacando as chuvas que ocorrem nas bacias Içá, Solimões e Japurá, gerando vazões específicas consideráveis, tanto em termos de vazão média quanto Q_{95} .

Ao mesmo tempo, destaca-se a existência de UPH com menores disponibilidades, em função das características climáticas da região em que essas se encontram inseridas, conforme o item que trata do Clima, apresentado no Tomo I deste relatório, como as UPH nas regiões altas das bacias Juruá, Purus e Madeira.

Cursos d'Água	Área de Drenagem (km ²)	Precipitação (mm/ano)	Vazão Média	
			m ³ /s	l/s/km ²
Javari	105.700	2.400	4.545	43,0
Jutai	77.280	2.781	3020	39,1
Juruá	185.000	2.452	8440	45,6
Içá	143.760	3.160	8.800	61,2
Japurá	248.000	3.000	18.620	75,1
Purus	370.000	2.336	11.000	29,7
Negro	686.810	2.566	28.400	40,8
Solimões*	2.147.740	2.880	103.000	48,0
Madeira	1.420.000	1.940	31.200	22,0

*Rio Solimões em Manacapuru/AM.

Figura 6.14: Precipitação Média nas principais bacias Amazônicas.
Fonte: Geodiversidade, 2010

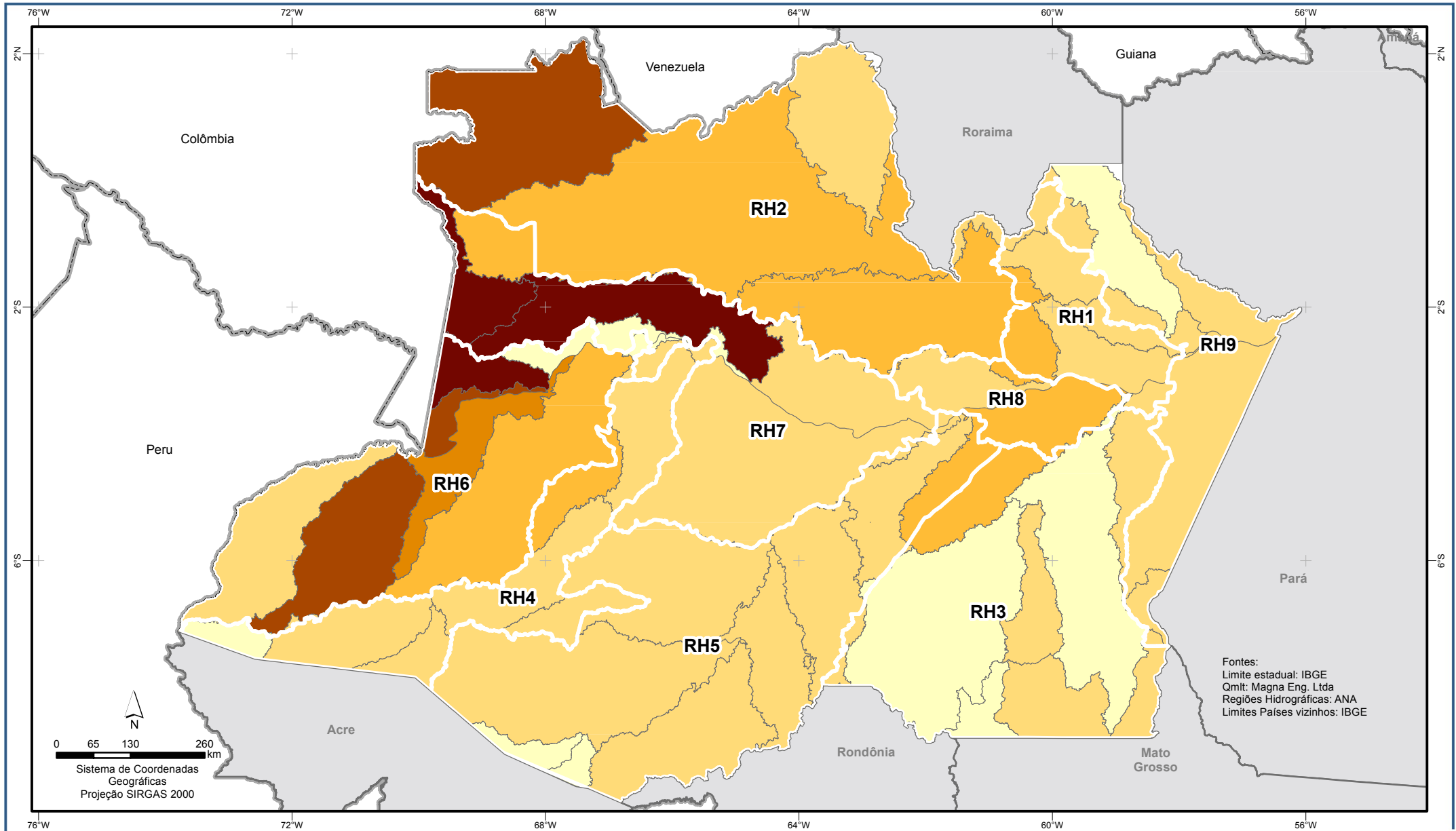
Quadro 6.3. Vazões características calculadas nas Unidades de Planejamento Hídrico (UPH)

Nº RH	Região Hidrográfica	Código da UPH	Unidade de Planejamento Hídrico (UPH)	Área da UPH no Amazonas (km²)*	Área à montante da UPH (km²)**	Vazões características acumuladas			Vazões características específicas		
						Q _{MLT} (m³/s)	Q ₉₀ (m³/s)	Q ₉₅ (m³/s)	q _{MLT} (l/s/km²)	q ₉₀ (l/s/km²)	q ₉₅ (l/s/km²)
1	Manaus	3,0	Uatumã-Negro	18.718	16.826	584	313	268	31,2	16,7	14,3
1	Manaus	3,3	Alto Uatumã	18.854	18.975	565	277	244	29,8	14,6	12,9
1	Manaus	4,1	Baixo Madeira-Sucunduri	59.856	1.378.745	30.173	9.562	8.788	21,9	6,9	6,4
1	Manaus	5,1	Baixo Negro	79.781	765.335	30.641	18.085	15.982	40,0	23,6	20,9
2	Rio Negro	5,2	Jauaperi	8.251	39.200	1.045	406	323	26,7	10,4	8,2
2	Rio Negro	5,3	Médio Negro	164.570	646.560	26.506	15.122	13.796	41,0	23,4	21,3
2	Rio Negro	5,4	Demini	39.725	41.157	1.358	340	247	33,0	8,3	6,0
2	Rio Negro	5,5	Alto Negro	71.846	194.010	11.759	6.727	5.699	60,6	34,7	29,4
3	Madeira	4,2	Baixo Aripuanã	16.341	147.224	4.087	678	575	27,8	4,6	3,9
3	Madeira	4,3	Aripuanã	21.129	71.076	1.956	213	182	27,5	3,0	2,6
3	Madeira	4,4	Roosevelt	7.770	59.649	1.487	148	119	24,9	2,5	2,0
3	Madeira	4,5	Médio Madeira	76.594	1.170.831	23.920	7.591	6.766	20,4	6,5	5,8
4	Juruá	8,1	Baixo Juruá	26.493	190.573	6.004	1.894	1.537	31,5	9,9	8,1
4	Juruá	8,2	Médio Juruá	26.226	163.859	4.844	876	734	29,6	5,3	4,5
4	Juruá	8,3	Tarauacá	8.951	54.879	1.542	211	163	28,1	3,8	3,0
4	Juruá	8,4	Alto Juruá	24.981	82.606	2.300	476	398	27,8	5,8	4,8
4	Juruá	8,5	Juruá Mirim	6.276	45.917	1.094	224	184	23,8	4,9	4,0
5	Purus	6,1	Baixo Purus	24.203	376.600	11.207	4.615	4.109	29,8	12,3	10,9
5	Purus	6,2	Submédio Purus	34.781	352.754	10.152	3.629	3.156	28,8	10,3	8,9
5	Purus	6,3	Tapauá	62.554	63.185	2.135	524	393	33,8	8,3	6,2
5	Purus	6,4	Médio Purus	26.215	253.799	6.892	1.508	1.279	27,2	5,9	5,0
5	Purus	6,5	Alto Purus II	75.841	183.581	4.690	785	672	25,5	4,3	3,7
5	Purus	6,6	Ituxi	40.136	43.676	1.263	252	225	28,9	5,8	5,1
5	Purus	6,7	Rio Acre	3.850	35.912	629	80	64	17,5	2,2	1,8
5	Purus	6,8	Alto Purus I	6.137	69.108	1.538	245	198	22,2	3,5	2,9
6	Alto Solimões	8,0	Juruá-Jutaí	1.567	653	27	6	4	17,2	3,8	2,6
6	Alto Solimões	9,1	Baixo Içá	12.304	120.545	8.520	5.940	5.424	70,7	49,3	45,0
6	Alto Solimões	10,0	Jutaí-Javarí	23.269	18.664	1.165	555	468	50,1	23,9	20,1
6	Alto Solimões	10,1	Jutaí	79.861	79.374	3.462	1.453	996	43,6	18,3	12,5

Nº RH	Região Hidrográfica	Código da UPH	Unidade de Planejamento Hídrico (UPH)	Área da UPH no Amazonas (km²)*	Área à montante da UPH (km²)**	Vazões características acumuladas			Vazões características específicas		
						Q _{MLT} (m³/s)	Q ₉₀ (m³/s)	Q ₉₅ (m³/s)	q _{MLT} (l/s/km²)	q ₉₀ (l/s/km²)	q ₉₅ (l/s/km²)
6	Alto Solimões	11,1	Solimões	6.868	886.898	50.369	30.885	28.497	56,8	34,8	32,1
6	Alto Solimões	12,1	Ituí	43.010	43.035	2.422	1.028	859	56,3	23,9	20,0
6	Alto Solimões	12,2	Curuçá	39.611	65.580	2.108	660	535	32,1	10,1	8,2
7	Médio Solimões/Japurá	5,0	Negro-Japurá	49.364	43.872	1.693	683	425	34,3	13,8	8,6
7	Médio Solimões/Japurá	6,0	Purus-Juruá	87.470	82.848	2.972	706	436	34,0	8,1	5,0
7	Médio Solimões/Japurá	7,0	Japurá-Içá	12.304	6.236	278	83	62	22,6	6,8	5,0
7	Médio Solimões/Japurá	7,1	Baixo Japurá	44.238	276.812	18.122	11.947	10.707	65,5	43,2	38,7
7	Médio Solimões/Japurá	7,2	Alto Japurá	17.533	230.742	15.912	9.628	8.000	69,0	41,7	34,7
8	Careiro-Autazes	4,0	Madeira-Purus	51.861	49.687	1.975	580	469	38,1	11,2	9,1
9	Baixo Amazonas	1,0	Trombetas-Uatumã	16.151	27.621	774	327	277	25,9	10,9	9,3
9	Baixo Amazonas	2,0	Tapajós-Madeira	69.157	85.333	3.125	1.764	1.541	32,9	18,6	16,2
9	Baixo Amazonas	2,1	Alto Tapajós	4.448	368.832	11.190	4.620	4.342	30,3	12,5	11,8
9	Baixo Amazonas	2,2	Baixo Juruena	8.848	192.628	4.937	2.421	2.325	25,6	12,6	12,1
9	Baixo Amazonas	3,1	Baixo Uatumã	14.732	68.477	1.790	919	782	26,1	13,4	11,4
9	Baixo Amazonas	3,2	Jatapu	24.765	34.751	783	373	326	22,5	10,7	9,4

* Consiste na área da UPH no estado do Amazonas, utilizada para o ajuste da vazão nas Interbacias.

** Consiste na área da bacia hidrográfica total, ou seja, considera toda a área de contribuição da UPH e à montante dela.



Fontes:
 Limite estadual: IBGE
 Qmlt: Magna Eng. Ltda
 Regiões Hidrográficas: ANA
 Limites Países vizinhos: IBGE

LEGENDA

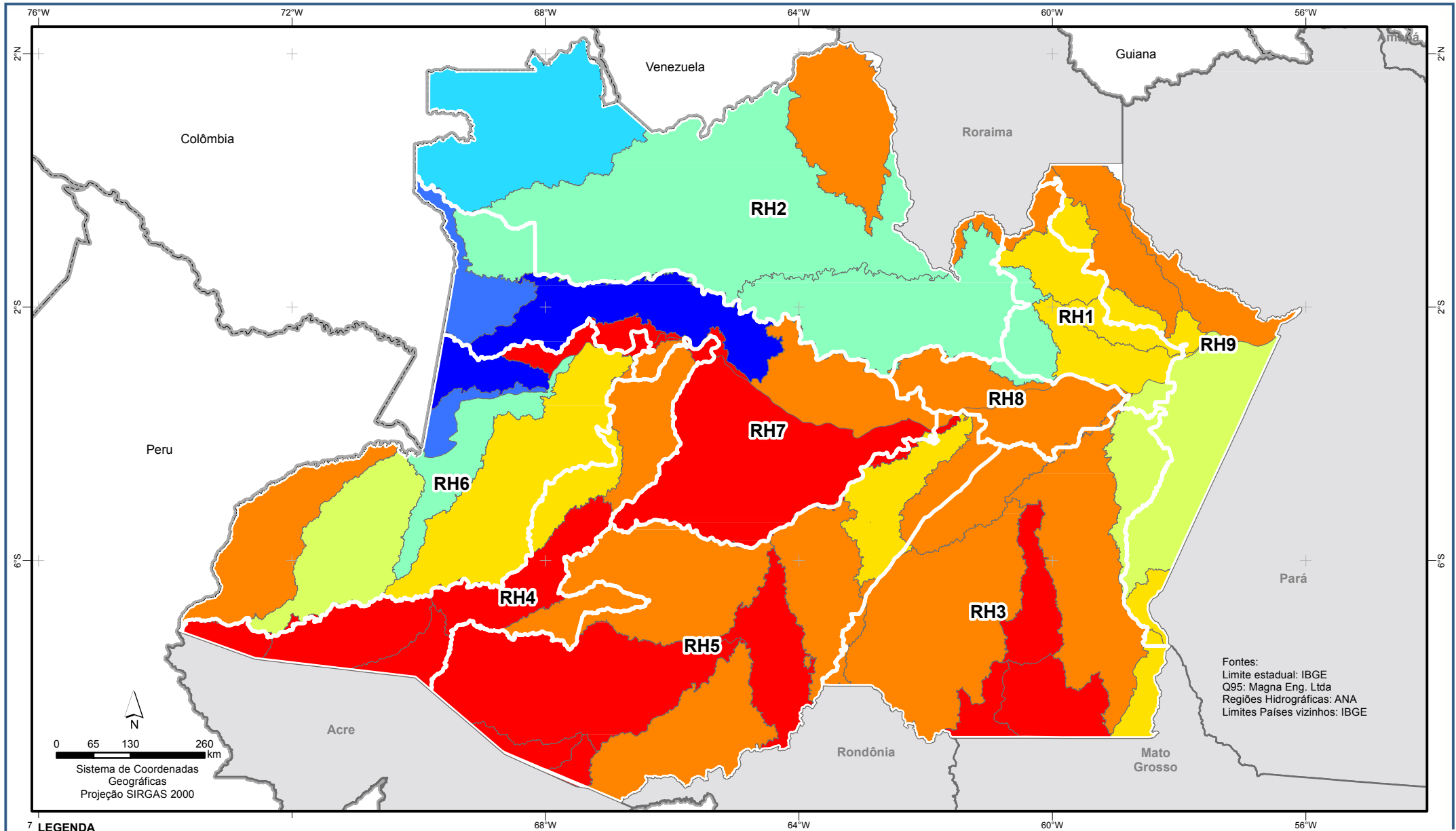
Regiões Hidrográficas	Vazão Média de Longo Termo - Qmlt (L/s.km²)	35.1 - 45.0
Limite Estadual	45.1 - 55.0	55.1 - 65.0
Limite Internacional	15.1 - 25.0	65.1 - 75.0
	25.1 - 35.0	

GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS
SEMA SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE

MAGNA ENGENHARIA

PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO AMAZONAS - PERH/AM

Vazão Média de Longo Termo Específica (Qmlt) nas Unidades de Planejamento Hídrico (UPH) Figura nº: 6.15



Fontes:
 Limite estadual: IBGE
 Q95: Magna Eng. Ltda
 Regiões Hidrográficas: ANA
 Limites Países vizinhos: IBGE

7 LEGENDA

<ul style="list-style-type: none"> Região Hidrográfica Limite Estadual Limite Internacional 	<p>Disponibilidade Hídrica - Q95 (L/s.km²)</p> <ul style="list-style-type: none"> 1.8 - 5.0 5.1 - 10.0 10.1 - 15.0 15.1 - 20.0 20.1 - 25.0 25.1 - 30.0 30.1 - 35.0 35.1 - 45.0
---	--

GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS

SEMA SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE

MAGNA ENGENHARIA

PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO AMAZONAS - PERH/AM

Disponibilidade Hídrica Superficial Específica (Q95) nas Unidades de Planejamento Hídricos (UPHs)

Figura nº: 6.16

6.1.4 Demandas e Usos das Águas Superficiais

Em termos de demandas de águas, temos usos consuntivos e não consuntivos.

Para os usos consuntivos, serão quantificadas demandas de água para:

- ✚ Abastecimento humano: serão coletados dados a partir do SNIS (Sistema Nacional de Informações de Saneamento), Atlas de Abastecimento da ANA e IBGE. Serão coletados dados por municípios e, após, agrupados em cada UPH conforme localização da sede do município;
- ✚ indústria: havendo dados de outorga, estes serão utilizados e complementados por dados secundários obtidos a partir o Plano Nacional de Logística e Transportes (PNLT). Serão coletados dados por municípios e, após, agrupados em cada UPH conforme localização da sede do município;
- ✚ dessedentação animal: utilização dos dados do Censo Agropecuário, agrupados em cada UPH conforme localização da sede do município;
- ✚ irrigação: serão obtidos dados do Censo Agropecuário e outras informações secundárias. Estas demandas serão agrupados em cada UPH conforme localização da sede do município;

Para usos não consuntivos, serão tratados:

- ✚ Geração hidrelétrica;
- ✚ Navegação;
- ✚ Pesca e aquicultura;
- ✚ Turismo, e;
- ✚ Diluição de Efluentes.

No caso do Estado do Amazonas, a geração hidrelétrica ainda é pequena, mas, poderá ser futuramente ampliada devido ao elevado potencial hidrelétrico da região. Atualmente, a geração hidrelétrica se resume principalmente à UHE Balbina.

Quanto à navegação, este é o principal uso não consuntivo no Estado, pois as hidrovias se constituem na principal via de transporte. Serão utilizados o Plano Nacional de Integração Hidroviária (2013) e dados de entidades como AHIMOC, Marinha do Brasil, etc., com o intuito de identificar problemas relacionados à disponibilidade de água e aos riscos ambientais para (e devido à) navegação.

6.1.4.1 Demandas Consuntivas

6.1.4.1.1 Abastecimento Humano

As demandas do abastecimento urbano referem-se às vazões captadas nos mananciais superficiais e/ou subterrâneos e disponibilizadas, através de redes de distribuição, para consumo de populações urbanas e rurais.

De maneira ideal as demandas para abastecimento humano deveriam ser atendidas através de captações (superficiais e/ou subterrâneas) devidamente outorgadas. Entretanto, conforme o Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas – IPAAM (set/2018) as outorgas deste tipo não cobrem a totalidade das sedes municipais e aglomerações urbanas e se encontram no estágio de análise.

Em decorrência desta situação, as informações relativas às captações foram estimadas a partir de dados fornecidos pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, conforme descrito adiante.

Basicamente, a estimativa das demandas de abastecimento humano é realizada conhecendo-se a população atendida e a demanda per capita.

O cálculo da demanda de abastecimento foi realizado de forma que a população foi dividida em dois grupos: população com atendimento e população sem atendimento da rede de abastecimento municipal. Desta forma, é possível estimar as demandas com maior confiabilidade, visto que há uma diferença significativa entre a demanda per capita da população com acesso à rede, que inclui as perdas na distribuição, e a demanda da população que obtém água através de outros meios e, portanto, tem um consumo reduzido em relação aos demais usuários. Esses dois grupos incluem populações urbanas e rurais.

Para a população atendida pela rede foram adotados valores “per capita” propostos pela ANA na Nota Técnica N° 56/2015/SPR (ANA, 2015)¹⁶ para diferentes tamanhos de populações urbanas do Estado do Amazonas. A ANA propôs quatro faixas de população e, para um índice de perdas médio da ordem de 48,2% no Amazonas, disponibilizado no SNIS (ano base 2013), indicou os valores de “per capita” urbanos que constam no Quadro 6.4.

Quadro 6.4. Valores mínimos, máximos e adotados para o “per capita” urbano de água

Demandas “per capita” por centro urbano (L/hab.dia)			
< 5.000 hab	5000 a 35.000 hab	35.000 a 75.000 hab	> 75.000 hab
258,9	278,0	310,0	305,5

Em relação à capital amazonense, no Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Manaus (MANAUS, 2014)¹⁷, verificou-se que o índice de perdas na distribuição é de 60%, sendo portanto superior ao índice médio do Estado, e o consumo médio per capita é da ordem de 211 L/hab.dia, gerando uma demanda diária de 527,5 L/hab para o atendimento da população com acesso à rede. Considerando que em 2010 o único município com população urbana superior à 75 mil habitantes era Manaus e, portanto, seria o único integrante da última faixa no Estado e, também, pela importância e porte excepcional do município, julgou-se adequado utilizar a demanda de 527,5 L/hab.dia para estimativa da demanda da população atendida pela rede de abastecimento do município de Manaus.

Considerou-se que a demanda da população não atendida é próximo à quantidade consumida por populações rurais. Estudos anteriores realizados na região Norte do Brasil (bacia do Tocantins-Araguaia, por exemplo) sugeriram um “per capita” da ordem de 70 l/hab/dia. Também na NT N° 56/2015/SPR indicou-se para o Estado do Amazonas um “per capita” de 125 L/hab.dia para abastecimento das populações rurais.

O Quadro 6.5 apresenta as demandas per capita consideradas em cada situação.

Quadro 6.5. Demandas per capita utilizadas

População atendida pela rede			População não atendida pela rede	
Faixa	População urbana (hab)	Demanda (L/hab.dia)	Faixa	Demanda (L/hab.dia)
1	Até 5mil	258,9	Única	125
2	5 mil a 35 mil	278		
3	35 mil a 75 mil	310		
4	Maior que 75 mil	527,5*		

¹⁶Agência Nacional das Águas - ANA. Atualização da base de demandas de recursos hídricos no Brasil. Nota Técnica n° 56/2015/SPR. Documento n° 0000.072835/2015-56, de 04 de dezembro de 2015. Brasília: ANA, 2015.

¹⁷MUNICÍPIO DE MANAUS. Plano Municipal de Saneamento Básico. Manaus-AM, 2014.

*Demanda estimada no PMSB de Manaus (2014)

As demandas da população foram calculadas utilizando-se os dados de estimativa populacional realizada pelo IBGE em 2016 e os dados de população atendida provenientes do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, válidos para o ano-base 2016. Dos 62 municípios do Estado, um pouco menos da metade (30) municípios possuem dados de população atendida para 2016 e outros 28 municípios apresentaram essa informação em algum outro ano da série. Apenas os municípios Caapiranga, Japurá, Uarini e Urucuritiba não possuíam essa informação em nenhum ano.

Para os municípios que não possuem dados disponíveis no SNIS em 2016, foi feita a estimativa da taxa de crescimento da população atendida, entre 2010 e 2016, considerando os municípios com dados nesses dois períodos.

Os municípios com dados de população atendida nos períodos considerados foram classificados por faixa de população urbana, seguindo a divisão feita pela ANA e apresentada no Quadro 6.4, conforme dados de urbanização do Censo de 2010. A taxa de crescimento da população atendida foi calculada por faixa e ponderada pela população urbana dos municípios, observada em 2010. Isso foi realizado para que a taxa não fosse única e considera-se as variações que ocorrem em municípios com diferentes níveis de urbanização, o que tende a impactar o desenvolvimento da rede de abastecimento de água. As taxas calculadas estimadas por faixa de população urbana são apresentadas no Quadro 6.4.

Quadro 6.6. Taxas de crescimento anual da população atendida por faixa de população urbana

Faixa	População urbana (hab)	Taxa de crescimento anual da População Atendida
1	Até 5mil	1,10%
2	5 mil a 35 mil	3,76%
3	35 mil a 75 mil	5,89%
4	Maior que 75 mil	1,02%

Ressalta-se que foi realizada uma consistência expedita nos dados do SNIS. Para os quatro municípios sem dados foi utilizada o percentual médio de atendimento respectivo à faixa que o município enquadrava-se, conforme o Quadro 6.7.

Quadro 6.7. Percentual médio de população atendida pela rede em 2016 por faixa de população urbana

Faixa	Faixa de população urbana	Média de atendimento pela rede em 2016
1	Até 5mil	57,1%
2	5 mil a 35 mil	59,4%
3	35 mil a 75 mil	86,9%
4	Maior que 75 mil	87,8%

A população atendida pela rede de abastecimento e os índices de atendimento de cada município estão apresentados no Quadro 6.8.

Quadro 6.8. Abastecimento de água por município em 2016

Faixa	Município	População (hab)			% de cobertura de atendimento
		Total	Com atendimento da rede	Sem atendimento da rede	
2	Alvarães	15.729	2.327	13.402	14,8%
1	Amaturá	11.047	5.590	5.457	50,6%
1	Anamá	12.653	4.755	7.898	37,6%
2	Anori	19.749	9.419	10.330	47,7%
2	Apuí	21.031	2.888	18.143	13,7%
2	Atalaia Do Norte	18.599	6.096	12.503	32,8%
2	Autazes	37.752	7.117	30.635	18,9%
2	Barcelos	27.589	10.500	17.089	38,1%
2	Barreirinha	31.105	28.292	2.813	91,0%

Faixa	Município	População (hab)			% de cobertura de atendimento
		Total	Com atendimento da rede	Sem atendimento da rede	
2	Benjamin Constant	40.417	17.506	22.911	43,3%
2	Beruri	18.579	11.653	6.926	62,7%
2	Boa Vista Do Ramos	18.080	11.729	6.351	64,9%
2	Boca Do Acre	33.840	18.724	15.116	55,3%
2	Borba	39.885	39.157	728	98,2%
2	Caapiranga	12.622	7.494	5.128	59,4%
2	Canutama	15.312	9.267	6.045	60,5%
2	Carauari	28.111	21.534	6.577	76,6%
2	Careiro	36.922	14.754	22.168	40,0%
1	Careiro Da Várzea	28.592	1.195	27.397	4,2%
3	Coari	83.929	54.752	29.177	65,2%
2	Codajás	27.303	9.522	17.781	34,9%
2	Eirunepé	34.461	15.484	18.977	44,9%
2	Envira	19.143	11.808	7.335	61,7%
2	Fonte Boa	20.199	19.762	437	97,8%
2	Guajará	16.085	12.202	3.883	75,9%
2	Humaitá	52.354	33.392	18.962	63,8%
2	Ipixuna	27.587	9.779	17.808	35,4%
2	Irlanduba	46.703	40.576	6.127	86,9%
3	Itacoatiara	98.503	81.845	16.658	83,1%
1	Itamarati	8.153	1.720	6.433	21,1%
2	Itapiranga	9.040	9.040	0	100,0%
1	Japurá	4.660	2.767	1.893	59,4%
2	Juruá	13.581	5.821	7.760	42,9%
2	Jutaí	16.200	9.618	6.582	59,4%
2	Lábrea	44.071	25.000	19.071	56,7%
3	Manacapuru	95.330	95.330	0	100,0%
2	Manaquiri	29.327	6.339	22.988	21,6%
4	Manaus	2.094.391	1.838.706	255.685	87,8%
2	Manicoré	53.890	28.500	25.390	52,9%
2	Maraã	18.477	4.979	13.498	26,9%
2	Maués	61.110	30.220	30.890	49,5%
2	Nhamundá	20.633	6.000	14.633	29,1%
2	Nova Olinda Do Norte	35.800	20.800	15.000	58,1%
2	Novo Airão	18.133	13.688	4.445	75,5%
2	Novo Aripuanã	24.718	16.217	8.501	65,6%
3	Parintins	112.716	112.716	0	100,0%
2	Pauini	19.488	4.488	15.000	23,0%
2	Presidente Figueiredo	33.703	16.289	17.414	48,3%
2	Rio Preto Da Eva	31.274	14.826	16.448	47,4%
2	Santa Isabel Do Rio Negro	23.092	4.752	18.340	20,6%
2	Santo Antônio Do Içá	23.378	4.300	19.078	18,4%
2	São Gabriel Da Cachoeira	43.831	22.446	21.385	51,2%
2	São Paulo De Olivença	37.300	10.732	26.568	28,8%
2	São Sebastião Do Uatumã	13.105	12.781	324	97,5%
1	Silves	9.147	8.089	1.058	88,4%
3	Tabatinga	62.346	20.138	42.208	32,3%
2	Tapauá	18.039	10.709	7.330	59,4%
3	Tefé	62.230	52.802	9.428	84,8%
2	Tonantins	18.632	9.850	8.782	52,9%
2	Uarini	13.276	7.882	5.394	59,4%
2	Urucará	17.065	17.065	0	100,0%
2	Urucurituba	21.650	12.853	8.797	59,4%
Total	-	4.001.667	2.976.582	1.025.085	74,4%

O Quadro 6.9 indica a classificação do índice de atendimento.

Quadro 6.9. Classes de índice de atendimento

Índices	Grau de atendimento
IA<20%	Muito baixo
20% a 40%	Baixo
40% a 60%	Razoável
60% A 80%	Médio
IA>80%	Bom a Alto

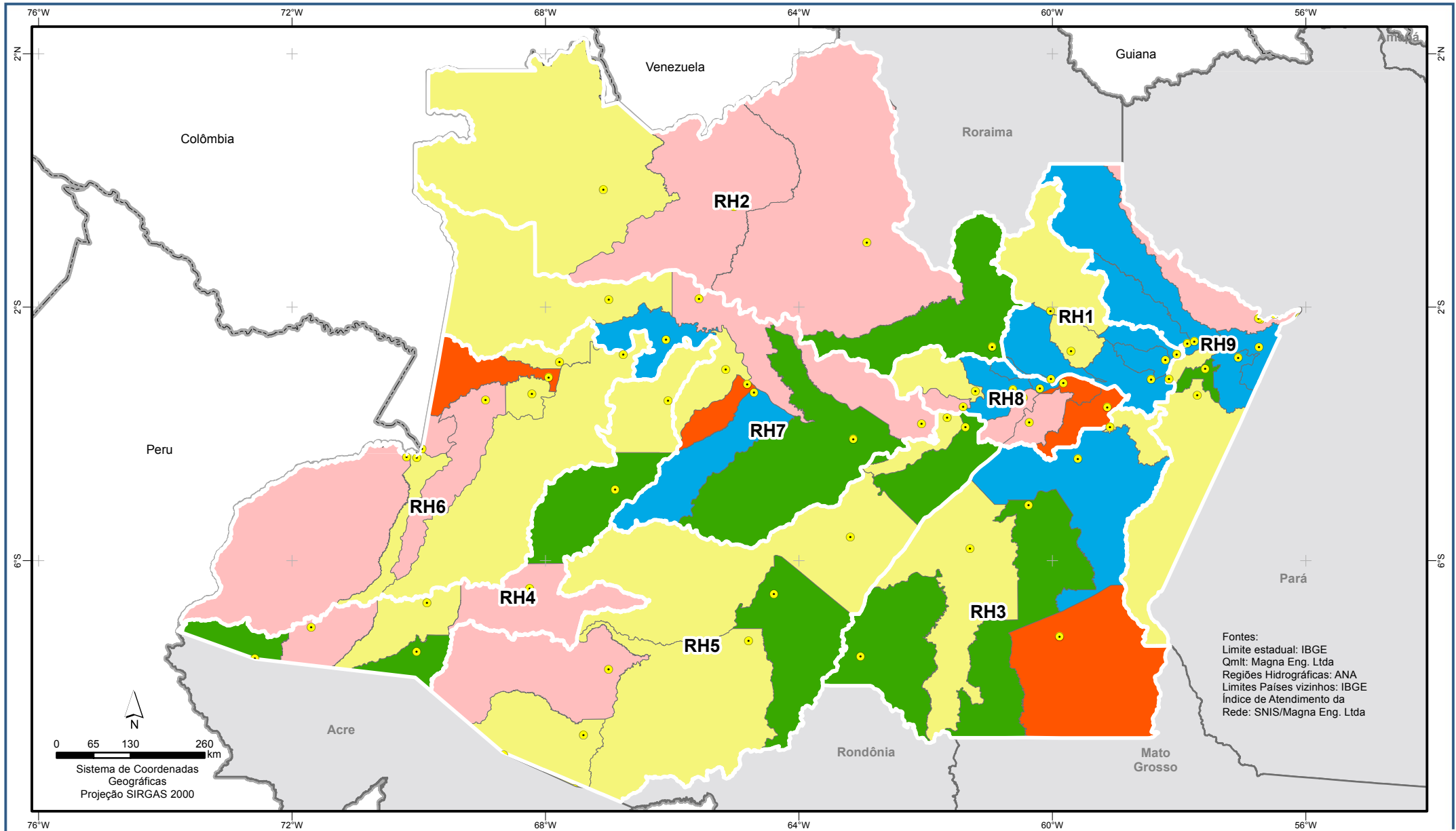
A partir dos índices de atendimento (IA) em cada município foi determinado o número de municípios enquadrados em cada grau de atendimento bem como as populações atendidas por rede e aquelas não atendidas. Os resultados estão indicados no Quadro 6.10 e a Figura 6.17 apresenta a situação do atendimento da população total no Estado do Amazonas por município.

Quadro 6.10. Atendimento de água nos município do Estado do Amazonas

Índice de atendimento (IA) de água (%)	Número de municípios	População atendida com rede	População não atendida com rede
IA< 20%	5	17.827	108.655
20-40	14	114.554	254.915
40-60	20	291.798	270.055
60-80	10	196.242	98.202
IA >80	13	2.356.161	293.258
Total	62	2.976.582	1.025.085

Constatou-se que em 19 municípios o grau de atendimento é muito baixo a baixo (IA<40%) sendo que 363.570 pessoas não são atendidas por rede. Em 50 municípios o grau de atendimento é razoável a médio ($40\% \leq IA \leq 80\%$) onde 368.257 habitantes ainda não tem acesso à água de rede. Finalmente, em 13 municípios o grau de atendimento é bom a alto (IA>80%) sendo que 293.258 pessoas vivem sem acesso à água de rede de abastecimento.

Destaca-se o município Careiro da Várzea, que apresenta 4% de atendimento da população total. Salienta-se que esse município possui a menor taxa de urbanização do Estado, que é também em torno de 4%. Com isso e considerando as informações sobre atendimento urbano do SNIS, observa-se que o nível de atendimento é alto para essa população, ou seja, a população não atendida é a parte rural do município.



Fontes:
 Limite estadual: IBGE
 Qmlt: Magna Eng. Ltda
 Regiões Hidrográficas: ANA
 Limites Países vizinhos: IBGE
 Índice de Atendimento da Rede: SNIS/Magna Eng. Ltda

LEGENDA		
	Regiões Hidrográficas	40.1% - 60% - Razoável
	Limite Estadual	60.1% - 80% - Médio
	Limite Internacional	0,1% - 20% - Muito Baixo
	Índice de Atendimento da Rede de Água	>80.1% - Bom a Alto
		20.1% - 40% - Baixo

GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS
SEMA SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE

MAGNA ENGENHARIA

PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO AMAZONAS - PERH/AM

Índice de atendimento da rede de água por município

Figura nº: 6.17

Quanto às fontes hídricas, existe grande dificuldade em identificar e caracterizar os sistemas de captação de águas superficiais e subterrâneas para abastecimento das populações do Estado. A partir do Atlas Brasil de Abastecimento Urbano (ANA, 2010)¹⁸ foram identificados 19 sistemas de captações superficiais e 53 sistemas de captação subterrâneas para abastecimento dos municípios indicados no Quadro 6.11. Também, são apresentadas as informações obtidas nas visitas aos 31 municípios escolhidos, complementadas pelas informações do Atlas Brasil de Abastecimento Urbano.

Quadro 6.11. Número de municípios por tipo de manancial

	Tipo de abastecimento na sede			
	Subterrâneo	Superficial	Misto	Total
Atlas de Abastecimento Urbano (ANA, 2010)	44	10	8	62
Questionários das visitas municipais (2018)	43	10	9	62

Segundo os dados do Atlas de Abastecimento Urbano (ANA, 2010), 71% dos municípios eram abastecidos exclusivamente por mananciais subterrâneos, enquanto 10 sedes municipais utilizam apenas água superficial. Os 8 municípios restantes têm abastecimento misto. Em geral, as informações obtidas durante as visitas indicaram que a conjuntura do abastecimento na sede não foi alterada significativamente, no quadro geral, apresentado pelo Quadro 6.11, apenas um município passou de manancial subterrâneo para misto.

Mais especificamente, destaca-se que na atualização, considerando os 31 municípios visitados, observou-se que os municípios de Autazes e Coari, que até então utilizavam exclusivamente mananciais superficiais, indicaram também a utilização de água subterrânea para o abastecimento na sede. Já o município de Presidente Figueiredo, que utilizava mananciais subterrâneos, passou a utilizar captações superficiais também. Novo Airão e São Gabriel da Cachoeira, que possuíam abastecimento misto, passaram a ser abastecidos por mananciais exclusivamente subterrâneos e superficiais, respectivamente.

O Quadro 6.12 permite a visualização das informações do tipo de manancial por município, para as duas fontes utilizadas.

Destaca-se que a capital Manaus, que possui aproximadamente 52% da população do Estado, tem abastecimento misto e segundo o Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Manaus (MANAUS, 2014), o sistema de abastecimento de água de Manaus é formado por quatro captações superficiais no rio Negro, responsável por 87% da produção de água bruta, e complementado por uma série de poços tubulares profundos, que captam água no aquífero subterrâneo de Manaus, que completam os 13% restantes da produção total. Os municípios de Parintins e Itacoara, respectivamente o segundo e terceiro mais populosos do Estado, são abastecidos exclusivamente por mananciais subterrâneos.

Quadro 6.12. Tipo de abastecimento nas sedes dos municípios

Município	Abastecimento público da sede do município		Município	Abastecimento público da sede do município	
	Atlas de Abastecimento Urbano (ANA, 2010)	Questionários das visitas municipais (2018)		Atlas de Abastecimento Urbano (ANA, 2010)	Questionários das visitas municipais (2018)
Alvarães	Subterrâneo	-	Lábrea	Subterrâneo	Subterrâneo
Amaturá	Subterrâneo	-		Superficial	Superficial
Anamá	Subterrâneo	-	Manacapuru	Subterrâneo	Subterrâneo
Anori	Subterrâneo	-		Superficial	Superficial
Apuí	Subterrâneo	-	Manaquiri	Subterrâneo	-

¹⁸ ANA. Agência Nacional de Águas. Atlas Brasil – Abastecimento Urbano de Água. Brasília/DF, 2010.

Município	Abastecimento público da sede do município		Município	Abastecimento público da sede do município	
	Atlas de Abastecimento Urbano (ANA, 2010)	Questionários das visitas municipais (2018)		Atlas de Abastecimento Urbano (ANA, 2010)	Questionários das visitas municipais (2018)
Atalaia do Norte	Superficial	-	Manaus	Subterrâneo	Subterrâneo
Autazes	Superficial	Superficial		Superficial	Superficial
Barcelos	Subterrâneo	Subterrâneo	Manicoré	Subterrâneo	-
Barreirinha	Subterrâneo	Subterrâneo	Maraã	Subterrâneo	-
Benjamin Constant	Superficial	Superficial	Maués	Subterrâneo	Subterrâneo
Beruri	Subterrâneo	-	Nhamundá	Subterrâneo	-
Boa Vista do Ramos	Subterrâneo	-	Nova Olinda do Norte	Subterrâneo	-
Boca do Acre	Superficial	Superficial	Novo Airão	Subterrâneo	Subterrâneo
Borba	Subterrâneo	Subterrâneo		Superficial	
Caapiranga	Subterrâneo	-	Novo Aripuanã	Subterrâneo	Subterrâneo
Canutama	Subterrâneo	-		Superficial	Superficial
Carauari	Subterrâneo	Subterrâneo	Parintins	Subterrâneo	Subterrâneo
Careiro	Subterrâneo	Subterrâneo	Pauini	Superficial	-
Careiro da Várzea	Superficial	-	Presidente Figueiredo	Subterrâneo	Subterrâneo
Coari	Superficial	Superficial			Superficial
		Subterrâneo	Rio Preto da Eva	Subterrâneo	-
Codajás	Subterrâneo	Subterrâneo	Santa Isabel do Rio Negro	Subterrâneo	-
Eirunepé	Superficial	Superficial		Superficial	-
	Subterrâneo	Subterrâneo	Santo Antônio do Içá	Subterrâneo	Superficial
Envira	Subterrâneo	-		Superficial	
Fonte Boa	Subterrâneo	-	São Paulo de Olivença	Superficial	Superficial
Guajará	Subterrâneo	-	São Sebastião do Uatumã	Subterrâneo	-
Humaitá	Subterrâneo	Subterrâneo	Silves	Subterrâneo	-
Ipixuna	Subterrâneo	-	Tabatinga	Superficial	Superficial
Irlanduba	Subterrâneo	Subterrâneo	Tapauá	Subterrâneo	-
Itacoatiara	Subterrâneo	Subterrâneo	Tefé	Subterrâneo	Subterrâneo
Itamarati	Subterrâneo	-	Tonantins	Subterrâneo	-
Itapiranga	Subterrâneo	-	Uarini	Subterrâneo	-
Japurá	Subterrâneo	Subterrâneo	Urucará	Subterrâneo	Subterrâneo
Juruá	Subterrâneo	Subterrâneo	Urucurituba	Subterrâneo	-
Jutaí	Subterrâneo	Subterrâneo			

Contudo, reconhece-se a existência de domicílios atendidos fora da sede. Segundo SNIS, em 2016, dos 30 municípios com dados, 12 deles possuem localidades fora da sede atendidas com abastecimento de água. No entanto, no SNIS não é especificado a localização ou demanda dessas localidades que são atendidas, assim, justifica-se a consideração das demandas de população atendidas com rede na sede.

Em relação à população não atendida, poderia se pensar em espacializar pela densidade demográfica, contudo também não seria ideal, visto que muitos municípios são caracterizados pelos chamados vazios demográficos, que na prática são difíceis de serem desconsiderados na espacialização.

Conclui-se que a incerteza gerada pela dificuldade de espacialização dessas demandas poderia produzir um resultado não confiável. Assim, optou-se pela concentração das demandas de abastecimento humano na sede do município.

A UPH com maior demanda de abastecimento é Baixo Negro, devido à captação de Manaus. Salienta-se que diversas UPH não apresentam demanda alguma, devido ao critério de concentração das demandas na sede.

Utilizando-se as informações dos quadros anteriores concluiu-se que em nenhuma UPH o grau de atendimento é muito baixo ($IA < 20\%$). Concluiu-se que em 8 UPH o grau de atendimento é baixo (20% a 40%), em 7 UPH ele é razoável (40% a 80%), em 9 UPH é médio (60% a 80%) e em apenas 3 UPH ele é bom a alto ($> 80\%$).

Por fim, salienta-se que apesar da disponibilidade hídrica elevada, boa parte da população do Estado não é atendida pela rede de água e, na maioria dos casos, depende de fontes hídricas não seguras, em função da infraestrutura precária. Também, em situações de estiagem ocorre a deterioração da qualidade da água, expondo a população mais vulnerável a os problemas ambientais e de saúde pública decorrentes da seca.

Além disso, a população atendida não é imune ao racionamento de água, que pode vir a ocorrer por problemas de infraestrutura, inclusive de energia elétrica, visto que a energia elétrica tem origem em geradores locais, que por sua vez atendem outras demandas locais. Ademais, parte da população atendida não recebe água tratada e apenas realiza algum tipo de desinfecção simplificada.

Quadro 6.13. Demandas de abastecimento humano por Unidade de Planejamento Hídrico (UPH) em 2016

UPH	População (hab)			% de cobertura de atendimento	Demandas Abastecimento Humano (m³/s)		
	Total	Com atendimento da rede	Sem atendimento da rede		Com atendimento da rede	Sem atendimento da rede	TOTAL
Trombetas-Uatumã	20.633	6.000	14.633	29,1%	0,01931	0,02117	0,04048
Tapajós-Madeira	244.661	195.810	48.851	80,0%	0,67178	0,07068	0,74246
Alto Tapajós	-	-	-	-	-	-	-
Baixo Juruena	-	-	-	-	-	-	-
Uatumã-Negro	181.667	130.089	51.578	71,6%	0,44710	0,07462	0,52172
Baixo Uatumã	30.170	29.846	324	98,9%	0,09603	0,00047	0,09650
Jatapu	-	-	-	-	-	-	-
Alto Uatumã	-	-	-	-	-	-	-
Madeira-Purus	132.593	29.405	103.188	22,2%	0,09435	0,14929	0,24364
Baixo Madeira-Sucunduri	75.685	59.957	15.728	79,2%	0,19292	0,02275	0,21567
Baixo Aripuanã	45.749	19.105	26.644	41,8%	0,06147	0,03855	0,10002
Aripuanã	-	-	-	-	-	-	-
Roosevelt	-	-	-	-	-	-	-
Médio Madeira	106.244	61.892	44.352	58,3%	0,19914	0,06417	0,26331
Negro-Japurá	214.360	167.096	47.264	78,0%	0,57190	0,06838	0,64028
Baixo Negro	2.112.524	1.852.394	260.130	87,7%	11,26994	0,37635	11,64628
Jauaperi	-	-	-	-	-	-	-
Médio Negro	94.512	37.698	56.814	39,9%	0,12130	0,08220	0,20349
Demini	-	-	-	-	-	-	-
Alto Negro	-	-	-	-	-	-	-
Purus-Juruá	175.164	117.763	57.401	67,2%	0,41875	0,08305	0,50179
Baixo Purus	18.579	11.653	6.926	62,7%	0,03749	0,01002	0,04751
Submédio Purus	18.039	10.709	7.330	59,4%	0,03446	0,01060	0,04506
Tapauá	-	-	-	-	-	-	-
Médio Purus	59.383	34.267	25.116	57,7%	0,11026	0,03634	0,14659
Alto Purus II	19.488	4.488	15.000	23,0%	0,01444	0,02170	0,03614
Ituxi	-	-	-	-	-	-	-
Rio Acre	33.840	18.724	15.116	55,3%	0,06025	0,02187	0,08212
Alto Purus I	-	-	-	-	-	-	-
Japurá-Içá	42.010	14.150	27.860	33,7%	0,04553	0,04031	0,08584

UPH	População (hab)			% de cobertura de atendimento	Demandas Abastecimento Humano (m³/s)		
	Total	Com atendimento da rede	Sem atendimento da rede		Com atendimento da rede	Sem atendimento da rede	TOTAL
Baixo Japurá	23.137	7.746	15.391	33,5%	0,02431	0,02227	0,04658
Alto Japurá	-	-	-	-	-	-	-
Juruá-Jutaí	36.399	29.380	7.019	80,7%	0,09453	0,01015	0,10469
Baixo Juruá	41.692	27.355	14.337	65,6%	0,08802	0,02074	0,10876
Médio Juruá	8.153	1.720	6.433	21,1%	0,00515	0,00931	0,01446
Tarauacá	19.143	11.808	7.335	61,7%	0,03799	0,01061	0,04861
Alto Juruá	62.048	25.263	36.785	40,7%	0,08129	0,05322	0,13451
Juruá Mirim	16.085	12.202	3.883	75,9%	0,03926	0,00562	0,04488
Baixo Içá	-	-	-	-	-	-	-
Jutaí-Javari	169.709	60.062	109.647	35,4%	0,19948	0,15863	0,35811
Jutaí	-	-	-	-	-	-	-
Solimões	-	-	-	-	-	-	-
Ituí	-	-	-	-	-	-	-
Curuçá	-	-	-	-	-	-	-
Total	4.001.667	2.976.582	1.025.085	74,4%	15,04	1,48	16,52

6.1.4.1.2 Demandas Industriais

A atividade industrial no Amazonas tem sido introduzida em anos relativamente recentes, mais precisamente a partir da década de 1960. Até então a esta atividade se circunscrevia a uma incipiente indústria de alimentos, bebidas, têxtil, madeireira e construção civil. A atividade industrial passou a ter forte impulso a partir da concessão de incentivos fiscais da Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM) e da Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA), os quais permitiram a implementação na região, notadamente no município de Manaus e entorno, de projetos industriais que resultaram na diversificação e modernização do parque industrial.

Conforme a SEPLANCTI (Secretaria de Estado de Planejamento, Desenvolvimento, Ciência, Tecnologia e Inovação) do Amazonas, o Produto Interno Bruto do setor industrial perdeu participação na economia estadual, passando de 35,46% em 2011 para 27,99% em 2015. A forte retração do PIB (18,5%) da zona Franca de Manaus foi o principal responsável pela redução do PIB industrial do Estado.

As atividades industriais do Estado se concentram na cidade de Manaus, com destaque para a produção de eletroeletrônicos, veículos de duas rodas e equipamentos de informática. Nos demais municípios do Amazonas, há predomínio de indústrias relacionadas à extração de matérias primas (minérios, madeira, etc.) e, em menor escala, produção de grãos e de carne.

As demandas hídricas das indústrias deveriam ser atendidas através de captações superficiais e/ou subterrâneas devidamente outorgadas pelo Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas – IPAAM. Entretanto, levantamentos realizados no sítio do IPAAM em set/2018 indicaram que naquela data havia apenas uma outorga concedida para abastecimento industrial, a qual estava situada no município de Manaus. Tal concessão refere-se a uma indústria e a vazão outorgada é de apenas 11,4 m³/h.

Constatou-se também que até aquela data não havia pedidos de outorga em análise tanto em Manaus como nos demais municípios. Em decorrência desta situação, as informações relativas às captações para as indústrias foram estimadas conforme metodologia descrita adiante.

Conforme publicação da SEPLANCTI, no ano de 2015 a distribuição do PIB industrial nos municípios amazonenses indicava forte concentração na região metropolitana de Manaus com participação de 89,8%, onde o número de trabalhadores na indústria era de 98.573. Naquele ano o PIB industrial “per capita” em Manaus era de R\$ 215.700/empregado. A partir da distribuição do PIB indicado pelo Governo do Estado para cada município e de posse do PIB “per capita” estimou-se o número de empregados na indústria por município, admitindo-se que o “per capita” seria igual em todos os municípios.

De posse destes valores, calcularam-se as necessidades hídricas das indústrias em cada município. Procurou-se utilizar a metodologia proposta pela ANA (2017)¹⁹ segundo a qual são considerados os coeficientes de retirada e de consumo por empregado/dia para cada tipo de indústria. Como ainda não há informações cadastrais das indústrias no Amazonas, principalmente quanto às demandas de água, optou-se por utilizar um coeficiente de retirada médio para todas as indústrias do Estado que, de acordo com a ANA (2017), tem sido utilizado até recentemente nos cálculos das demandas industriais, equivalente a 3.500 L/empregado/dia para estimar as demandas hídricas atuais (ano 2016). Nesta

¹⁹Agência Nacional de Águas (ANA/MMA). Água na indústria: uso e coeficientes técnicos, 37p. Brasília. 2017.

simulação, admitiu-se que não houve crescimento significativo nos últimos dois anos das demandas industriais.

Os resultados obtidos são os indicados no Quadro 6.14 a seguir.

Quadro 6.14. PIB industrial, número estimado de trabalhadores e demandas de água nas indústrias nos municípios do Amazonas (Ano 2016)

Município	PIB industrial em 2016 (R\$ 1000)	Nº estimado de empregados	Demand a de água (m³/s)	Município	PIB industrial em 2016 (R\$ 1000)	Nº estimado de empregados	Demand a de água (m³/s)
Alvarães	5.458	24	0,001	Japurá	2.304	10	0,000
Amaturá	2.297	10	0,000	Juruá	3.692	16	0,001
Anamá	2.892	13	0,001	Jutaí	6.842	31	0,001
Anori	4.500	20	0,001	Lábrea	10.867	49	0,002
Apuí	10.924	49	0,002	Manacapuru	91.488	414	0,017
Atalaia do Norte	4.526	20	0,001	Manaquiri	7.559	34	0,001
Autazes	12.621	57	0,002	Manaus	22.524.476	102.052	4,134
Barcelos	6.598	29	0,001	Manicoré	26.505	120	0,005
Barreirinha	6.810	30	0,001	Maraã	4.084	18	0,001
Benjamin Constant	11.127	50	0,002	Maués	17.326	78	0,003
Beruri	4.648	21	0,001	Nhamundá	4.652	21	0,001
Boa Vista do Ramos	3.205	14	0,001	Nova Olinda do Norte	7.740	35	0,001
Boca do Acre	28.753	130	0,005	Novo Airão	4.747	21	0,001
Borba	9.098	41	0,002	Novo Aripuanã	9.056	41	0,002
Caapiranga	5.133	23	0,001	Parintins	50.767	230	0,009
Canutama	2.951	13	0,001	Pauini	4.187	18	0,001
Carauari	16.553	74	0,003	Presidente Figueiredo	263.029	1.191	0,048
Careiro	11.752	53	0,002	Rio Preto da Eva	25.103	113	0,005
Careiro da Várzea	8.521	38	0,002	Santa Isabel do Rio Negro	4.316	19	0,001
Coari	1.278.649	5.793	0,235	Santo Antônio do Içá	4.876	22	0,001
Codajás	8.301	37	0,001	São Gabriel da Cachoeira	10.416	47	0,002
Eirunepé	11.152	50	0,002	São Paulo de Olivença	6.598	29	0,001
Envira	4.753	21	0,001	São Sebastião do Uatumã	4.065	18	0,001
Fonte Boa	6.153	27	0,001	Silves	4.001	18	0,001
Guajará	3.613	16	0,001	Tabatinga	20.975	95	0,004
Humaitá	22.296	101	0,004	Tapauá	6.807	30	0,001
Ipixuna	2.868	12	0,000	Tefé	140.414	636	0,026
Iranduba	78.625	356	0,014	Tonantins	3.724	16	0,001
Itacoatiara	201.799	914	0,037	Uarini	5.342	24	0,001
Itamarati	3.469	15	0,001	Urucará	18.236	82	0,003
Itapiranga	3.458	15	0,001	Urucurituba	3.860	17	0,001
				Total	25.081.559	113.611	4,602

Face à ausência de cadastramento e da localização das unidades industriais em cada município admitiu-se, para efeito deste estudo, que as indústrias se concentram nas sedes

municipais. Portanto, nas regiões hidrográficas que não tem sede municipal admitiu-se que as demandas hídricas industriais serão nulas.

A partir destes critérios e dos valores das demandas hídricas industriais realizou-se a distribuição das vazões para cada município, UPH e bacia hidrográfica. As demandas industriais por UPH estão indicada no Quadro 6.15.

Quadro 6.15. Demandas hídricas atuais (ano 2016) das industriais por UPH no Estado do Amazonas

Bacia	UPH	Área UPH no estado (km ²)	Demandas (m ³ /s)	Participação (%)
Trombetas	Trombetas-Uatumã	16.151	0,001	0,02%
Tapajós	Tapajós-Madeira	69.157	0,015	0,32%
Tapajós	Alto Tapajós	4.448		
Tapajós	Baixo Juruena	8.848		
Uatumã	Uatumã-Negro	18.718	0,091	1,98%
Uatumã	Baixo Uatumã	14.732	0,004	0,09%
Uatumã	Jatapu	24.765		
Uatumã	Alto Uatumã	18.854		
Madeira	Madeira-Purus	51.861	0,007	0,16%
Madeira	Baixo Madeira-Sucunduri	59.856	0,003	0,07%
Madeira	Baixo Aripuanã	16.341	0,004	0,08%
Madeira	Aripuanã	21.129		
Madeira	Roosevelt	7.770		
Madeira	Médio Madeira	76.594	0,009	0,19%
Negro	Negro-Japurá	49.364	0,035	0,76%
Negro	Baixo Negro	79.781	4,135	89,84%
Negro	Jauaperi	8.251		
Negro	Médio Negro	8.251	0,004	0,08%
Negro	Demini	39.725		
Negro	Alto Negro	71.846		
Purus	Purus-Juruá	87.470	0,262	5,70%
Purus	Baixo Purus	24.203	0,001	0,02%
Purus	Submédio Purus	34.781	0,001	0,03%
Purus	Tapauá	62.554		
Purus	Médio Purus	26.215	0,003	0,05%
Purus	Alto Purus li	75.841	0,001	0,02%
Purus	Ituxi	40.136		
Purus	Rio Acre	3.850	0,005	0,11%
Purus	Alto Purus I	6.137		
Japurá	Japurá-Içá	12.304	0,002	0,03%
Japurá	Baixo Japurá	44.238	0,001	0,02%
Japurá	Alto Japurá	17.533		
Juruá	Juruá-Jutaí	1.567	0,002	0,05%
Juruá	Baixo Juruá	26.493	0,004	0,08%
Juruá	Médio Juruá	26.226	0,001	0,01%
Juruá	Tarauacá	8.951	0,001	0,02%
Juruá	Alto Juruá	24.981	0,003	0,05%
Juruá	Juruá Mirim	6.276	0,001	0,01%
Içá	Baixo Içá	12.304		
Jutaí	Jutaí-Javari	23.269	0,008	0,18%
Jutaí	Jutaí	79.861		
Solimões	Solimões	6.868		
Javari	Ituí	43.010		
Javari	Curuçá	39.611		
	Total	1.401.119	4,602	100,00%

6.1.4.1.3 Demandas de Dessedentação Animal

As demandas hídricas dos rebanhos se referem às necessidades de água para o desenvolvimento das atividades pecuárias (bovinos, bubalinos, suínos, aves, etc.). Os efetivos de rebanhos foram obtidos no IBGE, com dados relativos ao número de animais existentes no País ano de 2017.

Em conformidade com a legislação, as demandas hídricas dos rebanhos deveriam ser atendidas através de captações outorgadas pelo IPAAM. Levantamentos realizados em setembro de 2018 indicaram que havia um pequeno número de outorgas concedidas para este fim e que estavam distribuídas em apenas sete municípios. As vazões outorgadas por município estão indicadas no Quadro 6.16.

Quadro 6.16. Vazões outorgadas atender as demandas hídricas dos rebanhos

Municípios	Vazão (m³/h)
Apuí	118,7
Boca do acre	10,3
Guajará	0,5
Lábrea	33,7
Maués	1,3
Novo Aripuanã	7,1
Pauini	3,1
Total	174,7

Conforme o quadro anterior, vazões outorgadas para atendimento dos rebanhos do Estado se referem a um número muito pequeno de municípios e são ínfimas quando comparadas aos efetivos dos rebanhos existentes.

Em razão destas deficiências, as demandas relativas aos rebanhos encontrados em cada município e UPH foram estimadas utilizando-se o parâmetro BEDA (bovinos equivalentes para demanda de água) conforme indicado pela ANA (2015)²⁰. Utilizando-se os valores propostos, a demanda por BEDA, em L/cab/dia, pode ser definida pela seguinte expressão:

$$BEDA = Bovinos + Bubalinos + (Equinos + Muares + Asininos)/1,25 + (ovinos + caprinos)/6,25 + Suínos/5 + Coelhos/200 + Aves/250$$

A demanda foi calculada multiplicando-se o valor do BEDA pelo coeficiente de consumo igual a 50 L/BEDA/dia. A partir das demandas unitárias foram determinadas as demandas dos rebanhos de cada município para a situação atual (ano 2016). Os resultados obtidos estão indicados no Quadro 6.17.

Quadro 6.17. Demandas hídricas estimadas para os rebanhos dos municípios do Amazonas (Ano 2016)

Municípios	Efetivos de rebanhos (cab)									BEDA (*)	Demanda hídrica (m³/s)
	bovino	bubalino	eqüino	asinino	muare	caprino	ovino	suíno	aves		
Alvarães	290	-	-	-	-	26	-	527	8.647	434	0,0003
Amaturá	1.194	-	17	-	-	88	260	763	9.499	1.454	0,0008
Anamá	565	-	24	-	-	-	54	709	3.603	749	0,0004
Anori	868	-	9	-	-	-	-	251	4.657	944	0,0005
Apuí	132.53	107	2.604	28	249	148	1.567	4.505	37.209	136.27	0,0789
Atalaia do Norte	121	-	-	-	-	-	56	170	21.561	250	0,0001
Autazes	41.422	29.990	1.067	-	-	2.990	1.956	8.190	40.677	74.858	0,0433
Barcelos	-	-	-	-	-	-	-	106	5.153	42	0,0000

²⁰Nota Técnica nº 56/2015/SPR – Atualização da base de demandas de recursos hídricos no Brasil.

Municípios	Efetivos de rebanhos (cab)									BEDA (*)	Demanda hídrica (m³/s)
	bovino	bubalino	eqüino	asinino	muare	caprino	ovino	suíno	aves		
Barreirinha	22.786	4.242	1.496	-	-	353	816	3.259	20.737	29.147	0,0169
Benjamin Constant	659	-	19	-	-	59	26	261	28.410	854	0,0005
Beruri	2.387	70	37	-	-	79	229	719	8.479	2.713	0,0016
Boa Vista do Ramos	19.569	2.956	1.172	-	-	1.098	1.163	6.087	19.028	25.118	0,0145
Boca do Acre	195.62	37	4.873	16	382	436	2.317	4.194	83.596	201.49	0,1166
Borba	3.499	2.106	45	-	-	137	344	2.945	20.648	6.390	0,0037
Caapiranga	800	-	-	-	-	-	-	555	1.478	917	0,0005
Canutama	29.926	42	822	8	97	293	680	2.539	37.112	31.520	0,0182
Carauari	4.786	-	53	-	-	-	148	1.815	11.707	5.262	0,0030
Careiro	12.539	206	498	-	-	384	1.679	2.858	73.874	14.341	0,0083
Careiro da Várzea	42.268	3.141	1.342	-	-	290	747	1.946	25.558	47.140	0,0273
Coari	2.182	194	48	-	-	66	211	1.822	28.133	2.936	0,0017
Codajás	2.198	506	11	-	-	41	82	551	9.378	2.880	0,0017
Eirunepé	7.474	10	320	-	-	125	240	4.018	20.738	8.685	0,0050
Envira	18.154	-	494	-	42	34	427	2.013	20.200	19.141	0,0111
Fonte Boa	2.266	-	18	-	-	114	77	958	6.281	2.528	0,0015
Guajará	27.069	-	487	-	173	193	518	1.159	24.633	28.041	0,0162
Humaitá	21.094	-	112	-	6	274	482	1.658	28.393	21.755	0,0126
Ipixuna	8.019	-	249	-	27	248	156	3.706	15.443	9.108	0,0053
Itanduba	4.995	201	93	3	-	87	728	2.101	422.640	7.514	0,0043
Itacoatiara	39.861	8.426	1.491	30	9	1.468	1.782	6.808	148.774	51.987	0,0301
Itamarati	1.261	-	-	-	-	-	79	1.956	6.704	1.692	0,0010
Itapiranga	2.767	201	86	-	-	167	249	949	4.947	3.313	0,0019
Japurá	542	-	-	-	-	-	-	154	4.893	592	0,0003
Juruá	912	-	43	-	-	-	-	251	7.494	1.027	0,0006
Jutaí	2.251	-	61	-	-	13	178	1.081	18.050	2.619	0,0015
Lábrea	211.92	99	2.865	80	641	717	1.762	4.191	48.169	216.32	0,1252
Manacapuru	10.912	-	227	-	-	385	438	3.818	221.644	12.875	0,0075
Manaquiri	7.538	-	98	-	-	194	726	3.072	24.768	8.477	0,0049
Manaus	2.097	1.088	189	-	-	445	1.003	8.983	1.856.9	12.793	0,0074
Manicoré	118.12	34	1.500	8	135	510	330	7.017	64.979	121.26	0,0702
Maraã	849	302	5	-	-	302	123	472	10.190	1.358	0,0008
Maués	18.695	134	322	-	29	199	1.124	2.383	53.238	20.011	0,0116
Nhamundá	26.524	1.943	2.455	-	-	1.423	1.587	6.738	34.561	32.399	0,0187
Nova Olinda do Norte	5.379	792	96	-	-	245	1.568	4.497	33.651	7.571	0,0044
Novo Airão	-	-	14	-	-	135	-	242	14.762	140	0,0001
Novo Aripuanã	21.723	218	313	-	30	164	224	1.453	15.441	22.630	0,0131
Parintins	60.103	4.015	3.971	27	10	757	1.729	6.690	53.237	69.273	0,0401
Pauini	9.167	-	285	-	-	56	70	1.870	16.233	9.853	0,0057
Presidente Figueiredo	8.982	117	324	-	24	1.108	1.296	3.762	117.757	10.985	0,0064
Rio Preto da Eva	1.771	-	109	-	16	219	432	7.059	114.210	3.845	0,0022
Santa Isabel do Rio Negro	113	-	-	-	-	-	-	493	5.575	234	0,0001
Santo Antônio do Içá	936	-	-	-	-	97	145	1.095	13.569	1.248	0,0007
São Gabriel da Cachoeira	104	-	-	-	-	-	-	828	22.821	361	0,0002
São Paulo de Olivença	220	-	-	-	-	-	118	771	24.227	490	0,0003
São Sebastião do Uatumã	11.388	173	155	-	-	36	141	534	4.636	11.838	0,0069

Municípios	Efetivos de rebanhos (cab)									BEDA (*)	Demanda hídrica (m³/s)
	bovino	bubalino	equino	asinino	muare	caprino	ovino	suíno	aves		
Silves	7.834	810	488	-	-	392	235	2.078	10.246	9.591	0,0056
Tabatinga	372	-	31	-	9	95	58	851	48.029	790	0,0005
Tapauá	2.310	-	60	-	-	225	-	427	7.031	2.508	0,0015
Tefé	1.116	64	24	-	-	195	146	1.119	41.660	1.644	0,0010
Tonantins	906	168	41	-	-	20	112	302	1.799	1.195	0,0007
Uarini	402	-	13	-	-	-	109	1.311	12.560	742	0,0004
Urucará	15.117	1.430	447	-	-	281	295	1.063	14.719	17.269	0,0100
Urucurituba	13.181	1.522	449	-	-	108	701	1.935	18.096	15.652	0,0091
Total	1.210.6	65.344	32.071	200	1.879	17.518	31.72	146.6	4.133.1	1.357.0	0,7853

(*) BEDA - Bovinos Equivalentes para Demanda de Água

O quadro anterior mostra que as demandas hídricas atuais estimadas para os rebanhos do Amazonas são muito pequenas (0,79 m³/s) e estão distribuídas por todo o território. As principais concentrações de rebanhos estão nos municípios de Apuí, Boca do Acre e Lábrea que concentram 40,8% dos rebanhos do Estado (em termos de BEDA). Outros municípios que tem rebanhos significativos são Autazes e Parintins com cerca de 10,6% dos rebanhos. Os demais rebanhos estão distribuídos de forma esparsa pelo território.

As demandas dos rebanhos de cada UPH estão apresentadas no Quadro 6.18.

Quadro 6.18. Demandas hídricas para os rebanhos por UPH no Estado do Amazonas (ano 2016)

Bacia	UPH	Área UPH no Estado (km²)	Demanda (m³/s)	Participação (%)
Trombetas	Trombetas-Uatumã	16.151	0,019	2,39%
Tapajós	Tapajós-Madeira	69.157	0,092	11,73%
Tapajós	Alto Tapajós	4.448		
Tapajós	Baixo Juruena	8.848		
Uatumã	Uatumã-Negro	18.718	0,046	5,87%
Uatumã	Baixo Uatumã	14.732	0,017	2,14%
Uatumã	Jatapu	24.765		
Uatumã	Alto Uatumã	18.854		
Madeira	Madeira-Purus	51.861	0,084	10,67%
Madeira	Baixo Madeira-Sucunduri	59.856	0,008	1,03%
Madeira	Baixo Aripuanã	16.341	0,092	11,71%
Madeira	Aripuanã	21.129		
Madeira	Roosevelt	7.770		
Madeira	Médio Madeira	76.594	0,083	10,54%
Negro	Negro-Japurá	49.364	0,015	1,91%
Negro	Baixo Negro	79.781	0,007	0,95%
Negro	Jauaperi	8.251		
Negro	Médio Negro	8.251	0,000	0,05%
Negro	Demini	39.725		
Negro	Alto Negro	71.846		
Purus	Purus-Juruá	87.470	0,003	0,42%
Purus	Baixo Purus	24.203	0,002	0,20%
Purus	Submédio Purus	34.781	0,001	0,18%
Purus	Tapauá	62.554		
Purus	Médio Purus	26.215	0,143	18,26%
Purus	Alto Purus li	75.841	0,006	0,73%
Purus	Ituxi	40.136		
Purus	Rio Acre	3.850	0	14,85%
Purus	Alto Purus I	6.137		
Japurá	Japurá-Içá	12.304	0,001	0,18%
Japurá	Baixo Japurá	44.238	0,001	0,14%

Bacia	UPH	Área UPH no Estado (km ²)	Demanda (m ³ /s)	Participação (%)
Japurá	Alto Japurá	17.533		
Juruá	Juruá-Jutaí	1.567	0,003	0,38%
Juruá	Baixo Juruá	26.493	0,004	0,46%
Juruá	Médio Juruá	26.226	0,001	0,12%
Juruá	Tarauacá	8.951	0,011	1,41%
Juruá	Alto Juruá	24.981	0,010	1,31%
Juruá	Juruá Mirim	6.276	0,016	2,07%
Içá	Baixo Içá	12.304		
Jutaí	Jutaí-Javari	23.269	0,002	0,28%
Jutaí	Jutaí	79.861		
Solimões	Solimões	6.868		
Javari	Ituí	43.010		
Javari	Curuçá	39.611		
	Total	1.401.119	0,785	100,00%

6.1.4.1.4 Demandas de Irrigação

A agricultura irrigada é uma atividade pouco utilizada no Estado, porém, é importante para permitir o abastecimento contínuo das populações, principalmente no que concerne a frutas e verduras. Atualmente, parte significativa do abastecimento dos centros urbanos, principalmente Manaus, é realizada com produtos oriundos de regiões fora do Estado. Tal situação pode ser revertida mediante a utilização da irrigação, associada ou não ao cultivo em ambientes protegidos.

Atualmente, a irrigação no Amazonas beneficia uma variedade relativamente extensa de cultivos, porém distribuídos em pequenas e médias áreas. São irrigadas principalmente lavouras com hortaliças situadas nas proximidades dos centros urbanos e, em menor quantidade, plantas perenes como fruteiras, café, etc.

Como as áreas irrigadas no Amazonas são, usualmente, distribuídas de forma esparsa e atendem a uma grande variedade de cultivos, a determinação de uma demanda específica, que seja representativa para o conjunto de lavouras irrigadas, fica muito dificultada.

Normalmente, em regiões onde a agricultura irrigada é muito difundida, esta atividade se constitui um grande consumidor de água e, por este motivo, suas captações (superficiais e/ou subterrâneas) são controladas através de outorgas. Entretanto, conforme o Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas – IPAAM (consulta realizada em setembro de 2018) as outorgas deste tipo no Amazonas se restringem ao município de Boca do Acre e, portanto, não cobrem a totalidade dos municípios onde há alguma irrigação.

Em decorrência desta situação, as informações relativas às áreas irrigadas foram obtidas no Censo Agropecuário de 2017. Entretanto, o Censo não indica a localização das áreas irrigadas nem, tampouco, a capacidade das captações.

Para contornar esta dificuldade, adotou-se o valor de demanda para irrigação no Amazonas proposto pelo MMA/FBB/FUNARBE (2011)²¹. Conforme o referido relatório técnico, a demanda de água no mês mais crítico é da ordem de 0,83 L/s/ha (2.193 m³/ha/mês). Como as retiradas ocorrem, de maneira geral, nos cursos de água, os impactos serão mais significativos nos meses de estiagem. As demandas anuais são da ordem de 10.526 m³/ha/ano.

²¹MMA/FBB/FUNARBE – Desenvolvimento de Matriz de Coeficientes Técnicos para Recursos Hídrico no Brasil – Relatório Técnico 6. Brasília, DF. 2011.

Para determinação das vazões a serem retiradas dos corpos d'água foram consideradas as eficiências envolvidas. Admitindo-se níveis baixos e médios de eficiência (75% para aplicação e condução), a vazão específica média de captação no mês mais crítico de estiagem será de 1,10 L/s/ha. As estimativas das vazões retiradas pela irrigação em cada município estão indicadas no Quadro 6.19.

Quadro 6.19. Demandas hídricas atuais (ano 2016) estimadas para irrigação durante o período de estiagem nos municípios do Amazonas.

Município	Área irrigada (ha)	Demanda (m³/s)	Participação (%)	Município	Área irrigada (ha)	Demanda (m³/s)	Participação (%)
Alvarães	590	0,649	7,5%	Japurá	13	0,014	0,2%
Amaturá	0	0,000	0,0%	Juruá	0	0,000	0,0%
Anamá	47	0,052	0,6%	Jutaí	0	0,000	0,0%
Anori	6	0,006	0,1%	Lábrea	117	0,129	1,5%
Apuí	28	0,031	0,4%	Manacapuru	392	0,432	5,0%
Atalaia do Norte	0	0,000	0,0%	Manaquiri	9	0,010	0,1%
Autazes	107	0,118	1,4%	Manaus	665	0,731	8,5%
Barcelos	47	0,052	0,6%	Manicoré	153	0,169	2,0%
Barreirinha	26	0,029	0,3%	Maraã	1	0,001	0,0%
Benjamin Constant	11	0,012	0,1%	Maués	200	0,220	2,6%
Beruri	101	0,111	1,3%	Nhamundá	38	0,042	0,5%
Boa Vista do Ramos	8	0,009	0,1%	Nova Olinda do Norte	35	0,039	0,4%
Boca do Acre	29	0,032	0,4%	Novo Airão	1	0,001	0,0%
Borba	96	0,105	1,2%	Novo Aripuanã	2	0,002	0,0%
Caapiranga	11	0,012	0,1%	Parintins	739	0,813	9,4%
Canutama	117	0,129	1,5%	Pauini	0	0,000	0,0%
Carauari	16	0,017	0,2%	Presidente Figueiredo	596	0,656	7,6%
Careiro	530	0,583	6,8%	Rio Preto da Eva	534	0,587	6,8%
Careiro da Várzea	376	0,413	4,8%	Santa Isabel do Rio Negro	0	0,000	0,0%
Coari	123	0,135	1,6%	Santo Antônio do Içá	11	0,012	0,1%
Codajás	32	0,035	0,4%	São Gabriel da Cachoeira	4	0,004	0,0%
Eirunepé	73	0,081	0,9%	São Paulo de Olivença	14	0,015	0,2%
Envira	4	0,004	0,0%	São Sebastião do Uatumã	25	0,028	0,3%
Fonte Boa	3	0,003	0,0%	Silves	27	0,030	0,3%
Guajará	0	0,000	0,0%	Tabatinga	21	0,023	0,3%
Humaitá	166	0,183	2,1%	Tapauá	0	0,000	0,0%
Ipixuna	0	0,000	0,0%	Tefé	2	0,002	0,0%
Iranduba	937	1,031	12,0%	Tonantins	0	0,000	0,0%
Itacoatiara	501	0,551	6,4%	Uarini	0	0,000	0,0%
Itamarati	0	0,000	0,0%	Urucará	202	0,222	2,6%
Itapiranga	43	0,047	0,5%	Urucurituba	12	0,013	0,1%
				Total	8031	8,624	100,0%

Conforme o quadro anterior, as demandas hídricas da irrigação estimadas para o Amazonas são muito pequenas, insignificantes quando comparadas às disponibilidades hídricas nos rios, igarapés, lagos e paranãs da região. Cerca de 74,7% das áreas irrigadas estão situadas na região próxima à área metropolitana de Manaus, especificamente nos municípios de Alvarães, Careiro, Careiro da Várzea, Itacoatiara, Itamarati, Manacapuru, Manaus, Parintins, Presidente Figueiredo e Rio Preto da Eva.

Face à dificuldade de identificar e distribuir as áreas irrigadas nas porções do território de cada município presentes em cada UPH, optou-se por concentrar as demandas de irrigação nas sedes municipais. As demandas e as participações de cada UPH nas demandas de irrigação do Estado estão indicadas no Quadro 6.20.

Quadro 6.20. Demandas hídricas atuais (ano 2016) da irrigação por UPH no Estado do Amazonas

Bacia	UPH	Área UPH no Estado (km ²)	Demandas hídricas (m ³ /s)	Participação (%)
Trombetas	Trombetas-Uatumã	16.151	0,04	0,0049
Tapajós	Tapajós-Madeira	69.157	1,08	12,8%
Tapajós	Alto Tapajós	4.448	0,00	0,0%
Tapajós	Baixo Juruena	8.848	0,00	0,0%
Uatumã	Uatumã-Negro	18.718	1,87	22,1%
Uatumã	Baixo Uatumã	14.732	0,25	3,0%
Uatumã	Jatapu	24.765	0,00	0,0%
Uatumã	Alto Uatumã	18.854	0,00	0,0%
Madeira	Madeira-Purus	51.861	1,12	13,3%
Madeira	Baixo Madeira	59.856	0,00	0,0%
Madeira	Baixo Aripuanã	16.341	0,03	0,4%
Madeira	Aripuanã	21.129	0,00	0,0%
Madeira	Roosevelt	7.770	0,00	0,0%
Madeira	Médio Madeira	76.594	0,35	4,1%
Negro	Negro-Japurá	49.364	1,57	18,5%
Negro	Baixo Negro	79.781	0,73	8,6%
Negro	Jauaperi	8.251	0,00	0,0%
Negro	Médio Negro	8.251	0,06	0,7%
Negro	Demini	39.725	0,00	0,0%
Negro	Alto Negro	71.846	0,00	0,0%
Purus	Purus-Juruá	87.470	0,79	9,3%
Purus	Baixo Purus	24.203	0,11	1,3%
Purus	Submédio Purus	34.781	0,00	0,0%
Purus	Tapauá	62.554	0,00	0,0%
Purus	Médio Purus	26.215	0,26	3,0%
Purus	Alto Purus II	75.841	0,00	0,0%
Purus	Ituxi	40.136	0,00	0,0%
Purus	Rio Acre	3.850	0,03	0,4%
Purus	Alto Purus I	6.137	0,00	0,0%
Japurá	Japurá-Içá	12.304	0,01	0,1%
Japurá	Baixo Japurá	44.238	0,02	0,2%
Japurá	Alto Japurá	17.533	0,00	0,0%
Juruá	Juruá-Jutaí	1.567	0,00	0,0%
Juruá	Baixo Juruá	26.493	0,02	0,2%
Juruá	Médio Juruá	26.226	0,00	0,0%
Juruá	Tarauacá	8.951	0,00	0,1%
Juruá	Alto Juruá	24.981	0,08	0,9%
Juruá	Juruá Mirim	6.276	0,00	0,0%
Içá	Baixo Içá	12.304	0,00	0,0%
Jutaí	Jutaí-Javari	23.269	0,05	0,6%
Jutaí	Jutaí	79.861	0,00	0,0%
Solimões	Solimões	6.868	0,00	0,0%
Javari	Ituí	43.010	0,00	0,0%
Javari	Curuçá	39.611	0,00	0,0%
	Total	1.401.119	8,48	100,0%

6.1.4.2 Demandas Não Consuntivas

As demandas hídricas não consuntivas são representadas pela navegação, geração de energia hidrelétrica, aquicultura/pesca, recreação/turismo, diluição de efluentes e proteção das comunidades aquáticas (vazões ecológicas).

Neste estudo as demandas não consuntivas foram avaliadas apenas quanto aos seus aspectos qualitativos e suas eventuais interações com os elementos socioambientais em

cada UPH e cada bacia. Dessa forma, em no item de Usos da Água, no Tomo I deste relatório, foram caracterizadas a mineração, navegação e geração hidrelétrica.

Nos mapas e figuras pertinentes a cada aspecto foi indicada a localização das hidrelétricas (implantadas e em fase avançada de estudo), trechos com navegação comercial e áreas com exploração mineral (garimpos, minas comerciais, inclusive petróleo e gás).

6.1.5 Balanço Hídrico - Disponibilidades vs. Demandas

O balanço hídrico realizado neste Plano Estadual de Recursos Hídricos considerou a UPH como unidade de balanço. A partir disso, foi definida como disponibilidade 75% da vazão com 95% de permanência (Q95) no exutório do rio principal de cada UPH, conforme resolução CERH nº01, de 10 de julho de 2016, que estabelece que “a soma das vazões máximas outorgadas na bacia, limitada pela seção transversal, não poderá exceder a 75% (setenta e cinco por cento) da vazão de referência (Q95), definida no inciso III”.

As demandas consideradas para cada UPH foram definidas a partir dos seguintes usos: abastecimento humano com atendimento de rede, abastecimento humano sem atendimento de rede, indústria, pecuária e irrigação. O Quadro 6.21 apresenta o somatório das demandas de água no Estado do Amazonas para o ano de 2016, que resultam um total de 30,5 m³/s.

Quadro 6.21. Demandas totais de água (m³/s) no Estado do Amazonas para diferentes usos em 2016.

Abastecimento humano com atendimento de rede	Abastecimento humano sem atendimento de rede	Indústria	Pecuária	Irrigação
15,036	1,483	4,602	0,785	8,624

A Figura 6.18 apresenta a o percentual de cada um desses usos no Estado do Amazonas, a partir da qual se ilustra a grande representatividade de abastecimento urbano com atendimento (49%) e irrigação (28%). Considerando-se abastecimento humano, de forma geral, este uso representa 54% da demanda total do Estado.

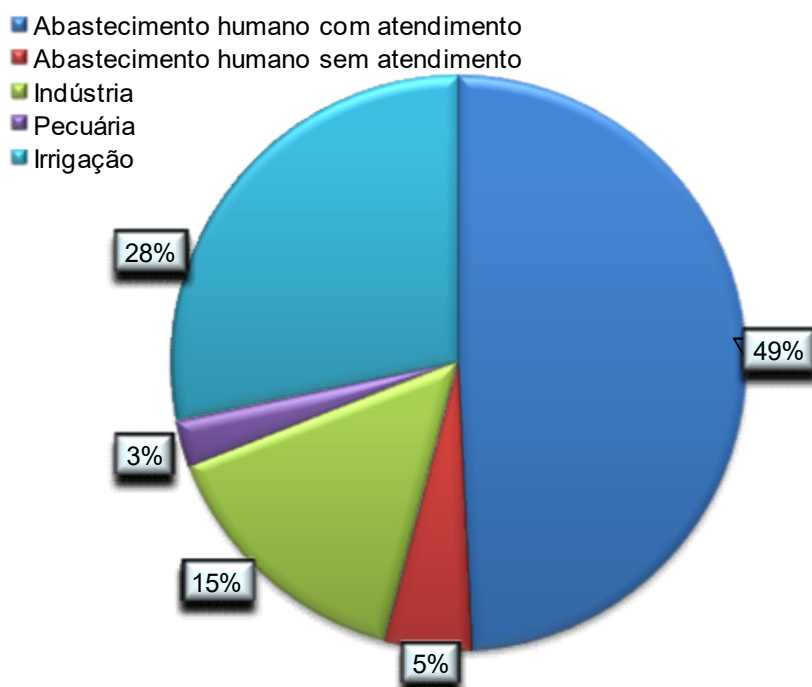


Figura 6.18. Distribuição de cada uso de água frente à demanda total do Estado do Amazonas

Contudo, em virtude da heterogeneidade dos usos de água no Estado, é importante conhecer a distribuição desses cinco diferentes tipos de demanda considerados no Plano, para cada UPH. A Figura 6.19 apresenta a distribuição das demandas de água dentro de cada UPH. As UPHs que não apresentam demandas são aquela que não possuem sedes de municípios na sua área, conforme metodologia empregada neste Plano.

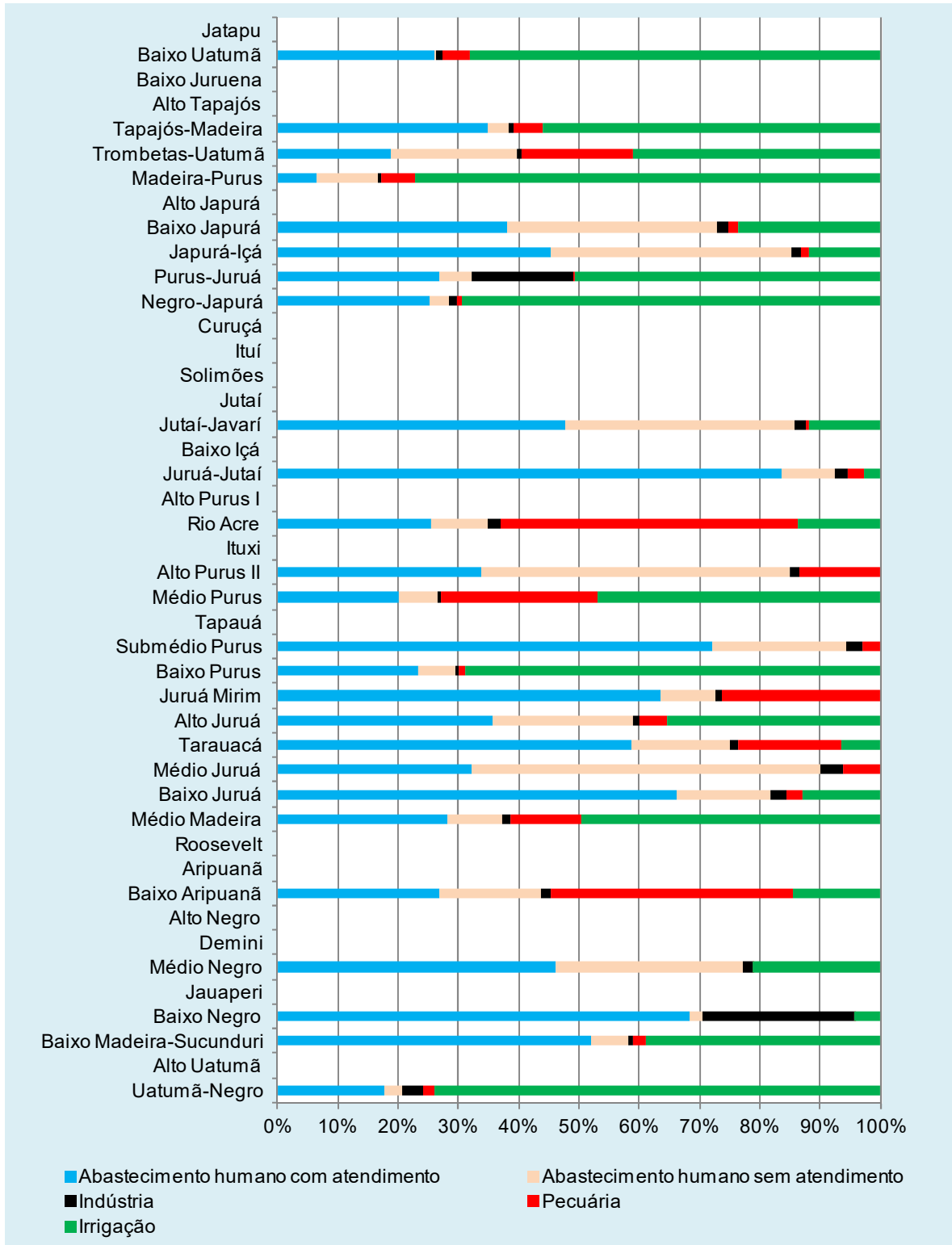


Figura 6.19. Distribuição de cada uso de água frente à demanda total em cada UPH do Estado do Amazonas

Com isso, observa-se que a demanda de água para indústria é importante apenas nas UPHs Purus-Juruá e Baixo Negro, devido à presença dos municípios Manaus (UPH Baixo Negro) e Coari (UPH Purus-Juruá).

As demandas para irrigação se mostram importantes nas seguintes regiões hidrográficas (RH) e respectivas UPHs:

- ✚ RH Baixo Amazonas: nas UPHs Trombetas-Uatumã, Tapajós-Madeira e Baixo-Uatumã;
- ✚ RH Careiro-Autazes: na UPH Madeira-Purus;
- ✚ RH Médio Solimões/Japurá: nas UPHs Negro-Japurá e Purus-Juruá;
- ✚ RH Purus: nas UPHs Baixo Purus e Médio Purus;
- ✚ RH Madeira: na UPH Médio Madeira, e;
- ✚ RH Região de Manaus: na UPH Uatumã-Negro.

Nessas UPHs, a representatividade das demandas para irrigação supera 40% do total da demanda.

De forma semelhante, as demandas para dessedentação animal (pecuária) são importantes nas UPHs Rio Acre (na RH Purus) e na UPH Baixo Aripuanã (na RH Madeira), com representatividade superior a 40%.

No entanto, mesmo sendo importante conhecer a distribuição de água para as diferentes demandas dentro das UPHs, conforme ilustrado na Figura 6.19, não necessariamente esta distribuição se reflete na bacia. Assim, a Figura 6.20 apresenta as demandas totais de água para as diferentes UPHs no Estado do Amazonas, onde se observa a grande importância da UPH Baixo Negro, onde está localizado o município de Manaus. Esta UPH possui uma demanda total de água igual a 16,5 m³/s, que representa 54% da demanda total do Estado.

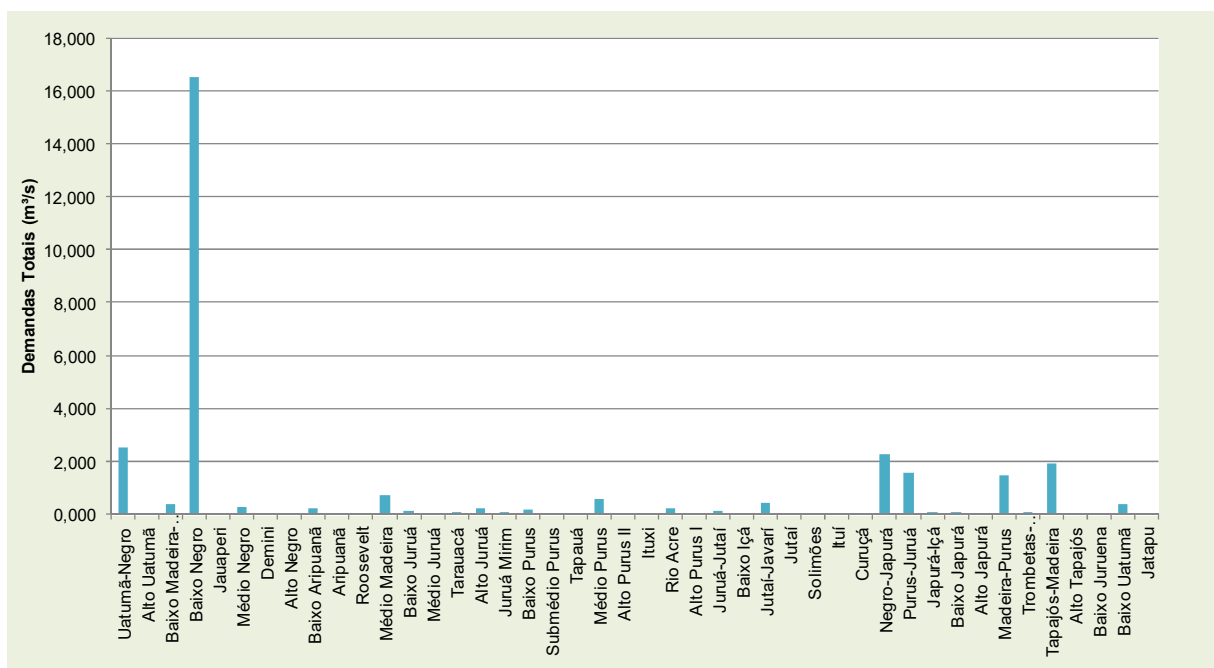


Figura 6.20. Demandas totais (m³/s) para as UPHs do Estado do Amazonas

De forma geral, as demandas de água nas UPHs do Estado do Amazonas são baixas (inferiores a 0,5 m³/s). Assim, em termos de demandas totais de água, as UPHs que apresentam as maiores demandas do Estado são:

- ✚ UPH Baixo Negro: 16,5 m³/s, que representa 54% da demanda total do Estado;
- ✚ UPH Uatumá-Negro: 2,5 m³/s, que representa 8% da demanda total do Estado;
- ✚ UPH Negro-Japurá: 2,3 m³/s, que representa 7% da demanda total do Estado;
- ✚ UPH Tapajós-Madeira: 1,9 m³/s, que representa 6% da demanda total do Estado;
- ✚ UPH Purus-Juruá: 1,5 m³/s, que representa 5% da demanda total do Estado, e;
- ✚ UPH Madeira-Purus: 1,5 m³/s, que representa 5% da demanda total do Estado.

Estas UPHs, juntas, representam 86% da demanda total do Estado do Amazonas, sendo este um total de 26,3 m³/s.

O Quadro 6.22 apresenta o resultado do balanço hídrico nas UPHs. De forma geral, considerando-se a escala espacial considerada no Plano, uma comparação entre as demandas dos usos consuntivos e as disponibilidades nas UPHs permite afirmar que o Estado possui água suficiente para atender a todas as necessidades atuais. Contudo, é possível que haja déficits hídricos localizados, quando áreas urbanas e atividades econômicas estiverem localizadas em regiões próximas às nascentes dos cursos d'água.

Com o objetivo de permitir melhor análise do potencial de uso remanescente das disponibilidades em cada bacia, foi calculado o Índice de Criticidade para cada UPH (última coluna do Quadro 6.22). Este índice é a relação entre a demanda e a disponibilidade em cada UPH, sendo a disponibilidade 75% da vazão de referência (Q₉₅).

Quadro 6.22. Balanço Hídrico e Índice de Criticidade para as UPHs do Estado do Amazonas

Região Hidrográfica	UPH	Demanda (m³/s)						Vazões características (acumuladas)		Disponib. 75% Q95(m³/s)	Balanço(m³/s)	Índice de Criticidade
		Abastecimento humano com atendimento	Abastecimento humano sem atendimento	Indústria	Pecuária	Irrigação	Total	Q _{MLT} (m³/s)	Q ₉₅ (m³/s)			
Região de Manaus	Uatumã-Negro	0,447	0,075	0,091	0,046	1,872	2,531	584,1	267,7	200,8	198,2	1,261%
Região de Manaus	Alto Uatumã							565,1	244,1	183,1	183,1	
Região de Manaus	Baixo Madeira-Sucunduri	0,193	0,023	0,003	0,008	0,144	0,371	30.173,4	8.788,4	6.591,3	6.590,9	0,006%
Região de Manaus	Baixo Negro	11,270	0,376	4,135	0,007	0,732	16,521	30.640,8	15.982,2	11.986,6	11.970,1	0,138%
Rio Negro	Jauaperi							1.044,8	323,3	242,5	242,5	
Rio Negro	Médio Negro	0,121	0,082	0,004	0,000	0,056	0,264	26.505,6	13.796,0	10.347,0	10.346,7	0,003%
Rio Negro	Demini							1.357,8	247,0	185,3	185,3	
Rio Negro	Alto Negro							11.758,6	5.698,7	4.274,0	4.274,0	
Madeira	Baixo Aripuanã	0,061	0,039	0,004	0,092	0,033	0,229	4.087,3	575,3	431,5	431,2	0,053%
Madeira	Aripuanã							1.955,7	182,0	136,5	136,5	
Madeira	Roosevelt							1.487,4	119,4	89,6	89,6	
Madeira	Médio Madeira	0,199	0,064	0,009	0,083	0,351	0,706	23.920,2	6.765,8	5.074,3	5.073,6	0,014%
Juruá	Baixo Juruá	0,088	0,021	0,004	0,004	0,017	0,133	6.004,1	1.537,4	1.153,0	1.152,9	0,012%
Juruá	Médio Juruá	0,005	0,009	0,001	0,001		0,016	4.843,6	734,1	550,6	550,6	0,003%
Juruá	Tarauacá	0,038	0,011	0,001	0,011	0,004	0,065	1.541,7	163,4	122,6	122,5	0,053%

Região Hidrográfica	UPH	Demanda (m³/s)						Vazões características (acumuladas)		Disponib. 75% Q95(m³/s)	Balanço(m³/s)	Índice de Criticidade
		Abastecimento humano com atendimento	Abastecimento humano sem atendimento	Indústria	Pecuária	Irrigação	Total	Q _{MLT} (m³/s)	Q ₉₅ (m³/s)			
Juruá	Alto Juruá	0,081	0,053	0,003	0,010	0,081	0,228	2.300,2	398,4	298,8	298,6	0,076%
Juruá	Juruá Mirim	0,039	0,006	0,001	0,016		0,062	1.094,2	183,7	137,8	137,7	0,045%
Purus	Baixo Purus	0,037	0,010	0,001	0,002	0,111	0,161	11.206,9	4.109,4	3.082,0	3.081,9	0,005%
Purus	Submédio Purus	0,034	0,011	0,001	0,001		0,048	10.152,2	3.155,9	2.366,9	2.366,9	0,002%
Purus	Tapauá							2.135,2	393,4	295,1	295,1	
Purus	Médio Purus	0,110	0,036	0,003	0,143	0,258	0,550	6.891,8	1.279,0	959,2	958,7	0,057%
Purus	Alto Purus II	0,014	0,022	0,001	0,006		0,043	4.689,8	671,5	503,6	503,6	0,008%
Purus	Ituxi							1.263,3	224,8	168,6	168,6	
Purus	Rio Acre	0,060	0,022	0,005	0,117	0,032	0,236	628,9	63,6	47,7	47,4	0,495%
Purus	Alto Purus I							1.537,6	198,5	148,9	148,9	
Alto Solimões	Juruá-Jutaí	0,095	0,010	0,002	0,003	0,003	0,113	26,9	4,1	3,1	3,0	3,657%
Alto Solimões	Baixo Içá							8.519,9	5.424,0	4.068,0	4.068,0	
Alto Solimões	Jutaí-Javarí	0,199	0,159	0,008	0,002	0,049	0,418	1.164,7	468,0	351,0	350,6	0,119%
Alto Solimões	Jutaí							3.462,0	995,8	746,9	746,9	
Alto Solimões	Solimões							50.369,0	28.497,3	21.373,0	21.373,0	
Alto Solimões	Ituí							2.422,1	858,6	643,9	643,9	

Região Hidrográfica	UPH	Demanda (m³/s)						Vazões características (acumuladas)		Disponib. 75% Q95(m³/s)	Balanço(m³/s)	Índice de Criticidade
		Abastecimento humano com atendimento	Abastecimento humano sem atendimento	Indústria	Pecuária	Irrigação	Total	Q _{MLT} (m³/s)	Q ₉₅ (m³/s)			
Alto Solimões	Curuçá							2.108,4	535,3	401,5	401,5	
Médio Solimões/Japurá	Negro-Japurá	0,572	0,068	0,035	0,015	1,568	2,258	1.692,9	424,9	318,7	316,4	0,709%
Médio Solimões/Japurá	Purus-Juruá	0,419	0,083	0,262	0,003	0,786	1,554	2.971,5	435,9	326,9	325,4	0,475%
Médio Solimões/Japurá	Japurá-Içá	0,046	0,040	0,002	0,001	0,012	0,101	278,0	61,6	46,2	46,1	0,218%
Médio Solimões/Japurá	Baixo Japurá	0,024	0,022	0,001	0,001	0,015	0,064	18.121,6	10.707,2	8.030,4	8.030,3	0,001%
Médio Solimões/Japurá	Alto Japurá							15.911,8	7.999,6	5.999,7	5.999,7	
Careiro-Autazes	Madeira-Purus	0,094	0,149	0,007	0,084	1,124	1,459	1.975,0	469,4	352,1	350,6	0,414%
Baixo Amazonas	Trombetas-Uatumã	0,019	0,021	0,001	0,019	0,042	0,102	774,4	277,3	208,0	207,9	0,049%
Baixo Amazonas	Tapajós-Madeira	0,672	0,071	0,015	0,092	1,084	1,933	3.125,4	1.541,0	1.155,8	1.153,8	0,167%
Baixo Amazonas	Alto Tapajós							11.190,1	4.342,1	3.256,6	3.256,6	
Baixo Amazonas	Baixo Juruena							4.936,7	2.324,8	1.743,6	1.743,6	
Baixo Amazonas	Baixo Uatumã	0,096	0,000	0,004	0,017	0,250	0,368	1.790,3	782,2	586,6	586,2	0,063%
Baixo Amazonas	Jatapu							783,3	325,7	244,3	244,3	

Buscando-se realizar uma análise em escala um pouco maior, calculou-se o Índice de Criticidade da seção do corpo hídrico que foi considerada como local de lançamento de efluente de cada município, considerando-se, também como simplificação, que a retirada de água ocorre a partir deste ponto. O índice de criticidade para cada município está apresentado no Quadro 6.23.

Quadro 6.23. Balanço Hídrico e Índice de Criticidade para os municípios com área dentro do Estado do Amazonas

Sede Municipal	Região Hidrográfica	UPH	Disponibilidade Hídrica Total (m³/s)	Consumo total de água (m³/s)	Índice de Criticidade
Alvarães	Médio Solimões/Japurá	Purus-Juruá	2,8	0,677	31,87%
Amaturá	Alto Solimões	Jutaí-Javari	47,3	0,026	0,07%
Anamá	Careiro-Autazes	Negro-Japurá	12,6	0,078	0,83%
Anori	Purus	Negro-Japurá	3,6	0,053	1,95%
Apuí	Madeira	Baixo Aripuanã	2,3	0,148	8,50%
Atalaia do Norte	Alto Solimões	Jutaí-Javari	1.393,9	0,039	0,00%
Autazes	Careiro-Autazes	Madeira-Purus	378,6	0,231	0,08%
Barcelos	Rio Negro	Médio Negro	12.076,8	0,111	0,00%
Barreirinha	Baixo Amazonas	Tapajós-Madeira	1.320,2	0,142	0,01%
Benjamin Constant	Alto Solimões	Jutaí-Javari	1.693,4	0,104	0,01%
Beruri	Purus	Baixo Purus	4.109,4	0,161	0,01%
Boa Vista do Ramos	Baixo Amazonas	Tapajós-Madeira	1.311,7	0,071	0,01%
Boca do Acre	Purus	Rio Acre	262,1	0,236	0,12%
Borba	Madeira	Baixo Madeira-Sucunduri	7.529,2	0,238	0,00%
Caapiranga	Careiro-Autazes	Negro-Japurá	3,8	0,045	1,56%
Canutama	Purus	Médio Purus	1.018,9	0,186	0,02%
Carauari	Juruá	Baixo Juruá	736,5	0,102	0,02%
Careiro	Careiro-Autazes	Madeira-Purus	10,7	0,673	8,38%
Careiro da Várzea	Careiro-Autazes	Madeira-Purus	94.356,2	0,485	0,00%
Coari	Médio Solimões/Japurá	Purus-Juruá	149,3	0,610	0,55%
Codajás	Médio Solimões/Japurá	Negro-Japurá	63.593,4	0,095	0,00%
Eirunepé	Juruá	Alto Juruá	370,7	0,165	0,06%
Envira	Juruá	Tarauacá	136,3	0,065	0,06%
Fonte Boa	Médio Solimões/Japurá	Juruá-Jutaí	41.112,8	0,070	0,00%
Guajará	Juruá	Juruá Mirim	147,6	0,062	0,06%
Humaitá	Madeira	Médio Madeira	5.753,6	0,334	0,01%
Ipixuna	Juruá	Alto Juruá	215,1	0,063	0,04%
Iranduba	Careiro-Autazes	Negro-Japurá	70.444,7	1,189	0,00%
Itacoatiara	Manaus	Uatumã-Negro	110.009,3	0,936	0,00%
Itamarati	Juruá	Médio Juruá	622,2	0,016	0,00%
Itapiranga	Manaus	Uatumã-Negro	14,8	0,079	0,71%
Japurá	Médio Solimões/Japurá	Baixo Japurá	9.297,7	0,026	0,00%
Juruá	Juruá	Baixo Juruá	815,1	0,031	0,01%
Jutaí	Alto Solimões	Juruá-Jutaí	40.385,0	0,043	0,00%
Lábrea	Purus	Médio Purus	896,3	0,364	0,05%

Sede Municipal	Região Hidrográfica	UPH	Disponibilidade Hídrica Total (m³/s)	Consumo total de água (m³/s)	Índice de Criticidade
Manacapuru	Careiro-Autazes	Negro-Japurá	70.091,3	0,798	0,00%
Manaquiri	Careiro-Autazes	Madeira-Purus	1,7	0,070	5,50%
Manaus	Manaus	Baixo Negro	15.982,2	16,469	0,14%
Manicoré	Madeira	Médio Madeira	6.505,1	0,372	0,01%
Maraã	Médio Solimões/Japurá	Baixo Japurá	10.310,8	0,038	0,00%
Maués	Baixo Amazonas	Tapajós-Madeira	548,6	0,377	0,09%
Nhamundá	Baixo Amazonas	Trombetas-Uatumã	283,3	0,102	0,05%
Nova Olinda do Norte	Madeira	Baixo Madeira-Sucunduri	7.688,4	0,133	0,00%
Novo Airão	Rio Negro	Baixo Negro	9,5	0,052	0,74%
Novo Aripuanã	Madeira	Baixo Aripuanã	575,3	0,081	0,02%
Parintins	Baixo Amazonas	Tapajós-Madeira	111.322,0	1,267	0,00%
Pauini	Purus	Alto Purus II	557,6	0,043	0,01%
Presidente Figueiredo	Manaus	Uatumã-Negro	18,5	0,788	5,68%
Rio Preto da Eva	Manaus	Uatumã-Negro	15,7	0,666	5,65%
Santa Isabel do Rio Negro	Rio Negro	Médio Negro	9.081,9	0,043	0,00%
Santo Antônio do Içá	Alto Solimões	Japurá-Içá	37.410,9	0,055	0,00%
São Gabriel da Cachoeira	Rio Negro	Médio Negro	5.698,7	0,110	0,00%
São Paulo de Olivença	Alto Solimões	Jutaí-Javari	31.097,6	0,089	0,00%
São Sebastião do Uatumã	Baixo Amazonas	Baixo Uatumã	792,7	0,077	0,01%
Silves	Manaus	Uatumã-Negro	14,0	0,062	0,59%
Tabatinga	Alto Solimões	Jutaí-Javari	28.497,3	0,160	0,00%
Tapauá	Purus	Submédio Purus	2.952,3	0,048	0,00%
Tefé	Médio Solimões/Japurá	Purus-Juruá	203,4	0,232	0,15%
Tonantins	Alto Solimões	Japurá-Içá	39.168,7	0,046	0,00%
Uarini	Médio Solimões/Japurá	Purus-Juruá	12,1	0,035	0,38%
Urucará	Baixo Amazonas	Baixo Uatumã	792,7	0,291	0,05%
Urucurituba	Baixo Amazonas	Tapajós-Madeira	110.201,6	0,077	0,00%

Com o objetivo de compreender os resultados do balanço hídrico para as UPHs e para os municípios na forma do Índice de Criticidade, apresenta-se a Figura 6.22 com este índice expresso em diferentes escalas de cores para municípios e UPHs, buscando-se ilustrar as diferentes magnitudes de exploração encontradas. As classificações usualmente adotadas para este índice são:

- <5% - Situação Excelente. A água é considerada um bem livre e se faz necessária pouca ou nenhuma atividade de gerenciamento;
- 5 a 10% - Situação Confortável. A situação de exploração da água é confortável, podendo ocorrer demandas locais de solução de problemas de abastecimento;
- 10 a 20% - Situação Preocupante. A atividade de gerenciamento dos recursos hídricos é indispensável;
- 20 a 40% - Situação Crítica. Exige intensa atividade de gestão e grandes investimentos;

- >40% - Situação muito Crítica. Exige também intensa atividade de gestão e maiores investimentos.

Verificou-se que todas as UPHs podem ser classificadas em situação excelente, sendo necessária pouca ou nenhuma atividade de gerenciamento em termos de quantidade de água.

No entanto, ao aumentar a escala de análise para os municípios, verificou-se que Apuí, Careiro, Manaquiri, Presidente Figueiredo e Rio Preto da Eva encontram-se em situação confortável e apenas o município de Alvarães encontra-se em situação crítica, sendo necessárias atividades de gestão de exploração quantitativa dos recursos hídricos.

A Figura 6.21 apresenta a localização do município de Alvarães, que está próximo ao rio Solimões e ao rio Caiçara. Por mais que se tenha considerado que todas as demandas estão localizadas na sede do município, sabe-se que parte destas está distribuída ao longo da bacia.

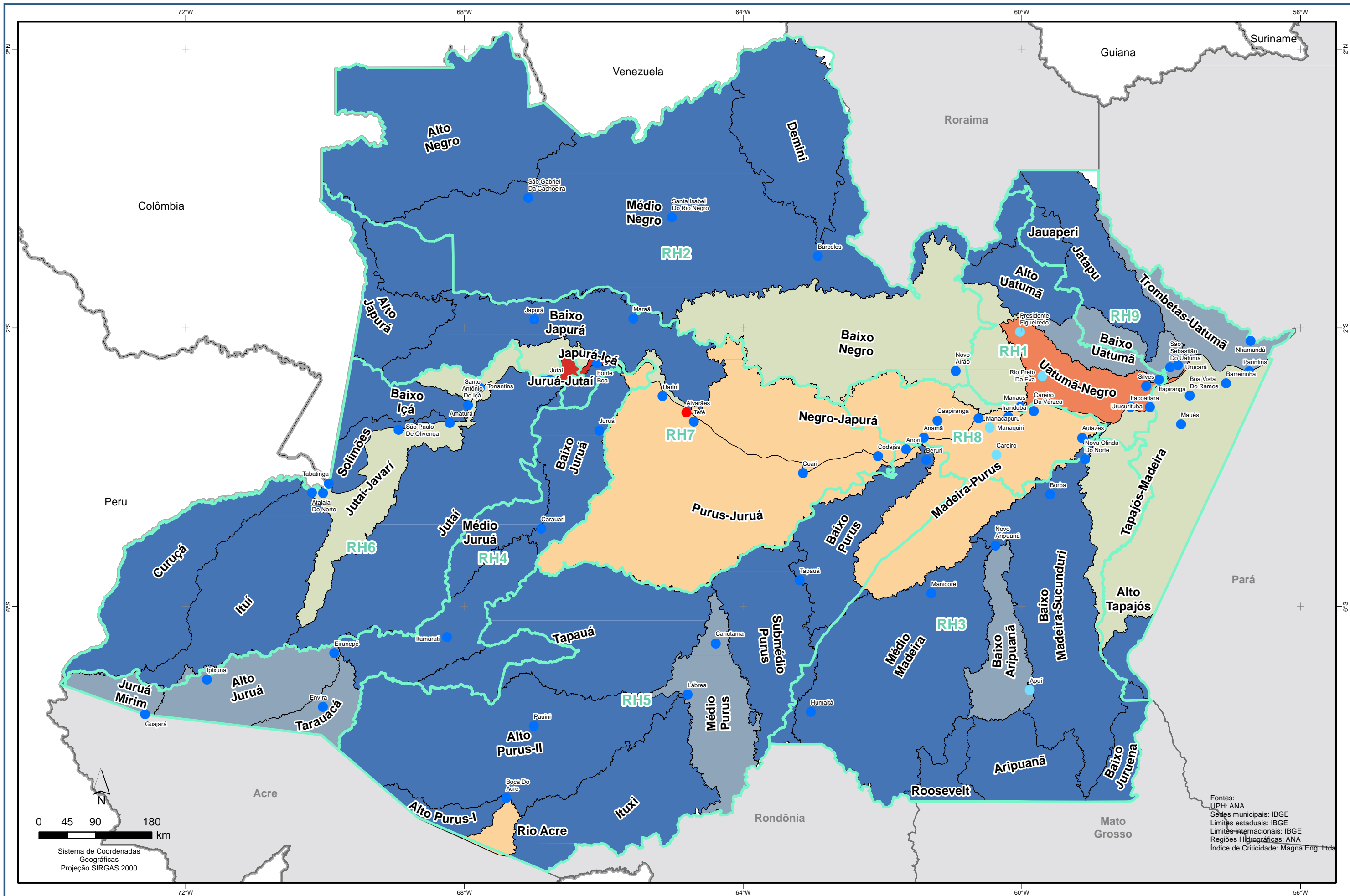


Figura 6.21. Localização do município de Alvarães na foz do rio Caiçara.

Fonte: Google Earth

Dessa forma, considerou-se que as captações para diversos fins realizadas na área do município são todas feitas no rio Caiçara e, portanto, o balanço hídrico foi feito com base na Q_{95} deste rio, que possui o valor de $2,8 \text{ m}^3/\text{s}$, muito inferior à disponibilidade do rio Solimões nesse trecho. Além disso, ao se considerar a vazão de referência para o balanço (sendo esta a metodologia usual para este tipo de análise), não se está considerando todo o volume de água disponível na foz do rio Caiçara devido ao remanso do rio Solimões. Assim, credita-se o diagnóstico crítico quanto à exploração do rio Caiçara às limitações das metodologias usualmente aplicadas.

Salienta-se que os resultados das análises aqui apresentados se referem ao balanço hídrico dos principais cursos hídricos do Estado do Amazonas, mas, não ilustram necessariamente o panorama dos pequenos cursos hídricos que atravessam os municípios. Além disso, considerou-se como simplificação na metodologia aplicada que toda a demanda de água quantificada é retirada dos recursos hídricos superficiais e, como a fonte de abastecimento humano em muitos municípios é feita a partir de fontes subterrâneas, o cenário aqui apresentado refere-se a uma situação eventualmente diferente daquela constatada naqueles locais.



Fontes:
 UPH: ANA
 Sedes municipais: IBGE
 Limites estaduais: IBGE
 Limites internacionais: IBGE
 Regiões Hidrográficas: ANA
 Índice de Criticidade: Magna Eng. Ltda

LEGENDA

- Sedes municipais
- Unidade de Planejamento Hídrico (UPH)
- Regiões Hidrográficas (RH)
- Limite Estadual
- Limite Internacional
- UPH - Índice de Criticidade (Demandas/75% da Q95)
- 0% - 0.01%
- 0.02% - 0.08%
- 0.09% - 0.22%
- 0.23% - 0.71%
- 0.72% - 1.26%
- 1.27% - 3.66%
- Sedes - Índice de Criticidade (Demandas/75% da Q95)
- 0% - 5%
- 5.01% - 10%
- 10.01% - 20%
- 20.01% - 40%

GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS
SEMA

PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO AMAZONAS - PERH/AM
 Índice de Criticidade para as UPHs e municípios Figura nº: 6.22

6.1.6 Secas e Cheias - Tendências e Cenário Atual

Alguns eventos hidrológicos excepcionais foram observados nos últimos anos, como as cheias em 2009, 2012, 2014 e 2017 e as secas em 2005, 2010 e 2015. Barichivich et al. (2018)²² estudaram a recente intensificação dos eventos de enchentes na Amazônia devido a fenômenos de circulação de massas de ar na parte mais baixa da atmosférica (Circulação de Walker).

Conforme estes autores, há diversas evidências de que extremos hidrológicos de cheias e de secas se intensificaram na Amazônia desde a década de 1990. Para analisar estas alterações, os pesquisadores utilizaram séries históricas diárias contínuas de níveis de água no rio Negro, em Manaus, que têm início no ano de 1903 com fim em 2015, e séries de níveis no rio Amazonas, em Óbidos, com início em 1970 e fim em 2015 (Figura 6.23). A análise destas séries mostra que as épocas secas tendem a ficar mais secas e as épocas úmidas mais úmidas, ao longo dos anos. A série de níveis em Manaus mostra uma tendência de elevação dos níveis médios diários de 1,0 m ao longo dos 113 anos de dados, que equivale a 5% do nível médio da série.

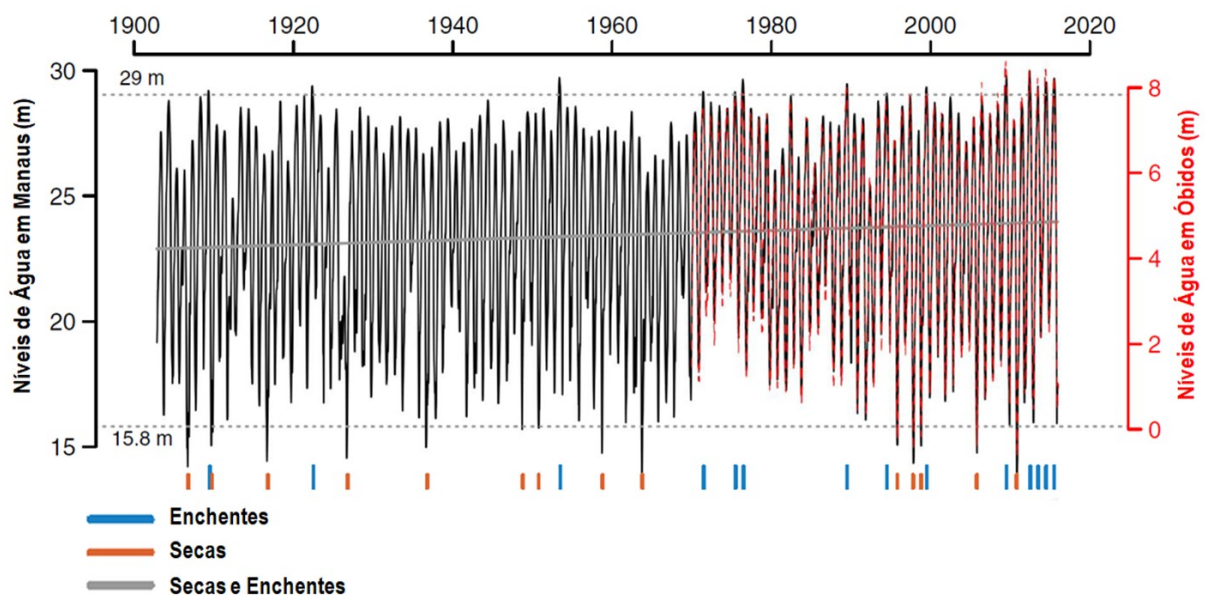


Figura 6.23. Série histórica de níveis com extremos de cheias e secas - série diária de níveis no rio Negro em Manaus (preto) e do rio Amazonas em Óbidos (vermelho).

Adaptado de: Barichivich e outros (2018).

Para o estudo de eventos extremos, Barichivich et al. (2018) consideraram um critério já utilizado pela CPRM (Serviço Geológico do Brasil), que utiliza níveis de água que são críticos para a operação do porto de Manaus e são utilizados para declarar status de emergência para o município: as cheias extremas são caracterizadas quando o nível de água supera 29,0 m e as secas são caracterizadas quando o nível de água reduz para valores abaixo de 15,8 m, que correspondem aos valores da média de longo período mais ou menos o desvio padrão, respectivamente.

Ao longo dos 113 anos de dados, são observados 14 eventos severos de cheia. Contudo, uma análise de frequência dessas enchentes mostra que a frequência dos eventos severos aumentou desde a década de 1970, de forma que, enquanto foi registrado um evento de cheia (nível de água acima de 29,0 m no porto de Manaus) a cada 20 anos na primeira metade do século 20, a partir dos anos 2000 registrou-se um evento de cheia severa a cada 4 anos, em média. Por outro lado, a frequência de ocorrência de secas não mostra grande

²² BARICHIVICH, J. et al. (2018). Recent intensification of Amazon flooding extremes driven by strengthened Walker circulation. *Science Advances*. 4. Eaat8785. 7 p.

variação ao longo dos anos, sendo registrados eventos severos de seca com uma frequência que varia entre 5 e 12 anos.

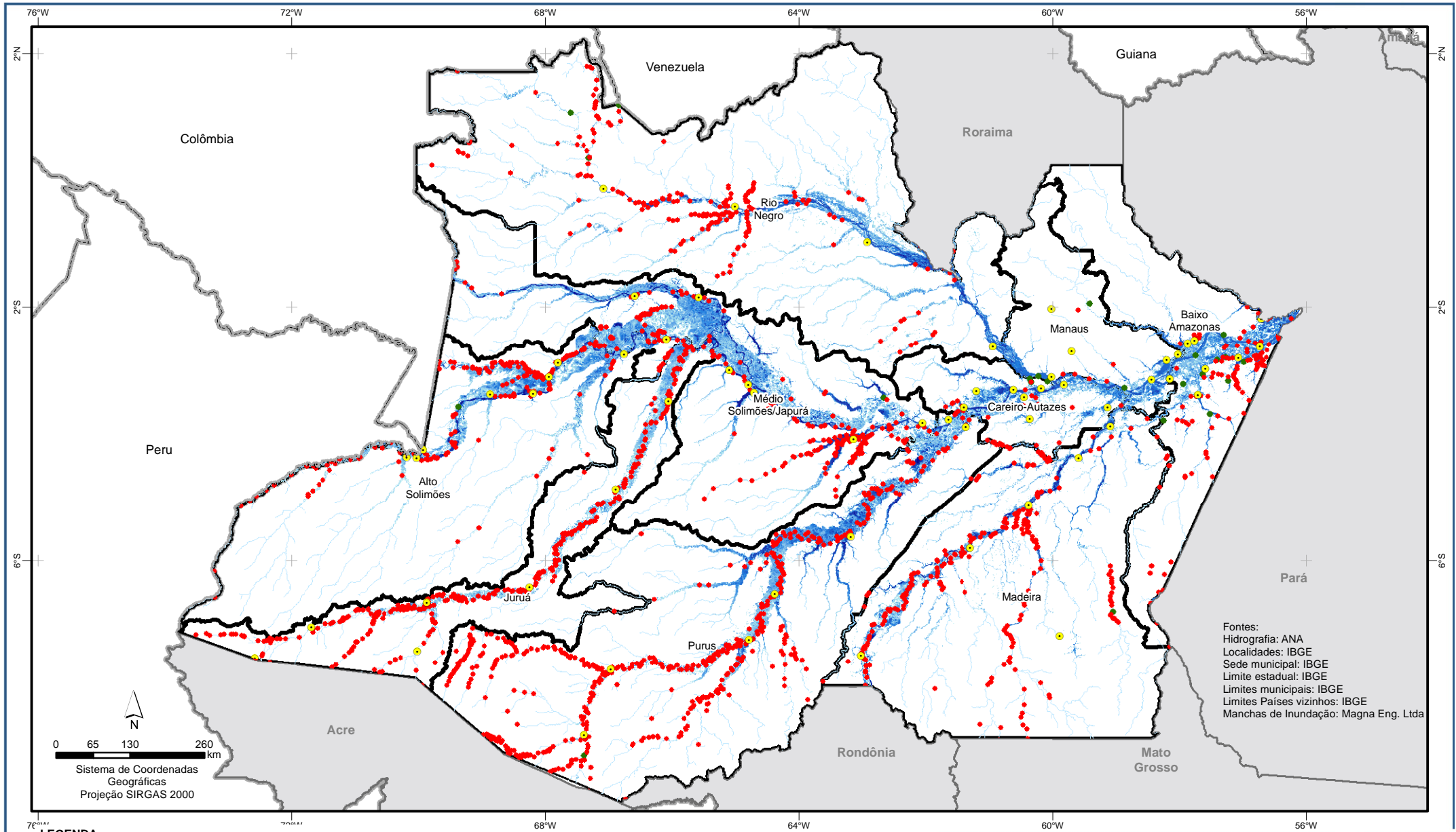
A seguir, são apresentadas figuras elaboradas com as manchas de inundação em um dia de cheia e de seca. As manchas de inundação foram geradas a partir do produto gerado com simulação numérica, conforme metodologia apresentada no item 6.1.3.

A Figura 6.24 apresenta os níveis de água no dia 03/05/2009, sendo este um evento histórico de cheia. Já a Figura 6.25 apresenta os níveis de água no dia 10/10/1983, sendo este um evento histórico de seca.

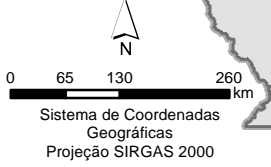
Nos mapas foram destacadas as sedes municipais e demais localidades rurais localizadas ao longo da extensão do Estado. Percebe-se que a população habita as margens dos grandes rios, por razões logísticas, visto que a navegação é o principal meio de transporte. Sendo assim, a população encontra-se vulnerável a variações dos níveis desses cursos hídricos e suas consequências.

Observa-se que mesmo em uma situação de vazões mínimas, a maioria das sedes municipais e localidades nas Regiões de Careiro-Autazes, Manaus e Baixo Amazonas, aparecem inundadas, em função de estarem localizadas em uma região de baixo relevo. A escala do MDE utilizado na modelagem, com resolução de 500 m, não proporciona uma análise mais detalhada das inundações, porém aponta, em escala estadual, que as populações que vivem nessas regiões estão bastante suscetíveis a inundações.

Ao analisar o evento de cheia, naturalmente, observa-se que essa região já atingida pelas mínimas será afetada pela cheia, que irá atingir a região com lâminas d'água significativamente superiores. A região de várzea do Solimões também é atingida, impactando os municípios e localidades rurais localizadas nas Regiões Alto Solimões e Médio Solimões/Japurá. Além disso, constata-se um adensamento das manchas nas RH negro, Purus, Madeira e Japurá, ao longo dos rios principais e a ampliação da área inundada próximos a esses cursos hídricos, em relação ao cenário de seca.



Fontes:
 Hidrografia: ANA
 Localidades: IBGE
 Sede municipal: IBGE
 Limite estadual: IBGE
 Limites municipais: IBGE
 Limites Países vizinhos: IBGE
 Manchas de Inundação: Magna Eng. Ltda



- LEGENDA**
- Sedes municipais
 - Localidades - Aglomerados rurais isolados
 - Localidades - Vilas
 - Hidrografia
 - Regiões Hidrográficas
 - Limite Estadual
 - Limite Internacional

Profundidade da lâmina d'água (m)
 High : 51.752
 Low : 0

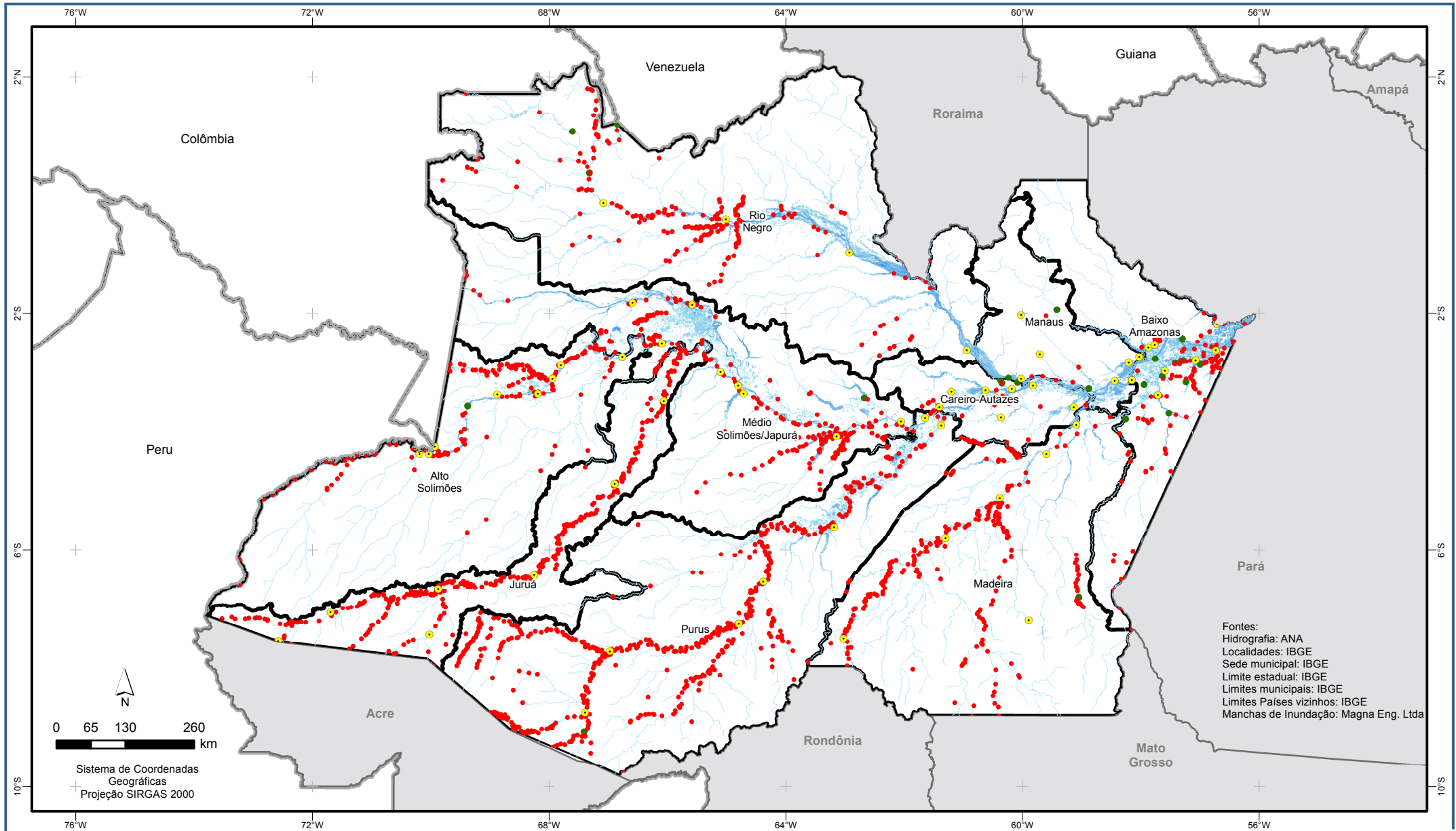
GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS SEMA SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE

MAGNA ENGENHARIA

PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO AMAZONAS - PERH/AM

Mancha de inundação em evento histórico de cheia (03/05/2009)

Figura nº: 6.24



Fontes:
 Hidrografia: ANA
 Localidades: IBGE
 Sede municipal: IBGE
 Limite estadual: IBGE
 Limites municipais: IBGE
 Limites Países vizinhos: IBGE
 Manchas de Inundação: Magna Eng. Ltda

- LEGENDA**
- Localidades - Aglomerados rurais isolados
 - Localidades - Vilas
 - Sedes municipais

- Hidrografia
- Regiões Hidrográficas
- Limite Estadual
- Limite Internacional

Profundidade da lâmina d'água (m)
 High : 51,752
 Low : 0,001

GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS SEMA SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE

MAGNA ENGENHARIA

PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO AMAZONAS - PERH/AM

Mancha de inundação em evento histórico de seca (10/10/1983).

Figura nº: 6.25

Alterações no regime hidrológico na bacia amazônica (chuvas, temperatura, evapotranspiração, etc.) estão relacionadas às alterações e fenômenos climáticos. Em relatório científico publicado na Revista Nature, Jiménez-Muñoz et al. (2016)²³ estudaram os efeitos do fenômeno El Niño na seca que ocorreu no período 2015-2016, efeitos estes relacionados à precipitação e à temperatura na Amazônia. A partir de uma análise de longo período de dados de temperatura, os autores verificaram que o ano de 2015 foi o mais quente da história recente, devido a uma combinação do fenômeno El Niño com a tendência de aquecimento da Amazônia, tendo-se verificado um aumento de 0,5°C na temperatura média desde 1980.

Por outro lado, ao estudar a seca de 2005, por mais que tenha ocorrido o fenômeno El-Niño, Marengo et al. (2008)²⁴ encontraram um padrão de comportamento climático diferente daquele observado nos anos 1926, 1983 e 1998, quando as secas foram relacionadas ao fenômeno. Em 2005, conforme os autores, a seca ocorreu devido a um aquecimento anômalo do Atlântico Norte, à redução da intensidade do transporte de umidade pelos ventos nordeste-sul durante o pico do verão e devido ao enfraquecimento do balanço vertical de energia.

Esta seca foi sentida na região oeste da Amazônia e teve consequências principalmente na navegação, distribuição de alimentos e geração de energia. Com esta seca, diversos focos de incêndio se formaram, afetando milhares de hectares de floresta, causando problemas de saúde nas pessoas e resultando o fechamento de aeroportos, escolas e estabelecimentos comerciais.

Marengo (2014)²⁵ apresenta um estudo com as alterações climáticas esperadas para o Brasil com base em eventos extremos recentes observados e nos relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, sigla em inglês). Conforme o autor, como os extremos de temperatura e precipitação estão associados à variabilidade natural do clima, existem evidências de que eles seriam mais intensos e frequentes em um clima mais quente.

A Figura 6.26 (Marengo, 2014) apresenta as variações projetadas para o clima por região do Brasil durante o século XXI. Para a região norte, espera-se, com alta confiabilidade, o aumento de temperatura de até 4-6°C e mais ondas de calor, com média confiabilidade espera-se a redução das chuvas (reduções de até 1,5 mm/dia) e com baixa confiabilidade espera-se o aumento da quantidade de dias secos. Para o oeste amazônico, é esperado um aumento das chuvas, inclusive com o aumento de chuvas extremas.

De maneira geral, as secas na bacia Amazonica estão relacionadas ao aquecimento anômalo do Atlântico Norte e com eventos do fenômeno El Niño, enquanto os eventos de cheias estão principalmente associados com eventos do fenômeno La Niña (Marengo e Espinoza, 2016)²⁶.

²³JIMÉNEZ-MUÑOZ, J. C. et al. (2016) Record-breaking warming and extreme drought in the Amazon rainforest during the course of El Niño 2015-2016. Scientific Reports. Nature. 7 p.

²⁴MARENGO et al. (2008). The Drought of Amazonia in 2005. American Meteorological Society. 23 p.

²⁵MARENGO, J. A. (2014) O futuro clima do Brasil. Revista USP. São Paulo. 8 p.

²⁶Marengo, J.A., Espinoza, J.C., 2016. Extreme seasonal droughts and floods in Amazonia, causes, trends and impacts. Int. J. Climatol. 36 (3), 1033–1050.

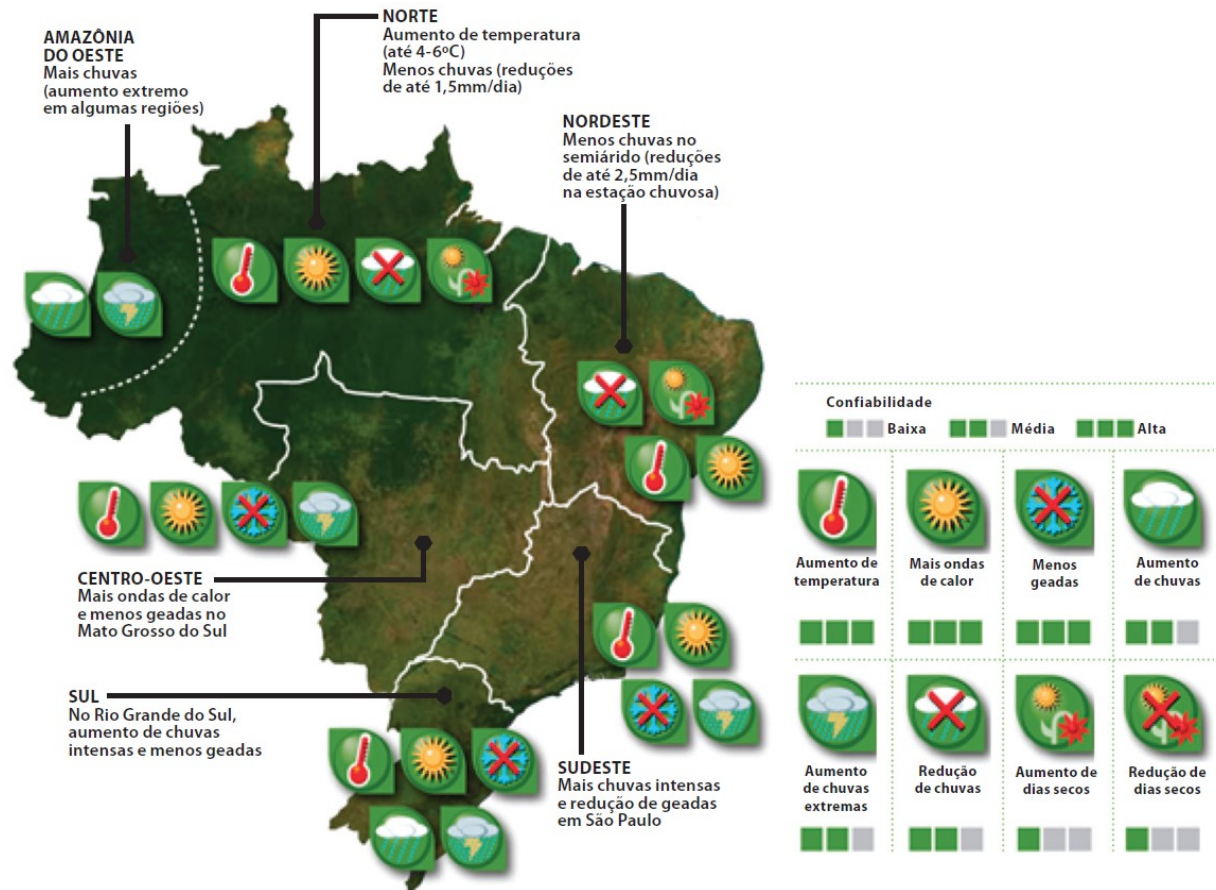


Figura 6.26. Projeções do clima brasileiro por região, indicando mudanças projetadas e níveis de confiança

Fonte: Inpe; Margullis e Debeux, 2010 *apud* Marengo, 2014.

Sorribas et al. (2016)²⁷ utilizaram projeções climáticas resultantes de modelos de circulação atmosférica com base no quinto relatório de avaliação de mudanças climáticas do IPCC para avaliar os efeitos das mudanças climáticas na bacia amazônica no período 2017-2099. Os resultados das simulações apresentadas neste trabalho indicam um aumento na precipitação nas regiões oeste e noroeste da bacia amazônica. Por outro lado, identificou-se redução na precipitação nas porções leste e nordeste.

Consequentemente, Sorribas et al. (2016) identificaram um possível aumento nas vazões médias e máximas para os rios principais que drenam os Andes e aumento na extensão das inundações ao longo dos rios peruanos (9%) e ao longo do rio Solimões (18%) na região oeste da bacia amazônica. Além disso, foram identificadas possíveis reduções nas vazões na porção leste da bacia Amazônica (no Baixo Amazonas e na região central), principalmente nas épocas secas, ou seja, os extremos se tornarão mais acentuados.

Visando analisar possíveis tendências temporais nas séries de vazões máximas, médias e mínimas anuais, utilizou-se um teste não paramétrico recorrentemente aplicado em análises de séries temporais climatológicas e hidrológicas, conhecido como teste de Mann-Kendall (Mann, 1945²⁸; Kendall, 1975²⁹), com intervalo de confiança de 95%.

Essa análise é importante visto que o principal meio de transporte do Estado é a navegação, onde há grande interesse em se conhecer as tendências temporais de vazões mínimas.

²⁷ SORRIBAS et al. (2016). Projections of climate change effects on discharge and inundation in the Amazon basin. *Climatic Change*. 16 p.

²⁸ MANN, H.B. Non-parametric tests against trend. *Econometria*. v. 13, p. 245-259, 1945.

²⁹ KENDALL, M.G. Rank correlation Methods. 4.ed. Londres: Charles Griffin, 1975.

Antes da aplicação do teste, é importante a realização de uma análise estatística para verificar a ocorrência de autocorrelação na série. Diversos estudos reportaram que a presença de autocorrelação positiva ou negativa tende a aumentar ou reduzir a probabilidade de detecção de tendências. Caso haja autocorrelação, devem ser aplicadas técnicas para evitar a detecção de tendências falsas. Sendo assim, Wongchuiget al. (2017) realizaram análises estatísticas para avaliar a ocorrência de autocorrelação nas séries de máximas, médias e mínimas anuais de vazão, produto da simulação com a forçante de precipitação “Multi-Source Weighted-Ensemble Precipitation” (MSWEP), entre 1981 e 2010, e não detectou indícios de tal comportamento principalmente, pois estes valores não apresentam a variabilidade interanual, retirando praticamente a autocorrelação

Assim, a aplicação do teste de Mann-Kendall foi realizada nas séries de vazões e níveis máximos, médios e mínimos anuais, utilizando os dados de vazão simulados a partir do produto de precipitação “Multi-Source Weighted-Ensemble Precipitation” (MSWEP) para o período entre 1980 e 2015 (desconsiderando o primeiro ano da simulação), conforme item 6.1.3.

A seguir são apresentados mapas com os trechos de rios da Bacia Amazônica, destacando o Estado do Amazonas, indicando a ocorrência ou não de tendências positivas e negativas na série de vazões e níveis anuais simuladas para os mesmos. Basicamente, a tendência positiva significa que houve aumento das vazões/níveis anuais no período e, por sua vez, uma tendência negativa expressa uma diminuição das vazões/níveis.

Em relação à análise de tendência da série de vazões máximas anuais, a Figura 6.27 destaca a tendência de aumento das máximas na bacia do Purus e ao longo do Rio Solimões/Amazonas.

No geral, há uma tendência de aumento das vazões máximas marcante no noroeste amazônico, conforme já explanado anteriormente. Já a manifestação de tendências positivas nas vazões máximas anuais em alguns trechos de rios ao sul, pode ser justificada pela ocorrência de eventos extremos marcantes na última década. A partir de 2010 houve duas grandes cheias registradas na região sul e sudoeste da Amazônia em 2012 e 2014 (Espinoza et al.(2014)³⁰, Marengo et al.(2013)³¹), as quais não foram analisadas no trabalho de Wongchuig et al. (2017). Este aumento de vazões nesses dois eventos pode ter sido responsável pelo aumento das tendências positivas em vários locais. As tendências das séries de níveis máximos anuais foram analisadas e mostraram que na região central amazônica há uma tendência de aumento dos níveis máximos, tal como nas bacias dos rios Negro e Purus.

³⁰ Espinoza, J.C., Marengo, J.A., Ronchail, J., Carpio, J.M., Flores, L.N., Guyot, J.L., 2014. The extreme 2014 flood in south-western amazon basin, the role of tropical subtropical south atlanticsst gradient. *Environ. Res. Lett.* 9 (12), 124007.

³¹ Marengo, J.A., Borma, L.S., Rodriguez, D.A., Pinho, P., Soares, W.R., Alves, L.M., 2013. Recent extremes of drought and flooding in Amazonia, vulnerabilities and human adaptation. *Am. J. Clim. Change* 2, 87–96.

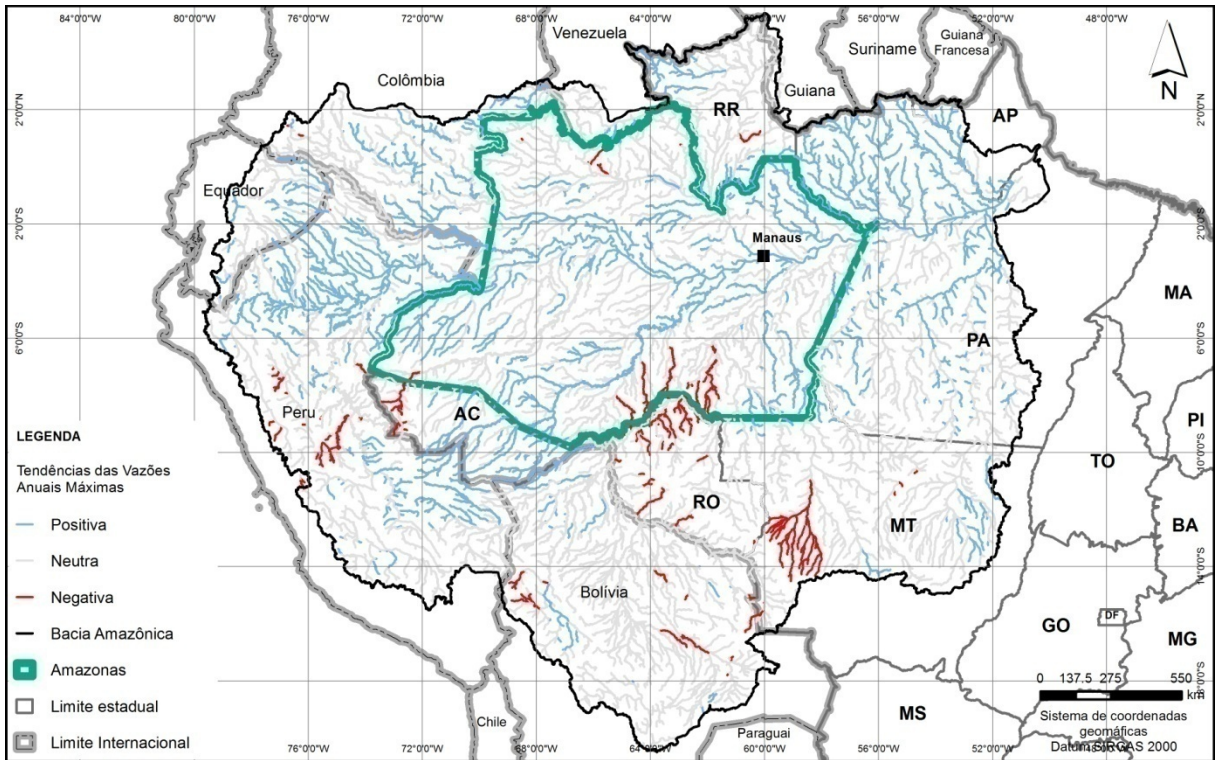


Figura 6.27. Tendências de Vazões Máximas Anuais.

A Figura 6.28 apresenta a tendência de comportamento das vazões. Observa-se que na margem esquerda do Amazonas há uma tendência de aumento do deflúvio médio. Conforme observado para as máximas, na bacia do Purus também há uma tendência positiva.

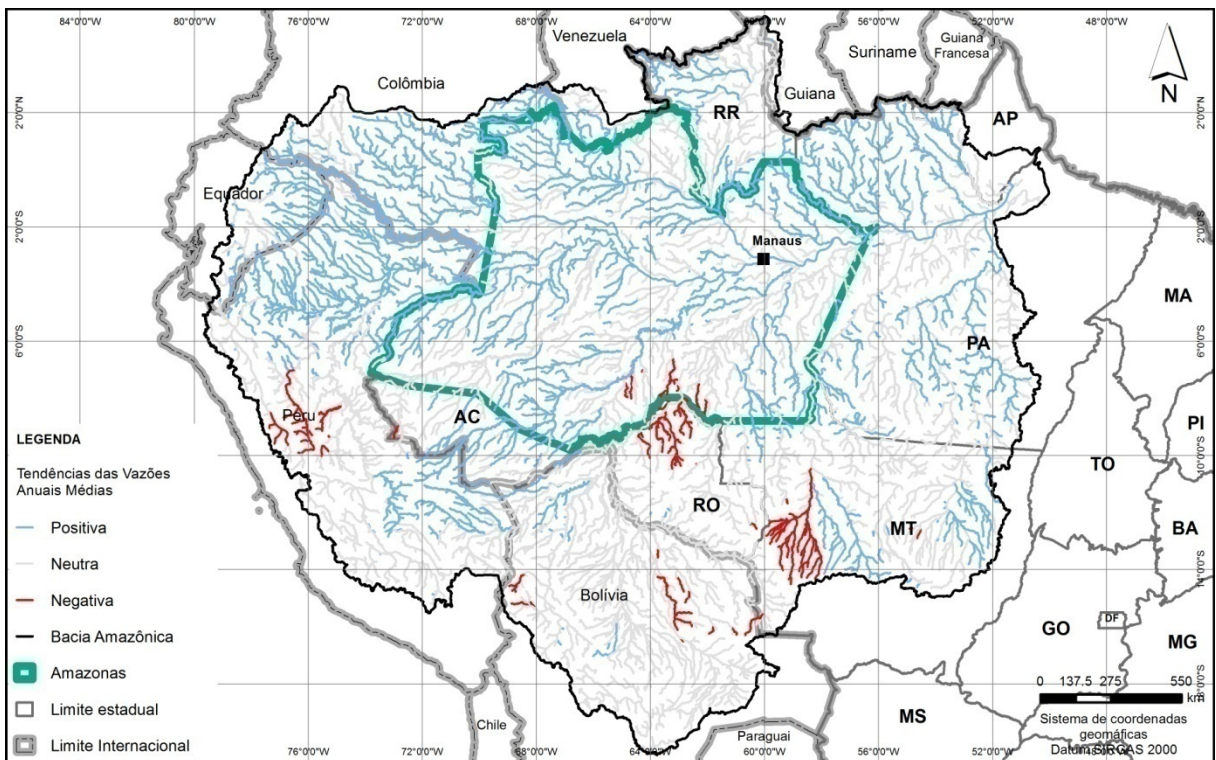


Figura 6.28. Tendências de Vazões Médias Anuais.

Quanto às tendências de mínimos, o mapa da Figura 6.29 mostra que somente há problemas observados em rios de menor porte, a não ser pela tendência negativa observada no Rio Juruena e seus tributários.

O trabalho de Wongchuig et al (2017), que também analisou as tendências nas séries de vazões anuais, porém somente com a série até 2010, observou tendências negativas de vazões mínimas anuais bem marcantes no Juruá, Madeira e Tapajós.

Agora, com a extensão da série, essa tendência não é mais observada no Juruá, exceto em um de seus afluentes, o Tarauacá e no Madeira. Contudo, no Tapajós os resultados foram bastante similares, vide o comportamento na bacia do Juruena.

A década atual foi marcada por dois eventos de cheia (2012 e 2014) e um evento de seca (2015-2016). Segundo Yang et al. (2018)³², a seca 2015/2016 foi mais severa que as ocorridas na década anterior (2005 e 2010), contudo ela ocorreu principalmente entre outubro de 2015 e fevereiro de 2016 e, portanto, não foi totalmente representada na análise atual, visto que a série disponível termina em dezembro de 2015.

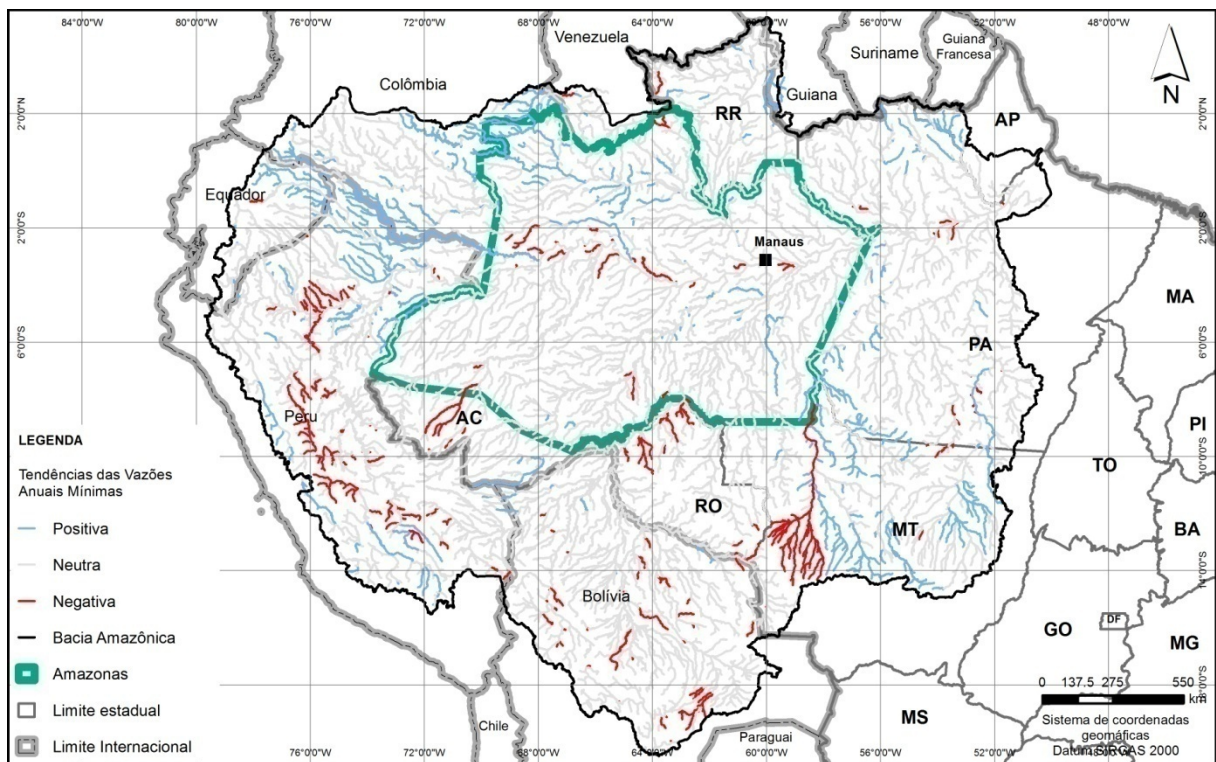


Figura 6.29. Tendências de Vazões Mínimas Anuais.

De forma geral, estudos relatam que há um padrão de tendências mostrando aumento das vazões máximas nas regiões centrais e setentrionais e diminuição das mínimas no centro-sul. Observa-se que a análise de tendências foi bastante sensível em relação às duas grandes cheias ocorridas em 2012 e 2014, impactando nos resultados apresentados neste estudo.

Embora a análise desta série estendida não mostre uma diminuição significativa das vazões mínimas, estudos semelhantes (Lopes et al., 2016³³; Wongchuig et al., 2017; Molina-Carpio et al., 2017³⁴) indicam uma tendência de diminuição das vazões mínimas na região centro

³²Yang J, Tian H, Pan S, Chen G, Zhang B, Dangal S. Amazon drought and forest response: Largely reduced forest photosynthesis but slightly increased canopy greenness during the extreme drought of 2015/2016. *Glob Change Biol.* 2018;24:1919–1934. <https://doi.org/10.1111/gcb.14056>

³³ Lopes, A.V., Chiang, J.C.H., Thompson, S.A., Dracup, J.A., 2016. Trend and uncertainty in spatial-temporal patterns of hydrological droughts in the Amazon basin. *Geophys. Res. Lett.* 43, 3307–3316.

³⁴ Molina-Carpio, J., Espinoza, J.C., Vauchel, P., Ronchail, J., Gutierrez, B., Guyot, J.L., Noriega, L., 2017. The hydroclimatology of the upper Madeira River basin: spatio-temporal variability and trends (1967–2013). *Hydrol. Sci. J.* <http://dx.doi.org/10.1080/02626667.2016.1267861>.

sul da bacia, principalmente na parte alta da bacia do rio Madeira, através da análise de séries históricas de simulações e observações.

Assim, sugere-se que a utilização da análise de tendências seja entendida como uma ferramenta que possa identificar em grande escala o comportamento destes eventos extremos, visto que existem incertezas atreladas aos dados de entrada, ao modelo e também à sensibilidade do teste ao período analisado. Porém, é importante ressaltar que para fins, como por exemplo, da análise do Estado da navegação em precisão de escala local ou em rios afluentes pequenos, seria importante a implementação de um sistema nessa escala com uma discretização maior do modelo e/ou complementaridade com métodos como assimilação de dados observados in-situ.

Enfim, estando os extremos de temperatura e precipitação associados à variabilidade do clima, existem evidências de que eles seriam mais frequentes em um clima mais quente (MARENGO, 2014). Como se está observando um aumento na temperatura média na bacia amazônica (JIMÉNEZ-MUÑOZ et al., 2016; MARENGO, 2014), ficam consistidas as variações nos níveis de água no rio Amazonas e no rio Negro apresentadas por Barichivich et al. (2018), que mostra o aumento dos extremos (secas e cheias) ao longo dos anos e o aumento da frequência de ocorrência de cheias, passando de um evento a cada 20 anos na primeira metade do século XX para um evento a cada 4 anos, em média, nos dias atuais.

6.1.7 Avaliação Qualitativa dos Recursos Hídricos

A avaliação qualitativa dos recursos hídricos do Estado do Amazonas apresenta alguns obstáculos em função da escassez de informações acerca de parâmetros fundamentais, com séries longas e padronizadas provenientes de monitoramento. Conforme descrito no item 6.1.2.2, a rede de monitoramento de qualidade de água limita-se a Rede Nacional Hidrometeorológica, devido à inexistência de uma rede estadual para execução de um monitoramento mais abrangente de parâmetros. Mesmo assim, é de extrema importância tratar sobre a qualidade das águas amazonenses, visando progressivamente aprofundar o conhecimento e diagnosticar possíveis problemas, considerando as limitações existentes.

A metodologia de diagnóstico da qualidade da água consistiu em quatro etapas. Primeiramente, foi realizada a caracterização das águas da Bacia Amazônica, considerando suas características naturais. Em seguida, foram avaliados estatisticamente os dados dos parâmetros selecionados para todas as estações de monitoramento de qualidade da água operacionais e com dados disponíveis instaladas nas bacias hidrográficas do Estado. Também, foi realizada uma breve avaliação dos impactos diretos e indiretos devidos a atividades de mineração, agropecuária e poluição orgânica doméstica, embasada em estudos secundários sobre a qualidade da água. Por fim, foi realizada a estimativa da poluição orgânica proveniente de efluentes domésticos através do Indicador de Poluição Orgânica (IPO).

De acordo com Ríos-Villamizar et al. (2014)³⁵, as populações pré-colombianas já classificavam os rios amazônicos em função da sua coloração. Os povos nativos e os colonizadores compreendiam a relação entre a cor das águas e suas propriedades ecológicas, como a abundância de peixes e fertilidade dos solos. Contudo, somente nos 1950, através dos trabalhos desenvolvidos por Harald Sioli, foi realizada uma descrição técnica das classificações dos recursos hídricos amazônicos relacionada com a sua coloração.

³⁵

Ríos-Villamizar EA, Piedade MTF, Costa JG et al (2014) Chemistry of different Amazonian water types for river classification: a preliminary review. WIT Trans Ecol Environ 178:17–28

Dessa forma, Sioli (1985)³⁶, classificou as águas amazonenses em águas brancas, claras e negras. Atualmente, é compreendido que há regiões que apresentam características mistas.

Os rios foram classificados por Sioli (1985) em função da transparência e coloração das águas. As impressionantes diferenças foram atribuídas à origem das águas, ou seja, as características do solo e do relevo de suas nascentes.

Os rios de água branca apresentam um aspecto barrento, em função da enorme quantidade de material que esses corpos hídricos transportam da Região Andina à planície amazônica. Nas regiões andinas, os depósitos sedimentares formados pela erosão provocada por glaciares, ao derreterem formam as morainas, denominação utilizada para os sedimentos das geleiras. Os rios de água branca possuem esse aspecto graças ao transporte desses sedimentos, sendo os rios Solimões, Madeira, Juruá e Purus alguns dos cursos hídricos de águas brancas.

Os rios de águas negras nascem majoritariamente nos Escudos das Guianas, que consistem em regiões de baixo relevo. Esses corpos hídricos possuem tal coloração em função da presença de ácidos húmicos e fúlvicos, produzidos pela decomposição da floresta ao ser inundada durante um período do ano. Os rios de águas negras escoam sobre áreas com solos encharcados ricos em matéria orgânica. Devido a presença dos ácidos e a ausência de sedimentos, os rios possuem pH ácido e turbidez baixa, atribuindo a eles um aspecto translúcido. O maior exemplo desse tipo de ocorrência consiste no Rio Negro e seus afluentes.

Os rios de águas claras, por sua vez, nascem nos escudos das Guianas e do Brasil Central, em locais de baixo relevo e percorrem áreas pouco alagáveis. Esses cursos hídricos apresentam baixos teores de sedimentos argilosos, o que faz com que a água seja límpida. São ricos em praias e bancos de areias que emergem nas vazantes, visto que o material básico da sedimentação ocasionada por estes rios é a areia. É o caso do Rio Tapajós e do Xingu.

A Figura 6.30 apresenta a distribuição dos rios, conforme a coloração, na Bacia Amazônica.

³⁶ SIOLI, H. Amazônia: fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais. Petrópolis: Vozes, 1985.

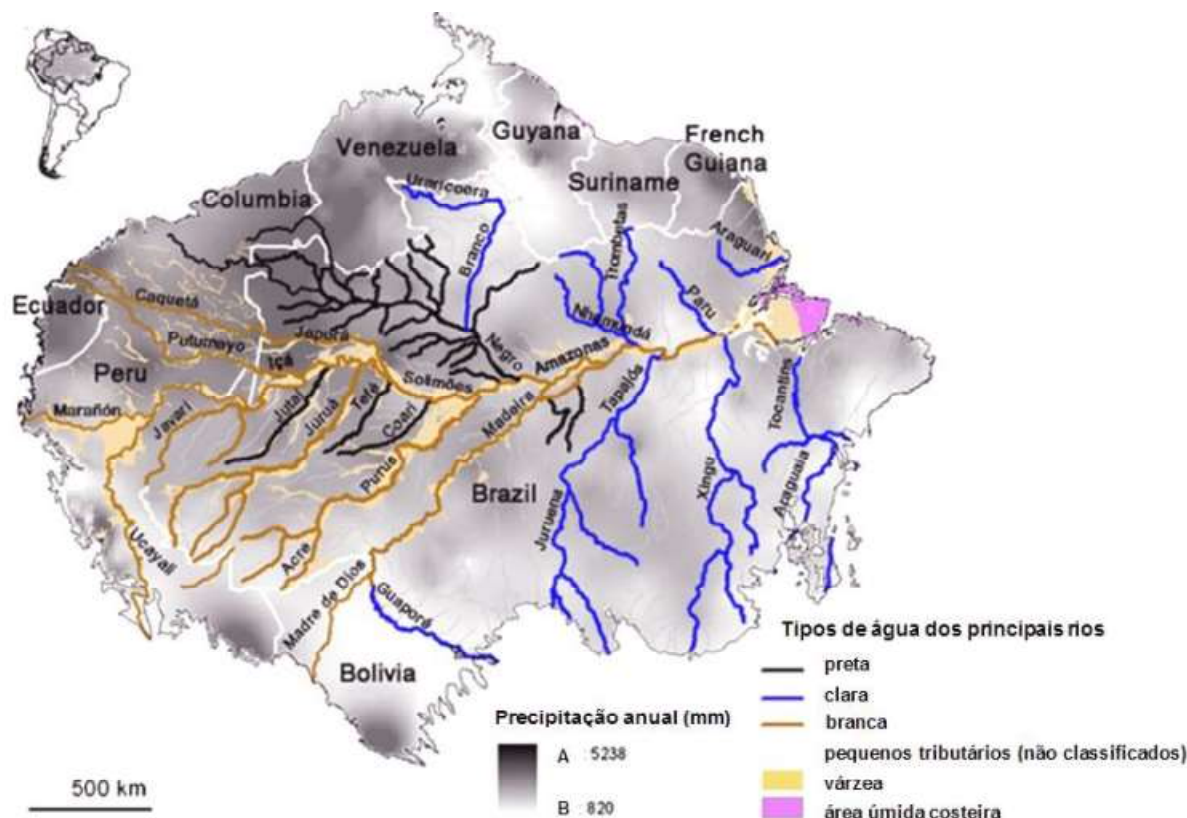


Figura 6.30: Distribuição dos tipos de água dos principais rios amazônicos.

Fonte: Junk et al. (2011) apud Ríos-Villamizar et al. (2014)

Portanto, em termos qualitativos e em escala regional, as águas amazônicas podem ser divididas, de forma resumida, por sua coloração, tendo ainda alguns outros fatores associados, como as áreas-fonte, as características morfoestruturais e físico-químicas, como também algumas especificidades das áreas drenadas pelos grandes rios (CPRM, 2010), resumidas na Figura 6.31.

Tipo de Água	Rio	Origem das Águas	pH	Carga de MES* (mg/l)
Branca	Solimões, Madeira, Juruá e Purus	Andina e subandina	6,5 a 7,0	>100
Clara	Xingu, Tapajós e Trombetas	Escudos	5,0 a 6,0	<100
Preta	Negro, Uatumã e Urubu	Escudos, em solos arenosos	4,0 a 5,5	<20

Fonte: Filizola (1999); Meade (1985); Schmidt (1972); Sioli (1967, 1975).

*MES: Material em suspensão.

Figura 6.31. Tipologia das águas amazônicas e algumas de suas características de diferenciação em estado natural.

Fonte: CPRM Geodiversidade (2010).

Conforme o item 6.1.2.2, existem 73 estações aptas a coletar dados de qualidade da água em operação. De forma geral, nessas estações utilizam-se sondas multiparamétricas para medição de cinco parâmetros, principalmente: pH, Turbidez, Oxigênio Dissolvido, Temperatura e Condutividade Elétrica.

A Resolução CONAMA nº 357/2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos d'água, entre outros aspectos, estabelece condições e padrões para diversos parâmetros físicos, químicos e biológicos, considerados críticos para qualidade da água, visando o enquadramento dos corpos hídricos de acordo com os usos desejados.

Considerando as informações disponíveis, buscou-se analisar as séries das estações da Rede Nacional Hidrometeorológica existentes no estado dos parâmetros pH, Turbidez e

Oxigênio Dissolvido. Foram analisadas apenas estações que apresentavam pelo menos dois anos de medições, ou seja, pelo menos oito campanhas, em razão da representatividade dos dados.

Inicialmente, foram consistidas as informações das estações de monitoramento de qualidade da água visando a eliminação de erros grosseiros ou a correção nos casos em que havia claramente erros de transcrição, como por exemplo nas casas decimais dos valores apresentados. Valores iguais a zero também foram excluídos, considerando-se que se tratavam de erros e a sua permanência alteraria as estatísticas das séries.

Foram geradas curvas de permanências das séries de cada estação. A classe atribuída a cada estação é representativa em pelo menos 80% do tempo. Salienta-se que nessa análise utilizou-se a classificação em classes conforme a Resolução CONAMA nº 357/2005 para fins de visualização dos mapas e realizar uma avaliação básica a partir dos dados existentes.

Oxigênio dissolvido (OD)

A presença de níveis adequados de oxigênio dissolvido nos corpos hídricos é crucial para a manutenção das atividades metabólicas dos organismos aeróbios.

A Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece que as concentrações de OD devem ser superiores a 6, 5, 4 e 2 mg/L para serem classificadas em Classe 1, Classe 2, Classe 3 e Classe 4, respectivamente. A resolução ressalta que para o enquadramento em tais classes o nível de OD deve ser superior ao valor determinado em qualquer amostra. Ressalta-se que o resultado no mapa representa a classificação predominante em pelo menos 80% do tempo e não o resultado observado em qualquer amostra.

No geral, valores de OD inferiores a 2 mg/L indicam possibilidade de haver mortalidade de peixes. Pontualmente, foram observados tais valores em estações analisadas na RH Purus, em duas estações no Rio Solimões, em São Paulo de Olivença e Coari, no Rio Tapajós, em Maués, e no Rio Negro, em São Gabriel da Cachoeira.

Em todas as estações avaliadas, houve pelo menos uma amostra com valores de OD inferiores a 5 mg/L, indicando a não conformidade com a Classe 2, que segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005 deve ser a classe considerada para corpos hídricos não enquadrados.

A Figura 6.32 apresenta o mapa com as estações analisadas e classificadas segundo os padrões estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357/2005 para Oxigênio Dissolvido. No geral, os corpos hídricos monitorados pelas foram classificadas como Classe 2, 3 ou 4 em pelo menos 80% do tempo.

Destaca-se que a RH Purus, que apresentou todas as estações analisadas em Classe 4. Parte dessas estações encontram-se localizadas logo a jusante de sedes municipais e a situação dos baixos níveis de OD podem ser um reflexo pontual do estado do curso hídrico, indicando a presença de matéria orgânica em função do manejo e tratamento insuficiente, ou a falta total do mesmo, dos esgotos e resíduos sólidos domésticos.

Silva et al. (2013)³⁷ investigaram os níveis de oxigênio dissolvido em diversos locais na bacia amazônica, notando que o comportamento do OD ao longo da bacia é de fato heterogêneo. Na calha principal Rio Solimões/Amazonas, observou-se valores de OD inferiores a 2 mg/L próximo a Anamá e valores inferiores a 6 mg/L a montante de Itaticoara.

³⁷SILVA, M. S. R. MIRANDA, S. A. F., DOMINGOS, R. N., da Silva, S. L. R., & SANTANA, G. P. Classificação dos Rios da Amazônia: Uma Estratégia para Preservação desses Recursos. *Holos Environment* v. 13, n. 2 p. 163-174. 2013.

Ainda sobre o estudo de Silva et al. (2013), os valores médios de OD variaram entre 1,85 e 8,94, nos diversos pontos amostrados ao longo da Bacia Amazônica durante três anos (2008 a 2011). A maioria dos locais analisados no estudo apresentou valores inferiores a 5 mg/L, indicativo de não cumprimento da Classe 2 da CONAMA 357/2005.

Alguns locais em que se observaram valores muito baixos de OD não apresentam indicativos de atividade antrópica, que normalmente justifica uma menor disponibilidade de OD. Há de considerar que a carga de sedimentos em suspensão impacta na disponibilidade de OD nos cursos hídricos. Considerando as características naturais dos rios amazônicos, pode-se inferir que alguns valores observados podem ocorrer naturalmente e os organismos aquáticos estejam habituados a tais condições. Supõe-se que a matéria orgânica que provoca a depleção de oxigênio, ao ser degradada por organismos, pode ser proveniente da decomposição da camada superior dos solos (serapilheira), formada por material orgânico em decomposição, que é carregada aos cursos hídricos pelas chuvas (Silva et al., 2013).

No Art. 38 da Resolução CONAMA nº 357/2005, que apresenta diretrizes para o enquadramento dos corpos de água, está indicado, no segundo parágrafo, a priorização das condições naturais dos recursos hídricos, quando os limites de classe estiverem em desacordo com os usos preponderantes pretendidos.

Por fim, observa-se a necessidade de uma ampla caracterização da disponibilidade de oxigênio dissolvido nos rios amazônicos para o estabelecimento dos locais em que a ocorrência é natural e dos locais impactados por fontes antropogênicas, em que a ocorrência é, predominantemente, devido ao manejo inadequado de esgotos domésticos.

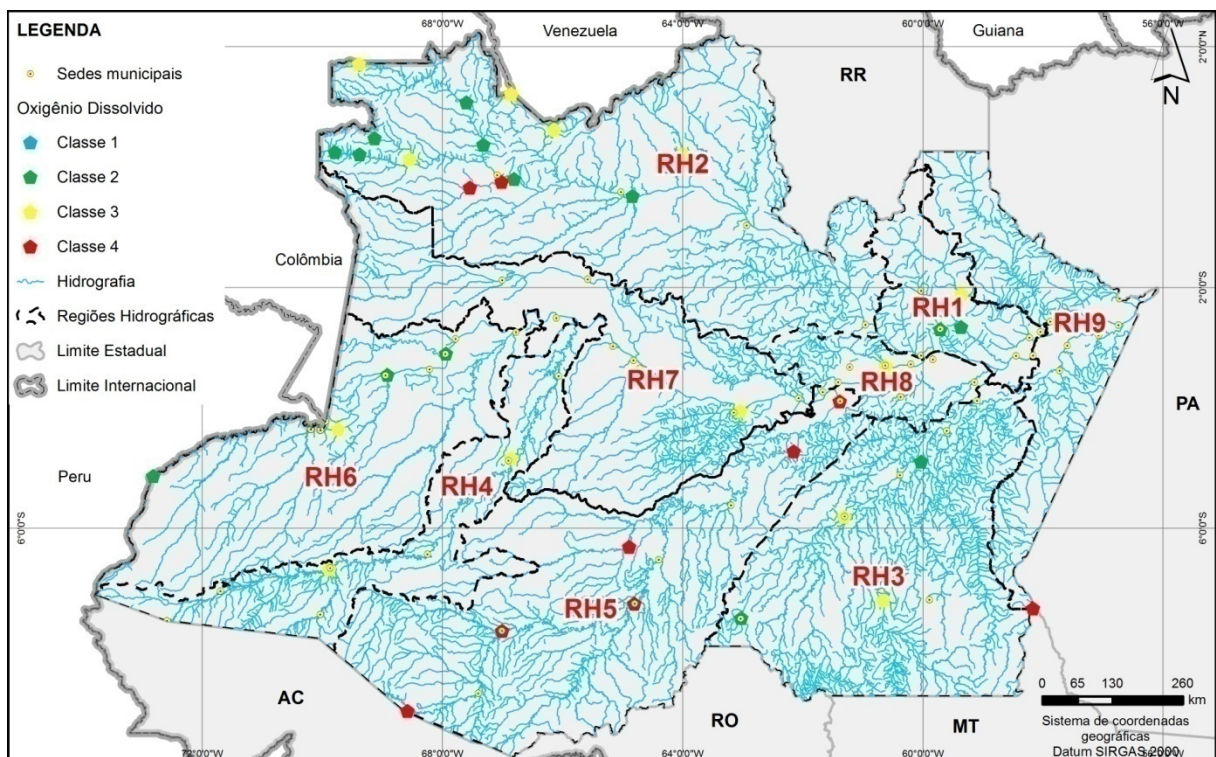


Figura 6.32: Classe representativa em pelo menos 80% do tempo - Oxigênio Dissolvido.

O parâmetro químico potencial hidrogeniônico, pH, varia em uma escala de 0 a 14, sendo 7 o valor da neutralidade. Os valores limites definidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 são de 6 a 9, para as quatro classes de enquadramento. As variações no pH determinam as condições ácidas ou básicas do meio aquático, afetando a vida aquática e também o tratamento da água e efluentes.

Através da Figura 6.33, observa-se que na RH1 e RH2, Manaus e Rio Negro, respectivamente, existem pontos classificados fora de classe, pois apresentaram pH inferior a 6. Nesses locais, o pH com pelo menos 80% de permanência variou entre 4,44 e 5,93, atribuindo um caráter ácido às águas dessas regiões.

Tratando-se dessas duas regiões hidrográficas, esses resultados já eram esperados, visto que boa parte das águas da margem esquerda do Amazonas são classificadas como águas negras, caracterizadas pela presença de ácidos húmicos e fúlvicos, liberados durante os processos de decomposição de sedimentos orgânicos.

Assim, nas demais estações onde o pH se manteve entre 6 e 9 em pelo menos 80% do tempo, o ponto pode ser classificado como Classe 1.

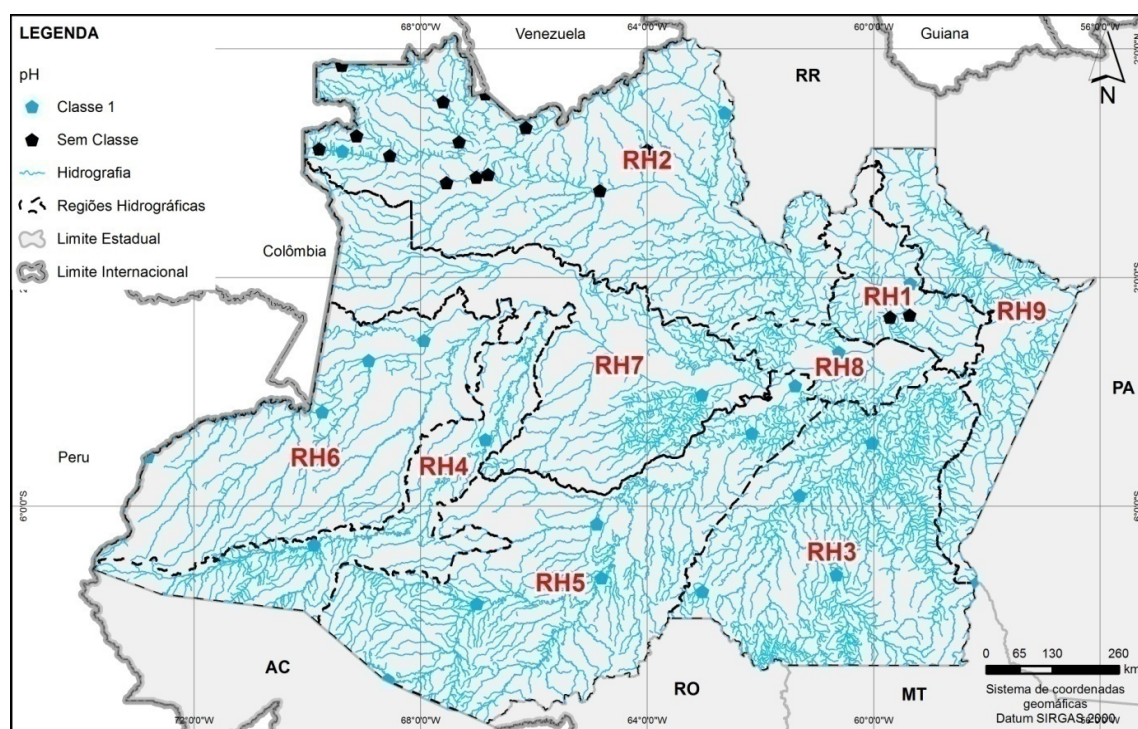


Figura 6.33: Classe representativa em pelo menos 80% do tempo - pH.

A presença elevada de sólidos suspensos em corpos d'água pode conferir um aspecto turvo à mesma, em função da absorção e espalhamento da luz pelas partículas sólidas. Em corpos d'água, a alta turbidez reduz a passagem de luz, prejudicando a fotossíntese e, conseqüentemente, afetando os organismos aquáticos. Além disso, os materiais em suspensão podem estar associados a compostos tóxicos e organismos patogênicos.

A turbidez pode ser de origem natural, proveniente da erosão dos solos ou da produção pelas algas e outros microrganismos, ou de origem antrópica, em função de despejos domésticos e industriais, atividades de mineração.

Para a turbidez, a Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece um limite de 40 UNT (Unidade Nefelométrica de Turbidez) para Classe 1, 100 UNT para as Classes 2 e 3. Valores superiores a 100 UNT são classificados na Classe 4.

Pelo critério estabelecido, permanência de 80%, a maioria das estações seriam correspondentes a Classe 1 ou Classe 2, a não ser por três estações, sendo uma delas localizada no Rio Tiquié, na RH Negro, uma localizada no Rio Tapauá, RH Purus, e por outra estação no Rio Aripuanã, na RH Madeira. Em alguns desses locais, a turbidez pode

não representar um problema real de qualidade de água por ser uma característica natural dos cursos hídricos.

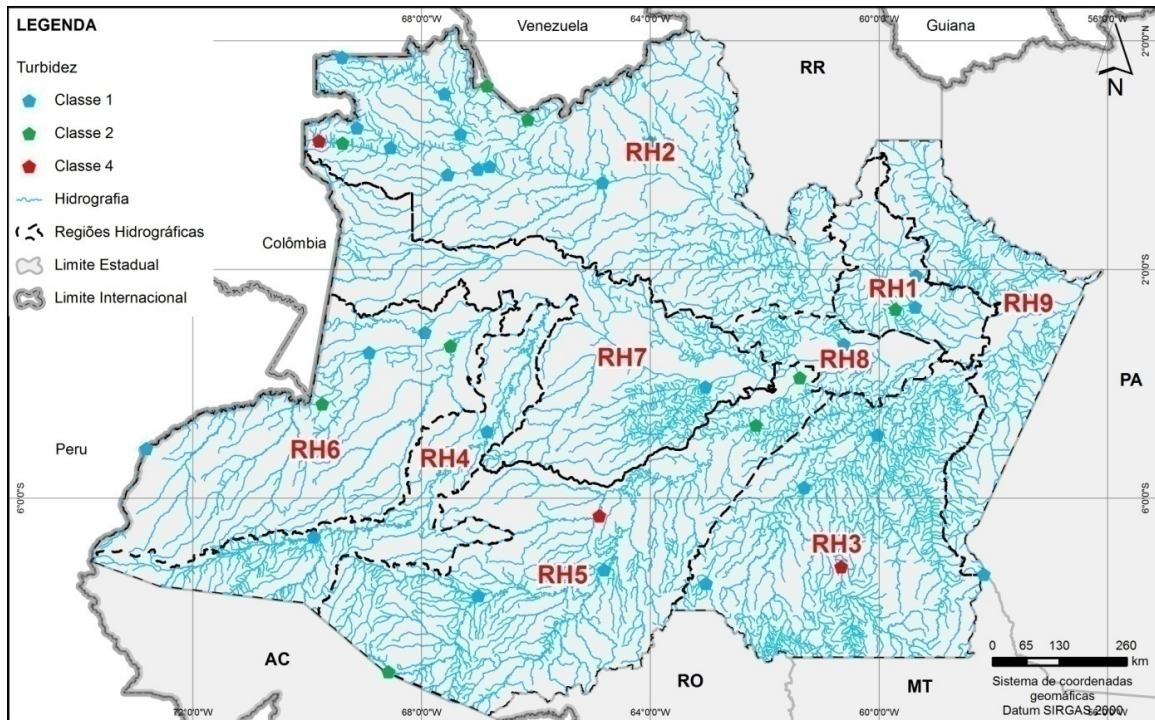


Figura 6.34: Classe representativa em pelo menos 80% do tempo–Turbidez.

A análise realizada a partir dos dados disponíveis das estações da RNH proporcionou um panorama básico da situação dos cursos hídricos amazonenses. Ressalta-se que a implantação de uma rede estadual de monitoramento da qualidade da água, conforme indicado no item 6.1.2.2, irá possibilitar futuramente a produção de um diagnóstico mais abrangente de parâmetros fundamentais para uma análise qualitativa dos recursos hídricos. O monitoramento e posterior estudo da séries será importante para estabelecer as condições naturais de alguns parâmetros fundamentais e realizar um enquadramento considerando as especificidades do Estado do Amazonas.

Lacerda e Malm (2008)³⁸ indicaram que as altas concentrações de mercúrio encontradas no ecossistema amazônico foram, via de regra, atribuídas à mineração de ouro, à presença de solos com concentrações relativamente elevadas de mercúrio de origem natural, e ao transporte atmosférico e à deposição de mercúrio de origem antrópica.

A exploração do ouro, através do garimpo, ocorreu de forma intensa na Região Amazônica nas décadas de 1970, 1980 e 1990. No período em questão, as bacias dos rios Madeira e Tapajós foram as mais exploradas. Apesar da diminuição da intensidade das atividades nessas bacias, ainda há exploração no Estado. Em um estudo sobre a realidade mineraria amazônica (SPDA, 2014), foram identificados os municípios que apresentam atividade garimpeira no Estado do Amazonas, sendo eles: Apuí, Borba, Humaitá, Manicoré, Maués e Nova Aripuanã, localizadas nas bacias dos rios Tapajós e Madeira, e Barcelos, Japurá, Presidente Figueiredo e São Gabriel da Cachoeira, localizados nas bacias dos rios Japurá, Negro e Uatumã. Além disso, as atividades garimpeiras que ocorrem nos estados a montante do Amazonas, como Mato Grosso, Roraima e Rondônia, também impactam os cursos hídricos amazonenses.

³⁸ LACERDA, L. D.; MALM, O. Contaminação por mercúrio em ecossistemas aquáticos: uma análise das áreas críticas. Estudos Avançados, v. 22, n. 63, p. 173-190, 2008.

O método de separação do ouro mais utilizado na região consiste no processo de amalgamação, em que se utiliza o mercúrio, que consiste em um metal extremamente tóxico. Como resultado do processo de exploração e separação do ouro, grandes quantidades de mercúrio foram lançadas nos principais rios e na atmosfera do ecossistema amazônico.

O mercúrio inorgânico dissolvido na água, que naturalmente existe nas regiões amazônicas, pode ser transformado forma orgânica lipossolúvel, o metilmercúrio, sob condições anaeróbias ou anóxicas. Por ser lipossolúvel, o metilmercúrio pode ser incorporado aos tecidos dos peixes e ingressar a cadeia alimentar de peixes carnívoros, processo conhecido como bioacumulação. As populações humanas que se alimentam desses peixes, por sua vez, também estão suscetíveis a absorver quantidades significativas de metilmercúrio. Diversos estudos indicaram concentrações acima do estabelecido como seguro pela OMS (Organização Mundial da Saúde) nos tecidos de peixes e cabelos humanos de consumidores de peixes, em locais impactados pelo garimpo e até mesmo em regiões mais distantes na Amazônia.

Após 1998, as atividades garimpeiras foram reduzidas, mas alterações no uso do solo tornou o mercúrio novamente disponível, através da mobilização do metal. Segundo Lacerda e Malm (2008), o desmatamento da Amazônia seguido pela conversão dos solos para diferentes usos, como agricultura e pecuária, que vem ocorrendo desde o início da década de 1970, e agravada a partir do século XXI. A erosão e lixiviação do mercúrio presente nos solos e a sua reemissão para a atmosfera mantêm elevadas concentrações no ecossistema amazônico, mesmo após a diminuição do garimpo de ouro. Outro fator que também favorece a mobilização do mercúrio e possivelmente a produção de metilmercúrio na Amazônia é a formação de grandes lagos para geração de energia hidroelétrica, via de regra resultando na inundação de extensas áreas florestadas.

Nesse sentido, Forsberget al. (2017)³⁹ conduziu um estudo para avaliar os impactos da construção de barramentos na Amazônia, avaliando a contaminação por mercúrio na usina hidrelétrica de Balbina, localizada no município de Presidente Figueiredo. Analisaram-se os dados de estudos realizados em um período em que não havia exploração de ouro a jusante da usina ou qualquer outra fonte antropogênica de mercúrio, a não ser pelas fontes atmosféricas, presumindo-se que o mercúrio disponível no sistema era de origem natural.

A forma correta de manejo das áreas a serem inundadas em função da construção de uma barragem consiste no desmatamento da área e limpeza, retirando a vegetação do local. No caso da Balbina, essa ação não foi tomada, fazendo com que a área inundada cobrisse a vegetação existente, que ao longo do tempo foi morrendo e se decompondo. O processo de decomposição dessa massa vegetal consome boa parte do oxigênio disponível, tornando o ambiente anaeróbio ou até mesmo anóxico. Essa condição favorece a metilação do mercúrio inorgânico dissolvido na água. Assim, observou-se um aumento na contaminação por mercúrio nas populações de peixes e populações humanas locais após a implantação da usina.

Assim, além da fiscalização para o combate aos garimpos ilegais e manejo inadequado do manuseio, transporte e descarte do mercúrio, existe uma demanda para o gerenciamento do uso do solo no Estado e em áreas a montante, visando a mitigação da remobilização do mercúrio por processos antrópicos.

Além do potencial de remobilização do mercúrio, as atividades agrícolas e pecuárias, representam uma fonte significativa de poluição difusa, em termos de demanda bioquímica de oxigênio, nitrogênio, agrotóxicos e fertilizantes. Apesar do Estado do Amazonas não apresentar uma área de lavoura e pastagem expressiva, em comparação a outros estados

³⁹ Forsberg B.R., Melack J.M., Dunne T., Barthem R.B., Goulding M., Paiva R.C.D., et al. (2017). The potential impact of new Andean dams on Amazon fluvial ecosystems. *PLoS ONE* 12(8): e0182254. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182254>.

do Norte, verifica-se que a expansão da fronteira agrícola é acentuada na região sul do Estado, local conhecido como arco do desmatamento, englobando as bacias dos rios Xingu, Tapajós, Madeira e Purus. Ressalta-se que as atividades agrícolas que ocorrem em áreas a montante do Estado, principalmente nos Estados do Acre, Mato Grosso e Amazonas tem potencial para impactar os recursos hídricos amazonenses.

O maior problema que afeta a qualidade dos recursos hídricos no Estado do Amazonas consiste na poluição devido a condições precárias ou inexistentes de saneamento básico. As substâncias presentes nos efluentes de grandes áreas urbanas, especialmente associadas à disposição imprópria de resíduos sólidos e ao tratamento inadequado ou inexistente de esgoto sanitário, degradam os cursos hídricos e podem representar um perigo para a saúde dos seres humanos e dos organismos aquáticos.

Conforme o item de Infraestrutura Básica Social, do Tomo I deste relatório, os índices de coleta e tratamento de esgoto são extremamente baixos em todos os municípios. Apenas Manaus e Presidente Figueiredo apresentam algum nível de coleta e tratamento dos esgotos domésticos e ainda assim não chegam a abranger um terço da população de seus municípios (ANA, 2017).

Os demais municípios somente apresentam coleta dos esgotos em algum nível. A maioria da população destes locais dispõe seus esgotos em fossas, podendo essas serem do tipo sépticas com sumidouros ou secas, e o restante lança seus esgotos em valas abertas, consistindo em um sistema misto de escoamento das águas pluviais e efluentes sanitários.

Em relação ao manejo e à disposição final de resíduos sólidos, a disposição dos resíduos sólidos urbanos em lixões a céu aberto é realizada por 57 dos 62 municípios do Estado (92% do total), enquanto que somente três municípios depositam seus resíduos em aterros. Ainda, 2 municípios não possuem qualquer tipo de destinação (PERS-AM, 2017).

Os cursos hídricos de grande porte, em cujas margens vivem boa parte da população do Estado, possuem elevada capacidade de autodepuração, em função das magnitudes das vazões que escoam nos mesmos. Mesmo assim, há indícios de impactos locais sobre a qualidade da água, em locais antropizados.

Os cursos hídricos mais impactados, no entanto, são os Lagos de Várzea, os Igarapés e os Pararás, que existem próximos a áreas urbanas. Além da menor capacidade de autodepuração, em comparação a cursos hídricos de grande porte, as taxas de renovação das águas em períodos de seca são baixas, diminuindo os níveis de oxigênio dissolvido e deteriorando a qualidade ambiental da água.

Como o produto final desta análise serve para subsidiar a proposta de enquadramento dos recursos hídricos do Estado do Amazonas, deveriam ser analisados os parâmetros de qualidade utilizados como referência pela Resolução Conama 357/2005 (CONAMA, 2005)⁴⁰, como coliformes termotolerantes, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Oxigênio Dissolvido (OD), nitrogênio amoniacal e fósforo total, por exemplo. Contudo, em função da escassez de dados já explicitada, as análises de qualidade de água aqui apresentadas se limitam em avaliar a capacidade de assimilação de carga orgânica pelos corpos hídricos.

A metodologia utilizada neste trabalho está referenciada pelo Plano Estratégico de Recursos Hídricos dos Afluentes da Margem Direita do Rio Amazonas, PERH-MDA, elaborado pela Agência Nacional de Águas em 2013.

⁴⁰CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília/DF, 2005.

Para avaliar a capacidade de assimilação de carga orgânica faz-se uma relação entre a carga orgânica lançada e a carga orgânica máxima permitível, denominada Indicador de Poluição Orgânica – IPO. Este indicador é calculado da seguinte maneira:

$$IPO = \frac{CO_{rem}}{(Disp\ Hidr - Cons_{m\acute{a}x}) \times (Conc_{m\acute{a}x} - Conc_{nat})}$$

Sendo

CO_{rem} a carga orgânica (remanescente) efetivamente lançada no corpo d'água;

$Conc_{m\acute{a}x}$ a concentração de CBO máxima permitível, de acordo com a classe do corpo d'água (Resolução Conama nº 357/2005);

$Conc_{nat}$ a concentração de matéria orgânica (DBO) natural do corpo d'água;

$Disp\ Hidr$ disponibilidade hídrica correspondente às vazões mínimas estimadas com uma permanência no tempo de 95%;

$Cons_{m\acute{a}x}$ o consumo efetivo de água, ocorrido a montante do trecho de rio considerado.

Para fins de avaliação da qualidade de água nos cursos hídricos que estão dentro do Estado do Amazonas, admitiu-se um limite admissível para a DBO igual a 5 mg/L, equivalente à classe 2, conforme resolução Conama 357/2005, considerando-se que os rios do Estado ainda não estão enquadrados. Em virtude da falta de dados mais precisos, considerou-se que todos os rios do Estado do Amazonas possuem concentração de DBO natural igual a 2,0 mg/L.

Na metodologia empregada, o termo que considera a disponibilidade hídrica correspondente à Q_{95} e o consumo de água reflete o resultado do balanço hídrico. Ao contrário do balanço hídrico apresentado por UPH, onde se considerou como seção de análise o exutório da UPH com as demandas levantadas para toda a UPH, nesta análise, considerou-se a disponibilidade na seção de rio mais próxima ao município em questão e as demandas do município, apenas.

Como interpretação dos resultados obtidos a partir da metodologia apresentada pela ANA no PERH-MDA, o valor do IPO acima de 1,0 indica que o corpo d'água não está em conformidade com relação aos limites de concentração de carga orgânica previstos para sua classe, ao menos em 5% do tempo. O Quadro 6.24 apresenta as faixas do IPO e suas classificações.

Quadro 6.24. Faixas de Indicadores de Poluição Orgânica e suas Classificações

Indicador de Poluição Orgânica – IPO	Classificação
IPO < 0,5	Ótimo
0,5 < IPO < 1,0	Bom
1,0 < IPO < 5,0	Razoável
5,0 < IPO < 20,0	Ruim
20,0 < IPO	Péssimo

O Quadro 6.25 apresenta valores de IPO calculados por sede municipal. Ou seja, estes valores representam a capacidade de assimilação de carga orgânica dos rios principais que recebem as cargas orgânicas dos municípios, considerando-se a disponibilidade no trecho do rio próximo à sede municipal.

As cargas de DBO decorrentes da população urbana foram obtidas a partir do Atlas de Esgoto da ANA (2017) e as cargas de DBO das indústrias foram definidas considerando-se 200 mg DBO/L de efluente industrial, o qual foi considerado como sendo 80% (coeficiente de retorno de esgoto sanitário) da demanda de água para as indústrias, seguindo a metodologia utilizada pela ANA no PERH-MDA⁴¹.

⁴¹ ANA. Agência Nacional de Águas. **Plano Estratégico de Recursos Hídricos dos Afluentes da Margem Direita do Rio Amazonas – PERH-MDA. Anexo 51.2. Metodologia dos Estudos de Demandas Hídricas, Saneamento Básico e Resíduos Sólidos.** Ministério do Meio Ambiente. Brasília/DF, 2013.

Quadro 6.25. Indicadores de Poluição Orgânica – IPO para os cursos hídricos nas seções próximas à sede municipal

Sede Municipal	UPH	Vazão Efluente de Esgoto (m³/s)	Concentração DBO Lançada - 2016 (mg DBO/L)	Disponibilidade Hídrica Total (m³/s)	Consumo total de água (m³/s)	Concentração de DBO da mistura (mg/L)	DBO Natural (mg/L)	DBO Máxima Permissível (mg/L)	IPO	
									Situação atual	Classificação
Amaturá	Jutaí-Javari	0,0052	661	47,3	0,026	2,07	2	5	0,024	Ótimo
Atalaia do Norte	Jutaí-Javari	0,0196	277	1.393,9	0,039	2,00	2	5	0,001	Ótimo
Benjamin Constant	Jutaí-Javari	0,0337	404	1.693,4	0,104	2,01	2	5	0,003	Ótimo
Jutaí	Juruá-Jutaí	0,0223	288	40.385,0	0,043	2,00	2	5	0,000	Ótimo
Santo Antônio do Içá	Japurá-Içá	0,0190	419	37.410,9	0,055	2,00	2	5	0,000	Ótimo
São Paulo de Olivença	Jutaí-Javari	0,0223	477	31.097,6	0,089	2,00	2	5	0,000	Ótimo
Tabatinga	Jutaí-Javari	0,0659	359	28.497,3	0,160	2,00	2	5	0,000	Ótimo
Tonantins	Japurá-Içá	0,0139	412	39.168,7	0,046	2,00	2	5	0,000	Ótimo
REGIÃO HIDROGRÁFICA ALTO SOLIMÕES										
Barreirinha	Tapajós-Madeira	0,0306	291	1.320,2	0,142	2,01	2	5	0,002	Ótimo
Boa Vista do Ramos	Tapajós-Madeira	0,0135	294	1.311,7	0,071	2,00	2	5	0,001	Ótimo
Maués	Tapajós-Madeira	0,0445	303	548,6	0,377	2,02	2	5	0,008	Ótimo
Nhamundá	Trombetas-Uatumã	0,0089	437	283,3	0,102	2,01	2	5	0,005	Ótimo
Parintins	Tapajós-Madeira	0,1356	320	111.322,0	1,267	2,00	2	5	0,000	Ótimo
São Sebastião do Uatumã	Baixo Uatumã	0,0153	290	792,7	0,077	2,01	2	5	0,002	Ótimo
Urucará	Baixo Uatumã	0,0197	322	792,7	0,291	2,01	2	5	0,003	Ótimo
Urucurituba	Tapajós-Madeira	0,0187	336	110.201,6	0,077	2,00	2	5	0,000	Ótimo
REGIÃO HIDROGRÁFICA BAIXO AMAZONAS										
Anamá	Negro-Japurá	0,0069	485	12,6	0,078	2,27	2	5	0,090	Ótimo
Autazes	Madeira-Purus	0,0230	410	378,6	0,231	2,02	2	5	0,008	Ótimo
Caapiranga	Negro-Japurá	0,0094	343	3,8	0,045	2,84	2	5	0,285	Ótimo
Careiro	Madeira-Purus	0,0244	281	10,7	0,673	2,63	2	5	0,227	Ótimo
Careiro da Várzea	Madeira-Purus	0,0031	311	94.356,2	0,485	2,00	2	5	0,000	Ótimo
Iranduba	Negro-Japurá	0,0478	446	70.444,7	1,189	2,00	2	5	0,000	Ótimo
Manacapuru	Negro-Japurá	0,1403	291	70.091,3	0,798	2,00	2	5	0,000	Ótimo

Sede Municipal	UPH	Vazão Efluente de Esgoto (m³/s)	Concentração DBO Lançada - 2016 (mg DBO/L)	Disponibilidade Hídrica Total (m³/s)	Consumo total de água (m³/s)	Concentração de DBO da mistura (mg/L)	DBO Natural (mg/L)	DBO Máxima Permissível (mg/L)	IPO	
									Situação atual	Classificação
Manaquiri	Madeira-Purus	0,0114	453	1,7	0,070	5,03	2	5	1,067	Razoável
REGIÃO HIDROGRÁFICA CAREIRO-AUTAZES										
Carauari	Baixo Juruá	0,0330	406	736,5	0,102	2,02	2	5	0,006	Ótimo
Eirunepé	Alto Juruá	0,0346	430	370,7	0,165	2,04	2	5	0,013	Ótimo
Envira	Tarauacá	0,0099	694	136,3	0,065	2,05	2	5	0,017	Ótimo
Guajará	Juruá Mirim	0,0176	286	147,6	0,062	2,03	2	5	0,011	Ótimo
Ipixuna	Alto Juruá	0,0173	427	215,1	0,063	2,03	2	5	0,011	Ótimo
Itamarati	Médio Juruá	0,0056	511	622,2	0,016	2,00	2	5	0,002	Ótimo
Juruá	Baixo Juruá	0,0091	492	815,1	0,031	2,01	2	5	0,002	Ótimo
REGIÃO HIDROGRÁFICA JURUÁ										
Apuí	Baixo Aripuanã	0,0212	357	2,3	0,148	5,23	2	5	1,165	Razoável
Borba	Baixo Madeira-Sucunduri	0,0382	257	7.529,2	0,238	2,00	2	5	0,000	Ótimo
Humaitá	Médio Madeira	0,0784	268	5.753,6	0,334	2,00	2	5	0,001	Ótimo
Manicoré	Médio Madeira	0,0469	308	6.505,1	0,372	2,00	2	5	0,001	Ótimo
Nova Olinda do Norte	Baixo Madeira-Sucunduri	0,0322	284	7.688,4	0,133	2,00	2	5	0,000	Ótimo
Novo Aripuanã	Baixo Aripuanã	0,0250	410	575,3	0,081	2,02	2	5	0,006	Ótimo
REGIÃO HIDROGRÁFICA MADEIRA										
Itacoatiara	Uatumã-Negro	0,1353	312	110.009,3	0,936	2,00	2	5	0,000	Ótimo
Itapiranga	Uatumã-Negro	0,0109	406	14,8	0,079	2,30	2	5	0,100	Ótimo
Manaus	Baixo Negro	6,1479	258	15.982,2	16,469	2,10	2	5	0,033	Ótimo
Presidente Figueiredo	Uatumã-Negro	0,0730	214	18,5	0,788	2,83	2	5	0,294	Ótimo
Rio Preto da Eva	Uatumã-Negro	0,0367	258	15,7	0,666	2,60	2	5	0,210	Ótimo
Silves	Uatumã-Negro	0,0071	396	14,0	0,062	2,20	2	5	0,067	Ótimo
REGIÃO HIDROGRÁFICA MANAUS										
Alvarães	Purus-Juruá	0,0110	436	2,8	0,677	3,69	2	5	0,746	Bom
Coari	Purus-Juruá	0,2799	257	149,3	0,610	2,48	2	5	0,161	Ótimo

Sede Municipal	UPH	Vazão Efluente de Esgoto (m³/s)	Concentração DBO Lançada - 2016 (mg DBO/L)	Disponibilidade Hídrica Total (m³/s)	Consumo total de água (m³/s)	Concentração de DBO da mistura (mg/L)	DBO Natural (mg/L)	DBO Máxima Permissível (mg/L)	IPO	
									Situação atual	Classificação
Codajás	Negro-Japurá	0,0238	491	63.593,4	0,095	2,00	2	5	0,000	Ótimo
Fonte Boa	Juruá-Jutaí	0,0127	711	41.112,8	0,070	2,00	2	5	0,000	Ótimo
Japurá	Baixo Japurá	0,0044	373	9.297,7	0,026	2,00	2	5	0,000	Ótimo
Maraã	Baixo Japurá	0,0141	363	10.310,8	0,038	2,00	2	5	0,000	Ótimo
Tefé	Purus-Juruá	0,1287	253	203,4	0,232	2,16	2	5	0,053	Ótimo
Uarini	Purus-Juruá	0,0117	377	12,1	0,035	2,36	2	5	0,122	Ótimo
REGIÃO HIDROGRÁFICA MÉDIO SOLIMÕES/JAPURÁ										
Anori	Negro-Japurá	0,0175	422	3,6	0,053	4,01	2	5	0,688	Bom
Beruri	Baixo Purus	0,0207	230	4.109,4	0,161	2,00	2	5	0,000	Ótimo
Boca do Acre	Rio Acre	0,0533	274	262,1	0,236	2,06	2	5	0,019	Ótimo
Canutama	Médio Purus	0,0074	692	1.018,9	0,186	2,01	2	5	0,002	Ótimo
Lábrea	Médio Purus	0,0397	428	896,3	0,364	2,02	2	5	0,006	Ótimo
Pauini	Alto Purus II	0,0221	252	557,6	0,043	2,01	2	5	0,003	Ótimo
Tapauá	Submédio Purus	0,0142	468	2.952,3	0,048	2,00	2	5	0,001	Ótimo
REGIÃO HIDROGRÁFICA PURUS										
Barcelos	Médio Negro	0,0154	451	12.076,8	0,111	2,00	2	5	0,000	Ótimo
Novo Airão	Baixo Negro	0,0210	299	9,5	0,052	2,65	2	5	0,221	Ótimo
Santa Isabel do Rio Negro	Médio Negro	0,0178	275	9.081,9	0,043	2,00	2	5	0,000	Ótimo
São Gabriel da Cachoeira	Médio Negro	0,0467	281	5.698,7	0,110	2,00	2	5	0,001	Ótimo
REGIÃO HIDROGRÁFICA RIO NEGRO										

Os valores de concentração de DBO da mistura, utilizados para estimar a carga de DBO, foram obtidos a partir de uma equação de mistura simples, considerando-se vazão e concentração do rio e do efluente de esgoto. Como os rios principais possuem vazões de referência (Q_{95}) elevadas, quando comparados com as vazões do efluente de esgoto, observou-se que não é necessário, na maioria dos casos, realizar estudos de autodepuração, pois logo após a mistura a concentração de DBO retorna a 2 mg/L, tendo-se considerado este valor para a concentração de DBO natural dos rios.

Em outra etapa do presente estudo, no Prognóstico, em virtude da proposta de enquadramento dos cursos hídricos, a DBO máxima permissível sofreu. Além disso, haverá alterações nas demandas. Assim, é possível que sejam identificados problemas em cenários diferentes do atual.

Além disso, em virtude da escala do presente estudo, considerou-se que alguns municípios descarregam seus efluentes diretamente em um corpo hídrico com grande área de drenagem, como é o caso de Carauari, na UPH Baixo Juruá, por exemplo, que se considerou o lançamento dos seus esgotos no rio Juruá. No entanto, o município descarrega seus efluentes em um corpo hídrico menor (conforme Figura 6.35), com menor área de drenagem, que, em virtude da escala do presente trabalho, não foi considerado.



Figura 6.35. Município de Carauari e seus corpos hídricos receptores de efluentes

Outro exemplo é o Município de Jutai, o qual está localizado no encontro entre os rios Solimões e Jutai (Figura 6.36). Por mais que a Q_{95} do rio Solimões seja bastante elevada nesse local e, portanto, o efluente de esgoto do município de Jutai não cause qualquer impacto no rio em termos de DBO e OD, isso não significa que não há problemas de qualidade de água no município, já que os efluentes de esgoto são conduzidos ao rio Solimões através de canais de pequeno porte, com declividade da linha d'água praticamente horizontal em épocas do ano.



Figura 6.36. Município de Jutaí e seus corpos hídricos receptores de efluentes

Dessa forma, os resultados das análises aqui apresentados se referem ao potencial de assimilação dos principais cursos hídricos do Estado do Amazonas, mas, não ilustram necessariamente o panorama dos pequenos cursos hídricos que atravessam os municípios. A Foto 6.1 apresenta um igarapé com presença de resíduo sólido no município de Benjamin Constant e a Foto 6.2 apresenta despejo de esgoto doméstico diretamente no igarapé em Carauari. Ambos os corpos hídricos possuem baixa capacidade de assimilação de carga orgânica, mas, em função do tamanho da sua área de drenagem não foram considerados nesta análise de diagnóstico da qualidade das águas superficiais do Estado do Amazonas.



Foto 6.1. Presença de resíduo sólido em igarapé no município de Benjamin Constant



Foto 6.2. Despejo de esgoto doméstico no município de Carauari

Assim, para se ter um diagnóstico detalhado desses pequenos cursos hídricos são necessários estudos específicos e campanhas de monitoramento de qualidade de água nesses locais, embasando os estudos em uma escala maior.

Na situação atual, a maioria dos rios que recebem os efluentes dos municípios apresentam IPO ótimo, ou seja, inferior a 0,5. Isso ocorre devido ao rio receptor do efluente de esgoto ter vazão suficiente para diluir a carga orgânica produzida pelo município.

Apenas os trechos de rio que recebem os efluentes dos municípios Alvarães e Anori apresentam IPO bom, ou seja, entre 0,5 e 1,0, e apenas os corpos hídricos que recebem os efluentes do município de Apuí e Manaquirí apresentam IPO razoável (entre 1,0 e 5,0), conforme Quadro 6.24. No entanto, em alguns casos, a menor capacidade de assimilação da carga orgânica pelo rio receptor do efluente orgânico ocorre em um trecho reduzido, pois logo a jusante há a confluência entre o corpo hídrico receptor e outro rio.

No caso do município de Alvarães, por exemplo, o seu efluente orgânico é lançado no rio Caiçara, que se desenvolve a partir do município por mais 6,2 km, aproximadamente, até encontrar com o rio Solimões. Após este encontro, a capacidade de assimilação de carga orgânica é elevada devido à grande vazão e capacidade de diluição do rio Solimões e, desta forma, o IPO passa a ser ótimo.

Através de um cálculo de mistura, chegou-se a uma concentração de DBO logo no lançamento do efluente no rio Caiçara igual a 3,7mg/L. Dessa forma, a partir de uma simulação de autodepuração⁴² ao longo dos 6,2 km do rio Caiçara, estima-se que este chegue no rio Solimões já com uma concentração de DBO igual a 2 mg/L, sendo esta equivalente à concentração de DBO considerada natural para o rio. A evolução estimada para a concentração de DBO ao longo do rio Caiçara está apresentada na Figura 6.37.

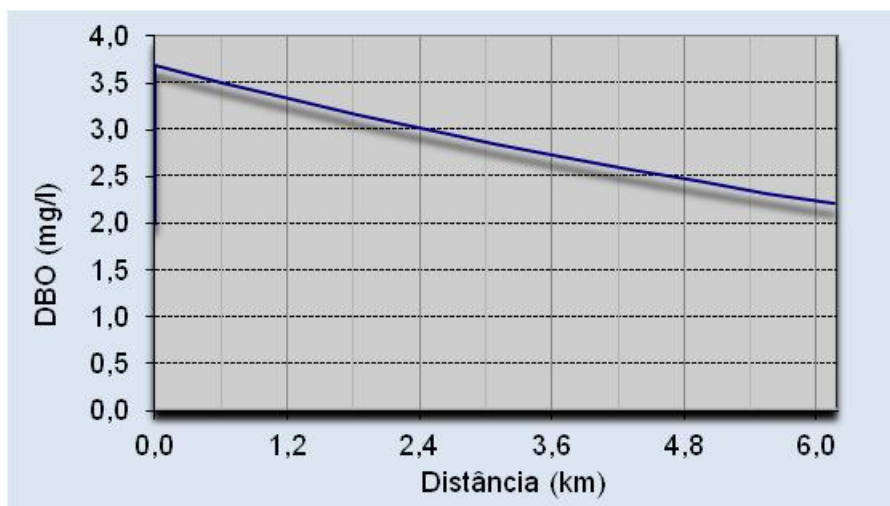


Figura 6.37. Evolução da concentração de DBO estimada para o rio Caiçara desde o município de Alvarães até o seu encontro com o rio Solimões

No caso do município de Apuí, o seu efluente orgânico é lançado em um afluente do rio Juma, que se desenvolve a partir do município por cerca de 22 km, aproximadamente, até encontrar com o rio Juma. Após este encontro, a capacidade de assimilação de carga orgânica é elevada devido à grande vazão e capacidade de diluição do rio Juma e, desta forma, o IPO passa a ter o valor de 0,49, já sendo, portanto, classificado como ótimo.

A evolução estimada para a concentração de DBO ao longo do afluente do rio Juma (primeiros 22 km) e do rio Juma, até a chegada do rio das Pombas na Figura 6.38.

⁴² Os cálculos de autodepuração foram feitos com o modelo clássico de Streeter-Phelps, conforme apresentado em Sperling (2014). Os critérios adotados para a aplicação deste modelo estão apresentados no Anexo 4: Modelo de Autodepuração em Rios.

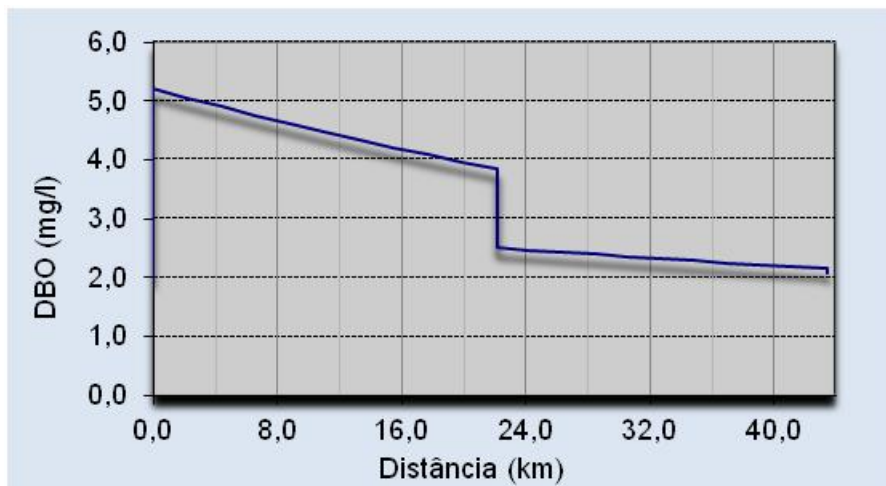


Figura 6.38. Evolução da concentração de DBO estimada para o rio Juma e seu afluente (primeiros 22 km do perfil) desde o município de Apuí até a chegada do rio das Pombas

Assim, a partir da metodologia proposta, conclui-se que os rios do Estado do Amazonas, considerando-se a escala de análise proposta, possuem ótima capacidade de assimilação da carga orgânica. Alguns casos específicos, comentados, possuem razoável ou boa capacidade de assimilação. Contudo, isso ocorre apenas ao longo de trechos relativamente curtos, até que um afluente eleve a vazão de dissolução do efluente ou até que o trecho analisado chegue em um rio com maior capacidade de assimilação da carga orgânica.

Essa metodologia não consegue avaliar casos de poluição pontual que ocorrem nos igarapés, que é um problema bastante recorrente em diversos municípios no Estado, como, por exemplo, na região metropolitana de Manaus. Esses problemas devem ser avaliados em estudos específicos com campanhas de monitoramento contínuo de parâmetros de qualidade de água.

6.1.8 Avaliação das demandas hídricas das bacias compartilhadas e possíveis conflitos

Neste item são identificadas e avaliadas as demandas hídricas nas bacias hidrológicas compartilhadas com os estados e países limítrofes, bem como são identificados possíveis conflitos de ordem hidrológica e/ou de qualidade da água.

6.1.8.1 Aspectos gerais

A área total da bacia amazônica é da ordem de 7,4 milhões de km² distribuída entre o Brasil (67,9%), Bolívia (9,8%), Perú (8,8%), Colômbia (6,8%), Guiana (2,8%), Equador (1,5%), Suriname (1,8%) e Venezuela (0,7%). Esta região é drenada pelos afluentes do rio Amazonas cuja vazão na foz varia de 160.000 a 220.000 m³/s. As participações (%) nesta vazão pelos seus principais afluentes estão indicadas na Figura 6.39.



Figura 6.39. Vazão total e participação (%) dos principais afluentes do rio Amazonas

6.1.8.2 Demandas hídricas nos países vizinhos

Os países que apresentam demandas hídricas significativas nas áreas da bacia amazônica são a Colômbia, Peru e Bolívia. As demandas destes países foram sucintamente descritas nos ítes a seguir.

a) Colômbia

A área ocupada pela bacia amazônica na Colômbia é de 341.995 km². De acordo com OTCA/GEF/PNUMA⁴³ (2015), a oferta hídrica num ano médio nesta região é de 893.389 m³/s e num ano seco é de 576.442 m³/s.

As demandas hídricas da Colômbia na bacia amazônica foram determinadas a partir de informações do MINAMBIENTE/IDEAM⁴⁴ e estão indicadas no Quadro 6.26.

Quadro 6.26. Demandas hídricas pelos diferentes usos na Colômbia

Usos Consuntivos	Demanda total (hm ³ /ano)	Vazão média (m ³)
Doméstico	68,84	2,183
Agrícola	32,28	1,024
Pecuária	38,89	1,233
Aquicultura	0,17	0,005
Indústria e construção	0,02	0,001
Mineração e petrolífera	19,21	0,609
Serviços	3,52	0,112
Total	162,93	5,166

43 OTCA/GEF/PNUMA. Manejo Integrado e Sustentável dos Recursos Hídricos Transfronteiriços da Bacia do Rio Amazonas Considerando a Variabilidade e a Mudança Climática - Subprojeto nº III.3 Sistema Integrado de Informação. Brasília/DF, 2015.

44MINAMBIENTE/IDEAM/Colômbia. Estudio Nacional del Agua. Bogotá. 2014.

b) Peru

Conforme a agência de águas do Peru (*Autoridad Nacional del Agua – ANA*)⁴⁵, em 2012, a área da bacia amazônica no Peru contribui com cerca de 1.720.000 hm³/ano, equivalente a 97,42% das disponibilidades de águas superficiais no país.

Quanto às demandas hídricas consuntivas totais, ainda de acordo com a ANA⁴⁶, em 2010, na região amazônica peruana elas somam alcançam de 3.767 hm³/ano. A distribuição de tais demandas ocorre conforme indicado no Quadro 6.16.

Quadro 6.27. Demandas hídricas na região amazônica do Peru

Usos consuntivos	Demanda total (hm ³ /ano)	Vazão total (m ³ /s)
Agrícola	3.017,31	95,68
Abastecimento	493,84	15,66
Mineração	110,70	3,51
Industrial	78,48	2,49
Pecuária	47,92	1,52
Recreação e turismo	18,80	0,60
Total	3.767,05	119,45

De acordo com a ANA o uso agropecuário no Peru é responsável por 81% das demandas totais. As demandas hídricas no Peru se situam predominantemente nas áreas drenadas pelo rio Solimões embora pequenas porções das bacias dos rios Madeira, Purus e Juruá também estão situadas em território peruano.

c) Bolívia

Conforme o Ministerio del Agua en Bolivia⁴⁷, em 2008, a área da bacia amazônica na Bolívia são da ordem de 724.000 km². Suas sub-bacias principais são: Acre (2.340 km²), Abuna (25.136 km²), Beni (169.946 km²), Mamoré (261.315 km²) e Iténez (265.263 km²). As disponibilidades de água nestas sub-bacias na Bolívia são da ordem de 180.000 hm³/ano e as vazões médias que convergem para o rio Madeira alcançam 17.000 m³/s. As demandas estavam concentradas nos departamentos de Cochabamba (40%), Tarija (16%), La Paz (16%) e Chuquisaca (9,4%). Estima-se que cerca de 60% das demandas estão localizadas na bacia amazônica.

As demandas hídricas totais na Bolívia em 2007, conforme o Ministerio del Agua⁴⁸, em 2007, eram de 2000 hm³/ano (63,4 m³/s). Na Bolívia a agropecuária é o principal consumidor, respondendo por 94% das demandas. Estima-se que cerca de 60% das demandas estão localizadas na bacia amazônica sendo equivalentes a 1200 hm³/ano (38,1 m³/s).

d) Demandas totais nos países vizinhos

Desconsiderando as pequenas demandas que ocorrem nos territórios da Guiana, Equador, Suriname e Venezuela as demandas hídricas totais nos países vizinhos, que integram a bacia amazônica, são da ordem de 4.003,78 hm³/ano (~127 m³/s).

Não foi possível obter informações referentes à distribuição das demandas hídricas ao longo do ano nas sub-bacias em cada país. Da mesma forma, não foram obtidas informações sobre a qualidade das águas que fluem daqueles territórios em direção às fronteiras do Brasil e do Estado do Amazonas.

⁴⁵Autoridad Nacional del Agua – ANA. Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos. Lima. 2012.

⁴⁶Autoridad Nacional del Agua – ANA. Recursos Hídricos del Perú en Cifras – Boletín Técnico de Recursos Hídricos. Lima. 2010.

⁴⁷Ministerio del Agua en Bolivia. El Agua en Bolivia – Documento de Trabajo. La Paz. 2008.

⁴⁸Ministerio del Agua de Bolivia. Plan Nacional de Desarrollo del Riego 2007-2011. La Paz. 2007.

6.1.8.3 Demandas nas bacias compartilhadas com os estados limítrofes

As principais bacias compartilhadas pelo Estado do Amazonas com as unidades da federação na Amazônia ou com países vizinhos são: Tapajós, Madeira, Purus, Juruá, Javari, Solimões, Içá, Japurá, Negro, Uatumã e outros menos importantes. A seguir, estes rios são caracterizados quanto aos diversos aspectos que podem promover impactos socioeconômicos ao Estado do Amazonas.

a) Rio Tapajós

Localizado na divisa com o Pará e Mato Grosso é formado pelos rios Teles Pires e Juruena cujas nascentes bem como a maior parte de suas áreas drenadas e da extensão de seus cursos estão no Estado de Mato Grosso.

É provável que o rio Tapajós venha a sofrer grandes intervenções nos próximos anos para permitir a navegação desde a sua foz até o interior do Mato Grosso e para a geração de energia hidrelétrica. Para tanto, existem projetos para a implantação da barragem Chacorão na divisa com o Estado do Pará e São Simão Alto na divisa com o Estado do Mato Grosso.

As bacias formadoras do Tapajós no Mato Grosso estão sendo gradualmente ocupadas com agropecuária, responsável pelo forte desmatamento e ocupação com lavouras de grãos (predominantemente com milho e soja) e com pecuária. Em seus cursos de água foi implantada grande quantidade de hidrelétricas (PCH e UHE) havendo ainda diversas em fase de estudos. O forte crescimento das demandas hídricas para irrigação associadas às demandas e operações das hidrelétricas poderá, num médio prazo, afetar as disponibilidades hídricas nas bacias dos rios Juruena, Roosevelt e outros formadores do rio Tapajós no Estado do Amazonas.

Conforme o PERH/MT (2009) as demandas de hídricas totais na bacia do rio Tapajós, a montante da divisa com o Estado do Amazonas, alcançam 27,73 m³/s e são distribuídas conforme indicado no Quadro 6.28.

Quadro 6.28. Demandas hídricas totais na bacia do rio Tapajós no Mato Grosso

Denominação da região	Demanda (hm ³ /ano)	Demanda (m ³ /s)
Baixo Juruena	24,62	0,781
Baixo Teles Pires	119,74	3,797
Médio Teles Pires	73,31	2,325
Alto Teles Pires	133,15	4,222
Arinos	153,85	4,879
Sangue	103,66	3,287
Alto Juruena	266,08	8,437

A geração de energia hidrelétrica na porção da bacia do Tapajós no Mato Grosso é realizada através de dezenas de PCHs e de quatro UHE. A energia gerada pelas UHE é da ordem de 2.557 MW e estão distribuídas conforme indicado no Quadro 6.29.

Quadro 6.29. Capacidade de geração das UHE em operação e em construção na bacia do rio Tapajós no Mato Grosso

Nome	Situação	Pot. (MW)
Teles Pires	CO	1.820
Dardanelos	OP	261
Colider	CO	300
Ponte de Pedra	OP	176

Conforme indicado no PERH-MT, a atividade da mineração tem provocado significativos impactos na qualidade das águas resultando em passivos ambientais expressivos, especialmente nas regiões correspondentes ao Alto e Baixo Teles Pires bem como na

região do Paraguai-Pantanal. Em todas estas regiões foi constatada a contaminação por metais pesados, inclusive mercúrio.

Apesar da abundância de recursos hídricos nesta bacia, com baixos índices de consumo (<5%) em relação às disponibilidades, o crescimento de atividades agropecuárias potencialmente poluidoras (criações de suínos, abatedouros, uso descontrolado de defensivos, etc.) tende a restringir a qualidade dos recursos hídricos. A expansão da agricultura irrigada, principalmente de cana de açúcar no MT, orientada para a produção de biocombustíveis, promove o aumento das demandas hídricas com a eventual geração de conflitos.

b) Rio Maués-Açu

Formado pelos rios Amaná e rio Parauari cujas bacias estão situadas parcialmente na região garimpeira na fronteira com o Estado do Pará. A qualidade das águas poderá ser afetada pelo uso indiscriminado de mercúrio e pela dragagem de seus cursos de água pelas atividades relacionadas ao garimpo. Os efeitos poderão se fazer sentir nas povoações a jusante, ao longo do paranáUrariá e paraná do Ramos, tais como Maués, Boa Vista do Ramos e outros bem como comunidades ribeirinhas e respectivas atividades agropecuárias.

c) Rio Madeira

Este rio tem suas nascentes na república da Bolívia sendo formado pela junção dos rios Beni e Mamoré a partir de onde atravessa o Estado de Rondônia até a foz do igarapé Maici na divisa com o Estado do Amazonas, atravessando-o até encontrar o rio Amazonas. A partir da cidade de Porto Velho o rio tem cerca de 1056 km de extensão sendo que 180 km no Estado de Rondônia e 876 km no Estado do Amazonas.

O rio Madeira, no estirão entre Porto Velho e a sua foz se constitui na Hidrovia Madeira, importantíssima via de transporte de passageiros e de cargas desde Rondônia, Acre e noroeste do Mato Grosso em direção aos mercados regionais e internacionais.

A implantação das barragens de Santo Antônio e de Jirau permitiram a geração de grandes quantidades de energia (Quadro 6.30) porém o restringiram a navegação para as regiões situadas a montante de Porto Velho. Há a expectativa de que, a médio prazo, sejam construídas as eclusas nestas barragens o que ampliaria o alcance da mencionada hidrovia.

Quadro 6.30. Capacidade de geração das UHE no Estado de Rondônia

Rio	UHE	Pot. (MW)
Jamari	Samuel	216
Madeira	Santo Antônio	3.150
Madeira	Jirau	3.450

As áreas que formam as bacias de contribuição do rio Madeira no Estado de Rondônia estão sendo ocupadas há muitos anos por atividades extrativistas (madeira, mineração) e recentemente por atividades agropecuárias, inclusive com crescente uso da irrigação. As demandas hídricas relacionadas ao abastecimento urbano, à irrigação, indústrias e outras de menor importância somam cerca de 2,31 m³/s no Estado do Mato Grosso e 12,20 m³/s no Estado de Rondônia (Quadro 6.31).

Quadro 6.31. Demandas hídricas totais na bacia do rio Madeira nos estados de Mato Grosso e de Rondônia

Estado	Sub-bacias	Demanda (hm ³ /ano)	Demanda (m ³ /s)
MT	Roosvelt	9,92	0,315
MT	Aripuanã	13,34	0,423
MT	Guaporé	49,45	1,568
RO	Madeira (e afluentes)	384,74 (*)	12,20

(*) estimado a partir da demanda em m³/s.

O forte crescimento das atividades agropecuárias associadas à mineração (principalmente garimpos) no Estado de Rondônia poderá afetar negativamente a qualidade da água que flui em direção ao Estado do Amazonas.

Embora a grande disponibilidade de hídrica desta bacia, cujos limites extrapolam o Estado do Amazonas, há um crescente risco de contaminação destas águas. A continuidade de atividades potencialmente poluidoras, notadamente a mineração em Rondônia e na Bolívia (PDRH/RO) somada à expansão de atividades agropecuárias que demandam crescente uso de adubos e de defensivos químicos tende a impactar negativamente a qualidade das águas. As pressões exercidas pelos mercados pelo uso da irrigação para garantir a produção de *commodities* (grãos e carnes) promove o aumento do consumo de água e a instauração de conflitos.

d) Rio Purus

Suas nascentes estão situadas no Peru e atravessa o Estado do Acre antes de entrar no Estado do Amazonas. Conforme o PERH/AC (2012) as demandas totais por sub-bacia do rio Purus no Acre são da ordem de 2,99 m³/s e distribuídas conforme indicado no Quadro 6.32.

Quadro 6.32. Demandas hídricas totais na bacia do rio Purus no Estado do Acre

Sub-bacias	Demanda (hm ³ /ano)	Demanda (m ³ /s)
Acare-Iquiri	69,06	2,19
Abunã	13,15	0,42
Purus	12,06	0,38

e) Rio Juruá

O rio Juruá nasce no Peru e se desenvolve na direção predominante nordeste, atravessa o Estado do Acre antes de entrar no Estado do Amazonas. No Estado do Acre atravessa áreas pouco povoadas e, portanto, de baixas demandas hídricas.

Merecem destaque, pelas potencialidades poluidoras, as atividades agropecuárias na região de Guajará (AM) e Cruzeiro do Sul (AC) e eventual futura (ainda não confirmada) extração de hidrocarbonetos na sub-bacia do rio Moa (AC).

De acordo com o PERH/AC (2012) as demandas encontradas na sua bacia no Estado do Acre são de apenas 0,49 m³/s e localizadas conforme mostrado no Quadro 6.33.

Quadro 6.33. Demandas hídricas totais na bacia do rio Juruá no Estado do Acre

Denominação	Demanda (hm ³ /ano)	Demanda (m ³ /s)
Tarauacá	3,29	0,10
Envira-Jurupari	2,19	0,07
Juruá	9,87	0,31

f) Rios Javari e Solimões

O rio Javari tem início na confluência dos rios Jaquirana e Batã no Estado do Amazonas, próximo à divisa com o Acre. Tem sua bacia compartilhada com o Peru sendo que praticamente não há atividades que demandam volumes significativos de água e tampouco atividades potencialmente poluidoras. Os principais riscos para a qualidade da água residem nas atividades ilegais em terras indígenas (extração de madeira e garimpos).

O rio Solimões tem suas nascentes no Peru onde está grande parte de sua bacia de drenagem. Também drena extensa área do Equador. As atividades relacionadas à mineração e à agropecuárias ali desenvolvidas remontam aos tempos da colonização espanhola e são muito significativas. Atualmente, além daquelas, são explorados campos de petróleo e gás. Os impactos decorrentes deste conjunto de atividades na qualidade das águas que fluem em direção à fronteira com o Estado do Amazonas são desconhecidos. A

produção e o transporte de sedimentos decorrentes das atividades econômicas bem como a poluição por metais pesados, adubos químicos, defensivos agrícolas e resíduos da extração de hidrocarbonetos não é claramente conhecida e merece atenção especial num futuro próximo.

g) Rios Içá e Japurá

Estes rios têm suas nascentes situadas na Colômbia, nos contrafortes dos Andes. Seus cursos, antes de se aproximarem da fronteira com o Brasil, atravessam extensas áreas com baixo grau de ocupação. Nas áreas mais elevadas das bacias ocorrem, desde há muitos anos, atividades relacionadas à agropecuária, mineração e outras. São desconhecidas as quantidades das intervenções bem como os tipos e intensidades dos impactos provocados sobre as águas drenadas pelos rios Içá e Japurá naquela região em direção ao Estado do Amazonas.

h) Rio Negro

O rio Negro tem suas nascentes na Colômbia onde é denominado rio Guainia e seus principais afluentes são os rios Branco e Vaupés. Drena grande parte da região leste dos Andes na Colômbia e, junto com o rio Solimões, forma o rio Amazonas. Uma curiosidade: conecta-se com o rio Orinoco através do canal do Cassiquiare⁴⁹ fato que suscitou estudos para a interligação fluvial entre as duas bacias.

O rio Branco é o principal afluente da margem direita do rio Negro e sua bacia drena praticamente todo o Estado de Roraima. A maior parte da bacia do rio Negro em território brasileiro é composta de terras indígenas, áreas de proteção ambiental e áreas de propriedade da União de forma que as áreas passíveis de exploração econômica são muito restritas. As atividades relacionadas à mineração são desenvolvidas principalmente no Estado de Roraima e na região denominada “cara de cão” na bacia do rio Vaupés. A agropecuária é uma atividade ainda incipiente e está presente de forma mais intensa ao longo da rodovia BR-174 em ambos os estados.

Os impactos mais significativos sobre as disponibilidades hídricas são provocados pela atividade garimpeira ao longo nas proximidades da fronteira com Colômbia e Venezuela e no território do Estado de Roraima. Embora as atividades garimpeiras e agropecuárias estejam presentes na bacia há décadas, não há informações confiáveis dos impactos provocados pelas mesmas sobre os recursos hídricos.

6.1.8.4 Demandas hídricas totais e eventuais conflitos hídricos

A partir das informações indicadas nos itens anteriores obteve-se as demandas hídricas totais nas bacias compartilhadas, tanto pelos países vizinhos como pelas unidades da federação. O Quadro 6.34 mostra uma síntese destas demandas.

Quadro 6.34. Demandas estimadas nas bacias compartilhadas pelo Estado do Amazonas

Estados e países limítrofes (*)	Volume total(hm ³ /ano)	Vazão total (m ³ /s)	Participação (%)
Mato Grosso	947,12	30,03	14,7%
Rondônia	384,74	12,20	6,0%
Acre	1,00	0,03	0,0%
Bolívia	1.200,00	38,05	18,6%
Peru	3.767,05	119,45	58,3%
Colômbia	162,93	5,17	2,5%
Total	6.462,84	204,94	100,0%

(*) - relativo à bacia amazônica dos países

⁴⁹BARROS, Pedro Silva e CORDIVA, Jesús A. M. Cassiquiare: O canal da integração fluvial entre Brasil e Venezuela. Boletim de Economia e Política Internacional nº 18. 2014. (http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5533/1/BEPI_n18_Cassiquiare.pdf)

Constata-se que o Peru é o principal consumidor dos recursos hídricos nas bacias compartilhadas pelo Estado do Amazonas com 58,3% dos volumes consumidos anualmente. A Bolívia e a Colômbia participam com pequena parcela (~21,1% do total) enquanto que o Estado de Mato Grosso consome cerca de 14,7% das demandas e tende a expandir fortemente este limite face à participação da agricultura irrigada.

Salienta-se que as vazões consumidas representam ínfima parte das disponibilidades nos exutórios das sub-bacias compartilhadas. Entretanto, face ao desconhecimento da localização dos locais de consumo, principalmente das áreas irrigadas, não é possível indicar regiões ou trechos de rios onde esteja ocorrendo algum tipo de conflito. Presume-se que nas cabeceiras dos rios situados em regiões em que a irrigação tem forte presença ocorram conflitos devidos aos eventuais déficits bem como aos efeitos sobre a qualidade da água.

a) Possibilidades de conflitos com estados vizinhos

A seguir são relacionados os principais possíveis conflitos hídricos decorrentes da utilização dos recursos hídricos pelo Estado do Amazonas, pelas unidades da federação vizinhas e pelos países que integram a bacia amazônica (menos o Equador).

Os possíveis conflitos hídricos no Estado do Amazonas em relação ao Estado do Pará se referem à poluição das águas do rio Mauaés em decorrência do garimpo. A eventual futura construção da barragem de Chacorão para fins de geração de energia e facilitar a navegação poderá resultar e alagamento de terras no Estado e afetar o deslocamento e reprodução da fauna do rio Tapajós.

Os conflitos que poderão ocorrer em relação às águas que fluem desde o Estado do Mato Grosso são decorrentes do consumo excessivo das águas pela irrigação associada à geração de energia. Conforme o MMA⁵⁰, em 2006, as lavouras de grãos ocupam extensas parcelas contínuas na porção sul da bacia do Tapajós, com possibilidades de se tornarem grandes consumidores de água no médio e longo prazo.

As crescentes retiradas de água associadas às oscilações de descarga das barragens destinadas à geração de energia, notadamente PCHs, podem se fazer sentir principalmente nas cabeceiras das bacias dos rios Bararati, Aripuanã, Guariba, Roosevelt e do próprio rio Juruena. A eventual contaminação química e/ou orgânica das águas destes rios e de seus afluentes por atividades agropecuárias podem representar riscos futuros a serem considerados nos planejamentos hídricos daquela região.

No Estado de Rondônia os principais riscos de conflitos hídricos estão relacionados à mineração, às barragens para geração de energia e à agropecuária, principalmente, no rio Madeira e em seus afluentes (Ji-paraná, Preto, Jamari, Candeias, Jaci-Paraná, Guaporé-Mamoré e Abunã). Como rio Madeira drena, através de seus afluentes, praticamente todo o território de Rondônia, ela recebe o impacto de todas as atividades poluidoras e consumidoras de água presentes naquele Estado. As demandas das atividades agropecuárias associadas ao abastecimento urbano podem provocar o surgimento de conflitos pelo uso da água no Estado. Entretanto, face às elevadas vazões do rio Madeira, os consumos promovidos no Estado pouco afetarão a disponibilidade na calha daquele rio no Estado do Amazonas.

Nos estados do Acre e de Roraima os riscos de conflitos hídricos decorrentes do consumo de água são muito pequenos face ao reduzido grau de atividade econômica. Em ambos os estados as demandas hídricas são muito baixas, mesmo considerando os consumos das populações e da irrigação. Os maiores riscos de conflito se referem às eventuais futuras atividades de extração de gás de xisto no Acre (fronteira com o Peru) e garimpos em Roraima.

b) Possibilidades de conflitos hídricos países vizinhos

⁵⁰ MMA – Ministério do Meio Ambiente. Caderno na Região Hidrográfica Amazônica. Brasília/DF. 2006.

Os riscos de haver conflitos com países vizinhos em decorrência de uso dos recursos hídricos é muito remota no caso da Venezuela, Colômbia e Peru. Não há informações consistentes de contaminação hídrica significativa ou de conflito por disponibilidade nas sub-bacias que deságuam em território amazonense. Embora esta falta de informações, não fica descartada a possibilidade de contaminação das águas de alguns destes rios em razão da expansão da atividade mineradora, principalmente no extremo norte do Estado.

Por outro lado, as sub-bacias amazônicas que drenam parte do território boliviano são mais susceptíveis às intervenções resultantes de atividades mineradoras, agrícola e hidrelétrica. Os conflitos mais noticiados se referem à construção de grandes barragens em território brasileiro (Jirau e Santo Antônio) e ao projeto de outras obras deste tipo em território boliviano ou na fronteira entre os dois países (rio Mamoré).

O rio Madeira é responsável pelo transporte de cerca de 50% dos sedimentos no rio Amazonas⁵¹. Conforme a AIDA⁵² (2009) a área da bacia do rio Madeira é equivalente a 20% da bacia amazônica e contribui com cerca de 35% dos sedimentos carregados para o rio Amazonas. Os principais rios formadores desta bacia nascem em áreas andinas bolivianas e peruanas, muito ricas em nutrientes e, por esta razão, apresentam grandes riquezas biológicas.

A implantação do complexo de barragens no rio Madeira, notadamente Jirau e Santo Antônio, além de outras nos territórios boliviano e peruano, resultam da formação de grandes lagos irão interferir no transporte de sedimentos e de nutrientes bem como na migração e reprodução da fauna fluvial neste rio. Os reflexos destas intervenções sobre a qualidade das águas, sobre a produção de pescado e aspectos socioambientais são desconhecidos. Conforme SARMENTO DA SILVA, citando FEARNside⁵³ (2014), o processo de licenciamento das barragens de Jirau e de Santo Antônio foi desenvolvido envolvendo incertezas em relação aos impactos a montante de tais reservatórios ao longo do tempo. As enchentes ocorridas no ano 2014, que promoveram grandes perdas materiais e humanas nos vales dos cursos de água formadores do rio Madeira, suscitaram questionamentos quanto à responsabilidade de tais obras sobre os danos causados e dúvidas adicionais sobre os possíveis impactos decorrentes de novos empreendimentos deste tipo.

6.2 RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS

A maior parte do Estado é composta por domínios hidrolíticos granulares aflorantes. De acordo com a CPRM (2010), o Estado do Amazonas pode ser dividido em sete grandes domínios de acordo com suas afinidades hidrogeológicas. Estes domínios são:

- ✓ **Domínio das rochas cristalinas:** apresenta-se como um aquífero fissural, composto principalmente por rochas ígneo-metamórficas, com idades que vão do arqueano ao Mesoproterozóico. Sua favorabilidade hidrogeológica vai de baixa a muito baixa.
- ✓ **Domínio das rochas vulcânicas:** aquífero do tipo fissural, composto principalmente por riolito, riodacitos, dacitos, andesitos e basaltos, possui idades pertencentes ao Paleoproterozóico. Sua favorabilidade hidrogeológica é variada.
- ✓ **Domínio dos metassedimentos e metavulcânicas:** aquífero do tipo fissural, composto principalmente por quartzo-arenito, quartzitos e xistos, suas idades vão do Paleoproterozóico ao Mesoproterozóico. Possui favorabilidade hidrogeológica baixa.
- ✓ **Domínio poroso/fissural:** aquífero misto, com rochas sedimentares muito cimentadas e compactadas, composto principalmente por arenito arcoseano,

⁵¹SARMENTO DA SILVA, Luciana R. O Gerenciamento Integrado de Bacias Hidrográficas Internacionais e as Questões de Soberania (Monografia de Especialização). Instituto de Relações Internacionais/UNB. Brasília/DF. 2015.

⁵² AIDA - Informe Grandes Represas na América, Pior o Remédio que a Doença?, B. Complexo Hidrelétrico do Rio Madeira. 2009. (http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/Dossie/Mad/Outros%20documentos/AIDA-Estudo_de_caso_Madeira.pdf)

⁵³ FEARNside, P.M. Barragens do Rio Madeira-Impactos 2: Inundação na Bolívia. Amazônia Real, 2014.

quartzo-arenitos e conglomerados. Possui idades pertencentes ao mesoproterozóico e sua favorabilidade hidrogeológica vai de média a baixa.

- ✓ **Domínio das rochas carbonáticas e metacarbonáticas:** aquífero do tipo fissural, composto principalmente por calcário, dolomito, arenito, siltito e folhelho. Suas idades vão do carbonífero ao cretáceo. A favorabilidade hidrogeológica é variada.
- ✓ **Domínio das bacias sedimentares:** formado por aquíferos porosos, possui subdomínios que são Bacia do Acre, Bacia do Alto Tapajós e Bacia do Amazonas. Composto principalmente por arenito, conglomerado e intercalações de siltito e folhelho. As idades variam do Paleozóico ao Mesozóico. A favorabilidade hidrogeológica é variável para as bacias do Acre e Amazonas e baixa a média para a bacia do Alto Tapajós.
- ✓ **Domínio das formações Cenozoicas:** formado por aquíferos porosos, possui os subdomínios aluviões, formações indiferenciadas, Iça e Solimões. Composto principalmente por sedimento de canal fluvial e de planície de inundação, arenoso, siltoso e argiloso, com níveis de cascalho nos aluviões; e por arenito, siltito, argilito, pelito e calcário nas formações Iça e Solimões. Suas idades pertencem ao Cenozoico, indo do Paleogéno ao Holoceno. A favorabilidade hidrogeológica é variável nos aluviões, baixa nas formações indiferenciadas, alta a média no subdomínio Iça e média a baixa no subdomínio Solimões.

Para caracterizar as disponibilidades hídricas subterrâneas no Estado do Amazonas, adota-se a mesma abordagem espacial baseada nas 09 Regiões Hidrográficas individualizadas no Estado do Amazonas.

Nesta análise, além dos aspectos quantitativos, são considerados os aspectos qualitativos, destacando o reconhecimento de regiões cujas águas subterrâneas apresentam restrições ao uso (processos naturais e/ou antrópicos), bem como aquelas potencialmente vulneráveis à contaminação. O mapa de vulnerabilidade preliminar baseado nas características hidrogeológicas dos distintos sistemas aquíferos é apresentado e discutido.

Desde já se destaca que as análises baseiam-se fundamentalmente no conhecimento dos sistemas aquíferos gerados e sistematizados nos trabalhos acadêmicos, assim como no conhecimento gerado pela CPRM - Serviço Geológico Nacional e estudos encomendados pela ANA - Agência Nacional de Águas.

As informações levantadas neste capítulo servem de subsídio para todas as demais etapas do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado nas quais as águas subterrâneas venham a ser consideradas. Algumas avaliações iniciais sobre o tema das águas subterrâneas na Região Norte devem ser levantadas, entre elas:

- Segundo Wahnfried, M, 2012, apesar de conhecidas as vazões dos grandes rios, falta o elo subterrâneo do ciclo hidrológico da Região Amazônica. Não há estimativas precisas do volume armazenado nos aquíferos amazônicos, mesmo porque ainda se carece de informações geológicas em melhor escala.
- Este desconhecimento é antagônico em relação à paradoxal importância que as águas subterrâneas assumem no atendimento às demandas populacionais.
- Dada a forte sazonalidade dos rios amazônicos, com amplitudes de variação anual média alcançando até 15m, tanto na enchente como na vazante, os problemas relacionados à potabilidade e ao acesso à água são inúmeros. A situação é agravada em comunidades que dependem do transporte fluvial para receber auxílio, uma vez que ficam inacessíveis por esta via.

- Nota-se o avanço do uso da água subterrânea para atender as demandas agrícolas, atividade em expansão no Estado. Em muitos casos a irrigação das culturas é realizada a partir de fontes subterrâneas.
- O uso da água na indústria tem no Polo Industrial de Manaus um exemplo emblemático, de intensa geração de PIB associada a uma super-exploração dos aquíferos locais, gerando rebaixamentos a ponto de inverter o fluxo natural das águas, com aportes do Rio Negro aos aquíferos.
- A mineração também aparece como importante fonte de renda na Amazônia. Na região há importantes reservas de alumínio, chumbo, cobre, estanho, ferro, gás natural, manganês, ouro e zinco. Quando feita de forma inadequada, esta atividade pode causar sérias e extensas contaminações na água superficial, subterrânea e nos sedimentos da área lavrada.
- Os altos índices pluviométricos, os pequenos gradientes topográficos, a extensa presença de formações geológicas sedimentares superficiais favoráveis à transmissão e ao armazenamento de água e a alta proporção territorial de áreas úmidas promovem a intensa correlação entre as águas superficiais e as águas subterrâneas.
- Estes fatores geram grandes volumes de fluxo de água dos aquíferos em direção aos rios, o que permite a manutenção de uma vazão mínima destes durante o período de vazante.

O conjunto destas interações e sua relação com questões como desmatamento e alterações climáticas, carecem de mais estudos e não são de todo compreendidas. Fato é que toda a Região Amazônica precisa ser mais bem conhecida do ponto de vista do funcionamento e dinâmica do ciclo hidrológico nas mais variadas escalas.

6.2.1 Unidades Espaciais Adotadas

Logo a princípio, estabelece-se um dos grandes desafios deste Plano Estadual, qual seja, o de adotar uma unidade espacial comum e coerente tanto às águas superficiais como subterrâneas, objeto central de análise nos itens que seguem.

Para a avaliação das águas superficiais, foram adotadas as Unidades de Planejamento Hídrico - UPH. Trata-se, entretanto de uma unidade espacial de apresentação e síntese das informações que pode ser utilizada para a água subterrânea, porém não de análise da sua dinâmica. O conhecimento do arcabouço geológico, pilar da avaliação dos sistemas aquíferos continua sendo a base física fundamental, bem como de suas relações com os corpos hídricos superficiais. Assim sendo, é justamente a partir das informações dos sistemas aquíferos, sistematizadas pela CPRM no Mapa Hidrogeológico do Amazonas, que se busca extrair informações em nível de Região Hidrográfica e UPH's. A unidade espacial de análise é o conjunto de sistemas aquíferos reconhecidos e agrupados no referido mapa e sua sobreposição com as divisões de UPH's e Regiões Hidrográficas adotadas para a etapa de levantamento das disponibilidades.

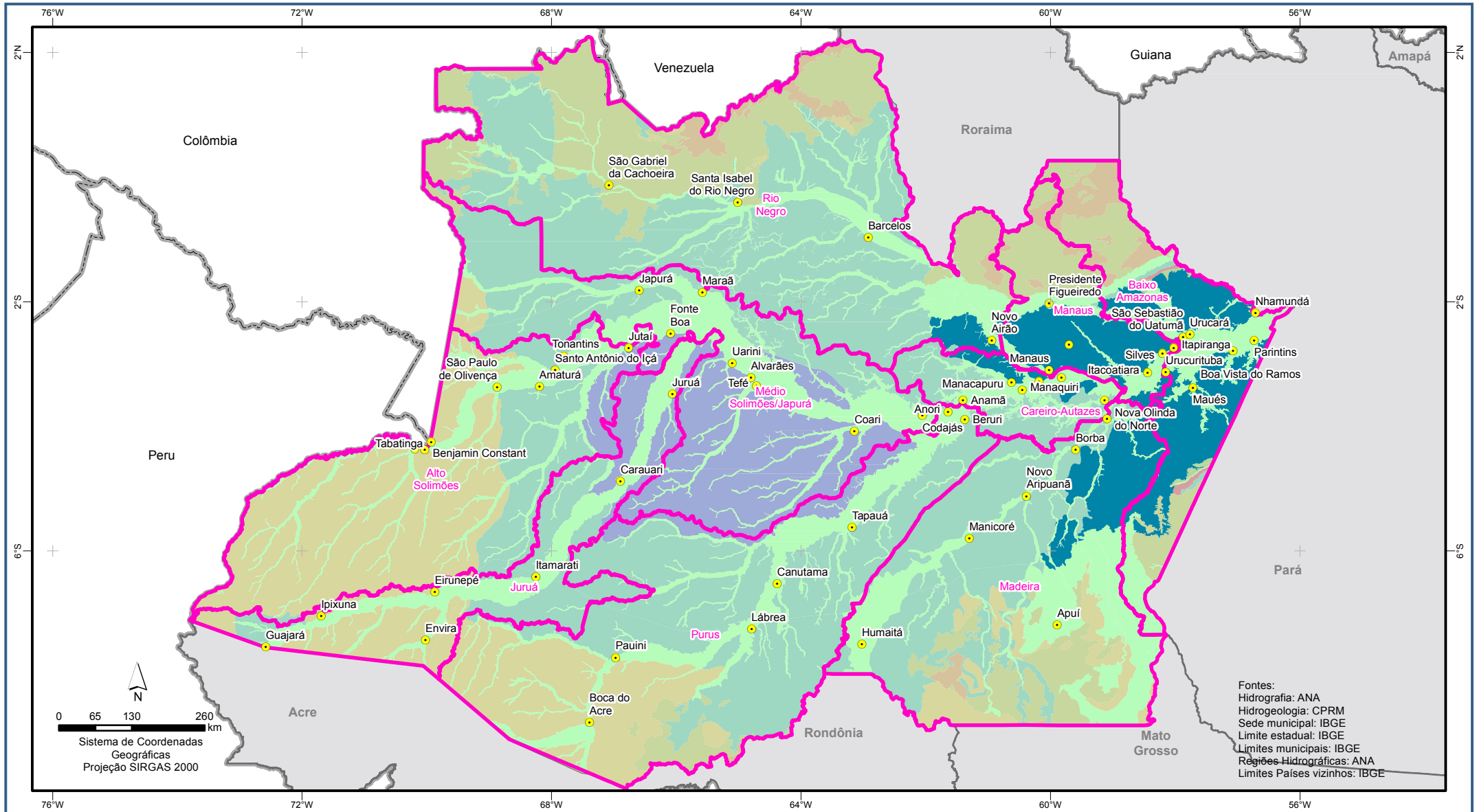
Ainda que não necessariamente restrita aos limites físicos e hidráulicos impostos pelas bacias hidrográficas, certas informações relativas às águas subterrâneas podem ser avaliadas a partir destas unidades, visto as relações hidráulicas existentes entre estas e os corpos de água superficiais em nível de bacia hidrográfica. Talvez mais importante que a coincidência geográfica dos processos físicos, existem questões relacionadas às bases do processo de gestão que vêm sendo conduzido e o histórico de reconhecimento por parte da sociedade, da bacia hidrográfica enquanto espaço político de decisão que deve ser fortalecido. Neste sentido, o Plano se propõe a incorporar as informações e as quantificações existentes de água subterrânea de forma integrada, compondo e

influenciando os cenários de disponibilidade e demanda de água para o Estado. Novamente, para que este recorte tenha sentido é necessário conhecer, antes de tudo, os sistemas aquíferos e entendê-los como base física fundamental na dinâmica das águas subterrâneas como unidades hidrogeológicas. Ambas as unidades se complementam e devem ser levadas em conta nos processos de gestão.

O Estado do Amazonas conta com o Mapa Hidrogeológico na escala 1:750.000, desenvolvido recentemente pela CPRM (2014) onde consta o agrupamento e caracterização dos sistemas aquíferos presentes no Estado e sua avaliação relativa de produtividade.


Associado ao referido mapa, menciona-se a existência do SIAGAS (Sistema de Informações de Água Subterrânea), operado e mantido pela CPRM, e considerado o banco de dados de poços referencial para o presente estudo.

A classificação regional mais adequada para o levantamento das potencialidades (qualidade e quantidade) das águas subterrâneas do Estado, neste momento, é a sugerida no Mapa Hidrogeológico do Amazonas, 1:750.000, extraído do Mapa Hidrogeológico ao Milionésimo, CPRM, 2014. O referido mapa também apresenta os limites das Regiões e Bacias Hidrográficas consideradas para fins deste Plano.




Fontes:
 Hidrografia: ANA
 Hidrogeologia: CPRM
 Sede municipal: IBGE
 Limite estadual: IBGE
 Limites municipais: IBGE
 Regiões Hidrográficas: ANA
 Limites Países vizinhos: IBGE

- LEGENDA**
- Sedes municipais
 - Regiões Hidrográficas
 - Limite Estadual
 - Limite Internacional
 - Hidrogeologia
 - (1) Gr - Unidade Granular (Gr) de Produtividade Muito Alta
 - (2) Gr - Unidade Granular (Gr) de Produtividade Alta
 - (3) Gr - Unidade Granular (Gr) de Produtividade Moderada
 - (4) Gr - Unidade Granular (Gr) de Produtividade Geralmente baixa porém localmente moderada
 - (5) Fr - Unidade Fraturada (Fr) de Produtividade Geralmente muito baixa porém localmente baixa
 - (4) K - Unidade Cárstica (K) de Produtividade Geralmente baixa porém localmente moderada
 - (5) Fr - Unidade Fraturada (Fr) de Produtividade Geralmente muito baixa porém localmente baixa
 - (5) Gr - Unidade Granular (Gr) de Produtividade Geralmente muito baixa porém localmente baixa
 - (6) Fr - Unidade Fraturada (Fr) de Produtividade Pouco Produtiva ou Não Aquifera
 - (6) Gr - Unidade Granular (Gr) de Produtividade Pouco Produtiva ou Não Aquifera



GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS

SEMA SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE



MAGNA ENGENHARIA

PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO AMAZONAS - PERH/AM

Hidrogeologia

Figura nº:
6.40

No Plano Estadual, é levado em consideração o conceito de unidade hidroestratigráfica (de acordo com o Manual de Cartografia Hidrogeológica da CPRM), definido como forma de agregar “*grupos de formações geológicas, temporalmente relacionadas, que armazenam e transmitem águas subterrâneas de forma semelhante e com produtividades da mesma ordem de grandeza*”. Portanto, constitui uma área aquífera formada por um único tipo litológico ou pelo agrupamento de hidrolitologias semelhantes, porém com características hidrodinâmicas próprias, que permitem individualizá-las no conjunto total. Tem limites laterais estabelecidos pelos critérios de classificação e coincide com a classe de aquífero no nível categórico mais baixo da sua taxonomia. Desta forma, cada unidade hidroestratigráfica tem limites objetivos, servindo ao propósito de identificação e delineamento de classes no campo.

Esta metodologia de cartografia hidrogeológica classifica as diferentes formações geológicas em quatro tipos básicos:

- **Unidades Hidrolitológicas Porosas ou Granulares:** Representadas por aquelas formações nas quais a água se acumula nos poros da rocha e circula através dos mesmos. Estas unidades ocorrem em rochas sedimentares consolidadas, sedimentos não consolidados e materiais arenosos decompostos. Geralmente constituem aquíferos importantes, pelo grande volume de água que podem armazenar e também por normalmente ocorrerem de forma contínua e abranger grandes áreas.
- **Unidades Hidrolitológicas Fraturadas:** São aquelas que apresentam porosidade secundária, originada do fraturamento ou falhamentos das rochas. São representadas pelas rochas ígneas, metamórficas e algumas rochas sedimentares fortemente cimentadas, onde os canais do fluxo de água são representados por fraturas de diversas origens, tamanhos e abertura. São unidades restritas, descontínuas e localizadas, nas quais cada fenda ou um conjunto restrito delas representam um aquífero.
- **Unidades Hidrolitológicas Cársticas:** Representam um tipo particular de unidade fraturada, originando-se da dissolução pela água de rochas carbonáticas, como calcários, dolomita e gipsita. Caracteriza-se por feições topográficas particulares como cavernas e dolinas, e também padrões complexos de fluxo das águas subterrâneas.
- **Unidades Hidrolitológicas Não aquíferas:** Unidades capazes de armazenar quantidades significativas de água, embora as condições de fluxo nas mesmas impeçam a sua exploração sistemática.

A Figura 6.41 ilustra os tipos de aquíferos e suas respectivas cores de representação no Mapa Hidrogeológico. A mesma figura também apresenta a notação dos poços representativos.

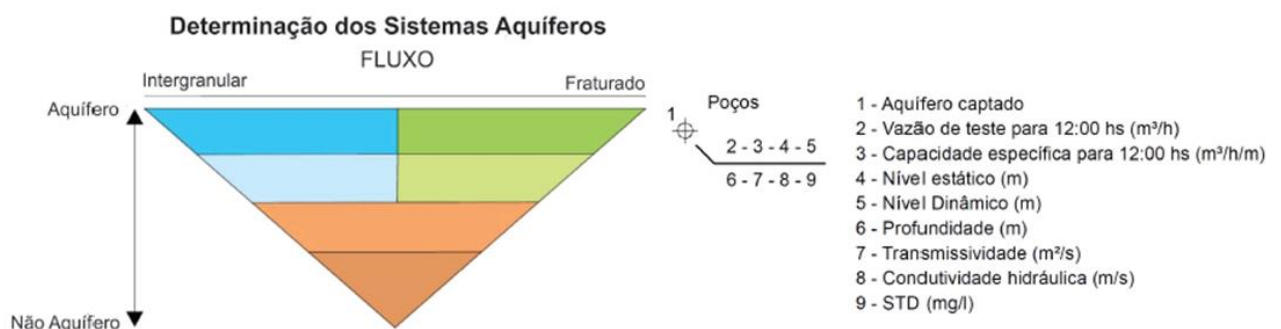


Figura 6.41: Determinação dos sistemas aquíferos e a notação dos poços tubulares. (Extraído e modificado de Manual de Cartografia Hidrogeológica, CPRM, 2014)

Existe uma divisão e discretização de variáveis quantitativas que são fundamentais para o correto desenvolvimento e interpretação do referido mapa. Baseados nestas considerações, Struckmeier & Margat (op. cit.), propõem uma divisão para as classes de aquíferos, baseada em valores dos coeficientes hidráulicos dos mesmos (capacidades específicas, transmissividades e condutividades hidráulicas), além de feições como expectativa de vazões e produtividades de água subterrânea, conforme mostrado no Quadro 6.35.

Quadro 6.35: Classificação dos sistemas aquíferos com base em suas propriedades aquíferas

Q/S (m ³ /h/m) *	T (m ² /s)	K (m/s)	Vazão (m ³ /h)	Produtividade (**)	Classe
≥ 4,0	≥ 10 ⁻⁰²	≥ 10 ⁻⁰⁴	≥ 100	Muito Alta: Fornecimento de água de importância regional (abastecimento de cidades e grandes irrigações). Aquíferos de destaque em âmbito nacional.	1
2,0 ≤ Q/s < 4,0	10 ⁻⁰³ ≤ T < 10 ⁻⁰²	10 ⁻⁰⁵ ≤ K < 10 ⁻⁰⁴	50 ≤ Q < 100	Alta: Características semelhantes à classe anterior, contudo situando-se dentro da média nacional de bons aquíferos.	2
1,0 ≤ Q/s < 2,0	10 ⁻⁰⁴ ≤ T < 10 ⁻⁰³	10 ⁻⁰⁶ ≤ K < 10 ⁻⁰⁵	25 ≤ Q < 50	Moderada: Fornecimento de água para abastecimentos locais em pequenas comunidades, irrigação em áreas restritas.	3
0,4 ≤ Q/s < 1,0	10 ⁻⁰⁵ ≤ T < 10 ⁻⁰⁴	10 ⁻⁰⁷ ≤ K < 10 ⁻⁰⁶	10 ≤ Q < 25	Geralmente baixa, porém localmente moderada: Fornecimentos de água para suprir abastecimentos locais ou consumo privado.	4
0,04 ≤ Q/s < 0,4	10 ⁻⁰⁶ ≤ T < 10 ⁻⁰⁵	10 ⁻⁰⁸ ≤ K < 10 ⁻⁰⁷	1 ≤ Q < 10	Geralmente muito baixa, porém localmente baixa: Fornecimentos contínuos dificilmente são garantidos.	5
< 0,04	< 10 ⁻⁰⁶	< 10 ⁻⁰⁸	< 1	Pouco Produtiva ou Não Aquífera: Fornecimentos insignificantes de água. Abastecimentos restritos ao uso de bombas manuais.	6

Fonte: Extraído de Manual de Cartografia Hidrogeológica, CPRM, 2014.

As unidades aquíferas consideradas na análise, a começar pelos mais produtivos, e sua proporção de ocorrência aflorante em área no Estado do Amazonas são apresentados no Quadro 6.36 a seguir.

Quadro 6.36: Agrupamento das unidades aquíferas e sua distribuição em área aflorante no Amazonas

Agrupamentos segundo tipologia do Aquífero e Produtividade	Km ²	% de Ocorrência no Estado
(1) Gr - Unidade Granular (Gr) de Produtividade Muito Alta	104.265,9	6,70
(2) Gr - Unidade Granular (Gr) de Produtividade Alta	117.074,7	7,52
(3) Gr - Unidade Granular (Gr) de Produtividade Moderada	546.764,6	35,12

Agrupamentos segundo tipologia do Aquífero e Produtividade	Km ²	% de Ocorrência no Estado
(4) Gr - Unidade Granular (Gr) de Produtividade Geralmente baixa porém localmente moderada	331.530,8	21,29
(4) K - Unidade Cárstica (K) de Produtividade Geralmente baixa porém localmente moderada	1.578,9	0,10
(5) Fr - Unidade Fraturada (Fr) de Produtividade Geralmente muito baixa porém localmente baixa	180.265,7	11,58
(5) Gr - Unidade Granular (Gr) de Produtividade Geralmente muito baixa porém localmente baixa	242.200,0	15,56
(6) Fr - Unidade Fraturada (Fr) de Produtividade Pouco Produtiva ou Não Aquífera	32.015,6	2,06
(6) Gr - Unidade Granular (Gr) de Produtividade Pouco Produtiva ou Não Aquífera	1.221,0	0,08

Fonte: Magna Engenharia, 2018.

Do quadro acima se observa que:

- Em 15% da área do Estado ocorrem aquíferos com alta produtividade;
- Em praticamente 57% do mesmo ocorrem aquíferos de produtividade moderada;
- A proporção de ocorrência de rochas de unidades aquíferas fraturadas ou de pouca produtividade é relativamente baixa.

O Quadro 6.37 apresenta a porcentagem de ocorrência em área aflorante de cada unidade aquífera por Região Hidrográfica e sua respectiva potencialidade (dada pelas capacidades específicas) para água subterrânea. Em negrito destacam-se os principais aquíferos no contexto de cada Região Hidrográfica e suas vazões médias.

Ressalta-se que esta análise diz respeito às porções aflorantes dos distintos sistemas aquíferos lembrando que, em muitos casos, é necessário referir-se aos aquíferos considerados confinados.

Quadro 6.37: Distribuição dos Sistemas Aquíferos nas Bacias Hidrográficas do Estado e suas características principais

Região Hidrográfica	Principais Sistemas Aquíferos Aflorantes (1)	% (2)
Alto Solimões RH-6	Unidade Granular de Produtividade Alta Unidade Granular de Produtividade Moderada Unidade Granular de Produtividade Baixa Unidade Granular de Produtividade Muito Baixa	4,15 19,73 17,70 58,42
Baixo Amazonas RH-9	Unidade Granular de Produtividade Muito Alta Unidade Granular de Produtividade Moderada Unidade Granular de Produtividade baixa Unidade Cárstica de Produtividade baixa Unidade Fraturada de Produtividade muito baixa Unidade Fraturada de Produtividade Pouco Produtiva ou Não Aquífera Unidade Granular de Produtividade Pouco Produtiva ou Não Aquífera	38,64 1,28 25,79 1,44 20,66 11,08 1,11
Careiro-Autazes RH-8	Unidade Granular de Produtividade Muito Alta Unidade Granular de Produtividade Moderada Unidade Granular de Produtividade baixa	11,97 53,70 34,32
Juruá RH-4	Unidade Granular de Produtividade Alta Unidade Granular de Produtividade Moderada Unidade Granular de Produtividade baixa Unidade Granular de Produtividade muito baixa	15,24 28,25 31,43 25,09

Região Hidrográfica	Principais Sistemas Aquíferos Aflorantes (1)	% (2)
Madeira RH-3	Unidade Granular de Produtividade Muito Alta	10,57
	Unidade Granular de Produtividade Moderada	39,02
	Unidade Granular de Produtividade baixa	26,99
	Unidade Fraturada de Produtividade muito baixa	12,15
	Unidade Granular de Produtividade muito baixa	10,22
Manaus RH-1	Unidade Fraturada de Produtividade Pouco Produtiva ou Não Aquífera	1,05
	Unidade Granular de Produtividade Muito Alta	45,63
	Unidade Granular de Produtividade Moderada	0,27
	Unidade Granular de Produtividade baixa	19,32
	Unidade Fraturada de Produtividade muito baixa	28,15
Médio Solimões – Japurá RH-7	Unidade Fraturada de Produtividade Pouco Produtiva ou Não Aquífera	6,63
	Unidade Granular de Produtividade Alta	39,46
	Unidade Granular de Produtividade Moderada	31,38
	Unidade Granular de Produtividade baixa	26,07
	Unidade Fraturada de Produtividade muito baixa	0,88
Purus RH-5	Unidade Granular de Produtividade muito baixa	2,21
	Unidade Granular de Produtividade Alta	4,53
	Unidade Granular de Produtividade Moderada	48,16
	Unidade Granular de Produtividade baixa	18,75
	Unidade Fraturada de Produtividade muito baixa	3,79
Rio Negro RH-2	Unidade Granular de Produtividade muito baixa	24,61
	Unidade Fraturada de Produtividade Pouco Produtiva ou Não Aquífera	0,17
	Unidade Granular de Produtividade Muito Alta	1,73
	Unidade Granular de Produtividade Moderada	50,73
	Unidade Granular de Produtividade baixa	12,57
	Unidade Fraturada de Produtividade muito baixa	30,54
	Unidade Granular de Produtividade muito baixa	0,48
	Unidade Fraturada de Produtividade Pouco Produtiva ou Não Aquífera	3,94

(1) - Informação extraída do Mapa Hidrogeológico do Estado do Amazonas, CPRM 2014.

(2) - Estimativa extraída a partir de análise do banco de dados SIAGAS

Além de corroborar com as conclusões discutidas acima, o Quadro 6.37 permite reconhecer Regiões Hidrográficas que apresentam semelhanças do ponto de vista de composição de sistemas aquíferos. As regiões Hidrográficas do Baixo Amazonas, Manaus e Médio Solimões, por exemplo, são análogas em relação às elevadas capacidades aquíferas.

6.2.2 Avaliação dos Bancos de Dados com Informação sobre Água Subterrânea

São apresentadas em forma de quadros e figuras as informações obtidas nos bancos de dados disponíveis para água subterrânea.

No cadastro de poços tubulares do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas - SIAGAS de iniciativa e responsabilidade da CPRM constam registros de 9.199 poços, entre tubulares e escavados, no Estado do Amazonas. A seguir são apresentados os principais números que sintetizam as informações disponíveis.

Quadro 6.38: Avaliação dos poços segundo situação de funcionamento

Estado de Funcionamento dos Poços Tubulares	Registros	% (Total)
Abandonado	267	2,90%
Bombeando	6.639	72,16%
Equipado	1.181	12,84%
Fechado	11	0,12%
N/D	73	0,79%
Não instalado	122	1,33%
Não utilizável	7	0,08%

Estado de Funcionamento dos Poços Tubulares	Registros	% (Total)
Obstruído	35	0,38%
Parado	852	9,26%
Poço RIMAS desativado	1	0,01%
Poço RIMAS equipado c\ medidor automático de nível	10	0,11%
Poço RIMAS não equipado	1	0,01%
Total	9.199	100%

Fonte: SIAGAS (CPRM). Consulta gerada em novembro de 2018.

Poço RIMAS: poço avaliado na Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas

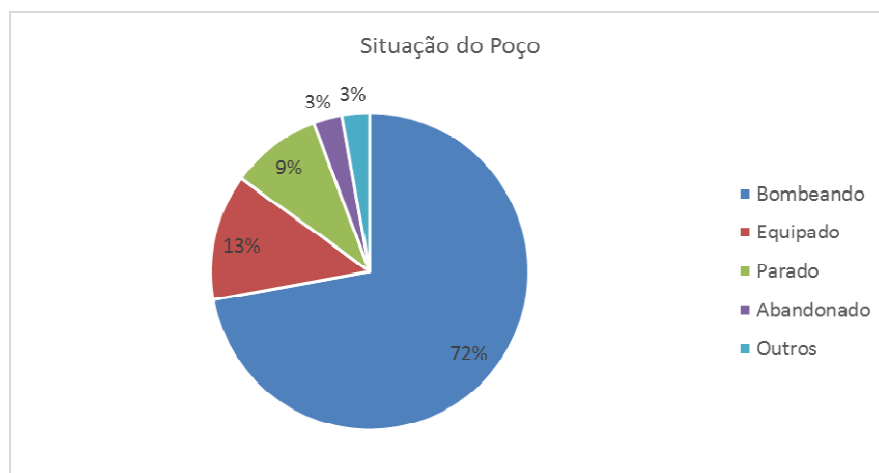


Figura 6.42: Funcionamento dos Poços Tubulares do AM (referente ao Quadro 1)

Quadro 6.39: Avaliação dos poços operantes segundo informação de vazões

Informação sobre Vazões	Registros	% (Total)
Com Informação	3305	36%
Sem Informação	5894	64%
Total	9199	100%

Fonte: SIAGAS (CPRM) Consulta gerada em Dezembro de 2018.

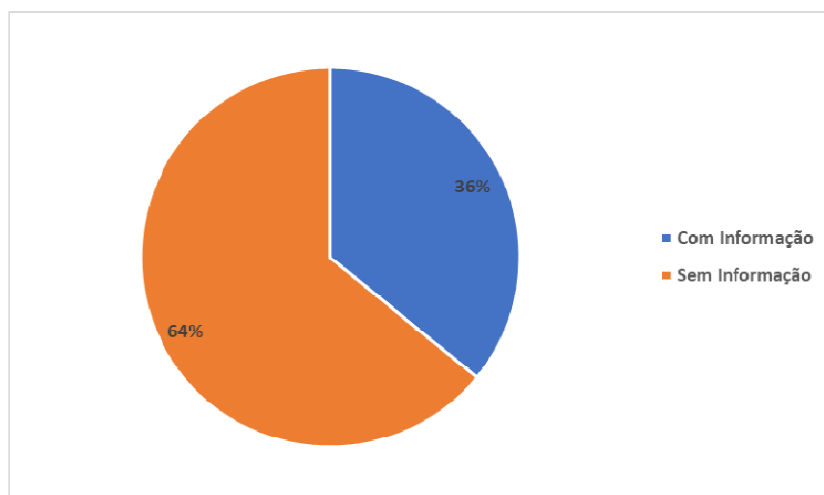


Figura 6.43: Avaliação dos Poços Tubulares Operantes no AM (referente ao Quadro 2)

Torna-se evidente a falta de informações importantes para a caracterização dos usos e demandas de água subterrânea. Ainda assim, em poços identificados como operantes, o preenchimento das vazões ocorreu de forma sintética, adotando-se valores correspondentes às médias de vazões para cada faixa de profundidade dos poços. O Quadro 6.40 apresenta as médias de vazões para cada faixa de profundidade da totalidade dos poços para o Estado do Amazonas. Este preenchimento foi adotado para a estimação das extrações totais por município e Região Hidrográfica, conforme será apreciado a seguir.

Quadro 6.40: Médias de Vazões por faixas de profundidade

Intervalos de Profundidade (m)	Q (m ³ /h) médias
0-50	13.05
50-100	9.86
100-150	14.14
150-200	32.18
200-250	74.09

A caracterização das demandas com base no SIAGAS pode ser apreciada no Quadro 6.41.

Quadro 6.41: Avaliação dos poços quanto ao uso

Usos da Água Subterrânea	Q (m ³ /h)	Registros	% (Q)
Abastecimento urbano	24997,79	1492	40,46%
Abastecimento industrial	10924,48	749	17,68%
Abastecimento múltiplo	9164,06	1747	14,83%
Abastecimento doméstico	8879,46	3636	14,37%
Sem uso	6058,21	11	9,81%
Outros (lazer, etc.)	1402,95	184	2,27%
Pecuária	135,09	146	0,22%
Abastecimento doméstico/animal	115,60	56	0,19%
Doméstico/irrigação/animal	54,10	117	0,09%
Abastecimento doméstico/irrig.	30,20	9	0,05%
Irrigação	17,80	1025	0,03%
Total	61779,74	9172	100,00%

Fonte: SIAGAS (CPRM). Consulta gerada em Setembro de 2018.

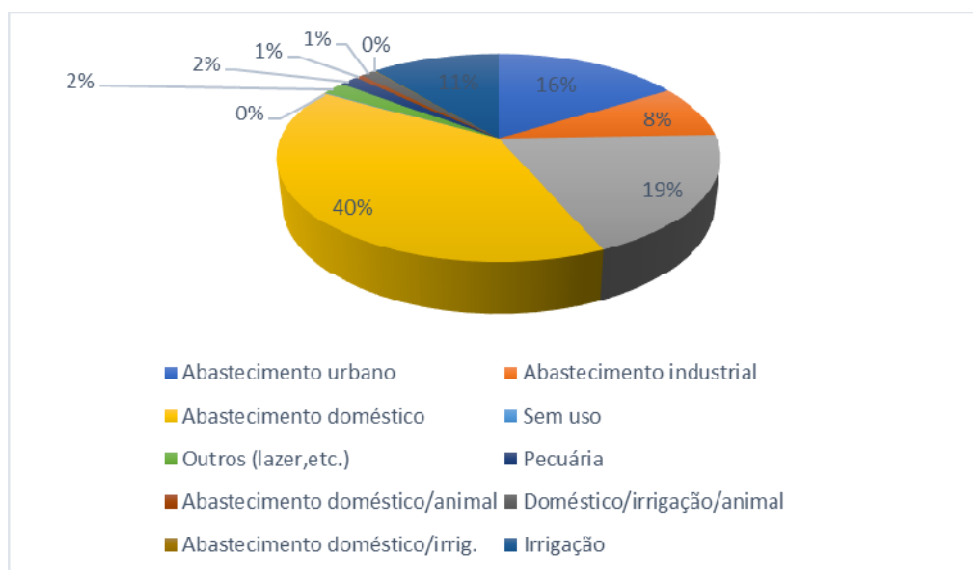


Figura 6.44: Avaliação da vazão dos poços operantes segundo usos (referente ao Quadro 4)

Conforme já foi avaliado em seus grandes números, o SIAGAS constitui-se em importante instrumento de análise, sendo praticamente o único banco de dados disponível com abrangência regional (cobrindo todo o Estado) incluindo poços tubulares públicos e privados. A partir da efetivação do licenciamento e outorga de poços, o SIAGAS pode ser alimentado diretamente pelos dados necessários a este trâmite, o que lhe confere maior robustez e consistência. A partir dos Quadros chega-se a algumas conclusões importantes:

- ✓ Porcentagem elevada de poços em operação (84% entre bombeando e equipados) demonstrando a importância deste tipo de fonte para efeitos de atendimento das demandas domésticas;
- ✓ Apesar de sua abrangência, enquanto cadastro, são várias as lacunas de informação, como, por exemplo, os 64% de poços do total operante sem informação de vazão. Trata-se de uma informação fundamental na composição dos balanços de disponibilidade e demanda.
- ✓ A grande maioria dos poços tubulares é utilizada para suprir demandas de abastecimento de água potável, sendo comum o aspecto multiuso das fontes subterrâneas.

De posse do referido banco de dados é possível descrever as principais informações básica dos poços, como por exemplo, vazão, profundidades dos poços, níveis estáticos e níveis dinâmicos dos poços, conforme Figura 6.45 e Figura 6.46.

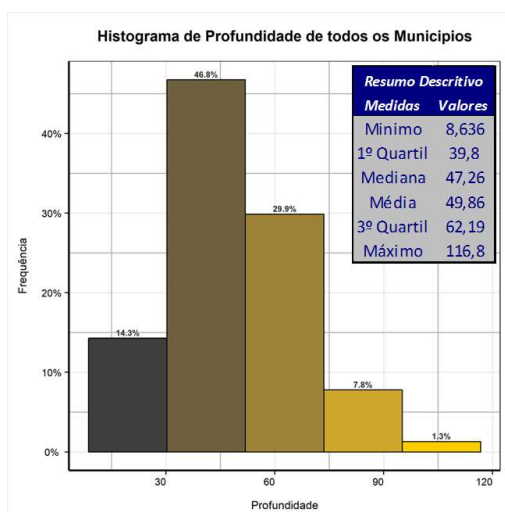


Figura 6.45: Histograma de Profundidades dos poços cadastrados no SIAGAS

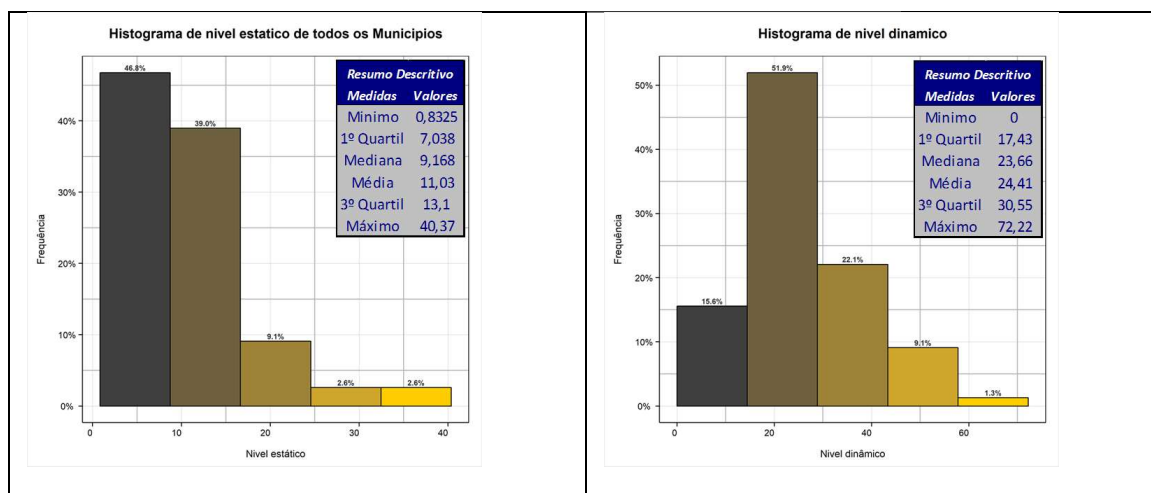


Figura 6.46: Histograma de níveis estáticos e dinâmicos dos poços cadastrados no SIAGAS

A partir das figuras acima se observa que:

- ✓ Os poços de captação de água subterrânea do Estado são, em sua maioria, bastante rasos, inferiores a 50m.
- ✓ Os níveis estáticos são rasos, em torno de 10m, evidenciando uma situação de maior vulnerabilidade em relação à contaminação gerada em superfície. Os níveis dinâmicos são considerados rasos, em torno de 24m, coerentes com os tipos de aquíferos predominantes no Estado do Amazonas e com seus próprios níveis estáticos.

O banco de dados permite também avaliar a extração de águas subterrâneas por município do Estado (com dados existentes). O Quadro 6.42 fornece informações relevantes neste sentido segundo a ótica municipal.

Quadro 6.42: Avaliação quantitativa dos poços por município (com dados existentes no SIAGAS)

Municípios (com poços cadastrados)	∑ Poços	(*) ∑ Qm (m ³ /mensal)	Prof (m)	NE (m)	ND (m)	Q médio (m ³ /h)
Alvaraes – RH7	25	1,32E+05	50,68	7,87	27,90	18,00
Amatura – RH6	13	7,28E+04	45,38	10,12	16,40	24,70
Anama – RH8	30	2,09E+05	42,90	4,73	30,00	28,48
Anori – RH5	16	1,53E+05	47,03	5,52	17,36	28,02
Apui – RH3	191	1,23E+06	21,24	11,48	51,89	9,37
Atalaia do Norte – RH6	5	2,82E+04	8,64	0,83	0	13,05
Autazes – RH8	73	4,64E+05	39,45	7,97	41,00	21,10
Barcelos –RH2	27	1,92E+05	44,00	9,73	20,43	23,85
Barreirinha – RH9	26	3,76E+05	74,91	6,53	17,02	54,55
Benjamin Constant –RH6	7	1,10E+04	34,63	7,12	19,50	1,85
Beruri – RH5	28	1,91E+05	61,93	7,64	17,50	27,16
Boa vista do Ramos –RH9	22	1,88E+05	70,50	12,27	18,88	27,51
Boca do acre – RH5	77	3,62E+05	20,69	4,43	9,90	8,27
Borba – RH3	22	1,84E+05	84,77	11,30	27,55	34,36
Caapiranga – RH8	42	2,03E+05	42,82	10,60	25,22	9,78
Canutama – RH5	15	1,42E+05	40,24	7,05	16,99	28,48
Carauari – RH4	32	3,18E+05	48,03	11,75	30,29	23,04
Careiro – RH8	87	4,32E+05	62,44	10,47	27,71	12,16
Careiro da Varzea – RH8	9	2,83E+04	41,00	15,00	0	10,50
Coari – RH7	141	1,00E+06	63,41	15,51	25,20	16,01
Codajas – RH7	39	2,54E+05	41,57	6,52	17,33	16,85
Eirunepe – RH4	58	4,69E+05	24,37	6,47	19,15	25,43
Envira – RH4	21	9,43E+04	48,02	7,12	19,38	8,65
Fonte Boa – RH7	29	8,42E+04	54,69	12,34	0	25,99
Guajara – RH4	414	2,75E+06	12,34	5,89	41,50	17,80
Humaita – RH3	164	1,22E+06	33,13	10,46	19,93	34,16
Ipixuna – RH4	10	4,91E+04	65,30	8,50	0	2,50
Irlanduba – RH8	392	2,24E+06	62,97	20,34	45,64	11,65
Itacoatiara – RH1	275	2,27E+06	47,60	10,48	29,56	35,50
Itamarati – RH4	19	6,42E+04	40,61	14,28	33,25	4,51
Itapiranga – RH1	14	1,12E+05	116,79	40,37	72,23	14,87
Japura – RH7	7	4,27E+04	55,86	28,58	27,20	10,29
Jurua – RH4	9	4,70E+04	58,89	21,80	28,08	5,00
Jutai – RH6	24	3,00E+05	45,25	12,10	0	28,33
Labrea – RH5	110	6,23E+05	31,33	7,36	50,39	7,04
Manacapuru – RH8	502	3,24E+06	46,08	12,82	49,35	15,70
Manaquiri – RH8	42	2,68E+05	45,05	10,01	22,94	24,86

Municípios (com poços cadastrados)	∑ Poços	(*) ∑ Qm (m ³ /mensal)	Prof (m)	NE (m)	ND (m)	Q médio (m ³ /h)
Manaus – RH1	4536	3,52E+07	92,48	33,11	57,32	17,94
Manicoré – RH3	96	4,47E+05	50,00	11,31	26,63	5,88
Maraá – RH7	20	1,20E+05	43,40	8,96	12,91	19,08
Maués – RH9	36	4,16E+05	66,36	11,28	21,51	30,99
Nhamunda – RH9	51	2,98E+05	58,79	7,42	20,25	35,71
Nova Olinda do Norte - RH3	41	3,52E+05	51,46	7,66	15,28	30,61
Novo Airão – RH2	96	5,49E+05	40,72	13,75	39,17	16,72
Novo Aripuana – RH3	16	6,31E+04	86,06	14,89	35,43	12,77
Parintins – RH9	111	1,52E+06	60,76	8,21	25,22	53,14
Pauini – RH5	40	2,21E+05	48,15	15,89	0	10,00
Presidente Figueiredo – RH1	242	1,22E+06	44,52	17,62	53,59	11,93
Rio Preto da Eva – RH1	336	1,86E+06	60,66	21,33	49,30	12,86
Santa Isabel do Rio Negro – RH2	44	2,56E+05	22,66	9,17	18,10	11,02
Santo Antônio do Içá – RH6	24	1,54E+05	36,38	18,00	0	1,50
São Gabriel da Cachoeira – RH2	87	2,80E+05	46,24	7,61	33,46	4,05
São Paulo de Olivença – RH6	13	4,40E+04	28,62	2,59	0	2,38
São Sebastião do Uatumã – RH9	22	1,00E+05	55,04	10,62	29,46	18,24
Silves – RH1	23	1,19E+05	65,80	25,40	0	13,64
Tabatinga – RH6	68	3,30E+05	24,53	7,23	15,90	5,22
Tapauá – RH5	24	1,44E+05	49,38	13,39	0	25,00
Tefe – RH7	114	1,11E+06	63,38	14,53	30,26	36,86
Tonantins – RH6	32	1,43E+05	41,47	8,18	25,13	8,09
Uarini – RH7	19	9,01E+04	54,70	10,00	18,50	3,00
Urucara – RH9	69	4,48E+05	56,24	8,91	23,66	16,78
Urucurituba – RH9	22	1,55E+05	63,91	20,50	30,00	45,33

(*) Somatório de extrações de água subterrânea com preenchimento de vazões de poços operantes (baseada na média da faixa de profundidade respectiva) e supondo operação média de 18h/diária.

O Quadro acima permite tecer uma série de observações muito importantes, entre elas:

- ✓ Os municípios com maior número de registros também são aqueles com maior volume de água extraído: Manaus > Manacapuru > Guajará > Iranduba > Rio Preto da Eva.
- ✓ O cenário de Manaus é singular. O atual projeto hidrogeológico de detalhe na Região Urbana e Periurbana de Manaus (todavia em andamento), certamente fornecerá muitas informações específicas sobre os poços na capital.
- ✓ Muitos municípios pequenos possuem abastecimento baseado em poços tubulares e poços escavados pouco profundos, com níveis rasos e muito vulneráveis à contaminação.

Esta informação também pode ser traduzida por Região Hidrográfica, conforme Quadro 6.43.

Quadro 6.43: Avaliação quantitativa dos poços por Região Hidrográfica (com dados existentes no SIAGAS)

RH	∑ Poços	(*) ∑ Qm (m ³ /mês)	Prof. (m)	NE (m)	ND (m)	Q médio (m ³ /h)
RH1	5426	4,08E+07	71,31	24,72	43,67	17,79

RH	Σ Poços	(*) Σ Qm (m ³ /mês)	Prof. (m)	NE (m)	ND (m)	Q médio (m ³ /h)
RH2	254	1,28E+06	38,41	10,07	27,79	13,91
RH3	530	3,50E+06	54,44	11,18	29,45	21,19
RH4	563	3,79E+06	42,51	10,83	24,52	12,42
RH5	310	1,84E+06	42,68	8,75	16,02	19,14
RH6	186	1,08E+06	33,11	8,27	9,62	10,64
RH7	394	2,83E+06	53,46	13,04	19,91	18,26
RH8	1177	7,08E+06	54,67	13,13	34,55	19,18
RH9	359	3,50E+06	63,31	10,72	23,25	35,28

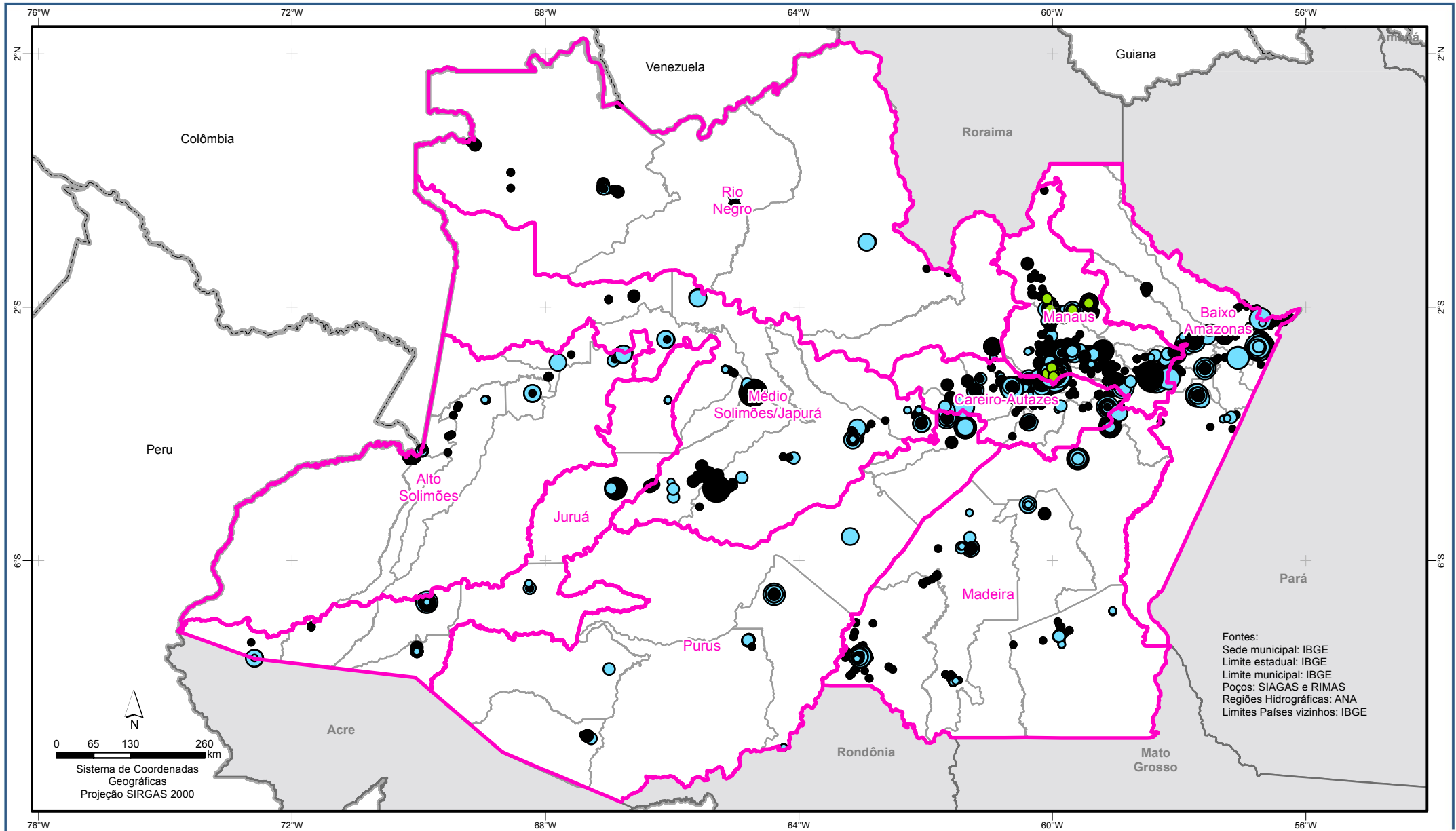
O Quadro 6.43 permite extrair informações interessantes, entre elas:

A ampla maioria ocorre na RH1, por conta da presença de Manaus. Ali se concentra a ampla maioria dos poços do Estado (>50%), os poços mais profundos e produtivos;

Em termos de média, entretanto, a RH9 possui a mais alta média de produtividade (>35m³/h);

As RH5 e RH6 apresentam os níveis estáticos mais rasos evidenciando alta vulnerabilidade;

O Mapa da Figura 6.47 apresenta a totalidade dos poços cadastrados em relação às Regiões Hidrográficas. Os referidos poços estão representados de acordo com sua vazão nominal.



LEGENDA

- Poços RIMAS
- Poços SIAGAS - Sem informação de vazão
- Regiões Hidrográficas
- Limite municipal
- Limite Estadual
- Limite Internacional
- Poços SIAGAS - Vazão (m³/h)
- 0,1 - 5,0
- 5,1 - 20,0
- 20,1 - 50,0
- 50,1 - 100,0
- >100,1

GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS

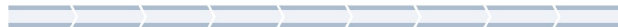
SEMA SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE

MAGNA ENGENHARIA

PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO AMAZONAS - PERH/AM

Poços cadastrados nos Sistemas SIAGAS e RIMAS

Figura nº: 6.47



7 A METRÓPOLE MANAUS

7 A METRÓPOLE MANAUS

Manaus, capital do Estado do Amazonas é o principal centro financeiro da Região Norte do Brasil. Situa-se na confluência dos rios Negro e Solimões, a mais de 3 mil km da capital federal, Brasília. De acordo com o IBGE o contingente populacional (acima de 1 milhão de pessoas) acompanhado da influência exercida nas demais cidades, configuram este município como uma Metrópole.

De acordo com o último levantamento censitário do IBGE, realizado no ano de 2010, possui 1.802.014 pessoas, deste total, 99% reside na área urbana. Com exceção da Capital, a cidade de Manaus, todos os demais municípios da RMM possuem baixas taxas de urbanização, fato já diagnosticado no Item correspondente a socioeconomia do presente Relatório.

Além da importância socioeconômica e política que assume, é o principal município da Região Metropolitana de Manaus.

Criada em 30 de maio de 2007 pela Lei Complementar nº 52/2007 e modificada no dia 27 de janeiro de 2008 pela Lei Complementar nº 59, a Região Metropolitana de Manaus (RMM) abrange treze (13) municípios: Autazes, Careiro, Careiro da Várzea, Iranduba, Itacoatiara, Itapiranga, Manacapuru, Manaquiri, Manaus, Novo Airão, Presidente Figueiredo, Rio Preto da Eva e Silves.

A RMM de Manaus possui uma complexidade própria, devido em grande parte ao fato de não se parecer com as demais regiões metropolitanas encontradas no Brasil e no mundo. Duas de suas características que a colocam inicialmente em situação de diferença é, em princípio sua dimensão (101.475 km²), superior a de muitos Estados brasileiros e sua distribuição dada em uma área de características predominantemente rural, florestal e sem conurbação⁵⁴, onde a cidade mais próxima do centro da cidade de Manaus é Careiro da Várzea, a 22 km de distância e a mais distante é Itacoatiara, com 177 km, ambas por linha reta, sendo que a primeira se liga a Capital apenas através de barcos, e a segunda através de rodovia. Porém, se considerarmos outras áreas urbanas que não a sede do município, temos Iranduba e Careiro da Várzea separados de Manaus apenas pelo curso dos rios negro e Amazonas respectivamente.

A RMM se apresenta como um arquipélago onde Manaus pode ser compreendida como resultado de uma urbanização macrocefálica, praticamente vinte vezes maior que o segundo município, Itacoatiara, e mais de cem vezes o de menor população, Careiro da Várzea, sendo que estes municípios se apresentam como resultado de uma urbanização ainda incipiente, apresentando muitas características rurais.

Sendo assim, neste Capítulo, objetiva-se caracterizar a principal cidade do Estado do Amazonas, Manaus pois, é um município que concentra o maior contingente populacional do território estadual, é um polo de industrialização, e nos últimos 30 anos a Zona Franca de Manaus foi responsável pela atração de um grande fluxo migratório do interior do Estado, do Nordeste e de diferentes regiões do país. A importância de caracterizar este município isoladamente decorre do fato dele representar as maiores demandas de água no Estado visto que concentra mais de 50% da população do Estado e maior densidade demográfica (158,06 hab/km²).

⁵⁴ Entendida aqui como uma "agregação policêntrica na qual os diferentes espaços urbanos se juntam, em razão do crescimento de centros independentes e, como consequência, torna-se uma fonte geradora de novas questões trazidas por sua territorialidade complexa" (SPINK et al, 2009).

7.1 URBANIZAÇÃO DE MANAUS

Conforme aborda o Plano Diretor de Drenagem Urbana de Manaus (PDDU, 2011) a população passou de 1.405.835, em 2000, para 1.802.525, em 2010 caracterizando um crescimento de aproximadamente 22% (Figura 7.1). Foi a cidade grande que mais cresceu, de acordo com o Censo IBGE Ano 2010. A Figura 7.2 ilustra a distribuição da população no ano de 2010, por setor censitário.

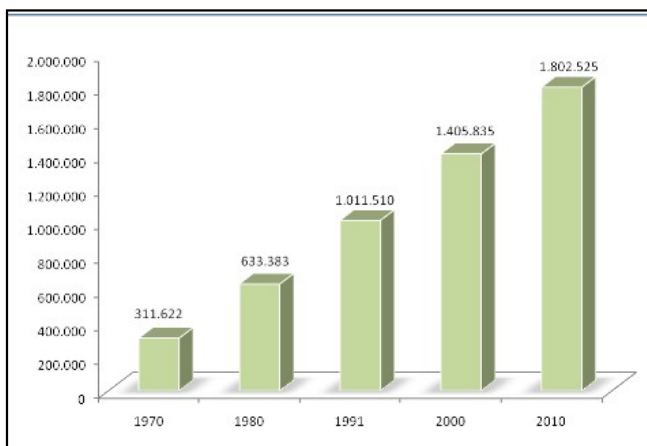


Figura 7.1: Evolução populacional de Manaus. Anos 1970 - 2010.

Fonte: PDDU, 2011.

Os dados constantes no Quadro 7.1 possibilitam conhecer os números relacionados a essa expansão urbana e identificar as áreas que apresentam deficiências de equipamentos públicos

Assim, segundo SOUZA AGUINAGA (2007) citado no PDDU (2011), da análise dos dados se infere que o crescimento da população, na década de 1990, ocorreu tanto na área rural quanto na área urbana, sendo que nesta última os maiores índices de crescimento são os das zonas Norte e Leste da cidade. O crescimento concomitante da zona urbana e rural

nos remete, por outro lado, a constatação de que ainda é significativo o fluxo de pessoas, de outros municípios do Estado e/ou de outros estados para Manaus, cuja taxa de crescimento anual chega a 3,76, muitas vezes maior do que a taxa de crescimento nacional, que de 1991 a 1996 foi de 0,64, e de 1996 a 2000 ficou em 0,50%.

O crescimento da população urbana resulta na ocupação de novas áreas. A questão do uso e ocupação do solo, por sua vez, notadamente uma ocupação desordenada, repercute diretamente sobre o ciclo hidrológico.

Quadro 7.1: Evolução da população de Manaus de 1991-2000 por zona do município

Zona	População residente na área rural, 1991	População residente na área rural, 2000	População residente na área urbana, 1991	População residente na área urbana, 2000	Taxa de crescimento anual da população total
Zona Centro Oeste	0	0	125.910	141.022	1,28
Zona Centro Sul	0	0	91.957	123.987	3,41
Zona Leste	0	0	175.495	340.453	7,71
Zona Norte	0	0	113.675	282.083	10,73
Zona Oeste	0	0	194.918	214.075	1,06
Zona Rural	4.916	9.067	1.103	2.275	7,36
Zona Sul	0	0	303.434	292.873	-0,40
MANAUS	4.916	9.067	1.006.585	1.396.768	3,76

Fonte: PDDU, 2011.

Segundo Tucci (1993), a impermeabilização dos solos gera as seguintes alterações: 1) redução da infiltração do solo; 2) o volume que deixa de infiltrar fica na superfície, “aumentando o escoamento superficial”, ocorrendo, ainda, a redução do tempo de deslocamento por conta da construção dos condutos pluviais para o escoamento superficial; 3) com a redução da infiltração o aquífero tende a diminuir o nível do lençol freático por falta de alimentação, reduzindo o escoamento subterrâneo; 4) por conta da supressão da cobertura florestal, ocorre uma redução da evapotranspiração, uma vez que a superfície

urbana não retém água como a cobertura vegetal e não permite a evapotranspiração das folhagens e do solo.

Um estudo divulgado pelo Sistema de Proteção da Amazônia – SIPAM (apud SOUZA AGUINAGA, 2007), informa que já foram desmatados 22% da área urbana de Manaus; equivalente a 28 mil, de um total de 44 mil hectares.

O crescimento desordenado das cidades traz, ainda, outros problemas graves para a proteção das águas superficiais e subterrâneas, uma vez que, dificilmente, a expansão urbana se faz acompanhar da infraestrutura básica de saneamento, que inclui abastecimento e sistema de esgotamento sanitário, o que pode vir a constituir fontes de poluição para as águas. Os números referentes ao acesso da população à água encanada e instalação sanitária são apresentados a seguir, no Quadro 7.2.

Quadro 7.2: Domicílios com acesso aos bens e serviços básicos.

Zona	Percentual de domicílios sem água encanada, 1991	Percentual de domicílios sem água encanada, 2000	Percentual de domicílios sem instalação sanitária, 1991	Percentual de domicílios sem instalação sanitária, 2000
Zona Centro Oeste	7,64	6,70	4,22	1,22
Zona Centro Sul	3,87	12,35	1,88	2,80
Zona Leste	42,55	44,50	11,71	8,59
Zona Norte	50,49	41,78	11,37	8,51
Zona Oeste	4,15	7,18	4,46	2,25
Zona Rural	66,82	78,79	19,85	10,87
Zona Sul	7,82	7,06	4,57	1,58
MANAUS	17,81	24,00	6,33	4,89

Fonte: PDDU, 2011.

Os dados do PDDU demonstram que as zonas Norte e Leste da cidade são aquelas que apresentam as maiores deficiências no acesso aos serviços públicos de abastecimento e esgotamento sanitário. A falta de água encanada nessas duas zonas urbanas, que são as mais populosas da cidade, faz com que seus habitantes busquem nas águas subterrâneas a alternativa para o problema do abastecimento.

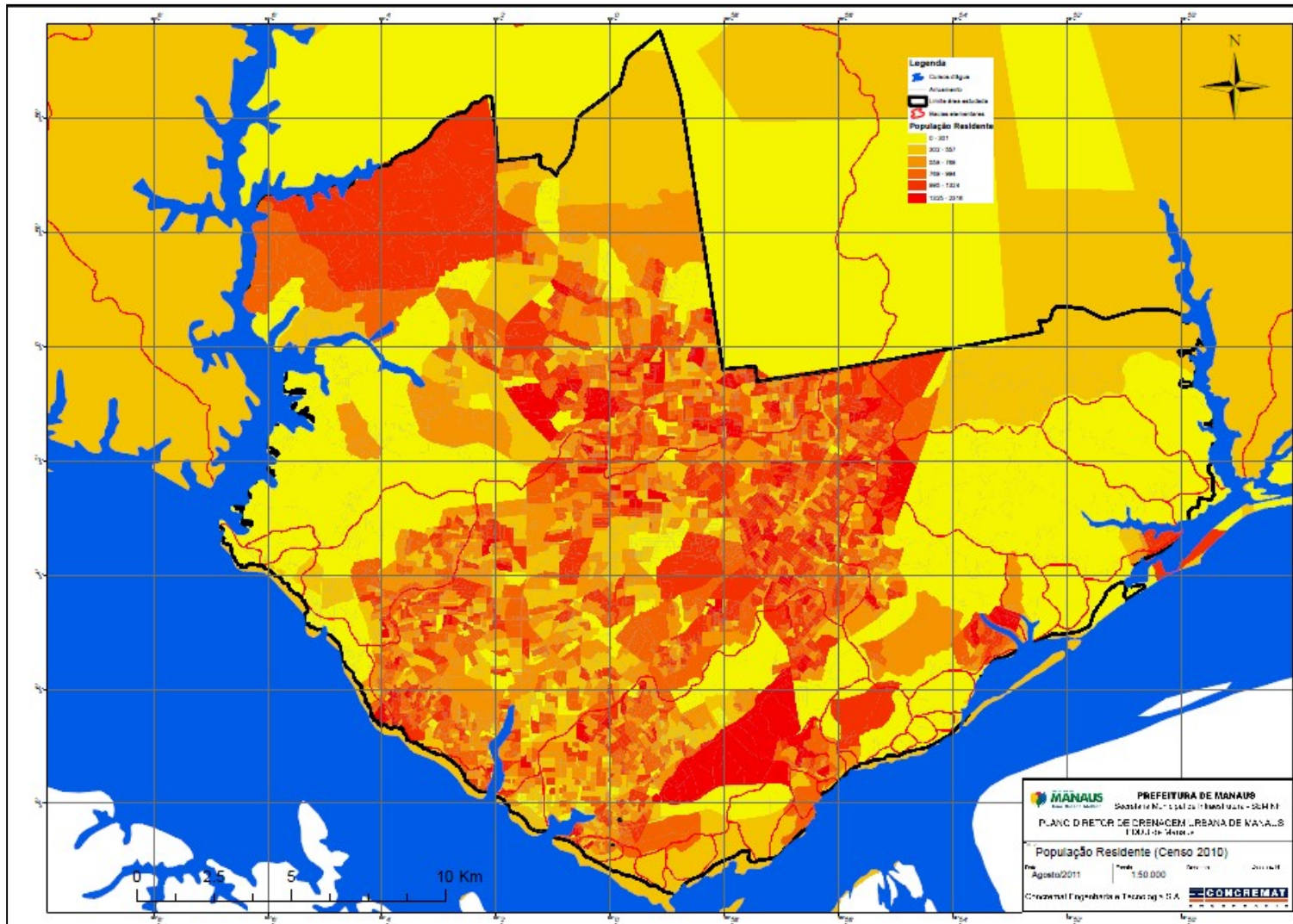


Figura 7.2: População residente de Manaus por setor censitário. Ano 2010.

Fonte: PDDU, 2011.

7.2 BACIAS HIDROGRÁFICAS DA METRÓPOLE MANAUS

Informações apresentadas no âmbito do Plano Diretor de Drenagem Urbana de Manaus PDDU, 2011) indicam que todo o sítio urbano é entrecortado por uma rede de drenagem fortemente controlada por estruturas neotectônicas. Em particular, a área urbana de Manaus tem seus limites Sul, Oeste e Leste definidos pela hidrografia regional do rio Negro, do igarapé Tarumã-Açú e do rio Puraquequara respectivamente, conforme se visualiza na Figura 7.3, abrangendo cinco bacias hidrográficas integrantes da bacia do Rio Negro, a saber: Educandos, São Raimundo, Tarumã, Puraquequara e Rio Negro, totalizando aproximadamente 412,2 km² de superfície e 70 km de igarapés.

As áreas de contribuição de cada bacia hidrográfica dentro do limite urbano são aproximadamente as seguintes:

- ✚ Educandos 44,6 km²
- ✚ São Raimundo 114,8 km²
- ✚ Tarumã 169,3 km²
- ✚ Puraquequara 39,6 km²
- ✚ Rio Negro 43,9 km²

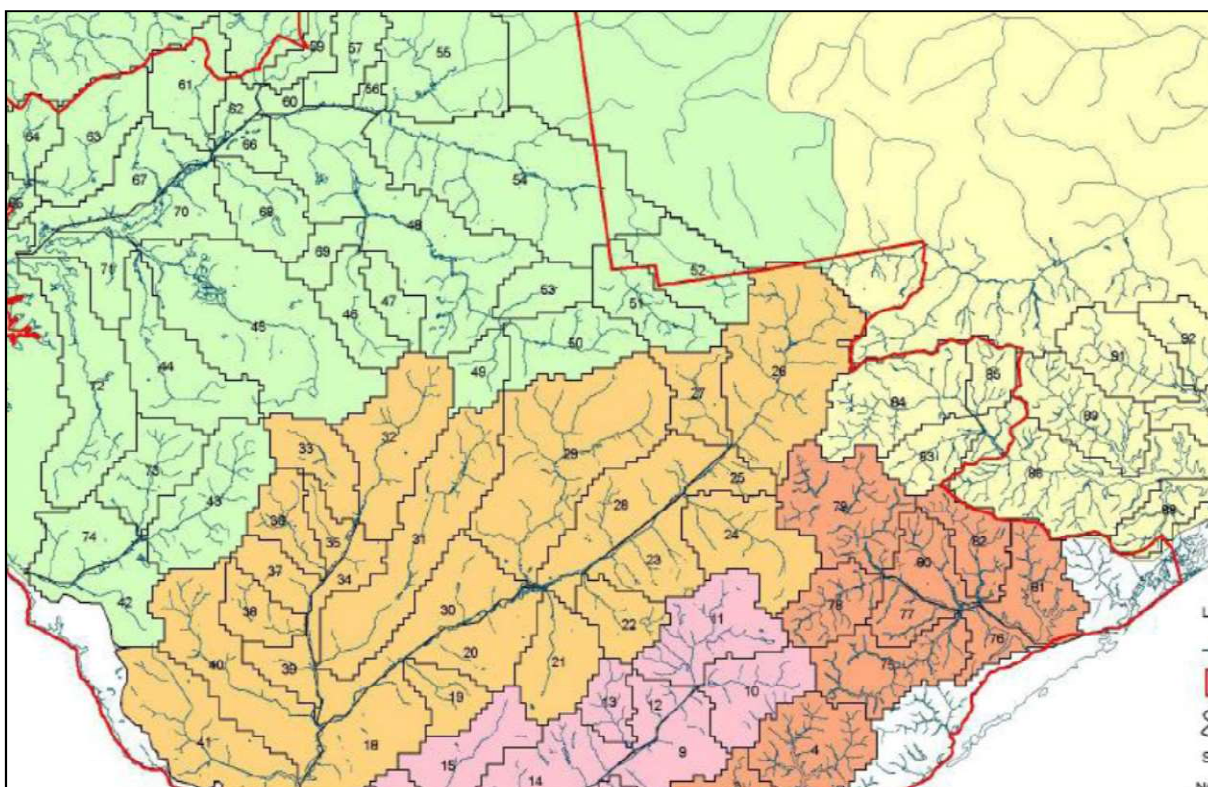


Figura 7.3: Principais bacias de Manaus

Fonte: PDDU, 2011.

Duas delas encontram-se integralmente na área urbana: a bacia hidrográfica do igarapé de São Raimundo e bacia hidrográfica do igarapé do Educandos e as demais três bacias hidrográficas têm parte de sua área fora do perímetro urbano.

O igarapé do Tarumã-Açu, que em seu trecho inferior corresponde ao limite ocidental da área urbana, apresenta diversos afluentes de sua margem esquerda nascendo na Reserva Ducke e percorrendo as Zonas Norte e Oeste de Manaus.

7.3 ABASTECIMENTO DE ÁGUA

O abastecimento público da cidade de Manaus é de responsabilidade da Concessionária Águas de Manaus da empresa AEGEA desde meados de junho de 2018.

O abastecimento da cidade ocorre de forma superficial e por poços subterrâneos.

A seguir, na Figura 7.4 apresenta-se o relatório fotográfico obtido nos trabalhos de campo realizados no âmbito deste PERH. A localização das infraestruturas de abastecimento de água da cidade de Manaus está ilustrada na Figura 7.5.

A produção de água para a cidade de Manaus é baseada em quatro captações superficiais no Rio Negro complementada por poços tubulares profundos (Sistema Poços), que captam água no aquífero subterrâneo Alter do Chão. As captações superficiais são assim denominadas:

- ✚ Sistema Ponta do Ismael (ETA I e ETA II);
- ✚ Sistema Mauzinho (ETA Mauzinho); e
- ✚ Sistema Ponta das Lajes (ETA PROAMA).



Figura 7.4: Relatório fotográfico - abastecimento de água de Manaus

Fonte: Magna Engenharia Ltda



Figura 7.5: Sistema de abastecimento de Manaus

Fonte: ARSAM. Agência Reguladora dos Serviços Públicos Concedidos do Estado do Amazonas.

O Quadro 7.3 mostra a distribuição da produção de água no município.

Quadro 7.3: Produção atual de água nos sistemas do município de Manaus

Sistema de captação	Vazão (l/s)
Ponta do Ismael - ETA I	4.000
Ponta do Ismael - ETA II	3.300
Mauazinho	220
PROAMA	2.500
Poços	1.500
Total	11.520

Fonte: PMSB (2014).

Sistema Ponta do Ismael

Este sistema de produção está localizado na zona oeste da cidade, junto à esquerda do Rio Negro dispõe de duas estações de tratamento de água denominadas ETA I e a ETA II (Figura 7.6).



Figura 7.6: Vista do complexo produtor Ponta do Ismael

A maior cota de cheia verificada no local foi de 29,97m em 2012 e a menor cota de vazante foi de 13,63m em 2010.

- Captação e EEAB-1 da ETA I: A captação e a EEAB para a ETA I consiste de tomada por tubulões de concreto dentro dos quais, a cerca de 30m de profundidade estão instaladas as bombas de eixo vertical. A câmara de comando dos conjuntos eletromecânicos e a subestação da elevatória estão instaladas numa plataforma na parte superior da estrutura. A EEAB-1 abriga seis conjuntos motobombas, sendo cinco conjuntos com potência de 700 cv e um conjunto de 500 cv de potência. O sistema tem capacidade para deslocar 4,1 m³/s.
- Captação e EEAB-2 da ETA II: Esta captação tem as mesmas características que a EEAB I diferindo basicamente quanto à sua capacidade. Ela abriga quatro conjuntos motobombas e tem capacidade para recalcar entre 4,0 e 5,0 m³/s.

Atualmente, a ETA I tem capacidade de tratamento de 4,0 m³/s. A ETA II está localizada próxima à ETA I, no interior do mesmo Complexo Produtor da Ponta do Ismael e possui capacidade de produção de 3,3 m³/s de água tratada.

Sistema Mauzinho

A ETA Mauzinho está localizada na parte leste da cidade, no bairro Mauzinho, junto às margens do Rio Negro (Figura 7.7). Além de abastecer parte da demanda residencial de Manaus esta ETA é responsável pelo abastecimento de outras áreas situadas no seu entorno.



Figura 7.7: Estação de tratamento de água de Mauzinho

Fonte: ARSAM – Relatório Anual de Atividades 2016.

Na época da elaboração do PMSB estava prevista a sua desativação no ano de 2015 e a região atendida por ela passaria a ser atendida a partir de adutora com água tratada proveniente da ETA I do Sistema Ponta do Ismael.

Originalmente, a captação de água bruta é feita através de uma tubulação de tomada de água com diâmetro de 500 mm e extensão de com 800 m, que avança dentro do rio Negro e conduz a água para o poço de sucção da EEAB. Neste local estão instalados três conjuntos motobombas, sendo dois de 200 CV e um de 125 CV. A ETA Mauzinho tem capacidade para tratar 0,22 m³/s.

Sistema PROAMA

Este sistema está localizado na margem esquerda do rio Negro e na zona leste da cidade e consiste de uma captação e de uma estação de tratamento de água (ETA PROAMA), com operação desde outubro de 2013.

A captação de água bruta (Figura 7.8) é realizada no local denominado Ponta das Lajes, junto ao rio Negro. A estrutura foi dimensionada para uma vazão 5,0 m³/s (cinco bombas instaladas).



Figura 7.8: Vista da Captação de Água Bruta (CAB) da Ponta das Lajes

Fonte: PMSB (2014).

A água captada ($5,0 \text{ m}^3/\text{s}$) é conduzida através de adutora até a ETA Ponta das Lajes, numa extensão de 5.300 m e 1.800 mm de diâmetro.

O atendimento das demandas do Complexo PROAMA é realizado através da ETA Ponta das Lajes no bairro Armando Mendes, cuja capacidade é de $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$.



Figura 7.9: ETA Ponta das Lajes

Fonte: PMSB (2014).

Sistema de Poços

O Sistema de Poços tem a função de incrementar a produção de água destinada ao abastecimento da cidade de Manaus.

Embora atualmente sejam imprescindíveis para o abastecimento, existe a intenção de desativar gradativamente estes poços à medida são realizadas as melhorias previstas nos sistemas que utilizam águas de superfície (rio Negro), garantido a cobertura de atendimento de toda a população urbana.

A localização dos poços que atualmente incrementam a produção de água do sistema de abastecimento de Manaus, de acordo com o PMSB (2014), está mostrada na Figura 7.10.

Alguns bairros e comunidades, não atendidos através do sistema principal de abastecimento, se utilizam exclusivamente de poços profundos (sistemas independentes de abastecimento de água). Estes grupos de usuários exploram 24 (vinte e quatro) poços profundos.

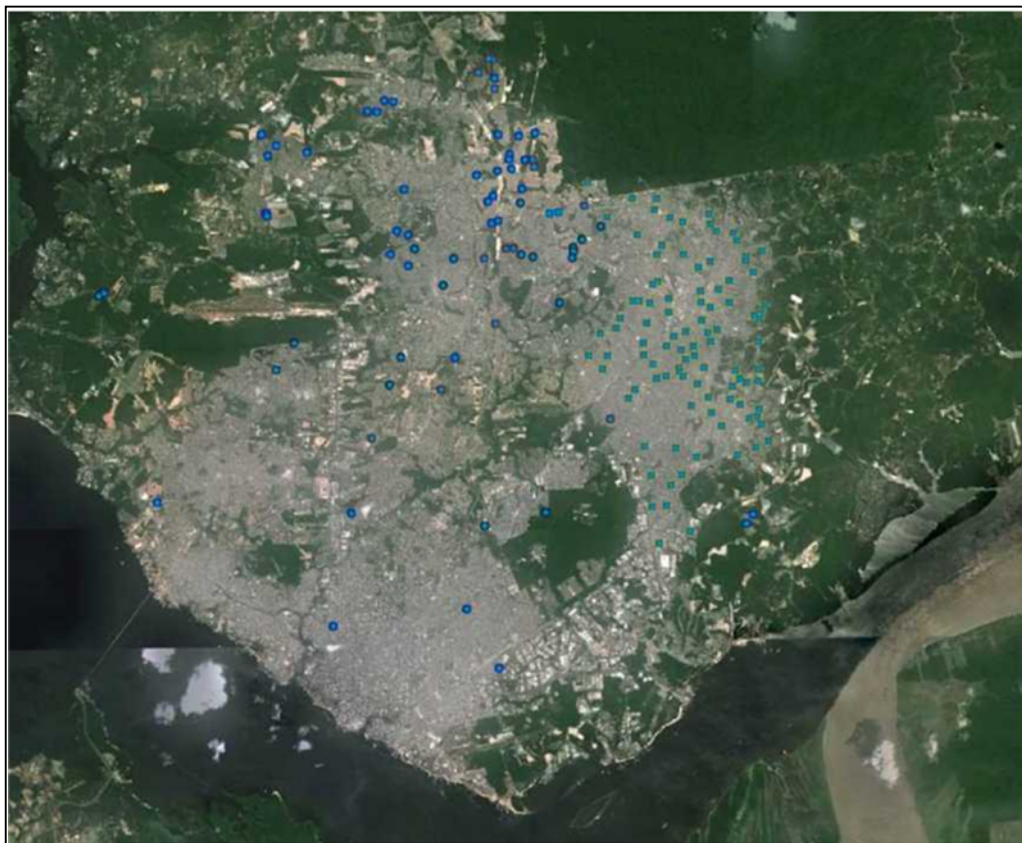





Figura 7.10: Localização dos poços tubulares profundos em Manaus.

Fonte: PMSB (2014).

De acordo com o PMSB (2014) existiam 179 poços em janeiro de 2014 dos quais 96 estavam em operação e 83 em situação de reserva. Sua distribuição dos poços em operação na cidade era a seguinte:

-  44 na região do PROAMA - Sistema Ponta das Lajes;
-  33 na região de influência atendida pelo Sistema Ponta do Ismael; e
-  19 em sistemas independentes isolados.

O volume médio mensal produzido em 2013 pelos poços foi de 3,77 milhões de m³ resultando numa vazão média de 1,43 m³/s.

Parte dos poços está situada nas áreas de abrangência das estações de tratamento de água (ETA) sendo que alguns em operação e outros em reserva.

7.4 SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO E RESERVAÇÃO

O sistema de adução de água em Manaus é composto de aproximadamente 102 km de tubulações, de diferentes matérias e com diâmetros variando de 300 a 1.250 mm. O tempo de operação predominante destas redes hidráulicas é da ordem de 20 anos, sendo que algumas têm mais de 50 anos.

A água tratada distribuída através de adutoras que tem início nas elevatórias EEAT2 (ETA 1) e EEAT3 (ETA II) e Mauazinho. Também existem outras que iniciam reservatórios dos Sistemas Isolados e que atendem áreas vizinhas através de redes secundárias.

O Sistema PROAMA tem adutora que interliga a ETA ao Reservatório Tancredo Neves tem capacidade para de 5,0 m³/s (DN 1.600 mm).

O Sistema Mocó tem origem na ETA-1 e distribui aos setores Castelhana, São Raimundo, Mocó, Educados, Petrópolis, Aleixo, Parque 10, Coroadó, Zumbi e Tancredo Neves.

O Sistema Alvorada inicia na ETA-2 e distribui a água ali produzida aos setores Compensa e Alvorada. A partir do Sistema Alvorada são atendidas as demandas dos setores Eduardo Gomes, Mundo Novo, Novo Israel, Terra Nova, Santa Etelvina, Cidade Nova, Núcleo 23, Mutirão, Cidade de Deus.

A água produzida na ETA Mauazinho é destinada às áreas do Distrito 1, Distrito 2 e bairro do Mauazinho enquanto que a água originada na ETA-PROAMA é destinada aos setores da Zona Leste e parte da Zona Norte da cidade.

Também fazem parte do sistema de distribuição de água as elevatórias e os reservatórios de acumulação não descritos neste documento.

População não Atendida pelo Abastecimento

Segundo o PMSB (2014) as populações e domicílios não atendidos em Manaus são aquelas indicadas no Quadro 7.4.

Quadro 7.4: Quantidade de habitantes e domicílios não atendidos pelo sistema coletivo de abastecimento de água de Manaus

Área de Influência	População (habitantes)	Domicílios (unidades)
ETA I	19.510	5.199
ETA II	61.342	15.883
ETA Mauazinho	10.339	2.617
ETA PROAMA	19.339	4.533
Sistemas Independentes	10.357	2.618
Sede - Não Atendidos	1.757	447
Total	122.644	31.267

Fonte: PMSB (2014).

Rede de Distribuição da Água

De acordo com o PMSB (2014) a água tratada é distribuída através de uma rede de tubulações com 3.537,33 km de comprimento cujos diâmetros variam de 32mm a 1200mm. Tal sistema de distribuição atendia os tipos de usuários e quantidades de economias indicadas no Quadro 7.5.

Quadro 7.5: Número de economias de água (dez/2013)

Categoria	Economias		
	Medidas	Não Medidas	Total
Mista	8.247	1.495	9.742
Público	1.317	24	1.341
Residencial	276.381	39.481	315.862
Industrial	206	14	220
Comercial	8.432	918	9.350
Total	294.583	41.932	336.515

Fonte: PMSB (2014).

Os principais indicadores do sistema de abastecimento público de água de Manaus são os indicados no Quadro 7.6.

Quadro 7.6: Indicadores do Sistema de Abastecimento de Água de Manaus.

Indicadores	Unidade
Cobertura de abastecimento	95%
Índice de Adesão ao Serviço Disponibilizado	72,63%
Número de Economias (Dez 2013)	336.515
Extensão de Rede de Distribuição	3.537,33 km
Volume de Reservação	214.946 m ³

Fonte: PMSB (2014).

Conforme o PMSB (2014) o sistema de abastecimento de água atende 72,63% da população do Município sendo constituído de mananciais superficiais, tubulações adutoras, estações de tratamento, “boosters”, reservatórios, poços e redes de distribuição caracterizados a seguir.

Mananciais

O principal manancial do município de Manaus é o Rio Negro. Este manancial sofre crescente contaminação por esgotos sanitários no percurso em frente à cidade de Manaus sem, no entanto, comprometer a qualidade da água devido a sua elevada capacidade (no mínimo 35.000 m³/s). Este rio é responsável por cerca de 87% dos volumes captados.

O manancial subterrâneo do município de Manaus fornece água de ótima qualidade, demandando apenas desinfecção com cloro para garantir a sua potabilidade. Entretanto, face à elevada taxa de exploração há risco de esgotamento de sua potencialidade num curto prazo.

Todas as quatro estações de tratamento de água de Manaus (duas na Ponta do Ismael, Mauzinho e Ponta das Lajes) utilizam o rio Negro como manancial cujas águas mantêm os níveis de oxigênio dissolvido e de DBO dentro dos limites definidos para um curso d'água de Classe II.

Diante da escassez de recursos financeiros, o abastecimento de água é priorizado em relação ao saneamento básico de forma que nos bairros onde os sistemas de coleta de esgotos são deficitários são muito utilizadas fossas (pouco eficientes) ou o esgoto é direcionado aos cursos de água. Além do baixo índice de cobertura do esgotamento sanitário, é prática usual também ligar os esgotos às tubulações de drenagem pluvial. Assim, os esgotos atingem diretamente os cursos de água que deságuam nos mananciais utilizados pelo município.

Captação, tratamento e adução da água

De maneira geral, as infraestruturas de captação e adução de água bruta são adequadas e suficientes para a população de Manaus. As estações de tratamento de água estão funcionando de forma adequada, embora demandam intervenções para otimização de seu uso.

Quanto às adutoras de água tratada, elas demandam a substituição e/ou a ampliação de alguns trechos, com o intuito de integrar o sistema Mauazinho ao Sistema Ponta do Ismael, bem como a eliminação de poços e substituição de trechos com problemas de corrosão e de diâmetros insuficientes.

Reservação e distribuição da água

A capacidade do sistema de reservação é suficiente para o atendimento da população num curto prazo. A sua utilização nos próximos anos deverá ser avaliada através de estudos específicos para seu manejo e para otimização do consumo de energia. Segundo o PMSB (2014) algumas unidades de reservação demandam serviços de manutenção das estruturas físicas a fim de evitar sua desativação.

Parte da extensa rede de adutoras de distribuição estão instaladas sob benfeitorias, decorrência da ocupação irregular do terreno, o que dificulta o acesso a realização dos serviços necessários para reduzir o elevado índice de perdas. A solução destes problemas permitirá maior controle das ligações domiciliares, aumentar o índice de domicílios com micromedição e reduzir os ramais clandestinos, e ou, fraudes.

Perdas

O elevado índice de perdas de água é certamente o principal problema do sistema de abastecimento de água de Manaus. Este aspecto fica evidente quando se constata que tal índice é da ordem de 60%. As estimativas das perdas constatadas em 2013 (segundo o PMSB, 2014) estão indicadas no Quadro 7.7.

Quadro 7.7: Balanço Perdas em 2013 (Situação Atual)

Tipo de Perda	Perdas	Perdas BH (Balanço Hídrico)	Perdas	Per Capita	Tipo de Perda
Perdas aparentes	35%	Volume de água não autorizado	26%	137,28	Fraudes em ligações factíveis / potenciais
					Fraudes em ligações inativas
					Fraudes em ligações ativas nos hidrômetros
					By-pass em ligações ativas
					Ramal clandestino em ligações ativas
		Volume de perdas por inexistência ou erros de medição	9%	47,52	Submedição fabricação dos hidrômetros
					Desgaste vida útil dos hidrômetros
					Superdimensionamento dos hidrômetros
Perdas reais	25%	Volume de vazamentos em redes e adutoras	20%	105,06	Vazamentos visíveis em adutoras e redes
					Vazamentos não detectáveis em adutoras e redes
					Vazamentos não detectáveis (inerentes)
		Volume de vazamento nos ramais prediais até o hidrômetro	4%	21,12	Vazamentos visíveis em ramais
					Vazamentos não detectáveis em ramais
					Vazamentos não detectáveis (inerentes) em ramais
		Perdas no sistema distribuidor	1%	5,28	Vazamentos diversos, inclusive nos reservatórios
Total		Perdas	60%	317	
		Consumo medido	40%	211	
		Soma	100%	528	

Fonte: PMSB (2014).

7.5 ESGOTAMENTO SANITÁRIO E LIMPEZA DOS IGARAPÉS

Quanto ao esgotamento a empresa responsável possui uma extensão superior à 500 quilômetros de redes coletoras de esgotamento sanitário. Possui duas ETEs no município de Manaus: ETE Tocantins (vide fotos) e ETE Timbiras.

A concessionária inclui nas suas estimativas os sistemas de coleta e tratamento de efluentes de conjuntos habitacionais.

Com base em algumas apresentações dadas pela Concessionária, 15% da coleta e tratamento é realizado diretamente pela concessionária e outros 15% contabilizado pelos conjuntos habitacionais ou sistemas isolados que estão espalhados pela cidade de Manaus.

A Secretaria Municipal de Limpeza e Serviços Públicos – SEMULSP, tem como uma das suas atribuições a realização de limpeza de igarapés da área urbana de Manaus. No ano de 2017 a limpeza de igarapés ocorreu em 88 pontos. O serviço é descrito como sendo o recolhimento dos resíduos sólidos da superfície da água e das margens dos igarapés, e

retirada de vegetação aquática para melhorar o escoamento da água. Os resíduos são dispostos no Aterro Municipal.

De janeiro a dezembro de 2017 foram realizadas 1.530 ações de limpeza nos igarapés de Manaus, sendo coletadas 8.096 toneladas de resíduos sólidos em uma extensão executada 375,4 km e área atendida de 7,5 quilômetros quadrados, o que correspondem a densidade de coleta de 21,6 ton/km e 1.079.4ton/km².

Informações do PMSB (2014) indicam que o sistema de esgotamento sanitário da cidade de Manaus é composto de 480 km de coletores, 60 estações de tratamento primário de esgoto e 49 estações elevatórias. Estas infraestruturas são operadas pela concessionária Manaus Ambiental S.A. As bacias hidrográficas da cidade de Manaus e as mencionadas infraestruturas estão indicadas na Figura 7.11.

Serviços de Esgotamento Sanitário Existentes

Os serviços de esgotamento sanitário da cidade de Manaus são realizados através de dois sistemas gerais:

- ✚ Sistema Integrado Educandos que abrange os bairros Betânia, Santa Luzia, Morro da Liberdade, Educandos, Crespo e parte dos bairros Centro, Colônia Oliveira Machado, São Lázaro, Distrito Industrial, Praça 14 de Janeiro, Vila Buriti, Japiim e Raiz; e
- ✚ Sistemas Isolados: conjunto de sistemas menores distribuídos em toda a área urbana do município e que atendem basicamente conjuntos habitacionais e condomínios.

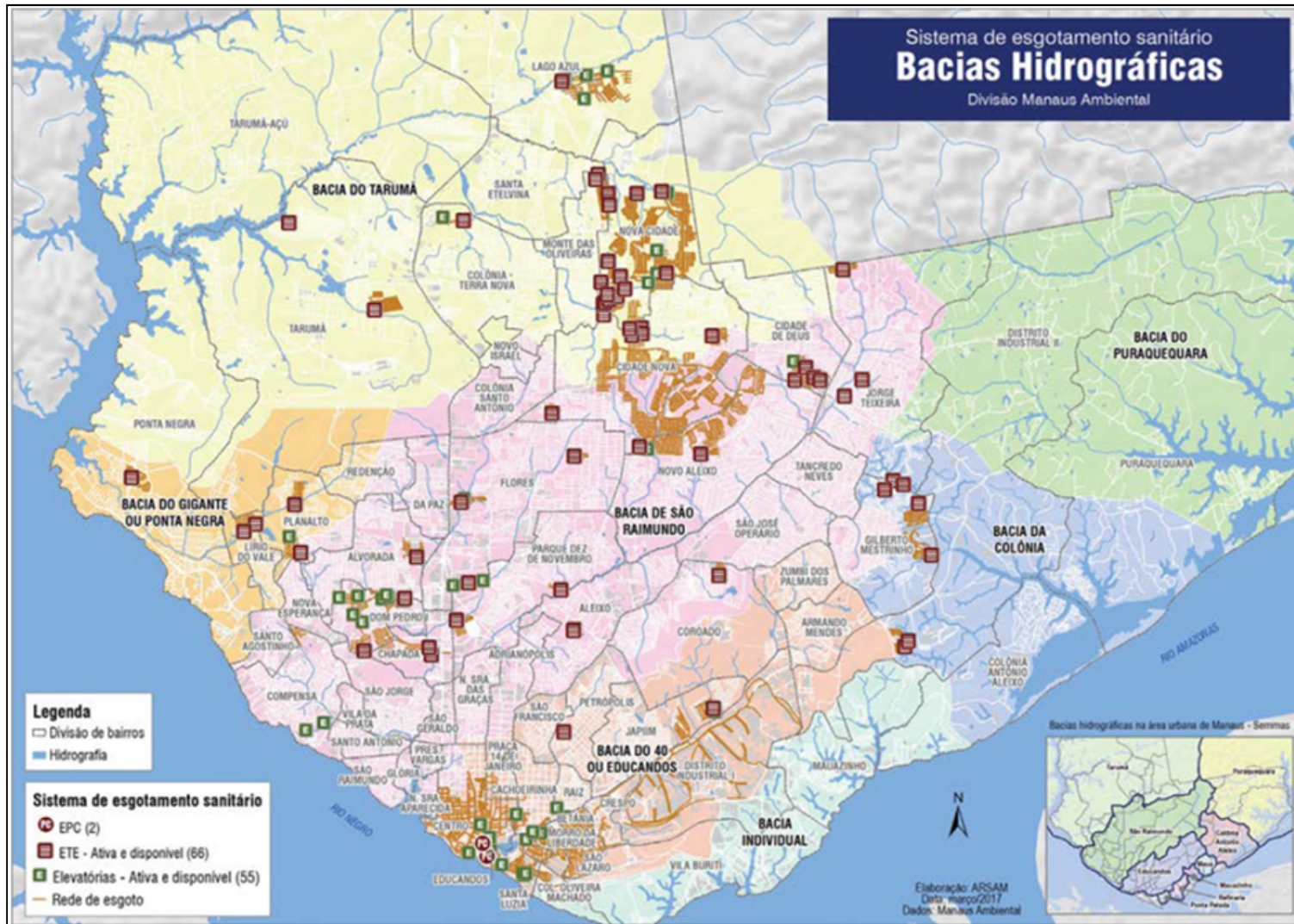


Figura 7.11: Bacias hidrográficas e de esgotamento sanitário da cidade de Manaus.












Fonte: PMSB (2014).

1. Sistema Integrado Centro-Educandos

Este sistema engloba duas bacias de esgotamento (Centro e Educandos), sendo constituído de um conjunto de redes coletoras, coletores troncos, estações elevatórias de esgoto (EEE's), estações de pré-condicionamento (EPC's) e de um emissário subfluvial. De acordo com a ARSAM (2010)⁵⁵, tal emissário é constituído em tubo de PEAD com diâmetro de 1000 mm, inicia na EPC localizada na sub-bacia de Educandos e se estende por 3.600 m, desembocando a 1.484 m da margem esquerda do rio Negro.

O Sistema Centro é composto por cerca de 41 km de rede coletora e três elevatórias (EEE): (i) EEE Pedro Botelho; (ii) EEE Igarapé de Manaus e (iii) EEE Bittencourt. Estas três EEE's recalcam o esgoto para EEE Centro, e esta, para a torre de equilíbrio localizada na EPC Educandos.

O Sistema Educandos é composto por cerca de 53 km de rede coletora e 11 elevatórias, que recalcam os efluentes para a EPC Educandos. As elevatórias deste sistema são as seguintes:

-  EEE Manuel Urbano;
-  EEE Sá Peixoto;
-  EEE Colônia Oliveira Machado I;
-  EEE Colônia Oliveira Machado II;
-  EEE Colônia Oliveira Machado III;
-  EEE Morro da Liberdade;
-  EEE Santa Luzia;
-  EEE Betânia;
-  EEE Mestre Chico;
-  EEE Gilberto Mestrinho; e,
-  EEE Raiz

O Subsistema do Distrito Industrial tem aproximadamente 35 km de redes coletoras e com disposição final na EPC Educandos. O conjunto Atilio Andreazza também faz parte deste subsistema, sendo atendido por uma rede coletora de 3,6 km.

A Estação de Pré-Condicionamento Educandos (EPC-Educandos) recebe o esgoto coletado pelo sistema Educandos/Centro o qual passa por tratamento preliminar consistindo de gradeamento (peneiras rotativas) retendo os sólidos grosseiros a médios e também por desarenador. A partir desta EPC o esgoto é encaminhado para o emissário subfluvial.

2. Sistemas Isolados

Os sistemas isolados são equipamentos de saneamento que atendem a conjuntos habitacionais e/ou loteamentos para coleta, transporte e tratamento de efluentes. Foram construídos pelo poder público ou pelo setor privado, porém os serviços de operação e de manutenção são realizados pela Concessionária Manaus Ambiental S.A. Os sistemas isolados existentes e respectivas capacidades estão indicados no Quadro 7.8.

Quadro 7.8: Sistemas isolados de esgotamento sanitário de Manaus.

Tipo de Tratamento	Sistema	Unidade	Capacidade (l/s)
Aeração/Batelada	Viver Melhor	Viver Melhor	94
Deep Shafft	Nova Cidade - Panamá	Graúna (Panamá)	41,5
Fossa Filtro Ecológica	Mindú	Cidade de Deus	1
	Viver Melhor III	Viver Melhor III	2,2
Lagoa de Estabilização	Nova Cidade - Área 13	Lagoa Área 13	21
	Nova Cidade - Área 14	Lagoa Área 14	5
Lodos Ativados	Barra Bela	Barra Bela	0,68
	Eldorado	Eldorado	13
	Eliza Miranda	Eliza Miranda	16,5
	Jornalistas	Jornalistas	7
	Ouro Verde	Ouro Verde	3,2
	Samambaias	Samambaias	0,5
	Timbiras	Timbiras	130
Mizumo - UASB	Bombeamento	Bombeamento I	2,3
		Bombeamento III	2,3
	Sapolândia	Sapolândia I	2,3
		Sapolândia II	3,5
	Viver Melhor II	Viver Melhor II	3,5
Pré-Condicionamento	Centro-Educandos	Educandos	580
UASB - Lodos Ativados	D.K.T.	Tocantins	26
	João Bosco II	João Bosco Aleixo	1,17
	Ozias Monteiro	Ozias Monteiro	0,5
	Petrópolis	Petrópolis	0,5
	Vista Bela	Vista Bela	2,9
Valo de Oxidação	Déborah	Déborah	6
Total			966,0

Fonte: PMSB (2014)

Também faz parte do sistema de esgotamento sanitário de Manaus um conjunto de 34 equipamentos (fossas e filtros) com capacidades individuais diversas, variando de 0,35 l/s até 9,5 l/s. A capacidade total destes equipamentos em Manaus é da ordem de 57,1 l/s.

Os equipamentos e sistemas antes mencionados estão associados às redes coletoras da cidade de Manaus, compostas de 478.172 m de tubulações e 8.443 unidades de poços de visita (PV).

3. Ligações e Economias Atendidas

De acordo com o PMSB (2014) o sistema de esgotamento sanitário de Manaus apresentava em janeiro daquele ano 37.792 ligações que, por sua vez, atendia a 41.872 economias, distribuídas conforme indicado no Quadro 7.9.

Quadro 7.9: Quantidades de ligações e de economias do sistema de esgotos de Manaus

Categoria	Ligações	Economias
Residencial	35.426	38.309
Industrial	102	104
Público	153	158
Comercial	1.774	2.390
Mista	337	911
Total	37.792	41.872

Fonte: PMSB (2014)

7.6 DRENAGEM URBANA: ASPECTOS HIDROLÓGICOS E QUALIDADE DA ÁGUA

A cidade de Manaus é limitada ao sul, oeste e leste pelo Rio Negro, pelo igarapé Tarumã-Açú e pelo Rio Puraquequara, respectivamente (Figura 7.12). Abrange, parcial ou integralmente, cinco sub-bacias hidrográficas do Rio Negro, quais sejam: Educandos, São Raimundo, Tarumã, Puraquequara e Rio Negro. Conforme o PDDU (2011), a área de drenagem urbana é da ordem de 412,2 km² e a extensão dos cursos de água (igarapés) é de 70 km.

As bacias hidrográficas no perímetro urbano (e respectivas áreas aproximadas) são: Educandos (44,6 km²), São Raimundo (114,8 km²), Tarumã (169,3 km²), Puraquequara (39,6 km²) e Rio Negro (43,9 km²). As duas primeiras estão integralmente no perímetro urbano e abrangem cerca de 80% da população da cidade vive dentro de seus limites. As três bacias restantes tem parte de suas áreas dentro do perímetro urbano.

O Governo do Estado do Amazonas instituiu o programa Prosamim com o intuito de melhorar condições ambientais e físicas da drenagem urbana de Manaus. São constados os seguintes problemas nos sistemas de drenagem: elevados riscos de inundações de áreas urbanas, baixa qualidade da água nos igarapés, baixa sustentabilidade ambiental e baixa participação da população nas ações de sustentabilidade. As ações propostas pelo Programa são, entre outras:

- a) recuperação e preservação das condições naturais dos cursos de água situados dentro do perímetro urbano;
- b) eliminação das descargas de esgotos domésticos e industriais sem o devido tratamento;
- c) aumento dos níveis de cobertura de coleta dos resíduos sólidos e melhorias na sua disposição final;
- d) implementação de sistema de gestão adequado com vistas à sustentabilidade das obras e intervenções ambientais; e
- e) promover e incentivar a participação da comunidade na definição das ações necessárias para dar sustentabilidade às ações.

As características das bacias e sub-bacias hidrográficas que compõem o sistema de drenagem urbana de Manaus estão descritas no Volume 1 do PDDU de Manaus e

suscintamente descritas a seguir. Os cursos de água prioritários para levantamentos cadastrais visando as futuras obras de drenagem estão indicados na Figura 7.13.

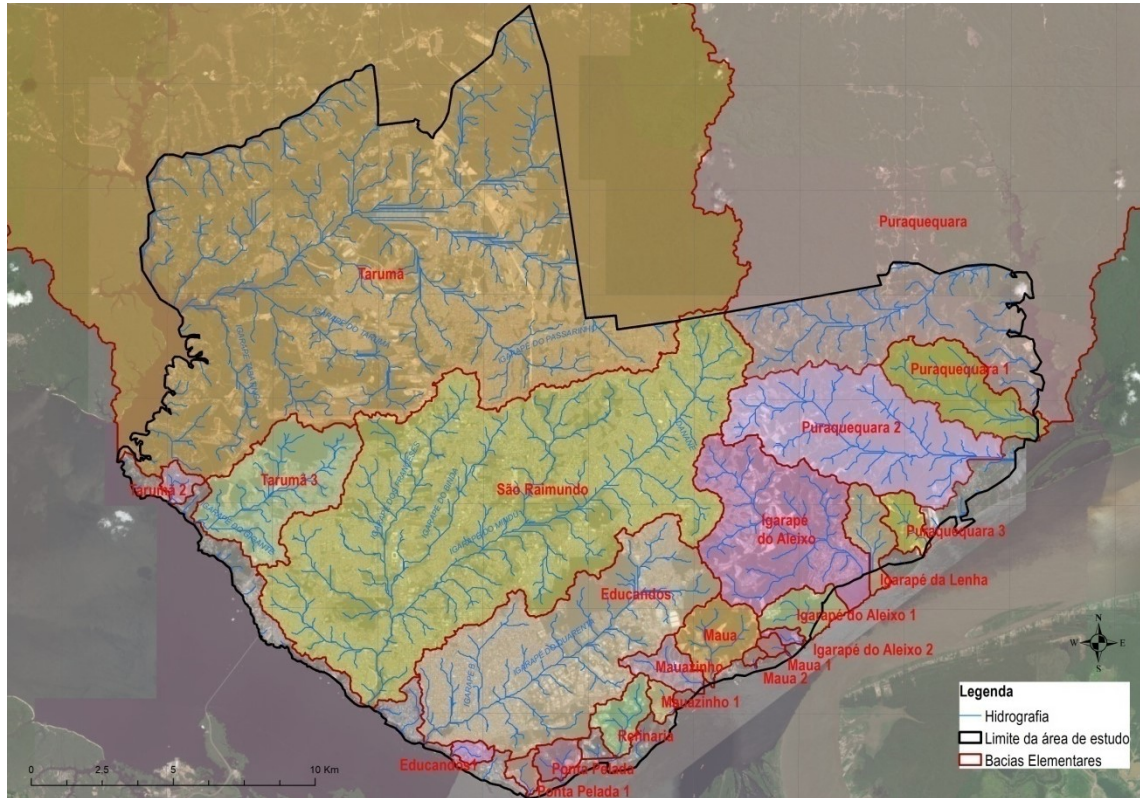


Figura 7.12: Principais Bacias hidrográficas de Manaus.

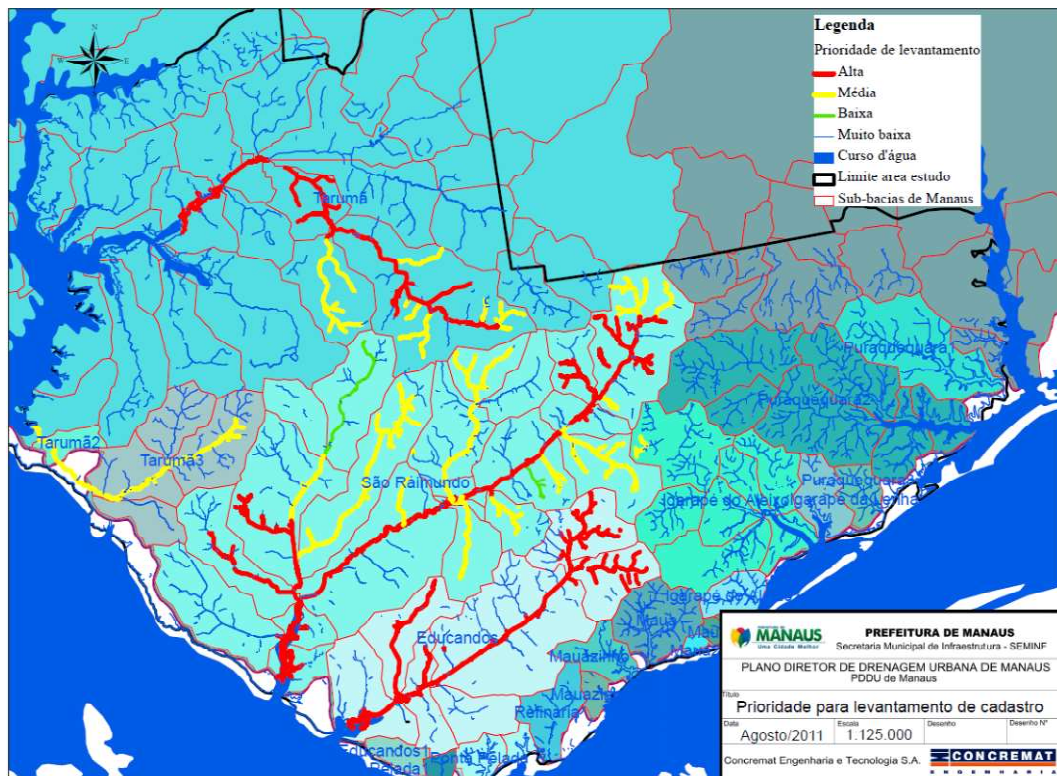


Figura 7.13: Prioridade de levantamento cadastral para obras de drenagem na cidade de Manaus.

Fonte: PDDU (2011).

O Igarapé do Quarenta tem uma extensão de 12 km e drena uma área de 38km². A calha deste igarapé, dentro do programa Prosamim, em 2011 encontrava-se em obras de ampliação de sua capacidade e estabilização de taludes (Figura 7.14).



Figura 7.14: Obras de ampliação do igarapé do Quarenta.

Fonte: PDDU (2011).

Outros igarapés afluentes do Quarenta também estão recebendo obras para aumentar a sua capacidade e urbanização de seu entorno. É o caso do igarapé Manaus (Figura 7.15) cuja área de drenagem é de 1,25 km² e extensão é de 2.300 m.



Figura 7.15: Canalização do igarapé Manaus: a) trecho final e b) em estado natural

Fonte: PDDU (2011).

Conforme o PDDU de Manaus os demais igarapés afluentes do Quarenta também receberão melhorias em suas calhas e entornos. De maneira geral, nos trechos de maior vazão, próximo ao desemboque no Quarenta, receberão seção trapezoidal aberta (em concreto, gabiões tipo Reno, grama, etc.) e nos trechos próximos às cabeceiras galerias em seção trapezoidal ou circular. Em alguns trechos de igarapés bastará a realização de serviços de limpeza e/ou pequenas intervenções.

Algumas características hidrográficas dos igarapés afluentes do Quarenta são as seguintes: igarapé Bittencourt (A=0,25 km² e L=870m), igarapé Mestre Chico (A=2,27 km² e L= 2.430m), igarapé Cachoeirinha (A=5,62 km² e L= 4.700 m), igarapé da Freira (A=1,27 km² e L=1.550 m), igarapé das Nações (A=0,4 km² e L=500 m), igarapé da Raiz (A=1,05 km²), igarapé do Cajual (A= 0,32 km²), igarapé da Liberdade (A=5,6 km²) e igarapé da Betânia (A=1,67km²).

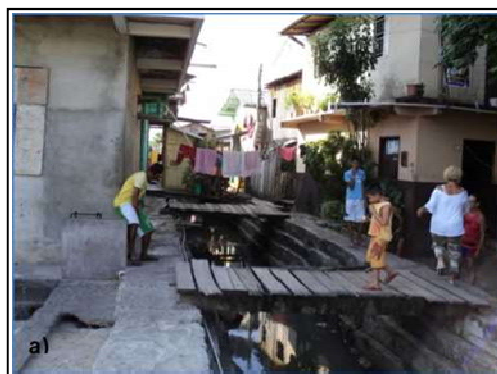
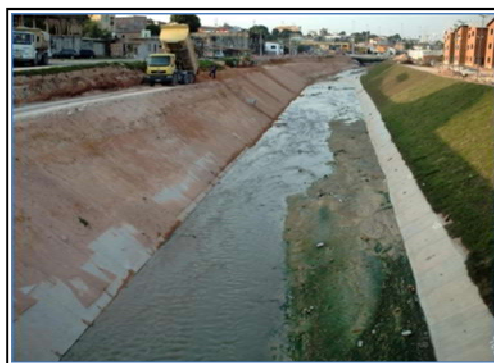


Figura 7.16: Igarapé do Cachoeirinha (em obras) e igarapé da Liberdade, com leito revestido em gabioes.

Fonte: PDDU (2011).

Os igarapés situados no centro da cidade foram canalizados no final do Século XIX e início do Século XX pelos ingleses na forma de abóbodas em alvenaria e/ou pedras. Esta área, por diversos motivos, está sujeita a alagamentos nos períodos chuvosos.

Os dimensionamentos hidráulicos realizados em obras do programa Prosamim indicaram a presença de elevadas vazões nas mais diversas seções do igarapé Educandos (Quadro 7.10) bem como de afluentes do mesmo (Quadro 7.11).

Quadro 7.10: Vazões de projeto e declividades na igarapé Educandos

Local	Vazão (m ³ /s)			Declividade média (m/m)
	TR 25 anos	TR 50 anos	TR 100 anos	
BA-10 - Rua Javari	98,351	107,698	116,652	0,001461
BA-9 – Ig. 31 de Março	106,150	116,188	125,665	0,001461
BA-8 - Av. Perimetral	109,453	119,831	129,642	0,001461
BA-6 - Av. Rodrigo Otávio	110,305	120,708	130,510	0,001461
BA-5 – Ig. Freira	120,390	131,316	141,632	0,001461
BA-3 - Av. Costa e Silva	134,592	146,967	158,547	0,001461
BA-2 – Ig. Liberdade	144,549	157,495	169,513	0,001461
BA-1 - Av. Maués	165,995	180,708	194,51	

Fonte: PDDU (2011). Modificada por Magna Engenharia Ltda.

Quadro 7.11: Vazões de projeto e declividades nos igarapés afluentes do Educandos

Local	Vazão (m ³ /s)			Declividade média (m/m)
	TR 25 anos	TR 50 anos	TR 100 anos	
Ig. Cachoeirinha	48,399	52,375	56,092	0,004
Ig. Liberdade	12,121	13,000	13,838	0,002
Ig. Betânia	19,345	20,837	22,233	0,002
Ig. Le	13,227	13,579	13,907	0,002
Ig. Raiz	11,921	12,851	13,728	0,002
Ig. Vovó	34,088	36,994	39,713	0,002
Ig. Freira	13,567	14,670	15,703	0,002
Ig. Japim	11,772	12,153	12,508	0,002
Ig. Buriti	9,386	10,209	10,984	0,002
Ig. Semp	7,749	7,947	8,133	0,002
Ig. 31 de Março	19,581	21,213	22,749	0,002
Ig. Javari	22,328	24,258	26,070	0,002

Fonte: PDDU (2011). Modificada por Magna Engenharia Ltda.

Igarapé do São Raimundo

A bacia hidrográfica deste igarapé está totalmente inserida na área urbana de Manaus sendo responsável pela drenagem de grande número de bairros e abrange cerca de 114,8 km². A exemplo do igarapé Educandos, dentro do programa Prosamim, diversos igarapés que compõem esta bacia receberão obras de melhoria de sua capacidade e de urbanização.

As extensões dos cursos de água tributários desta bacia são: igarapé do Mindú com extensão de 17 km, igarapé dos Franceses (L= 9,7 km) que tem como afluente o igarapé Bindá (L=8,2km) e desemboca no igarapé Cachoeira Grande. O igarapé Sapolândia é outro contribuinte importante desta bacia bem como o igarapé do Franco (L=5,5 km) - Figura 7.17.

O igarapé Cachoeira Grande é formado pela confluência do Mindu e igarapé dos Franceses, tem 5,2 km de extensão e desemboca no igarapé São Raimundo. Finalmente, o igarapé São Raimundo (L=1,9 km) é formado a partir da confluência dos igarapés Cachoeira Grande e Franco, desemboca no Rio Negro formando um estuário (Figura 7.18).



Figura 7.17: Ponte sobre o igarapé do Mindú e vista geral do igarapé Sapolândia.



Figura 7.18: Estuário do igarapé São Raimundo no Rio Negro.

Fonte: PDDU (2011).

Até aqui, falou-se a respeito da infraestrutura de macrodrenagem de Manaus. No entanto, os igarapés de Manaus, além de estarem condicionados ao regime de chuvas nas suas bacias de contribuição, estão condicionados aos níveis no rio Negro. Assim, as inundações ribeirinhas que ocorrem ao longo da orla de Manaus, ao longo do rio Negro, decorrem, na maioria das vezes, das contribuições do rio Solimões e dos seus afluentes da margem direita, que acabam por represar as águas do rio Negro, elevando os níveis de água. Essas cheias apresentam um longo tempo de percurso, característica de grandes bacias de contribuição com pequena declividade.

Assim, com base nos dados de nível no porto de Manaus (Estação ANA 14990000)⁵⁶, observou-se uma média histórica dos níveis máximos anuais no porto de Manaus igual a 27,88 m com desvio padrão de 1,15 m, considerando-se o período de 1903 a 2018.

A Figura 7.19 apresenta as cheias que ocorreram em Manaus desde 1903, onde é apresentado um valor de cota máxima diária por ano. O ano em que a cota máxima foi mais baixa (cheia mínima histórica) foi em 1926, quando a cota máxima registrada foi 21,77 m. Já a maior enchente registrada foi em 2009, quando o rio Negro atingiu a cota de 29,77 m.

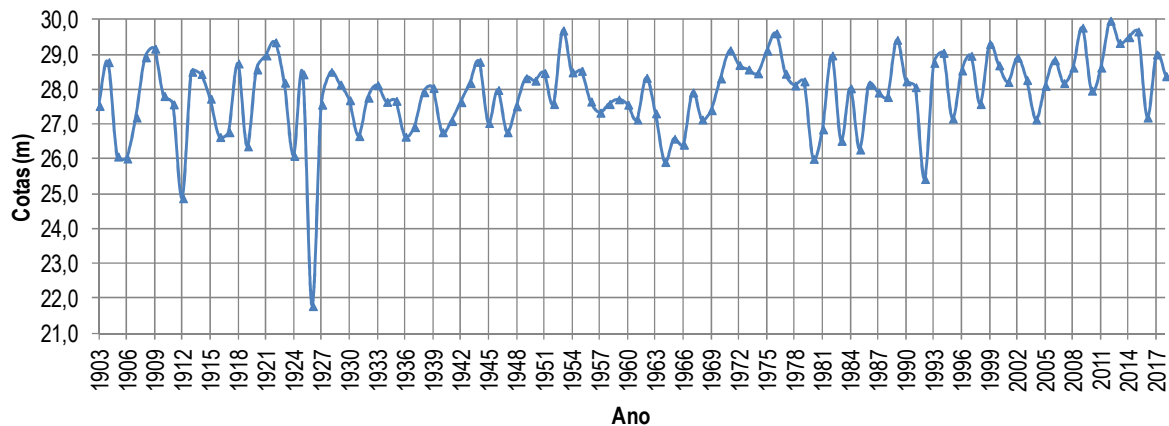


Figura 7.19: Cotas máximas anuais no porto de Manaus (Estação ANA 14990000).

A partir de uma análise estatística de extremos com Weibull, chegou-se aos valores de cotas de inundação para diferentes tempos de recorrência (TR) apresentados no QUADRO. Foi estudado também um ajuste por Gumbel, mas, este não se mostrou adequado quando comparado com distribuições empíricas aplicadas aos valores observados.

Quadro 7.12: Cotas de água máximas no porto de Manaus para diferentes tempos de retorno (TR)

Tempo de Retorno TR, em anos	Cota Máxima (m)
2	28,05
5	28,85
10	29,19
25	29,51
50	29,70
100	29,87

Dessa forma, a Figura 7.20 apresenta a delimitação das áreas inundáveis em Manaus com tempo de retorno igual a 100 anos. Esse limite considera apenas a inundação ribeirinha e não a coincidência entre eventos extremos nas bacias de contribuição inseridas no município e níveis máximos no rio Negro. Neste caso, o rio Negro represaria as águas dos igarapés, aumentando as áreas alagadas. Um estudo com estas características está apresentado no Plano Diretor de Drenagem Urbana de Manaus (PDDU, 2011). O modelo digital de elevação (MDE) foi elaborado a partir do produto Alos Palsar, que é um modelo de alta resolução com pixel com 12,5 m, disponibilizado pela NASA⁵⁷.

⁵⁶ Foram utilizados os dados consistidos e cedidos pela CPRM.

⁵⁷ Disponível em: <https://www.asf.alaska.edu/>

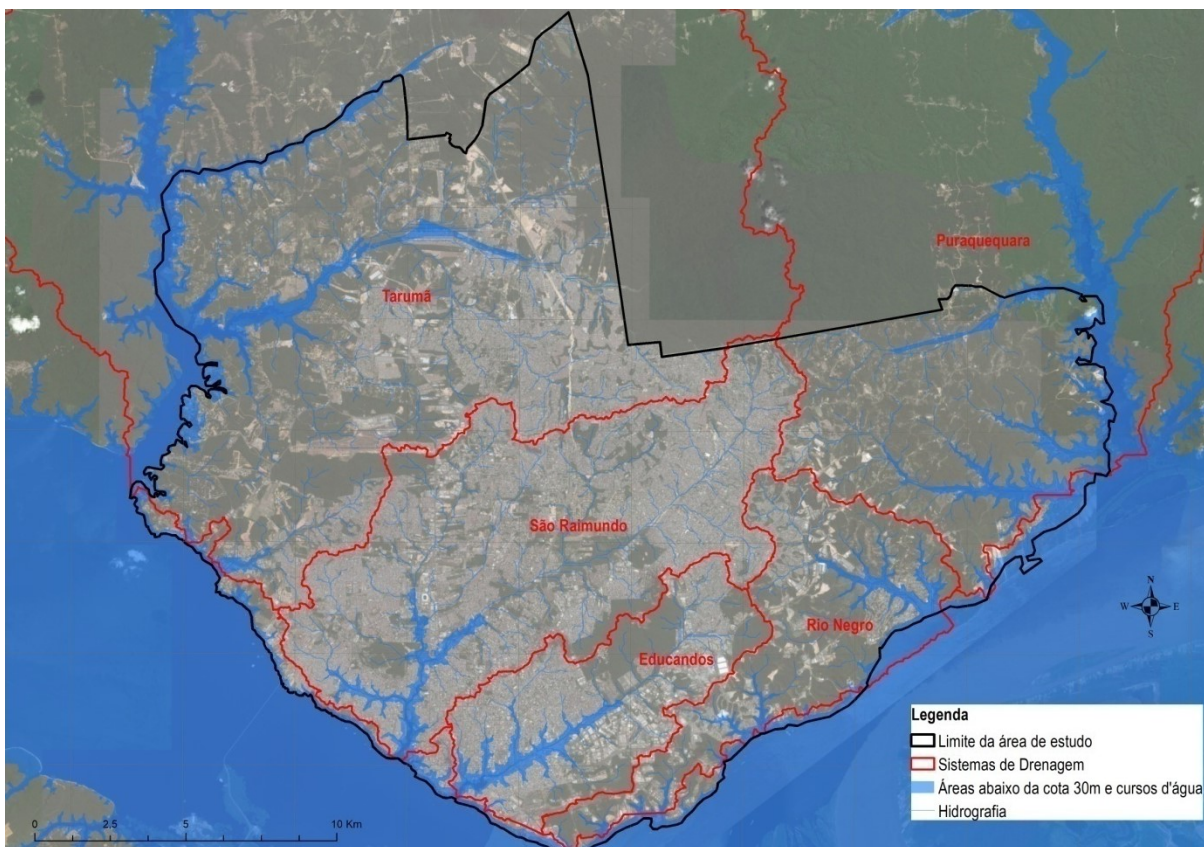


Figura 7.20: Áreas inundáveis em Manaus com TR 100 anos.

7.7 SITUAÇÃO ATUAL DA DRENAGEM URBANA DE MANAUS

Conforme o PDDU de Manaus (2011), a associação de forte crescimento desordenado com as dificuldades para o provimento de infraestrutura adequada de drenagem e deficiente fiscalização do uso do solo urbano conduziu à ocupação das áreas de proteção e dos próprios leitos dos igarapés através de invasões e edificações ilegais e/ou inadequadas. O aumento das áreas impermeabilizadas bem como o lançamento de resíduos sólidos nas vias e nos igarapés aumentou o grau dos problemas de drenagem.

Ainda de acordo com o PDDU (2011) o alagamento de espaços urbanos em Manaus se deve aos seguintes fatores, entre outros:

- ✚ aumento de vazões de drenagem associadas à insuficiência das infraestruturas (galerias, bueiros, etc.) e dos próprios igarapés para escoamento;
- ✚ redução da capacidade das infraestruturas de drenagem e corpos de água devido a entupimentos, obstruções e assoreamentos;
- ✚ ausência ou insuficiência de dispositivos de captação das água pluviais;
- ✚ uso irregular, inclusive edificação em áreas inundáveis, apesar das proibições estabelecidas no Decreto Municipal nº 93 de 28 de agosto de 1969;
- ✚ causas diversas (ocupação dos espaços sobre obras de canalização, erosões e assoreamentos, lançamento de efluentes “in natura”, manutenção inadequada ou inexistente das infraestruturas, etc.).

7.8 ÁREAS PROTEGIDAS

As áreas protegidas (Unidades de Conservação/UC) do município estão apresentadas em item específico deste Relatório (Item Identificação de áreas com restrição de uso visando a proteção de recursos hídricos). O município possui 23 Unidades de Conservação.

De acordo com as informações repassadas à Consultora pela Prefeitura Municipal de Manaus a criação das áreas de preservação permanente do município de Manaus tem relação direta com a preservação das águas, citando a APA Tarumã/Ponta Negra e a Nascentes do Mindu.

Projeta-se a criação de mais uma UC, o Parque Nascentes do 40, envolvendo as nascentes do Igarapé do 40. Esta UC terá participação do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA) onde atuará com um programa de monitoramento da qualidade da água.



8 PROGNÓSTICO E CENÁRIOS FUTUROS DOS RECURSOS HÍDRICOS

8 PROGNÓSTICO E CENÁRIOS FUTUROS DOS RECURSOS HÍDRICOS

Neste capítulo é apresentada e discutida a metodologia para elaboração de Cenários do Prognóstico do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Amazonas (PERH/AM), suas diretrizes e intervenções necessárias.

8.1 PROPOSIÇÃO DE CENÁRIO TENDENCIAL E DE CENÁRIOS ALTERNATIVOS

8.1.1 Bases e Estruturação do Plano

O Plano Estadual de Recursos Hídricos do Amazonas (PERH/AM) foi elaborado tendo por base as características das bacias, sub-bacias, unidade de planejamento hídrico (UPH) e os atores intervenientes nos processos de produção e de uso dos recursos hídricos, de forma a definir para a gestão dos mesmos no Estado.

Em razão de seu caráter estratégico para o Amazonas, o planejamento dos recursos hídricos das bacias hidrográficas dos rios estaduais e/ou que cortam o seu território, o presente estudo envolveu a avaliação da situação atual das bacias e sub-bacias hidrográficas. Foram avaliados aspectos referentes ao meio físico e quanto aos aspectos mutáveis (população, economia, cobertura vegetal, uso do solo, etc.), notadamente aqueles ligados às ações antrópicas e às demandas hídricas. Destas avaliações resultou o Diagnóstico dos recursos hídricos do estado do Amazonas.

A metodologia de utilizada para os estudos de Prognóstico considerou, entre outros, os seguintes aspectos:

- ✚ estar em acordo com modelo de gestão de recursos hídricos em implantação no país;
- ✚ as limitações inerentes ao fato de ser o primeiro plano de recursos hídricos elaborado para o estado do Amazonas;
- ✚ os estudos setoriais elaborados nos anos recentes no âmbito estadual e regional, desde que relevantes para o PERH/AM os quais fornecerão os dados secundários para a elaboração do estudo;
- ✚ o Programa Amazônia Sustentável (PAS), o Zoneamento Ecológico Econômico da Amazônia e o Zoneamento Ecológico Econômico do Purus;
- ✚ mecanismos para tradução do PERH como um acordo no âmbito dos recursos hídricos do estado do Amazonas, contando com a participação dos diversos gestores do Estado.

Em acordo com o exposto, os estudos de Prognóstico serão compostos das seguintes partes:

- a) Diagnóstico: retrata a realidade a realizado dos recursos hídricos no estado;
- b) Cenários: onde serão abordados os aspectos relacionados à situação dos recursos hídricos das bacias e sub-bacias presentes no estado, considerando: (i) um cenário tendencial; (ii) cenários alternativos; e (iii) as alternativas de compatibilização entre as disponibilidades e demandas hídricas; e

Ainda, a elaboração do PERH conta com a participação de órgãos gestores do estado bem como de instituições federais presentes no Amazonas. Destaca-se a participação da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SDS) e da Secretaria Executiva de Geodiversidade e Recursos Hídricos (SEGEORH) face à relação estreita com os recursos hídricos.

A partir do diagnóstico do PERH foram avaliadas algumas evoluções do quadro atual dos recursos hídricos passíveis de ocorrer em razão de diferentes conjunturas, originando os diversos cenários. O primeiro cenário considerado é o tendencial onde se admite a manutenção das condições hídricas e socioeconômicas constatadas no diagnóstico ao longo do período de análise. Adicionalmente, foram avaliados outros dois cenários denominados alternativos, elaborados com o intuito de aumentar o leque de análises futuras de planejamento dos recursos hídricos.

O período de análise proposto para análise alcança o ano 1040 com início no ano 2016, incluindo o ano 2030 (também utilizado no MDA).

A definição e análise dos cenários alternativos foram realizadas a partir de investigações de tendências do desenvolvimento econômico e social, resultantes de intervenções nos diversos campos, inclusive demográfico, evolução da exploração dos recursos naturais e outros aspectos que tem reflexos diretos e indiretos sobre os recursos.

A escolha, definição e elaboração dos cenários do PERH representam a base de formulação e avaliar das metas e diretrizes do plano bem como orientar a alocação de recursos, a definição de estratégias de ação focadas nas diversas demandas da sociedade e na gestão dos recursos hídricos no Amazonas. Tal processo envolveu os seguintes passos:

- a) escolha dos problemas a serem analisados;
- b) levantamento de dados para a montagem dos cenários;
- c) identificação das forças motrizes;
- d) construção dos cenários;
- e) elaboração das projeções (demográficas, econômicas, etc.) e estimativa das demandas hídricas para cada cenário;
- f) elaboração de balanço hídrico qualitativo e quantitativo em cada cenário;
- g) identificação das áreas críticas em cada cenário;
- h) avaliação das implicações dos diferentes cenários nas atividades de planejamento hídrico.

8.1.2 Os Cenários do PERH/AM

8.1.2.1 Justificativa

As previsões de mudanças de determinados aspectos se constituem numa etapa importante do planejamento e são realizadas utilizando as variáveis mais relevantes do sistema e suas interações de forma a alcançar os objetivos almejados para um determinado prazo. Desta forma, os cenários consistem de futuros hipotéticos relevantes para o planejamento dos recursos hídricos.

Conforme o MDA, citando Godet (1987), um cenário pode ser definido como "o conjunto formado pela descrição, de forma coerente, de uma situação futura e do encaminhamento dos acontecimentos que permitem passar de situação de origem à situação futura".

Portanto, um cenário é um meio de representar a realidade futura a fim de dirigir ações buscando alcançar os objetivos estabelecidos. Portanto, é uma visão alternativa do futuro.

Para efeito de planejamento, um bom cenário deve ser plausível, apresentar consistência interna, ser relevante para os temas a serem considerados no planejamento, ser reconhecível a partir das transformações promovidas e gerar estratégias para alcançar os objetivos do PERH/AM.

Tendo presente a complexidade dos problemas relativos aos recursos hídricos do estado do Amazonas, a diversidade de fatores intervenientes, é imprescindível a construção e análise de cenários alternativos. Para tanto, foram adotados, três cenários que, através de um processo adaptativo, pudessem abranger diferentes combinações de situações futuras.








Face à complexidade e rápida evolução dos problemas na atualidade a construção dos cenários envolve incertezas e não podem ser considerados definitivos uma vez que envolvem desconhecimentos em relação às hipóteses assumidas.

Assim sendo, neste documento são elaborados cenários possíveis para o futuro da região e seus efeitos sobre as disponibilidades, demandas e gestão dos recursos hídricos de forma a permitir a proposição de ações e intervenções com o objetivo de produzir instrumentos de gestão dos recursos hídricos do Estado.

8.1.2.2 Elaboração dos Cenários para o Plano

A elaboração dos cenários foi embasada na avaliação e caracterização das bacias hidrográficas e das Unidades de Planejamento Hídrico (UPHs) realizadas nos estudos de Diagnóstico quanto aos aspectos relativos às potencialidades, fragilidades, formas de ocupação e uso e os efeitos destas condições sobre os recursos hídricos. A partir da compreensão dos resultados então obtidos foram estabelecidos os critérios para a construção dos cenários.

A partir dos resultados do diagnóstico foi possível identificar alguns elementos propulsores que contribuem significativamente para o direcionamento do futuro do estado do Amazonas:

-  urbanização e globalização;
-  situação fundiária;
-  recursos naturais econômicos;
-  energia;
-  políticas ambientais;
-  mudanças climáticas globais;
-  ciência, tecnologia e inovação.

Tais elementos são sucintamente descritos em sequência.

a) **Urbanização e Concentração Industrial**

Os impactos gerados pelos processos de urbanização e concentração industrial são refletidos na dependência cada vez mais significativa dos mercados regionais e globais de mercadorias, notadamente matérias primas, que exercem forte influência nas estratégias e nas decisões de produção e de comercialização. A urbanização e a concentração industrial, notadamente da região metropolitana de Manaus trazem melhorias na qualidade de vida,

porém promovem consequências irreversíveis sobre os aspectos de saneamento e na promoção de eventos climáticos extremos.

A concentração industrial no estado é evidenciada pelo Distrito Industrial de Manaus (DIM) o qual é embasado em incentivos fiscais e tem atraído grande variedade de indústrias multinacionais que por sua vez demandam transações comerciais globalizadas. Tais empresas tem atraído grande contingente de mão de obra de toda a região amazônica, qualificando-a e, ao mesmo tempo, melhorando as taxas de crescimento regionais. Infelizmente, o DIM faz uso de tecnologia predominantemente exógena a qual não está voltada para o atendimento das necessidades regionais de industrialização.

O estado do Amazonas, por sua localização estratégica é passagem obrigatória de grande parte da produção originada nos estados vizinhos (Acre, Rondônia, Mato Grosso e Roraima). Por seus cursos de água e portos fluem grandes volumes de mercadorias direcionadas por via hidroviária aos mercados nacionais bem como para a Europa e costa leste dos Estados Unidos. Por seu território poderão passar mercadorias direcionadas aos países vizinhos (Peru, Colômbia e Venezuela) bem como, futuramente, para o mercado do Pacífico, via Estrada do Pacífico.

A forte concentração urbana e industrial em torno da cidade de Manaus afeta negativamente as possibilidades de interiorização da economia uma vez que as atividades industriais demandam bons níveis de oferta de energia e de infraestrutura de transportes. Se mantidas estas dificuldades os cenários de crescimento dos centros urbanos e de desenvolvimento industrial poderão ser afetados negativamente.

b) Situação Fundiária

Conforme indicado nos estudos do MDA, em cerca da metade do território da Amazônia Legal a situação fundiária é incerta, demandando providências por parte de entidades estaduais, federais e não governamentais no sentido de definir esta situação. Tal indefinição atinge, possivelmente, grande parte do estado do Amazonas, dificulta a responsabilização legal quanto ao cumprimento de obrigações legais em relação a áreas de reserva legal e de desmatamento. Conseqüentemente, tal situação aumenta as dificuldades para a implantação de projetos de conservação, o desenvolvimento econômico e a gestão ambiental da região.

O processo de regularização fundiária da Amazônia Legal é coordenado pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário com base na Lei nº 11.952/2009 sendo extremamente complexo devido ao histórico de regularização de posseiros em terras devolutas. A solução deste grave problema pode se constituir num importante estímulo para o desenvolvimento da Amazônia em bases sustentáveis.

Cabe destacar que a regularização fundiária é imprescindível para a definição das áreas passíveis de ocupação com atividades econômicas. A regularização fundiária, associada à definição dos limites de terras indígenas, áreas de preservação, etc. é imprescindível para o planejamento de ocupação do território com adequados níveis de sustentabilidade, direcionamento de investimentos. Tais regularizações permitirão definições mais claras de futuros cenários de desenvolvimento e de uso dos recursos naturais.

c) Recursos Naturais

O estado do Amazonas apresenta uma grande quantidade de recursos naturais passíveis de utilização econômica pelos meios de produção. Isto fica evidenciado pela forte presença de investimentos no setor agropecuário, mineral, navegação, madeireiro, etc.

O clima favorável e a diversidade de solos possibilitam a obtenção de até duas colheitas por ano. As potencialidades hídricas são elevadas, quer seja sob a forma de chuvas como de

águas subterrâneas ou de cursos de água os quais viabilizam grande variedade de ecossistemas e um grande potencial hidráulico.

O estado possui grandes jazidas de óleo e gás em fase de exploração comercial além de jazidas de minérios como alumínio (bauxita), ouro, estanho, gipsita, calcário, potássio, etc. que atraem fortes investimentos. A floresta se constitui em outro componente desse patrimônio a qual desempenha importante papel no equilíbrio climático-ambiental além de elevado valor econômico quando adequadamente explorada.

O nível de apropriação destes recursos depende de fatores que poderão condicionar os retornos econômicos bem como o grau de geração de impactos socioambientais tais como o responsável uso do território, os regimes de concessão de direitos de exploração e a disponibilidade de infraestrutura. Por este motivo os recursos naturais do Amazonas se constituem numa importante força propulsora do desenvolvimento do Amazonas eventualmente afetando os fatores que regulam a sustentabilidade do desenvolvimento do estado bem como a manutenção do equilíbrio ambiental.

O adequado planejamento de utilização econômica dos recursos naturais permitirá a definição de cenários de desenvolvimento de cada região (bacia ou UPH) de forma diferenciada, de acordo com a disponibilidade e importância de tais bens. Desta forma, por exemplo, a disponibilidade de minérios numa região pode ser determinante para o seu desenvolvimento diferenciado.

d) Geração de Energia

O estado do Amazonas embora apresente significativos potenciais hidráulicos é extremamente dependente da geração via pequenas unidades térmicas distribuídas por todas as sedes municipais. Mesmo Manaus, que conta com a presença da UHE Balbina nas proximidades depende de energia “importada” de outros estados bem como de unidades termogeradoras para atender suas demandas.

Conforme indicado nos estudos de diagnóstico, a forte presença de unidades de conservação ambiental bem como de terras indígenas, associada às grandes distâncias a serem percorridas pelas redes de distribuição inibem a implantação de novas hidrelétricas. Atualmente, não há empreendimentos hidrelétricos em fase de implantação no estado.

Embora as fortes restrições encontradas, dificilmente o Amazonas poderá abrir mão do seu potencial hidrelétrico, pelo menos daqueles empreendimentos que se mostrarem viáveis sob os pontos de vista econômico e ambiental. Para tanto, é imprescindível encontrar soluções e encaminhamentos adequados para a construção de novas usinas hidrelétricas.

A utilização de combustíveis fósseis para a geração de energia é uma boa possibilidade para o Amazonas, notadamente para a região metropolitana de Manaus. Com a descoberta de campos de óleo e gás nas bacias de Juruá e de Urucu aliada à implantação de infraestruturas de extração e de transporte destas “commodities”, a Petrobras proporcionou condições para a geração de energia termoelétrica em Manaus. Esta geração ainda não atingiu sua capacidade potencial.

A definição e estudo de cenários de geração de energia (hidrelétrica, térmica e outras) possibilitará estimar a diferenciação de taxas de crescimento de regiões em função do grau de disponibilidade de energia em diferentes cenários.

e) Políticas Ambientais

A política ambiental para a região amazônica vem sendo conduzida pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) em colaboração com os órgãos gestores estaduais ligados a este tema. A atuação do MMA se dá através de programas relacionados ao monitoramento e combate ao

desmatamento, proteção de florestas e da biodiversidade, ao Plano Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), etc. Em face à grande extensão territorial e à complexidade dos problemas envolvidos, os programas do MMA demandam elevado grau de articulação com os estados e montantes financeiros significativos.

Neste contexto, a Lei nº 9.433/1997 e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) representam importantes avanços para a implementação gradual de uma gestão sustentável de recursos hídricos.

Face à grande extensão territorial do Amazonas, à forte presença de rios de domínio da União e dos desafios envolvidos, faz-se necessária a presença do Estado brasileiro devidamente dotado de capacidade gerencial compatível com os problemas a serem resolvidos. Neste sentido, ao longo do período 2003 e 2008 o MMA liderou uma parceria com estados amazônicos, o Plano Amazônia Sustentável (PAS).

Um instrumento importante para acompanhar a evolução do desmatamento e das formas de ocupação das terras é o Cadastro Ambiental Rural (CAR) criado através da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, durante a reforma do Código Florestal cujo prazo de implantação se estende até de dezembro/2018. Entretanto, o cumprimento da legislação quanto às áreas de reservas legais nas propriedades está encontrando muitas resistências por parte dos proprietários que demandam incentivos e/ou compensações para recuperar as áreas já desmatadas aos níveis exigidos.

Embora as políticas ambientais de cada unidade da federação se aplicam igualmente em todo o seu território, os efeitos econômicos das mesmas se darão, principalmente, em função dos impactos das mesmas sobre cada atividade licenciada. A definição da participação de cada grupo de atividade em cada região permitirá, no futuro, auferir os impactos gerados por eventuais restrições ambientais.

f) Mudanças Climáticas

Em razão do fato da Amazônia ser considerada uma região sensível às mudanças climáticas globais e que tem efeitos sobre extensas regiões do território nacional, esta questão foi considerada na elaboração dos cenários. Tais mudanças tomadas ao nível global, de acordo com autoridades científicas, podem resultar num conjunto de desafios socioeconômicos e científicos a ser enfrentado pela humanidade no decorrer desse século.

Alterações climáticas como já têm sido registradas na história do planeta, podem ter origem em processos relativos ao sistema Terra-Atmosfera, a variações na intensidade da luz solar, à atividade humana, entre outros. É provável que a derrubada de florestas associadas ao uso exacerbado do sistema solo-água, pode intensificar este problema. Embora muito estudadas e debatidas as mudanças climáticas globais se constituem numa questão complexa cujas previsões de resultados estão longe de serem consensuais.

As simulações do clima futuro dependem da utilização de modelos climáticos, das futuras taxas de emissão dos gases de efeito estufa cuja determinação é objeto de intensas discussões e disputas entre países.

A definição de quando ocorrerão as mudanças climáticas bem como a intensidade dos seus impactos na região amazônica e, especificamente no estado do Amazonas, dependem da interação de um conjunto de fatores ainda não claramente definido bem como dos níveis de resiliência dos diversos fatores que compõem o meio. Depende também das medidas de adaptação passíveis de implantar, do incremento da capacidade de previsão de eventos bem como da precisão dos modelos utilizados.

Os resultados das simulações (atuais e futuras) poderão forçar o encaminhamento das políticas regionais para diferentes direções e gerar conflitos para o uso de recursos financeiros destinados à solução deste problema ou à convivência com o mesmo.

g) Pesquisa e Difusão Tecnológica

É de conhecimento comum que a ciência, a tecnologia e a inovação formam uma cadeia de interdependências que pode oferecer respostas a desafios criados pelas atividades econômicas e que não pode ser interrompida. São vetores que devem conduzir a níveis mais elevados de desenvolvimento sustentável e à criação de novas tecnologias.

Neste sentido, a criação da Lei de Inovação Tecnológica (Lei nº 10.973 de 2 de dezembro de 2004, regulamentada pelo Decreto 5.563) tem o objetivo melhorar a inovação através do estímulo à criação de ambientes para tal, estímulo à participação de empresas e de instituições científicas e tecnológicas bem como à criação de fundos de investimentos. A exemplo do que foi realizado no Cerrado brasileiro, a ação integrada da ciência, tecnologia e inovação poderá desenvolver e adaptar tecnologias à região amazônica vindo a beneficiar o estado do Amazonas nas diferentes frentes de atividades relacionadas à agropecuária.

Através da utilização racional das recentes tecnologias oferecidas pela ciência e inovação, será possível aumentar a produtividade e minimizar a incorporação de novas áreas ao processo produtivo e, desta forma, contribuir para a expansão dos volumes de produção agropecuária, suprir o mercado regional e ampliar o nível das exportações. De forma concomitante, pode contribuir para o desenvolvimento de novos arranjos produtivos e de novos produtos de origem amazônica, com adequados requisitos para comercialização e aumentar a renda per capita regional e estadual.

Pelo exposto, o conjunto de ações promovidas pela ciência, tecnologia e inovação pode se constituir numa força propulsora indispensável para viabilizar o desenvolvimento estadual com elevado grau de sustentabilidade.

Neste contexto, é imprescindível o uso racional da ciência e da tecnologia no sentido de evitar a degradação do meio ambiente como aconteceu em grandes extensões do Cerrado onde danos promovidos ao meio ambiente geral, notadamente sobre os recursos hídricos, podem ser irreversíveis. É imprescindível a promoção de programas de proteção e de uso racional dos recursos naturais da região amazônica e do estado do Amazonas em particular.

Face à impossibilidade de prever quais as atividades que poderão ser contempladas pelos órgãos de pesquisa e, principalmente, quais os resultados a serem alcançados, a sua utilização fica comprometida antes da consolidação programas oficiais de longo prazo para a região amazônica e, especificamente, para o estado do Amazonas.

8.1.3 Descrição dos Cenários

Os elementos propulsores (forças) caracterizados anteriormente interagem entre si permitindo a formulação dos cenários dos recursos hídricos do estado do Amazonas. O grau de influência de cada elemento afeta os futuros desdobramentos das situações identificadas e caracterizadas nos estudos de diagnóstico e na definição dos cenários futuros.

Os cenários formulados permitem a análise de como tais forças afetam os elementos integrantes das bacias e sub-bacias ao longo dos horizontes de análise previamente estabelecidos para este Plano e afetam as estratégias estabelecidas e os seus desempenhos.

Considerou-se que a situação atual é o ponto de partida para o PERH-AM. Admitindo-se que no futuro o processo de evolução se manterá, em termos de intensidade e qualidade, da mesma forma que no presente, tem-se o Cenário Tendencial.

A partir deste cenário e alterando-se os fatores que interferem na definição do mesmo constituiu-se o Cenário Normativo (ou Ideal) onde as forças que interagem no processo de desenvolvimento sustentável da região. Finalmente, construiu-se o Cenário Crítico, no qual as forças indutoras contribuem para maximizar as pressões sobre os recursos hídricos.

Adiante, os cenários antes definidos são caracterizados de maneira genérica bem como são definidos os elementos associados à economia, aos setores usuários dos recursos hídricos e outros elementos de interesse para o Plano.

8.1.3.1 Cenário Tendencial

O Cenário Tendencial representa um estado de continuidade das tendências do processo de desenvolvimento que vem ocorrendo na bacia ou sub-bacia. Neste cenário o poder público continuará atuar de forma segmentada nas diversas frentes que compõem o espectro socioeconômico e político, sem alcançar um grau adequado de integração e de planejamento. Como consequência, permanecem os graves problemas fundiários bem como o desmatamento descontrolado e a ocupação irregular de grande parte do território amazonense.

Ao longo do período 2002-2015, conforme o IBGE, a taxa de crescimento do PIB do Amazonas foi da ordem de 391,8%, passando de R\$ 22.093,3 milhões para R\$ 86.560,50 milhões, equivalendo a cerca de 1,10% a.a.

Considerando-se as atividades econômicas em andamento bem como os empreendimentos em infraestrutura e logística no estado nos próximos anos, pode-se esperar que a população da cidade de Manaus continuará se expandindo segundo as projeções do IBGE bem como sua economia, mantendo o “status” de metrópole regional em torno da qual orbita a economia estadual.

No Cenário Tendencial espera-se que a situação fundiária permanecerá sem solução, com a continuidade dos processos de ocupação irregular de terras, inclusive grilagem e outros tipos de disputas fundiárias. Em razão disto, não haverá alteração ao tratamento atualmente dado às reservas legais, continuando a ser residuais. Portanto, este cenário, a exemplo do que acontece atualmente, não garante a destinação de 80% das áreas das propriedades para as reservas legais.

Na falta de planejamento estadual integrado por parte dos atores governamentais para a área ambiental e área de recursos hídricos, continuará haver atuações desarticuladas obrigando a convivência com conflitos de interesses. É o caso dos grandes projetos de infraestrutura (hidrovias, rodovias, hidrelétricas, etc.) cuja análise é predominantemente realizada de forma a atender interesses setoriais, sem a visão holística necessária.

As áreas ocupadas com lavouras de grãos (soja, milho, sorgo, etc.) bem como de café e outras commodities continuarão a crescer, com os mesmos níveis de produtividade, em parte através da incorporação de áreas de pastagens que sucederam o desmatamento. Na região do entorno de Manaus as atividades relacionadas à fruticultura e à horticultura continuarão se expandindo lentamente na tentativa de atender o mercado regional, hoje francamente importador a partir de outros estados brasileiros. A participação da agricultura no PIB foi da ordem de 4,0% no ano de 2017.

Neste cenário, as diferenças regionais, resultantes dos tipos de atividades econômicas, grau de ocupação do território, etc. são mantidas, uma vez que não são previstas modificações das formas de planejamento e de implantação de empreendimentos. As áreas indígenas e suas populações continuam limitadas ao extrativismo e atividades ancestrais.

A implantação de rodovias seguirá lenta e gradual, de forma inercial, notadamente ao longo da fronteira sul do estado de forma a integrar lentamente o Amazonas aos estados e países vizinhos.

Os eventos críticos continuarão a ser gerenciados da mesma forma que atualmente. As atividades de navegação (de passageiros e de cargas) bem como as populações ribeirinhas continuarão a sofrer transtornos face ao reduzido incremento na oferta de infraestruturas.

Os sistemas e tipos de serviços relacionados à previsão e alerta de eventos extremos não são ampliados por todo o estado, permanecendo nos níveis atuais. Não serão implantados programas de proteção de mananciais subterrâneos, os quais permanecerão desprotegidos.

O nível de gestão dos recursos hídricos permanecerá no estágio atual bem como não haverá alterações nos aspectos relacionados à outorga, enquadramento, fiscalização e sistemas de informação dos recursos hídricos.

Ainda, neste cenário a disponibilidade hídrica será constante uma vez que não são previstas obras para aumento da oferta e, tampouco, foram consideradas eventuais as variações climáticas globais.

a) Demandas consuntivas

As populações urbanas evoluirão de acordo com as tendências indicadas pelo IBGE, podendo diminuir ou aumentar, em razão do grau de atração das oportunidades oferecidas. A região metropolitana de Manaus continuará a atrair novos contingentes e seus serviços abastecimento de água e de saneamento sofrerão pressões para aumentar a oferta de água. Em consequência, haverá incremento das demandas hídricas consuntivas e do volume de efluentes direcionados aos cursos de água, aumentando o grau de contaminação das águas.

A demanda de água para abastecimento humano é estimada com base na população municipal atendida e não atendida pela rede. Se tratando de um cenário tendencial, em que se considera que os rumos da gestão dos recursos hídricos irão seguir a tendência atual, considerou-se a utilização da mesma taxa de crescimento da população atendida observada entre 2010 e 2016. Não foram consideradas alterações nas demandas médias per capita e nos índices de perda na distribuição, utilizados para o cálculo da demanda no cenário base. Assim, o incremento na demanda de abastecimento humano será única e exclusivamente em função do crescimento populacional.

As demandas hídricas pelas indústrias ao longo do período de análise deste cenário evoluirão de acordo com a instalação de novas indústrias a uma taxa equivalente ao crescimento do PIB estadual.

A pecuária, importante setor da economia estadual (participou com 0,83% do PIB estadual em 2018), continuará a se expandir de forma predominantemente horizontal, sem significativos incrementos de produção e de produtividade. A suinocultura e a avicultura, tem significado praticamente nulo no PIB estadual, tendem a continuar neste patamar nos próximos anos. As atividades pecuárias não sofrerão limitações em decorrência da presença de reservas legais.

A irrigação é utilizada em pequena escala no Amazonas, concentrando-se na região do entorno de Manaus e ao longo da fronteira sul do estado. A taxa de crescimento desta atividade se manterá segundo as tendências históricas as políticas de mercado e o preço dos produtos agrícolas. As áreas irrigadas não sofrerão limitações pelas reservas legais.

b) Demandas não consuntivas

A falta de integração no planejamento dos diversos setores da economia regional (navegação, geração, etc.) resulta na desarticulação de ações e na “pulverização” dos recursos. A falta de planejamento integrado dos recursos hídricos resulta numa subutilização dos mesmos, principalmente no que se refere à navegação e geração de energia, os principais usuários dos mesmos.

Neste contexto, o transporte hidroviário é o principal modal de movimentação de cargas está sujeito às oscilações do nível dos rios, presença de pedrais, bancos de areia, etc. Paralelamente a isto, o transporte rodoviário é intensificado nas áreas de maior interesse econômico (“fronteiras” de exploração madeireira e agropecuária) através da implantação de eixos rodoviários principais (rodovias federais e estaduais), complementado rede capilar de estradas secundárias.

Neste cenário, a navegação continuará como principal modal, com crescentes restrições devido às atividades mineradoras, desmatamento desordenado bem como deficiente manutenção e sinalização das calhas navegáveis.

A geração de energia elétrica nos rios do estado continuará restrita a raros empreendimentos em fase de estudo e licenciamento com poucas perspectivas de novos empreendimentos. As usinas que tem alguma probabilidade de implementação são aquelas previstas na bacia do rio Ituxi, na região sul do estado.

A exploração dos corpos hídricos com atividades turísticas, principalmente a pesca, continuará nos moldes atuais, sem investimentos significativos. Outras formas de uso não consuntivo como a piscicultura continuarão restritas a pequenos empreendimentos.

A atividade mineradora continuará com a mesma intensidade atual, notadamente nas minas de cassiterita e garimpos de ouro. A extração e transporte de hidrocarbonetos continuará na taxa histórica e estará atrelada aos consumos regionais. A expansão da atividade para extração de calcário, potássio e outras commodities continuará incipiente e seguirá lenta e atrelada às demandas regionais e nacionais. Os controles sobre as atividades mineradoras não serão aumentados.

8.1.3.2 Cenário Normativo

O Cenário Normativo representa a situação desejada no âmbito do PERH na qual os principais parâmetros de crescimento com elevado grau de sustentabilidade são considerados. É um cenário alternativo ao cenário tendencial onde se considera que as forças indutoras atuarão no sentido de minimizar os impactos sobre os recursos hídricos no estado do Amazonas e de maximizar o grau de sustentabilidade do desenvolvimento.

Neste Cenário Normativo, espera-se que o Estado do Amazonas, em conjunto com a União, se imponha de forma a tornar efetiva a legislação ambiental e a regularização fundiária. Como resultados a serem alcançados estão, entre outros, a redução significativa do desmatamento, a correção dos desvios decorrentes da ocupação desordenada de extensas parcelas do território estadual, a ordenação e o controle das atividades econômicas ali desenvolvidas.

Neste Cenário Normativo adotou-se a mesma taxa de crescimento do PIB amazonense utilizada no Cenário Tendencial, igual a 3,5% a.a. Quanto à taxa de crescimento demográfico admitiu-se que ela ocorrerá de acordo com as projeções do IBGE para o estado. A cidade de Manaus, pela significativa importância regional, seja como centro industrial como pelas atividades relacionadas à logística, esta cidade (e sua região metropolitana) continuará crescendo e desempenhando um papel cada vez mais relevante no estado e na região amazônica.

A solução da situação fundiária neste Cenário Normativo terá encaminhamento adequado e ajustado à legislação através de ações enérgicas e focadas em atender as demandas socioambientais específicas do estado. Assim procedendo, o governo facilita implantação efetiva de políticas públicas fundiárias e ambientais com o necessário envolvimento dos empreendedores nestes aspectos.

A implementação de políticas de integração entre a área ambiental e de recursos hídricos será efetivada gradualmente neste Cenário com base numa melhor articulação intersetorial no Estado e com a União. Neste sentido, os estudos e licenciamentos ambientais para empreendimentos relacionados aos recursos hídricos (hidrelétricas, navegação, irrigação, etc.) serão rigorosos e englobando os aspectos ligados à bacia hidrográfica, tanto no que se refere ao empreendimento em si, aos usos múltiplos da água e aos eventuais empreendimentos previstos na região de influência.

O sistema de transporte rodoviário no Amazonas, face à forte presença de hidrovias, tem presença restrita a alguns eixos principais (BR-174, BR-230, BR-319 e BR-317). Das rodovias existentes, são pavimentadas apenas parte da BR-174 e da BR-317 bem como a BR-390. Neste Cenário são tomadas providências para restringir a implantação de estradas vicinais em áreas destinadas à proteção.

Neste Cenário Normativo as áreas destinadas a reservas legais e áreas de proteção serão demarcadas e implantadas de forma gradual e irreversível. Serão proporcionadas condições (planos, financiamento, etc.) para que as áreas em produção “perdidas” para a recuperação florestal sejam “promovidas” através de aumentos de produtividade resultantes do uso estimulado de novas tecnologias agropecuárias e agroflorestais apoiados por linhas de crédito especiais, específicas para esta transição. Novas atividades pecuárias, tendo por base a criação de pequenos animais (suinocultura, avicultura, ovinocultura, etc.) serão expandidas em regiões onde ocorre concentração de pequenas propriedades (entorno de Manaus) e produtoras de grãos (sul do estado). A maior disponibilidade e/ou acesso a insumos para rações (milho, sorgo e soja) permite menores custos de produção e melhores níveis de rentabilidade para estes criadores.

Os aquíferos presentes no estado do Amazonas, pela sua importância social e estratégica, receberão atenção especial de forma a definir seus limites, suas características hidrológicas e grau de participação na recarga. Serão protegidos, no que concerne às suas propriedades de infiltração bem como à qualidade das suas águas.

Face à forte presença de cursos de água que, via de regra, servem como vias de transporte de passageiros e de mercadorias, cujas margens são os ambientes mais povoados, serão tomadas medidas para a implantação de programa de saneamento ambiental, incluindo a identificação de locais e das medidas necessárias para o convívio das populações com eventos extremos. Tal programa inclui pessoal e sistemas de previsão e de alerta dos eventos extremos recorrentes, inclusive a previsão climatológica integrada para todo o estado e regiões vizinhas.

A ênfase da gestão dos recursos hídricos neste Cenário será dada às áreas críticas e, gradualmente, seu alcance será estendido às regiões vizinhas. Neste sentido, o Plano se constitui no instrumento de partida o qual será seguido das outorgas de uso da água em todas as UPH e do enquadramento dos recursos hídricos culminando com ações de fiscalização integrada pelos órgãos gestores.

a) Demandas consuntivas

Em relação ao cenário Normativo, espera-se que haja uma participação mais ativa da administração pública em relação à gestão dos recursos hídricos e, conseqüentemente, a melhoria dos índices de atendimento da rede de água. Assim, considerou-se que os níveis

de atendimento da população urbana iriam apresentar melhoras graduais mais significativas, em relação ao cenário tendencial.

O crescimento irá seguir o ritmo do cenário tendencial, atribuindo metas mínimas de atendimento para os horizontes intermediários, 2020 e 2030, e horizonte final 2040. No horizonte 2020, considerou-se um atendimento mínimo de 40% da população urbana, ao passo que em 2030 a meta será de 60% e atingirá 90% da população urbana atendida em 2040. Para a estimativa da população urbana nos horizontes, considerou-se o nível de urbanização observado no Censo 2010. As demandas médias per capita e os índices de perda na distribuição foram considerados os mesmos do cenário base. Desse modo, a demanda de abastecimento humano irá evoluir com o aumento da população e os níveis de atendimento da população total serão melhores que nos demais cenários.

A irrigação se desenvolverá nas diversas regiões do Estado, principalmente como forma de incrementar a produtividade das plantações bem como para reduzir os impactos climáticos na produção agropecuária. Também será parte importante para incrementar os níveis de produção estadual para compensar a “perda” de terras ora utilizadas para recuperação florestal. Admite-se que as taxas de crescimento das áreas irrigadas sofrerão um acréscimo da ordem de 0,5 % a.a. em relação às taxas históricas definidas para o Cenário Tendencial passando para 1,52% a.a.. Assim, no final do período de análise (ano 2040) a área irrigada será da ordem de 21.220ha e estará inserida na área remanescente após atendidas as exigências estabelecidas para as reservas legais.

De forma concomitante com as ações de incremento da produtividade e de irrigação, serão implantados programas de prevenção e de combate da erosão, com o objetivo de impedir o avanço do assoreamento de corpos hídricos.

A evolução dos rebanhos tende a se manter no mesmo nível do Cenário Tendencial. As perdas de áreas de pastagem provocadas pela recuperação das áreas implantadas em desacordo com a legislação serão compensadas pelo aumento da produtividade das pastagens (através do cultivo, irrigação, etc.) e melhoria genética e de manejo dos rebanhos. Neste cenário as demandas de irrigação poderão aumentar para compensar a redução de áreas cultivadas para recomposição de áreas degradadas em épocas anteriores.

Ao longo deste cenário espera-se que ocorra a implantação de novas agroindústrias e de frigoríficos. A taxa de implantação destas indústrias será menor que aquela indicada no Cenário Tendencial (3,53% a.a.). Estima-se que esta taxa será reduzida em 25% por conta de programas de restrições e ajustes à legislação.

b) Demandas não consuntivas

As principais demandas consuntivas presentes no estado do Amazonas neste Cenário são: navegação, geração de energia hidrelétrica, turismo, mineração e aquicultura.

O melhoramento das vias navegáveis tem relevante importância socioeconômica para o estado será encaminhado através de intervenções nas calhas (melhorias nas condições de tráfego), nos sistemas de segurança e de proteção da navegação bem como nas infraestruturas de apoio. Estas ações permitirão ao estado do Amazonas racionalizar e incrementar o uso do sistema hidroviário tanto para o transporte interno (estadual e regional) como para realizar o comércio nacional e internacional.

Um conjunto de ações de extrema importância para o estado do Amazonas (e por seus impactos sobre os recursos hídricos) é a implantação plena da hidrovía Tapajós-Teles Pires e da hidrovía Madeira, que demandará forte cooperação com os estados do Pará e Rondônia e, principalmente, com a União. A sua implantação poderá ser realizada ao longo do período de análise deste Cenário (2016 a 2040) e demandará a construção de barragens com eclusas no rio Tapajós, eclusas no rio Madeira e obras diversas para facilitar a

navegabilidades em ambos os rios. A implantação das eclusas nas barragens de Jirau e de Santo Antônio também poderá ocorrer no período o que permitirá a navegação em direção aos rios Guaporé e Abunã.

A geração de energia hidrelétrica será incrementada no decorrer do período de análise deste Cenário, notadamente na metade sul do estado. Tem especial importância a implantação das AHE de São Luiz de Tapajós e de Jatobá no estado do Pará e da AHE Chacorão (AM/PA) cujos reservatórios e eclusas permitirão a navegabilidade de longos trechos do rio Tapajós. A UHE São Simão Alto no rio Juruena (AM/MT) também pode ser construída bem como as UHE Prainha e Sumaúma no rio Aripuanã e diversas PCH nas bacias dos rios Ituxi e Endimari.

As atividades relacionadas à mineração e respectivas indústrias de transformação continuarão a ser desenvolvidas mediante licenciamentos ambientais das minas e garimpos bem como das infraestruturas e sistemas de proteção do meio ambiente correlatos.

Um grupo de demandas não consuntivas de significativa importância para o estado do Amazonas está relacionado ao turismo, notadamente aquele ligado à pesca esportiva e ao ecoturismo (aproveitamento do patrimônio paisagístico e a convivência com a fauna e flora).

8.1.3.3 Cenário Crítico

O Cenário Crítico corresponde a um cenário alternativo no qual são previstas situações extremas de recursos hídricos (baixas disponibilidade e elevadas demandas) quando as forças indutoras atuarão na direção de maximizar as pressões sobre tais recursos. Neste contexto, admite-se que Estado não consegue impor o cumprimento das leis, resultando em posturas ambientais inadequadas e no aumento das taxas de desmatamento, de ocupação irregular de terras e de disputas fundiárias.

Com base nas metas de programas e previsões federais indicados no MDA admitiu-se para este cenário que a taxa de crescimento do PIB nacional será elevada, podendo alcançar 5%a.a. A manutenção de tal taxa de crescimento demanda a retirada de recursos naturais do estado do Amazonas a taxas elevadas para sustentar esta taxa de crescimento.

O intenso crescimento econômico deste cenário associado à implantação de grandes empreendimentos em infraestrutura previstos para o Amazonas, notadamente geração de energia, transportes hidroviários, mineração, etc. induzem à busca do crescimento a qualquer custo. Nestes locais, o crescimento da população ocorrerá conforme as projeções do IBGE incrementada por eventuais migrações decorrentes da implantação das grandes infraestruturas previstas. Estas expansões urbanas desordenadas demandarão infraestruturas de abastecimento hídrico e de saneamento com maior capacidade, com reflexos sobre a disponibilidade de água e poluição dos mananciais. As taxas de perdas serão significativamente mais elevadas.

Neste Cenário a situação fundiária permanece sem solução, pela falta da implementação de uma política específica eficaz, o que determina a continuação das ocupações irregulares (grilagens) de terras e de disputas fundiárias, resultando em ocupação desordenada do território e a inobservância das reservas legais. Como consequência, a participação do poder público é insuficiente e desarticulada para uma adequada gestão dos aspectos ambientais, notadamente dos recursos hídricos.

A demanda por investimentos em recuperação de danos provocados por eventos extremos é intensificada. As áreas de recarga dos aquíferos são afetadas, incluindo a interferência de poços e o desmatamento generalizado.

Neste Cenário Crítico podem se fazer sentir os efeitos de mudanças climáticas, promovendo alterações significativas no regime de chuvas e nas vazões dos rios

amazônicos. São esperadas reduções das disponibilidades hídricas médias bem como a ocorrência de eventos extremos (fortes cheias e maior frequência de períodos de estiagem). Em decorrência destes efeitos associados ao assoreamento dos rios, a incidência de cheias é agravada, pelo incremento do escoamento superficial, aumentando os transtornos às populações ribeirinhas no que concerne à navegação em geral, suprimento de alimentos e combustíveis.

Sob este quadro ocorre o surgimento de novas áreas com conflitos pelo uso da água bem como o agravamento dos conflitos existentes, em parte decorrentes do aumento de demandas provocados pelos incrementos de concentrações populacionais e industriais associados à redução das disponibilidades hídricas.

a) Demandas consuntivas

No cenário crítico considera-se que as taxas de crescimento da população atendida se manteriam as mesmas observadas entre 2010 e 2016, utilizando as mesmas demandas médias do cenário base e aumentando as perdas em 10%. Ou seja, as perdas na distribuição passam de 48,2% para 53% e em Manaus de 60% para 66%. Dessa forma, a população atendida pela rede irá crescer de forma tendencial, porém, a redução de investimentos em manutenção e infraestrutura das redes já instaladas irão ser contempladas no aumento das perdas na distribuição e, conseqüente, no aumento mais representativo das demandas de abastecimento humano em relação aos demais cenários.

Os níveis de cobertura de abastecimento de água e de saneamento neste Cenário ficam estagnados. O abastecimento de água também é afetado negativamente pela incidência de eventos extremos.

Neste contexto, há um aumento da área plantada com grãos (soja, milho, sorgo) bem como de pastagens, incorporando novas áreas desmatadas. A expansão das áreas desmatadas facilita o incremento horizontal da bovinocultura e tende a aumentar as demandas hídricas para a atividade pecuária. As áreas irrigadas crescem a taxas elevadas, maiores que as históricas, ocupando as terras com acesso mais fácil à água, usando técnicas de irrigação menos eficientes e sem considerar as limitações legais das reservas legais.

b) Demandas não consuntivas

O licenciamento dos grandes empreendimentos de infraestrutura ocorre de forma individualizada, sem uma visão minimamente holística, com foco na manutenção do ritmo de crescimento econômico. O potencial hidrelétrico do Estado é explorado até o limite, ou seja, com a implantação de todas as usinas previstas no Diagnóstico sem a devida integração com os demais usuários (navegação, irrigação, etc.). Embora eventuais atrasos e/ou embargos a implantação destas obras é rápida de forma a atender as demandas resultantes das elevadas taxas de crescimento, sem a devida atenção aos estudos socioambientais necessários.

Neste Cenário, a articulação interestadual e com o poder público federal é insuficiente no que concerne ao planejamento de uso dos recursos hídricos pela navegação e geração de energia. Isto leva à inviabilização da hidrovía Tapajós pela falta de implantação de eclusas nas barragens e as necessárias intervenções nas demais hidrovias do estado, restringindo o transporte hidroviário. Em consequência, o sistema de transporte rodoviário sofre grande incremento, assumindo a liderança como modal de transporte de cargas e passageiros, resultado de uma expansão indiscriminada de vias asfaltadas e de estradas vicinais.

A gestão dos recursos hídricos do estado atua de forma isolada, com base no PERH/AM, porém sem interação com os demais setores ligados à economia. Os esforços direcionados à implantação de instrumentos de outorga e enquadramento bem como sistemas de informação e controle são extremamente dependentes de órgãos gestores federais.

8.1.3.4 Elaboração das Projeções Populacionais

Para a estimativa da população total por município foram utilizadas as taxas de crescimento geométricas, a projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação por sexo e idade para o período 2010-2060 – Revisão 2018 (IBGE, 2018)⁵⁸. Para tal, o IBGE aplica o método das componentes demográficas, o qual incorpora as informações sobre as tendências observadas da mortalidade, da fecundidade e da migração em nível nacional. O horizonte da projeção compreende um intervalo de 50 anos, ou seja, de 2010 a 2060.

O documento divulgado pelo IBGE apresenta, entre outros aspectos, a estimativa da população em cada ano do período, para cada unidade da federação bem como a taxa de crescimento geométrico calculada ano a ano.

Em um primeiro momento considerou-se a utilização de um método tradicional de projeção, entre eles o Método Aritmético e o Método Geométrico, a partir dos dados censitários de 2000 e 2010. Contudo, observou-se que esta abordagem superestimou significativamente a população total do Estado, quando comparada com a projeção revisada em 2018 pelo IBGE.

A população encontra-se em estágio de redução da taxa de crescimento. Segundo o IBGE, a taxa de crescimento da população brasileira vem experimentando paulatinos declínios, intensificando-se juntamente com as quedas mais pronunciadas da fecundidade. A Figura 8.1 apresenta as estimativas e projeções da taxa de fecundidade para o estado do Amazonas. Observa-se que há uma diminuição acentuada da mesma entre 2000 e 2030.

Unidades da Federação	Taxas de Fecundidade Total			
	Estimadas		Projetadas	
	2000	2010	2020	2030
Amazonas	3,32	2,59	1,99	1,65

Figura 8.1. Taxa de Fecundidade Total estimadas e projetadas 2000/2030.

Adaptado de IBGE (2013) 59

Existe um método que considera o decrescimento, supondo que num certo momento a população iria atingir um valor de saturação e iria começar apresentar taxas de crescimento negativas. A dificuldade de aplicação de tal método consiste na identificação do tempo e da população de saturação para cada município, visto que, segundo a Projeção revisada em 2018 para o período 2010-2060, até 2060 o estado do Amazonas ainda não teria atingido a saturação.

Considerando as dificuldades da projeção, optou-se pela aplicação do percentual de variação ano a ano para o estado do Amazonas, estimado na projeção da população do Brasil e Unidades da Federação por sexo e idade para o período 2010-2060 – Revisão 2018 (IBGE, 2018), em cada município para a projeção da população estimada em 2016 para os horizontes futuros: 2020, 2030, 2040. Com essa abordagem, houve a garantia que a população total do estado estimada não divergisse significativamente da população projetada pelo IBGE, conforme a Figura 8.2.

⁵⁸ INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Projeção da população do Brasil e Unidades da Federação por sexo e idade para o período 2010-2060 – Revisão 2018. Rio de Janeiro, 2018.

⁵⁹ INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Projeção da população das Unidades da Federação por sexo e idade para o período 2000-2030 – Revisão 2013. Rio de Janeiro, 2013.

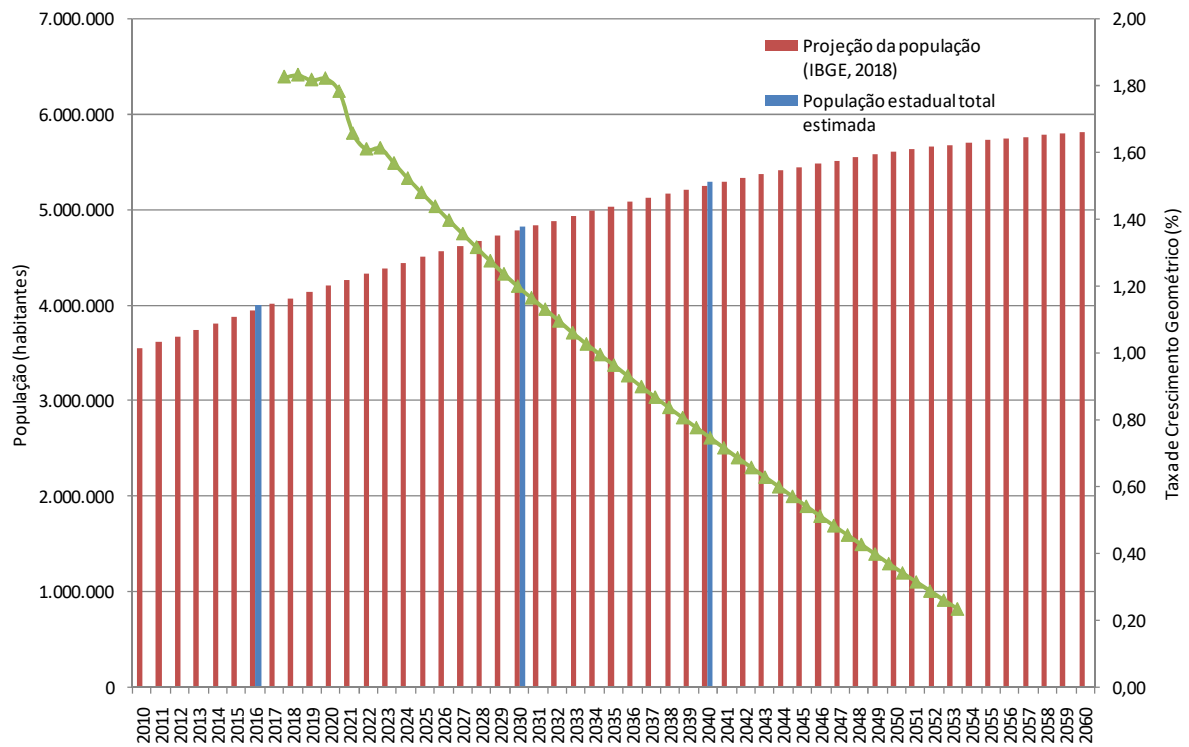


Figura 8.2 Comparação da evolução da população projetada pela IBGE entre 2010 e 2060 e a população total estimada para o estado

Em razão da incerteza acerca da dinâmica de migrações intraestadual, optou-se pela não consideração de tal fenômeno. A única consideração foi que os municípios nos quais se observou decréscimo da população entre 2010 e 2016, foi admitida uma população constante, para segurança.

As projeções de população para os anos 2020, 2030 e 2040 estão apresentadas no Quadro 8.1.

Quadro 8.1. População estimada nos horizontes considerados

Município	Poulação estimada para 2016 (IBGE)	Poulação projetada para os cenários		
	2016	2020	2030	2040
Alvarães	15.729	16.746	19.055	20.942
Amaturá	11.047	11.761	13.383	14.709
Anamá	12.653	13.471	15.328	16.846
Anori	19.749	21.026	23.925	26.295
Apuí	21.031	22.391	25.478	28.002
Atalaia Do Norte	18.599	19.802	22.532	24.764
Autazes	37.752	40.193	45.734	50.264
Barcelos	27.589	29.373	33.422	36.733
Barreirinha	31.105	33.116	37.682	41.414
Benjamin Constant	40.417	43.030	48.963	53.813
Beruri	18.579	19.780	22.507	24.736
Boa Vista Do Ramos	18.080	19.249	21.903	24.073
Boca Do Acre	33.840	36.028	40.995	45.056
Borba	39.885	42.464	48.318	53.104
Caapiranga	12.622	13.438	15.291	16.806
Canutama	15.312	16.302	18.550	20.387
Carauari	28.111	29.929	34.055	37.428
Careiro	36.922	39.309	44.729	49.159
Careiro Da Várzea	28.592	30.441	34.637	38.068
Coari	83.929	89.356	101.675	111.746
Codajás	27.303	29.068	33.076	36.352
Eirunepé	34.461	36.689	41.747	45.882
Envira	19.143	20.381	23.191	25.488
Fonte Boa	20.199	20.199	20.199	20.199
Guajará	16.085	17.125	19.486	21.416
Humaitá	52.354	55.739	63.424	69.706
Ipixuna	27.587	29.371	33.420	36.730
Iranduba	46.703	49.723	56.578	62.182
Itacoatiara	98.503	104.872	119.330	131.150
Itamarati	8.153	8.680	9.877	10.855
Itapiranga	9.040	9.625	10.951	12.036
Japurá	4.660	4.660	4.660	4.660
Juruá	13.581	14.459	16.453	18.083
Jutaí	16.200	16.200	16.200	16.200
Lábrea	44.071	46.921	53.389	58.677
Manacapuru	95.330	101.494	115.487	126.926
Manaquiri	29.327	31.223	35.528	39.047
Manaus	2.094.391	2.229.812	2.537.228	2.788.546
Manicoré	53.890	57.374	65.284	71.751
Maraã	18.477	19.672	22.384	24.601
Maués	61.110	65.061	74.031	81.364
Nhamundá	20.633	21.967	24.996	27.472
Nova Olinda Do Norte	35.800	38.115	43.370	47.666
Novo Airão	18.133	19.305	21.967	24.143
Novo Aripuanã	24.718	26.316	29.944	32.910
Parintins	112.716	120.004	136.549	150.074
Pauini	19.488	20.748	23.609	25.948
Presidente Figueiredo	33.703	35.882	40.829	44.873
Rio Preto Da Eva	31.274	33.296	37.887	41.640
Santa Isabel Do Rio Negro	23.092	24.585	27.975	30.746
Santo Antônio Do Içá	23.378	23.378	23.378	23.378
São Gabriel Da Cachoeira	43.831	46.665	53.099	58.359
São Paulo De Olivença	37.300	39.712	45.187	49.663
São Sebastião Do Uatumã	13.105	13.952	15.876	17.449
Silves	9.147	9.738	11.081	12.179
Tabatinga	62.346	66.377	75.528	83.009
Tapauá	18.039	18.039	18.039	18.039
Tefé	62.230	66.254	75.388	82.855
Tonantins	18.632	19.837	22.572	24.808
Uarini	13.276	14.134	16.083	17.676
Urucará	17.065	17.065	17.065	17.065
Urucurituba	21.650	23.050	26.228	28.826
Total	4.001.667	4.253.972	4.826.735	5.294.974

8.2 AVALIAÇÃO DAS DEMANDAS E DISPONIBILIDADES HÍDRICAS DOS CENÁRIOS FORMULADOS

As disponibilidades hídricas foram calculadas na etapa de Diagnóstico, na qual as mesmas foram confrontadas com as demandas para realização do Balanço Hídrico nas UPH. Este item tem como intuito apresentar as demandas estimadas nos cenários propostos, para a posterior realização do Balanço Hídrico nos cenários formulados.

As demandas hídricas nos cenários estabelecidos para o Plano foram determinadas conforme metodologia descrita na fase de Diagnóstico deste Plano acrescida de peculiaridades intrínsecas a cada caso. As demandas atuais foram referenciadas ao ano 2016 enquanto que para os Cenários Normativo, Tendencial e Crítico as demandas foram estimadas para os anos 2020, 2030 e 2040. Para efeito deste estudo, as análises comparativas foram concentradas nos anos 2016 e 2040 (final de plano) com ênfase às diferenças entre a situação atual e o Cenário Normativo.

As demandas hídricas referem-se às retiradas realizadas nos mananciais e os consumos referem-se aos volumes de água que não retornam aos mananciais após a utilização por parte dos usuários.

As demandas hídricas consuntivas foram determinadas a partir das informações relativas a cada município (populações, indústrias, rebanhos e irrigação) de acordo com a metodologia descrita no Diagnóstico deste Plano. Conforme então mencionado, as demandas hídricas foram alocadas nas sedes dos municípios e agrupadas por UPH. Como simplificação da metodologia utilizada admitiu-se nas UPH que não apresentam sedes municipais as demandas serão virtualmente nulas.

As demandas hídricas obtidas para cada tipo de uso nos diferentes cenários em cada UPH são sumariamente apresentadas no final deste item.

8.2.1 Demandas no Cenário Tendencial

As demandas realizadas pelos diferentes tipos de usuários no Cenário Tendencial são as descritas a seguir.

a) Demandas de Abastecimento Humano

As populações dos municípios foram projetadas para cada cenário com intuito de realizar a estimativa das demandas de abastecimento, conforme os critérios estabelecidos. O Quadro 8.2 apresenta o resumo do cálculo efetuado no cenário tendencial para o estado do Amazonas. Observa-se que ao longo do tempo ocorre uma redução da demanda da população sem rede, em virtude do aumento gradual dos níveis de atendimento. No horizonte final, 2040, o grau de cobertura da rede de água chega a quase 85% da população total.

Quadro 8.2. Demandas hídricas de abastecimento humano para Cenário Tendencial

Parâmetros		2020	2030	2040
% de cobertura de atendimento da rede de abastecimento		75,7%	79,4%	84,6%
Demandas (m ³ /s)	Com atendimento da rede	16,0689	18,6571	21,4223
	Sem atendimento da rede	1,4935	1,4409	1,1823
	Total	17,5624	20,0980	22,6046

O Quadro 8.3 apresenta os índices de atendimento por UPH e as demandas hídricas.

Quadro 8.3. Índices de atendimento por UPH e demandas hídricas – Cenário Tendencial

CENÁRIO TENDENCIAL	2020							2040						
	População p/ município (hab)			% de cobertura de atendimento	Demandas (m³/s)			População p/ município (hab)			% de cobertura de atendimento	Demandas (m³/s)		
	Total	Com atendimento da rede	Sem atendimento da rede		Abastecimento humano		TOTAL	Total	Com atendimento da rede	Sem atendimento da rede		Abastecimento humano		TOTAL
					Com atendimento da rede	Sem atendimento da rede						Com atendimento da rede	Sem atendimento da rede	
Trombetas-Uatumã	21.967	6.956	15.011	31,7%	0,0224	0,0217	0,0441	27.472	14.566	12.906	53,0%	0,0469	0,0187	0,0655
Tapajós-Madeira	260.480	216.335	44.145	83,1%	0,7405	0,0639	0,8044	325.751	317.751	8.000	97,5%	1,0780	0,0116	1,0896
Alto Tapajós														
Baixo Juruena														
Uatumã-Negro	193.413	157.042	36.371	81,2%	0,5415	0,0526	0,5942	241.878	229.247	12.631	94,8%	0,7839	0,0183	0,8021
Baixo Uatumã	31.017	31.017		100,0%	0,0998		0,0998	34.514	34.514		100,0%	0,1111		0,1111
Jatapu														
Alto Uatumã														
Madeira-Purus	141.166	33.953	107.213	24,1%	0,1090	0,1551	0,2641	176.538	70.040	106.498	39,7%	0,2250	0,1541	0,3791
Baixo Madeira-Sucunduri	80.579	66.578	14.001	82,6%	0,2142	0,0203	0,2345	100.770	100.770		100,0%	0,3242		0,3242
Baixo Aripuanã	48.707	22.148	26.559	45,5%	0,0713	0,0384	0,1097	60.912	39.921	20.991	65,5%	0,1284	0,0304	0,1588
Aripuanã														
Roosevelt														
Médio Madeira	113.113	71.752	41.361	63,4%	0,2309	0,0598	0,2907	141.457	138.894	2.563	98,2%	0,4469	0,0037	0,4506
Negro-Japurá	228.220	184.149	44.071	80,7%	0,6290	0,0638	0,6928	285.407	258.083	27.324	90,4%	0,8760	0,0395	0,9156
Baixo Negro	2.249.117	1.930.508	318.609	85,8%	11,7406	0,4610	12,2015	2.812.689	2.368.153	444.536	84,2%	14,3886	0,6431	15,0318
Jauaperi														
Médio Negro	100.623	43.704	56.919	43,4%	0,1406	0,0823	0,2230	125.838	91.517	34.321	72,7%	0,2945	0,0497	0,3441
Demini														
Alto Negro														
Purus-Juruá	186.490	146.923	39.567	78,8%	0,5228	0,0572	0,5800	233.219	217.926	15.293	93,4%	0,7733	0,0221	0,7954
Baixo Purus	19.780	13.509	6.271	68,3%	0,0435	0,0091	0,0525	24.736	24.736		100,0%	0,0796		0,0796
Submédio Purus	18.039	12.415	5.624	68,8%	0,0399	0,0081	0,0481	18.039	18.039		100,0%	0,0580		0,0580

CENÁRIO TENDENCIAL	2020							2040							
	População p/ município (hab)			% de cobertura de atendimento	Demandas (m³/s)			População p/ município (hab)			% de cobertura de atendimento	Demandas (m³/s)			
	UPH	Total	Com atendimento da rede		Sem atendimento da rede	Abastecimento humano		TOTAL	Total	Com atendimento da rede		Sem atendimento da rede	Abastecimento humano		TOTAL
						Com atendimento da rede	Sem atendimento da rede						Com atendimento da rede	Sem atendimento da rede	
Tapauá															
Médio Purus	63.223	39.726	23.497	62,8%	0,1278	0,0340	0,1618	79.064	79.064		100,0%	0,2544		0,2544	
Alto Purus II	20.748	5.203	15.545	25,1%	0,0167	0,0225	0,0392	25.948	10.895	15.053	42,0%	0,0351	0,0218	0,0568	
Ituxi															
Rio Acre	36.028	21.707	14.321	60,3%	0,0698	0,0207	0,0906	45.056	45.056		100,0%	0,1450		0,1450	
Alto Purus I															
Japurá-Içá	43.215	16.404	26.811	38,0%	0,0528	0,0388	0,0916	48.186	34.351	13.835	71,3%	0,1105	0,0200	0,1305	
Baixo Japurá	24.332	8.663	15.669	35,6%	0,0272	0,0227	0,0499	29.261	15.687	13.574	53,6%	0,0497	0,0196	0,0693	
Alto Japurá															
Juruá-Jutaí	36.399	31.349	5.050	86,1%	0,1009	0,0073	0,1082	36.399	36.399		100,0%	0,1171		0,1171	
Baixo Juruá	44.388	31.712	12.676	71,4%	0,1020	0,0183	0,1204	55.511	51.559	3.952	92,9%	0,1659	0,0057	0,1716	
Médio Juruá	8.680	1.797	6.883	20,7%	0,0054	0,0100	0,0153	10.855	2.238	8.617	20,6%	0,0067	0,0125	0,0192	
Tarauacá	20.381	13.689	6.692	67,2%	0,0440	0,0097	0,0537	25.488	25.488		100,0%	0,0820		0,0820	
Alto Juruá	66.060	29.288	36.772	44,3%	0,0942	0,0532	0,1474	82.612	61.330	21.282	74,2%	0,1973	0,0308	0,2281	
Juruá Mirim	17.125	14.146	2.979	82,6%	0,0455	0,0043	0,0498	21.416	21.416		100,0%	0,0689		0,0689	
Baixo Içá															
Jutaí-Javarí	180.682	70.962	109.720	39,3%	0,2364	0,1587	0,3952	225.958	170.130	55.828	75,3%	0,5752	0,0808	0,6560	
Jutaí															
Solimões															
Ituí															
Curuçá															
Total	4.253.972	3.221.635	1.032.337	75,7%	16,0689	1,4935	17,5624	5.294.974	4.477.770	817.204	84,6%	21,4223	1,1823	22,6046	

b) Demandas das indústrias

Admitiu-se que as demandas hídricas do setor industrial evoluirão na mesma taxa de instalação de novas indústrias, equivalente ao crescimento do PIB estadual, que será da ordem de 3,53% a.a. até o ano de 2030 (PNLT, 2011), estendendo-se até o ano de 2040. Considerando que a participação das indústrias no PIB ao longo do período 2011 a 2015 (conforme a SUFRAMA) foi de 27,96%, foi mantida para todo o período de análise. A partir da estimativa do PIB estadual para cada período do Cenário determinou-se o PIB industrial, o número de funcionários e o consumo de água pelas indústrias de cada município, admitindo-se um consumo da ordem de 3500 L/trab/dia. Um resumo das demandas de água pelas indústrias do estado está indicado no Quadro 8.4

Quadro 8.4. Demandas hídricas das indústrias para Cenário Tendencial

Parâmetros	Valores por ano de análise			
	2016	2020	2030	2040
PIB industrial (1000R\$)	25.054.121	28.783.528	40.719.850	57.606.078
Quantidade de funcionários	115.627	132.545	186.689	263.292
Vazão (m³/s)	4,602	5,287	7,480	10,583
Incremento (% a.a.)	3,53%	3,53%	3,53%	3,53%

c) Demandas da pecuária

Conforme mencionado, a pecuária continuará a se expandir sem grandes incrementos de produção e de produtividade. A taxa média de crescimento dos rebanhos manterá a taxa de 3,42% a.a. observada no período 1985-2017, embora esta taxa tenha recuado significativamente no período 2007-2017. Os valores das demandas foram estimados a partir da taxa de 50 L/BEDA/dia e os resultados obtidos estão indicadas no Quadro 8.5.

Quadro 8.5. Evolução dos rebanhos no Estado (em BEDA) e das demandas hídricas no Cenário Tendencial

Parâmetros	Valores por ano de análise			
	2016	2020	2030	2040
Efetivos bovinos (BEDA)	1.192.875	1.366.163	1.912.060	2.676.089
Outros (12,1%)	164.207	188.061	263.207	368.381
Rebanho total (BEDA)	1.357.082	1.554.224	2.175.267	3.044.470
Demandas (m³/s)	0,785	0,899	1,259	1,762
Incremento (% a.a.)	3,42%	3,42%	3,42%	3,42%

Fontes: 1) Amazônia: Ci.&Desenvolv., Belém, v.4, n.8, jan/jul. 2009.; 2) Censo IBGE. 2017. Preliminar

d) Demandas da irrigação

A irrigação manterá a taxa de crescimento segundo as tendências verificadas no último decênio, da ordem de 2,37%.a.a. sendo que as demandas unitárias são da ordem de 1,10 L/s/ha e não sofrerão restrições de crescimento pelas em decorrência das reservas legais. Os resultados obtidos para o estado estão indicados no Quadro 8.6

Quadro 8.6. Evolução das áreas irrigadas (ha) e demandas hídricas no Cenário Tendencial

Parâmetros	Valores por ano de análise			
	2016	2020	2030	2040
Área irrigada (ha)	7.840	8.617	10.896	13.777

Parâmetros	Valores por ano de análise			
	2016	2020	2030	2040
Vazão (m ³ /s)	8,624	9,478	11,985	15,155
Incremento (% a.a.)	2,37%	2,37%	2,37%	2,37%

Fontes: 1) Atlas de irrigação: uso da água na agricultura irrigada. ANA. 2017; 2) Censo IBGE. 2017.

8.2.2 Demandas no Cenário Normativo

As demandas hídricas neste Cenário Normativo são aquelas relacionadas a seguir e sofrem interferências diversas conforme indicado.

a) Demandas de Abastecimento Humano

As populações dos municípios foram projetadas para cada cenário com intuito de realizar a estimativa das demandas de abastecimento, conforme os critérios estabelecidos. O Quadro 8.7 apresenta o resumo do cálculo efetuado no cenário normativo para o estado do Amazonas. Observa-se que demanda da população sem rede é inferior a 1 m³/s para todo estado, refletindo um nível maior de atendimento da rede, característico do cenário. As demandas, nos três horizontes é maior que a observada no Cenário Tendencial, visto que a população abrangida pela rede apresenta demandas per capita superiores, em função de uma demanda maior consumida e das perdas na distribuição.

Quadro 8.7. Demandas hídricas de abastecimento humano para Cenário Normativo

Parâmetros		2020	2030	2040
% de cobertura de atendimento da rede de abastecimento		75,8%	79,5%	87,8%
Demandas (m ³ /s)	Com atendimento da rede	16,0788	18,6830	22,4195
	Sem atendimento da rede	1,4890	1,4291	0,9322
	Total	17,5679	20,1121	23,3517

O Quadro 8.8 apresenta os índices de atendimento por UPH e as demandas hídricas.

Quadro 8.8. Índices de atendimento por UPH e demandas hídricas – Cenário Normativo

CENÁRIO NORMATIVO	2020							2040						
	População p/ município (hab)			% de cobertura de atendimento	Demandas (m³/s)			População p/ município (hab)			% de cobertura de atendimento	Demandas (m³/s)		
	Total	Com atendimento da rede	Sem atendimento da rede		Abastecimento humano		TOTAL	Total	Com atendimento da rede	Sem atendimento da rede		Abastecimento humano		TOTAL
					Com atendimento da rede	Sem atendimento da rede						Com atendimento da rede	Sem atendimento da rede	
Trombetas-Uatumã	21.967	6.956	15.011	31,7%	0,0224	0,0217	0,0441	27.472	14.566	12.906	53,0%	0,0469	0,0187	0,0655
Tapajós-Madeira	260.480	216.335	44.145	83,1%	0,7405	0,0639	0,8044	325.751	317.751	8.000	97,5%	1,0780	0,0116	1,0896
Alto Tapajós														
Baixo Juruena														
Uatumã-Negro	193.413	157.042	36.371	81,2%	0,5415	0,0526	0,5942	241.878	229.247	12.631	94,8%	0,7839	0,0183	0,8021
Baixo Uatumã	31.017	31.017		100,0%	0,0998		0,0998	34.514	34.514		100,0%	0,1111		0,1111
Jatapu														
Alto Uatumã														
Madeira-Purus	141.166	33.953	107.213	24,1%	0,1090	0,1551	0,2641	176.538	72.320	104.218	41,0%	0,2324	0,1508	0,3831
Baixo Madeira-Sucunduri	80.579	66.578	14.001	82,6%	0,2142	0,0203	0,2345	100.770	100.770		100,0%	0,3242		0,3242
Baixo Aripuanã	48.707	24.070	24.637	49,4%	0,0774	0,0356	0,1131	60.912	47.738	13.174	78,4%	0,1536	0,0191	0,1727
Aripuanã														
Roosevelt														
Médio Madeira	113.113	71.752	41.361	63,4%	0,2309	0,0598	0,2907	141.457	138.894	2.563	98,2%	0,4469	0,0037	0,4506
Negro-Japurá	228.220	184.149	44.071	80,7%	0,6290	0,0638	0,6928	285.407	258.092	27.315	90,4%	0,8761	0,0395	0,9156
Baixo Negro	2.249.117	1.930.508	318.609	85,8%	11,7406	0,4610	12,2015	2.812.689	2.521.115	291.574	89,6%	15,3225	0,4218	15,7443
Jauaperi														
Médio Negro	100.623	43.704	56.919	43,4%	0,1406	0,0823	0,2230	125.838	91.517	34.321	72,7%	0,2945	0,0497	0,3441
Demini														
Alto Negro														
Purus-Juruá	186.490	147.975	38.515	79,3%	0,5262	0,0557	0,5819	233.219	222.829	10.390	95,5%	0,7890	0,0150	0,8041

CENÁRIO NORMATIVO	2020							2040							
	População p/ município (hab)			% de cobertura de atendimento	Demandas (m³/s)			População p/ município (hab)			% de cobertura de atendimento	Demandas (m³/s)			
	UPH	Total	Com atendimento da rede		Sem atendimento da rede	Abastecimento humano		TOTAL	Total	Com atendimento da rede		Sem atendimento da rede	Abastecimento humano		TOTAL
						Com atendimento da rede	Sem atendimento da rede						Com atendimento da rede	Sem atendimento da rede	
Baixo Purus	19.780	13.509	6.271	68,3%	0,0435	0,0091	0,0525	24.736	24.736		100,0%	0,0796		0,0796	
Submédio Purus	18.039	12.415	5.624	68,8%	0,0399	0,0081	0,0481	18.039	18.039		100,0%	0,0580		0,0580	
Tapauá															
Médio Purus	63.223	39.726	23.497	62,8%	0,1278	0,0340	0,1618	79.064	79.064		100,0%	0,2544		0,2544	
Alto Purus li	20.748	5.203	15.545	25,1%	0,0167	0,0225	0,0392	25.948	11.909	14.039	45,9%	0,0383	0,0203	0,0586	
Ituxi															
Rio Acre	36.028	21.707	14.321	60,3%	0,0698	0,0207	0,0906	45.056	45.056		100,0%	0,1450		0,1450	
Alto Purus I															
Japurá-Içá	43.215	16.404	26.811	38,0%	0,0528	0,0388	0,0916	48.186	35.039	13.147	72,7%	0,1127	0,0190	0,1318	
Baixo Japurá	24.332	8.663	15.669	35,6%	0,0272	0,0227	0,0499	29.261	15.687	13.574	53,6%	0,0497	0,0196	0,0693	
Alto Japurá															
Juruá-Jutaí	36.399	31.349	5.050	86,1%	0,1009	0,0073	0,1082	36.399	36.399		100,0%	0,1171		0,1171	
Baixo Juruá	44.388	31.712	12.676	71,4%	0,1020	0,0183	0,1204	55.511	51.559	3.952	92,9%	0,1659	0,0057	0,1716	
Médio Juruá	8.680	1.932	6.748	22,3%	0,0058	0,0098	0,0156	10.855	5.435	5.420	50,1%	0,0163	0,0078	0,0241	
Tarauacá	20.381	13.689	6.692	67,2%	0,0440	0,0097	0,0537	25.488	25.488		100,0%	0,0820		0,0820	
Alto Juruá	66.060	29.288	36.772	44,3%	0,0942	0,0532	0,1474	82.612	61.330	21.282	74,2%	0,1973	0,0308	0,2281	
Juruá Mirim	17.125	14.146	2.979	82,6%	0,0455	0,0043	0,0498	21.416	21.416		100,0%	0,0689		0,0689	
Baixo Içá															
Jutaí-Javari	180.682	70.962	109.720	39,3%	0,2364	0,1587	0,3952	225.958	170.130	55.828	75,3%	0,5752	0,0808	0,6560	
Jutaí															
Solimões															
Ituí															

CENÁRIO NORMATIVO	2020							2040						
	População p/ município (hab)			% de cobertura de atendimento	Demandas (m³/s)			População p/ município (hab)			% de cobertura de atendimento	Demandas (m³/s)		
	Total	Com atendimento da rede	Sem atendimento da rede		Abastecimento humano		TOTAL	Total	Com atendimento da rede	Sem atendimento da rede		Abastecimento humano		TOTAL
					Com atendimento da rede	Sem atendimento da rede						Com atendimento da rede	Sem atendimento da rede	
Curuçá														
Total	4.253.972	3.224.743	1.029.229	75,8%	16,0788	1,4890	17,5679	5.294.974	4.650.640	644.334	87,8%	22,4195	0,9322	23,3517

b) Demandas das indústrias

Para este Cenário admitiu-se que a taxa de implantação de novas indústrias evoluirá a uma taxa menor que aquela indicada para Cenário Tendencial (3,53% a.a.). Para este cenário admitiu-se que todos os atores envolvidos, gradativamente, atenderão a toda a legislação pertinente. Como decorrência da maior eficiência da fiscalização, algumas indústrias poderão ter suas atividades diminuídas ou interrompidas bem e, adicionalmente, aumentará o grau de exigências para a instalação de novas indústrias.

As exigências decorrentes da aplicação da legislação e eventuais outras demandas de cunho socioambiental reduzirão a taxa de crescimento em cerca de 25% (equivalente a 0,88% a.a.), resultando numa taxa anual de crescimento da ordem de 2,65% a.a. Assim, as demandas industriais continuarão a crescer, porém a uma taxa menor, resultando em menores impactos sobre os recursos hídricos. As demandas hídricas estimadas para as indústrias do estado neste cenário estão indicadas no Quadro 8.9.

Quadro 8.9. Demandas hídricas das indústrias para Cenário Normativo

Parâmetros	Valores por ano de análise			
	2016	2020	2030	2040
PIB industrial	25.054.121	27.814.591	36.120.724	46.907.276
Quantidade de funcionários	115.657	127.073	164.435	212.955
Vazão (m³/s)	4,602	5,066	6,579	8,544
Incremento (% a.a.)	3,53%	2,65%	2,65%	2,65%

c) Demandas da pecuária

Neste Cenário Normativo as atividades pecuárias sofrerão impactos significativos em decorrência da recuperação das áreas desmatadas em desacordo com a legislação em vigor. Parte destas áreas deverá ser transformada em Áreas de Reserva Legal, reduzindo a atual área destinada à produção de forrageiras.

Admite-se que, apesar da redução da área com pastagens, a evolução dos rebanhos continuará a crescer na mesma taxa indicada no Cenário Tendencial (3,42% a.a.). Tal crescimento será restringido em 0,88% a.a resultando numa taxa de crescimento de 2,56% a.a sustentado através do aumento de produtividade das pastagens obtido através do cultivo e manejo adequados, uso da irrigação, rebanhos com genética adequada, etc. As taxas de evolução, efetivos e demandas hídricas estimadas para este cenário estão indicadas no Quadro 8.10.

Quadro 8.10. Evolução dos rebanhos no Estado (em BEDA) e das demandas hídricas no Cenário Normativo

Parâmetros	Valores por ano de análise			
	2016	2020	2030	2040
Efetivos bovinos (BEDA)	1.192.875	1.332.569	1.759.784	2.462.965
Outros(12,1%)	164.207	183.437	242.246	339.043
Rebanho total (BEDA)	1.357.082	1.516.006	2.002.029	2.802.008
Demandas (m³/s)	0,785	0,877	1,159	1,622
Incremento (% a.a.)	3,42%	2,56%	2,56%	2,56%

d) Demandas da irrigação

Face à desmobilização de áreas com agropecuária para permitir a recuperação de áreas desmatadas transformando-as em Áreas de Reserva a irrigação passará a desempenhar papel importante para manter os níveis de produtividade de forrageiras e de grãos, essenciais para a atividade pecuária.

Assim como para permitir a recuperação de áreas degradadas, a irrigação será estimulada de forma que a taxa de crescimento tendencial (2,37% a.a.) será acrescida em 25% (0,59% a.a.) de forma a alcançar a taxa média de 2,97% a.a.

A legislação em vigor imporá restrições à expansão das atividades com agropecuária em cada município as quais serão limitadas às áreas cultiváveis remanescentes, após descontadas as áreas de proteção permanente e eventuais de reserva, terras indígenas, etc. As taxas de evolução da irrigação no estado, as áreas irrigadas e as demandas hídricas estão indicadas no Quadro 8.11.

Quadro 8.11. Evolução das áreas irrigadas (ha) e demandas hídricas no Cenário Normativo

Parâmetros	Valores por ano de análise			
	2016	2020	2030	2040
Área irrigada (ha)	7.840	8.767	11.544	14.597
Vazão (m³/s)	8,624	9,644	12,698	16,057
Incremento (% a.a.)	2,37%	2,97%	2,97%	2,97%

8.2.3 Demandas no Cenário Crítico

As demandas hídricas previstas para o Cenário Crítico são afetadas pela falta de controle do poder público, pelo descumprimento da legislação e pelas pressões do mercado que, a cada ano, exige mais “commodities”. De maneira geral, as demandas hídricas deste cenário serão maiores do que nos demais cenários face à expansão das fronteiras das atividades agropecuárias, à baixa eficiência de uso dos recursos hídricos destinados ao abastecimento humano, industrial e agropecuário.

A seguir são descritos os comportamentos dos principais tipos de usos sob este cenário bem como são estimadas as demandas a serem atendidas pelos mananciais.

a) Demandas de Abastecimento Humano

As populações dos municípios foram projetadas para cada cenário com intuito de realizar a estimativa das demandas de abastecimento, conforme os critérios estabelecidos. O Quadro 8.12 apresenta o resumo do cálculo efetuado no cenário crítico para o estado do Amazonas. Os níveis de cobertura são idênticos ao apresentados no Cenário Tendencial, pois considerou-se que haveria o mesmo comportamento neste quesito. No entanto, as demandas são superiores em relação aos outros dois cenários, incrementadas pela suposição de aumento das perdas na distribuição.

Quadro 8.12. Demandas hídricas de abastecimento humano para Cenário Crítico

Parâmetros		2020	2030	2040
% de cobertura de atendimento da rede de abastecimento		75,7%	79,4%	84,6%
Demandas (m³/s)	Com atendimento da rede	18,5810	21,5267	24,6773
	Sem atendimento da rede	1,4935	1,4409	1,1823
	Total	20,0746	22,9676	25,8596

O Quadro 8.13 os índices de atendimento por UPH e as demandas hídricas.

Quadro 8.13. Índices de atendimento por UPH e demandas hídricas – Cenário Crítico

CENÁRIO CRÍTICO	2020							2040						
	População p/ município (hab)			% de cobertura de atendimento	Demandas (m³/s)			População p/ município (hab)			% de cobertura de atendimento	Demandas (m³/s)		
	Total	Com atendimento da rede	Sem atendimento da rede		Abastecimento humano		TOTAL	Total	Com atendimento da rede	Sem atendimento da rede		Abastecimento humano		TOTAL
					Com atendimento da rede	Sem atendimento da rede						Com atendimento da rede	Sem atendimento da rede	
Trombetas-Uatumã	21.967	6.956	15.011	31,7%	0,0247	0,0217	0,0464	27.472	14.566	12.906	53,0%	0,0517	0,0187	0,0703
Tapajós-Madeira	260.480	216.335	44.145	83,1%	0,8165	0,0639	0,8804	325.751	317.751	8.000	97,5%	1,1886	0,0116	1,2001
Alto Tapajós														
Baixo Juruena														
Uatumã-Negro	193.413	157.042	36.371	81,2%	0,5971	0,0526	0,6497	241.878	229.247	12.631	94,8%	0,8643	0,0183	0,8826
Baixo Uatumã	31.017	31.017		100,0%	0,1100		0,1100	34.514	34.514		100,0%	0,1224		0,1224
Jatapu														
Alto Uatumã														
Madeira-Purus	141.166	33.953	107.213	24,1%	0,1202	0,1551	0,2753	176.538	70.040	106.498	39,7%	0,2481	0,1541	0,4022
Baixo Madeira-Sucunduri	80.579	66.578	14.001	82,6%	0,2362	0,0203	0,2565	100.770	100.770		100,0%	0,3575		0,3575
Baixo Aripuanã	48.707	22.148	26.559	45,5%	0,0786	0,0384	0,1170	60.912	39.921	20.991	65,5%	0,1416	0,0304	0,1720
Aripuanã														
Roosevelt														
Médio Madeira	113.113	71.752	41.361	63,4%	0,2546	0,0598	0,3144	141.457	138.894	2.563	98,2%	0,4928	0,0037	0,4965
Negro-Japurá	228.220	184.149	44.071	80,7%	0,6935	0,0638	0,7573	285.407	258.083	27.324	90,4%	0,9659	0,0395	1,0055
Baixo Negro	2.249.117	1.930.508	318.609	85,8%	13,8086	0,4610	14,2696	2.812.689	2.368.153	444.536	84,2%	16,9221	0,6431	17,5652
Jauaperi														
Médio Negro	100.623	43.704	56.919	43,4%	0,1550	0,0823	0,2374	125.838	91.517	34.321	72,7%	0,3247	0,0497	0,3743
Demini														
Alto Negro														
Purus-Juruá	186.490	146.923	39.567	78,8%	0,5764	0,0572	0,6336	233.219	217.926	15.293	93,4%	0,8526	0,0221	0,8747

CENÁRIO CRÍTICO	2020							2040						
	População p/ município (hab)			% de cobertura de atendimento	Demandas (m³/s)			População p/ município (hab)			% de cobertura de atendimento	Demandas (m³/s)		
	Total	Com atendimento da rede	Sem atendimento da rede		Abastecimento humano		TOTAL	Total	Com atendimento da rede	Sem atendimento da rede		Abastecimento humano		TOTAL
					Com atendimento da rede	Sem atendimento da rede						Com atendimento da rede	Sem atendimento da rede	
Baixo Purus	19.780	13.509	6.271	68,3%	0,0479	0,0091	0,0570	24.736	24.736		100,0%	0,0878		0,0878
Submédio Purus	18.039	12.415	5.624	68,8%	0,0440	0,0081	0,0522	18.039	18.039		100,0%	0,0640		0,0640
Tapauá														
Médio Purus	63.223	39.726	23.497	62,8%	0,1409	0,0340	0,1749	79.064	79.064		100,0%	0,2805		0,2805
Alto Purus li	20.748	5.203	15.545	25,1%	0,0185	0,0225	0,0409	25.948	10.895	15.053	42,0%	0,0387	0,0218	0,0604
Ituxi														
Rio Acre	36.028	21.707	14.321	60,3%	0,0770	0,0207	0,0977	45.056	45.056		100,0%	0,1598		0,1598
Alto Purus I														
Japurá-Içá	43.215	16.404	26.811	38,0%	0,0582	0,0388	0,0970	48.186	34.351	13.835	71,3%	0,1219	0,0200	0,1419
Baixo Japurá	24.332	8.663	15.669	35,6%	0,0300	0,0227	0,0527	29.261	15.687	13.574	53,6%	0,0548	0,0196	0,0744
Alto Japurá														
Juruá-Jutaí	36.399	31.349	5.050	86,1%	0,1112	0,0073	0,1185	36.399	36.399		100,0%	0,1291		0,1291
Baixo Juruá	44.388	31.712	12.676	71,4%	0,1125	0,0183	0,1308	55.511	51.559	3.952	92,9%	0,1829	0,0057	0,1886
Médio Juruá	8.680	1.797	6.883	20,7%	0,0059	0,0100	0,0159	10.855	2.238	8.617	20,6%	0,0074	0,0125	0,0199
Tarauacá	20.381	13.689	6.692	67,2%	0,0486	0,0097	0,0582	25.488	25.488		100,0%	0,0904		0,0904
Alto Juruá	66.060	29.288	36.772	44,3%	0,1039	0,0532	0,1571	82.612	61.330	21.282	74,2%	0,2176	0,0308	0,2484
Juruá Mirim	17.125	14.146	2.979	82,6%	0,0502	0,0043	0,0545	21.416	21.416		100,0%	0,0760		0,0760
Baixo Içá														
Jutaí-Javari	180.682	70.962	109.720	39,3%	0,2607	0,1587	0,4194	225.958	170.130	55.828	75,3%	0,6343	0,0808	0,7150
Jutaí														
Solimões														
Ituí														

CENÁRIO CRÍTICO	2020							2040						
	População p/ município (hab)			% de cobertura de atendimento	Demandas (m³/s)			População p/ município (hab)			% de cobertura de atendimento	Demandas (m³/s)		
	Total	Com atendimento da rede	Sem atendimento da rede		Abastecimento humano		TOTAL	Total	Com atendimento da rede	Sem atendimento da rede		Abastecimento humano		TOTAL
					Com atendimento da rede	Sem atendimento da rede						Com atendimento da rede	Sem atendimento da rede	
Curuçá														
Total	4.253.972	3.221.635	1.032.337	75,7%	18,5810	1,4935	20,0746	5.294.974	4.477.770	817.204	84,6%	24,6773	1,1823	25,8596

b) Demandas das indústrias

Para este Cenário admitiu-se que a taxa de implantação de novas indústrias evoluirá a uma taxa maior do que aquela estimada para Cenário Tendencial (3,53% a.a.). Este crescimento adicional se deveria a uma fiscalização ineficiente por parte do estado de forma que os atores envolvidos deixarão de atender a legislação pertinente. Como consequência de uma menor fiscalização haverá mais facilidades para a implantação de novas indústrias, algumas das quais poderão ter suas atividades ampliadas sem o devido controle fiscal e socioambiental, resultando em maiores demandas e impactos sobre os recursos hídricos.

A eventual flexibilização das exigências legais e ambientais resultarão numa ampliação da capacidade industrial instalada a uma taxa adicional de crescimento estimada em cerca de 25% (equivalente a 0,88% a.a.), resultando numa taxa anual de crescimento da ordem de 4,41% a.a. Assim, as demandas industriais crescerão a uma taxa elevada resultando em maiores impactos sobre os recursos hídricos e o meio ambiente em geral. Neste contexto, as demandas hídricas das indústrias do estado neste cenário estão indicadas no Quadro 8.14.

Quadro 8.14. Demandas hídricas das indústrias no Cenário Crítico

Parâmetros	Valores por ano de análise			
	2016	2020	2030	2040
PIB industrial	25.054.121	30.031.390	46.248.790	71.223.830
Quantidade de funcionários	115.627	138.203	11.769	325.057
Vazão (m³/s)	4,602	5,517	8,496	13,085
Incremento (% a.a.)	3,53%	4,41%	4,41%	4,41%

c) Demandas da pecuária

Neste cenário, face à deficiente fiscalização e ao descumprimento generalizado da legislação ambiental, notadamente aquela relacionada ao desmatamento e uso do solo, a pecuária evoluirá a uma taxa superior àquela do Cenário Tendencial (3,42% a.a.), não havendo restrições quanto às áreas utilizáveis para este fim. Admite-se que a taxa tendencial de crescimento sofrerá um incremento da ordem de 25% (0,86% a.a.) resultando numa taxa média de 4,27% a.a.

Para apoiar este crescimento as áreas de pastagem serão ampliadas o que resulta em impactos significativos sobre o meio ambiente, notadamente sobre os recursos hídricos, através do aumento das demandas e, também, na alteração nas disponibilidades e qualidade dos mananciais. Os efetivos de rebanhos e as demandas hídricas estimadas para este Cenário Crítico estão apresentadas no Quadro 8.15.

Quadro 8.15. Efetivos dos rebanhos (em BEDA) e das demandas hídricas no Cenário Crítico

Parâmetros	Valores por ano de análise			
	2016	2020	2030	2040
Efetivos bovinos (BEDA)	1.192.875	1.400.316	2.076.094	2.905.669
Outros (12,1%)	164.207	192.763	285.788	399.984
Rebanho total (BEDA)	1.357.082	1.593.079	2.361.882	3.305.653
Demandas (m³/s)	0,785	0,922	1,367	1,913
Incremento (% a.a.)	3,42%	4,27%	4,27%	4,27%

d) Demandas da irrigação

Em razão da elevada taxa de incorporação de áreas para viabilizar as atividades agropecuárias aliadas à pressão do mercado por commodities (grãos, carne, fibras, etc.) estima-se que haverá um significativo incremento da irrigação em relação às taxas de crescimento tendencial. Esta irrigação, mesmo que rudimentar, aumentará as garantias de produção, essenciais para a manutenção das elevadas taxas de crescimento da economia intrínsecas deste cenário.

Diferentemente do Cenário Normativo, estima-se que a taxa de crescimento tendencial da irrigação (2,37% a.a.) será acrescida em 50% (1,18% a.a.), alcançando a taxa média de 3,55% a.a. Espera-se que as pressões do mercado para aumentar a oferta de “commodities”, principalmente grãos e carne, promovam a necessidade de aumentar a produtividade através do uso intensivo da irrigação nos meses de estiagem. Assim como na expansão da área para agropecuária, a fiscalização flexibilizada não conseguirá impor limites para o crescimento da utilização da água para irrigação nem, tampouco, exigir métodos de irrigação mais eficientes o que resultará em elevadas taxas de demanda. As áreas irrigadas no estado durante o período de análise deste cenário bem como as demandas hídricas estão mostrada no Quadro 8.16.

Quadro 8.16. Evolução das áreas irrigadas (ha) e demandas hídricas no Cenário Crítico

Parâmetros	Valores por ano de análise			
	2016	2020	2030	2040
Área irrigada (ha)	7.840	8.920	12.227	15.461
Vazão (m³/s)	8,624	9,812	13,450	17,007
Incremento (% a.a.)	2,37%	3,56%	3,56%	3,56%

8.2.1 Síntese das demandas

Na sequência são apresentadas as demandas hídricas obtidas para cada tipo de uso e a demanda total para cada cenário elaborado (Quadro 8.17 até o Quadro 8.21).

Quadro 8.17. Demandas hídricas (m³/s) para cada cenário de abastecimento humano por UPH do Estado do Amazonas

Unidade de Planejamento Hídrico (UPH)	BASE	TENDENCIAL			NORMATIVO			CRÍTICO		
	2016	2020	2030	2040	2020	2030	2040	2020	2030	2040
Trombetas-Uatumã	0,040	0,044	0,054	0,066	0,044	0,054	0,066	0,046	0,057	0,070
Tapajós-Madeira	0,742	0,804	0,951	1,090	0,804	0,951	1,090	0,880	1,044	1,200
Alto Tapajós										
Baixo Juruena										
Uatumã-Negro	0,522	0,594	0,700	0,802	0,594	0,700	0,802	0,650	0,768	0,883
Baixo Uatumã	0,097	0,100	0,106	0,111	0,100	0,106	0,111	0,110	0,117	0,122
Jatapu										
Alto Uatumã										
Madeira-Purus	0,244	0,264	0,318	0,379	0,264	0,318	0,383	0,275	0,334	0,402
Baixo Madeira-Sucunduri	0,216	0,234	0,280	0,324	0,234	0,280	0,324	0,256	0,307	0,358
Baixo Aripuanã	0,100	0,110	0,137	0,159	0,113	0,144	0,173	0,117	0,148	0,172
Aripuanã										
Roosevelt										
Médio Madeira	0,263	0,291	0,370	0,451	0,291	0,370	0,451	0,314	0,404	0,496
Negro-Japurá	0,640	0,693	0,810	0,916	0,693	0,810	0,916	0,757	0,888	1,005
Baixo Negro	11,646	12,202	13,610	15,032	12,202	13,610	15,744	14,270	15,900	17,565
Jauaperi										
Médio Negro	0,203	0,223	0,278	0,344	0,223	0,278	0,344	0,237	0,299	0,374
Demini										
Alto Negro										
Purus-Juruá	0,502	0,580	0,716	0,795	0,582	0,721	0,804	0,634	0,787	0,875
Baixo Purus	0,048	0,053	0,067	0,080	0,053	0,067	0,080	0,057	0,074	0,088
Submédio Purus	0,045	0,048	0,058	0,058	0,048	0,058	0,058	0,052	0,064	0,064
Tapauá										
Médio Purus	0,147	0,162	0,206	0,254	0,162	0,206	0,254	0,175	0,225	0,280
Alto Purus II	0,036	0,039	0,047	0,057	0,039	0,047	0,059	0,041	0,050	0,060
Ituxi										
Rio Acre	0,082	0,091	0,115	0,145	0,091	0,115	0,145	0,098	0,125	0,160
Alto Purus I										
Japurá-Içá	0,086	0,092	0,109	0,131	0,092	0,109	0,132	0,097	0,116	0,142
Baixo Japurá	0,047	0,050	0,059	0,069	0,050	0,059	0,069	0,053	0,063	0,074
Alto Japurá										
Juruá-Jutaí	0,105	0,108	0,117	0,117	0,108	0,117	0,117	0,119	0,129	0,129
Baixo Juruá	0,109	0,120	0,151	0,172	0,120	0,151	0,172	0,131	0,165	0,189
Médio Juruá	0,014	0,015	0,017	0,019	0,016	0,019	0,024	0,016	0,018	0,020
Tarauacá	0,049	0,054	0,069	0,082	0,054	0,069	0,082	0,058	0,075	0,090
Alto Juruá	0,135	0,147	0,184	0,228	0,147	0,184	0,228	0,157	0,198	0,248
Juruá Mirim	0,045	0,050	0,063	0,069	0,050	0,063	0,069	0,054	0,069	0,076
Baixo Içá										
Jutaí-Javari	0,358	0,395	0,506	0,656	0,395	0,506	0,656	0,419	0,543	0,715
Jutaí										
Solimões										
Ituí										
Curuçá										
Total	16,519	17,562	20,098	22,605	17,568	20,112	23,352	20,075	22,968	25,860

Quadro 8.18. Demandas hídrica s(m³/s) para cada cenário de abastecimento industrial por UPH do Estado do Amazonas

Unidade de Planejamento Hídrico (UPH)	BASE	TENDENCIAL			NORMATIVO			CRÍTICO		
	2016	2020	2030	2040	2020	2030	2040	2020	2030	2040
Trombetas-Uatumã	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002	0,002
Tapajós-Madeira	0,015	0,017	0,024	0,034	0,016	0,021	0,028	0,018	0,028	0,043
Alto Tapajós										
Baixo Juruena										
Uatumã-Negro	0,091	0,105	0,148	0,210	0,100	0,130	0,169	0,109	0,168	0,259
Baixo Uatumã	0,004	0,005	0,007	0,009	0,004	0,006	0,008	0,005	0,007	0,012
Jatapu										
Alto Uatumã										
Madeira-Purus	0,007	0,008	0,012	0,017	0,008	0,011	0,014	0,009	0,014	0,021
Baixo Madeira-Sucunduri	0,003	0,004	0,005	0,007	0,003	0,004	0,006	0,004	0,006	0,009
Baixo Aripuanã	0,004	0,004	0,006	0,008	0,004	0,005	0,007	0,004	0,007	0,010
Aripuanã										
Roosevelt										
Médio Madeira	0,009	0,010	0,015	0,021	0,010	0,013	0,017	0,011	0,016	0,025
Negro-Japurá	0,035	0,040	0,057	0,080	0,038	0,050	0,065	0,042	0,065	0,099
Baixo Negro	4,135	4,750	6,720	9,507	4,551	5,911	7,676	4,956	7,633	11,755
Jauaperi										
Médio Negro	0,004	0,004	0,006	0,009	0,004	0,006	0,007	0,005	0,007	0,011
Demini										
Alto Negro										
Purus-Juruá	0,262	0,301	0,426	0,603	0,289	0,375	0,487	0,315	0,484	0,746
Baixo Purus	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002	0,002
Submédio Purus	0,001	0,001	0,002	0,003	0,001	0,002	0,002	0,001	0,002	0,004
Tapauá										
Médio Purus	0,003	0,003	0,004	0,006	0,003	0,004	0,005	0,003	0,005	0,007
Alto Purus II	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002
Ituxi										
Rio Acre	0,005	0,006	0,009	0,012	0,006	0,008	0,010	0,006	0,010	0,015
Alto Purus I										
Japurá-Içá	0,002	0,002	0,003	0,004	0,002	0,002	0,003	0,002	0,003	0,004
Baixo Japurá	0,001	0,001	0,002	0,003	0,001	0,002	0,002	0,001	0,002	0,003
Alto Japurá										
Juruá-Jutaí	0,002	0,003	0,004	0,005	0,003	0,003	0,004	0,003	0,004	0,007
Baixo Juruá	0,004	0,004	0,006	0,009	0,004	0,005	0,007	0,004	0,007	0,011
Médio Juruá	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002
Tarauacá	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002	0,002
Alto Juruá	0,003	0,003	0,004	0,006	0,003	0,004	0,005	0,003	0,005	0,007
Juruá Mirim	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002
Baixo Içá										
Jutaí-Javarí	0,008	0,009	0,013	0,019	0,009	0,012	0,015	0,010	0,015	0,024
Jutaí										
Solimões										
Ituí										
Curuçá										
Total	4,602	5,287	7,480	10,583	5,066	6,579	8,544	5,517	8,496	13,085

Quadro 8.19. Demandas hídricas (m³/s) para cada cenário da pecuária por UPH do Estado do Amazonas

Unidade de Planejamento Hídrico (UPH)	BASE	TENDENCIAL			NORMATIVO			CRÍTICO		
	2016	2020	2030	2040	2020	2030	2040	2020	2030	2040
Trombetas-Uatumã	0,019	0,021	0,030	0,042	0,021	0,028	0,039	0,022	0,033	0,046
Tapajós-Madeira	0,092	0,106	0,148	0,207	0,103	0,136	0,190	0,108	0,160	0,224
Alto Tapajós										
Baixo Juruena										
Uatumã-Negro	0,046	0,053	0,074	0,103	0,052	0,068	0,095	0,054	0,080	0,112
Baixo Uatumã	0,017	0,019	0,027	0,038	0,019	0,025	0,035	0,020	0,029	0,041
Jatapu										
Alto Uatumã										
Madeira-Purus	0,084	0,096	0,134	0,188	0,094	0,124	0,173	0,098	0,146	0,204
Baixo Madeira-Sucunduri	0,008	0,009	0,013	0,018	0,009	0,012	0,017	0,009	0,014	0,020
Baixo Aripuanã	0,092	0,105	0,147	0,206	0,103	0,136	0,190	0,108	0,160	0,224
Aripuanã										
Roosevelt										
Médio Madeira	0,083	0,095	0,133	0,186	0,092	0,122	0,171	0,097	0,144	0,202
Negro-Japurá	0,015	0,017	0,024	0,034	0,017	0,022	0,031	0,018	0,026	0,036
Baixo Negro	0,007	0,009	0,012	0,017	0,008	0,011	0,015	0,009	0,013	0,018
Jauaperi										
Médio Negro	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001	0,001
Demini										
Alto Negro										
Purus-Juruá	0,003	0,004	0,005	0,007	0,004	0,005	0,007	0,004	0,006	0,008
Baixo Purus	0,002	0,002	0,003	0,004	0,002	0,002	0,003	0,002	0,003	0,004
Submédio Purus	0,001	0,002	0,002	0,003	0,002	0,002	0,003	0,002	0,003	0,004
Tapauá										
Médio Purus	0,143	0,164	0,230	0,322	0,160	0,212	0,296	0,168	0,250	0,349
Alto Purus II	0,006	0,007	0,009	0,013	0,006	0,008	0,012	0,007	0,010	0,014
Ituxi										
Rio Acre	0,117	0,134	0,187	0,262	0,130	0,172	0,241	0,137	0,203	0,284
Alto Purus I										
Japurá-Içá	0,001	0,002	0,002	0,003	0,002	0,002	0,003	0,002	0,002	0,003
Baixo Japurá	0,001	0,001	0,002	0,003	0,001	0,002	0,002	0,001	0,002	0,003
Alto Japurá										
Juruá-Jutaí	0,003	0,003	0,005	0,007	0,003	0,004	0,006	0,003	0,005	0,007
Baixo Juruá	0,004	0,004	0,006	0,008	0,004	0,005	0,008	0,004	0,006	0,009
Médio Juruá	0,001	0,001	0,002	0,002	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002	0,002
Tarauacá	0,011	0,013	0,018	0,025	0,012	0,016	0,023	0,013	0,019	0,027
Alto Juruá	0,010	0,012	0,017	0,023	0,012	0,015	0,021	0,012	0,018	0,025
Juruá Mirim	0,016	0,019	0,026	0,036	0,018	0,024	0,034	0,019	0,028	0,040
Baixo Içá										
Jutaí-Javari	0,002	0,003	0,004	0,005	0,002	0,003	0,005	0,003	0,004	0,005
Jutaí										
Solimões										
Ituí										
Curuçá										
Total	0,785	0,899	1,259	1,762	0,877	1,159	1,622	0,922	1,367	1,913

Quadro 8.20. Demandas hídricas (m³/s) para cada cenário de irrigação por UPH do Estado do Amazonas

Unidade de Planejamento Hídrico (UPH)	BASE	TENDENCIAL			NORMATIVO			CRÍTICO		
	2016	2020	2030	2040	2020	2030	2040	2020	2030	2040
Trombetas-Uatumã	0,042	0,046	0,058	0,074	0,047	0,062	0,078	0,048	0,065	0,083
Tapajós-Madeira Alto Tapajós Baixo Juruena	1,084	1,191	1,506	1,904	1,212	1,595	2,017	1,233	1,690	2,137
Uatumã-Negro Baixo Uatumã Jatapu Alto Uatumã	1,872 0,250	2,057 0,275	2,601 0,348	3,289 0,440	2,093 0,280	2,756 0,368	3,485 0,466	2,130 0,285	2,919 0,390	3,691 0,493
Madeira-Purus Baixo Madeira-Sucunduri Baixo Aripuanã Aripuanã Roosevelt Médio Madeira	1,124 0,144 0,033	1,236 0,158 0,037	1,562 0,200 0,046	1,976 0,253 0,058	1,257 0,161 0,037	1,655 0,212 0,049	2,093 0,268 0,062	1,279 0,164 0,038	1,753 0,224 0,052	2,217 0,284 0,066
Negro-Japurá Baixo Negro Jauaperi Médio Negro Demini Alto Negro	1,568 0,732 0,056	1,723 0,805 0,061	2,179 1,018 0,078	2,755 1,287 0,098	1,753 0,819 0,062	2,309 1,078 0,082	2,919 1,364 0,104	1,784 0,833 0,064	2,445 1,142 0,087	3,092 1,444 0,110
Purus-Juruá Baixo Purus Submédio Purus Tapauá Médio Purus Alto Purus li Ituxi Rio Acre Alto Purus I	0,786 0,111	0,864 0,122	1,092 0,154	1,381 0,194	0,879 0,124	1,157 0,163	1,464 0,206	0,894 0,126	1,226 0,172	1,550 0,218
Japurá-Içá Baixo Japurá Alto Japurá	0,012 0,015	0,013 0,017	0,016 0,021	0,021 0,026	0,013 0,017	0,017 0,022	0,022 0,028	0,013 0,017	0,018 0,023	0,023 0,030
Juruá-Jutaí Baixo Juruá Médio Juruá Tarauacá Alto Juruá Juruá Mirim	0,003 0,017	0,004 0,019	0,004 0,024	0,006 0,030	0,004 0,019	0,005 0,025	0,006 0,032	0,004 0,020	0,005 0,027	0,006 0,034
Baixo Juruá Tarauacá Alto Juruá Juruá Mirim	0,004 0,081	0,005 0,089	0,006 0,112	0,008 0,142	0,005 0,090	0,006 0,119	0,008 0,150	0,005 0,092	0,007 0,126	0,008 0,159
Baixo Içá										
Jutaí-Javari Jutaí	0,049	0,054	0,069	0,087	0,055	0,073	0,092	0,056	0,077	0,097
Solimões										
Ituí Curuçá										
Total	8,624	9,478	11,985	15,155	9,644	12,698	16,057	9,812	13,450	17,007






Quadro 8.21. Demandas hídricas totais (m³/s) em cada UPH do Estado do Amazonas

Unidade de Planejamento Hídrico (UPH)	BASE	TENDENCIAL			NORMATIVO			CRÍTICO		
	2016	2020	2030	2040	2020	2030	2040	2020	2030	2040
Trombetas-Uatumã	0,102	0,113	0,144	0,183	0,113	0,145	0,184	0,117	0,157	0,201
Tapajós-Madeira Alto Tapajós Baixo Juruena	1,933	2,118	2,629	3,235	2,135	2,703	3,325	2,239	2,922	3,604
Uatumã-Negro Baixo Uatumã Jatapu Alto Uatumã	2,531 0,368	2,809 0,399	3,524 0,487	4,405 0,598	2,839 0,403	3,655 0,505	4,552 0,619	2,943 0,419	3,936 0,544	4,945 0,668
Madeira-Purus Baixo Madeira-Sucunduri Baixo Aripuanã Aripuanã Roosevelt Médio Madeira	1,459 0,371 0,229	1,604 0,405 0,256	2,027 0,498 0,337	2,560 0,602 0,432	1,623 0,408 0,257	2,108 0,508 0,334	2,663 0,615 0,431	1,662 0,433 0,267	2,247 0,552 0,366	2,844 0,670 0,472
Negro-Japurá Baixo Negro Jauaperi Médio Negro Demini Alto Negro	2,258 16,521 0,264	2,473 17,765 0,289	3,070 21,361 0,362	3,785 25,843 0,452	2,501 17,580 0,290	3,191 20,610 0,366	3,930 24,799 0,456	2,600 20,068 0,306	3,424 24,688 0,393	4,233 30,782 0,496
Purus-Juruá Baixo Purus Submédio Purus Tapauá Médio Purus Alto Purus II Ituxi Rio Acre Alto Purus I	1,554 0,161 0,048	1,749 0,177 0,051	2,241 0,225 0,062	2,787 0,279 0,064	1,753 0,179 0,051	2,258 0,234 0,062	2,761 0,290 0,063	1,846 0,186 0,055	2,503 0,250 0,069	3,179 0,312 0,071
Japurá-Içá Baixo Japurá Alto Japurá	0,101 0,064	0,108 0,069	0,130 0,083	0,158 0,101	0,108 0,069	0,131 0,084	0,160 0,102	0,114 0,073	0,140 0,090	0,173 0,110
Juruá-Jutaí Baixo Juruá Médio Juruá Tarauacá Alto Juruá Juruá Mirim	0,113 0,133 0,016 0,065	0,118 0,148 0,017 0,072	0,130 0,186 0,020 0,094	0,135 0,218 0,023 0,116	0,118 0,148 0,017 0,072	0,130 0,187 0,022 0,093	0,134 0,218 0,027 0,114	0,129 0,159 0,018 0,077	0,144 0,205 0,021 0,103	0,150 0,242 0,024 0,128
Baixo Içá										
Jutaí-Javari Jutaí	0,418	0,461	0,591	0,767	0,462	0,593	0,768	0,488	0,639	0,842
Solimões										
Ituí Curuçá										
Total	30,532	33,228	40,822	50,104	33,155	40,548	49,574	36,325	46,280	57,864

8.2.2 Comparação das demandas e consumos totais para a situação atual e cenários futuros

De posse das demandas hídricas totais definidas anteriormente para o Estado foi elaborado um quadro onde são indicadas as mencionadas demandas e os consumos hídricos. Os consumos representam parte da água retirada dos mananciais (demanda) que não retorna aos corpos receptores após a utilização pelos usuários.

Para a determinação dos consumos foram utilizadas as seguintes taxas:

 Abastecimento urbano com rede	20%
 Abastecimento urbano sem rede e rural	50%
 Indústrias	20%
 Rebanhos	80%
 Irrigação	80%

As vazões relativas às demandas e aos consumos totais para os diferentes cenários estão indicadas no Quadro 8.22 abaixo.

Quadro 8.22. Demandas e consumos hídricos totais para diferentes cenários no Amazonas

Cenários	Usos	Demanda/consumo de água (m³/s)			
		2016	2020	2030	2040
Tendencial	Demandas	30,53	33,23	40,82	50,10
Normativo		30,49	33,16	40,55	49,57
Crítico		30,57	36,33	46,28	57,86
Tendencial	Consumo	11,75	12,87	16,11	20,17
Normativo		11,74	12,94	16,42	20,52
Crítico		11,76	13,71	18,15	22,92

De acordo com os resultados obtidos, a demanda total no início do Plano é da ordem de 30,5 m³/s. No final do Plano (ano 2040) a demanda total será da ordem de 50,10 m³/s no Cenário Tendencial, de 49,57 m³/s para o Cenário Normativo e de 57,86 m³/s para o Cenário Crítico. Por outro lado, os consumos atuais são de 11,80 m³/s e passarão, no final do Plano, para 20,17 m³/s no Cenário Tendencial, 20,52 m³/s no Cenário Normativo e 22,92 m³/s para o Cenário Crítico. Os resultados indicam que as demandas nos cenários Tendencial, Normativo e Crítico crescerão 164%, 163% e 189%, respectivamente, em relação à situação atual.

Nota-se que as demandas e os consumos totais relativos aos Cenários Tendencial e Normativo não diferem significativamente entre si por conta de incrementos na cobertura de abastecimento urbano associados ao aumento de áreas irrigadas no Cenário Normativo.

8.2.3 Comparação das demandas por tipo de uso para a situação atual e cenários futuros

A evolução das demandas em relação à situação atual, por tipo de uso e por cenário, estão indicadas a seguir (Quadro 8.23).

Quadro 8.23. Variação das demandas em relação à situação atual para diferentes usos

Tipo de demandas	Situação atual	Cenários (ano 2040)					
		Tendencial		Normativo		Crítico	
	m ³ /s	m ³ /s	% (*)	m ³ /s	% (*)	m ³ /s	% (*)
População com rede	15,04	21,42	142%	22,42	149%	24,68	164%
População sem rede	1,48	1,18	80%	0,93	63%	1,18	80%
Indústrias	4,60	10,58	230%	8,54	186%	13,09	284%
Rebanhos	0,79	1,76	224%	1,62	206%	1,91	244%
Irrigação	8,62	15,15	176%	16,06	186%	17,01	197%
TOTAL	30,53	50,10	164%	49,57	162%	57,86	190%

(*) crescimento em relação à situação atual (ano 2016)

Os incrementos das demandas para abastecimento urbano são decorrência do crescimento das populações urbanas no Estado até o final do período de análise (ano 2040) bem como dos aumentos dos índices de abastecimento público de água previstos no Cenário Normativo. Neste cenário as demandas hídricas para abastecimento urbano (com rede) podem alcançar 22,42 m³/s indicando um crescimento da ordem de 7,38 m³/s ao longo do período 2016 a 2040, equivalente a 149% das demandas atuais. (Figura 8.3).

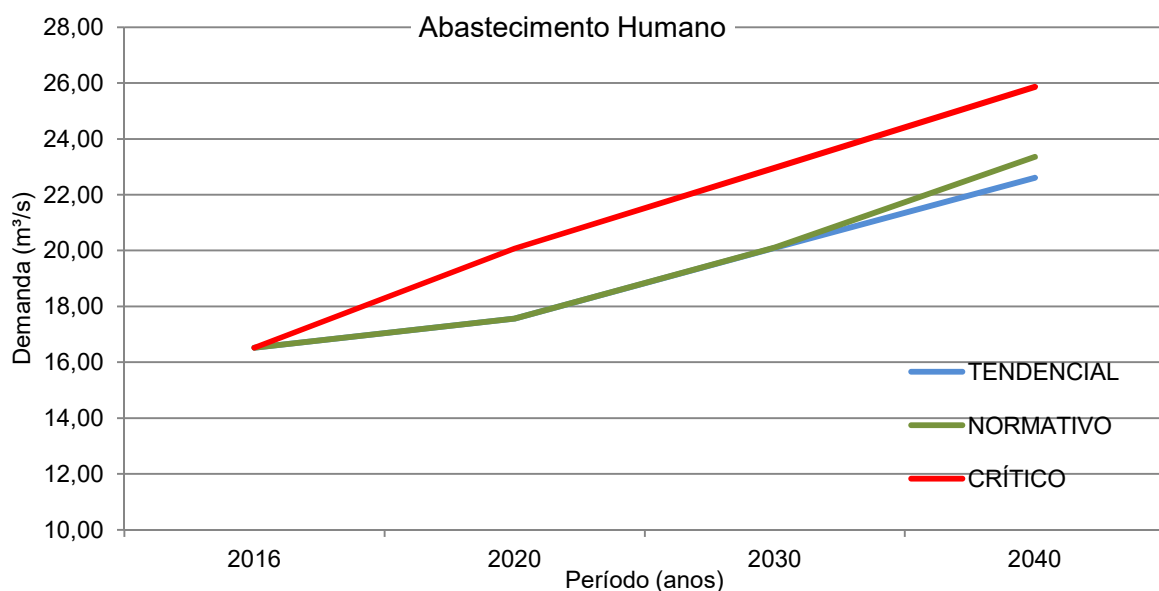


Figura 8.3. Demandas do abastecimento humano nos cenários estudados

As demandas relativas ao atendimento das populações sem rede (urbanas e rurais) no cenário normativo decrescerão, alcançando 0,93 m³/s, equivalente a 80% das demandas atuais.

Como reflexo das taxas de crescimento adotadas para cada cenário, as demandas hídricas das indústrias crescem de forma diferenciada. Tomando por base a taxa de crescimento do PIB estadual associadas a taxas de incremento ou de diminuição da atividade, foram definidas taxas de crescimento distintas. Partindo-se da taxa de crescimento média do Estado da ordem de 3,53% a.a. e estabelecendo-se taxas de variação em função da

atividade industrial prevista. Previu-se que no Cenário Crítico as taxas de crescimento serão máximas resultando numa demanda hídrica da ordem de 8,54 m³/s equivalendo a um incremento da ordem de 3,94 m³/s, ou seja, 186% em relação à situação atual (Figura 8.4).

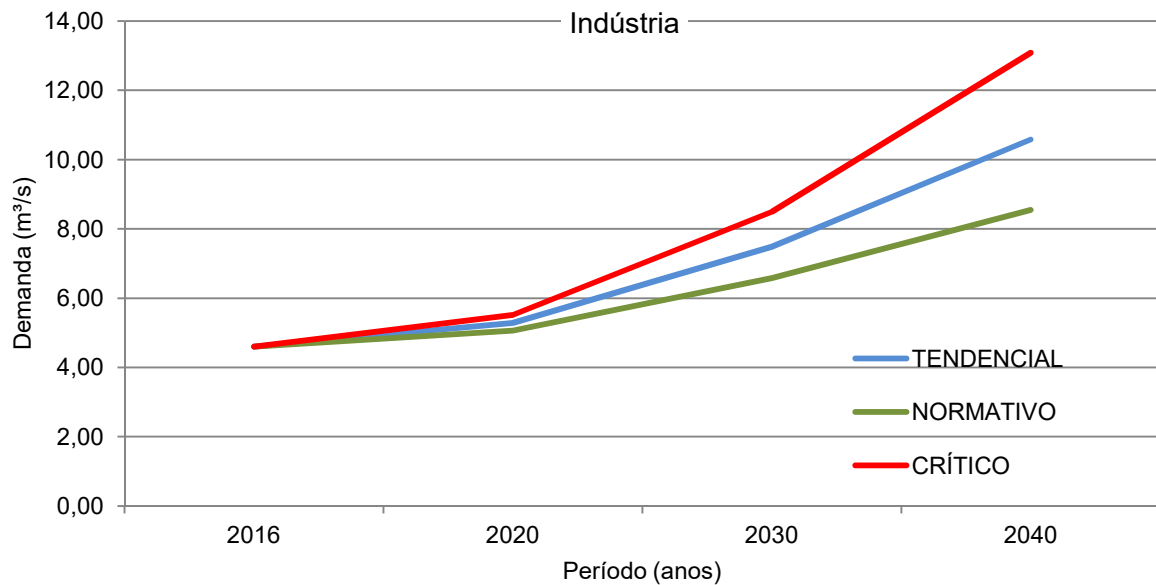


Figura 8.4. Demandas das indústrias nos cenários estudados

Para determinar as demandas hídricas dos rebanhos (dessedentação, higienização, etc.) foi utilizado o crescimento tendencial do setor (conjunto de rebanhos) bem como as variações de crescimento decorrentes das restrições às áreas de pastagem, flexibilização da fiscalização ambiental e outros fatores. As menores demandas ocorrerão no Cenário Normativo quando haverá restrições à expansão das áreas de pastagem e exigências de recuperação de áreas indevidamente incorporadas ao processo produtivo.

Ao contrário, no Cenário Normativo haverá crescimento dos rebanhos associadas à expansão de pastagens e forrageiras irrigadas, de forma que os incrementos das demandas em relação à situação atual alcançarão 1,62 m³/s no final do período de análise (2040), equivalentes a 206% das demandas atuais (Figura 8.5).

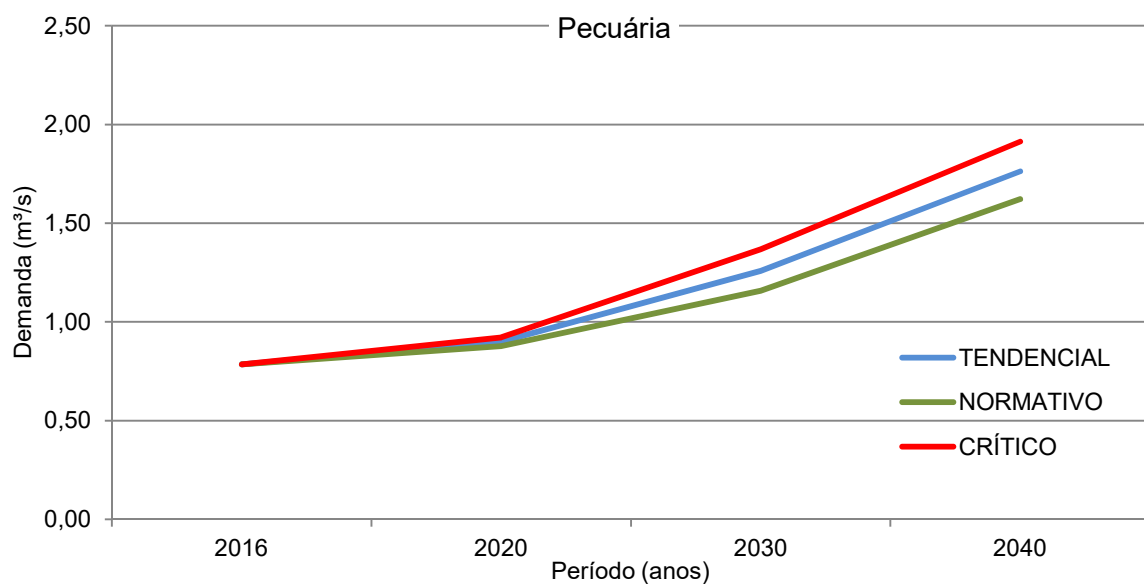


Figura 8.5. Demandas dos rebanhos nos cenários estudados

Estima-se que no Cenário Tendencial o crescimento da irrigação continuará a ocorrer na taxa verificada nos últimos anos (2,37% a.a.). Para o Cenário Normativo prevê-se que as demandas hídricas da irrigação crecerão significativamente como forma de compensar a redução das áreas de agropecuária, decorrente da recuperação das áreas degradadas e incorporadas indevidamente ao processo produtivo. Esta compensação deverá ocorrer através do aumento da produtividade das áreas cultivadas fazendo uso, inclusive, do uso da irrigação associada a outras técnicas.

As demandas hídricas da irrigação no Cenário Normativo crescerão a uma taxa 50% maior daquela do Cenário Tendencial, alcançando 2,97% a.a. Neste cenário a demanda da irrigação alcançará 16,06 m³/s equivalente a um incremento de 186% em relação ao Cenário Tendencial (Figura 8.6).

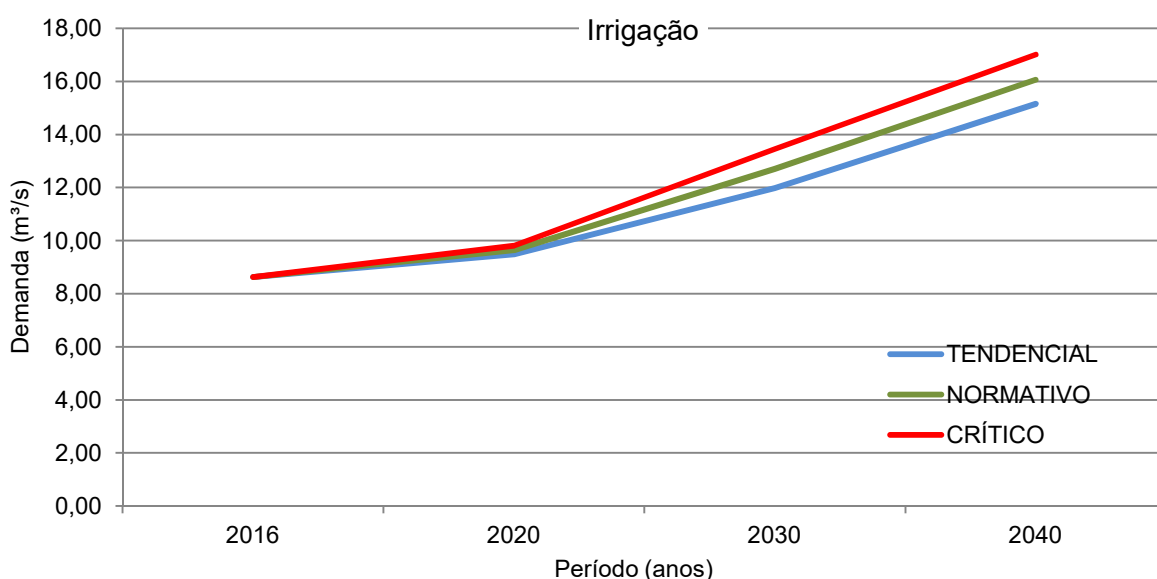


Figura 8.6. Demandas da irrigação na situação atual e nos cenários estudados

Os valores indicados no quadro anterior foram agrupados de forma a caracterizar a evolução das demandas e dos consumos no ano 2040 (final do período de análise) dos diversos cenários em relação à situação atual. Constata-se que no Cenário Normativo as demandas totais cresceram 162,0%, passando dos atuais 30,53 m³/s podendo alcançar 49,57 m³/s no ano de 2040.

No início do Plano (ano 2016) as demandas mais relevantes são aquelas do abastecimento urbano com rede (~15,0 m³/s), seguido da irrigação (8,62 m³/s), da indústria (4,60 m³/s), abastecimento sem rede e, finalmente, a pecuária.

A evolução das demandas totais no Estado do Amazonas para os cenários Tendencial, Normativo e Crítico estão mostradas na Figura 8.7, Figura 8.8 e Figura 8.9, respectivamente.

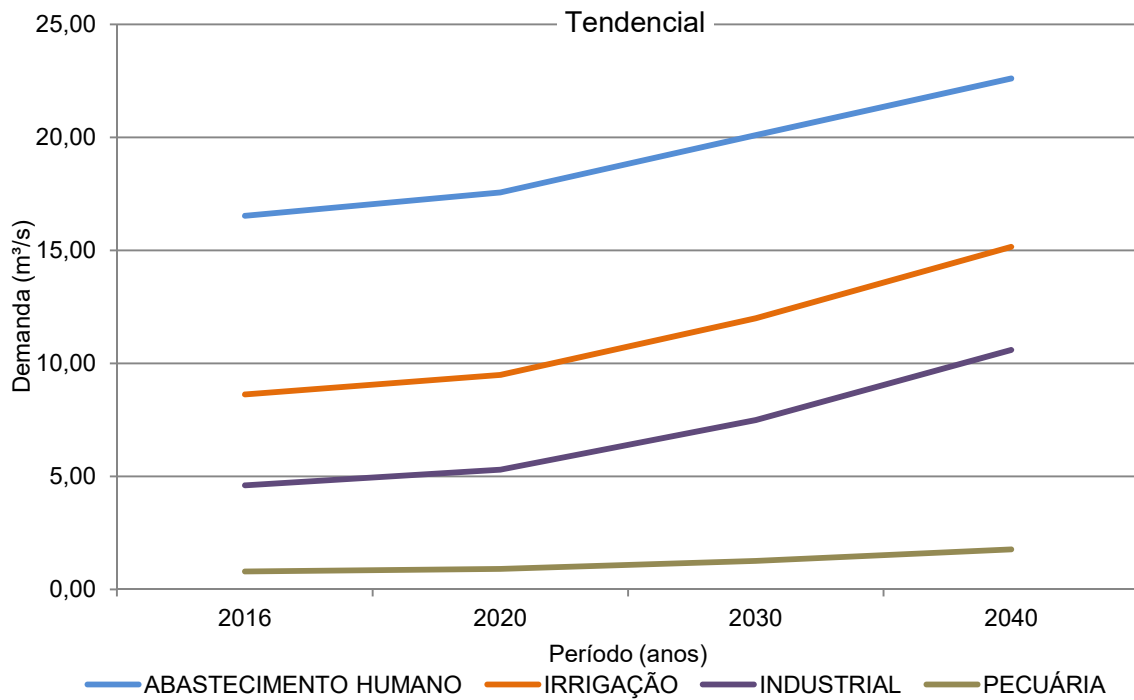


Figura 8.7. Demandas hídricas totais no Cenário Tendencial

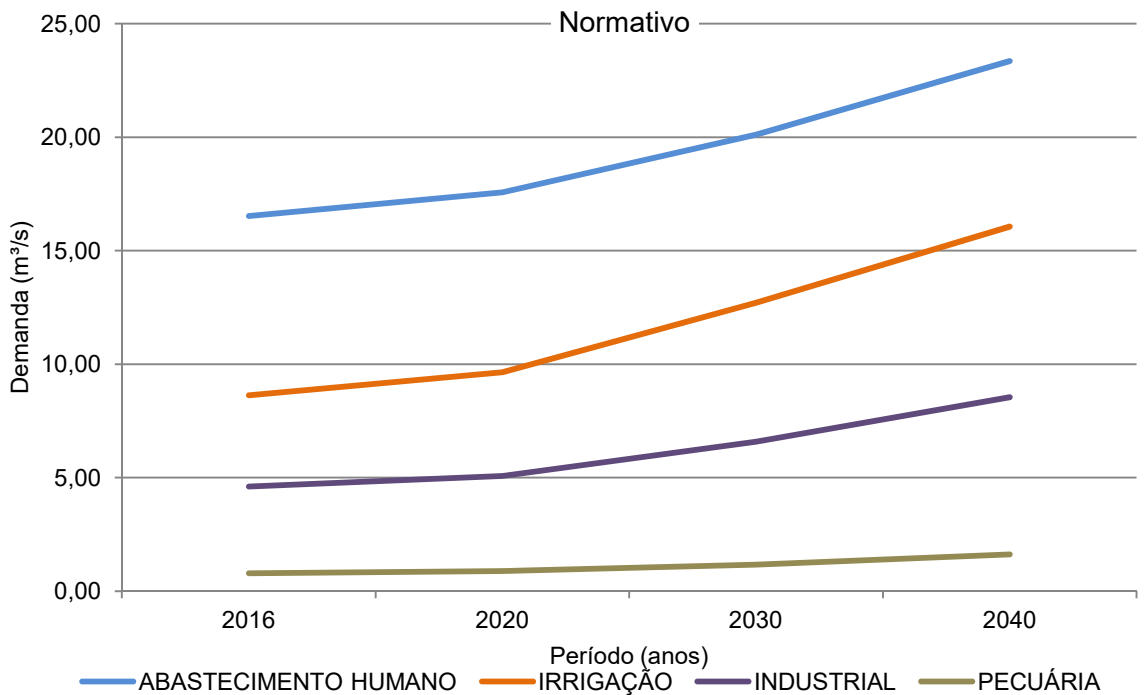


Figura 8.8. Demandas hídricas totais no Cenário Normativo

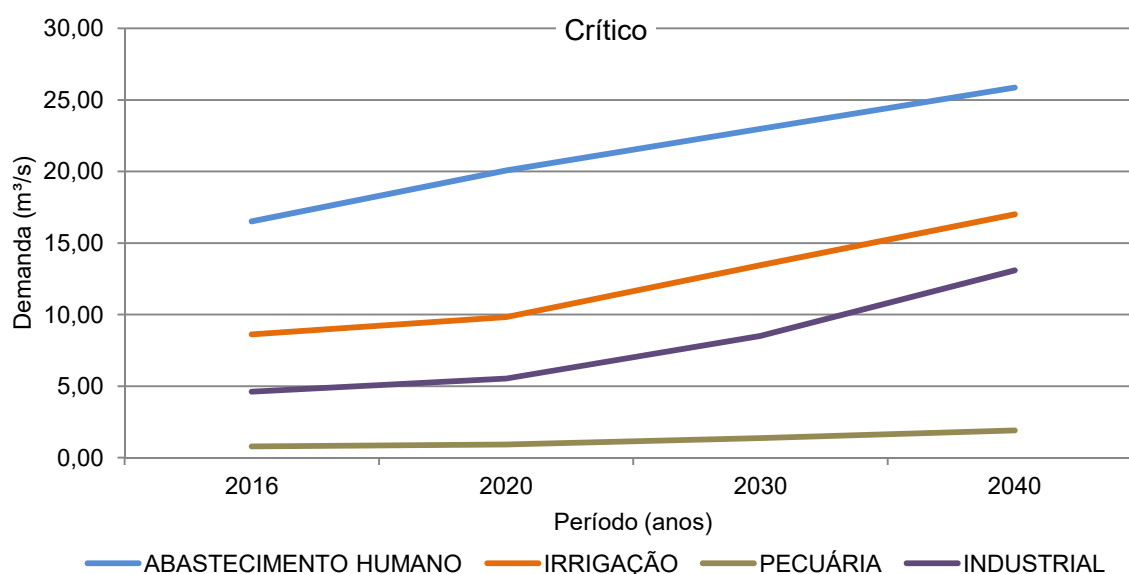


Figura 8.9. Demandas hídricas totais no Cenário Crítico

A participação dos tipos de demandas na situação atual e em cada cenário estudado está indicada no Quadro 8.24.

Quadro 8.24. Participação dos tipos de demandas na demanda total

Tipos de demandas	Participação (%) dos tipos de demandas nos cenários			
	Atual	Tendencial	Normativo	Crítico
População com rede	49,2%	42,8%	45,2%	42,6%
População sem rede	4,9%	2,4%	1,9%	2,0%
Indústrias	15,1%	21,1%	17,2%	22,6%
Rebanhos	2,6%	3,5%	3,3%	3,3%
Irrigação	28,2%	30,2%	32,4%	29,4%
TOTAL	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Atualmente, o abastecimento urbano (com rede) participa com 49,2% das demandas totais no Estado bem como com 24,7% dos consumos. As demandas da irrigação também são muito significativas (8,62 m³/s) representando 56,6% dos consumos.

As atuais demandas urbanas (abastecimento com rede e indústrias) alcançam 19,64 m³/s, equivalendo a 64,3% das demandas estaduais, sendo que 3,93 m³/s são consumidos. Por outro lado, as demandas das atividades rurais (irrigação e pecuária) representam 16,92 m³/s, equivalentes a 33,8% das demandas e 65,9% dos consumos no Estado.

No final do período de análise (ano 2040) do Cenário Normativo o abastecimento urbano (com rede) será o uso que apresenta as demandas mais elevadas no Amazonas, participando com 22,42 m³/s (45,2% do total). Por outro lado, os consumos mais elevados referem-se às atividades agropecuárias (14,14 m³/s equivalentes a 68,0% do total). As demandas urbanas (abastecimento e indústria) continuarão ser muito expressivas (30,96 m³/s) equivalendo a 62,4% das demandas totais. Entretanto, seus consumos não serão muito expressivos (6,19 m³/s, ou seja, 29,8% das dos consumos totais).

As demandas hídricas totais identificadas para cada UPH mostram uma grande disparidade de valores onde sobressaem aqueles relativos à UPH Baixo Negro devidas basicamente à cidade de Manaus. Aquela UPH é responsável por mais de 50% das demandas do Estado, oscilando de 54,4% na situação atual para 50,0% no Cenário Normativo.

Considerando que o Cenário Normativo é a situação desejada para o Estado elaborou-se uma distribuição das demandas hídricas por tipo de uso em cada UPH resultando nos valores indicados no Quadro 8.25.

Quadro 8.25. Demandas hídricas (m³/s) por tipo uso consuntivo e por UAH no final do Cenário Normativo (ano 2040)

Bacia	Unidade de Planejamento Hídrico (UPH)	DEMANDAS CENÁRIO NORMATIVO (ANO 2040)					
		Abastec. c/ rede	Abastec. s/ rede	Indústria	Pecuária	Irrigação	TOTAL
Trombetas	Trombetas-Uatumã	0,047	0,019	0,002	0,039	0,078	0,184
Tapajós	Tapajós-Madeira	1,078	0,012	0,028	0,190	2,017	3,325
	Alto Tapajós						
	Baixo Juruena						
Uatumã	Uatumã-Negro	0,784	0,018	0,169	0,095	3,485	4,552
	Baixo Uatumã	0,111		0,008	0,035	0,466	0,619
	Jatapu						
	Alto Uatumã						
Madeira	Madeira-Purus	0,232	0,151	0,014	0,173	2,093	2,663
	Baixo Madeira-Sucunduri	0,324		0,006	0,017	0,268	0,615
	Baixo Aripuanã	0,154	0,019	0,007	0,190	0,062	0,431
	Aripuanã						
	Roosevelt						
	Médio Madeira	0,447	0,004	0,017	0,171	0,654	1,292
Negro	Negro-Japurá	0,876	0,040	0,065	0,031	2,919	3,930
	Baixo Negro	15,323	0,422	7,676	0,015	1,364	24,799
	Jauaperi						
	Médio Negro	0,294	0,050	0,007	0,001	0,104	0,456
	Demini						
	Alto Negro						
Purus	Purus-Juruá	0,789	0,015	0,487	0,007	1,464	2,761
	Baixo Purus	0,080		0,002	0,003	0,206	0,290
	Submédio Purus	0,058		0,002	0,003		0,063
	Tapauá						
	Médio Purus	0,254		0,005	0,296	0,480	1,035
	Alto Purus II	0,038	0,020	0,001	0,012		0,072
	Ituxi						
	Rio Acre	0,145		0,010	0,241	0,060	0,455
Japurá	Alto Purus I						
	Japurá-Içá	0,113	0,019	0,003	0,003	0,022	0,160
	Baixo Japurá	0,050	0,020	0,002	0,002	0,028	0,102
Juruá	Alto Japurá						
	Juruá-Jutaí	0,117		0,004	0,006	0,006	0,134
	Baixo Juruá	0,166	0,006	0,007	0,008	0,032	0,218
	Médio Juruá	0,016	0,008	0,001	0,002		0,027
	Tarauacá	0,082		0,002	0,023	0,008	0,114
	Alto Juruá	0,197	0,031	0,005	0,021	0,150	0,404
Içá	Juruá Mirim	0,069		0,001	0,034		0,104
	Baixo Içá						
Jutaí	Jutaí-Javarí	0,575	0,081	0,015	0,005	0,092	0,768
	Jutaí						
Solimões	Solimões						
Javarí	Ituí						
	Curuçá						
Total		22,419	0,932	8,544	1,622	16,057	49,574
		45,2%	1,9%	17,2%	3,3%	32,4%	100,0%

Constata-se no quadro anterior que no final do período de análise do Cenário Normativo (ano 2040) haverá forte predominância das demandas para abastecimento urbano com rede (45,2%), seguidas das demandas pela irrigação (32,4%), indústrias (17,2%) e outras.

De posse dos valores de demandas antes mencionados foi definida a participação percentual dos diversos tipos de usos no final do Cenário Normativo resultando na distribuição mostrada na Figura 8.10.

Constata-se que o abastecimento com rede predomina (>50%) nas UPH Baixo Madeira, Baixo Rio Negro, Médio Rio Negro, Sumédio Purus, Alto Purus II, Japurá-Içá, Juruá-Jutaí, Baixo Juruá, Tarauacá, Juruá Mirim, e Jutaí-Javari.

As demandas com irrigação, predominam nas UPH Tapajós-Madeira, Uatumã-Negro, Baixo Uatumã, Médio Madeira, Negro-Japurá, Purus-Juruá e Baixo Purus. De maneira geral, as demandas da irrigação se concentram nas interbacias (ao longo dos rios Solimões e Amazonas) e nas UPH próximas à região metropolitana de Manaus.

As demandas pelas indústrias tem participação significativa apenas na UPH Baixo Negro enquanto que as demandas para abastecimento humano (sem rede) estão distribuídas de forma difusa nas diversas UPH, notadamente onde as concentrações urbanas não pequenas (Alto Purus II, Médio Juruá, etc.). As demandas da pecuária estão distribuídas por todo o Estado, porém são mais significativas nas UPH Baixo Aripuanã, Médio Purus, Rio Acre e Juruá Mirim.

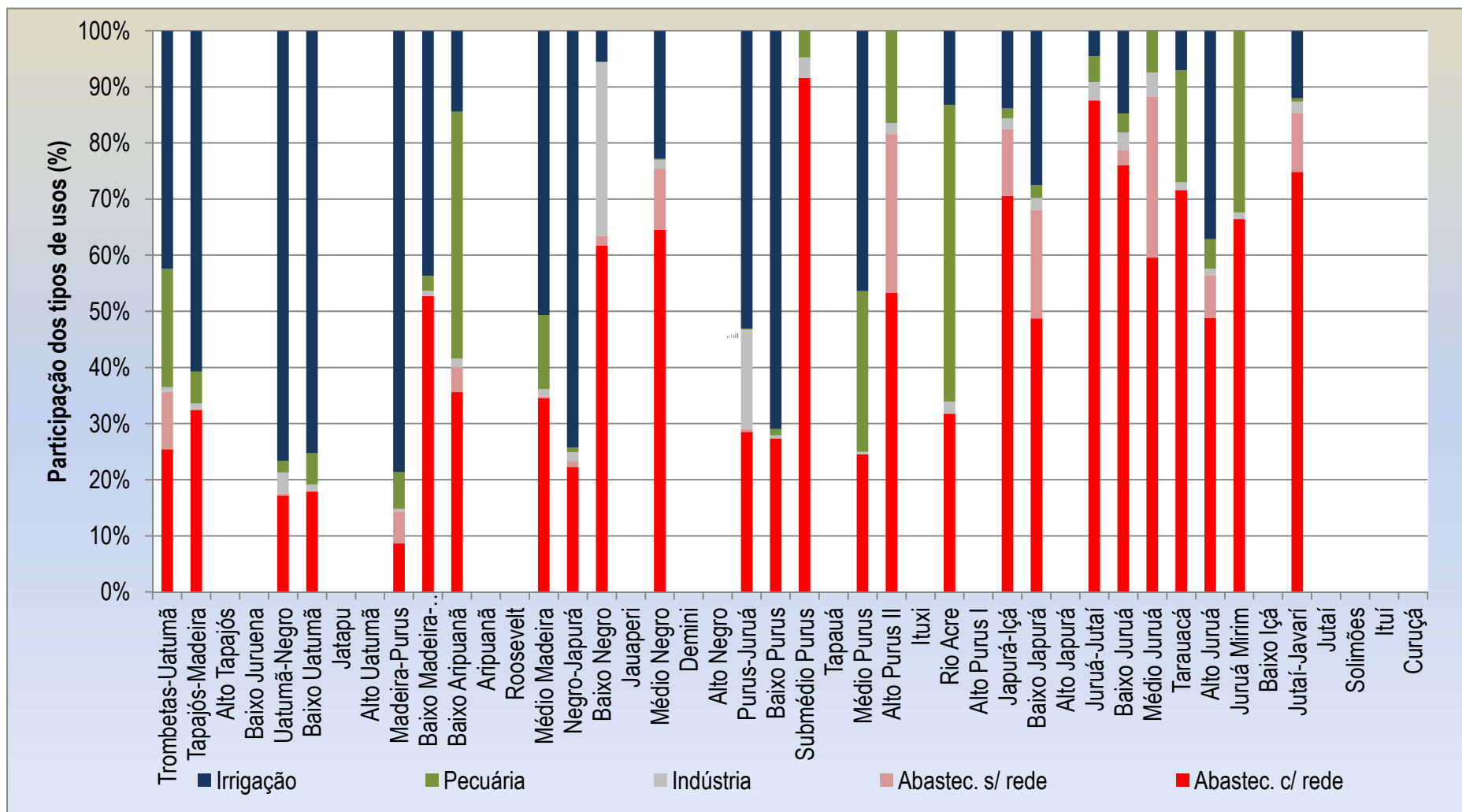


Figura 8.10. Participação (%) dos tipos de uso da água nas UPH do Estado do Amazonas no final do Cenário Normativo

8.2.4 Demandas Hídricas Não Consuntivas Nos Cenários

As principais demandas hídricas não consuntivas usualmente encontradas nas bacias hidrográficas são aquelas relacionadas à geração de energia hidrelétrica, navegação, pesca e/ou aquicultura, turismo e diluição de efluentes.

Para efeito deste Plano, as demandas não consuntivas, embora importantes sob o ponto de vista socioeconômico e ambiental, não serão consideradas nos balanços hídricos por não apresentarem consumos hídricos significativos.

8.2.4.1 Geração de energia hidrelétrica

Atualmente, a geração de energia elétrica nos rios do Estado do Amazonas está restrita à PCH de Pitinga e à UHE de Balbina, ambas situadas na bacia do rio Uatumã. O lago da barragem de Pitinga recebe volumes significativos de água provenientes do entorno da mina de Pitinga cujos cursos de água sofrem processos de garimpagem. Não há informações sobre a quantidade e características dos sedimentos depositados no lago nem, tampouco, os efeitos sobre o trecho do rio a jusante da barragem.

O lago da barragem de Balbina recebe as vazões provenientes inclusive da área de mineração de Pitinga. Sua bacia de drenagem se encontra coberta de florestas ainda bem preservadas. Esta bacia é parcialmente recortada no sentido Norte-Sul pela rodovia BR-174. A rodovia AM-240 interliga a BR-174 à usina de Balbina. O rio Uatumã é utilizado para navegação regional e desconhece-se os efeitos da operação da hidrelétrica sobre as condições de navegabilidade do rio ao longo do ano.

Neste Plano está prevista a implantação de diversas usinas hidrelétricas em território amazonense, conforme indicado no Relatório de Diagnóstico. As principais hidrelétricas previstas serão construídas nas divisas com o Estado do Pará e do Mato Grosso, se construídas com as respectivas eclusas, permitirão a navegação de grandes estirões pelo rio Tapajós e Juruena.

Outras cinco hidrelétricas (Cachoeira Água Preta, Cachoeira Caracol, Cachoeira do Meio, Cachoeira Fortaleza e Cachoeira São José) estão em fase de estudos para implantação na bacia do rio Purus, na região próxima à fronteira com o Estado de Rondônia. Serão construídas em cursos de água não navegáveis, situados em região de “fronteira agrícola” com elevado potencial de demanda de energia elétrica. No futuro, poderão afetar as disponibilidades hídricas para as atividades agropecuárias e preservação da vida aquática.

A PCH 40 Ilhas será implantada junto à PCH Pitinga e se destinará a complementar a oferta de energia para a mineradora. Seus efeitos sobre os recursos hídricos se restringirão ao trecho do ribeirão Pitinga a montante do lago da UHE Balbina.

Outras duas hidrelétricas, importantes para o Estado serão as UHE Prainha e Sumaúma, ambas no rio Aripuanã, nas proximidades da cidade de Apuí, importante centro de desenvolvimento regional.

8.2.4.2 Navegação

A navegação é, possivelmente, o uso hídrico não consuntivo mais importante sob o ponto de vista socioeconômico no Estado do Amazonas. É através das vias fluviais que é realizado a maior parte do transporte de pessoas e de cargas, superando largamente o transporte rodoviário.

A atividade da navegação no Amazonas é realizada em rios, lagoas, paranás, etc. de forma que a importância das vias não é diretamente relacionada às vazões mas da profundidade

do corpo hídrico ao longo do ano. Assim sendo, embora a navegação fluvial é favoravelmente influenciada pelas vazões durante os períodos de cheias, para efeito da determinação do grau de navegabilidade as vazões não tem caráter determinante.

Em relação às atividades econômicas desenvolvidas no Amazonas, a navegação é altamente influenciada pelas intervenções diretas ou indiretas nas calhas. As principais ações diretas são a implantação de barragens e as atividades mineradoras (garimpos). As ações indiretas referem-se ao assoreamento resultante de intervenções agropecuárias e, em menor escala, da própria navegação que promovem a produção, transporte e deposição de sedimentos em escala significativa, afetando as seções dos rios.

As condições de navegabilidade, resultante da combinação das condições naturais dos rios com as intervenções realizadas nas bacias hidrográficas, inclusive em áreas externas das mesmas foram mostradas no relatório de Diagnóstico. Os resultados lá apresentados indicam que, por enquanto, não há restrições à navegação devidas a hidrelétricas dentro dos limites do Estado. Por outro lado, não indica claramente as causas de trechos de assoreamentos e de bancos de areia encontráveis principalmente nas hidrovias Madeira e Purus, demandando planos para mapeamento e manutenção das vias bem como de proteção das margens e calhas contra assoreamentos resultantes de atividades econômicas.

8.2.4.3 Outros demandas não consuntivas

Destacam-se ainda como demandas não consuntivas a pesca (artesanal e comercial), a aquicultura, o turismo e a diluição de efluentes. Estas atividades são desenvolvidas em escala incipiente em relação às grandes vazões e extensões dos rios encontrados no Estado e, portanto, não provocam danos significativos aos recursos hídricos. Por outro lado, podem ocorrer danos principalmente à fauna aquática, frequentemente de espécies de elevado valor comercial.

A pesca no Amazonas pode ser considerada como uma atividade extrativa e praticamente não sofre restrições. Embora as previsões de investimentos para ampliar e estruturar a cadeia produtiva da pesca, tornando-a mais produtiva e eficiente, seu desenvolvimento não é significativo.

Os tipos de pesca mais praticados no Estado são a pesca de subsistência e a pesca comercial multiespecífica, orientada ao mercado local. Também é praticada a pesca comercial (de espécies destinadas ao mercado externo) e, em menor escala, a pesca de espécies ornamentais.

A aquicultura é uma atividade ainda incipiente no Estado do Amazonas. Apesar consumir pequenas quantidades de água, ela tem elevado potencial poluidor quando desenvolvida de forma inadequada. Este tipo de atividade demanda o uso de rações que, em criações intensivas e/ou com manejo impróprio, podem provocar danos aos recursos hídricos e à fauna aquática a jusante.

8.3 BALANÇO ENTRE DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS NOS CENÁRIOS FORMULADOS E IDENTIFICAÇÃO DE CONFLITOS POTENCIAIS

Para o prognóstico dos recursos hídricos no Estado do Amazonas, foram elaborados cenários de desenvolvimento, possibilitando estudar possíveis conflitos ao longo prazo. As demandas foram, assim, estabelecidas para os horizontes de 2020, 2030 e 2040, considerando-se os critérios apresentados anteriormente para o desenvolvimento do Estado do Amazonas nos cenários tendencial, normativo e crítico.

O balanço hídrico realizado nesta etapa de prognóstico também considerou a UPH como unidade de balanço, sendo definida como disponibilidade 75% da vazão com 95% de permanência (Q_{95}) no exutório do rio principal de cada UPH, conforme resolução CERH nº01, de 10 de julho de 2016.

As demandas consideradas para cada UPH foram definidas a partir dos seguintes usos: abastecimento humano com atendimento de rede, abastecimento humano sem atendimento de rede, indústria, pecuária e irrigação. As demandas totais, considerando-se os usos citados, estão apresentadas na Figura 8.11 para os quatro diferentes cenários, sendo o cenário atual considerado com ano base 2016 e outros três cenários futuros, análise de fim de plano em 2040.

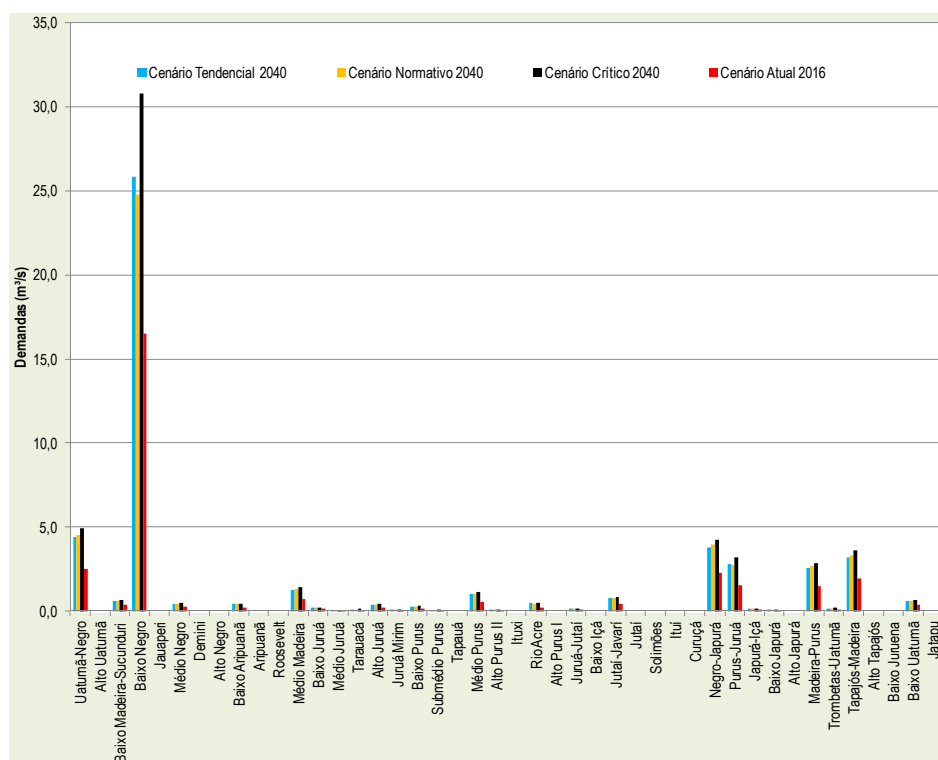


Figura 8.11. Demandas totais (m³/s) para as UPHs do Estado do Amazonas para os quatro cenários analisados no prognóstico

De forma geral, a maior demanda total é aquela observada no cenário crítico. A importância de cada UPH no Estado, em termos de demanda, segue distribuições muito semelhantes às apresentadas no capítulo de balanço hídrico, no diagnóstico, sendo a UPH Baixo Negro aquela com as maiores demandas (30,8 m³/s no cenário crítico), equivalente a 53% das demandas totais no cenário crítico.

O Quadro 8.26 apresenta o resultado do balanço hídrico nas UPHs nos cenários de prognóstico e os Índices de Criticidade (%). De forma geral, considerando-se a escala espacial considerada no Plano, uma comparação entre as demandas dos usos consuntivos e as disponibilidades nas UPHs permite afirmar que o Estado possuirá água suficiente para atender a todas as necessidades nos cenários futuros. Contudo, conforme descrito no diagnóstico, é possível que haja déficits hídricos localizados, quando áreas urbanas e atividades econômicas estiverem localizadas em regiões próximas às nascentes dos cursos d'água.

No Quadro 8.26 não há valor de demandas em algumas UPH. Isso decorre de uma simplificação da metodologia utilizada, de forma que, não havendo sedes municipais em algumas UPH, considerou-se que as demandas são virtualmente nulas.

Quadro 8.26. Balanço Hídrico e Índice de Criticidade para as UPHs do Estado do Amazonas no Prognóstico

Região Hidrográfica	UPH	Demanda Totais por Cenário (m³/s)				Disponib. 75% Q95 (m³/s)	Balanço nos Cenários (m³/s)				Índice de Criticidade para os Cenários			
		Cenário Atual 2016	Cenário Tendencial 2040	Cenário Normativo 2040	Cenário Crítico 2040		Cenário Atual 2016	Cenário Tendencial 2040	Cenário Normativo 2040	Cenário Crítico 2040	Cenário Atual 2016	Cenário Tendencial 2040	Cenário Normativo 2040	Cenário Crítico 2040
Região de Manaus	Uatumã- Negro	2,53	4,40	4,55	4,95	200,77	198,24	196,36	196,22	195,82	1,26%	2,19%	2,27%	2,46%
Região de Manaus	Alto Uatumã					183,10	183,10	183,10	183,10	183,10				
Região de Manaus	Baixo Madeira- Sucunduri	0,37	0,60	0,61	0,67	6591,28	6590,91	6590,68	6590,67	6590,61	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%
Região de Manaus	Baixo Negro	16,52	25,84	24,80	30,78	11986,65	11970,13	11960,80	11961,85	11955,86	0,14%	0,22%	0,21%	0,26%
Rio Negro	Jauaperi					242,47	242,47	242,47	242,47	242,47				
Rio Negro	Médio Negro	0,26	0,45	0,46	0,50	10346,96	10346,70	10346,51	10346,51	10346,47	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Rio Negro	Demini					185,26	185,26	185,26	185,26	185,26				
Rio Negro	Alto Negro					4274,02	4274,02	4274,02	4274,02	4274,02				
Madeira	Baixo Aripuanã	0,23	0,43	0,43	0,47	431,47	431,24	431,04	431,04	431,00	0,05%	0,10%	0,10%	0,11%
Madeira	Aripuanã					136,53	136,53	136,53	136,53	136,53				
Madeira	Roosevelt					89,56	89,56	89,56	89,56	89,56				
Madeira	Médio Madeira	0,71	1,27	1,29	1,42	5074,32	5073,61	5073,05	5073,03	5072,90	0,01%	0,03%	0,03%	0,03%
Juruá	Baixo Juruá	0,13	0,22	0,22	0,24	1153,01	1152,88	1152,80	1152,80	1152,77	0,01%	0,02%	0,02%	0,02%
Juruá	Médio Juruá	0,02	0,02	0,03	0,02	550,61	550,59	550,59	550,58	550,59	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Juruá	Tarauacá	0,06	0,12	0,11	0,13	122,56	122,49	122,44	122,44	122,43	0,05%	0,09%	0,09%	0,10%
Juruá	Alto Juruá	0,23	0,40	0,40	0,44	298,82	298,60	298,42	298,42	298,38	0,08%	0,13%	0,14%	0,15%
Juruá	Juruá Mirim	0,06	0,11	0,10	0,12	137,81	137,75	137,70	137,70	137,69	0,04%	0,08%	0,08%	0,09%
Purus	Baixo Purus	0,16	0,28	0,29	0,31	3082,04	3081,88	3081,76	3081,75	3081,73	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%
Purus	Submédio Purus	0,05	0,06	0,06	0,07	2366,93	2366,88	2366,87	2366,87	2366,86	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Purus	Tapauá					295,08	295,08	295,08	295,08	295,08				
Purus	Médio Purus	0,55	1,03	1,04	1,15	959,23	958,68	958,20	958,20	958,09	0,06%	0,11%	0,11%	0,12%
Purus	Alto Purus II	0,04	0,07	0,07	0,08	503,63	503,59	503,56	503,56	503,56	0,01%	0,01%	0,01%	0,02%
Purus	Ituxi					168,60	168,60	168,60	168,60	168,60				

Região Hidrográfica	UPH	Demanda Totais por Cenário (m³/s)				Disponib. 75% Q95 (m³/s)	Balanço nos Cenários (m³/s)				Índice de Criticidade para os Cenários			
		Cenário Atual 2016	Cenário Tendencial 2040	Cenário Normativo 2040	Cenário Crítico 2040		Cenário Atual 2016	Cenário Tendencial 2040	Cenário Normativo 2040	Cenário Crítico 2040	Cenário Atual 2016	Cenário Tendencial 2040	Cenário Normativo 2040	Cenário Crítico 2040
Purus	Rio Acre	0,24	0,48	0,46	0,52	47,68	47,45	47,21	47,23	47,16	0,50%	1,00%	0,96%	1,10%
Purus	Alto Purus I					148,86	148,86	148,86	148,86	148,86				
Alto Solimões	Juruá-Jutaí	0,11	0,13	0,13	0,15	3,10	2,98	2,96	2,96	2,95	3,66%	4,36%	4,32%	4,83%
Alto Solimões	Baixo Içá					4068,01	4068,01	4068,01	4068,01	4068,01				
Alto Solimões	Jutaí-Javarí	0,42	0,77	0,77	0,84	350,98	350,56	350,21	350,21	350,14	0,12%	0,22%	0,22%	0,24%
Alto Solimões	Jutaí					746,87	746,87	746,87	746,87	746,87				
Alto Solimões	Solimões					21373,00	21373,00	21373,00	21373,00	21373,00				
Alto Solimões	Ituí					643,92	643,92	643,92	643,92	643,92				
Alto Solimões	Curuçá					401,49	401,49	401,49	401,49	401,49				
Médio Solimões/Japurá	Negro-Japurá	2,26	3,78	3,93	4,23	318,65	316,40	314,87	314,72	314,42	0,71%	1,19%	1,23%	1,33%
Médio Solimões/Japurá	Purus-Juruá	1,55	2,79	2,76	3,18	326,94	325,38	324,15	324,18	323,76	0,48%	0,85%	0,84%	0,97%
Médio Solimões/Japurá	Japurá-Içá	0,10	0,16	0,16	0,17	46,23	46,13	46,07	46,07	46,06	0,22%	0,34%	0,35%	0,37%
Médio Solimões/Japurá	Baixo Japurá	0,06	0,10	0,10	0,11	8030,38	8030,32	8030,28	8030,28	8030,27	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Médio Solimões/Japurá	Alto Japurá					5999,73	5999,73	5999,73	5999,73	5999,73				
Careiro-Autazes	Madeira-Purus	1,46	2,56	2,66	2,84	352,06	350,60	349,50	349,40	349,21	0,41%	0,73%	0,76%	0,81%
Baixo Amazonas	Trombetas-Uatumã	0,10	0,18	0,18	0,20	207,97	207,87	207,79	207,79	207,77	0,05%	0,09%	0,09%	0,10%
Baixo Amazonas	Tapajós-Madeira	1,93	3,23	3,32	3,60	1155,75	1153,82	1152,52	1152,43	1152,15	0,17%	0,28%	0,29%	0,31%
Baixo Amazonas	Alto Tapajós					3256,56	3256,56	3256,56	3256,56	3256,56				
Baixo Amazonas	Baixo Juruena					1743,63	1743,63	1743,63	1743,63	1743,63				
Baixo Amazonas	Baixo Uatumã	0,37	0,60	0,62	0,67	586,62	586,25	586,02	586,00	585,95	0,06%	0,10%	0,11%	0,11%
Baixo Amazonas	Jatapu					244,27	244,27	244,27	244,27	244,27				

A Figura 8.12 apresenta os índices calculados para as diferentes UPH, onde se observa que o maior índice de criticidade calculado foi 4,8%, para a UPH Juruá-Jutaí no cenário crítico para 2040, devido à sua menor disponibilidade hídrica em comparação com as demais. Contudo, sua disponibilidade ainda pode ser considerada excelente (<5%) frente aos usos projetados.

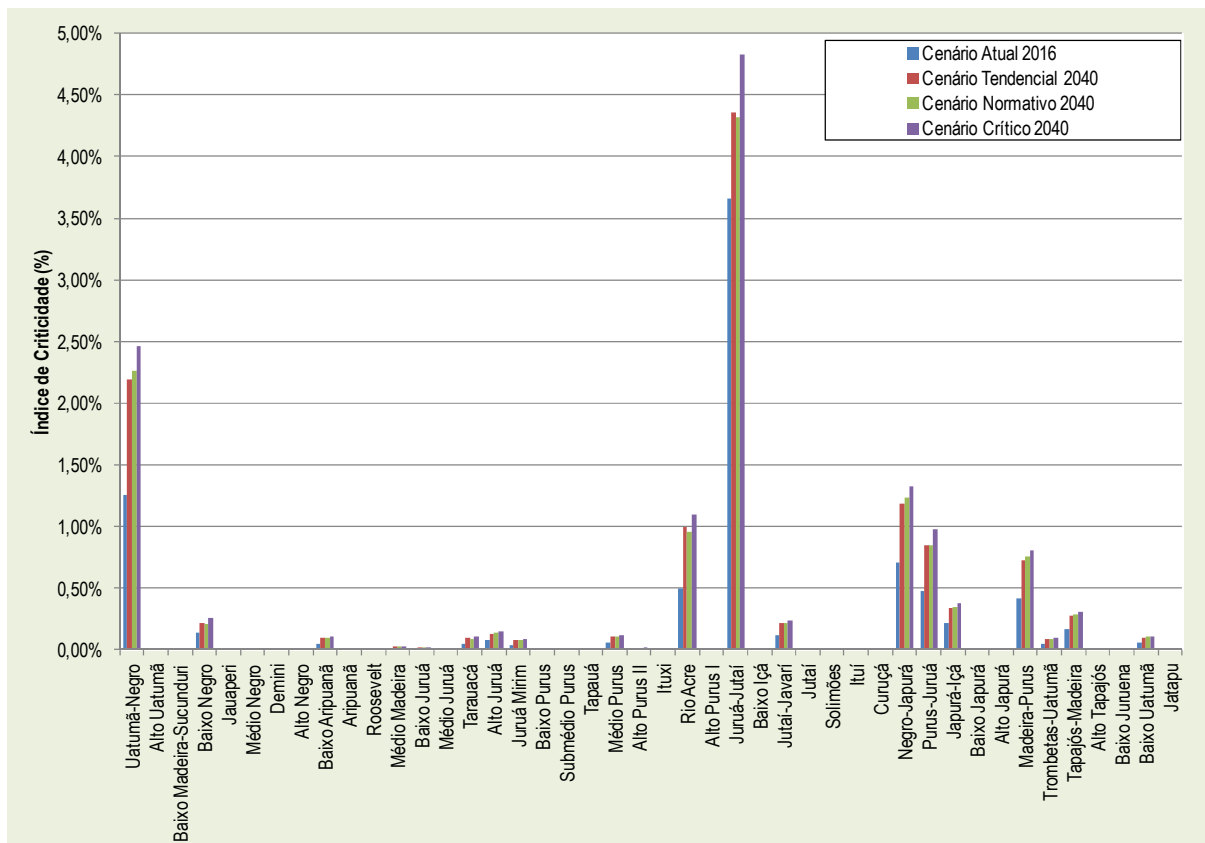


Figura 8.12. Valores de Índice de Criticidade calculados para as UPH em diferentes cenários de desenvolvimento

Buscando-se realizar uma análise em escala um pouco maior, calculou-se o Índice de Criticidade da seção do corpo hídrico que foi considerada como local de lançamento de efluente de cada município, considerando-se, também como simplificação, que a retirada de água ocorre a partir deste ponto. O índice de criticidade para cada município para os diferentes cenários está apresentado no Quadro 8.27.

Quadro 8.27. Balanço Hídrico e Índice de Criticidade para os municípios com área dentro do Estado do Amazonas para os diferentes cenários do prognóstico

Sede	Região Hidrográfica	UPH	Q ₉₅ (m³/s)	Consumo total de água (m³/s)				Índice de Criticidade (%)			
				Situação atual 2016	Cenário Tendencial 2040	Cenário Normativo 2040	Cenário Crítico 2040	Situação atual 2016	Cenário Tendencial 2040	Cenário Normativo 2040	Cenário Crítico 2040
Alvarães	Médio Solimões/Japurá	Purus-Juruá	2,8	0,677	1,183	1,259	1,325	31,9%	55,7%	59,3%	62,4%
Amaturá	Alto Solimões	Jutai-Javari	47,3	0,026	0,035	0,035	0,038	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
Anamá	Careiro-Autazes	Negro-Japurá	12,6	0,078	0,127	0,132	0,140	0,8%	1,3%	1,4%	1,5%
Anori	Purus	Negro-Japurá	3,6	0,053	0,093	0,093	0,102	1,9%	3,4%	3,4%	3,8%
Apuí	Madeira	Baixo Aripuanã	2,3	0,148	0,289	0,291	0,314	8,5%	16,7%	16,8%	18,1%
Atalaia do Norte	Alto Solimões	Jutai-Javari	1.393,9	0,039	0,064	0,064	0,070	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Autazes	Careiro-Autazes	Madeira-Purus	378,6	0,231	0,413	0,421	0,454	0,1%	0,1%	0,1%	0,2%
Barcelos	Rio Negro	Médio Negro	12.076,8	0,111	0,192	0,197	0,212	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Barreirinha	Baixo Amazonas	Tapajós-Madeira	1.320,2	0,142	0,225	0,224	0,249	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Benjamin Constant	Alto Solimões	Jutai-Javari	1.693,4	0,104	0,180	0,180	0,197	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Beruri	Purus	Baixo Purus	4.109,4	0,161	0,279	0,290	0,312	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Boa Vista do Ramos	Baixo Amazonas	Tapajós-Madeira	1.311,7	0,071	0,126	0,125	0,139	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Boca do Acre	Purus	Rio Acre	262,1	0,236	0,475	0,455	0,522	0,1%	0,2%	0,2%	0,3%
Borba	Madeira	Baixo Madeira-Sucunduri	7.529,2	0,238	0,368	0,378	0,410	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Caapiranga	Careiro-Autazes	Negro-Japurá	3,8	0,045	0,078	0,079	0,087	1,6%	2,7%	2,8%	3,0%
Canutama	Purus	Médio Purus	1.018,9	0,186	0,334	0,344	0,372	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Carauari	Juruá	Baixo Juruá	736,5	0,102	0,164	0,164	0,183	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Careiro	Careiro-Autazes	Madeira-Purus	10,7	0,673	1,183	1,241	1,323	8,4%	14,7%	15,5%	16,5%
Careiro da Várzea	Careiro-Autazes	Madeira-Purus	94.356,2	0,485	0,849	0,886	0,944	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Coari	Médio Solimões/Japurá	Purus-Juruá	149,3	0,610	1,182	1,092	1,380	0,5%	1,1%	1,0%	1,2%
Codajás	Médio Solimões/Japurá	Negro-Japurá	63.593,4	0,095	0,163	0,166	0,179	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Eirunepé	Juruá	Alto Juruá	370,7	0,165	0,290	0,297	0,322	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
Envira	Juruá	Tarauacá	136,3	0,065	0,116	0,114	0,128	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
Fonte Boa	Médio Solimões/Japurá	Juruá-Jutai	41.112,8	0,070	0,077	0,076	0,085	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Sede	Região Hidrográfica	UPH	Q ₉₅ (m ³ /s)	Consumo total de água (m ³ /s)				Índice de Criticidade (%)			
				Situação atual 2016	Cenário Tendencial 2040	Cenário Normativo 2040	Cenário Crítico 2040	Situação atual 2016	Cenário Tendencial 2040	Cenário Normativo 2040	Cenário Crítico 2040
Guajará	Juruá	Juruá Mirim	147,6	0,062	0,107	0,104	0,117	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
Humaitá	Madeira	Médio Madeira	5.753,6	0,334	0,583	0,598	0,650	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Ipixuna	Juruá	Alto Juruá	215,1	0,063	0,108	0,107	0,117	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%
Iranduba	Careiro-Autazes	Negro-Japurá	70.444,7	1,189	2,055	2,155	2,305	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Itacoatiara	Manaus	Uatumã-Negro	110.009,3	0,936	1,591	1,627	1,784	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Itamarati	Juruá	Médio Juruá	622,2	0,016	0,023	0,027	0,024	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Itapiranga	Manaus	Uatumã-Negro	14,8	0,079	0,128	0,132	0,142	0,7%	1,1%	1,2%	1,3%
Japurá	Médio Solimões/Japurá	Baixo Japurá	9.297,7	0,026	0,039	0,040	0,043	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Juruá	Juruá	Baixo Juruá	815,1	0,031	0,054	0,054	0,059	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Jutai	Alto Solimões	Juruá-Jutai	40.385,0	0,043	0,058	0,058	0,065	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Lábrea	Purus	Médio Purus	896,3	0,364	0,701	0,691	0,773	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
Manacapuru	Careiro-Autazes	Negro-Japurá	70.091,3	0,798	1,269	1,306	1,419	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Manaquiri	Careiro-Autazes	Madeira-Purus	1,7	0,070	0,115	0,114	0,124	5,5%	9,1%	9,0%	9,8%
Manaus	Manaus	Baixo Negro	15.982,2	16,469	25,761	24,717	30,692	0,1%	0,2%	0,2%	0,3%
Manicoré	Madeira	Médio Madeira	6.505,1	0,372	0,691	0,694	0,766	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Maraã	Médio Solimões/Japurá	Baixo Japurá	10.310,8	0,038	0,062	0,062	0,067	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Maués	Baixo Amazonas	Tapajós-Madeira	548,6	0,377	0,668	0,687	0,743	0,1%	0,2%	0,2%	0,2%
Nhamundá	Baixo Amazonas	Trombetas-Uatumã	283,3	0,102	0,183	0,184	0,201	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%
Nova Olinda do Norte	Madeira	Baixo Madeira-Sucunduri	7.688,4	0,133	0,234	0,237	0,260	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Novo Airão	Rio Negro	Baixo Negro	9,5	0,052	0,082	0,081	0,090	0,7%	1,1%	1,1%	1,3%
Novo Aripuanã	Madeira	Baixo Aripuanã	575,3	0,081	0,143	0,140	0,158	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Parintins	Baixo Amazonas	Tapajós-Madeira	111.322,0	1,267	2,078	2,152	2,321	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Pauni	Purus	Alto Purus II	557,6	0,043	0,071	0,072	0,076	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Presidente Figueiredo	Manaus	Uatumã-Negro	18,5	0,788	1,413	1,459	1,595	5,7%	10,2%	10,5%	11,5%
Rio Preto da Eva	Manaus	Uatumã-Negro	15,7	0,666	1,172	1,231	1,313	5,7%	9,9%	10,4%	11,1%

Sede	Região Hidrográfica	UPH	Q ₉₅ (m³/s)	Consumo total de água (m³/s)				Índice de Criticidade (%)			
				Situação atual 2016	Cenário Tendencial 2040	Cenário Normativo 2040	Cenário Crítico 2040	Situação atual 2016	Cenário Tendencial 2040	Cenário Normativo 2040	Cenário Crítico 2040
Santa Isabel do Rio Negro	Rio Negro	Médio Negro	9.081,9	0,043	0,067	0,067	0,071	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Santo Antônio do Içá	Alto Solimões	Japurá-Içá	37.410,9	0,055	0,077	0,079	0,083	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
São Gabriel da Cachoeira	Rio Negro	Médio Negro	5.698,7	0,110	0,193	0,193	0,213	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
São Paulo de Olivença	Alto Solimões	Jutai-Javari	31.097,6	0,089	0,148	0,149	0,160	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
São Sebastião do Uatumã	Baixo Amazonas	Baixo Uatumã	792,7	0,077	0,122	0,124	0,136	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Silves	Manaus	Uatumã-Negro	14,0	0,062	0,101	0,103	0,112	0,6%	1,0%	1,0%	1,1%
Tabatinga	Alto Solimões	Jutai-Javari	28.497,3	0,160	0,340	0,340	0,376	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Tapauá	Purus	Submédio Purus	2.952,3	0,048	0,064	0,063	0,071	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Tefé	Médio Solimões/Japurá	Purus-Juruá	203,4	0,232	0,362	0,351	0,408	0,2%	0,2%	0,2%	0,3%
Tonantins	Alto Solimões	Japurá-Içá	39.168,7	0,046	0,081	0,081	0,090	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Uarini	Médio Solimões/Japurá	Purus-Juruá	12,1	0,035	0,060	0,060	0,067	0,4%	0,7%	0,7%	0,7%
Urucará	Baixo Amazonas	Baixo Uatumã	792,7	0,291	0,476	0,496	0,533	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%
Urucurituba	Baixo Amazonas	Tapajós-Madeira	110.201,6	0,077	0,137	0,137	0,152	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Legenda conforme Índice (%):	
<5,0%	Situação Excelente
5,0 a 10%	Situação Confortável
10 a 20%	Situação Preocupante
20 a 40%	Situação Crítica
> 40%	Situação Muito Crítica

Enfim, verificou-se que todas as UPHs podem ser classificadas em situação excelente, sendo necessária pouca ou nenhuma atividade de gerenciamento em termos de quantidade de água.

No entanto, ao aumentar a escala de análise para os municípios, verificou-se que os municípios, Careiro e Presidente Figueiredo, que no cenário atual encontram-se na situação confortável, poderão passar para a situação preocupante nos três cenários futuros analisados com horizonte em 2040. Manaquiri, que se encontrava em situação confortável, segue com a mesma classificação, conforme índice de criticidade, assim como Rio Preto da Eva, que numericamente passaria de confortável para uma situação preocupante em 2040 nos cenários normativo e crítico.

Já o município que havia apresentado o pior índice no diagnóstico, Alvarães, passaria da situação crítica para uma situação muito crítica. No entanto, ressalta-se novamente que este município está próximo ao rio Solimões e ao rio Caiçara e, conforme justificado na descrição da metodologia aplicada no diagnóstico, fez-se o balanço com o rio Caiçara, que possui uma disponibilidade hídrica muito aquém daquela do rio Solimões. Assim, não se está considerando todo o volume de água disponível na foz do rio Caiçara devido ao remanso do rio Solimões, creditando-se as situações identificadas no prognóstico como muito críticas quanto à exploração do rio Caiçara às limitações das metodologias usualmente aplicadas em estudos como este.

8.4 AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE QUALIDADE DA ÁGUA NOS CENÁRIOS FORMULADOS E IDENTIFICAÇÃO DE CONFLITOS POTENCIAIS

Nesta etapa de prognóstico, foram estudadas as condições de qualidade de água nos principais rios do Estado do Amazonas que recebem os efluentes dos municípios com a mesma metodologia utilizada no diagnóstico, a partir do cálculo do Indicador de Poluição Orgânica – IPO.

Foram estudados quatro cenários: cenário atual (com ano base 2016) e cenários futuros com horizonte de planejamento em 2040, sendo estes os cenários normativo, tendencial e crítico. Dessa forma, a partir das características de cada cenário descritas anteriormente, foram definidos os parâmetros de concentração de DBO do efluente, DBO máxima admissível no rio, demandas, vazões de referência, etc.

Basicamente, as concentrações de DBO do efluente orgânico doméstico foram consideradas as mesmas do cenário atual, provenientes do Atlas de Esgoto da ANA. Assim, a concentração de esgoto final do efluente foi estimada a partir da aplicação de uma equação simples de mistura considerando efluente doméstico com sua DBO característica e efluente industrial com 200 mg DBO/L.

Apenas no cenário normativo considerou-se uma eficiência de remoção de DBO igual a 60%, tendo-se desconsiderado a possibilidade de remover DBO nos demais cenários (atual, tendencial e crítico).

No Estado do Amazonas, um percentual muito significativo de sua área é composto por Unidades de Conservação de Proteção Integral e por terras indígenas. De acordo com a legislação, rios que passam por Unidades de Conservação de Proteção Integral são Classe Especial e rios que passam por terras indígenas são Classe I. Assim, no cenário normativo, considerou-se como DBO admissível 3 mg/L, equivalente à Classe I da resolução CONAMA 357/2005. Nos demais cenários, considerou-se que a DBO admissível é 5 mg/L, equivalente à Classe II.

Por fim, para o cálculo da vazão do efluente doméstico, considerou-se para todos os cenários a mesma taxa de retorno apresentada no Atlas de Esgoto da ANA para 2013, para cada município, sendo esta a relação entre a vazão do efluente doméstico e a demanda para abastecimento humano (com e sem atendimento da rede, sem distinção). O Quadro 6.24 “Faixas de Indicadores de Poluição Orgânica e suas Classificações”, mostrado no capítulo de diagnóstico, apresenta as faixas do IPO e suas classificações.

O Quadro 8.28 apresenta valores de IPO calculados por sede municipal para os diferentes cenários estudados, sendo estes o cenário atual e cenários futuros com horizonte em 2040. Os valores de IPO representam a capacidade de assimilação de carga orgânica dos rios principais que recebem as cargas orgânicas dos municípios, considerando-se a disponibilidade no trecho do rio próximo à sede municipal.

Quadro 8.28. Prognóstico: Indicadores de Poluição Orgânica – IPO para os cursos hídricos nas seções próximas à sede municipal

Região Hidrográfica	UPH	Vazão Efluente de Esgoto (m³/s)				Disponibilidade Hídrica Total Atual (m³/s)	Consumo total de água (m³/s)				Concentração de DBO da mistura (mg/L)				Índice de Poluição Orgânica (IPO)			
		Cenário Atual 2016	Cenário Tendencial 2040	Cenário Normativo 2040	Cenário Crítico 2040		Cenário Atual 2016	Cenário Tendencial 2040	Cenário Normativo 2040	Cenário Crítico 2040	Cenário Atual 2016	Cenário Tendencial 2040	Cenário Normativo 2040	Cenário Crítico 2040	Cenário Atual 2016	Cenário Tendencial 2040	Cenário Normativo 2040	Cenário Crítico 2040
Médio Solimões/Japurá	Purus-Juruá	0,01	0,02	0,02	0,02	2,8	0,68	1,18	1,26	1,32	3,69	4,57	3,22	4,71	0,75	1,49	2,24	1,72
Alto Solimões	Jutaí-Javari	0,01	0,01	0,01	0,01	47,3	0,03	0,04	0,04	0,04	2,07	2,10	2,04	2,10	0,02	0,03	0,04	0,03
Careiro-Autazes	Negro-Japurá	0,01	0,01	0,01	0,01	12,6	0,08	0,13	0,13	0,14	2,27	2,36	2,14	2,38	0,09	0,12	0,14	0,13
Purus	Negro-Japurá	0,02	0,03	0,03	0,03	3,6	0,05	0,09	0,09	0,10	4,01	5,50	3,39	5,85	0,69	1,21	1,45	1,34
Madeira	Baixo Aripuanã	0,02	0,03	0,04	0,04	2,3	0,15	0,29	0,29	0,31	5,23	6,89	4,38	7,16	1,17	1,90	2,81	2,03
Alto Solimões	Jutaí-Javari	0,02	0,03	0,03	0,04	1.393,9	0,04	0,06	0,06	0,07	2,00	2,01	2,00	2,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Careiro-Autazes	Madeira-Purus	0,02	0,04	0,04	0,04	378,6	0,23	0,41	0,42	0,45	2,02	2,04	2,02	2,04	0,01	0,01	0,02	0,01
Rio Negro	Médio Negro	0,02	0,03	0,03	0,03	12.076,8	0,11	0,19	0,20	0,21	2,00	2,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Baixo Amazonas	Tapajós-Madeira	0,03	0,04	0,04	0,05	1.320,2	0,14	0,22	0,22	0,25	2,01	2,01	2,00	2,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Alto Solimões	Jutaí-Javari	0,03	0,06	0,06	0,06	1.693,4	0,10	0,18	0,18	0,20	2,01	2,01	2,01	2,02	0,00	0,00	0,01	0,01
Purus	Baixo Purus	0,02	0,04	0,03	0,04	4.109,4	0,16	0,28	0,29	0,31	2,00	2,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Baixo Amazonas	Tapajós-Madeira	0,01	0,02	0,02	0,03	1.311,7	0,07	0,13	0,12	0,14	2,00	2,01	2,00	2,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Purus	Rio Acre	0,05	0,10	0,09	0,11	262,1	0,24	0,48	0,46	0,52	2,06	2,10	2,04	2,11	0,02	0,03	0,04	0,04
Madeira	Baixo Madeira-Sucunduri	0,04	0,05	0,05	0,06	7.529,2	0,24	0,37	0,38	0,41	2,00	2,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Careiro-Autazes	Negro-Japurá	0,01	0,02	0,02	0,02	3,8	0,04	0,08	0,08	0,09	2,84	3,46	2,57	3,62	0,29	0,50	0,60	0,56
Purus	Médio Purus	0,01	0,01	0,01	0,01	1.018,9	0,19	0,33	0,34	0,37	2,01	2,01	2,00	2,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Juruá	Baixo Juruá	0,03	0,05	0,05	0,06	736,5	0,10	0,16	0,16	0,18	2,02	2,03	2,01	2,03	0,01	0,01	0,01	0,01
Careiro-Autazes	Madeira-Purus	0,02	0,04	0,04	0,05	10,7	0,67	1,18	1,24	1,32	2,63	3,09	2,43	3,20	0,23	0,41	0,49	0,46
Careiro-Autazes	Madeira-Purus	0,00	0,01	0,00	0,01	94.356,2	0,49	0,85	0,89	0,94	2,00	2,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Médio Solimões/Japurá	Purus-Juruá	0,28	0,59	0,50	0,70	149,3	0,61	1,18	1,09	1,38	2,48	2,95	2,33	3,13	0,16	0,32	0,34	0,38
Médio Solimões/Japurá	Negro-Japurá	0,02	0,04	0,04	0,04	63.593,4	0,09	0,16	0,17	0,18	2,00	2,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Juruá	Alto Juruá	0,03	0,06	0,06	0,07	370,7	0,16	0,29	0,30	0,32	2,04	2,07	2,03	2,08	0,01	0,02	0,03	0,03

Região Hidrográfica	UPH	Vazão Efluente de Esgoto (m³/s)				Disponibilidade Hídrica Total Atual (m³/s)	Consumo total de água (m³/s)				Concentração de DBO da mistura (mg/L)				Índice de Poluição Orgânica (IPO)			
		Cenário Atual 2016	Cenário Tendencial 2040	Cenário Normativo 2040	Cenário Crítico 2040		Cenário Atual 2016	Cenário Tendencial 2040	Cenário Normativo 2040	Cenário Crítico 2040	Cenário Atual 2016	Cenário Tendencial 2040	Cenário Normativo 2040	Cenário Crítico 2040	Cenário Atual 2016	Cenário Tendencial 2040	Cenário Normativo 2040	Cenário Crítico 2040
Juruá	Tarauacá	0,01	0,02	0,02	0,02	136,3	0,06	0,12	0,11	0,13	2,05	2,09	2,03	2,09	0,02	0,03	0,03	0,03
Médio Solimões/Japurá	Juruá-Jutaí	0,01	0,01	0,01	0,02	41.112,8	0,07	0,08	0,08	0,08	2,00	2,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Juruá	Juruá Mirim	0,02	0,03	0,03	0,03	147,6	0,06	0,11	0,10	0,12	2,03	2,05	2,02	2,06	0,01	0,02	0,02	0,02
Madeira	Médio Madeira	0,08	0,13	0,13	0,15	5.753,6	0,33	0,58	0,60	0,65	2,00	2,01	2,00	2,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Juruá	Alto Juruá	0,02	0,03	0,03	0,03	215,1	0,06	0,11	0,11	0,12	2,03	2,06	2,02	2,06	0,01	0,02	0,02	0,02
Careiro-Autazes	Negro-Japurá	0,05	0,08	0,07	0,09	70.444,7	1,19	2,05	2,16	2,31	2,00	2,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Manaus	Uatumã-Negro	0,14	0,22	0,21	0,26	110.009,3	0,94	1,59	1,63	1,78	2,00	2,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Juruá	Médio Juruá	0,01	0,01	0,01	0,01	622,2	0,02	0,02	0,03	0,02	2,00	2,01	2,00	2,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Manaus	Uatumã-Negro	0,01	0,02	0,01	0,02	14,8	0,08	0,13	0,13	0,14	2,30	2,40	2,16	2,45	0,10	0,14	0,16	0,15
Médio Solimões/Japurá	Baixo Japurá	0,00	0,01	0,01	0,01	9.297,7	0,03	0,04	0,04	0,04	2,00	2,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Juruá	Baixo Juruá	0,01	0,02	0,02	0,02	815,1	0,03	0,05	0,05	0,06	2,01	2,01	2,00	2,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Alto Solimões	Juruá-Jutaí	0,02	0,03	0,03	0,03	40.385,0	0,04	0,06	0,06	0,06	2,00	2,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Purus	Médio Purus	0,04	0,07	0,07	0,08	896,3	0,36	0,70	0,69	0,77	2,02	2,03	2,01	2,04	0,01	0,01	0,01	0,01
Careiro-Autazes	Negro-Japurá	0,14	0,20	0,19	0,22	70.091,3	0,80	1,27	1,31	1,42	2,00	2,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Careiro-Autazes	Madeira-Purus	0,01	0,02	0,02	0,02	1,7	0,07	0,11	0,11	0,12	5,03	6,81	3,89	7,15	1,07	1,75	2,07	1,88
Manaus	Baixo Negro	6,15	11,27	9,98	13,68	15.982,2	16,47	25,76	24,72	30,69	2,10	2,17	2,06	2,20	0,03	0,06	0,06	0,07
Madeira	Médio Madeira	0,05	0,08	0,08	0,09	6.505,1	0,37	0,69	0,69	0,77	2,00	2,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Médio Solimões/Japurá	Baixo Japurá	0,01	0,02	0,02	0,02	10.310,8	0,04	0,06	0,06	0,07	2,00	2,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Baixo Amazonas	Tapajós-Madeira	0,04	0,08	0,08	0,09	548,6	0,38	0,67	0,69	0,74	2,02	2,04	2,02	2,05	0,01	0,01	0,02	0,02
Baixo Amazonas	Trombetas-Uatumã	0,01	0,01	0,01	0,02	283,3	0,10	0,18	0,18	0,20	2,01	2,02	2,01	2,02	0,00	0,01	0,01	0,01
Madeira	Baixo Madeira-Sucunduri	0,03	0,06	0,06	0,06	7.688,4	0,13	0,23	0,24	0,26	2,00	2,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Rio Negro	Baixo Negro	0,02	0,03	0,03	0,04	9,5	0,05	0,08	0,08	0,09	2,65	3,02	2,40	3,12	0,22	0,35	0,41	0,38
Madeira	Baixo Aripuanã	0,02	0,04	0,04	0,05	575,3	0,08	0,14	0,14	0,16	2,02	2,03	2,01	2,03	0,01	0,01	0,01	0,01

Região Hidrográfica	UPH	Vazão Efluente de Esgoto (m³/s)				Disponibilidade Hídrica Total Atual (m³/s)	Consumo total de água (m³/s)				Concentração de DBO da mistura (mg/L)				Índice de Poluição Orgânica (IPO)			
		Cenário Atual 2016	Cenário Tendencial 2040	Cenário Normativo 2040	Cenário Crítico 2040		Cenário Atual 2016	Cenário Tendencial 2040	Cenário Normativo 2040	Cenário Crítico 2040	Cenário Atual 2016	Cenário Tendencial 2040	Cenário Normativo 2040	Cenário Crítico 2040	Cenário Atual 2016	Cenário Tendencial 2040	Cenário Normativo 2040	Cenário Crítico 2040
Baixo Amazonas	Tapajós-Madeira	0,14	0,19	0,18	0,21	111.322,0	1,27	2,08	2,15	2,32	2,00	2,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Purus	Alto Purus II	0,02	0,04	0,04	0,04	557,6	0,04	0,07	0,07	0,08	2,01	2,02	2,01	2,02	0,00	0,01	0,01	0,01
Manaus	Uatumã-Negro	0,07	0,15	0,13	0,18	18,5	0,79	1,41	1,46	1,59	2,83	3,67	2,59	3,96	0,29	0,61	0,66	0,73
Manaus	Uatumã-Negro	0,04	0,07	0,06	0,07	15,7	0,67	1,17	1,23	1,31	2,60	3,06	2,41	3,18	0,21	0,39	0,46	0,43
Rio Negro	Médio Negro	0,02	0,03	0,03	0,03	9.081,9	0,04	0,07	0,07	0,07	2,00	2,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Alto Solimões	Japurá-Içá	0,02	0,02	0,03	0,03	37.410,9	0,05	0,08	0,08	0,08	2,00	2,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Rio Negro	Médio Negro	0,05	0,08	0,08	0,09	5.698,7	0,11	0,19	0,19	0,21	2,00	2,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Alto Solimões	Jutaí-Javari	0,02	0,04	0,04	0,04	31.097,6	0,09	0,15	0,15	0,16	2,00	2,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Baixo Amazonas	Baixo Uatumã	0,02	0,02	0,02	0,02	792,7	0,08	0,12	0,12	0,14	2,01	2,01	2,00	2,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Manaus	Uatumã-Negro	0,01	0,01	0,01	0,01	14,0	0,06	0,10	0,10	0,11	2,20	2,27	2,11	2,30	0,07	0,09	0,11	0,10
Alto Solimões	Jutaí-Javari	0,07	0,14	0,14	0,16	28.497,3	0,16	0,34	0,34	0,38	2,00	2,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Purus	Submédio Purus	0,01	0,02	0,02	0,02	2.952,3	0,05	0,06	0,06	0,07	2,00	2,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Médio Solimões/Japurá	Purus-Juruá	0,13	0,21	0,20	0,23	203,4	0,23	0,36	0,35	0,41	2,16	2,25	2,09	2,28	0,05	0,08	0,10	0,09
Alto Solimões	Japurá-Içá	0,01	0,02	0,02	0,03	39.168,7	0,05	0,08	0,08	0,09	2,00	2,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Médio Solimões/Japurá	Purus-Juruá	0,01	0,02	0,02	0,02	12,1	0,03	0,06	0,06	0,07	2,36	2,63	2,25	2,70	0,12	0,21	0,25	0,24
Baixo Amazonas	Baixo Uatumã	0,02	0,02	0,02	0,03	792,7	0,29	0,48	0,50	0,53	2,01	2,01	2,00	2,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Baixo Amazonas	Tapajós-Madeira	0,02	0,03	0,03	0,04	110.201,6	0,08	0,14	0,14	0,15	2,00	2,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Legenda conforme IPO:	
< 0,5	Ótimo
0,5 a 1,0	Bom
1,0 a 5,0	Razoável

Como os rios principais possuem vazões de referência (Q_{95}) elevadas, quando comparados com as vazões do efluente de esgoto, observou-se que não é necessário, na maioria dos casos, realizar estudos de autodepuração, pois logo após a mistura a concentração de DBO retorna a 2 mg/L, tendo-se considerado este valor para a concentração de DBO natural dos rios.

Tanto no cenário atual quanto nos cenários futuros estudados, com horizonte em 2040, a maioria dos rios que recebem os efluentes dos municípios apresentam IPO ótimo, ou seja, inferior a 0,5. Isso ocorre devido ao rio receptor do efluente de esgoto ter vazão suficiente para diluir a carga orgânica produzida pelo município.

No cenário atual, foram identificados apenas dois municípios com IPO bom (Alvarães e Anori) e dois municípios com IPO razoável (Apuí e Manaquiri). Nos cenários futuros, os valores de IPO se mostraram mais elevados, em virtude do aumento da carga orgânica a ser lançada nos rios. Assim, em virtude disso, os municípios Alvarães e Anori que tinham IPO bom passaram a ter IPO razoável, enquanto que os municípios Apuí e Manaquiri mantiveram a mesma classificação.

Já os municípios Caapiranga e Presidente Figueiredo passaram a ter IPO bom nos cenários futuros. O cenário que apresentou os maiores valores de IPO foi o cenário normativo. Por mais que se tenha considerado uma eficiência de remoção de DBO igual a 60%, em virtude de se ter reduzido a concentração de DBO máxima admissível de 5 para 3 mg/L, os valores de IPO ficaram mais elevados.

No entanto, em alguns casos, tal como explicado no diagnóstico, a menor capacidade de assimilação da carga orgânica pelo rio receptor do efluente orgânico ocorre em um trecho reduzido, pois logo a jusante há a confluência entre o corpo hídrico receptor e outro rio.

Assim, a partir da metodologia proposta, conclui-se que os rios principais do Estado do Amazonas, considerando-se a escala de análise proposta, seguem possuindo ótima capacidade de assimilação da carga orgânica. Alguns casos específicos, comentados, possuem razoável ou boa capacidade de assimilação. Contudo, isso ocorre apenas ao longo de trechos relativamente curtos, até que um afluente eleve a vazão de dissolução do efluente ou até que o trecho analisado chegue em um rio com maior capacidade de assimilação da carga orgânica.

Novamente, essa metodologia não consegue avaliar casos de poluição pontual que ocorrem nos igarapés, que é um problema bastante recorrente em diversos municípios no Estado, como, por exemplo, na região metropolitana de Manaus. Esses problemas devem ser avaliados em estudos específicos com campanhas de monitoramento contínuo de parâmetros de qualidade de água.

8.5 NECESSIDADES E ALTERNATIVAS DE PREVENÇÃO OU MITIGAÇÃO DAS SITUAÇÕES CRÍTICAS IDENTIFICADAS

As avaliações efetuadas ao longo dos estudos hidrológicos, que envolveram as condições de qualidade e de quantidade da água mostraram, como era de se esperar, que não existe nenhum comprometimento significativo, pelo menos detectável na escala de trabalho do Plano Estadual, tanto em termos de disponibilidade hídrica, quanto em termos de qualidade. Das visitas técnicas realizadas nos municípios, restou a avaliação de problemas sérios pontuais quanto à reduzida rede de coleta de esgotos existente, a absoluta falta de tratamento e os problemas nos sistemas de coleta, tratamento e distribuição de água para abastecimento público. Da mesma forma quanto à disposição final de resíduos sólidos, fato identificado e avaliado no Plano Estadual de Resíduos Sólidos.

Na maior parte dos municípios visitados, existem ações tímidas de educação ambiental nas escolas, voltadas principalmente à resíduos sólidos.

O município de Humaitá possui um programa de recuperação de nascentes que, segundo informado, encontra-se paralisado por falta de pessoal.

No município de Manaus, foram identificadas inúmeras situações e estudos desenvolvidos que mostram situações de progressiva degradação dos rios Tarumã-Açu e Puraquequara, devido à desordenada ocupação das margens (em áreas de preservação permanente), lançamento de resíduos urbanos e esgotos, desmatamento e desenvolvimento de processos erosivos com conseqüente assoreamento.

Na próxima etapa do processo de desenvolvimento do PERH/AM (Meta III - Diretrizes, Programas e Metas do PERH/AM) serão apresentadas e discutidas possíveis intervenções, compatíveis com os objetivos e metas de um Plano Estadual, no sentido de abordar as situações identificadas.

8.6 DEFINIÇÃO DO CENÁRIO DE REFERÊNCIA DO PERH/AM

A definição do cenário de referência para o PERH/AM está vinculada ao enquadramento (Resolução CONAMA 357/2005) a ser proposto para os rios de domínio do Estado e à possível proposição ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos, de enquadramento a ser adotado para os rios de domínio da União, conforme a dominialidade definida na Constituição Federal (artigos 20 e 26).

Discussões acadêmicas e técnicas tem questionado a aplicabilidade da Resolução CONAMA aos cursos de água do Amazonas, face às suas características qualitativas naturais que confrontam os limites das classes de enquadramento estabelecidas na Resolução, notadamente os limites de pH.

A definição de uma proposta de enquadramento deve necessariamente estar baseada em uma vazão de referência, vazão na qual os padrões de qualidade estabelecidos na Resolução CONAMA para as classes de uso da água devem ser atendidos.

Além do enquadramento, a vazão de referência será utilizada na instrução dos processos de solicitação de outorgas pelo uso da água e para a emissão de licenças ambientais.

Nos estudos hidrológicos elaborados no âmbito deste diagnóstico, a vazão de referência adotada foi a Q_{95} , isto é, a vazão que deverá ser igualada ou superada em pelo menos 95% do tempo.

A proposta de enquadramento será objeto da Meta III do processo de elaboração do PERH/AM.



9 PLANOS E PROGRAMAS RELACIONADOS AOS RECURSOS HÍDRICOS

9 PLANOS E PROGRAMAS RELACIONADOS AOS RECURSOS HÍDRICOS

9.1 PLANOS DE MANEJO DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO (UCS)

A gestão de uma Unidade de Conservação (UC) pressupõe recursos humanos e financeiros adequados, estrutura básica, como sede, vigilância, equipamento de emergência e comunicação, e locais delimitados para pesquisa, visitação, uso comunitário e produtivo. Além disso, é essencial que a gestão esteja baseada num plano de manejo aprovado, e pautada na existência de um conselho gestor formal e atuante⁶⁰.

O principal instrumento de gestão para todas as categorias de UCs é o plano de manejo (SNUC, 2000). Trata-se do documento técnico mediante o qual, com fundamento nos objetivos gerais de uma UC, é estabelecido o seu zoneamento e as normas que devem orientar o manejo dos recursos naturais e o uso da área, inclusive a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão da Unidade.

Conforme apresentado no Tomo I, Item Identificação de Áreas com Restrição de Uso Visando a Proteção de Recursos Hídricos deste Relatório, o Estado do Amazonas possui 108 Unidades de Conservação.

Algumas destas UCs foram criadas, dentre outros objetivos, para proteção/conservação dos recursos hídricos existentes em seu interior e entorno, fato que torna estas áreas legalmente protegidas de extrema importância no contexto do presente Plano Estadual de Recursos Hídricos. Exemplo nesse sentido é o Parque Nacional Campos Amazônicos, a Estação Ecológica Juami-Japurá, o Parque Nacional de Anavilhanas, a Reserva Extrativista (Resex) do Lago do Capanã Grande.

No Quadro 9.1 estão relacionados os Planos de Manejo das UCs de âmbito federal e estadual as quais possuem alguma interface com a gestão dos recursos hídricos.

⁶⁰ VERÍSSIMO, Adalberto et al. (org). Áreas Protegidas na Amazônia brasileira : avanços e desafios . Belém : Imazon ; São Paulo : Instituto Socioambiental, 2011.

Quadro 9.1: Relação de Planos de Manejos existentes cujas Unidades de Conservação possuem interface com a gestão dos recursos hídricos

Jurisdicção	Nome UC		Nome UC	Jurisdicção	Nome UC
Federal	Parque Nacional do Jaú	Estadual	APA Caverna do Maroaga	Estadual	Reserva de Desenvolvimento Sustentável Igapó-Açú
	Parque Nacional do Juruena		Floresta Estadual Canutama		Reserva de Desenvolvimento Sustentável Rio Madeira
	Parque Nacional da Amazônia		Floresta Estadual de Apuí		Reserva Extrativista Canutama
	Parque Nacional Campos Amazônicos		Floresta Estadual de Manicoré		Reserva Extrativista Catuá Ipixuna
	Reserva Biológica de Uatumã		Floresta Estadual de Maués		Reserva Extrativista do Guariba
	Floresta Nacional Tefé		Floresta Estadual de Tapauá		Reserva Extrativista do Rio Gregório
	Reserva Extrativista Rio Unini		Floresta Estadual do Aripuanã		
	Estação Ecológica de Juami-Japurá		Floresta Estadual do Sucunduri		
	Floresta Nacional do Amana		Parque Estadual do Guariba		
	Floresta Nacional de Humaitá		Parque Estadual do Matupiri		
	Floresta Nacional Mapiá-Inauini		Parque Estadual do Rio Negro - Setor Norte		
	Parque Nacional da Serra da Mocidade		Parque Estadual do Rio Negro - Setor Sul		
	Parque Nacional de Anavilhanas		Parque Estadual do Sucunduri		
	Reserva Extrativista do Lago do Capanã Grande		Parque Estadual Sumaúma		
	Reserva Extrativista Médio Juruá		Reserva de Desenvolvimento Sustentável Aripuanã		
	Reserva Extrativista Rio Jutai		Reserva de Desenvolvimento Sustentável Bararati		
	Floresta Nacional Purus		Reserva de Desenvolvimento Sustentável Cujubim		
	Reserva Biológica do Abufari		Reserva de Desenvolvimento Sustentável de Uacari		
	Reserva Extrativista Baixo Juruá		Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Juma		
	Reserva Extrativista Auati-Paraná		Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Matupiri		
Reserva Extrativista Arapixi	Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Rio Amapá				
	Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Uatumã				

Fonte: ICMBio/MMA e SEMA/AM. Acesso em: 29.06.2018.

9.2 PLANO ESTADUAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

O Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado do Amazonas é um instrumento da Política Nacional de Resíduos Sólidos estabelecido pela Lei Federal nº 12.305/2010, que permite ao Estado o conhecimento do panorama atual da situação dos resíduos sólidos, a partir do qual são definidas as diretrizes, estratégias, metas imediatas e de curto, médio e longo prazo necessárias para a gestão adequada dos resíduos sólidos.

O PERS-AM aponta para um horizonte de planejamento de 20 anos prevendo-se sua revisão no mínimo a cada 04 anos. Concluído em setembro de 2017, foi elaborado com recursos do Edital de Chamada Pública da Secretaria de Recursos Hídricos e Ambientes Urbanos (SHRU) do Ministério do Meio Ambiente (MMA) nº 001/2011, que resultou no Convênio nº 766762/2011 celebrado entre o Governo do Estado do Amazonas e o MMA.

Este Plano apresenta o diagnóstico da gestão dos resíduos sólidos no Estado e propõe ações que visam a melhor gerência desta temática e a sustentabilidade financeira do sistema.

9.3 PLANO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS

O Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), estabelecido pela Lei nº 9.433/97, é um dos instrumentos que orienta a gestão das águas no Brasil. O conjunto de diretrizes, metas e programas que constituem o PNRH foi construído em amplo processo de mobilização e participação social. O documento final foi aprovado pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) em 30 de janeiro de 2006.

Na caracterização dos recursos hídricos regionais destaca-se o Caderno Regional da Região Hidrográfica Amazônica. Este documento teve por base os estudos regionais desenvolvidos por consultoria especializada, contratados para subsidiar a elaboração do PNRH.

9.4 PLANO AMBIENTAL DO ESTADO DO AMAZONAS

O Plano Ambiental do Estado do Amazonas é o documento de síntese da política e das diretrizes relativas ao meio ambiente no Estado, tendo sido elaborado para o horizonte 1996 a 1999.

Tem como objetivo orientar as ações governamentais e da coletividade, no sentido de que o desenvolvimento socioeconômico se realize de forma associada à utilização equilibrada dos recursos naturais. Os princípios, objetivos e instrumentos da política estadual de meio ambiente encontram-se estabelecidos na Constituição do Estado e estão reproduzidas no Plano.

Apresenta diretrizes nas áreas de Unidades de Conservação, zoneamento ecológico-econômico, licenciamento ambiental, monitoramento, fiscalização, educação ambiental, e para outros temas considerados relevantes para a formulação de programas e atividades destinados a implementar os objetivos do Plano.

9.5 PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA DE MANAUS

O Plano Diretor de Drenagem Urbana de Manaus, objeto do Contrato nº 015/2011, firmado entre o Município de Manaus, por intermédio da Secretaria Municipal de Infraestrutura -

SEMINF, e a Concremat Engenharia e Tecnologia S. A., teve como finalidades principais, entre outras: 1) a definição de diretrizes institucionais visando estabelecer condições de sustentabilidade para as políticas de drenagem urbana; 2) a caracterização das condições de funcionamento hidráulico das tubulações, galerias, canais a céu aberto, canais naturais, dispositivos de captação e conexão entre redes e de dissipação de energia, bueiros e pontes; e 3) as proposições, em nível de gestão, de obras de curto, médio e longo prazos necessárias ao equacionamento dos problemas encontrados na drenagem urbana de Manaus.

9.6 POLÍTICAS

9.6.1 Política Florestal do Estado do Amazonas

No contexto do Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais no Brasil (PPG7), a Cooperação alemã, através do KfW (Cooperação Financeira Alemã) e da GIZ (Cooperação Técnica Internacional), apoiou vários projetos no Estado do Amazonas. Dos projetos que mais envolveram a participação do Governo Estadual do Amazonas, destacam-se o Subprograma de Políticas de Recursos Naturais (SPRN), o Programa Áreas Protegidas na Amazônia (ARPA), e os Projetos Corredores Ecológicos e ProVárzea.

Com o objetivo de dar continuidade a esta parceria bem sucedida, o KfW e o Governo do Estado do Amazonas iniciaram, em 2007, a preparação de um novo Projeto de Cooperação Financeira no âmbito da Cooperação Brasil / Alemanha para a Proteção e o Uso Sustentável das Florestas.

Assim, em 2009 a Secretária de Estado do Meio Ambiente - SEMA concentrou esforços na elaboração do Projeto Prevenção e Combate ao Desmatamento e Conservação da Floresta Tropical no Estado do Amazonas (PROFLORAM), com objetivo de contribuir para prevenção, o combate e a redução do desmatamento. Como área de intervenção do Projeto foram definidas as regiões Sul, Sudeste e Baixo Amazonas do Estado, abrangendo os municípios de Boca do Acre, Lábrea, Canutama, Humaitá, Manicoré, Nova Aripuanã, Apuí, Maués, Boa Vista do Ramos, Barreirinha, Parintins e Nhamundá.

A área escolhida está na linha de frente dos municípios que sofrem elevado grau de antropização e desmatamento, contrapondo-se geograficamente ao “Arco de Desmatamento” formado pelo avanço das fronteiras madeireira e agropecuária, oriundas dos estados do Pará, Mato Grosso, Rondônia e Acre. Essa região conhece problemas sociais e ambientais de grande envergadura, como apropriação privada de terras públicas, exploração madeireira ilegal, grilagem de terras, desmatamento e queimadas, agravamento da pobreza rural, expulsão das populações tradicionais e pressão sobre as terras indígenas.

O período de execução do projeto, inicialmente previsto por quatro anos, se estenderá até final de 2018, com dotação orçamentária oriunda da Cooperação Financeira Alemã e do Estado do Amazonas.

Para o cumprimento de suas metas, o projeto se estrutura segundo os seguintes componentes:

- I. Fortalecimento da Gestão Ambiental;
- II. Ordenamento Territorial e Regularização Ambiental e Fundiária;
- III. Coordenação, Monitoramento e Avaliação do Projeto.



10 ASPECTOS INSTITUCIONAIS E LEGAIS

10 ASPECTOS INSTITUCIONAIS E LEGAIS

O atendimento à múltiplas finalidades de uso das águas, nem sempre compatíveis entre si; o aumento da demanda por conta do crescimento populacional; a variabilidade no tempo e no espaço, podendo ocorrer períodos de déficit ou superávit ou ainda regiões com carências de recursos; a mobilidade entre regiões, incorporando as características de qualidade das áreas atravessadas, impuseram a necessidade de implantação de mecanismos de gerenciamento por parte das entidades que detêm a titularidade das águas. No caso brasileiro, todas as águas são de domínio dos Estados ou da União, cabendo a esses a regulamentação do seu uso. Portanto, o gerenciamento compreende o conjunto de ações governamentais destinadas a regular o uso e a destinação dos recursos hídricos, de acordo com um plano específico, e ainda a avaliar a conformidade da situação com os princípios doutrinários estabelecidos.

Na esteira de todo o processo, existe uma cronologia de ações que deve ser precedida pelo estabelecimento da política para o setor. No caso, entende-se por política um conjunto consistente de princípios doutrinários que conformam as aspirações governamentais e da comunidade, no que concerne à regulamentação ou modificação nos usos e destinações dos recursos hídricos. Nessa ordem de precedência, a política de recursos hídricos encontra-se fixada nas Cartas Magnas da União e dos Estados, regulamentada por leis e decretos subsequentes.

As ações efetivas da política são implementadas pela administração dos recursos hídricos, englobando o conjunto de organismos, agências e facilidades governamentais estabelecido com o objetivo de propiciar os meios para a gestão desses recursos.

Através da administração são elaborados os planos de recursos hídricos, que correspondem às ações de aproveitamento e desenvolvimento das disponibilidades, em conformidade com os princípios doutrinários e de acordo com os objetivos e metas estabelecidos.

A ordenação e o entendimento dessa cronologia (política ⇒ modelo de gestão ⇒ administração ⇒ plano de recursos hídricos) são recentes na história brasileira. Ademais, a implementação de ações deve ser precedida pelo estabelecimento de um arcabouço legal consistente, o que ocorreu somente a partir de 1990.

No aspecto da legislação, o Brasil apresentou um pioneirismo mundial ao promulgar o seu Código de Águas em 1934. Mesmo contendo definições sobre a titularidade das águas e preceitos sobre outorga e racionalização para atendimento a múltiplas finalidades, esse documento legal não abordava os conceitos da moderna gestão dos recursos hídricos, naturalmente por ainda não estarem delineados, naquela ocasião, os problemas que emergiram com o desenvolvimento tecnológico ao longo do Século XX. A finalidade básica do Código de Águas era a de permitir ao Poder Público controlar e incentivar o aproveitamento industrial das águas, em particular, o uso racional da energia hidráulica.

Mesmo sendo uma República Federativa, a administração das águas e as ações governamentais sempre estiveram fortemente concentradas na União. Na medida em que surgiam demandas, o Governo Federal criava órgãos setoriais para a resolução de problemas específicos, sem uma visão integrada do conjunto de ações. Cada setor usuário formulava seu plano específico, a exemplo do que ocorria no âmbito da ELETROBRÁS (setor de energia elétrica), do Departamento Nacional de Obras e Saneamento/DNOS (setor de saneamento e obras de defesa contra inundações) e da PORTOBRÁS (setor de navegação fluvial).

A execução de algumas das atribuições fixadas pelo Código de Águas, como a manutenção da rede hidrométrica nacional, era conduzida pelo Ministério da Agricultura, através do

Serviço de Águas. Posteriormente, com a criação do Departamento nacional de Águas e Energia Elétrica/DNAEE, vinculado ao Ministério das Minas e Energia, estava constituída uma entidade que deveria promover a gestão integrada dos recursos hídricos em todo o território nacional.

Alguns Estados da Federação fundaram órgãos gestores próprios, como foram os casos do Departamento de Águas e Energia Elétrica de São Paulo/DAEE-SP, e do Departamento de Águas e Energia Elétrica de Minas Gerais/DAE-MG. Observa-se que todas essas entidades traziam em suas siglas a atribuição “energia elétrica”, destacando a evolução que teve esse setor usuário dos recursos hídricos, não somente pela ênfase específica dada no Código de Águas, mas também pelo modelo brasileiro de geração de energia, calcado no potencial hidráulico dos rios.

A partir de meados da década de 1970, iniciaram-se os movimentos internacionais sobre a importância da gestão integrada dos recursos hídricos. O marco de partida pode ser considerado as realizações da 2ª Conferência Internacional de Direito e Administração de Águas (Caracas, Venezuela, 1976) e da Conferência Mundial Sobre a Água (Mar Del Plata, Argentina, 1977). Nesses encontros foi diagnosticado que, nos países em desenvolvimento, o principal problema na gestão dos recursos hídricos era o da coordenação em termos de processo, mais do que o da organização, em termos de estruturas. Essa constatação moldou sensivelmente o comportamento de algumas entidades federais brasileiras no período subsequente, resultando na constituição do CEEIBH - Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas e de seus respectivos Comitês Executivos, através da Portaria Interministerial nº 90 - MME/MINTER, de 29.03.1978.

A implementação efetiva de algumas recomendações do CEEIBH foi prejudicada em decorrência de impedimentos legais ou dificuldades operacionais, mesmo considerando a participação multi-setorial de diversas agências federais e estaduais. Para contornar esse problema e agregar experiências de outros países, organizou-se em Brasília (1983), sob o patrocínio do DNAEE, da Secretaria de meio Ambiente/SEMA, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico/CNPq e do CEEIBH, o Seminário Internacional de Gestão de Recursos Hídricos. Na sequência, entre os anos de 1984 e 1986, foram realizados 05 seminários, denominados Encontro Nacional de Órgãos Gestores de Recursos Hídricos. De todos esses seminários, agregando a experiência de países europeus e, principalmente, as demandas por uma adequada estruturação do setor de recursos hídricos que começavam a surgir entre as entidades nacionais, iniciou-se a formulação de ideias como a taxaço pelo uso da água e a gestão integrada por bacias hidrográficas.

Considerando esses resultados e o fato de estar em curso, naquela ocasião, os trabalhos da Assembleia Nacional Constituinte, que poderia apresentar importantes revisões nos textos legais relacionados aos recursos hídricos, o Ministério das Minas e Energia instituiu, através da Portaria MME-661/86, de 05.06.1986, o Grupo de Trabalho encarregado da formulação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

As discussões sobre o tema ganharam corpo ao tempo de a nova Constituição da República Federativa do Brasil, promulgada em 05 de outubro de 1988, incluir como competência da União, em seu Art. 21, inciso XIX, a instituição do sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e a definição de critérios de outorga de direitos de seu uso. Visando regulamentar esse importante inciso constitucional, foram criados grupos de trabalho, ao nível do Poder Executivo, que culminou na formulação do Projeto de Lei 2.249/91, enviado para aprovação do Congresso Nacional em 1991, tratando da Política Nacional de Recursos Hídricos e criando o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Todo esse trabalho resultou finalmente na promulgação da Lei Federal nº 9.433 em 8 de janeiro de 1997, instituindo a Política Nacional de Recursos Hídricos e criando o Sistema

Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. A partir desse marco legal, estabeleciam-se os fundamentos doutrinários de uma política, formulavam-se diretrizes de ação e posicionava os Planos de Recursos Hídricos como um dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos.

10.1 DOMINIALIDADE DAS ÁGUAS

A dominialidade das águas foi inicialmente estabelecida pelo Decreto nº 24.643 de 10 de julho de 1934 que instituiu o Código de Águas.

O Art. 29 do Capítulo Único do Título II (Águas Públicas Em Relação Aos Seus Proprietários) estabelecia que:

“As águas públicas de uso comum, bem como o seu álveo, pertencem:

I – A União:

a) quando marítimas;

b) quando situadas no Território do Acre, ou em qualquer outro território que a União venha a adquirir, enquanto o mesmo não se constituir em Estado, ou for incorporado a algum Estado;

c) quando servem de limites da República com as nações vizinhas ou se estendam a território estrangeiro;

d) quando situadas na zona de 100 quilômetros contígua aos limites da República com estas nações;

e) quando sirvam de limites entre dois ou mais Estados;

f) quando percorram parte dos territórios de dois ou mais Estados.

II – Aos Estados:

a) quando sirvam de limites a dois ou mais Municípios;

b) quando percorram parte dos territórios de dois ou mais Municípios.

III – Aos Municípios:

a) quando, exclusivamente, situados em seus territórios, respeitadas as restrições que possam ser impostas pela legislação dos Estados.”

O Art. 8º do Capítulo III (Água Particulares) estabelecia que:

“Art. 8º São particulares as nascentes e todas as águas situadas em terrenos que também o sejam, quando as mesmas não estiverem classificadas entre as águas comuns de todos, as águas públicas ou as águas comuns.”

A Constituição promulgada em 1967, retirou o domínio particular das águas, mantendo a dominialidade municipal.

A Constituição promulgada em 1988, remeteu à União e aos Estados a dominialidade das águas, retirando o domínio dos municípios, conforme estabelecem os artigos 20 e 26:

“Art. 20. São bens da União:

I - os que atualmente lhe pertencem e os que lhe vierem a ser atribuídos;

II - as terras devolutas indispensáveis à defesa das fronteiras, das fortificações e construções militares, das vias federais de comunicação e à preservação ambiental, definidas em lei;

III - os lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio, ou que banhem mais de um Estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a

território estrangeiro ou dele provenham, bem como os terrenos marginais e as praias fluviais;

Art. 26. Incluem-se entre os bens dos Estados:

I - as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União;”

É também da competência da esfera Federal a gestão dos trechos de cursos de água e corpos de água inseridos em Terras Públicas de posse e domínio da União, dentre as quais as Terras Indígenas (Artigo 20, inciso XI da Constituição) e algumas categorias de Unidades de Conservação, conforme Parecer nº 154/2009 da Procuradoria Geral – PGE/ANA, que esclareceu a natureza jurídica das unidades de conservação integrantes do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC, instituído pela Lei nº 9.985/2000. O Quadro 3.1 mostra a natureza jurídica das Unidades de Conservação do SNUC.

Quadro 10.1: Natureza jurídica de Unidades de Conservação do SNUC.

Categoria	Sigla	Natureza Jurídica
Estação Ecológica	ESEC	Posse e domínio público
Reserva Biológica	RBIO	Posse e domínio público
Parque Nacional	PARNA	Posse e domínio público
Reserva de Fauna	REFAU	Posse e domínio público
Floresta Nacional	FLONA	Posse e domínio público

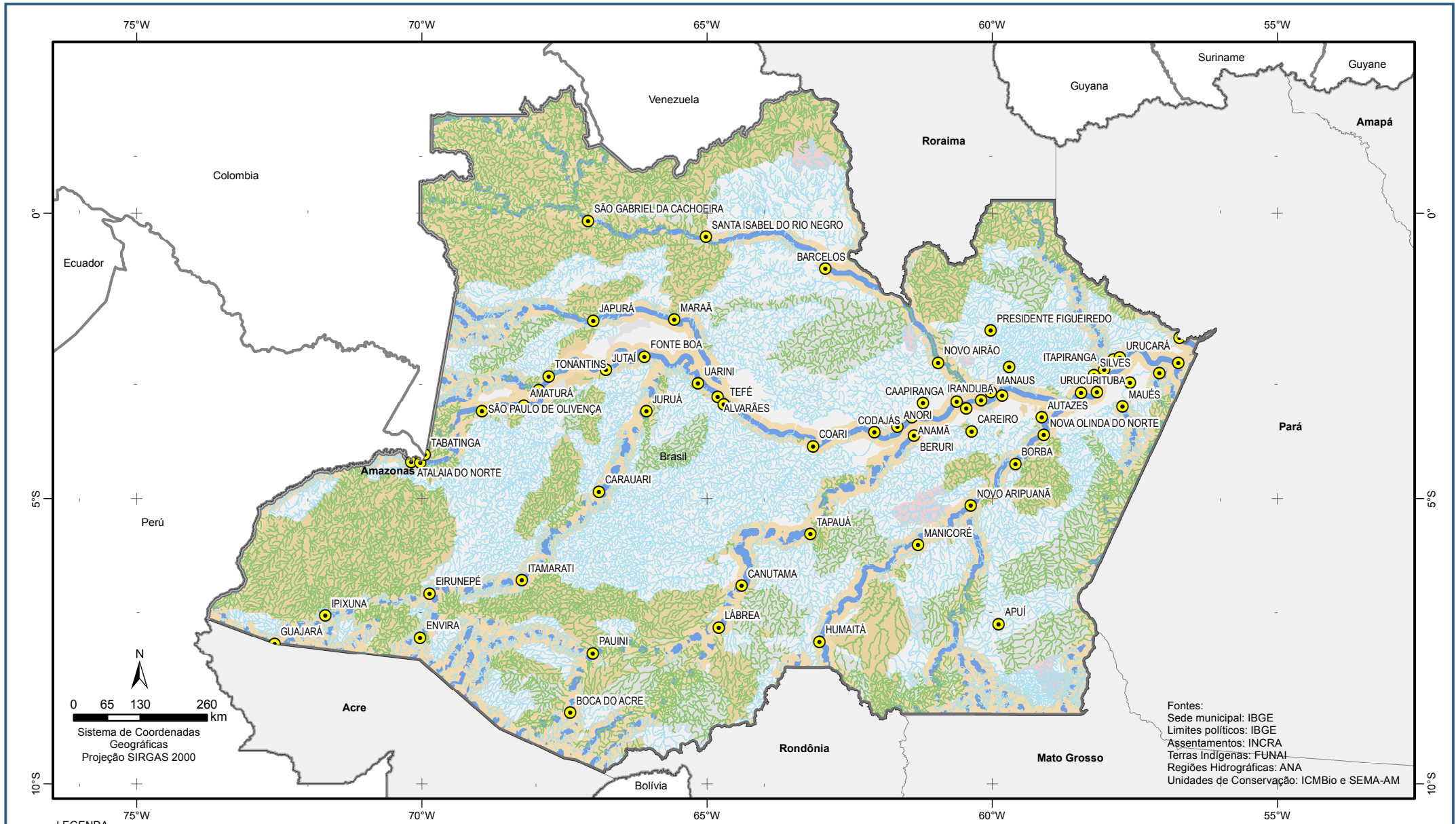
A Figura 10.1 mostra a dominialidade dos cursos de água existentes no Estado do Amazonas, decorrente do estabelecido na Constituição Federal.

Conforme pode ser observado na figura, grande parte dos cursos de água que tem nascente e foz no interior do Estado do Amazonas são de domínio da União por estarem inseridos em unidades de conservação implantadas pela União. No entanto, não é razoável supor que a União, através da Agência Nacional de Águas/ANA, terá condições técnicas e operacionais para efetuar a gestão destas águas de forma efetiva. Isto indica a necessidade de estabelecer mecanismos de cooperação entre o Estado e a União para que ocorra a delegação de competências, à semelhança de acordos já existentes em outras unidades da Federação como, por exemplo, o Distrito Federal.

10.2 POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS


A Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, instituiu não apenas a Política Nacional de Recursos Hídricos como criou o Conselho Nacional de Recursos Hídricos e atribuiu à Secretaria de Recursos Hídricos a função de Secretaria Executiva do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Esta lei enfoca os princípios básicos atualmente praticados em todos os países que avançaram na gestão dos recursos hídricos, quais sejam:

- adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento;
- usos múltiplos, permitindo que todos os setores usuários possuam igual acesso aos recursos hídricos, quebrando-se a indesejável hegemonia do setor elétrico no processo de gestão dos recursos hídricos superficiais;
- reconhecimento da água como um bem finito e vulnerável;
- reconhecimento do valor econômico da água, induzindo ao seu uso racional e servindo de base à instituição da cobrança pela utilização dos recursos hídricos;
- gestão descentralizada e participativa, propiciando a tomada de decisões no âmbito de governos regionais, e mesmo locais, juntamente com a participação mais efetiva dos usuários e da sociedade civil organizada.




Fontes:
 Sede municipal: IBGE
 Limites políticos: IBGE
 Assentamentos: INCRA
 Terras Indígenas: FUNAI
 Regiões Hidrográficas: ANA
 Unidades de Conservação: ICMBio e SEMA-AM

- LEGENDA
- Sedes Municipais
 - Trecho de drenagem - Domínio da União
 - Terras Indígenas - Área protegida
 - Trecho de drenagem - Domínio do Estado
 - Unidade de Conservação Estadual - Área protegida
 - Estados vizinhos
 - Rios de Domínio da União
 - Unidade de Conservação Federal - Área protegida
 - Países vizinhos
 - Limite Estado Amazonas



GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS

SEMA SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE



MAGNA ENGENHARIA

PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO AMAZONAS - PERH/AM

Dominalidade dos cursos d'água

Figura nº:
10.1

Os objetivos da Lei nº 9.433/97 são assegurar, à atual e às futuras gerações, disponibilidade de água com qualidade para diversos usos, utilização integrada e a prevenção e defesa contra eventos hidrológicos críticos, naturais ou provocados. As diretrizes gerais são a gestão sistemática, aliando quantidade e qualidade, gestão adequada às diversidades regionais do País; integração da gestão hídrica com a ambiental; planejamento com os setores usuários no nível federal, estadual e municipal; articulação da gestão de recursos hídricos com a do solo e integração das bacias hidrográficas com os sistemas estuarinos e costeiros.

Visando melhorar o desempenho no setor de planejamento e gestão dos recursos hídricos, foram definidos cinco instrumentos essenciais à gestão do uso da água, a seguir apresentados:

- ✚ Plano Nacional de Recursos Hídricos, constituído da atualização e consolidação dos denominados Planos Diretores de Recursos Hídricos, elaborados por bacia hidrográfica;
- ✚ Outorga do Direito de Uso dos Recursos Hídricos, o qual configura um instrumento pelo qual o usuário recebe uma autorização, concessão, ou permissão (conforme o caso), para fazer uso da água;
- ✚ Cobrança pelo Uso da Água, essencial para criar as condições de equilíbrio entre a oferta e a demanda da água e arrecadar recursos financeiros para implantação de medidas de gestão adequadas;
- ✚ Enquadramento dos Corpos de água em Classes de Uso, importante no estabelecimento de um sistema de vigilância sobre os níveis de qualidade da água dos mananciais, fortalecendo a relação entre a gestão dos recursos hídricos e a gestão do meio ambiente;
- ✚ Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos, encarregado de coletar, organizar, criticar e difundir a base de dados relativa aos recursos hídricos, seus usos, o balanço hídrico de cada manancial e de cada bacia, provendo os gestores, os usuários, a sociedade civil e outros usuários com as condições necessárias para opinar no processo decisório ou mesmo tomar decisões.

Os planos de recursos hídricos são estabelecidos como planos diretores, incluindo, entre outros componentes: balanço entre disponibilidades e demandas futuras dos recursos hídricos; metas de racionalização de uso; aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis; prioridades para outorga de direitos de uso e diretrizes para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos.

O Art. 9º prevê o enquadramento dos corpos de água em classes segundo os usos preponderantes, a ser estabelecido pela legislação ambiental.

O regime de outorga de direitos de uso dos recursos hídricos se estenderá não só à captação para consumo final (abastecimento público ou insumo de processos produtivos), mas também ao lançamento, em corpos de água, de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos; ao aproveitamento dos potenciais hidroelétricos e a outros usos que afetem o regime, a quantidade e a qualidade da água. A outorga será efetivada por ato da autoridade competente do Poder Executivo Federal e Estadual, podendo o Governo Federal delegar aos Estados a competência para a outorga de direito de uso dos recursos hídricos de domínio da União. Sob circunstâncias que a lei especifica, essa outorga poderá ser suspensa parcial ou totalmente, em definitivo ou por prazo determinado. Os artigos 19 a 23 tratam da cobrança pelo uso dos recursos hídricos, que se destina a reconhecer o valor econômico da água e dar ao usuário uma indicação desse valor, incentivar a racionalização no uso do recurso e obter recursos financeiros para a implementação dos planos de recursos hídricos. O Art. 22 prevê que “os valores arrecadados com a cobrança pelo uso

dos recursos hídricos serão aplicados prioritariamente na bacia hidrográfica em que foram gerados." Fica estabelecida uma compensação financeira aos municípios que tenham áreas inundadas por reservatórios ou sujeitas a restrições de uso do solo com finalidade de proteção dos recursos hídricos.

Através dos Artigos 25 a 27, é criado um Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos, que constitui um sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes na sua gestão. O Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos tem os objetivos de coordenar a gestão integrada das águas, arbitrar administrativamente os conflitos relacionados com esse recurso, implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos, planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos e, finalmente, promover a cobrança pelo uso desses recursos.

Cabe ressaltar, ainda, que a nova Lei estabeleceu um arranjo institucional claro, baseado em novos tipos de organização para a gestão compartilhada do uso da água, criando os seguintes organismos:

- ✚ o Conselho Nacional de Recursos Hídricos, órgão deliberativo e normativo mais elevado na hierarquia do Sistema Nacional de Recursos Hídricos em termos administrativos, ao qual cabe decidir sobre as grandes questões do setor, além de dirimir as contendas de maior vulto;
- ✚ a Agência Nacional de Águas - ANA, Autarquia sob regime especial, criada pela lei 9.984, de 17 de Julho de 2000, com autonomia administrativa e financeira, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente, tem por finalidade implementar, em sua esfera de atribuições, a Política Nacional de Recursos Hídricos;
- ✚ os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e dos Distrito Federal, responsáveis pela resolução das questões e conflitos na região em que atuam, e a aprovação dos planos estaduais e distritais de Recursos Hídricos. Tem presença no Conselho Nacional de Recursos Hídricos;
- ✚ os Comitês de Bacias Hidrográficas, tipo de organização inteiramente novo na realidade institucional brasileira, contando com a participação dos usuários, das prefeituras, da sociedade civil organizada, dos demais níveis de governo (estaduais e federal), e destinados a atuar como "parlamento das águas da bacia", posto que são o fórum de decisão no âmbito de cada bacia hidrográfica;
- ✚ as Agências de Água, também uma inovação trazida pela lei, para atuarem como secretarias executivas de seu(s) correspondente(s) comitês, e destinadas a gerir os recursos oriundos da cobrança pelo uso da água, executando a "engenharia" do sistema;
- ✚ os órgãos e entidades do serviço público federal, estaduais, e municipais têm relevante atuação na gestão dos recursos hídricos, devendo atuar nessa estreita parceria com os demais agentes previstos na Lei Federal nº 9.433/97, estando aqui incluído o órgão gestor central público federal, a Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente.

10.3 ACORDOS INTERNACIONAIS

A Região Amazônica, por seu gigantismo e suas particularidades, é peça-chave nos debates internacionais contemporâneos, como aqueles relativos ao desenvolvimento sustentável, à mudança do clima e ao combate à fome e à pobreza.

As características da região trazem desafios e oportunidades, que requerem tratamento coordenado e diferenciado.

Existem vários acordos internacionais envolvendo a Bacia Amazônica que tratam de cooperação em vários temas comuns, dentre eles os recursos hídricos. Estes acordos são brevemente descritos a seguir.

10.3.1 Tratado de Cooperação Amazônica

O Tratado Cooperação Amazônica (TCA), ratificado pelo Brasil em outubro de 1978 e promulgado pelo Decreto nº 85.050 de 18 de agosto de 1980, tem como objetivo Promover o desenvolvimento harmônico da Amazônia, que permita uma distribuição equitativa dos benefícios desse desenvolvimento entre as partes contratantes, para elevar o nível de vida de seus povos e lograr a plena incorporação de seus territórios amazônicos às respectivas economias nacionais.

O TCA foi uma primeira tentativa de aproximação dos países da Bacia Amazônica e tem como principal objetivo a garantia da soberania dos países amazônicos sobre suas respectivas Amazônia, além do desenvolvimento da região em harmonia com o meio ambiente. Nas negociações para a elaboração e assinatura do tratado os países tentaram acordar um princípio para o uso dos recursos hídricos compartilhados. Entretanto, as discussões se centraram na questão da consulta prévia e chegaram a um impasse. Este nunca foi solucionado e a ambição da criação de normas para a gestão comum dos recursos hídricos da bacia foi abandonada por um compromisso mais pragmático.

Os artigos III e VI tratam da navegação do rio Amazonas e o V contém um compromisso de uso racional dos recursos hídricos. Este tratado não alterou muito a situação dos países em relação ao uso dos recursos compartilhados da Bacia Amazônica. Em 2002 foi criada a Organização do Tratado de Cooperação Amazônica (OTCA), bloco socioambiental formado pelos Estados que partilham o território Amazônico: Brasil, Bolívia, Colômbia, Equador, Guyana, Peru, Suriname e Venezuela, visando fortalecer a cooperação entre os países. Apesar deste contexto desfavorável, é notável o esforço para a realização do Projeto “Gerenciamento Integrado e Sustentável dos Recursos Hídricos Transfronteiriços na Bacia do Rio Amazonas Considerando a Variabilidade e as Mudanças Climáticas”, uma iniciativa que conta com o apoio financeiro e técnico do *Global Environment Facility* (GEF), do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e da Organização dos Estados Americanos (OEA).

No âmbito da OTCA, foi criado o Projeto Amazonas: Ação Regional na Área de Recursos Hídricos, com o objetivo de fortalecer a gestão dos recursos hídricos, promover a integração e a cooperação técnica entre os países membros.

O Projeto tem como objetivos:

- Intercâmbio de sistemas de informação para o efetivo monitoramento dos recursos hídricos na bacia amazônica;
- Capacitação de técnicos e especialistas das instituições dos países amazônicos envolvidos com a gestão de recursos hídricos, especialmente no que se refere a informações hidrológicas e eventos extremos; e
- Apoio para a estruturação de uma rede regional de monitoramento que viabilize o intercâmbio de informações hidrológicas, hidrometeorológicas, sedimentométricas e de qualidade das águas, além daquelas referentes a eventos hidrológicos extremos.

Esta iniciativa de Cooperação Sul-Sul (CSS) Trilateral, que já está em sua segunda fase, procura ainda contribuir para um maior nivelamento nas capacidades instaladas das

entidades envolvidas com os recursos hídricos amazônicos, mediante o apoio à instalação de uma Rede Hidrometeorológica da Bacia Amazônica.

Recentemente, como uma das ações do projeto, foi realizado um levantamento de ações de sucesso relacionadas com o uso sustentável dos recursos hídricos na Bacia Amazônica.

Durante o processo de levantamento das ações, os países amazônicos indicaram projetos e ações que contemplavam temas como gestão transfronteiriça, sistemas de alerta, monitoramento e sistemas de informação, entre outros. Uma comissão avaliadora, formada para esse fim, identificou e selecionou 08 iniciativas.

Por meio das atividades desenvolvidas, têm sido possível contribuir para uma maior articulação entre as instituições dos Países Membros da OTCA nos temas de hidrologia e gestão de recursos hídricos, através da realização de intercâmbios para troca de informações temáticas relevantes, tais como a qualidade da água e a identificação de eventos extremos nas principais bacias hidrográficas dos rios transfronteiriços, para desenvolver e melhorar os sistemas de prevenção e alerta. Foi realizada também a capacitação de 380 profissionais em técnicas diversas relacionadas com o tema da gestão dos recursos hídricos.

Como iniciativa piloto estão ainda sendo instaladas 06 Plataformas de Coleta de Dados (PCD) na Bolívia, Colômbia e Peru, com duas equipes para o monitoramento hidrometeorológico em cada país. Estes seis pontos fazem parte de uma "Rede Básica de Monitoramento Hidrometeorológico", que já possui 73 pontos na Bacia Amazônica. Por meio da maior integração e compartilhamento das informações, está sendo possível apontar caminhos para a cooperação regional, contribuindo para a formação de opinião, a divulgação da relevância do intercâmbio para fortalecimento da gestão compartilhada e integrada, numa região de importância global por possuir a bacia do maior rio do mundo em vazão: o rio Amazonas.

O projeto é desenvolvido por meio de uma parceria entre a Agência Brasileira de Cooperação (ABC) e a Agência Nacional de Águas (ANA) do Brasil, e executado pela OTCA, em conjunto com as Agências Nacionais de Água dos Países Membros.

10.3.2 Acordo para a Conservação da Flora e da Fauna dos Territórios Amazônica da República Federativa do Brasil e da República da Colômbia

Ratificado pelo Brasil em 1973 e promulgado em 1976 através do Decreto nº 78.017, o Acordo tem como objetivo promover a pesquisa científica e o intercâmbio de informações e de pessoal técnico entre as entidades competentes dos dois países, a fim de ampliar os conhecimentos sobre os recursos da flora e da fauna de seus territórios amazônicos; promover pesquisas, conjuntas ou não, com a finalidade de colher dados básicos para o manejo adequado dos recursos naturais renováveis daqueles territórios, inclusive mediante o estabelecimento de reservas biológicas representativas dos diferentes ecossistemas e unidades biogeográficas.

10.3.3 Acordo para a Conservação da Flora e da Fauna dos Territórios Amazônicos - Brasil/Peru

O Acordo foi ratificado pelo Brasil em maio de 1976 e promulgado em outubro do mesmo ano através do Decreto nº 78.802.

Tem como objetivo promover a mais estrita colaboração entre ambos os países na observância de políticas racionais de conservação da flora e da fauna dos seus respectivos territórios amazônicos, para o aproveitamento racional do seu potencial econômico;

intercâmbio regular, entre o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal - IBDF e a *Dirección General Forestal y de Fauna* do Ministério da Agricultura da República do Peru, de informações sobre as diretrizes, os programas e os textos legais relativos à conservação e ao desenvolvimento da vida animal e vegetal dos respectivos territórios amazônicos; colher os dados básicos para o manejo adequado dos recursos naturais renováveis daqueles territórios, inclusive mediante o estabelecimento de reservas representativas dos diferentes ecossistemas e unidades biogeográficas.

10.3.4 Acordo de Cooperação Amazônica entre o Governo da República Federativa do Brasil e o Governo da República da Colômbia

Ratificado pelo Brasil em julho de 1982 e promulgado em maio de 1986, através do Decreto nº 92.661, o acordo objetiva empreender uma cooperação dinâmica para a realização de ações conjuntas e para o intercâmbio de suas experiências nacionais em matéria de desenvolvimento regional e de pesquisa científica e tecnológica adaptada à Região Amazônica, com vistas a lograr o desenvolvimento harmônico de seus respectivos territórios amazônicos, em benefício de seus nacionais e preservando adequadamente a ecologia da zona.





10.3.5 Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável

Em setembro de 2015, representantes dos 193 Estados-membros da ONU se reuniram em Nova York e reconheceram que a erradicação da pobreza em todas as suas formas e dimensões, incluindo a pobreza extrema, é o maior desafio global e um requisito indispensável para o desenvolvimento sustentável.

O plano indica 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, os ODS, e 169 metas, para erradicar a pobreza e promover vida digna para todos, dentro dos limites do planeta.

O Objetivo 6 trata de água potável e saneamento com vistas a assegurar a disponibilidade e a gestão sustentável da água e saneamento para todos.

O Objetivo 6 tem como metas, entre outras:

-  6.4: Até 2030, aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores e assegurar retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para enfrentar a escassez de água, e reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez de água;
-  6.5: Até 2030, implementar a gestão integrada dos recursos hídricos em todos os níveis, inclusive via cooperação transfronteiriça, conforme apropriado;
-  6.6: Até 2020, proteger e restaurar ecossistemas relacionados com a água, incluindo montanhas, florestas, zonas úmidas, rios, aquíferos e lagos;
-  6.b: Apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais, para melhorar a gestão da água e do saneamento.

10.3.6 Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento - ECO 92

A Organização das Nações Unidas - ONU realizou no Rio de Janeiro em 1992, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD).

Os 179 países participantes da Rio 92 acordaram e assinaram a Agenda 21 Global, um programa de ação baseado num documento de 40 capítulos, que constitui a mais abrangente tentativa já realizada de promover, em escala planetária, um novo padrão de

desenvolvimento, denominado “desenvolvimento sustentável”. O termo “Agenda 21” foi usado no sentido de intenções, desejo de mudança para esse novo modelo de desenvolvimento para o século XXI.

A Agenda 21 pode ser definida como um instrumento de planejamento para a construção de sociedades sustentáveis, em diferentes bases geográficas, que concilia métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica.

O Capítulo 18 da Agenda 21 trata da proteção da qualidade e do abastecimento dos recursos hídricos através da aplicação de critérios integrados no desenvolvimento, manejo e uso dos recursos hídricos, visando, entre outros:

- ✚ Desenvolvimento e manejo integrado dos recursos hídricos.
- ✚ Avaliação dos recursos hídricos.
- ✚ Proteção dos recursos hídricos, da qualidade da água e dos ecossistemas aquáticos.
- ✚ Água para produção sustentável de alimentos e desenvolvimento rural sustentável.

10.4 A POLÍTICA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS

No Estado do Amazonas, além de ações pontuais principalmente na cidade de Manaus, a gestão de recursos hídricos passou a ser construída a partir da promulgação da Constituição do Estado em 5 de outubro de 1989.

Nela diversos artigos tratam sobre recursos hídricos tais como registrar, acompanhar e fiscalizar as concessões de direitos de pesquisa e exploração de recursos hídricos; os recursos hídricos em relação ao zoneamento-econômico-ecológico; os recursos hídricos nos núcleos especiais, aglomerações, micro e macrorregiões urbanas; as áreas de preservação ambiental como as nascentes dos rios, as faixas de proteções das águas superficiais, sendo consideradas zonas de preservação ambiental as extensões de terras ou águas destinadas às instalações de parque, reservas biológicas, distritos florestais, estações ecológicas e experimentais.

Em 2001 foi promulgada a Lei nº 2.712 que tratava sobre a Política Estadual de Recursos Estadual de Recursos Hídricos e estabelecia o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Na lei, os instrumentos de gestão são os mesmos contidos na Política Nacional de Recursos Hídricos, acrescidos do Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Amazonas e o Plano Ambiental do Estado do Amazonas.

Em 27 de agosto de 2007 foi promulgada a Lei nº 3.167 que reformula as normas disciplinadoras da Política Estadual de Recursos Hídricos e do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos. A Lei nº 3.167/2007 foi regulamentada pelo Decreto nº 28.678, de 16 de junho de 2009.

10.4.1 Estrutura Institucional do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos

A Lei nº 3.167/2007 estabelece a estrutura institucional do Sistema Estadual composta pelo Conselho de Recursos Hídricos, pelos Comitês de Bacia Hidrográfica; pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente, na qualidade de órgão gestor e coordenador; pelo Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas, na condição de órgão executor; - IPAAM e pelas

Agências de Água ou, enquanto estas não forem constituídas, as organizações civis de recursos hídricos legalmente constituídas.

10.4.1.1 Conselho Estadual de Recursos Hídricos

A composição do Conselho Estadual de Recursos Hídricos/CERH-AM é estabelecida em ato do Chefe do Poder Executivo, obedecendo ao princípio da paridade entre representantes do setor público e do setor privado.

Compete ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos:

- ✚ Promover a articulação do planejamento de recursos hídricos com os planejamentos nacional, regional, estaduais, municipais e dos setores usuários;
- ✚ Decidir sobre eventuais divergências no uso múltiplo das águas no âmbito dos Comitês de Bacia Hidrográfica e, no caso da inexistência destes, diretamente entre os usuários;
- ✚ Aprovar o rateio de custos de obras de uso múltiplo, a partir dos estudos do Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas - IPAAM;
- ✚ Aprovar a proposta do Plano Estadual de Recursos Hídricos e fazer publicar suas modificações e atualizações, bem como as que possam ser incluídas nos instrumentos operacionais do planejamento governamental;
- ✚ Homologar o uso da água, considerado inexpressivo e não-conflitante com os interesses maiores do gerenciamento dos recursos hídricos da bacia, para efeito de isenção de outorga do direito de uso, conforme regulamentação;
- ✚ Estimular a formação e consolidação de Comitês de Bacia Hidrográfica;
- ✚ Deliberar sobre as questões que lhe tenham sido encaminhadas pelos Comitês de Bacia Hidrográfica;
- ✚ Analisar propostas de alteração da legislação e normas pertinente aos recursos hídricos e à Política Estadual de Recursos Hídricos;
- ✚ Estabelecer diretrizes complementares para implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos, aplicação de seus instrumentos e atuação do Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos;
- ✚ Estabelecer critérios gerais para a outorga de direitos de uso de recursos hídricos e para a cobrança por seu uso e homologar os feitos encaminhados pelos Comitês de Bacia Hidrográfica;
- ✚ Apreciar as minutas de decreto de regulamentação dos critérios e normas relativas aos procedimentos de licenciamento, autorização, permissão de direito de uso e aproveitamento econômico das águas públicas, superficiais e subterrâneas, nos termos do previsto na lei;
- ✚ Arbitrar, em última instância, os conflitos advindos do uso da água.

Através do Decreto nº 25.037, de 1 de junho de 2005, o Governador do Estado estabeleceu a seguinte composição do Conselho de Recursos Hídricos:

- I. Instituições representativas do Governo Federal:
 - a) Ministério do Meio Ambiente;
 - b) Ministério das Cidades;
 - c) Ministério da Defesa;
 - d) Fundação Nacional do Índio;
 - e) Fundação Nacional de Saúde - Coordenação Regional do Amazonas.
- II. Instituições representativas do Governo do Estado do Amazonas:
 - a) Secretaria de Estado de Planejamento e Desenvolvimento Econômico;
 - b) Secretaria de Estado de Educação e Qualidade do Ensino;
 - c) Secretaria de Estado de Saúde;
 - d) Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia;
 - e) Secretaria de Estado de Terras e Habitação;
 - f) Secretaria de Estado de Infraestrutura;
 - g) Secretaria de Estado de Produção Agropecuária, Pesca e Desenvolvimento Rural Integrado;
 - h) Secretaria de Estado de Segurança Pública;
 - i) Instituto de Proteção Ambiental do Estado do Amazonas;
 - j) Fundação Estadual de Política Indigenista do Amazonas;
 - k) Instituto de Desenvolvimento Agropecuário do Estado do Amazonas;
 - l) Agência Reguladora dos Serviços Públicos Concedidos do Estado do Amazonas;
 - m) Empresa Estadual de Turismo;
- III. Municípios:
 - a) Prefeitura Municipal de Manaus;
 - b) Associação Amazonense de Municípios.
- IV. Instituições representativas dos usuários:
 - a) Associação dos Piscicultores do Estado do Amazonas;
 - b) Federação dos Pescadores do Estado do Amazonas;
 - c) Federação de Agricultura e Pecuária do Estado do Amazonas;
 - d) Federação das Indústrias do Estado do Amazonas;
 - e) Sindicato das Empresas de Navegação Fluvial do Estado do Amazonas;
 - f) Centrais Elétricas do Norte S/A;

- g) Águas do Amazonas;
- h) Companhia de Saneamento do Amazonas;
- i) Petróleo Brasileiro S/A - Petrobrás.
- V. Instituições de Ensino e Pesquisa:
 - a) Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia.
- VI. Sociedade Civil:
 - a) Coordenação das Organizações Indígenas da Amazônia Brasileira;
 - b) Federação dos Trabalhadores na Agricultura;
 - c) Grupo de Trabalho Amazônico;
 - d) Associação Brasileira de Agências de Viagens - Regional Amazonas.
- VII. Outros Órgãos colegiados:
 - a) Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Amazonas;
 - b) Conselho Regional de Química do Amazonas.
- VIII. Comitês de Bacia.
- IX. Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais - Superintendência Regional de Manaus.
- X. Instituições Públicas de Ensino Superior e Pesquisa, localizadas no Estado:
 - a) Universidade do Estado do Amazonas;
 - b) Universidade Federal do Amazonas.
- XI. Instituições Privadas de Ensino Superior e Pesquisa, localizadas no Estado:
 - a) Centro Universitário Nilton Lins;
 - b) Centro Universitário Luterano de Manaus.

O CERH-AM possui 42 membros, sendo 18 representantes da administração direta federal e estadual, 2 representantes dos municípios, 9 dos usuários da água, 5 de instituições de ensino e pesquisa, 4 representantes da sociedade civil, 2 órgãos colegiados, a Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais e um representante dos Comitês de Bacia. A Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia foi posteriormente incorporada pela Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Econômico.

A Resolução CERH-AM nº 03, de 21 de julho de 2016, que dispõe sobre a divisão do Estado do Amazonas em nove regiões hidrográficas para fins de gerenciamento de recursos hídricos estabelece, no seu Art. 5º, que “Deverão ser instituídas representações de cada uma das Regiões Hidrográficas para compor o Conselho Estadual de Recursos Hídricos e a Câmara Técnica específica, observando o que preconiza o Regimento Interno do referido Conselho”. Assim, o CERH-AM passa a ser composto por 51 membros.

A presidência do CERHAM é exercida pelo Secretário de Estado do Meio Ambiente e a Secretaria Executiva pelo Secretário Executivo Adjunto de Recursos Hídricos da Secretaria Estadual de Meio Ambiente/SEMA.

10.4.1.2 Secretaria Estadual de Meio Ambiente

A Secretaria Estadual de Meio Ambiente/SEMA, que substituiu a Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - SDS, é o órgão gestor a quem cabe, entre outros, encaminhar à deliberação do Conselho Estadual de Recursos Hídricos a proposta do Plano Estadual de Recursos Hídricos e suas modificações.

Também compete à SEMA:

I – a expedição, com exclusividade, de Instruções Normativas voltadas à fiel execução desta lei e de seu Regulamento;

II – representar e defender os interesses do Estado do Amazonas no Conselho Nacional de Recursos Hídricos;

III – representar e operacionalizar o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos no âmbito de suas relações frente aos órgãos, entidades e instituições públicas ou privadas, nacionais e internacionais;

IV – encaminhar à deliberação do Conselho Estadual de Recursos Hídricos a proposta do Plano Estadual de Recursos Hídricos e suas modificações, tendo os Planos de Bacia Hidrográfica como base;

V – acompanhar e avaliar o desempenho do Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos;

VI – gerir o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos e manter cadastro de uso e usuário das águas, considerando os aspectos de derivação, consumo e diluição do efluente, com a cooperação dos Comitês de Bacia Hidrográfica;

VII – exercer outras ações, atividades e funções estabelecidas em lei, regulamento ou decisão do Conselho Estadual de Recursos Hídricos, compatíveis com a gestão de recursos hídricos;

VIII – divulgar e estabelecer às entidades de governo, usuários e sociedade civil os direitos sobre o uso da água, preconizados na Constituição Federal e Estadual e legislação aplicável;

IX – proceder estudos técnicos necessários e preparar as propostas orçamentárias de custeio e financiamento das atividades do Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos, para inclusão nos Projetos de Lei do Plano Plurianual, das Diretrizes Orçamentárias e do Orçamento Anual do Estado e, quando viável ou cabível, da União;

X – promover o desenvolvimento de estudos de engenharia e de economia de recursos hídricos do Estado;

XI – elaborar relatório anual sobre a situação dos recursos hídricos no Estado;

XII – analisar propostas e celebrar convênios, acordos, ajustes, contratos, parcerias e consórcios com órgãos e entidades públicas e privadas, nacionais e internacionais, para o desenvolvimento do setor de recursos hídricos, que envolvam contrapartidas e compromissos financeiros do Estado, diretamente ou mediante aval;

XIII – prestar orientação técnica aos Municípios;

XIV – fazer-se representar nos Comitês de Bacia Hidrográfica de rios federais, objetivando compatibilizar os interesses das bacias ou rios tributários do domínio estadual, com os das bacias hidrográficas de que se trate;

XV – estabelecer cooperação técnica com organismos, para obtenção de dados de estações hidrometeorológicas por eles mantidas ou operadas;

XVI – coordenar o processo de elaboração e revisão periódica do Plano Estadual de Recursos Hídricos, incorporando e compatibilizando as propostas técnicas apresentadas pelos Comitês de Bacia Hidrográfica para posterior apreciação pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos;

XVII – estabelecer cooperação técnica com organismos nacionais e internacionais visando o desenvolvimento dos recursos hídricos;

XVIII – estabelecer critérios e promover o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo;

XIX – promover a capacitação de recursos humanos para o planejamento e gerenciamento de recursos hídricos da bacia hidrográfica.”

10.4.1.3 Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas

O Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas/IPAAM - é o órgão executor da Política Estadual de Recursos Hídricos que tem como atribuições, entre outras, emitir outorgas do direito do uso da água e executar estudos e ações recomendadas pelos planos de bacia hidrográfica e pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos.

Conforme a Lei nº 3.167/2007, ao IPAAM compete:

I – outorgar e suspender o direito do uso de água, mediante procedimentos próprios e vigência vinculada à publicação do ato no Diário Oficial do Estado;

II – estabelecer, com base em proposição dos Comitês de Bacia Hidrográfica, as derivações, captações e lançamentos considerados insignificantes, referidos no inciso II do artigo 17 desta lei;

III – aplicar penalidades por infrações previstas nesta lei, em seu regulamento e nas normas deles decorrentes, inclusive as originárias de representação formal, subscritas por unidades executivas descentralizadas;

IV – exercer o poder de polícia administrativa no tocante às águas sob sua responsabilidade;

V – validar licenças ambientais para captação de água potável obtida de poços tubulares, expedidas anteriormente à vigência desta lei, sujeito o licenciado às normas e condições necessárias à continuidade do uso da água;

VI – promover estudos visando a elaboração de inventários de necessidade de água, características do meio hidrográfico do Estado, evolução da qualidade da água e pesquisa de inovações tecnológicas;

VII – implantar, operar e manter estações medidoras de dados hidrometeorológicos, em acordo com critérios definidos nos Planos de Bacia Hidrográfica ou no Plano Estadual de Recursos Hídricos;

VIII – controlar, proteger e recuperar os recursos hídricos nas bacias hidrográficas do Estado;

IX – fazer cumprir as disposições legais relativas à utilização, ao desenvolvimento e à conservação dos recursos hídricos do Estado;

X – exercer o controle do uso da água, bem como proceder à correção de atividades degradantes dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos do Estado;

XI – empreender diretamente estudos recomendados pelos Planos Estaduais Hídricos, ou confiá-los a organismos especializados;

XII – desenvolver estudos envolvendo o uso e a preservação da água, considerando os aspectos físico, socioeconômico, ambiental e jurídico, para aprimorar o conhecimento do setor no âmbito do Estado;

XIII – implantar e operacionalizar o sistema de cobrança pelo uso da água;

XIV – acompanhar e cadastrar a execução de obras previstas nos planos de usos múltiplos de águas, levadas a efeito no território estadual;

XV – promover o embargo às intervenções levadas a efeito nas bacias hidrográficas, julgadas incompatíveis com a Política Estadual de Recursos Hídricos ou com o uso racional da água;

XVI – assessorar os Comitês de Bacia Hidrográfica, na busca de soluções para seus problemas específicos;

XVII – manter balanço atualizado da disponibilidade de recursos hídricos no Estado;

XVIII – analisar e emitir parecer sobre os projetos e obras a serem financiadas com recursos gerados pela cobrança do uso de recursos hídricos, dentro do limite previsto para este fim, disponível na subconta correspondente, e encaminhá-los à instituição financeira responsável pela administração desses recursos;

XIX – promover o cadastramento, a avaliação e a classificação dos usos insignificantes, de acordo com os parâmetros estabelecidos em Regulamento;

XX – autorizar, previamente, a captação de água para fins de distribuição por caminhões ou carros-pipa, com natureza comercial ou não, com exigência de encaminhamento trimestral, pelos responsáveis, dos resultados de análises físico-química e biológica, sem prejuízo de outros tipos de análise tidas por necessárias, no resguardo do interesse público.”

O Quadro 10.2 mostra uma breve análise comparativa de algumas das competências da SEMA e do IPAAM.

Quadro 10.2: Análise comparativa SEMA x IPAAM

SEMA	IPAAM	Comentários
Gerir o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos e manter o cadastro de usuários das águas considerando os aspectos de derivação, consumo e diluição de efluentes, com a participação dos Comitês de Bacia	Manter balanço atualizado da disponibilidade de recursos hídricos no Estado; - promover o cadastramento, a avaliação e a classificação dos usos insignificantes de acordo com os parâmetros estabelecidos em regulamento; - exercer o controle do uso da água, bem como proceder à correção de atividades degradantes dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos do Estado.	Todo o serviço a ser executado e que mantém o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos é feito pelo IPAAM, mas a gestão é da SEMA.
Proceder a estudos técnicos necessários e preparar as propostas orçamentárias de custeio e financiamento das atividades do Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos, para inclusão nos Projetos de Lei do Plano Plurianual, das Diretrizes Orçamentárias e do Orçamento Anual do Estado e, quando viável ou cabível, da União;	- analisar e emitir parecer sobre os projetos e obras a serem financiadas com recursos gerados pela cobrança do uso de recursos hídricos, dentro do limite previsto para este fim, disponível na subconta correspondente, e encaminhá-los à instituição financeira responsável pela administração desses recursos; - promover estudos visando a elaboração de inventários de necessidade de água, características do meio hidrográfico do Estado, evolução da qualidade da água e pesquisa de inovações tecnológicas.	A análise sobre os projetos e obras será feita pelo IPAAM, mas a SEMA inclui nos Projetos de Lei do Plano Plurianual, das Diretrizes Orçamentárias e do Orçamento Anual do Estado
Promover o desenvolvimento de estudos de engenharia e de economia de recursos hídricos do Estado	- empreender diretamente estudos recomendados pelos planos ou confiá-los a organismos especializados; - realizar estudos envolvendo o uso e a preservação da água, considerando os aspectos físicos, socioeconômicos, ambientais e jurídicos, para aprimorar o conhecimento do setor no âmbito do Estado.	A SEMA promove o desenvolvimento de estudos, mas o IPAAM é quem os executa.

SEMA	IPAAM	Comentários
Analisar propostas e celebrar convênios, acordos, ajustes, contratos, parcerias e consórcios com órgãos e entidades públicas e privadas, nacionais e internacionais, para o desenvolvimento do setor de recursos hídricos que envolvam contrapartidas e compromissos financeiros do Estado, diretamente ou mediante aval.	<ul style="list-style-type: none"> - empreender diretamente estudos recomendados pelos Planos Estaduais ou confiá-los a organismos especializados; - desenvolver estudos promovendo o uso e a preservação da água considerando os aspectos físico, sócio-econômico, ambiental e jurídico para aprimorar o conhecimento do setor no âmbito do Estado; - acompanhar e cadastrar a execução de obras previstas nos planos de usos múltiplos de águas, levadas a efeito no território estadual. 	O IPAAM é uma autarquia. No entanto não há previsão para que o mesmo celebre convênios, acordos, ajustes, contratos, parcerias e consórcios no setor de recursos hídricos, ferindo assim, a sua autonomia administrativa

10.4.1.4 Comitês de Bacias Hidrográficas

Os Comitês de Bacias Hidrográficas são colegiados consultivos e de deliberação circunscrita à área de abrangência da bacia hidrográfica.

A composição dos Comitês é definida no Art. 67:

I – Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SEMA;

II – Instituto de Proteção Ambiental do Estado do Amazonas – IPAAM;

III – Municípios situados no âmbito de influência da bacia hidrográfica correspondente, beneficiados ou interessados diretos na gestão dos recursos hídricos locais;

IV – usuários das águas, representados por entidades associativas comunitárias, cooperativas ou empresariais;

V – organizações civis de recursos hídricos, entidades ambientalistas e organizações não governamentais legalmente constituídas, sediadas ou com atuação na bacia hidrográfica.

Na definição da composição dos Comitês deverão ser atendidos os seguintes critérios:

I – a composição do Comitê garantirá a mais ampla representatividade dos interessados nos recursos hídricos da bacia;

II – o número de representantes do Poder Executivo Estadual não poderá exceder à metade do total dos membros;

III – os Comitês serão dirigidos por um Presidente, com o auxílio de um Secretário, eleitos por maioria simples dentre seus membros;

IV – poderão participar e intervir, sem direito a voto, nas reuniões dos Comitês, representantes credenciados de órgãos públicos federais de cujas atividades resultem interesses na respectiva bacia.

Atualmente estão criados o Comitê da Bacia do rio Tarumã-Açu e o Comitê da Bacia do rio Puraquequara.

O Art. 57 da Lei nº 3.167/2007 estabelece que também integram o Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (Inciso V) “as Agências de Água, ou, enquanto estas não forem constituídas, as organizações civis de recursos hídricos legalmente constituídas”, texto que se repete no Inciso V do Art. 58. Em nenhum momento o texto da lei define as funções e competências das agências, bem como as suas respectivas áreas de abrangência territorial.

10.4.2 Instrumentos de Gestão do Sistema Estadual de Recursos Hídricos

No que se refere aos instrumentos de gestão, a Lei Estadual de 2007 estabeleceu que são o Plano Estadual de Recursos Hídricos; os Planos de Bacia Hidrográfica; enquadramento dos corpos de água em classes segundo os usos preponderantes; outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; cobrança pelo uso de recursos hídricos; Fundo Estadual de Recursos Hídricos; Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos; Zoneamento Ecológico Econômico e o Plano Ambiental do Estado do Amazonas.

Conforme o Art. 5º, o Plano Estadual de Recursos Hídricos é um “plano diretor de longo prazo, com metas de curto, médio e longo prazos, que visa a fundamentar e orientar a implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos e o gerenciamento dos recursos hídricos”, tendo por base “os Planos das Bacias Hidrográficas encaminhados pelos Comitês de Bacia Hidrográfica”, e adotando as normas relativas à proteção do meio ambiente, à política de desenvolvimento do Estado e à Política Nacional de Recursos Hídricos, considerando a variável ambiental, incorporando-se ao planejamento de uso de cada bacia hidrográfica Estudos Prévios de Impacto Ambiental e respectivos Relatórios de Impacto Ambiental.

Embora o Art. 4º não cite expressamente “Planos de Recursos Hídricos” como instrumentos da política, o Art. 12 estabelece que “os Planos de Recursos Hídricos, elaborados por bacia ou conjunto de bacias hidrográficas do Estado, constituir-se-ão, formalmente, em planos que visem a fundamentar e orientar a implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos e os seus respectivos gerenciamentos”.

O Decreto nº 28.678 de 16 de junho de 2009 regulamenta a Lei nº 3.167/2007 detalhando, principalmente, os artigos que tratam da outorga do uso da água (superficial e subterrânea), a cobrança pelo uso, infrações e penalidades e o Fundo Estadual de Recursos Hídricos.

O Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos, integrado ao Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos, é uma base de dados informatizada, formada pela coleta, tratamento, armazenamento, recuperação e disseminação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão. Tem como princípios básicos a descentralização da obtenção e produção de dados e informações; a coordenação unificada do sistema e o acesso aos dados e informações básicas garantido a toda sociedade.

A cobrança pelo uso da água, prevista na Lei nº 3.167/2007 (Seção V do Capítulo IV - Da Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos - artigos 24 a 31), foi regulamentada no Capítulo XI do Decreto nº 28.678/2009 (artigos 71 a 81).

Segundo o Art. 64 da Lei nº 3.167/2007, é da competência os Comitês “VI – estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados;”. No entanto, no corpo da Lei e no Anexo Único desta Lei são estabelecidos os mecanismos e os valores a serem cobrados pelo uso da água. Da mesma forma, no decreto que a regulamentou.

O Fundo Estadual de Recursos Hídricos (Art. 32 da Lei nº 3.167/2007 e no decreto que a regulamentou - Art. 110), tem seus recursos utilizados para o suporte financeiro da Política Estadual de Recursos Hídricos e das ações dos componentes do Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos. As possíveis fontes de recursos a serem alocadas no Fundo são citadas no art. 34.

Entre os “considerandos” da Lei nº 3.167/2007 é estabelecido que:

“a bacia hidrográfica é a unidade territorial de planejamento para implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos”.

Através da Resolução CERH-AM nº 03, de 21-07-2016, foi definida a divisão do Estado do Amazonas em 9 (nove) Regiões Hidrográficas (RH's), para fins de gerenciamento e execução da Política Estadual de Recursos Hídricos, bem como, orientar, fundamentar e implementar o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Amazonas. As regiões hidrográficas individualizadas são:

1. Região Hidrográfica de Manaus;
2. Região Hidrográfica do Rio Negro;
3. Região Hidrográfica do Madeira;
4. Região Hidrográfica do Juruá;
5. Região Hidrográfica do Purus;
6. Região Hidrográfica do Alto Solimões;
7. Região Hidrográfica do Médio Solimões/Japurá;
8. Região Hidrográfica do Careiro-Autazes;
9. Região Hidrográfica do Baixo Amazonas.

As regiões hidrográficas são consideradas como “o espaço territorial amazonense compreendido por uma bacia, grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas com características naturais, sociais e econômicas homogêneas ou similares, com vistas a orientar o planejamento e gerenciamento de recursos hídricos”.

O Art. 2º da resolução estabelece que *“As áreas de atuação dos comitês de bacias hidrográficas estaduais deverão coincidir com a respectiva região hidrográfica, inclusive no caso de comitês já constituídos”*. O Art. 65 da Lei nº 3.167/2007, estabelece que os:

“Comitês de Bacia Hidrográfica terão como área de atuação:

I – a totalidade de uma bacia hidrográfica;

II – sub-bacia hidrográfica de tributário do curso de água principal da bacia, ou de tributário desse tributário; ou

III – grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas.”

A divisão definida na Resolução coincide com os limites físicos dos municípios do Estado, não considerando os limites geográficos das bacias e sub-bacias que o integram. Como consequência tem-se limites de regiões hidrográficas seccionando cursos de água, descaracterizando a forma clássica de planejamento de recursos hídricos que tem como unidade básica de gestão a bacia hidrográfica. Tal peculiaridade não permite avaliações de disponibilidades hídricas para cada uma das regiões hidrográficas delimitadas.

Chama a atenção que um dos “considerandos” da resolução que criou as regiões hidrográficas define “a necessidade de se estabelecer uma base organizacional que contemple bacias hidrográficas como unidade do gerenciamento de recursos hídricos para a implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos e do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos.” (grifo nosso).

O parágrafo segundo do Art. 1º estabelece que “A abrangência e os limites das RHs serão estabelecidos no Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH/AM, considerando o mapa constante do Anexo I desta Resolução.” Ou seja, o mesmo parágrafo remete ao PERH-AM a definição dos limites e estabelece que deverá ser considerado o mapa já existente. Não resta claro qual o grau de liberdade que terá o PERH-AM para estabelecer abrangências e limites das regiões hidrográficas.

O Art. 2º estabelece que “As áreas de atuação dos comitês de bacias hidrográficas estaduais deverão coincidir com a respectiva região hidrográfica, inclusive no caso de comitês já constituídos.” De acordo com o estabelecido neste artigo, se as áreas de atuação dos comitês deverão coincidir com as áreas das regiões hidrográficas, os mesmos deixam de ser comitês de bacia, passando a se constituir em comitês de região hidrográfica.

Também se constituem em Instrumentos de Gestão do Sistema Estadual de Recursos Hídricos o Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Amazonas e o Plano Ambiental, utilizados como apoio à elaboração, revisão e alteração dos Planos de Bacia Hidrográfica e do Plano Estadual de Recursos Hídricos.

10.5 SITUAÇÃO ATUAL DA ESTRUTURA INSTITUCIONAL E DOS INSTRUMENTOS DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO

Conforme citado, a estrutura institucional do Sistema definida na Lei nº 3.167/2007 é composta pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH-AM, pela Secretaria do Meio Ambiente - SEMA, pelo Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas - IPAAM, pelos Comitês de Bacia e pelas Agências de Água.

Como instrumentos de gestão, a lei estabelece o Plano Estadual de Recursos Hídricos; os Planos de Bacia Hidrográfica; o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água; a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; a cobrança pelo uso de recursos hídricos; o Fundo Estadual de Recursos Hídricos; o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos; o Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Amazonas e o Plano Ambiental do Estado do Amazonas.

10.5.1 Situação Atual da Estrutura Institucional

A seguir é feita uma síntese da situação atual as estruturas que integram o Sistema Estadual de Recursos Hídricos.

10.5.1.1 Conselho de Recursos Hídricos

O Art. 45 da Deliberação Normativa CERH - AM nº 001/2012, que aprova a reforma do Regimento Interno do Conselho Estadual de Recursos Hídricos, estabelece, no seu artigo 45, que a plenária do Conselho será composta pelos representantes institucionais dos seguintes segmentos, com o respectivo número de assentos, completando 44 integrantes:

- I. Poder Público - 14 assentos
- II. Usuários - 4 assentos
- III. Ensino e Pesquisa - 5 assentos
- IV. Sociedade de Classe - 3 assentos
- V. Sociedade Civil Organizada - 14 assentos
- VI. Convidados Fixos - 4 assentos

O mandato dos integrantes é de 2 anos, permitida a recondução.

Segundo o regimento interno, o CERH deverá se reunir, ordinariamente, uma vez a cada bimestre e, extraordinariamente, sempre que convocado pelo Presidente ou por um terço dos seus membros. No decorrer do ano de 2017, o CERH manteve 2 reuniões ordinárias e uma reunião extraordinária.

Dentre outras atividades, o CERH emitiu resoluções definindo seu regimento interno (Resolução 001/2012), disciplinando a outorga do direito do uso da água (Resoluções nº 01/2016 e 02/2016) e a Resolução nº 03/2016 dispendo sobre a divisão do Estado do Amazonas, em nove regiões hidrográficas, para fins de gerenciamento de recursos hídricos.

O suporte para o funcionamento do CERH é dado pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente, cujo Secretário é Presidente do CERH, a quem cabe prover os serviços de Secretaria Executiva.

10.5.1.2 Secretaria Estadual do Meio Ambiente

A Secretaria Estadual do Meio Ambiente - SEMA, teve seu regimento interno aprovado através do Decreto nº 36.219/2015.

No âmbito do Sistema Estadual de Recursos Hídricos, a SEMA é a instituição que possui as funções de órgão gestor do sistema, cabendo-lhe a responsabilidade de “fazer andar” todos os instrumentos e instituições que o integram, seja desenvolvendo as ações diretamente, seja fornecendo o suporte institucional e normativo para que as demais instituições integrantes desempenhem suas atribuições.

O conjunto de atribuições da SEMA e o seu organograma incorporam a visão da indissociabilidade da gestão de recursos hídricos da gestão ambiental.

No entanto, estes dois sistemas são regulamentados por legislação específica que busca, mediante mecanismos, instrumentos e procedimentos próprios, disciplinar de forma interdependente o seu uso e preservação.

A Figura 10.2 apresentada a seguir mostra o organograma da Secretaria de Estado do Meio Ambiente.

As funções de gestão de recursos hídricos são desempenhadas pela “Assessoria de Recursos Hídricos”, integrante do Departamento de Gestão Ambiental Territorial e Recursos Hídricos (DEGAT), que se reporta diretamente à Secretaria Executiva Adjunta de Gestão Ambiental - SEAGA.

A equipe técnica da Assessoria de Recursos Hídricos, em novembro de 2018, era composta por um gerente, dois coordenadores, quatro supervisores e dois assessores. Todos os membros ou são cedidos, ou comissionados ou terceirizados. Não existem funcionários do quadro de carreira da SEMA lotados na Assessoria.

A equipe existente tem sob sua responsabilidade o suporte técnico e operacional ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos, exercendo o papel de secretaria executiva, e aos Comitês Tarumã-Açu e Puraquequara; a coordenação da elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos; a coordenação do Programa de Consolidação do Pacto Nacional pela Gestão das Águas (PROGESTÃO) e do Programa Nacional de Fortalecimento dos Comitês de Bacias Hidrográficas (PROCOMITÊS), em convênio com a Agência Nacional de Águas (ANA) e a operação da Sala de Situação, que tem como finalidade o monitoramento hidrológico e meteorológico e suporte para prevenção de eventos críticos tais como inundações, secas, tempestades e queimadas, em convênio com a Agência Nacional de Águas (ANA).

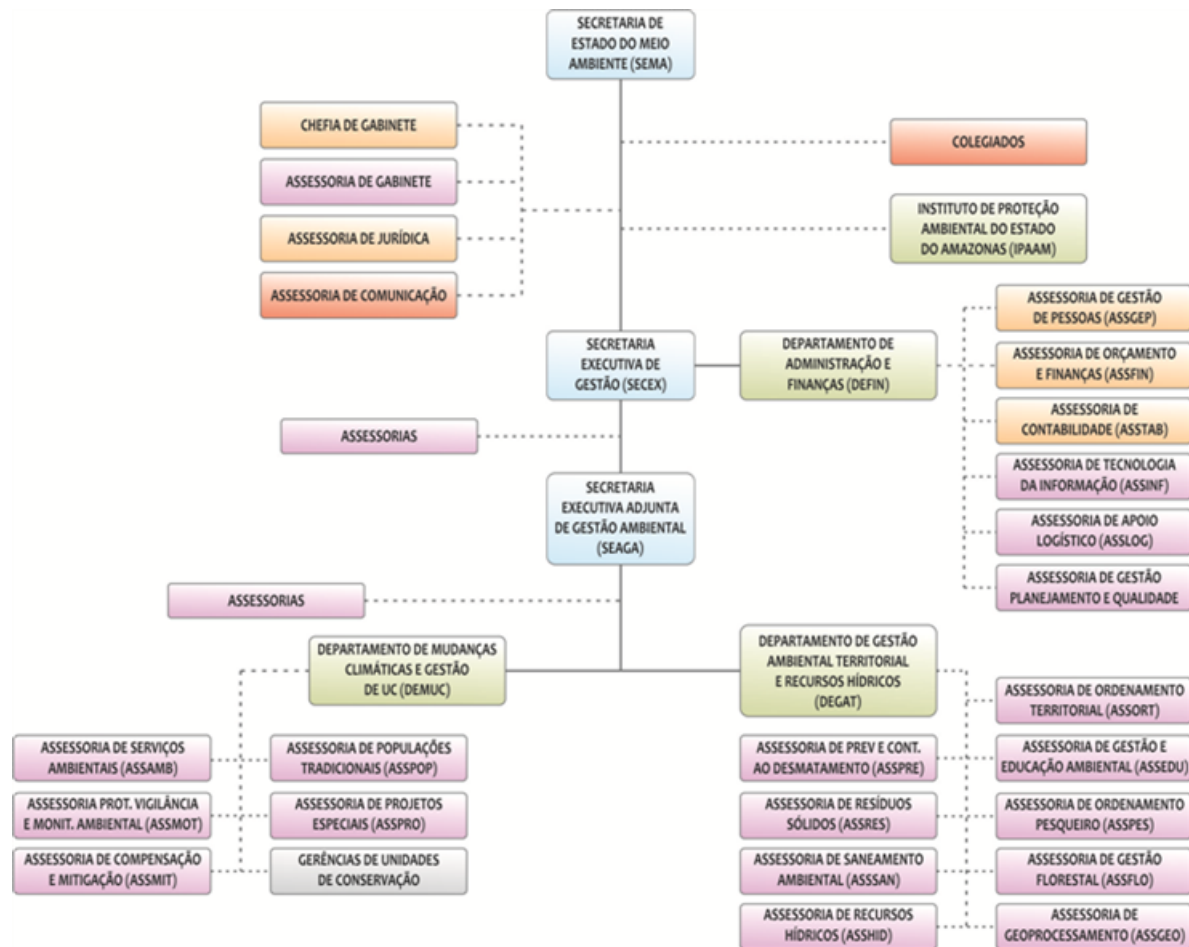


Figura 10.2: Organograma da SEMA

Além destas atividades, a equipe técnica lotada na Assessoria atende a demandas não rotineiras de suporte ao Secretário Executivo Adjunto em atividades e solicitações de entidades externas.

A quantidade de assessorias, a diversidade e os diferentes patamares dos temas tratados no âmbito do DEGAT, associado com a reduzida equipe técnica lotada na Assessoria de Recursos Hídricos, se constituem em entraves para o exercício das atribuições da SEMA dentro do Sistema Estadual de Recursos Hídricos, conforme estabelece a Lei nº 3.167/2007.

A futura implementação do Plano Estadual de Recursos Hídricos e de todo o processo de planejamento associado, requererá uma reestruturação da Assessoria de Recursos Hídricos e adequação da equipe técnica e de equipamentos.

10.5.1.3 Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas

Autarquia Estadual criada pelo Decreto nº 17.033, de 11 de março de 1996, o Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas - IPAAM tem como atribuições, entre outras, estabelecer regulamentos ou normas relativas ao controle das fontes de poluição, das fontes fixas ou móveis das emissões antropogênicas de contaminação ambiental da água, do ar e do solo; realizar o monitoramento da qualidade da água, do ar, do solo e da cobertura vegetal do Estado e estabelecer critérios de exploração e uso adequado dos recursos naturais, instruindo as ações mitigadoras dos impactos ambientais adversas, de tal modo a conciliar o atendimento das necessidades básicas dos seres humanos com a proteção da biodiversidade.

Por força da Lei 3.167/2007, compete ao IPAAM, entre outros, a emissão dos documentos de outorga do direito do uso da água e o monitoramento qualitativo das águas, bem como exercer o poder de polícia administrativa no tocante às águas sob sua responsabilidade.

Com a promulgação da Lei nº 12.334/2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens, passou para o IPAAM o papel de órgão fiscalizador, cabendo-lhe, entre outros:

- I. manter cadastro das barragens sob sua jurisdição, com identificação dos empreendedores, para fins de incorporação ao SNISB - Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens;
- I. exigir do empreendedor o cumprimento das recomendações contidas nos relatórios de inspeção e revisão periódica de segurança;
- II. articular-se com outros órgãos envolvidos com a implantação e a operação de barragens no âmbito da bacia hidrográfica;
- III. exigir do empreendedor o cadastramento e a atualização das informações relativas à barragem no SNISB.

O órgão fiscalizador deverá implantar o cadastro das barragens a que alude o inciso I no prazo máximo de 02 anos, a partir da data de publicação da Lei, o que ocorreu em 21/09/2010.

A Figura 10.3 exposta a seguir apresenta o organograma do IPAAM.

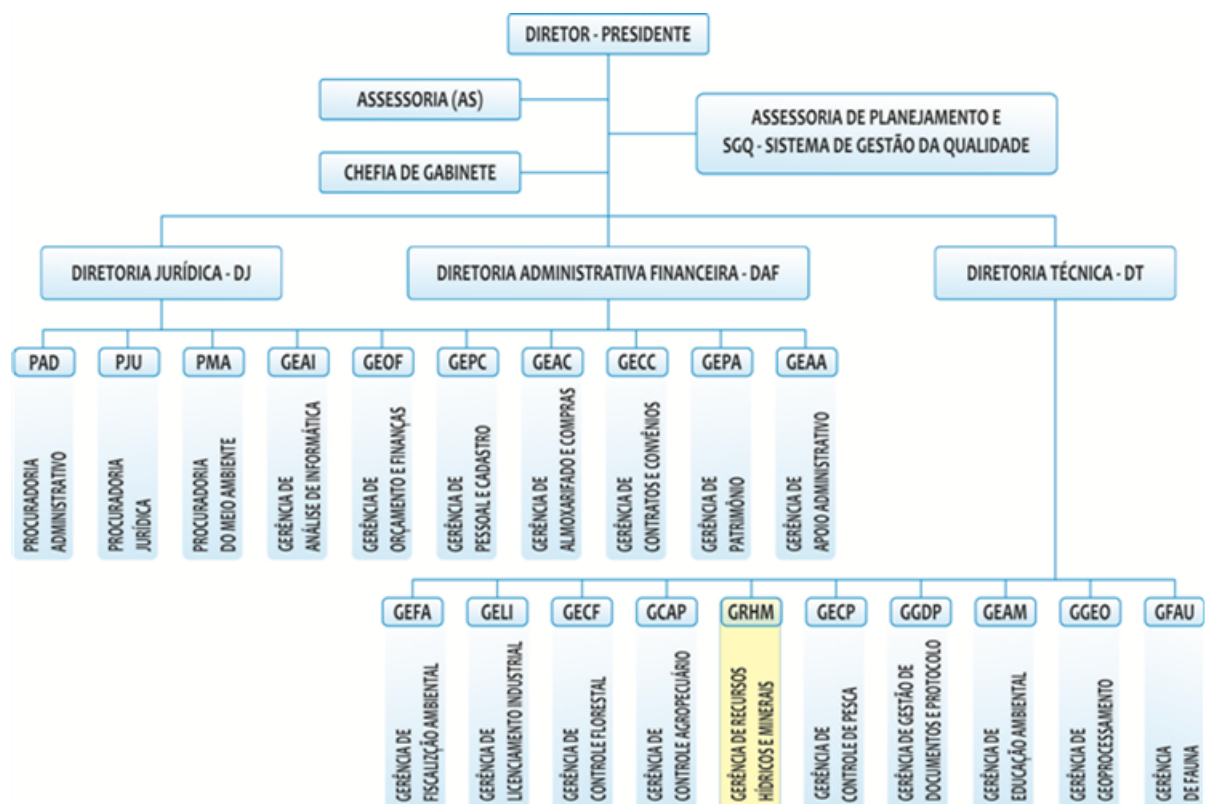


Figura 10.3: Organograma do IPAAM

As funções do IPAAM no âmbito da gestão de recursos hídricos são desempenhadas pela Gerência de Recursos Hídricos e Minerais, vinculada à Diretoria Técnica.

Esta gerência é responsável pela emissão de documentos de outorga do direito do uso da água (superficial e subterrânea) e pela emissão de autorizações para pesquisa e lavra mineral, incluindo águas minerais.

Nesta gerência apenas o Gerente é técnico do quadro de carreira do IPAAM. Todos os demais técnicos são contratados em cargos em comissão ou terceirizados.

10.5.1.4 Comitês de Bacia

Atualmente existem dois comitês de bacia instalados no Estado do Amazonas: o da bacia do rio Tarumã-Açu e o da bacia do rio Puraquequara. São dois rios cujas bacias drenam parte da região metropolitana de Manaus.

Comitê da Bacia do Rio Tarumã-Açu

O Comitê foi criado pelo Decreto nº 29.249/2009. Conforme Solange Batista Damasceno (Reestruturação do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Tarumã-Açu, Manaus, AM - 2018), as atividades do Comitê iniciaram em junho de 2006, após a aprovação pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Amazonas (CERH/AM). Quando da publicação do decreto de criação do Comitê, o mesmo era integrado por 40 instituições, sendo 19 do poder público, 3 do setor de usuários e 18 da sociedade civil. Atualmente (2018) o Comitê é integrado por 35 instituições, sendo 21 do poder público (60%), 5 do setor de usuários (14%) e 9 da sociedade civil (26%).

Cabe destacar que no Anexo Único do Dec. 29.249/2009 (Regimento Interno do Comitê), o número de integrantes foi estabelecido como 17 representantes do setor público, 3 representantes do setor de usuários e 17 representantes da sociedade civil.

O Comitê possui uma Diretoria Executiva formada pelo Presidente, Vice-Presidente, Secretário-Executivo e Vice-Secretário Executivo. Possui quatro Câmaras Técnicas: Câmara Técnica para Acompanhamentos de Projetos; Câmara Técnica de Outorga e Cobrança pelo uso de Recursos Hídricos; Câmara Técnica de Captação e Lançamento de Efluentes; Câmara Técnica de Educação Ambiental.

O Comitê Tarumã-Açu tem como bandeiras a implantação da cobrança pelo uso da água; enquadramento dos corpos hídricos; elaboração do Plano da Bacia; criação da Agência de Água para CBHTA (braço executor da política de gestão da bacia através da delegação de função pelo CBHTA), criação do Sistema de Informações do CBHTA; participação efetiva da comunidade local no desenvolvimento das ações do CBHTA; paridade entre os três setores partícipes do CBH (conforme legislação pertinente) e fortalecimento institucional do Comitê.

Estudos publicados e dissertações de mestrado elaboradas tendo como objeto o Comitê Tarumã-Açu, indicam que os principais fatores que inibem a atuação do Comitê é o reduzido suporte institucional e técnico, o desconhecimento por parte da população do papel e das atribuições de um Comitê, a falta de capacitação técnica dos membros integrantes do Plenário do Comitê e o fator “abundância de água” na região Amazônica.

Comitê da Bacia do Rio Puraquequara

O Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Puraquequara foi criado pelo Decreto nº 37.412 de 25 de novembro de 2016. Segundo o decreto, é composto por representantes do poder público federal, estadual e municipal, representantes dos usuários da água e representantes de entidades civis com atuação comprovada na bacia.

10.5.1.5 Agências de Água

Agência de Água é uma figura institucional integrante do sistema de gestão de recursos hídricos, citada no inciso V do Art. 57 da Lei nº 3.167/2007. A lei não estabelece as suas funções, sua natureza jurídica, vinculação institucional, entre outros. No Decreto nº 28.678 de 16 de junho de 2009 que regulamenta a lei, o termo “**agência**” sequer é citado.

Assim, a eventual criação de agências deve ser precedida de normatização legal.

10.5.2 Situação Atual dos Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos

Os instrumentos de gestão dos recursos hídricos definidos na Lei nº 3.167/2007 são o Plano Estadual de Recursos Hídricos; os Planos de Bacia Hidrográfica; o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água; a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; a cobrança pelo uso de recursos hídricos; o Fundo Estadual de Recursos Hídricos; o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos; o Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Amazonas e o Plano Ambiental do Estado do Amazonas.

A seguir é brevemente descrita a situação do desenvolvimento atual dos instrumentos de gestão.

10.5.2.1 Plano Estadual de Recursos Hídricos

A elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos foi iniciada em abril de 2018, mediante contratação de empresa de consultoria para apoio técnico e operacional à SEMA.

A elaboração do PERH/AM é decorrente de convênio entre o governo do Estado do Amazonas, através da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, com o Ministério do Meio Ambiente e o Fundo Nacional do Meio Ambiente, com interveniência da Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano do Ministério do Meio Ambiente.

10.5.2.2 Planos de Bacias Hidrográficas

Ainda não foram realizados planos de bacias hidrográficas de rios de domínio do Estado do Amazonas.

A Agência Nacional de Águas elaborou, em 2013, o Plano Estratégico de Recursos Hídricos dos Afluentes da Margem Direita do rio Amazonas. A área de interesse para os estudos compreende as porções em território brasileiro das bacias hidrográficas dos Rios Javari, Jutai, Juruá, Purus e Madeira, das bacias hidrográficas dos Rios Tapajós e Xingu, totalmente inseridas no Brasil, além das interbacias situadas entre as confluências dos sete rios antes citados com o Rio Amazonas. A área abrange cinco estados brasileiros, sendo 100% do Acre, 61,8% do Amazonas, 65,7% do Mato Grosso, 47,3% do Pará e 100% Rondônia.

10.5.2.3 Enquadramento dos Corpos de Água em Classes de Uso

O enquadramento dos corpos de água em classes de uso e conservação, prevista na legislação nacional e na legislação do Estado do Amazonas que trata de gestão de recursos hídricos, regulamentada pela Resolução CONAMA 357/2005, ainda não foi aplicado nos cursos de água do Estado do Amazonas.

Conforme o Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC) o território amazonense possui 108 (cento e oito) Unidades de Conservação: 42 (quarenta e duas) estaduais, 63 (sessenta e três) federais. Além destas, há 23 (vinte e três) municipais.

As Unidades federais são administradas pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). As estaduais são gerenciadas pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Amazonas (Sema). E, as municipais situadas em Manaus, pela SEMMAS.

Quanto às áreas indígenas, o Estado possui 149 Terras Indígenas nas diferentes fases de implantação.

No cenário amazonense as áreas protegidas (UCs federais, estaduais e TIs) totalizam uma área de 847.569 km², ou seja, em termos percentuais, 54% do território do Amazonas pertencem ao Sistema de Unidades de Conservação e Terras Indígenas. Neste cômputo estão incluídas as Terras Indígenas e as Unidades de Conservação (estaduais e federais), excluindo-se as áreas de sobreposição entre TIs e UCs.

De acordo com o estabelecido no Art. 4º da Resolução CONAMA (que classifica as águas doces em classes de uso), os ambientes aquáticos situados em unidades de conservação de proteção integral são enquadrados em Classe Especial e os corpos de água destinados à proteção das comunidades aquáticas em terras indígenas são enquadrados na Classe 1.

A Figura 10.4 mostra a localização das terras indígenas e das unidades de conservação existentes no Estado, bem como os rios de domínio da União. Os corpos hídricos inseridos nas unidades de conservação e nas terras indígenas já estão enquadrados nos termos do Art. 4º da Resolução CONAMA nº 357/2005. Para os corpos hídricos de domínio da União, o enquadramento é estabelecido através de resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH.

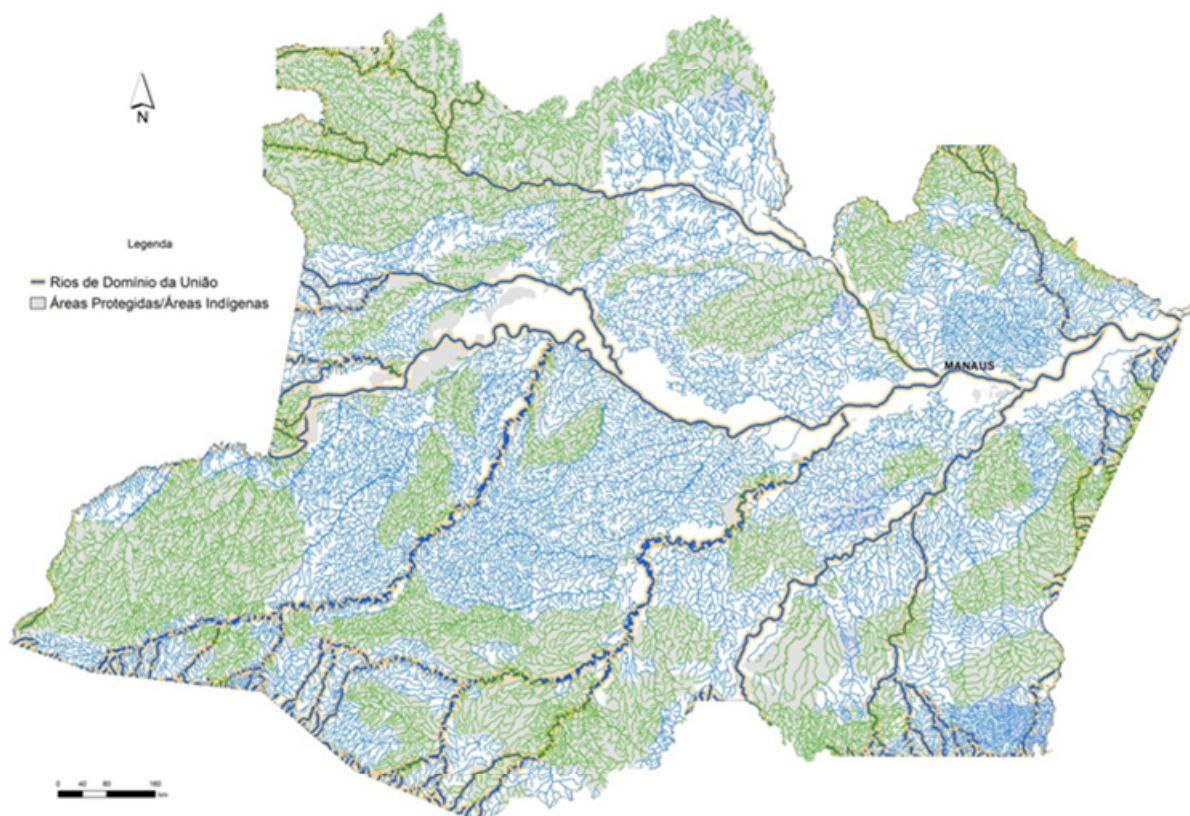


Figura 10.4: Cursos de água passíveis de serem enquadrados no PERH-AM (em azul rios de domínio do Estado)

Portanto, o PERH-AM deverá propor ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos o enquadramento dos corpos de água de domínio do Estado do Amazonas que não estiverem

inseridos em terras indígenas ou em unidades de conservação. Na figura, os cursos de água passíveis de serem enquadrados no âmbito do PERH-AM estão indicados em azul.

10.5.2.4 Outorga do Direito de Uso da Água

O Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas - IPAAM passou a emitir outorgas do direito do uso da água em novembro de 2016, atendendo à Portaria Normativa SEMA/IPAAM nº 01/2016, que disciplina os procedimentos administrativos e a documentação necessária para expedir a outorga.

O Quadro 10.3 sintetiza os quantitativos de outorgas emitidas no Estado até dezembro de 2018.

Quadro 10.3: Total de outorgas do Estado do Amazonas emitidas até Dezembro de 2018

Município	Fonte de Origem da Água	Situação da Outorga	Finalidade do uso	Totais
Apuí	Superficial	Uso Insignificante	Criação Animal	122
			Outras	21
Beruri	Superficial	Uso Insignificante	Outras	1
Boca do Acre	Superficial	Uso Insignificante	Criação Animal	5
			Irrigação	4
Borba	Superficial	Uso Insignificante	Aquicultura em Tanque Escavado	1
			Outras	2
Canutama	Superficial	Uso Insignificante	Aquicultura em Tanque Escavado	1
			Criação Animal	1
			Outras	1
Careiro	Subterrânea	Outorgado	Indústria	1
	Superficial	Uso Insignificante	Outras	5
Coari	Subterrânea	Outorgado	Consumo Humano	1
			Indústria	3
		Uso Insignificante	Indústria	1
			Outras	2
Superficial	Uso Insignificante	Outras	1	
Guajará	Superficial	Uso Insignificante	Criação Animal	2
Humaitá	Subterrânea	Uso Insignificante	Aquicultura em Tanque Escavado	1
			Aquicultura em Tanque Escavado	2
			Outras	2
Iranduba	Subterrânea	Outorgado	Criação Animal	1
			Indústria	2
			Irrigação	1
			Outras	5
		Uso Insignificante	Irrigação	1
Itacoatiara	Superficial	Outorgado	Aquicultura em Tanque Escavado	2
		Uso Insignificante	Aquicultura em Tanque Rede	1
			Outras	1
Lábrea	Superficial	Uso Insignificante	Criação Animal	16
Manacapuru	Subterrânea	Outorgado	Outras	2
		Uso Insignificante	Consumo Humano	1
Manaus	Subterrânea	Outorgado	Abastecimento Público	4
			Aquicultura em Tanque Escavado	1
			Consumo Humano	30
			Criação Animal	1
			Indústria	160
			Outras	113
		Uso Insignificante	Aquicultura em Tanque Escavado	1
Outras	1			

Município	Fonte de Origem da Água	Situação da Outorga	Finalidade do uso	Totais
	Superficial	Outorgado	Indústria	1
		Uso Insignificante	Aquicultura em Tanque Rede	1
			Irrigação	1
Manicoré	Superficial	Uso Insignificante	Outras	2
Maués	Superficial	Uso Insignificante	Criação Animal	1
Novo Aripuanã	Subterrânea	Uso Insignificante	Outras	1
	Superficial	Uso Insignificante	Criação Animal	9
Parintins	Subterrânea	Outorgado	Indústria	1
Pauini	Superficial	Uso Insignificante	Criação Animal	1
Presidente Figueiredo	Subterrânea	Uso Insignificante	Criação Animal	1
	Superficial	Outorgado	Aquicultura em Tanque Escavado	1
		Uso Insignificante	Aquicultura em Tanque Escavado	2
Rio Preto da Eva	Subterrânea	Outorgado	Indústria	1
	Superficial	Outorgado	Aquicultura em Tanque Escavado	2
		Uso Insignificante	Aquicultura em Tanque Escavado	9
Tapauá	Superficial	Uso Insignificante	Outras	8
Tefé	Subterrânea	Outorgado	Indústria	1
			Mineração	2
		Uso Insignificante	Outras	1
Urucará	Superficial	Uso Insignificante	Aquicultura em Tanque Escavado	1
Total Geral				571

Fonte: IPAAM. Consulta realizada em dezembro de 2018.

10.5.2.5 Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos

Embora a Lei nº 3.167/2007 tenha regulamentado a cobrança pelo uso da água (artigos 24 a 31), a mesma ainda não foi implantada no Estado.

10.5.2.6 Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos

Ainda não foi estruturado o Sistema Estadual de Informações nos termos estabelecidos na Seção VII da Lei nº 3.167/2007.

10.5.2.7 Fundo Estadual de Recursos Hídricos

O Fundo Estadual de Recursos Hídricos foi criado no âmbito da Lei nº 2.172/2001, tendo sido reeditado na Lei nº 3.167/2007 que a revogou, com a alteração do seu órgão gestor que passou a ser a então Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - SDS, hoje Secretaria do Meio Ambiente - SEMA.

Atualmente o Fundo recebe recursos oriundos de dois programas do governo federal, administrados pela Agência Nacional de Águas: o Programa de Consolidação do Pacto Nacional pela Gestão das Águas (PROGESTÃO) e o Programa Nacional de Fortalecimento dos Comitês de Bacias Hidrográficas (PROCOMITÊS).

O Programa PROGESTÃO visa o apoio aos Sistemas Estaduais de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGREGH's) que integram o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). Tem como objetivos promover a efetiva articulação entre os processos de gestão das águas e de regulação dos seus usos, conduzidos nas esferas nacional e estadual; e fortalecer o modelo brasileiro de governança das águas, integrado, descentralizado e participativo.

O Amazonas aderiu ao Progestão por meio do Decreto nº 34.059, de 9 de outubro de 2013, o qual definiu como entidade coordenadora do Programa no Estado a Secretaria de Estado do Meio Ambiente - SEMA.

O Estado selecionou a tipologia A de gestão, aprovou o Quadro de Metas junto ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos e assinou o contrato PROGESTÃO com a ANA em 31 de dezembro de 2013, definindo para a certificação o período de 2014 a 2017.

Conforme o documento “Síntese do Primeiro Ciclo do Programa (2013 - 2017)” publicado pela Agência Nacional de Águas em setembro de 2018, os gastos efetuados no Estado, até dezembro de 2017, totalizaram R\$ 1.311.026,82 e referiam-se principalmente a despesas com contratação de pessoal, aquisição de material permanente e de consumo, diárias e passagens, programa de perfuração de poços no Estado, realização de eventos e ações de capacitação, além da manutenção da rede hidrometeorológica.

O Estado do Amazonas também participa do Programa Nacional de Fortalecimento dos Comitês de Bacias Hidrográficas (PROCOMITÊS). Esta iniciativa da Agência Nacional de Águas (ANA) prevê o repasse de até R\$ 300 mil para o fortalecimento do Comitê da Bacia do Tarumã-Açu, único do Estado apto a participar do Programa. Pela assinatura do contrato, a ANA repassará até R\$ 300 mil para a Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Amazonas (SEMA).

Atualmente o Fundo não recebe recursos de duas fontes importantes definidas no Art. 34 da Lei nº 3.167/2007:

“Art. 34. Constituem receitas do Fundo Estadual de Recursos Hídricos:

.....

X – o produto da aplicação de multas cobradas dos infratores da legislação sobre recursos hídricos;

XI – a compensação financeira que o Estado receber com relação aos aproveitamentos hidroenergéticos em seu território e as compensações similares recebidas por Municípios e repassadas ao Fundo mediante convênio;

.....”

O Estado do Amazonas, a título de compensação financeira pelo uso da água para geração de energia recebeu, no ano de 2017, R\$ 1.750.249,63 e até outubro de 2018, R\$ 1.428.601,79, conforme é informado no site da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

Quanto ao destino dos possíveis recursos decorrentes das multas cobradas dos infratores da legislação sobre recursos hídricos, não foi possível obter informações.

10.5.2.8 Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Amazonas

O Estado do Amazonas deu início ao processo de elaboração do Zoneamento Ecológico Econômico em 1996, quando foi instituído o grupo de trabalho - GT/IPAAM publicado no Decreto nº 16.948 de 10 de janeiro de 1996. O grupo de trabalho discutiu e elaborou as principais orientações sobre o Plano Ambiental do Estado do Amazonas - PAEA. Também foi criada em 1996 a Comissão Estadual de Zoneamento Ecológico- Econômico – CEZEE através do Decreto nº 17.199 de 22 de maio de 1996. A CEZEE era composta de 16 representantes de instituições, entidades públicas de pesquisa e ensino e por representantes da sociedade civil organizada.

No período compreendido entre 1998 e 2000, o ZEE foi incorporado ao Projeto de Gestão Ambiental Integrada do Amazonas - PGAI-AM e passou a representar o primeiro passo deste projeto em direção ao estabelecimento de diretrizes para o Ordenamento Territorial do Estado do Amazonas.

O Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas - IPAAM deu início aos levantamentos para fins de execução do ZEE SISTEMÁTICO, atendendo a uma metodologia amplamente

discutida por pesquisadores, empresas, consultores e outros especialistas no assunto para definir os rumos do ZEE estadual.

Estas ideias foram reunidas na versão inicial do PGAI-AM e implementadas até o final de 1999.

Foram estabelecidas duas abordagens: o Macrozoneamento e o Zoneamento (sistemático e participativo).

No caso do Macrozoneamento a área de abrangência foi a totalidade do território estadual (1.570.745 km²), sendo realizado na escala de 1:1.000.000, e tendo como objetivo sistematizar os dados já disponíveis, resultando nos seguintes produtos em forma de mapas síntese e temáticos com os temas:

- ▣ Mapas de Unidades de Conservação (Federais e Estaduais);
- ▣ Mapas de Cobertura Vegetal e Ocupação Atual;
- ▣ Mapa de Terras Indígenas;
- ▣ Mapa de Ocorrência de Campos Naturais;
- ▣ Mapa de Áreas Potenciais para a proteção da Biodiversidade;
- ▣ Mapas de Geologia, Geomorfologia e Pluviosidade;
- ▣ Mapa de situação fundiária.

O Macrozoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Amazonas teve o objetivo de subsidiar o planejamento territorial orientando na formulação de políticas públicas como um instrumento de organização territorial a ser obrigatoriamente seguido, preconizando o que diz o Decreto n° 4.297, de 10 de julho de 2002, nos programas, projetos, obras de atividades públicas e privadas que utilizem os recursos naturais, obedecendo a medidas e padrões de proteção que assegurem a qualidade ambiental, garanta o desenvolvimento sustentável e a melhoria das condições de vida das populações, segundo critérios de sustentabilidade econômica, social, ecológica e ambiental.

O principal resultado da execução do Macrozoneamento Ecológico-Econômico no Estado do Amazonas, concluído em dezembro de 2008, foi a geração de diferentes produtos intermediários, com estudos dos aspectos físicos, bióticos, socioeconômicos e jurídico-institucionais, além do mapa de subsídios à gestão territorial e diretrizes de uso e ocupação do território.



11 ANEXOS

11 ANEXOS

Em sequência estão inseridos os seguintes anexos:

Anexo 1: Inventário de Estações Pluviométricas em Operação

Anexo 2: Inventário de Estações Fluviométricas em Operação

Anexo 3: Modelo de Grandes Bacias (MGB)

Anexo 4: Modelo de Autodepuração em Rios

Anexo 1: Inventário de Estações Pluviométricas em Operação

Código	Estação	Resp.	Operadora	Latitude	Longitude	Estação Climatológica	Tipo de coleta de dados
166000	ACANAUI	ANA	COHIDRO	-1.82111	-66.60000	-	Convencional/Telemétrica
64002	ACARIQUARA	ANA	CPRM	-0.59194	-64.82556	-	Convencional
361002	ANAMÁ	ANA	CPRM	-3.58111	-61.37833	-	Convencional
462001	ARUMÁ - JUSANTE	ANA	CPRM	-4.74083	-62.15194	-	Convencional/Telemétrica
359004	AUTAZES	ANA	CONSTRUFAM	-3.57639	-59.13389	-	Convencional
664000	BACABA	ANA	CONSTRUFAM	-6.31917	-64.88611	-	Convencional
65002	BACURI	ANA	CPRM	-0.54056	-65.21222	-	Convencional/Telemétrica
362002	BADAJÓS	ANA	COHIDRO	-3.41833	-62.67861	-	Convencional
8066002	BALAIÓ	ANA	CPRM	0.38750	-66.64917	-	Convencional
159000	BALBINA P-8 (UHE BALBINA)	ANA	CPRM	-1.93806	-59.48333	Sim	Convencional/Telemétrica
358002	BALSA DO RIO URUBÚ	ANA	CPRM	-2.91306	-59.04333	-	Convencional
62002	BARCELOS	ANA	CPRM	-0.96583	-62.93111	-	Convencional/Telemétrica
62000	BARCELOS	INMET	INMET	-0.96778	-62.92861	Sim	Convencional
758000	BARRA DO SÃO MANUEL	ANA	UFC	-7.33889	-58.15500	-	Convencional
467002	BARREIRA ALTA NOVA (MAROÁ)	ANA	COHIDRO	-4.14694	-67.81639	-	Convencional
257001	BARREIRINHA	ANA	CPRM	-2.79222	-57.06444	-	Convencional
363000	BARRO ALTO - SÃO RAIMUNDO DO IPIXUNA	ANA	COHIDRO	-3.87500	-63.78583	-	Convencional
261000	BARURI	ANA	CPRM	-2.02472	-61.54139	-	Convencional/Telemétrica
158004	BASE SIDERAMA - JUSANTE	ANA	CPRM	-1.68333	-58.53333	-	Convencional
563002	BATURITÉ	ANA	CONSTRUFAM	-5.72194	-63.51083	-	Convencional
462002	BEABÁ	ANA	CONSTRUFAM	-4.85861	-62.86833	-	Convencional
470001	BENJAMIN CONSTANT	INMET	INMET	-4.38333	-70.03333	Sim	Convencional
361000	BERURI	ANA	CPRM	-3.89778	-61.37472	-	Convencional/Telemétrica
268000	BOA UNIÃO	ANA	COHIDRO	-2.88056	-68.79861	-	Convencional
257002	BOA VISTA DO RAMOS	ANA	CPRM	-2.97028	-57.59000	-	Convencional
867001	BOCA DO ACRE	ANA	CONSTRUFAM	-8.73556	-67.40028	-	Convencional
760001	BOCA DO GUARIBA	ANA	CONSTRUFAM	-7.70528	-60.57833	-	Convencional
861002	BONAMIGO	ANA	CONSTRUFAM	-8.00167	-61.74972	-	Convencional
459000	BORBA	ANA	CONSTRUFAM	-4.39139	-59.59833	-	Convencional/Telemétrica
361001	CAAPIRANGA	ANA	CPRM	-3.32972	-61.21333	-	Convencional
765000	CACHOEIRA	ANA	CONSTRUFAM	-7.71556	-66.05833	-	Convencional
259000	CACHOEIRA MORENA	ANA	CPRM	-2.11444	-59.33528	-	Convencional/Telemétrica
466002	CAITITU	ANA	COHIDRO	-4.33333	-66.50000	-	Convencional
664001	CANUTAMA	ANA	CONSTRUFAM	-6.53889	-64.38583	-	Convencional
458001	CARAMURI	ANA	CPRM	-4.23083	-58.67139	-	Convencional
162000	CARVOEIRO	ANA	CPRM	-1.39444	-61.97917	-	Convencional
465001	CIPO	ANA	COHIDRO	-4.86667	-65.75000	-	Convencional
463001	COARI	INMET	INMET	-4.08333	-63.13333	Sim	Convencional
463005	COARI	ANA	COHIDRO	-4.08556	-63.08333	-	Convencional/Telemétrica
362001	CODAJÁS	INMET	INMET	-3.83333	-62.08333	Sim	Convencional
568001	COLOCAÇÃO CAXIAS NOVO	ANA	COHIDRO	-5.38083	-68.99833	-	Convencional/Telemétrica
460001	COLOCAÇÃO TUPANA	ANA	CONSTRUFAM	-4.16667	-60.80000	-	Convencional
359008	COMUNIDADE BOM SUCESSO	ANA	CPRM	-3.13056	-59.43917	-	Convencional
360005	COMUNIDADE SÃO JOÃO	ANA	CPRM	-3.04722	-60.25583	-	Convencional
468003	CONCEIÇÃO (EX. ILHA DA NOVA SORTE)	ANA	COHIDRO	-4.89667	-68.66333	-	Convencional
359005	CPRM - SUREG/MA	ANA	CPRM	-3.10000	-59.99444	-	Convencional/Telemétrica
764003	CRISTO	ANA	CONSTRUFAM	-7.46500	-64.24333	-	Convencional/Telemétrica
8166000	CUCUÍ	ANA	CPRM	1.21472	-66.85222	-	Convencional/Telemétrica
63000	CUMARU	ANA	CPRM	-0.59833	-63.39778	-	Convencional/Telemétrica
66002	CURICURIARI	ANA	CPRM	-0.20167	-66.80333	-	Convencional/Telemétrica
669000	EIRUNEPÉ	INMET	INMET	-6.66667	-69.86667	Sim	Convencional
669003	EIRUNEPÉ - MONTANTE	ANA	CONSTRUFAM	-6.68444	-69.88111	-	Convencional/Telemétrica
770000	ENVIRA	ANA	CONSTRUFAM	-7.42806	-70.02250	-	Convencional/Telemétrica
267001	ESPÍRITO SANTO	ANA	COHIDRO	-2.75000	-67.56667	-	Convencional
465000	ESTIRÃO DA SANTA CRUZ	ANA	COHIDRO	-4.29222	-65.20167	-	Convencional/Telemétrica
470002	ESTIRÃO DO REPOUSO	ANA	COHIDRO	-4.38333	-70.96667	-	Convencional
761003	FAZENDA BELA VISTA	ANA	CONSTRUFAM	-7.85333	-61.33389	-	Convencional
767002	FAZENDA BORANGABA	ANA	CONSTRUFAM	-7.54000	-67.47778	-	Convencional
863011	FAZENDA MASUNA (ex Sítio Três Irmãos)	ANA	CONSTRUFAM	-8.05167	-63.51944	-	Convencional
865000	FAZENDA SHEFFER	ANA	CONSTRUFAM	-8.33444	-65.71944	-	Convencional
460002	FAZENDA VISTA ALEGRE	ANA	CONSTRUFAM	-4.89722	-60.02528	-	Convencional/Telemétrica
967001	FLORIANO PEIXOTO	ANA	CONSTRUFAM	-9.06667	-67.39694	-	Convencional
266000	FONTE BOA	INMET	INMET	-2.53333	-66.16667	Sim	Convencional
266005	FONTE BOA	ANA	COHIDRO	-2.49083	-66.05972	-	Convencional/Telemétrica
366000	FORTE DAS GRAÇAS	ANA	COHIDRO	-3.64139	-66.10306	-	Convencional/Telemétrica
670000	FOZ DO GREGÓRIO	ANA	CONSTRUFAM	-6.80000	-70.65000	-	Convencional
466001	GAVIÃO	ANA	COHIDRO	-4.83917	-66.85056	-	Convencional/Telemétrica
763001	HUMAITÁ	ANA	CONSTRUFAM	-7.51528	-63.02861	-	Convencional/Telemétrica
8069000	IAUARETÉ	INMET	INMET	0.61667	-69.20000	Sim	Convencional
8069005	IAUARETÉ	ANA	CPRM	0.59917	-69.19306	-	Convencional/Telemétrica
269001	IPIRANGA NOVO	ANA	COHIDRO	-2.92972	-69.69306	-	Convencional

Código	Estação	Resp.	Operadora	Latitude	Longitude	Estação Climatológica	Tipo de coleta de dados
771000	IPIXUNA	ANA	CONSTRUFAM	-7.05083	-71.68417	-	Convencional/Telemétrica
360006	IRANDUBA	CPRM	CPRM	-3.26806	-60.21556	-	Convencional
358000	ITACOATIARA	INMET	INMET	-3.13750	-58.44306	Sim	Convencional
358001	ITACOATIARA	ANA	CPRM	-3.13333	-58.43333	-	Convencional/Telemétrica
662001	JUMA	ANA	CONSTRUFAM	-7.00833	-62.78722	-	Convencional
364001	JUTICA	ANA	COHIDRO	-3.59028	-64.30694	-	Convencional
764001	LÁBREA	INMET	INMET	-7.25000	-64.83333	Sim	Convencional
764004	LÁBREA	ANA	CONSTRUFAM	-7.25000	-64.83333	-	Convencional/Telemétrica
470009	LADÁRIO - JUSANTE	ANA	COHIDRO	-4.58361	-70.28111	-	Convencional/Telemétrica
260008	LAGO DO IPIXUNA	ANA	CPRM	-2.89639	-60.68833	-	Convencional
364002	LARANJAL	ANA	COHIDRO	-3.24000	-64.77500	-	Convencional
363002	LIBERDADE	ANA	COHIDRO	-3.45639	-63.39222	-	Convencional
66000	LIVRAMENTO	ANA	CPRM	-0.28889	-66.15333	-	Convencional/Telemétrica
762003	MAICI-GRANDE	ANA	CONSTRUFAM	-7.80278	-62.34778	-	Convencional
762002	MAICI-MIRIM	ANA	CONSTRUFAM	-7.63083	-62.66056	-	Convencional/Telemétrica
8067002	MALOCA SÃO TOMÉ (Com. Curiri)	ANA	CPRM	0.17583	-67.94583	-	Convencional
167001	MAMORI	ANA	COHIDRO	-1.73194	-67.57861	-	Convencional
360001	MANACAPURU	ANA	CPRM	-3.30833	-60.60944	-	Convencional/Telemétrica
360000	MANAUS	INMET	INMET	-3.11667	-59.95000	Sim	Convencional/Telemétrica
360004	MANAUS	ANA	CPRM	-3.13667	-60.02694	-	Convencional/Telemétrica
359003	MANAUS - ESC. AGROTEC.	INMET	INMET	-3.16667	-59.73333	Sim	Convencional
359000	MANAUS (PONTA PELADA)	DEPV	DEPV	-3.13333	-59.98333	Sim	Convencional
169002	MANGUEIRA	ANA	COHIDRO	-1.73333	-69.11667	-	Convencional
561000	MANICORÉ	INMET	INMET	-5.81667	-61.30000	Sim	Convencional
561001	MANICORÉ	ANA	CONSTRUFAM	-5.81667	-61.30000	-	Convencional/Telemétrica
165000	MARAÁ	ANA	COHIDRO	-1.86111	-65.59056	-	Convencional
567002	MARIMARI	ANA	COHIDRO	-5.46083	-67.40583	-	Convencional
366001	MARTÍRIO	ANA	COHIDRO	-2.98111	-65.94194	-	Convencional
357001	MAUÉS	ANA	CPRM	-3.40056	-57.71556	-	Convencional
357004	MENINO DEUS	ANA	CPRM	-3.77278	-57.30306	-	Convencional
157001	MINERAÇÃO CAIMA	ANA	CPRM	-1.43778	-57.82750	-	Convencional/Telemétrica
8167000	MISSÃO IÇANA	ANA	CPRM	1.07417	-67.59333	-	Convencional
8066001	MISSÃO MATURACÁ	ANA	CPRM	0.61944	-66.13722	-	Convencional/Telemétrica
257003	MOCAMBO	ANA	CPRM	-2.45556	-57.28250	-	Convencional
560002	MONTE ALEGRE	ANA	CONSTRUFAM	-5.58917	-60.37361	-	Convencional
161002	MOURA	ANA	CPRM	-1.45889	-61.63306	-	Convencional/Telemétrica
357003	MUCAJÁ	ANA	CPRM	-3.89667	-57.50417	-	Convencional
8067003	NAZARÉ	ANA	CPRM	0.58778	-67.80639	-	Convencional
256002	NHAMUNDÁ	ANA	CPRM	-2.18972	-56.71056	-	Convencional
459001	NITERÓI (TERRA PRETA II)	ANA	CONSTRUFAM	-4.74972	-59.24944	-	Convencional
661001	NOVA ESPERANÇA	ANA	CONSTRUFAM	-6.36056	-61.76667	-	Convencional
564001	NOVA OLINDA	ANA	CONSTRUFAM	-5.58306	-64.33528	-	Convencional
359001	NOVA OLINDA DO NORTE	ANA	CONSTRUFAM	-3.88472	-59.08972	-	Convencional
569001	NOVA VIDA	ANA	COHIDRO	-5.70000	-69.36667	-	Convencional
260006	NOVO AIRÃO	ANA	CPRM	-2.62000	-60.94778	-	Convencional/Telemétrica
358003	OSÓRIO FONSECA	ANA	CPRM	-3.81667	-58.28611	-	Convencional
572000	PALMEIRAS DO JAVARI	ANA	COHIDRO	-5.13750	-72.81361	-	Convencional/Telemétrica
8069003	PARI CACHOEIRA	ANA	CPRM	0.25167	-69.78444	-	Convencional/Telemétrica
256000	PARINTINS	INMET	INMET	-2.63333	-56.73333	Sim	Convencional
256003	PARINTINS	ANA	CPRM	-2.63306	-56.75167	-	Convencional/Telemétrica
8069004	PIRARARA POÇO	ANA	CPRM	0.14278	-69.21333	-	Convencional
266004	PORTO ANTUNES	ANA	COHIDRO	-2.89028	-66.94917	-	Convencional
367001	PORTO SEGURO	ANA	COHIDRO	-3.33722	-67.48889	-	Convencional/Telemétrica
160000	POSTO ABONARI - FUNAI	ANA	CPRM	-1.29889	-60.39972	-	Convencional/Telemétrica
8062000	POSTO AJURICABA	ANA	CPRM	0.88417	-62.62222	-	Convencional/Telemétrica
760000	PRAINHA VELHA	ANA	CONSTRUFAM	-7.20500	-60.64361	-	Convencional
260007	PRESIDENTE FIGUEIREDO	ANA	CPRM	-2.04167	-60.02583	-	Convencional
8169011	QUERARI	ANA	CPRM	1.08194	-69.83944	-	Convencional/Telemétrica
560001	RECREIO (PEDREIRAS)	ANA	CONSTRUFAM	-5.29639	-60.70056	-	Convencional
260002	RES. BIOLÓGICA DE CUIEIRAS - INPA	SUDAM	SUDAM	-2.56667	-60.11667	Sim	Convencional
967004	RESTAURANTE PORTEIRA DO AMAZONAS	ANA	CPRM	-9.50083	-67.28222	-	Convencional
260009	RIO CUIEIRAS	ANA	CPRM	-2.66556	-60.32750	-	Convencional
259004	RIO PRETO DA EVA	ANA	CPRM	-2.70028	-59.69972	-	Convencional
259005	RIO URUBÚ	ANA	CPRM	-2.66000	-59.36083	-	Convencional
166001	ROÇADO	ANA	CPRM	-1.27000	-66.19083	-	Convencional/Telemétrica
63001	SAMAUMA	ANA	CPRM	-0.36722	-62.77528	-	Convencional/Telemétrica
258001	SANTA LUZIA	ANA	CPRM	-2.29111	-58.50583	-	Convencional
471000	SANTA MARIA/FLORES	ANA	COHIDRO	-4.53972	-71.40028	-	Convencional
369000	SANTA RITA DO WEIL	ANA	COHIDRO	-3.57306	-69.37083	-	Convencional
470005	SANTA TERESA NOVA (PARAÍSO)	ANA	COHIDRO	-4.13444	-70.54889	-	Convencional
658000	SANTARÉM SUCUNDURI	ANA	CONSTRUFAM	-6.79528	-59.04083	-	Convencional/Telemétrica
367000	SANTO ANTÔNIO DO IÇÁ	ANA	COHIDRO	-3.10167	-67.93556	-	Convencional/Telemétrica
668000	SANTOS DUMONT	ANA	COHIDRO	-6.44167	-68.24389	-	Convencional/Telemétrica
765001	SÃO BENTO	ANA	CONSTRUFAM	-7.53056	-65.35000	-	Convencional
8067001	SÃO FELIPE	ANA	CPRM	0.37111	-67.31361	-	Convencional
67000	SÃO GABRIEL DA CACHOEIRA	INMET	INMET	-0.11667	-67.00000	Sim	Convencional
8169000	SÃO JOAQUIM	ANA	CPRM	1.71583	-69.38472	-	Convencional/Telemétrica
158003	SÃO JOSÉ	ANA	CPRM	-1.93278	-58.25583	-	Convencional
368001	SÃO PAULO DE OLIVENÇA	ANA	COHIDRO	-3.45694	-68.91194	-	Convencional/Telemétrica
265000	SÃO PEDRO	ANA	COHIDRO	-2.35000	-65.11667	-	Convencional



Código	Estação	Resp.	Operadora	Latitude	Longitude	Estação Climatológica	Tipo de coleta de dados
867002	SÃO ROMÃO (TABOCAL)	ANA	CONSTRUFAM	-8.25000	-67.36667	-	Convencional
772002	SERINGAL BOA FÉ	ANA	CONSTRUFAM	-7.23583	-72.33361	-	Convencional
968001	SERINGAL DA CARIDADE	ANA	CPRM	-9.04389	-68.57722	-	Convencional
766001	SERINGAL FORTALEZA	ANA	CONSTRUFAM	-7.71722	-66.98472	-	Convencional
660000	SERINGAL JENIPAPO	ANA	CONSTRUFAM	-6.00028	-60.18778	-	Convencional
563000	SERINGAL MOREIRA	ANA	COHIDRO	-5.10917	-63.98472	-	Convencional/Telemétrica
770001	SERINGAL SANTO AMARO	ANA	CONSTRUFAM	-7.26667	-70.98333	-	Convencional/Telemétrica
564002	SERINGAL SAUDADE (TAPIRI)	ANA	CONSTRUFAM	-5.95333	-64.31639	-	Convencional
161004	SERINGALZINHO	ANA	CPRM	-1.83250	-61.59833	-	Convencional
669001	SOLEDADE	ANA	COHIDRO	-6.61389	-69.12167	-	Convencional
469000	TABATINGA	INMET	INMET	-4.25000	-69.91667	Sim	Convencional
469001	TABATINGA	ANA	COHIDRO	-4.25111	-69.95139	-	Convencional/Telemétrica
468004	TANIBUCA	ANA	COHIDRO	-4.74167	-68.13500	-	Convencional
65001	TAPURUQUARA	ANA	CPRM	-0.42028	-65.01528	-	Convencional/Telemétrica
8068000	TARAQUÁ	ANA	CPRM	0.13139	-68.54056	-	Convencional
260000	TARUMÁ AÇU (INPA)	SUDAM	SUDAM	-2.58333	-60.11667	-	Convencional
260001	TARUMÁ AÇU (INPA)	SUDAM	SUDAM	-2.63333	-60.08333	-	Convencional
260003	TARUMÁ AÇU (INPA)	SUDAM	SUDAM	-2.60000	-60.10000	-	Convencional
364000	TEFÉ	INMET	INMET	-3.36667	-64.70000	Sim	Convencional
364004	TEFÉ - MISSÕES	ANA	COHIDRO	-3.37583	-64.65472	-	Convencional/Telemétrica
67002	TUMBIRA	ANA	CPRM	-0.34444	-67.53583	-	Convencional
8168000	TUNUI	ANA	CPRM	1.38889	-68.15361	-	Convencional
160001	UHE BALBINA UATUMAN	AMAZONAS	AMAZONAS	-1.21694	-60.23444	-	Convencional/Telemétrica
59001	UHE PITINGA JUSANTE	TABOCA	TABOCA	-0.86611	-59.60111	-	Convencional/Telemétrica
59002	UHE PITINGA MONTANTE	TABOCA	TABOCA	-0.58500	-59.77611	-	Convencional/Telemétrica
59003	UHE PITINGA SERRA	TABOCA	TABOCA	-0.59556	-59.77722	-	Convencional/Telemétrica
763002	UHE SANTO ANTÔNIO HUMAITÁ	STO. ANTÔNIO	STO. ANTÔNIO	-7.52722	-63.01278	-	Convencional/Telemétrica
162002	UMANAPANA	ANA	CPRM	-1.88722	-62.43667	-	Convencional
261001	UNIÃO	ANA	CPRM	-2.98972	-61.72917	-	Convencional
257000	URUCARA	ANA	CPRM	-2.53778	-57.75806	-	Convencional
867004	VALPARAÍSO - MONTANTE	ANA	CONSTRUFAM	-8.65056	-67.36806	-	Convencional/Telemétrica
169000	VILA BITTENCOURT	ANA	COHIDRO	-1.39472	-69.42833	-	Convencional/Telemétrica
8063001	VILA CONCEIÇÃO - MONTANTE	ANA	CPRM	0.22750	-63.98833	-	Convencional/Telemétrica
759000	VILA DO APUÍ	ANA	CONSTRUFAM	-7.20444	-59.89306	-	Convencional
463003	VISTA ALEGRE	ANA	COHIDRO	-4.67250	-63.62333	-	Convencional
162003	VISTA ALEGRE DO UNINI	ANA	CPRM	-1.71083	-62.82361	-	Convencional
567001	XIBAUA	ANA	COHIDRO	-5.89361	-67.85694	-	Convencional

Anexo 2: Inventário de Estações Fluviométricas em Operação

Código	Estação	Resp.	Operadora	Latitude	Longitude	Medição de Sedimentos	Medição de Qual. da Água	Tipo de coleta de dados
12850000	ACANAUI	ANA	COHIDRO	-1.82111	-66.60917	-	-	Convencional/Telemétrica
15930000	ACARI BR-230	ANA	CONSTRUFAM	-7.10139	-59.68333	-	Sim	Convencional
14422000	ACARIQUARA	ANA	CPRM	-0.59194	-64.82528	-	-	Convencional
14050000	ANAMÃ	ANA	CPRM	-3.58111	-61.37833	-	-	Convencional
13962000	ARUMÃ - JUSANTE	ANA	CPRM	-4.72861	-62.14528	Sim	Sim	Convencional/Telemétrica
15035000	AUTAZES	ANA	CONSTRUFAM	-3.57639	-59.13389	-	-	Convencional
13886000	BACABA	ANA	CONSTRUFAM	-6.31917	-64.88611	Sim	Sim	Convencional
14940000	BACIA REPRESENTATIVA	SUDAM	SUDAM	-2.63333	-60.08333	-	-	Convencional
14920000	BACIA REPRESENTATIVA	SUDAM	SUDAM	-2.60000	-60.10000	-	-	Convencional
14421000	BACURI	ANA	CPRM	-0.53972	-65.21278	-	-	Convencional/Telemétrica
16080000	BALBINA P-8 (UHE BALBINA)	ANA	CPRM	-1.93806	-59.48333	-	-	Convencional
14480002	BARCELOS	ANA	CPRM	-0.96583	-62.93111	-	-	Convencional/Telemétrica
17430000	BARRA DO SÃO MANUEL	ANA	UFC	-7.33972	-58.15528	Sim	Sim	Convencional
12210000	BARREIRA ALTA NOVA (MAROÁ)	ANA	COHIDRO	-4.14694	-67.81639	-	Sim	Convencional
14880000	BARURI	ANA	CPRM	-2.02528	-61.54167	-	-	Convencional/Telemétrica
16205000	BASE SIDERAMA - JUSANTE	ANA	CPRM	-1.68333	-58.53333	Sim	Sim	Convencional
13910000	BATURITÉ	ANA	CONSTRUFAM	-5.72111	-63.51083	-	-	Convencional
13955000	BEABÁ	ANA	CONSTRUFAM	-4.85917	-62.86861	-	-	Convencional
13990000	BERURI	ANA	CPRM	-3.89889	-61.37417	Sim	Sim	Convencional/Telemétrica
13700000	BOCA DO ACRE	ANA	CONSTRUFAM	-8.73556	-67.40000	-	-	Convencional
15800000	BOCA DO GUARIBA	ANA	CONSTRUFAM	-7.70583	-60.57833	Sim	Sim	Convencional
15900000	BORBA	ANA	CONSTRUFAM	-4.38917	-59.59861	-	Sim	Convencional/Telemétrica
16100000	CACHOEIRA MORENA	ANA	CPRM	-2.10611	-59.34417	Sim	Sim	Convencional/Telemétrica
13880000	CANUTAMA	ANA	CONSTRUFAM	-6.53889	-64.38583	-	Sim	Convencional
15040000	CAREIRO	ANA	CPRM	-3.19611	-59.83361	-	-	Convencional
13150003	COARI	ANA	COHIDRO	-4.08556	-63.08333	-	-	Convencional/Telemétrica
13155000	CODAJÁS	ANA	CPRM	-3.84472	-62.06111	-	-	Convencional
12100000	COLOCAÇÃO CAXIAS NOVO	ANA	COHIDRO	-4.65139	-68.32444	-	Sim	Convencional/Telemétrica
15031000	COM.BOM SUCESSO	ANA	CPRM	-3.13056	-59.43917	-	-	Convencional
15950000	COM. NOSSA SENHORA DO ROSÁRIO	CPRM	CPRM	-3.59361	-58.90250	-	-	Convencional
14201000	COM. SANTA LUZIA	CPRM	CPRM	-3.22361	-59.97306	-	-	Convencional
12150000	CONCEIÇÃO (EX. ILHA DA NOVA SORTE)	ANA	COHIDRO	-4.89667	-68.66333	-	Sim	Convencional
13885000	CRISTO	ANA	CONSTRUFAM	-7.46444	-64.24333	-	Sim	Convencional/Telemétrica
14110000	CUCUÍ	ANA	CPRM	1.21528	-66.85250	Sim	Sim	Convencional/Telemétrica
14310000	CUNURI	ANA	CPRM	0.20944	-69.37806	-	Sim	Convencional
14330000	CURICURIARI	ANA	CPRM	-0.20056	-66.80222	-	Sim	Convencional/Telemétrica
12550000	EIRUNEPÉ - MONTANTE	ANA	CONSTRUFAM	-6.68444	-69.88111	Sim	Sim	Convencional/Telemétrica
12680000	ENVIRA	ANA	CONSTRUFAM	-7.42806	-70.02250	-	Sim	Convencional/Telemétrica
14900100	ESTAÇÃO DE MONTANTE	UFAM	UFAM	-3.02444	-60.26611	-	-	Convencional
14900150	ESTAÇÃO INTERMEDIÁRIA	UFAM	UFAM	-3.03611	-60.26361	-	-	Convencional
12880000	ESTIRÃO DA SANTA CRUZ	ANA	COHIDRO	-4.29222	-65.20167	-	Sim	Convencional/Telemétrica
10500000	ESTIRÃO DO REPOUSO	ANA	COHIDRO	-4.34083	-70.90556	-	Sim	Convencional/Telemétrica
15680000	FAZENDA BELA VISTA	ANA	CONSTRUFAM	-7.85333	-61.33389	-	Sim	Convencional
15828000	FAZENDA BOA LEMBRANÇA	ANA	CONSTRUFAM	-7.59278	-60.70944	Sim	Sim	Convencional
13740000	FAZENDA BORANGABA	ANA	CONSTRUFAM	-7.54000	-67.47778	-	Sim	Convencional
15860000	FAZENDA VISTA ALEGRE	ANA	CONSTRUFAM	-4.89722	-60.02528	Sim	Sim	Convencional/Telemétrica
13650000	FLORIANO PEIXOTO	ANA	CONSTRUFAM	-9.06667	-67.39694	-	Sim	Convencional/Telemétrica
12351000	FONTE BOA	ANA	COHIDRO	-2.49139	-66.06167	-	-	Convencional/Telemétrica
12842000	FORTE DAS GRAÇAS	ANA	COHIDRO	-3.64139	-66.10306	-	-	Convencional/Telemétrica
15901000	FOZ DO MADEIRA	CPRM	CPRM	-3.41583	-58.77889	-	-	Convencional
13992000	FOZ DO PURUS	CPRM	CPRM	-3.73444	-61.44000	-	-	Convencional
13991000	FOZ DO PURUS MONTANTE	CPRM	CPRM	-3.73639	-61.55250	-	-	Convencional
12840000	GAVIÃO	ANA	COHIDRO	-4.83917	-66.85056	Sim	Sim	Convencional/Telemétrica
15628100	HUMAITÁ	SEDAM-RO	SEDAM-RO	-7.97944	-62.85972	-	Sim	Convencional
15630000	HUMAITÁ	ANA	CONSTRUFAM	-7.50278	-63.01833	Sim	Sim	Convencional/Telemétrica
11444900	IPIRANGA NOVO	ANA	COHIDRO	-2.92972	-69.69306	-	-	Convencional
12520000	IPIXUNA	ANA	CONSTRUFAM	-7.05556	-71.68917	-	Sim	Convencional/Telemétrica
15042200	IRACEMA	ANA	CPRM	-3.31667	-58.81083	-	-	Convencional
14101000	IRANDUBA	CPRM	CPRM	-3.26806	-60.21556	-	-	Convencional
16030000	ITACOATIARA	ANA	CPRM	-3.15389	-58.41139	-	-	Convencional/Telemétrica
13150000	ITAPÉUA	ANA	CPRM	-4.05778	-63.02778	Sim	Sim	Convencional
15030000	JATUARANA	ANA	CPRM	-3.06333	-59.64778	-	-	Convencional
14350000	JUSANTE DA CACHOEIRA DO CAJU	ANA	CPRM	-0.24611	-67.00917	-	Sim	Convencional
13870000	LÁBREA	ANA	CONSTRUFAM	-7.25806	-64.79750	Sim	Sim	Convencional/Telemétrica
10910000	LADÁRIO - JUSANTE	ANA	COHIDRO	-4.58361	-70.26444	-	Sim	Convencional/Telemétrica
12873000	LARANJAL	ANA	COHIDRO	-3.24611	-64.76750	-	-	Convencional
15795000	LEONTINO	ANA	CONSTRUFAM	-7.73944	-60.57611	-	Sim	Convencional
15660000	MAICI-MIRIM	ANA	CONSTRUFAM	-7.63028	-62.65528	-	Sim	Convencional/Telemétrica
15650000	MALOCA TENHARIM	ANA	CONSTRUFAM	-7.95778	-62.04250	-	Sim	Convencional
14100000	MANACAPURU	ANA	CPRM	-3.31056	-60.60944	Sim	Sim	Convencional/Telemétrica
14070000	MANACAPURU MONTANTE	CPRM	CPRM	-3.51806	-60.79444	-	-	Convencional
14990000	MANAUS	ANA	CPRM	-3.13833	-60.02722	-	-	Convencional/Telemétrica
15700000	MANICORÉ	ANA	CONSTRUFAM	-5.81667	-61.30194	Sim	Sim	Convencional/Telemétrica

Código	Estação	Resp.	Operadora	Latitude	Longitude	Medição de Sedimentos	Medição de Qual. da Água	Tipo de coleta de dados
12872000	MARÁ	ANA	COHIDRO	-1.86111	-65.59889	-	-	Convencional
16368000	MINERAÇÃO CAIMA	ANA	CPRM	-1.43806	-57.82694	-	Sim	Convencional
14230000	MISSÃO IÇANA	ANA	CPRM	1.07444	-67.59472	-	Sim	Convencional
14380000	MISSÃO MATURACÁ	ANA	CPRM	0.61944	-66.13500	-	Sim	Convencional
14840000	MOURA	ANA	CPRM	-1.45667	-61.63472	-	Sim	Convencional/Telemétrica
15670000	NOVA ESPERANÇA	ANA	CONSTRUFAM	-6.35917	-61.76611	-	Sim	Convencional
15940000	NOVA OLINDA DO NORTE	ANA	CONSTRUFAM	-3.88472	-59.08972	-	-	Convencional/Telemétrica
14900050	NOVO AIRÃO	ANA	CPRM	-2.62500	-60.93639	-	-	Convencional
16250000	OSÓRIO FONSECA	ANA	CPRM	-3.83333	-58.30361	-	-	Convencional
10200000	PALMEIRAS DO JAVARI	ANA	COHIDRO	-5.13889	-72.81361	Sim	Sim	Convencional/Telemétrica
14300000	PARI CACHOEIRA	ANA	CPRM	0.24944	-69.78500	Sim	Sim	Convencional
13980000	PARICATUBA	ANA	CPRM	-4.40889	-61.89889	-	-	Convencional
14910000	PARICATUBA	ANA	ANA	-3.08111	-60.23333	-	-	Convencional
16350002	PARINTINS	ANA	CPRM	-2.63056	-56.75194	-	-	Convencional/Telemétrica
12240000	PORTO SEGURO	ANA	COHIDRO	-3.33722	-67.49167	Sim	Sim	Convencional/Telemétrica
15042100	PORTO UNIÃO	CPRM	CPRM	-3.19639	-59.09250	-	-	Convencional
14440000	POSTO AJURICABA	ANA	CPRM	0.88417	-62.62194	-	Sim	Convencional/Telemétrica
15830000	PRAINHA VELHA	ANA	CONSTRUFAM	-7.20778	-60.65000	Sim	Sim	Convencional
14010000	QUERARI	ANA	CPRM	1.08194	-69.83944	-	-	Convencional
14941000	RIO CUJEIRAS	ANA	CPRM	-2.66472	-60.32611	-	-	Convencional
15042000	RIO PRETO DA EVA	ANA	CPRM	-2.69889	-59.70361	-	Sim	Convencional
16010000	RIO URUBU	ANA	CPRM	-2.66250	-59.35889	-	Sim	Convencional
14250000	SÃO FELIPE	ANA	CPRM	0.37167	-67.31278	-	Sim	Convencional
14320001	SÃO GABRIEL DA CACHOEIRA	ANA	CPRM	-0.13611	-67.08472	-	-	Convencional
14215000	SÃO JOAQUIM	ANA	CPRM	1.71639	-69.38444	-	Sim	Convencional
11400000	SÃO PAULO DE OLIVENÇA	ANA	COHIDRO	-3.45694	-68.91194	Sim	Sim	Convencional/Telemétrica
14452000	SAMAUMA	ANA	CPRM	-0.36667	-62.77444	-	-	Convencional/Telemétrica
13150004	SANTA LUZIA DO BANANAL	CPRM	CPRM	-4.08472	-63.10083	-	-	Convencional
10300000	SANTA MARIA/FLORES	ANA	COHIDRO	-4.53972	-71.40028	-	Sim	Convencional
15910000	SANTARÉM SUCUNDURI	ANA	CONSTRUFAM	-6.79556	-59.04222	Sim	Sim	Convencional/Telemétrica
11500000	SANTO ANTÔNIO DO IÇÁ	ANA	COHIDRO	-3.10167	-67.93556	Sim	Sim	Convencional/Telemétrica
12700000	SANTOS DUMONT	ANA	COHIDRO	-6.44028	-68.24611	-	Sim	Convencional/Telemétrica
13410000	SERINGAL DA CARIDADE	ANA	CPRM	-9.04389	-68.57722	Sim	Sim	Convencional
13750000	SERINGAL FORTALEZA	ANA	CONSTRUFAM	-7.71556	-66.99972	Sim	Sim	Convencional
13100000	SERINGAL MOREIRA	ANA	COHIDRO	-5.10917	-63.98472	-	Sim	Convencional/Telemétrica
12540000	SERINGAL SANTO AMARO	ANA	CONSTRUFAM	-7.26667	-70.98333	-	Sim	Convencional/Telemétrica
14876000	SERINGALZINHO	ANA	CPRM	-1.83194	-61.59944	-	-	Convencional
14420000	SERRINHA	ANA	CPRM	-0.48194	-64.82889	Sim	Sim	Convencional
10100000	TABATINGA	ANA	COHIDRO	-4.23472	-69.94472	-	-	Convencional/Telemétrica
12180000	TANIBUCA	ANA	COHIDRO	-4.74500	-68.13528	-	Sim	Convencional
14400000	TAPURUQUARA	ANA	CPRM	-0.42028	-65.01528	-	-	Convencional/Telemétrica
14280001	TARAQUÁ	ANA	CPRM	0.13028	-68.53861	Sim	Sim	Convencional/Telemétrica
14911000	TATU PARICATUBA	CPRM	CPRM	-3.05944	-60.26528	-	-	Convencional
12900001	TEFÉ - MISSÕES	ANA	COHIDRO	-3.37583	-64.65472	-	-	Convencional/Telemétrica
12900002	TEFÉ - MISSÕES-TELEMÉTRICA	ANA	CPRM	-3.37583	-64.65472	-	-	Convencional/Telemétrica
11200000	TERESINA	ANA	COHIDRO	-4.35778	-69.73361	Sim	Sim	Convencional
14325000	TUMBIRA	ANA	CPRM	-0.34444	-67.53583	-	Sim	Convencional
14260000	UARAÇU	ANA	CPRM	0.47694	-69.12806	-	Sim	Convencional
16070980	UHE BALBINA BARRAMENTO	AMAZONAS	AMAZONAS	-1.91667	-59.46667	-	-	Convencional/Telemétrica
16090000	UHE BALBINA JUSANTE	AMAZONAS	AMAZONAS	-1.95000	-59.46667	-	-	Convencional/Telemétrica
16062000	UHE BALBINA UATUMAN	AMAZONAS	AMAZONAS	-1.21694	-60.23444	-	-	Convencional/Telemétrica
16020000	UHE PITINGA BARRAMENTO	TABOCA	TABOCA	-0.86583	-59.60472	-	Sim	Convencional/Telemétrica
16020100	UHE PITINGA JUSANTE	TABOCA	TABOCA	-0.86611	-59.60111	Sim	Sim	Convencional/Telemétrica
16018000	UHE PITINGA MONTANTE	TABOCA	TABOCA	-0.58500	-59.77611	Sim	-	Convencional/Telemétrica
16019000	UHE PITINGA SERRA	TABOCA	TABOCA	-0.59556	-59.77722	-	-	Convencional/Telemétrica
15629000	UHE SANTO ANTÔNIO HUMAITÁ	STO. ANTÔNIO	STO. ANTÔNIO	-7.50528	-63.02111	Sim	-	Convencional/Telemétrica
14855000	UMANAPANA	ANA	CPRM	-1.88694	-62.46361	-	-	Convencional
15960000	URUCURITUBA DO MADEIRA	ANA	CPRM	-3.54667	-58.92444	-	-	Convencional
13710001	VALPARAÍSO - MONTANTE	ANA	CONSTRUFAM	-8.65333	-67.37500	-	Sim	Convencional/Telemétrica
12845000	VILA BITTENCOURT	ANA	COHIDRO	-1.39472	-69.42833	-	Sim	Convencional/Telemétrica
14428000	VILA CONCEIÇÃO - MONTANTE	ANA	CPRM	0.22750	-63.98833	-	Sim	Convencional/Telemétrica

Anexo 3: Modelo de Grandes Bacias (MGB)

Esta nota técnica tem como intuito apresentar uma sucinta descrição de uma modelagem genérica desenvolvida no MGB-IPH, de forma a elucidar sobre as principais ferramentas e etapas de utilização do modelo, utilizado para a avaliação de disponibilidade e tendências deste estudo. Mais informações acerca do modelo podem ser encontradas nos artigos citados durante o texto e nos manuais do programa, disponibilizados em no portal do HGE (<https://www.ufrgs.br/hge/>).

A primeira versão do MGB foi lançada em 2001 (Collischonn, 2001)⁶¹. Deste então o modelo vem sendo aprimorado e recebendo novas aplicações.

De forma geral, o MGB é um modelo matemático que representa o funcionamento hidrológico de uma bacia. Particularmente, o modelo realiza a transformação de chuva em vazão e a propagação da vazão ao longo dos rios. Em relação à variação espacial, o MGB é um modelo distribuído, por apresentar a variação das características físicas e dos dados climáticos ao longo da bacia. Já em relação à representatividade, pode ser considerado tanto físico quanto conceitual, em razão de parte dos processos serem bem descritos por equações matemáticas e outra parte utiliza relações matemáticas que necessitam calibração.

O modelo é estruturado em três partes principais:

1. Discretização do modelo (unidades de resposta hidrológica);
2. Simulação dos processos hidrológicos e geração de escoamento (parte conceitual do modelo);
3. Propagação da vazão nos rios (modelagem hidráulica, baseada fisicamente)

Discretização do modelo

Primeiramente é feita uma etapa de discretização, no qual será feita a delimitação da bacia, das sub-bacias e das minibacias através de um MDE. A bacia é delimitada no ponto de exutório de interesse, as sub-bacias são delimitadas em função de características físicas ou da existência de postos fluviométricos e, por fim, para cada trecho de drenagem será delimitada uma minibacia. As minibacias são divididas em blocos ou URH, que consiste em uma combinação de uso e tipo de solo.

Os quatro níveis de discretização são descritos abaixo e ilustrados na Figura 11.1.

1º Nível: Bacia

Área de interesse baseada em um exutório específico, como, por exemplo, a Bacia Amazônica.

2º - Nível: Sub-bacia:

O critério para determinação das sub-bacias pode ser pela representação física ou pela existência de dados de vazão, para a calibração. O mais indicado é a delimitação em áreas homogêneas quanto ao tipo de solo, ocupação e até topografia, para separação de áreas mais declivosas de regiões mais planas. No caso do modelo de Paiva et al. (2013), a delimitação das sub-bacias foi realizada nos locais com dados de vazão para a calibração do modelo.

3º - Nível: Mini bacia:

Leva em conta a variabilidade espacial dos dados de entrada forçados ao modelo (precipitação e clima) e a geometria hidráulica dos trechos de rio (inclinação, comprimento, largura e profundidade) baseados nos processamentos do MDE.

4º - Nível: URH – Unidade de Resposta Hidrológica:

⁶¹COLLISCHONN, W. (2001). Simulação Hidrológica de Grandes Bacias. 2001. Tese. Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2001.

Se refere à heterogeneidade espacial das características da paisagem em uma única mini bacia, combinando as informações de uso do solo e tipo de solo.

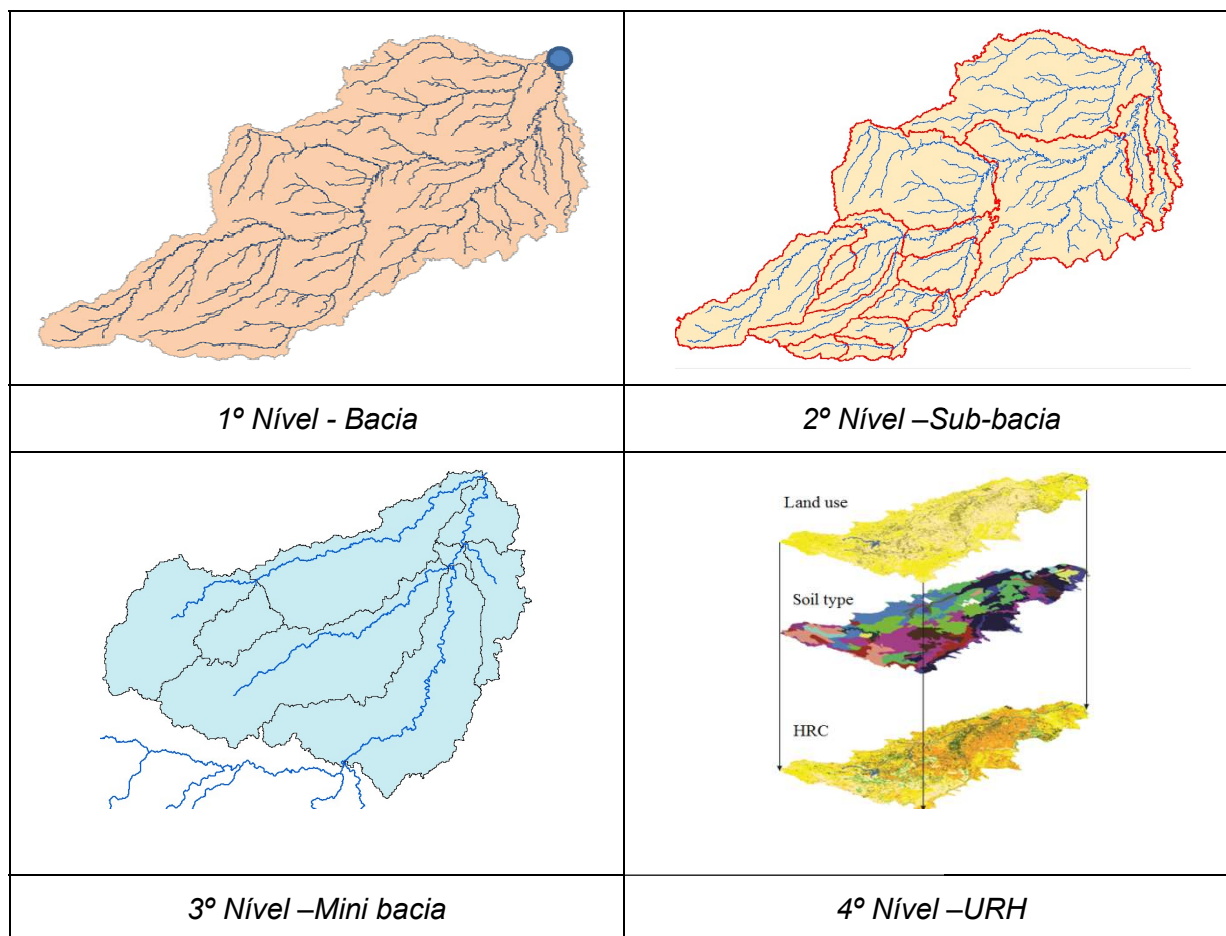


Figura 11.1. Ilustração dos níveis de discretização do MGB

Simulação dos Processos Hidrológicos e Geração de Escoamento

Em cada URH, ocorre o balanço hídrico e o volume de escoamento é armazenado em reservatórios lineares nas mini bacias, para representar os efeitos de atenuação e retardo da vazão.

Para o cálculo do balanço são inseridos os dados de chuva, provenientes de diferentes bases (postos pluviométricos, satélite...), os dados climáticos e os parâmetros de solo e de vegetação.

a) Balanço Hídrico: realizado em cada URH de cada mini bacia, o cálculo do balanço é baseado em três mecanismos (Figura 11.2):

- **Interceptação:** baseada no Índice de Área Foliar (IAF);
- **Evapotranspiração:** utiliza a equação de Penman-Monteith;
- **Geração de escoamento:** relações matemáticas de acordo com a quantidade de água disponível no solo:
 - Escoamento superficial (D_{sup}): escoamento rápido baseado no Modelo de Arno;
 - Escoamento sub-superficial (D_{int}): escoamento intermediário, que utiliza uma função não linear baseada na Equação de Brooks-Corey;
 - Escoamento subterrâneo (D_{bas}): escoamento lento que utiliza uma equação linear;

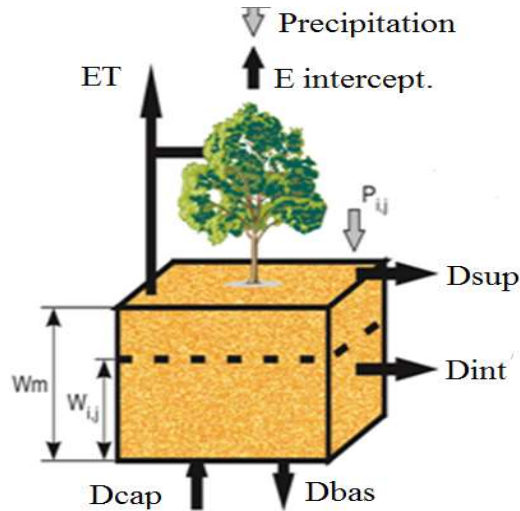


Figura 11.2. Representação do Balanço Hídrico nas URH

a) Propagação da vazão nas bacias:

Conforme mencionado, o MGB representa os efeitos de atenuação e retardo na vazão. Assim, o escoamento computado no balanço hídrico (D_{sup} , D_{int} e D_{bas}) passa por um reservatório linear antes de chegar ao rio. A vazão no rio é produzida utilizando uma relação entre a água armazenada nos reservatórios e um parâmetro de tempo de residência (Figura 11.3).

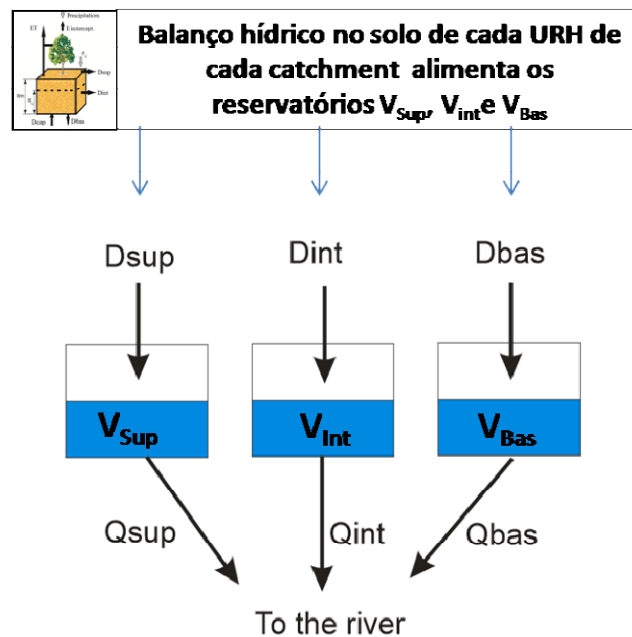


Figura 11.3. Representação da geração e propagação de vazão nas bacias

Propagação da vazão nos rios:

Do reservatório, a vazão gerada nos reservatórios lineares é somada com a vazão proveniente da mini bacia à montante e então é propagada pelo rio através de um método de propagação.

Originalmente, o método utilizado no MGB consistia em uma simplificação cinemática das Equações de Saint-Venant 1D, o Método de Muskingum-Cunge. Atualmente, o modelo possibilita também a utilização de um módulo que consiste na utilização método inercial com

atenuação nas planícies de inundação, pelo qual somente o termo de aceleração advectiva é ignorado das Equações de Saint-Venant 1D (Pontes et al., 2015)⁶².

Em uma abordagem mais sofisticada, Paiva et al. (2011) desenvolveu o módulo hidrodinâmico do MGB, utilizando as Equações completas de Saint-Venant 1D com armazenamento na planície. Um resumo das equações mencionadas é apresentado na Figura 11.4.

	<i>Equação da Continuidade</i>	<i>Equação da Quantidade de Movimento</i>
<i>Muskingum-Cunge</i>	$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$	$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(Q^2/A)}{\partial x} + gA \frac{\partial h}{\partial x} = gAS_0 - gAS_f$
<i>Modelo Inercial</i>	$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$	$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(Q^2/A)}{\partial x} + gA \frac{\partial h}{\partial x} = gAS_0 - gAS_f$
<i>Equações completas de Saint-Venant 1D</i>	$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q$	$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial h}{\partial x} = gAS_0 - gAS_f$
<i>Modelo simples de armazenamento na planície</i>	$q_{fl} = \frac{A_{fl}(z)}{dx} \frac{\partial z}{\partial t} = L \frac{\partial z}{\partial t}$	

Figura 11.4. Esquema geral de equações utilizadas para propagação no MGB

Por fim, a Figura 11.5 apresenta o esquema geral das etapas aqui descritas, a partir do balanço hídrico nas URH até a série de vazão simulada de saída nas mini bacias.

Salienta-se que ao longo do processo modelagem, ainda existem a etapa de calibração dos parâmetros e validação do modelo, conforme os critérios em questão, que estão detalhadas nos manuais do MGB.

Agradecemos ao Grupo de Pesquisa de Hidrologia de Grande Escala (HGE) do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul pelo fornecimento do material que foi utilizado para embasar este item proveniente de um curso do MGB ministrado em 2016.

⁶²PONTES, P.R.M.; COLLISCHONN, W.; FAN, F.M.; PAIVA, R.C.D.; BUARQUE, D.C. Modelagem hidrológica e hidráulica de grande escala com propagação inercial de vazões. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, vol. 20, n. 4. 2015.

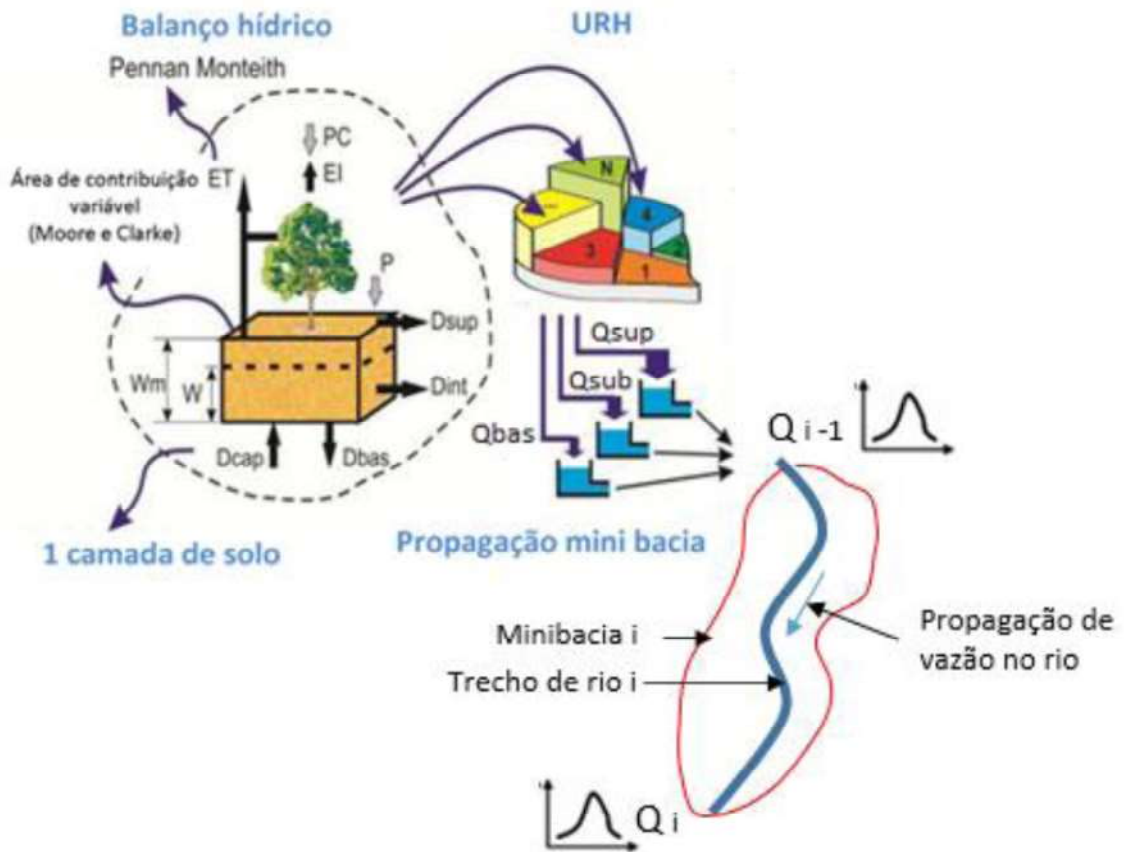


Figura 11.5. Esquema geral de simulação do MGB. Fonte: Lopes, 2017⁶³

⁶³LOPES, V. A. R. Modelagem hidrológica e hidrodinâmica integrada de bacias e sistemas lagunares com influência do vento. 2017. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2017.

Anexo 4: Modelo de Autodepuração em Rios

Esta nota técnica tem como intuito apresentar uma sucinta descrição de uma modelagem de autodepuração em rios realizada em alguns rios do estado do Amazonas. Basicamente, para o cálculo do IPO (Indicador de Poluição Orgânica), foi aplicada uma equação simples de mistura, utilizada para definir a DBO da mistura (rio + efluente orgânico). Contudo, como os rios principais possuem vazões de referência (Q_{95}) elevadas, quando comparadas com as vazões do efluente de esgoto, observou-se que não é necessário, na maioria dos casos, realizar estudos de autodepuração, pois logo após a mistura a concentração de DBO retorna à concentração de DBO natural do rio.

Assim, os cálculos de autodepuração foram realizados nos trechos de rio que apresentaram IPO superior a 0,5, ou seja, com classificação inferior a ótimo, buscando-se calcular os valores de IPO dos trechos subsequentes até que se encontre um valor inferior a 0,5 (IPO ótimo). Para tanto, foi utilizada a modelagem clássica do oxigênio dissolvido desenvolvida por Streeter e Phelps (1925). A estrutura do modelo e parâmetros foram utilizados conforme apresentado em Sperling (2014)⁶⁴ e reproduzido resumidamente a seguir. As equações apresentadas e referenciadas em outras fontes foram todas obtidas de Sperling (2014).

A escolha por esse modelo foi feita devido a sua simplicidade conceitual e, principalmente, devido a menor necessidade de parâmetros e dados de entrada.

Discretização do modelo

O principal efeito ecológico da poluição orgânica em um curso d'água é o decréscimo dos teores de oxigênio dissolvido (OD), associado à Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). O modelo utilizado permite calcular os valores de DBO e OD ao longo de um trecho de rio, considerando-se regime permanente uniforme. Dessa forma, os trechos de cálculo foram definidos partindo dos municípios, que concentram certa quantidade de matéria orgânica, e entre chegadas de efluentes no rio analisado.

Os dados de entrada no modelo são:

- Vazão do rio;
- Vazão do afluente;
- DBO_5 do rio;
- DBO_5 do afluente;
- OD do rio;
- OD do afluente;
- Distância do trecho;
- Velocidade;
- Profundidade;
- Altitude;
- Temperatura.

Estes dados foram obtidos a partir dos resultados da modelagem no MGB, com exceção da temperatura, que se utilizou uma temperatura média para a água igual a 22°C.

Um dado adicional necessário é a concentração do OD de saturação, a qual foi obtida a partir a altitude e da temperatura (T). Para tanto, utilizou-se a equação de Popel (1979) para o cálculo do OD de saturação (C_s) corrigida em função da altitude por Qasim (1985).

$$C_s = (14,652 - 4,1022 \times 10^{-1} \cdot T + 7,9910 \times 10^{-3} \cdot T^2 - 7,7774 \times 10^{-5} \cdot T^3) \cdot \left(1 - \frac{\text{Altitude}}{9450}\right)$$

⁶⁴ VON SPERLING, M. *Estudos e modelagem da qualidade da água de rios*. 2ª Ed. – Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014.

Coeficientes da Cinética de Desoxigenação

O **coeficiente de desoxigenação (K1)** depende das características da matéria orgânica, da temperatura e da presença de substâncias inibidoras. Considerando-se que os cursos d'água receptores de efluentes possuem águas limpas, definiu-se $K1 = 0,08 \text{ dia}^{-1}$. Após, esse valor foi corrigido pela temperatura, chegando-se a um valor final de $K1 = 0,088 \text{ dia}^{-1}$.

O **coeficiente de remoção de DBO efetiva no rio (Kd)** é um coeficiente que, de forma geral, é superior ao coeficiente de desoxigenação (K1) encontrado em laboratório. Neste trabalho, utilizou-se uma equação para a definição de Kd a partir da vazão, ajustada para valores de profundidades entre 0,3 e 10 m e de vazão entre 0,15 e 250 m³/s, a qual é apresentada a seguir (Thomann e Muller, 1987).

$$Kd = 1,80 \times Q^{-0,49}$$

Coeficiente da Cinética de Reaeração

O **coeficiente de reaeração (K2)** foi definido a partir das características hidráulicas dos corpos hídricos, utilizando-se a equação de Churchill et al. (1962), apresentada a seguir:

$$K2 = 5,0 \times V^{0,97} \times H^{-1,67}$$

Sendo V a velocidade (m/s) e H a profundidade (m). Considerou-se como limite inferior o valor de 0,23 dia⁻¹, sendo este um valor típico de rios vagarosos, obtido de Sperling (2014).

Dados de Saída

Como dados de saída do modelo para a mistura, têm-se:

- Vazão total da mistura ($Qt = Qr + Qe$);
- OD da mistura (Co);
- DBO₅ da mistura (DBO_0);
- Constante de transformação da DBO₅ para DBO última (KT);
- DBO última da mistura (Lo).

Tanto o OD quanto a DBO₅ da mistura são calculados por uma equação simples de mistura, da forma:

$$Co = \frac{Qr \cdot OD_r + Qe \cdot OD_e}{Qr + Qe}$$

Sendo Co a concentração inicial de oxigênio logo após a mistura, Qr a vazão do rio a montante do lançamento, Qe a vazão do esgoto ou efluente, OD_r a concentração de oxigênio dissolvido no rio a montante do lançamento e OD_e a concentração de oxigênio dissolvido no efluente (ou esgoto). Este modelo de equação serve tanto para OD quanto para DBO.

A constante de transformação da DBO₅ para DBO última (KT) é calculada em função do coeficiente de desoxigenação (K1) da seguinte forma:

$$KT = \frac{1}{1 - e^{-5.K1}}$$

Com isso, pode-se calcular a DBO última (DBO_U) da seguinte forma:

$$DBO_U = DBO_0 \cdot KT$$

A partir desses dados, pode-se calcular o que acontece ao longo do trecho analisado, em termos de DBO e OD.

Os dados de saída para o trecho são:

- Tempo de percurso (t);
- DBO₅ no final do trecho (DBO_t);
- OD no final do trecho (OD_t);
- OD mínimo no trecho (OD_{mín}).

A DBO₅ no final do trecho (DBO_t) é calculada a partir do tempo de percurso e do coeficiente de remoção de DBO efetiva no rio (Kd), da seguinte forma:

$$DBO_t = L_0 \cdot e^{-Kd \cdot t}$$

Já a concentração de OD no final do trecho (OD_t) é calculada da seguinte forma:

$$OD_t = C_s - \left[\frac{K_d \cdot L_0}{K_2 - K_d} \cdot (e^{-K_d \cdot t} - e^{-K_2 \cdot t}) + (C_s - C_0) \cdot e^{-K_2 \cdot t} \right]$$

Para traçar um perfil de OD e DBO ao longo do trecho analisado, basta aplicar as duas últimas equações apresentadas para diferentes tempos entre 0 e t. Assim, o valor de OD mínimo no trecho (OD_{mín}) será o menor valor encontrado no perfil de OD para o trecho.