Cenários Futuros para os Recursos Hídricos das Bacias nos Horizontes de Planejamento Considerados – Litoral Norte

21001-ETP5-RP5-N-00-01

Elaboração dos Planos de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas Litorâneas da Paraíba

AESA
AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA

Somos todos PARAÍBA
Governo do Estado

água & solo
estudos e projetos

QUADRO DE CODIFICAÇÃO

Código do Documento		21001-ETP5-RP5-N-00-01	
Título		Cenários Futuros para os Recursos Hídricos das Bacias nos Horizontes de Planejamento Considerados	
Aprovação por:		Lawson Francisco de Souza Beltrame	
Data da Aprovação:		28/04/2023	
Controle de Revisões			
Revisão Nº	*Natureza*	*Data*	*Aprovação*
00	Emissão Inicial	13/02/2023	LB
01	Revisão	28/04/2023	LB

EQUIPE DA CONTRATANTE

AESA – AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA

Porfírio Catão Cartaxo Loureiro – Diretor Presidente

Beranger Arnaldo de Araújo – Diretor Executivo de Acompanhamento e Controle

Joacy Mendes Nóbrega – Diretor Executivo Administrativo e Financeiro

Waldemir Fernandes Azevedo – Diretor Executivo de Gestão e Apoio Estratégico

SEIRH – SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA E DOS RECURSOS HÍDRICOS

Deusdete Queiroga Filho – Secretário de Estado da Infraestrutura e dos Recursos Hídricos

Ricardo Simplício Mota – Secretário Executiva da Infraestrutura e dos Recursos Hídricos

GESTOR DO CONTRATO FERH Nº 0011/2021

Beranger Arnaldo de Araújo

Secretária: Maria Itaci Costa Leal

GRUPO DE ACOMPANHAMENTO DA ELABORAÇÃO DO PRHBHL – GET

1. AESA

Titular: Rosa Maria Lins Bonifácio

Suplente: Francisco José de Brito Sousa

2. SEIRH

Titular: Ricardo Simplício Mota

Suplente: Bárbara Meira de Oliveira

3. SEDAP

Titular: Demilson Lemos de Araújo

4. CAGEPA

Titular: Otoniel Pedrosa de Alencar

Suplente: Laudízio da Silva Diniz

5. SUDEMA

Titular: João Carlos de Miranda e Silva

Suplente: Samara Galvão

6. CBH-LN

Titular: Maria Adriana de Freitas Mágero Ribeiro

Suplente: Lucivânia Rangel de Araújo Medeiros

7. CBH-LS

Titular: Maria Edelcides Gondim de Vasconcelos

Suplente: Flávia Dias Suassuna

8. CERH

Titular: José Etham de Lucena Barbosa

Suplente: Ricardo Lavor Cavalcanti

9. CTGI

Titular: Edmundo Coelho Barbosa

Suplente: Leonardo Leite Brasil Montenegro

EQUIPE DA ÁGUA E SOLO ESTUDOS E PROJETOS

EQUIPE CHAVE

COORDENADOR

Lawson Francisco de Souza Beltrame – Eng. Agrônomo – CREA RS010020

ESPECIALISTA EM HIDROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS

Graziela Zim – Engª. Civil – CREA RS104270

ESPECIALISTA EM QUALIDADE DE ÁGUA, TRATAMENTO DE ÁGUA E HIDROBIOLOGIA

Luiz Fernando de Abreu Cybis – Eng. Civil – CREA RS039005

ESPECIALISTA EM HIDROLOGIA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Maurício Dambros Melati – Eng. Ambiental - CREA RS212995

ESPECIALISTA EM AGRONOMIA / AGRÍCOLA

Luiz Alberto Pinto Gondim – Eng. Agrônomo – CREA RS 012906

ESPECIALISTA EM PROGRAMAS, ORÇAMENTOS E CUSTOS

Mateus Michelini Beltrame – Administrador– CRA RS028948/O

ESPECIALISTA EM SOCIOECONOMIA

Tânia Maria Zanette – Cientista Política e Economista - CORECON RS2636

ESPECIALISTA EM TI E SIG

Elisa de Mello Kich – Engª. Ambiental - CREA RS211253

GERENTE DO CONTRATO

Bernardo Visnievski Zacouteguy – Eng. Ambiental – CREA RS237714

EQUIPE DE APOIO

Luis Carlos Brusa - Eng. Civil / Sanitarista - CPF 677.137.930-20

Nadia Fumaco Caldeira – Bióloga - CRBio 45775-03

Elda Julice Korpalski Morais Ramos - Geógrafa - CREA RS185303

Elis Gardênia dos Santos - Mobilizadora Social - CPF: 556.875.805-06

Magda Isabel Pinto Niederauer - Auxiliar Administrativa - OAB 109499

EQUIPE COMPLEMENTAR

Marina Refatti Fagundes – Doutoranda em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental

Bruno Henrique Abatti – Doutorando em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental

Fernando Setembrino Meirelles – Doutor em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental

Iara dos Santos Medeiros – Mestre em Ecologia e Monitoramento Ambiental

Élvio Giasson – Doutor em Ciências do Solo

Isaac Queiroz – Mestre em Geologia

Laís Helena Mazzali – Engª. Ambiental

Larissa da Silva Soares –Engª Ambiental

Luana Gabriele Gomes Camelo – Engª Ambiental

Heloísa Franke - Graduanda em Eng. Ambiental

Luiza Vivian Santos – Graduanda em Eng. Ambiental

Lucas Ronzoni Calviera – Graduando em Eng. Ambiental

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 21

2 ANÁLISE DAS CONDIÇÕES ATUAIS REVELADAS PELO DIAGNÓSTICO 23

2.1 Bacia Hidrográfica do rio Camaratuba 23

2.2 Bacia Hidrográfica do rio Mamanguape 29

2.3 Bacia Hidrográfica do rio Miriri 36

2.4 Principais conflitos identificados nas Bacias do Litoral Norte 42

3 CENÁRIOS ALTERNATIVOS DAS DEMANDAS HÍDRICAS 44

3.1 Os Cenários Econômicos Mundiais 45

3.1.1 Crescimento do setor industrial no Brasil 49

3.1.2 Crescimento da população 52

3.1.3 Crescimento do setor primário 54

3.2 Os Cenários do Plano Nacional de Recursos Hídricos 58

3.3 Os Cenários do Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba 60

3.4 Os Cenários do Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte 62

4 ESTIMATIVA DAS DEMANDAS E DISPONIBILIDADES DOS CENÁRIOS ALTERNATIVOS 71

4.1 Disponibilidades Hídricas por Sub-bacia Hidrográfica 74

4.2 Demandas Hídricas por Sub-bacia Hidrográfica 86

4.2.1 Consumo Humano Urbano e Rural 86

4.2.2 Indústria 90

4.2.3 Mineração 94

4.2.4 Dessedentação Animal 95

4.2.5 Agricultura Irrigada 97

4.2.6 Síntese das Demandas Hídricas por Sub-bacia Hidrográfica 99

4.3 Balanço Hídrico por Sub-bacia Hidrográfica 105

5 ALTERNATIVAS DE COMPATIBILIZAÇÃO DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS 113

5.1 Identificação de Alternativas de Incremento das Disponibilidades Quantitativas 113

5.1.1 Reuso para Fins não Potáveis 116

5.1.2 Reuso para Fins Potáveis 118

5.1.3 Reuso para Fins de Manutenção de Habitats Naturais 119

5.1.4 Reuso na Recarga de Aquífero 120

5.2 Alternativas de Atuação sobre as Demandas 122

5.3 Estimativa das Cargas Poluidoras por Cenário 124

5.3.1 Esgoto Doméstico Urbano 125

5.3.2 Efluentes da Criação Animal 131

5.3.3 Irrigação 136

5.3.4 Drenagem Urbana 139

5.3.5 Resíduos Sólidos 143

5.3.6 Indústria 145

5.3.7 Síntese da Avaliação das Carga Poluidoras das Sub-bacias Hidrográficas 149

6 DEFINIÇÃO DO CENÁRIO DE REFERÊNCIA "A BACIA QUE QUEREMOS" 158

6.1 Oficina de Mobilização 158

6.1.1 Introdução e Justificativa 158

6.1.2 Metodologia 162

6.1.3 Resultados 168

6.1.4 Consolidação da pós-análise 193

6.2 Cenário Escolhido 204

6.3 Articulação e compatibilização dos interesses internos e externos às bacias 208

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 210

APÊNDICE A – DEMANDAS E DISPONIBILIDADES HÍDRICAS POR SUB-BACIA HIDROGRÁFICA 217

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1 - Diagrama Unifiliar representativo das principais captações e lançamento existentes na bacia do rio Camaratuba. 28
Figura 2.2 - Diagrama Unifiliar representativo das principais captações e lançamento existentes na bacia do rio Mamanguape 35
Figura 2.3 - - Diagrama Unifiliar representativo das principais captações e lançamento existentes na bacia do rio Miriri. 41
Figura 3.1 - Porcentagem de países com crescimento negativo do Produto Interno Bruto (PIB) *per capita* de 1901 a outubro de 2021. 45
Figura 3.2 - Porcentagem do PIB utilizado como resposta fiscal à Covid-19. 46
Figura 3.3 - Projeção para o crescimento do PIB brasileiro em 2022. 47
Figura 3.4 - Desempenho da indústria brasileira entre 2010 e 2022 com dados do IPEA. 49
Figura 3.5 - Desempenho da economia cearense após a pandemia. 50
Figura 3.6 - Projeção da população total com base no IBGE. 53
Figura 3.7 - Produção de pescado (kg/ano) nas BHLN. 56
Figura 3.8 - Produção de pescado (kg/ano) nas BHLS. 56
Figura 3.9 - Evolução da produção de pescado (kg/ano) na Paraíba e nas BHLN e BHLS. 57
Figura 3.10 - Crescimento relativo das bacias litorâneas em relação à produção estadual. 57
Figura 3.11 - Comparação entre os cenários definidos no PNRH, no PERH-PB e no presente Plano. 62
Figura 4.1 – Mapa de localização das sub-bacias das BHLN. 73
Figura 4.2 – Distribuição das nascentes nas sub-bacias do Litoral Norte. 77
Figura 4.3 - Mapa da Capacidade Específica Interpolado através dos poços do SIAGAS para as bacias do Litoral Norte. 80
Figura 4.4 – Disponibilidade Hídricas Superficial (em L/s) das sub-bacias do Litoral Norte. 85
Figura 4.5 – Demanda Hídrica para abastecimento humano urbano (L/s) nas bacias do Litoral Norte. 88
Figura 4.6 - Demanda Hídrica para abasctecimento humano rural (L/s) nas bacias do Litoral Norte. 90
Figura 4.7 – Demanda Hídrica para indústria de transformação (L/s) nas bacias do Litoral Norte. 93
Figura 4.8 - Demanda Hídrica para mineração (L/s) nas bacias do Litoral Norte. 95
Figura 4.9 - Demanda Hídrica para dessedentação animal (L/s) nas bacias do Litoral Norte. 97

Figura 4.10 - Demanda Hídrica para agricultura (L/s) nas bacias do Litoral Norte. 99
Figura 4.11 - Demanda Hídrica Total (L/s) nas bacias do Litoral Norte 101
Figura 4.12 - Distribuição das demandas hídricas nas sub-bacias do Litoral Norte. 102
Figura 4.13 – Demandas vs Disponibilidades Hídrcas por Sub-bacia Hidrográfica nas BHLN – Cenário Tendencial. 109
Figura 4.14 - Demandas vs Disponibilidades Hídricas por Sub-bacia Hidrográfica nas BHLN considerando as vazões de retorno – Cenário Tendencial. 110
Figura 5.1 - Esquema de poço de infiltração na zona vadosa 121
Figura 5.2 - Carga poluidora de DBO por bacia hidrográfica e cenários para esgoto doméstico urbano. 130
Figura 5.3 - Carga poluidora de DBO por bacia hidrográfica e cenários para esgoto doméstico urbano. 130
Figura 5.4 - Carga poluidora de COLIFORMES por bacia hidrográfica e cenários para esgoto doméstico urbano 130
Figura 5.5 – Carga poluidora de DBO por bacia hidrográfica e cenários para eflentes da criação animal. 135
Figura 5.6 – Carga poluidora de COLIFORMES por bacia hidrográfica e cenários para efluentes da criação animal. 136
Figura 5.7 - Carga total de Fósforo (ton/ano) nas BHLN, nos três cenários considerados para irrigação. 138
Figura 5.8 - Carga poluidora de DBO (ton/ano) nas BHLN, nos três cenários considerados para drenagem urbana. 142
Figura 5.9 - Carga poluidora de FÓSFORO por bacia hidrográfica e cenários para drenagem urbana. 142
Figura 5.10 – Carga de DBO remanescente (ton/ano) nas BHLN, nos três cenários considerados para resíduos sólidos. 145
Figura 5.11 - Carga poluidora de DBO por bacia hidrográfica e cenários para efluentes da indústria. 149
Figura 5.12 - Carga poluidora de FÓSFORO por bacia hidrográfica e cenários para efluentes da indústria. 149
Figura 5.13 – Carga de DBO remanescente (ton/ano) nas sub-bacias do Litoral Norte oriunda das fontes de poluição considerada – CENÁRIO TENDENCIAL. 152

Figura 5.14 - Carga de FÓSFORO remanescente (ton/ano) nas sub-bacias do Litoral Norte oriunda das fontes de poluição considerada – CENÁRIO TENDENCIAL. 153
Figura 5.15 - Carga de COLIFORMES remanescente (ton/ano) nas sub-bacias do Litoral Norte oriunda das fontes de poluição considerada – CENÁRIO TENDENCIAL. 154
Figura 6.1 - Exemplo de estratégia e tática. 159
Figura 6.2 - Riscos e fatores de sucesso das estratégias e das táticas..... 161
Figura 6.3 - Árvore dos Problemas..... 162
Figura 6.4 - Árvore dos Problemas das BHLN. 163
Figura 6.5 - Descrição do mapa de influência e dependência. 168
Figura 6.6 - Mapa de Influência e Dependência do Grupo 1. 169
Figura 6.7 - Gráfico de Influência Direta Grupo 1. 170
Figura 6.8 - Mapa de influência e dependência indireta Grupo 1. 171
Figura 6.9 - Gráfico de influência indireta Grupo 1. 171
Figura 6.10 - Mapa de deslocamento de variáveis direta/indireta Grupo 1. 172
Figura 6.11 - Mapa de Influência e Dependência Potencial Grupo 1..... 172
Figura 6.12 - Classificação das variáveis de acordo com a influência direta/indireta Grupo 1. 173
Figura 6.13 - Gráfico de influência potencial Grupo 1..... 173
Figura 6.14 - Mapa de influência e dependência potencial indireta Grupo 1..... 174
Figura 6.15 - Mapa de Influência e Dependência do Grupo 2. 175
Figura 6.16 - Gráfico de Influência Direta Grupo 2. 176
Figura 6.17 - Mapa de influência e dependência indireta Grupo 2. 176
Figura 6.18 - Gráfico de influência indireta Grupo 2. 177
Figura 6.19 - Mapa de deslocamento de variáveis direta/indireta Grupo 2. 177
Figura 6.20 - Classificação das variáveis de acordo com a influência direta/indireta Grupo 2. 178
Figura 6.21 - Mapa de influência e dependência potencial Grupo 2. 178
Figura 6.22 - Gráfico de influência potencial Grupo 2..... 179
Figura 6.23 - Mapa de influência e dependência potencial indireta Grupo 2..... 179
Figura 6.24 - Gráfico de influência potencial indireta - Grupo 2 180
Figura 6.25 - Mapa de influência e dependência direta Grupo 3 181
Figura 6.26 - Gráfico de influência direta Grupo 3. 182
Figura 6.27 - Mapa de influência e dependência indireta Grupo 3. 182

Figura 6.28 - Gráfico de influência indireta Grupo 3. 183
Figura 6.29 - Mapa de deslocamento de variáveis direta/indireta Grupo 3. 183
Figura 6.30 - Classificação das variáveis de acordo com a influência direta/indireta Grupo 3. 184
Figura 6.31 - Mapa de influência e dependência potencial Grupo 3. 184
Figura 6.32 - Gráfico de influência potencial Grupo 3. 185
Figura 6.33 - Mapa de influência e dependência potencial indireta Grupo 3. 185
Figura 6.34 - Gráfico de influência potencial indireta Grupo 3. 186
Figura 6.35 - Mapa de influência e dependência direta Grupo 4. 187
Figura 6.36 - Gráfico de influência direta Grupo 4. 188
Figura 6.37 - Mapa de influência e dependência indireta Grupo 4. 188
Figura 6.38 - Gráfico de influência indireta Grupo 4. 189
Figura 6.39 - Mapa de deslocamento de variáveis direta/indireta Grupo 4. 190
Figura 6.40 - Classificação das variáveis de acordo com a influência direta/indireta Grupo 4. 190
Figura 6.41 - Mapa de influência e dependência direta Grupo 4 191
Figura 6.42 - Gráfico de influência potencial Grupo 4. 191
Figura 6.43 - Mapa de influência e dependência indireta do Grupo 4. 192
Figura 6.44 - Gráfico da influência potencial indireta Grupo 4. 192
Figura 6.45 - Gráfico da influência direta da Moda das respostas. 194
Figura 6.46 - Mapa de dependência e influência direta da Moda das respostas. 194
Figura 6.47 - Mapa de deslocamento direto/indireto da Moda das respostas. 195
Figura 6.48 - Mapa da influência e dependência indiretas da Moda das respostas. 195
Figura 6.49 - Gráfico da influência indireta da Moda das repostas 196
Figura 6.50 - Classificação das variáveis pela influência - Moda das respostas. 196
Figura 6.51 - Mapa de influência e dependência potencial direta da Moda das respostas. 197
Figura 6.52 - Gráfico da influência potencial direta da Moda das respostas 198
Figura 6.53 - Mapa da influência e dependência potencial indireta da Moda das respostas. 198
Figura 6.54 - Gráfico da influência potencial indireta da Moda das respostas. 199
Figura 6.55 - Mapa da influência e dependência direta da Média das respostas. 200
Figura 6.56 - Gráfico da influência direta da Média das respostas. 200
Figura 6.57 - Mapa de deslocamento direto/indireto da Média das respostas. 201
Figura 6.58 - Mapa da influência e dependência indireta da Média das respostas 201

Figura 6.59 - Classificação das variáveis pela influência - Média das respostas. 202
Figura 6.60 - Gráfico da influência indireta da Média das respostas. 202
Figura 6.61 - Mapa de influência e dependência potencial direta da Média das respostas. ... 203
Figura 6.62 - Gráfico da influência potencial direta da Média das respostas 203
Figura 6.63 - Mapa de influência e dependência potencial indireta da Média das respostas. 204
Figura 6.64 - Gráfico da influência potencial indireta da Média das respostas 204

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.1 - Crescimento do PIB brasileiro (%) entre 2017 e 2022.....47
Tabela 3.2 - Crescimento real do Produto Interno Bruto (Fundo Monetário).....48
Tabela 3.3 - Taxas de crescimento da população estimada por período. 53
Tabela 3.4 – Número de estabelecimentos aquícolas por município da Paraíba.....54
Tabela 3.5 – Área e vazão para a aquicultura nas bacias litorâneas.....58
Tabela 3.6 – Demandas Hídricas (L/s) por uso consuntivo nas Bacias do Litoral Norte.....61
Tabela 3.7 - Cenários e premissas para estimativas das disponibilidades hídricas futuras.....63
Tabela 3.8 - Cenários e premissas para estimativas das demandas hídricas futuras. 68
Tabela 4.1 – Principais trechos de rio e suas respectivas extensões por sub-bacia.....71
Tabela 4.2 – Valores de evapotranspiração potencial (mm) nos diferentes cenários de mudanças climáticas para a estação INMET de João Pessoa (82798). 74
Tabela 4.3 - Valores de evapotranspiração potencial (mm) nos diferentes cenários de mudanças climáticas para a estação INMET de Areia (82696).....75
Tabela 4.4 - Valores de evapotranspiração potencial (mm) nos diferentes cenários de mudanças climáticas para a estação INMET de Campina Grande (82795). 75
Tabela 4.5 - Incremento da disponibilidade hídrica considerando os cenários de recuperação e degradação das nascentes (em L/s).....76
Tabela 4.6 - Vazões monitoradas, em litros por segundo, em duas nascentes sob uso do solo com mata e com pastagens. 78
Tabela 4.7 - Vazão, em litros por segundo, de três nascentes na bacia do rio da Prata/PB 78
Tabela 4.8 - Valores de Reserva Renovável e Disponibilidade das águas subterrâneas nas BHLN. 82
Tabela 4.9 – Valores de disponibilidade hídrica (Q_{90}) nas sub-bacias do Litoral Norte por cenário e horizonte de planejamento (em L/s).....82
Tabela 4.10 - Valores de disponibilidade hídrica acumulada nas sub-bacias do Litoral Norte por cenário e horizonte de planejamento (em L/s). 83
Tabela 4.11 – Evolução das populações urbanas e rurais dos municípios das BHLN.....86
Tabela 4.12 – Demandas Hídricas (em L/s) para **abastecimento humano urbano** para as sub-bacias do Litoral Norte. 87
Tabela 4.13 - Somatório da demanda hídrica para consumo humano urbano por bacia hidrográfica.....88

Tabela 4.14 – Demandas Hídricas (em L/s) para **abastecimento humano rural** para as sub-bacias do Litoral Norte. 89
Tabela 4.15 - Somatório da demanda hídrica para consumo humano rural por bacia hidrográfica. 90
Tabela 4.16 – Quantidade de indústrias por sub-bacia. 91
Tabela 4.17 – Valores de referência adotados para a estimativa da demanda hídrica das indústrias nas BHLN. 91
Tabela 4.18 - Demandas Hídricas (em L/s) para **indústria** para as sub-bacias do Litoral Norte. 92
Tabela 4.19 - Somatório das demandas hídricas para **indústria** por bacia hidrográfica. 93
Tabela 4.20 – Demandas Hídricas (em L/s) para **mineração** para as sub-bacias do Litoral Norte. 94
Tabela 4.21 - Somatório da demanda hídrica para mineração por bacia hidrográfica. 95
Tabela 4.22 - Demandas Hídricas (em L/s) para **dessedentação animal** para as sub-bacias do Litoral Norte. 95
Tabela 4.23 - Somatório da demanda hídrica para dessedentação animal por bacia hidrográfica. 96
Tabela 4.24 - Demandas Hídricas (em L/s) para **agricultura** para as sub-bacias do Litoral Norte. 97
Tabela 4.25 - Somatório da demanda hídrica para agricultura irrigada por bacia hidrográfica. 98
Tabela 4.26 - Demandas Hídricas Total (em L/s) para as sub-bacias do Litoral Norte. 99
Tabela 4.27 - Somatório das demandas totais por bacia hidrográfica (L/s) 101
Tabela 4.28 – Coeficientes de retorno adotado para os usos consuntivos da água na estimativa do consumo de água nas bacias do Litoral Norte. 103
Tabela 4.29 - Vazão de retorno acumulada para as sub-bacias do Litoral Norte (em L/s). 103
Tabela 4.30 – Vazões de referência (Q_{90} em L/s) resultantes nos exutórios das bacias do Litoral Norte. 106
Tabela 5.1 - Principais Modalidades de Reuso e Aplicações Típicas. 114
Tabela 5.2 - Relação das modalidades de reuso com os níveis de restrição. 115
Tabela 5.3 - Benefícios mais Relevantes Relacionados ao Reuso. 115
Tabela 5.4 - Potenciais Gargalos que devem ser Considerados e/ou Mitigados Quanto ao Reuso. 115

Tabela 5.5 - Vantagens e desvantagens das wetlands construídas 120
Tabela 5.6 – Valores dos índices de atendimento de esgotamento sanitário (% população atendida) para os diferentes cenários adotados e respectivos horizontes. 126
Tabela 5.7 - Cargas potenciais e remanescentes para esgoto doméstico. 128
Tabela 5.8 - Somatório das cargas poluidoras por bacia hidrográfica e cenários para esgoto doméstico urbano 129
Tabela 5.9 - Taxas de contribuição *per capita* para criação animal. 132
Tabela 5.10 - Carga poluidora oriunda de efluentes da criação animal. 133
Tabela 5.11 - Somatório das cargas poluidoras por bacia hidrográfica e cenários para efluentes da criação animal. 134
Tabela 5.12 - **Fósforo (kg/ano)**: cargas potenciais e remanescentes para para efluentes da irrigação. 137
Tabela 5.13 - Somatório das cargas poluidoras por bacia hidrográfica e cenários para irrigação. 138
Tabela 5.14 - **DBO (ton/ano)**: cargas potenciais e remanescentes para drenagem urbana 140
Tabela 5.15 - Somatório das cargas poluidoras por bacia hidrográfica e cenários para drenagem urbana. 141
Tabela 5.16 - Carga poluidora oriunda dos resíduos sólidos. 144
Tabela 5.17 - Somatório das cargas poluidoras por bacia hidrográfica e cenários para resíduos sólidos. 144
Tabela 5.18 - Valores de referência adotados para a estimativa da carga poluidora das indústrias nas BHLN. 146
Tabela 5.19 - Carga poluidora oriunda de efluentes da indústria nas sub-bacias do LN 148
Tabela 5.20 - Somatório das cargas poluidoras por bacia hidrográfica e cenários para indústria. 148
Tabela 5.21 – Somatórios das cargas totais de DBO, fósforo e COLIFORMES para as sub-bacias do Litoral Norte, considerando o cenário Tendencial. 150
Tabela 5.22 – Carga poluidora por fonte de poluição e parâmetro no cenário tendencial de curto prazo. 150
Tabela 6.1 - Diferenças entre estratégias e táticas. 160
Tabela 6.2 - Matriz de Análise Estrutural 166
Tabela 6.3 - Matriz de influência direta do Grupo 1. 169
Tabela 6.4 - Matriz de influência direta do Grupo 2. 174

Tabela 6.5 - Matriz de influência direta Grupo 3. 180
Tabela 6.6 - Matriz de influência direta Grupo 4 186
Tabela 6.7 - Distribuição das variáveis de acordo com a influência na análise indireta 205
Tabela 6.8 - Classificação das variáveis 205

LISTA DE SIGLAS

AESA	Agência Executiva de Gestão de Água da Paraíba
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
APP	Área de Preservação Permanente
CAGEPA	Companhia de Água e Esgotos da Paraíba
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CBH	Comitê de Bacia Hidrográfica
CBH-LN	Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte
CBH-LS	Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
FERH	Fundo Estadual de Recursos Hídricos
FIEP	Federação das Indústrias do Estado da Paraíba
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
GTE	Grupo de Trabalho de acompanhamento de elaboração do Plano
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
MMA	Ministério do Meio Ambiente
PERH-PB	Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba
PERS-PB	Plano Estadual de Resíduos Sólidos da Paraíba
PIB	Produto Interno Bruto
PMSB	Planos Municipais de Saneamento Básico
PNRH	Plano Nacional de Recursos Hídricos
PNRS	Plano Nacional de Resíduos Sólidos
PRHBHL	Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas Litorâneas da Paraíba
RF	Relatórios Finais
RP	Relatórios Parciais
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SAA	Sistemas de Abastecimento de Água
SEIRHMA	Secretaria de Infraestrutura, Recursos Hídricos e Meio Ambiente
SES	Sistema de Esgotamento Sanitário
SIAGAS	Sistema de Informações de Águas Subterrâneas
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SIGEL	Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico
SUDEMA	Superintendência de Administração do Meio Ambiente
UGRH	Unidade de Gestão de Recursos Hídricos
UPH	Unidade de Planejamento Hídrico

APRESENTAÇÃO

A ÁGUA E SOLO ESTUDOS E PROJETOS LTDA (CNPJ: 02.563.448/0001-49) vem apresentar o RP5 – Cenários possíveis para os Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte, em conformidade com o Termo de Contrato FERH nº 0011/2021, firmado entre a empresa, denominada CONTRATADA, e a SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E MEIO AMBIENTE – SEIRHMA (CNPJ: 12.271.681/0001-01), através do seu órgão gestor, a AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA – AESA (CNPJ: 07.529.125/0001-52), doravante denominada AESA ou CONTRATANTE, cujo objeto é a "ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS LITORÂNEAS DA PARAÍBA".

O presente documento apresenta o Cenários possíveis para os Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Litoral Norte, elaborado na Etapa 5 dos PRHBHL. Este produto integra a Fase B do projeto.

1 INTRODUÇÃO

A etapa de cenarização, compatibilização e articulação das bacias concernem à construção de possíveis cenários para disponibilidades e demandas hídricas ao longo do tempo. Estes, por sua vez, objetivam estabelecer um componente estratégico à formulação do PRHBH, fixando objetivos e metas para o plano e, concomitante a isso, abranger diferentes interesses e contingências, compatibilizando a disponibilidade e a demanda existentes.

O presente relatório baseia-se no diagnóstico realizado na etapa antecedente (RP4 – Diagnóstico das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte) e teve como base motriz a realização de uma oficina de mobilização que buscou alinhar os cenários à visão de técnicos e atores vinculados à gestão dos recursos hídricos na Paraíba, de modo que, conjuntamente à expertise técnica da Água e Solo Estudos e Projetos, pudesse ser realizada a identificação da estratégia e das táticas a serem utilizadas no processo de planejamento. Para realização dos cenários, assumiu-se horizontes de planejamento – curto, médio e longo prazo – além de considerar cenários tendenciais, otimistas e pessimistas de demandas e balancear as condições com os planos e políticas já existentes.

A versão inicial do relatório de cenarização foi levada à discussão junto aos membros do GET, CBH-LN e demais atores das bacias, através da segunda Consulta Pública, em que as comunidades das bacias expressaram seu entendimento sobre a cenarização proposta. Após a coleta das contribuições e correções apontadas pelo GET, elaborou-se o relatório de cenarização final apresentado neste documento.

Dentro das atividades do relatório, serão abordados:

- **Análise das condições atuais reveladas pelo diagnóstico**: objetiva retomar os principais pontos levantados na etapa de Diagnóstico do Plano de Recursos Hídricos das Bacias do Litoral Norte da Paraíba, de forma sucinta e objetiva, além da análise crítica daquilo que foi observado;
- **Cenários alternativos das demandas hídricas:** está voltada à visão de futuro em relação às bacias, considerando a conjuntura observada na fase de Diagnóstico e a definição de premissas que caracterizem possíveis cenários futuros;
- **Estimativa das demandas e disponibilidades dos cenários alternativos;**
- **Alternativas de compatibilização das disponibilidades e demandas hídricas:** são comparadas as disponibilidades com as demandas, buscando hipóteses de ampliação das disponibilidades e controle ou racionalização das demandas possíveis;

- **Definição do cenário de referência "a bacia que queremos":** são descritos os resultados da oficina de mobilização e, com base nisso, estabelecido o cenário mais viável técnico, econômico e socialmente justo, além de ser ambientalmente sustentado.

2 ANÁLISE DAS CONDIÇÕES ATUAIS REVELADAS PELO DIAGNÓSTICO

O presente item possui como objetivo retomar as principais conclusões e tendências observadas na etapa anterior FASE A - DIAGNÓSTICO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS "A BACIA QUE TEMOS" do processo de elaboração dos Planos de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas Litorâneas da Paraíba. Os parágrafos seguintes tratam-se de resumos elaborados de forma concisa. Para maiores detalhamentos das informações e análises destacadas sugere-se que sejam consultados os relatórios da FASE A disponibilizados. Os principais pontos referentes a cada bacia são separados conforme os itens. Ao final, no **item 2.4**, são trazidas discussões sobre os principais conflitos pelo uso da água nas três bacias.

2.1 Bacia Hidrográfica do rio Camaratuba

- Caracterização da Bacia

A bacia hidrográfica do rio Camaratuba conta com quatorze municípios inseridos total ou parcialmente na sua área de abrangência, com quatro sedes municipais, sendo elas: Curral de Cima, Duas Estradas, Lagoa de Dentro e Mataraca. Limita-se a leste com o Oceano Atlântico, ao norte com o Estado do Rio Grande do Norte e a oeste e ao sul com a bacia do rio Mamanguape. A bacia possui uma área total de 637,6 km² com declividade média de 10,3%.

Seu principal curso d'água é o rio Camaratuba, que nasce entre os territórios dos municípios de Duas Estradas e Serra da Raiz e desagua na foz entre os municípios de Baía de Traição e Mataraca.

- População

Conforme dados levantados na etapa anterior de Diagnóstico do PRHBHL, estima-se que no ano de 2022, aproximadamente 51,6% da população da bacia do rio Camaratuba seja rural e 48,4% urbana. Para o horizonte de longo prazo do Plano, contados 20 anos futuros, a estimativa é que a população rural da bacia passe a compor 40,4% do total, enquanto a urbana deve representar 59,6%.

Os municípios das bacias hidrográficas do Litoral Norte como um todo registraram no passado e continuam a seguir um processo de urbanização crescente e em trajetória similar ao verificado no país. Processo este associado à crise na produção agropecuária e sua mecanização, fatores que interferem negativamente no número de empregos na zona rural promovendo o êxodo em direção à zona urbana. A tendência é que este movimento continue acontecendo com diminuição ou estagnação da população rural.

- Erosão

As regiões mais frágeis quanto à erosão hídrica laminar são a bacia do Rio Camaratuba e a do Rio Mamanguape. Estas duas regiões apresentam uma quantidade significativa de pontos com graus de erosão potencial altos e muito altos. Na bacia do rio Camaratuba são desenvolvidas atividades agropecuárias e há predominância de solos do tipo Neossolo Quartzarênico Órtico, que apresenta grau de erodibilidade elevado.

A bacia do rio Camaratuba apresenta elevado potencial erosivo principalmente nas cabeceiras existentes na sua porção central. Este potencial erosivo pode acarretar o transporte de sedimentos que seriam depositados nos fundos dos canais da rede drenagem natural existente na bacia.

- Saneamento Básico

A caracterização do Saneamento Básico das BHLN englobou a análise dos sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem urbana dos municípios das bacias. A título de simplificação, os pontos a seguir buscaram focar nas questões do abastecimento de água e coleta e tratamento de esgoto - maiores detalhes constam no item 3.5 Saneamento Básico e Saúde Pública no relatório de Diagnóstico. A principal responsável pelos sistemas de abastecimento e esgotamento sanitário dos municípios da bacia do Litoral Norte é a CAGEPA - Companhia de Água e Esgotos da Paraíba.

O índice de atendimento de água tem como base a população atendida pelo prestador do serviço de abastecimento em uma dada região e a sua respectiva população de referência registrada. Entre os municípios da bacia do Rio Camaratuba, Mataraca e Duas Estradas atendem aproximadamente 100% de sua população total enquanto os piores índices são registrados para Rio Tinto (31,24%), Pedro Régias (39,68%) e Mamanguape (44,77%).

Os índices de atendimento total e urbano da bacia do Camaratuba são respectivamente 66,86% e 89,67% - com exceção do índice de atendimento total, todos os demais são inferiores à média do estado da Paraíba (92,41% e 82,98%, respectivamente) e do Nordeste Brasileiro (89,66% e 74,94%, respectivamente). Os demais municípios possuem algum grau de vulnerabilidade dos seus mananciais para atendimento da demanda projetada de água de 2035 - 18 deles com alta vulnerabilidade (mais concentrados na porção litorânea das bacias), 12 com média e 11 com baixo grau de vulnerabilidade

Em relação ao esgotamento sanitário, o destino mais comum para o esgoto dos domicílios localizados em região urbana é a fossa rudimentar (79% em Camaratuba). Quadro semelhante

foi registrado para a população rural. No todo, cerca de 1880 domicílios encaminhavam o esgoto diretamente para rios, lagos ou o mar.

A maioria dos municípios das BHLN requer a adoção de uma solução conjunta de tratamento, enfatizando-se nesse sentido a problemática dessas localidades - principalmente na região oeste das bacias - do impacto nos corpos hídricos devido ao lançamento de efluentes a montante que levam ao comprometimento da qualidade da água e restrição de usos. A bacia do rio Camaratuba não possui ETEs dentro do seu perímetro.

- Uso do Solo e Áreas de Preservação Permanente

Na bacia do rio Camaratuba, observa-se a predominância na paisagem de atividades de agricultura (em especial o cultivo de cana) e pastagem com ocupação de 169,972 km² equivalentes a cerca de 26,66% da área da BH. Apenas 21,50% representam formação florestal. A bacia é pouco urbanizada, concentrando apenas cerca de 0,63% de área.

As Unidades de Conservação classificadas como “Proteção Integral” que estão inseridas na BHLN são: Reserva Biológica Guaribas, Parque Estadual Pau-Ferro e Estação Ecológica do Pau-Brasil.

As BHLN somaram cerca de 17.433,56 hectares de APPs em faixas marginais de cursos d’água naturais. Mais da metade das áreas (54,81%) é composta por formações florestais como formação savânica, florestal e regiões de mangues. Cerca de 33% das APPs delimitadas estão ocupadas por atividades antrópicas: mosaicos de agricultura e pastagem em 15,75% da área total, pastagem em 14,31%, cultivo de cana em 2,11%, área urbanizada 0,78% e aquicultura em 0,01%. A existência de mosaicos de agricultura e pastagem dentro ou próxima às APPs ocorre majoritariamente no Baixo Camaratuba.

No que tange ao quantitativo de nascentes identificadas, de acordo com o censo, na bacia do Camaratuba, o município de Duas Estradas possui 2 nascentes protegidas por mata e 30 sem proteção, enquanto Serra da Raiz possui 4 protegidas e 79 não-protegidas.

Em relação ao estudo das áreas degradadas, quando avaliadas as que estão inseridas em Áreas de Preservação Permanente de faixas marginais de cursos d’águas, são totalizados cerca de 910 hectares.

- Infraestrutura hídrica

Em relação à infraestrutura hídrica da bacia do Camaratuba, é valido destacar o Canal das Vertentes Litorâneas da Paraíba (Canal Acauã-Araçagi), que compõe o Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF). A partir da transposição das águas da bacia do Rio Paraíba, o canal aumentará a oferta hídrica para o abastecimento humano, além de induzir um aumento na

produção agrícola na região desta bacia. De acordo com os técnicos da SEDAP, esta transposição de águas permitirá a construção de Perímetros Públicos Irrigados, sendo que há indicação para a construção de um dos perímetros na UPH Rio Camaratuba, na porção identificada com potencial de irrigação muito alto, conforme Araújo Filho et al. (2021).

A área de influência do Canal das Vertentes Litorâneas possui 5.144 km², contemplando 33 municípios da Paraíba localizados nas Mesorregiões do Agreste e Mata Paraibana, sendo que 21 municípios estão inseridos por completo ou parcialmente nas BHLN.

O levantamento das obras hidráulicas inseridas nas BHLN revelou que ao todo foram localizados 34 açudes e reservatórios, estando somente um na bacia do Camaratuba. Grande parte desses açudes tem como finalidade a regularização de vazões e o abastecimento humano. Entre os 34 reservatórios identificados, 18 deles são considerados estratégicos para o estado da Paraíba (AESA, 2021). Após consulta ao PNSH e ao Atlas Águas, verificou-se que não há intervenção hídrica previstas paras a bacia do rio Camaratuba.

- Situação dos Recursos Hídricos

As vazões de permanência para a bacia do rio Camaratuba foram determinadas com base na regionalização dos valores dos parâmetros obtidos para as sub-bacias do rio Mamanguape, considerando características de similaridade hidrológica. Para a regionalização dos parâmetros do modelo hidrológico do HEC-HMS, também foram considerados dados do Plano Estadual de Recursos Hídricos. Dessa forma, a disponibilidade de produção de água em cada uma das sub-bacias do rio Camaratuba foi obtida por meio do modelo hidrológico do HEC-HMS. Foram calculados os valores das vazões Q_{80}, Q_{90} e Q_{95}. É válido ressaltar que os valores da Q_{90} que foram utilizados como base para o cálculo do balanço hídrico das sub-bacias do rio Camaratuba.

A análise das disponibilidades específicas das sub-bacias demonstra uma variabilidade nos valores obtidos. Isso pode ser uma consequência da variabilidade espacial das chuvas na área dessa bacia hidrográfica. Nesse caso, a maior disponibilidade é referente ao Rio da Pitanga (SBCa5) com Q_{90} específica igual a 0,00100 m³/s.km² e a menor é referente ao Médio Camaratuba (SBCa3) com a Q_{90} específica igual a 0,00008 m³/s.km².

Destaca-se que a fim de serem obtidos valores mais precisos relativos à disponibilidade hídrica nesse local, é necessário que seja aprimorado o monitoramento hidrometeorológico na bacia, por meio da instalação de sensores fluviométricos, já que não existe nenhuma estação com dados.

Para as Bacias do Litoral Norte são estabelecidos dois grandes sistemas aquíferos: o Sistema Cristalino e o Sistema Paraíba. Na região do embasamento do cristalino as águas subterrâneas

são utilizadas principalmente para abastecimento rural disperso, função das pequenas vazões disponíveis, enquanto na região litorânea, na bacia sedimentar, adquirem importância como fonte de abastecimento humano para alguns núcleos urbanos expressivos através de captações da CAGEPA. Os poços encontram-se distribuídos de forma heterogênea no território das bacias, em função das demandas locais e das disponibilidades. Os dois municípios da Bacia do Camaratuba que possuem mais poços são: Duas Estradas (26) e Lagoa de Dentro (17).

Inicialmente, destaca-se que os usos mais importantes nos municípios das BHLN analisados são a indústria de transformação e a agricultura irrigada, que somam cerca de 80% do total. Os usos de abastecimento urbano (6,9%) e dessedentação animal (6,3%) ocupam uma posição intermediária, enquanto os demais usos ficam abaixo de 5%. Os usos da água na bacia do rio Camaratuba mostram o predomínio da agricultura irrigada (81%) e da dessedentação animal (7%), mostrando o perfil mais rural da bacia.

Segundo o banco de outorgas da AESA com outorgas obtidas até o ano de 2022 e vigentes, as principais retiradas e lançamentos na bacia do rio Camaratuba podem sem sumarizados conforme o esquema do diagrama unifiliar da **Figura 2.1**.

Como é possível notar pela figura existe uma retirada expressiva por irrigantes (91,1% das outorgas), ao todo são 994 L/s outorgados para esse tipo de atividade, destes, a mais significativa está na poção do médio baixo Camaratuba (SBCa4), com retirada de 626 L/s. Além disso, destaca-se a Profé-Empreendimentos com vazão outorgada de 342 L/s em dois pontos de captação e a D'Pádua destilação com 217 L/s, caracterizando atividade industrial na bacia. Vale ressaltar ainda que o Rio Camaratuba recebe contribuição do Rio Pitanga, o qual possui cinco captações outorgas distintas.

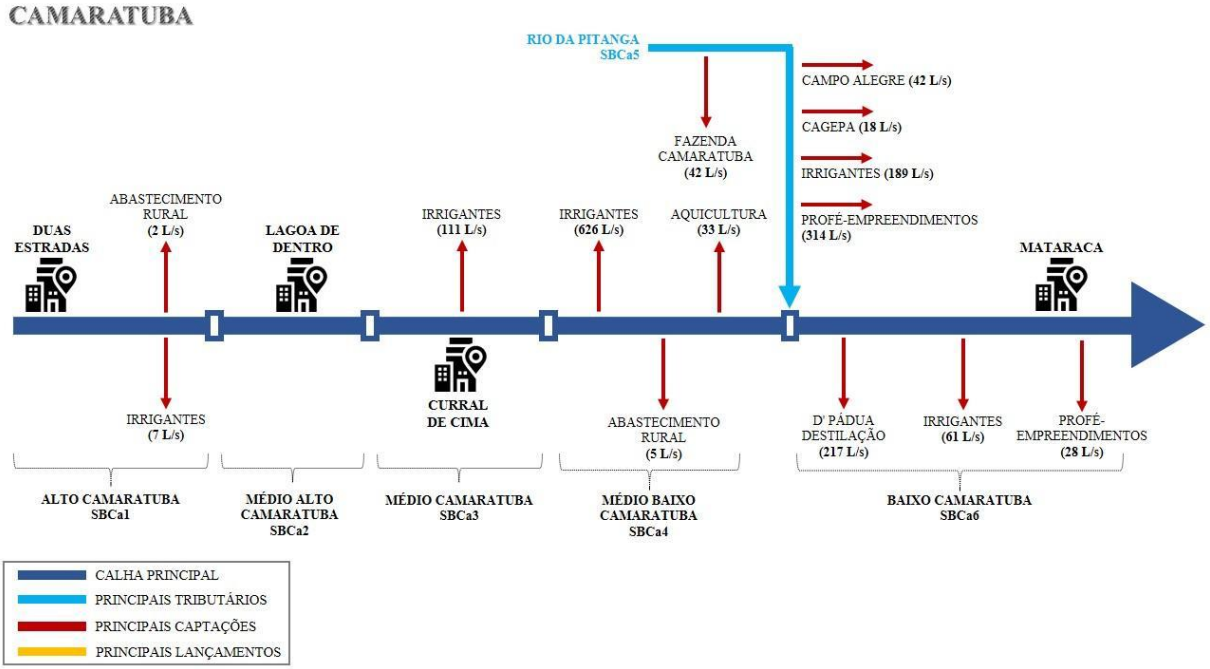


Figura 2.1 - Diagrama Unifiliar representativo das principais captações e lançamento existentes na bacia do rio Camaratuba.
Fonte: Elaboração Própria a partir do Banco de Dados de Outorgas da AESA (2022)

Sobre a qualidade da água na bacia do Camaratuba, a rede de monitoramento existente nas BHLN é deficiente em termos de cobertura espacial, abrangência temporal e adoção de metodologias em comum ou padronização. Nas bacias em questão os pontos de análise encontram-se em sua grande maioria na bacia do rio Mamanguape. Há uma necessidade de concepção e operacionalização de uma rede de monitoramento das águas superficiais que seja bem distribuída espacialmente, georreferenciada e padronizada no Litoral Norte paraibano.

Além destes pontos, a quantidade de análises químicas realizadas é limitada. Parâmetros como fósforo e nitrogênio possuem poucas análises ou estas são parciais (como a monitoramento de nitrogênio amoniacal e nitrato, sem monitoramento conjunto do nitrito, ou a ausência de análises de nitrogênio total). Tais nutrientes são de especial relevância diante da problemática emergente de eutrofização dos corpos hídricos devido às ações antrópicas.

Da mesma forma, os parâmetros monitorados pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba, por sua vez, devem refletir o uso de agrotóxicos das culturas presentes nas BHLN. A agricultura possui grande influência na região, principalmente para os cultivos de cana-de-açúcar, abacaxi, caju, manga, tamarindo, mandioca, milho, urucum, castanha de caju, café, entre outros. Os parâmetros monitorados devem permear as principais substâncias utilizadas nesses cultivos. O rio Camaratuba possui características de corpos d'água mesotrófico. A situação dos reservatórios se mostra pior em termos de qualidade da água para os corpos d'água lêntico.

O enquadramento dos corpos hídricos da Paraíba é antigo, datado de 1988. Com relação à bacia do rio Camaratuba, é possível perceber que somente duas das quatro sub-bacias analisadas possuem dados amostrados de qualidade da água. Nesse caso, a SBCa4 (estação 38700000), que é a sub-bacia com maior número de cadastros de outorga da bacia hidrográfica do rio Camaratuba, ficou enquadrada como Classe 1. A única sub-bacia que ficou enquadrada como Classe 4 é a SBCa6 (com as estações CM03, CM02 e CM01), o que é coerente com o enquadramento de 1988 em que esse trecho de rio estava enquadrado como Classe 3.

A bacia do Camaratuba arrecadou o montante de R$250.581,00 (2015-2021), esse valor representa a menor arrecadação proveniente da cobrança pelo uso da água bruta das BHLN, coerente com as vazões calculadas e a dimensão das bacias. Analisando as propostas de alocação dos recursos do FERH entre 2018 e 2022 se verifica que o número de ações apoiadas pelo fundo vem crescendo a cada ano, chegando a onze programas em 2022. Dentre essas ações, apenas três permanecem em todos os anos: Política de Cobrança pelo Uso da Água, Educação Ambiental para proteção dos Recursos Hídricos e Capacitação Técnica em Recursos Hídricos.

2.2 Bacia Hidrográfica do rio Mamanguape

- Caracterização da bacia

A bacia hidrográfica do rio Mamanguape conta com quarenta e seis municípios inseridos total ou parcialmente na sua área de abrangência, com trinta sedes municipais, sendo elas: Alagoa Grande, Alagoa Nova, Alagoinha, Araçagi, Arara, Areia, Areial, Baia da Traição, Bananeiras, Borborema, Cuité de Mamanguape, Cuitegi, Esperança, Guarabira, Itapororoca, Mamanguape, Marcação, Massaranduba, Matinhas, Montadas e Mulungu, Pilões, Pilõezinhos, Pirpirituba, Remígio, Rio Tinto, Santa Rita, Serraria, Sertãozinho e Solânea. Limita-se a leste com o Oceano Atlântico, ao norte com a bacia do rio Camaratuba e a oeste e ao sul com as bacias dos rios Miriri e Paraíba. A bacia possui uma área total de 3526,5 km² com declividade média de 13,6%. Seu principal curso d'água é o rio Mamanguape, considerado o rio principal das BHLN, a nascente está localizada na microrregião de Esperança e a foz entre os municípios de Rio Tinto e Marcação.

- População

Conforme dados levantados na etapa anterior de Diagnóstico do PRHBHL, estima-se que no ano de 2022, aproximadamente 29,1% da população da bacia do rio Mamanguape seja rural e 70,9% urbana. Para o horizonte de longo prazo do Plano contados 20 anos futuros, a estimativa é que a população rural da bacia passe a compor 26,2% do total, enquanto a urbana deve representar 73,8%.

Os municípios das bacias hidrográficas do Litoral Norte como um todo registraram no passado e continuam a seguir um processo de urbanização crescente e em trajetória similar ao verificado no país. Processo este associado à crise na produção agropecuária e sua mecanização, fatores que interferem negativamente no número de empregos na zona rural promovendo o êxodo em direção à zona urbana. A tendência é que este movimento continue acontecendo com diminuição ou estagnação da população rural.

- Erosão

Ao leste da bacia do rio Mamanguape destaca-se a predominância do uso do solo por atividades agropecuárias e de solos do tipo Neossolo Quartzarênico Órtico, que apresenta grau de erodibilidade elevado. Enquanto a porção oeste da bacia apresenta as altitudes mais elevadas das BHLN, promovendo consequentemente o aumento da velocidade do escoamento da água na região.

A avaliação do potencial erosivo nas BHLN apontou três regiões com maior potencial de erosão, duas destas são localizadas na porção oeste e nordeste da bacia do rio Mamanguape. Na porção oeste da bacia do rio Mamanguape estão localizadas as regiões de cabeceira do reservatório existente na região central da bacia. Esta região, por seu elevado potencial erosivo, pode contribuir de forma acentuada com a geração de sedimentos que, ao serem transportados pelos rios, se depositam no reservatório mencionado. Esta situação pode acarretar a redução do volume útil do reservatório.

Próximo ao estuário do rio Mamanguape há uma área com elevado potencial erosivo, principalmente nos rios de menor ordenamento. Esta região possui rede de drenagem superficial direcionada para o estuário existente na foz do rio Mamanguape. Considerando que os eventos de precipitação de fato causem a erosão do solo e o transporte de sedimentos na calha do rio seja realizado, eles atingiriam de forma mais intensa a região de APP do estuário.

- Saneamento básico

A caracterização do Saneamento Básico das BHLN englobou a análise dos sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem urbana dos municípios das bacias. A título de simplificação os pontos a seguir buscaram focar nas questões do abastecimento de água e coleta e tratamento de esgoto. A principal responsável pelos sistemas de abastecimento e esgotamento sanitário dos municípios da bacia do Litoral Norte é a CAGEPA - Companhia de Água e Esgotos da Paraíba.

O índice de atendimento de água tem como base a população atendida pelo prestador do serviço de abastecimento em uma dada região e a sua respectiva população de referência registrada.

Para a bacia do rio Mamanguape cujos resultados apresentaram a pior média de atendimento total de água entre as três bacias, Guarabira e Cuitegi possuem os melhores resultados com atendimento da população próximo a 100%. Nesta mesma bacia, 17 dos 37 municípios possuem 100% de atendimento urbano.

Os índices de atendimento total e urbano da bacia do Mamanguape são respectivamente 52,06% e 73,33%, ambos índices são inferiores à média do estado da Paraíba (92,41% e 82,98%, respectivamente), como também do Nordeste Brasileiro (89,66% e 74,94%, respectivamente).

Os resultados expressam que apenas o município de Juarez Távora (ocupando uma porção pequena da bacia do Mamanguape) possui manancial e sistema produtor plenamente satisfatórios. No alto da bacia do Mamanguape alguns municípios (Lagoa Seca, Matinhas, São Sebastião de Lagoa de Roça e Alagoa Nova) detém de mananciais não vulneráveis, mas com necessidade de ampliação do sistema. Enquanto Pilõezinhos, Guarabira, Araçagi e Cuitegi necessitam da adequação do sistema produtor. Os demais municípios (41) possuem algum grau de vulnerabilidade dos seus mananciais para atendimento da demanda projetada de água de 2035 - 18 deles com alta vulnerabilidade (mais concentrados na porção litorânea das bacias), 12 com média e 11 com baixo grau de vulnerabilidade.

Em relação ao esgotamento sanitário, o destino mais comum para o esgoto dos domicílios localizados em região urbana é a fossa rudimentar (40% em Mamanguape). Essa tendência foi registrada para a população rural, contudo, com cerca de 65% dos domicílios rurais da bacia do Mamanguape utilizando-se da fossa rudimentar. No todo, cerca de 1880 domicílios encaminhavam o esgoto diretamente para rios, lagos ou o mar.

Para os municípios apresentados os dados demonstram um maior índice de coleta para as localidades no alto da bacia do Mamanguape (como Arara, Casserengue e Solânea). Apesar de Arara ter registrado coletar 100% do esgoto gerado, o índice de tratamento é zero, assim como informado por Casserengue, São Sebastião de Lagoa de Roça e Borborema. O município de Esperança detém da maior extensão de rede de esgoto associada a cada ligação (25,18 m) com apenas 419 ligações. O menor número de ligações é observado para Borborema, com 64 apenas, e o maior para Guarabira (10.002 ligações).

A maioria dos municípios das BHLN requer a adoção de uma solução conjunta de tratamento, enfatizando-se nesse sentido a problemática dessas localidades - principalmente na região oeste das bacias - do impacto nos corpos hídricos devido ao lançamento de efluentes a montante que levam ao comprometimento da qualidade da água e restrição de usos. Entre as bacias analisadas, somente a do rio Mamanguape possui ETEs dentro do seu perímetro, com cinco estações ao todo. Todas estas operam através de variações do sistema de lagoas (sistema australiano ou

lagoa facultativa), com exceção da ETE de Lagoa Seca com operação de um Reator Anaeróbio seguidor por uma Lagoa de Decantação. As ETEs detêm de uma remoção média projetada de DBO 5 dias, 20° C de 79%.

- Uso do solo e Áreas de Preservação Permanente

Na bacia do rio Mamanguape, observa-se a predominância na paisagem da formação savânica, com ocupação de 1.023,69 km², seguido da pastagem, que ocupa cerca de 27,15% do solo na bacia. As atividades agropecuárias ocupam uma área aproximada de 404,098 km². Ao longo de toda a extensão do rio Mamanguape pode ser verificada formações florestais consideráveis e atividades como cultivo de cana, urbanização e aquicultura, por exemplo.

As Unidades de Conservação classificadas como “Proteção Integral” que estão inseridas na BHLN são: Reserva Biológica Guaribas, Parque Estadual Pau-Ferro e Estação Ecológica do Pau-Brasil.

As BHLN somaram cerca de 17.433,56 hectares de APPs em faixas marginais de cursos d’água naturais. Mais da metade das áreas (54,81%) é composta por formações florestais como formação savânica, florestal e regiões de mangues. Cerca de 33% das APPs delimitadas estão ocupadas por atividades antrópicas: mosaicos de agricultura e pastagem em 15,75% da área total, pastagem em 14,31%, cultivo de cana em 2,11%, área urbanizada 0,78% e aquicultura em 0,01%.

A existência de pastagem dentro ou próxima às APPs ocorre majoritariamente no Alto Mamanguape e nas proximidades dos municípios de Araçagi e Mulungu. Em grande parte das sedes municipais próximos aos cursos d’água da Bacia, as faixas marginais dos rios estão caracterizadas como áreas urbanizadas. Os mosaicos de agricultura e pastagem, por sua vez, está distribuído no Mamanguape.

Destaca-se o município de Areia, que tem o maior número de nascentes registradas (652 nascentes), sendo praticamente 58% dessas protegidas por matas. Logo em seguida estão os municípios de Alagoa Nova (550 nascentes) e Bananeiras (508 nascentes).

Em relação a concentração de áreas degradadas potenciais, pode-se dizer que a degradação no oeste da bacia do Mamanguape está associada à diferença climática desta região em comparação às demais, a presença dos centros urbanos e a expansão das regiões de pastagem na porção média da bacia do Mamanguape. Os resultados demonstram à vulnerabilidade das regiões do alto Mamanguape no agreste paraibano e médio Mamanguape (de Alagoa Grande a Cuité de Mamanguape) ao processo de degradação ambiental e desertificação. Quando avaliadas as áreas degradadas que estão inseridas em Áreas de Preservação Permanente de

faixas marginais de cursos d'águas, são totalizados cerca de 910 hectares. Tais áreas estão mais concentradas nos seguintes rios e riachos: Araçagi, Covão, Araçagí Mirim, Zumbi, Lagoa Nova, Saquaíba e Mamanguape (na altura dos municípios de Cuité do Mamanguape e Mamanguape). Para as BHLN, foram identificadas três terras indígenas demarcadas: TI Potiguara (21.238 hectares), TI Jacaré de São Domingos (5.032 hectares), e TI Potiguara de Monte-Mor (7.487 hectares). Além disso, dentro do perímetro das BHLN, há cinco comunidades quilombolas: Comunidade Caiana dos Crioulos (Alagoa Grande); Comunidades Engenho Bonfim e Engenho Novo Mundo (Areia); Comunidade Matão (Gurinhém) e Comunidade Sítio Matias (Serra Redonda).

- Infraestrutura hídrica

Em relação a infraestrutura hídrica da bacia do Mamanguape, é valido destacar o Canal das Vertentes Litorâneas da Paraíba (Canal Acauã-Araçagi), que compõe o Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF). A partir da transposição das águas da bacia do Rio Paraíba, o canal aumentará a oferta hídrica para o abastecimento humano, além de induzir um aumento na produção agrícola na região desta bacia.

A área de influência do Canal das Vertentes Litorâneas possui 5.144 km², contemplando 33 municípios da Paraíba localizados nas Mesorregiões do Agreste e Mata Paraibana, sendo que 21 municípios estão inseridos por completo ou parcialmente nas BHLN.

O levantamento das obras hidráulicas inseridas nas BHLN revelou que ao todo foram localizados 34 açudes e reservatórios, estando 28 na bacia do Mamanguape. Grande parte desses açudes tem como finalidade a regularização de vazões e o abastecimento humano. Entre os 34 reservatórios identificados, 18 deles são considerados estratégicos para o estado da Paraíba (AESA, 2021).

Após consulta ao PNSH e ao Atlas Águas, verificou-se que as únicas intervenções hídricas previstas paras as BHLN tratam da intervenção no Sistema de Nova Camará, visto que esta tem como objetivo aumentar a oferta hídrica para abastecimento humano da região central do agreste paraibano.

- Situação dos recursos hídricos

Como havia postos fluviométricos instalados na área da bacia hidrográfica do rio Mamanguape, a determinação das vazões de permanência para as sub-bacias (Alto Mamanguape e Açude Nova Camará) localizadas à montante desses postos foi realizada com base nas séries históricas de vazões observadas as demais foram obtidas a partir da regionalização dos parâmetros do modelo hidrológico calibrado no software HEC-HMS.

Por serem considerados estratégicos (PERH-PB), os reservatórios considerados nas simulações foram: Tauá (8.573.500 m³), Saulo Maia (9.833.615 m³), Nova Camará (26.581.614 m³), Araçagi (63.289.037 m³) e Pirpirituba (4.666.188 m³). Portanto, a maior disponibilidade encontrada foi a da sub-bacia do Médio Baixo Mamanguape (SBMa9) com Q_{90} específica igual 0,0058 m³/s.km² e a menor foi referente a do Açude Saulo Maia (SBMa4) com Q_{90} específica igual 0,00006 m³/s.km².

Para as BHLN são estabelecidos dois grandes sistemas aquíferos: o Sistema Cristalino e o Sistema Paraíba. Na região do embasamento do cristalino as águas subterrâneas são utilizadas principalmente para abastecimento rural disperso, função das pequenas vazões disponíveis, enquanto na região litorânea, na bacia sedimentar, adquirem importância como fonte de abastecimento humano para alguns núcleos urbanos expressivos através de captações da CAGEPA. Os poços encontram-se distribuídos de forma heterogênea no território das bacias, em função das demandas locais e das disponibilidades. Alguns municípios da bacia do Mamanguape se destacam pela concentração de poços, a exemplo de Guarabira (198), Mulungu (99), Alagoa Grande (96), Rio Tinto (83) e Lagoa Seca (80).

Inicialmente, destaca-se que os usos mais importantes nos municípios das BHLN analisados são a indústria de transformação e a agricultura irrigada, que somam cerca de 80% do total. Os usos de abastecimento urbano (6,9%) e dessedentação animal (6,3%) ocupam uma posição intermediária, enquanto os demais usos ficam abaixo de 5%. Na comparação entre as bacias, a do Mamanguape é a de maior expressão, com 86% da vazão de consumo das BHLN. Para essa bacia, o uso industrial é o predominante, com 87% da vazão de consumo estimada, seguida do abastecimento urbano, sendo os usos rurais de baixa expressão.

Segundo o banco de outorgas da AESA com outorgas obtidas até o ano de 2022 e vigentes, as principais retiradas e lançamentos na bacia do rio Mamanguape podem sem sumarizados conforme o esquema do diagrama unifiliar da **Figura 2.2**.

A bacia do rio Mamanguape é significativamente heterogênea, onde os usos múltiplos são expressivos. É possível verificar na figura que o uso mais expressivo em montante de retirada é para atividade de irrigação, com vazão outorgada total de 1701 L/s.

Um uso considerável da bacia em análise é para o abastecimento humano, onde a CAGEPA capta em diversos pontos no decorrer da bacia, aproximadamente, 865 L/s e utiliza-a para o lançamento de efluentes (86 L/s). A presença industrial na bacia também é relevante, com vazão outorgada total de 1219 L/s, tendo a presença da Usina Monte Alegre e Japungu Agro. A atividade de aquicultura possui vazão outorgada de 191 L/s

No açude Araçagi, a Secretária de Estado da Infraestrutura e Recursos Hídricos possui outorga de 1150 L/s. As principais contribuições para a calha principal do Mamanguape são: Açude Saulo Maia, Rio Araçagi, Açude Tauá e Açude Pirpirituba.

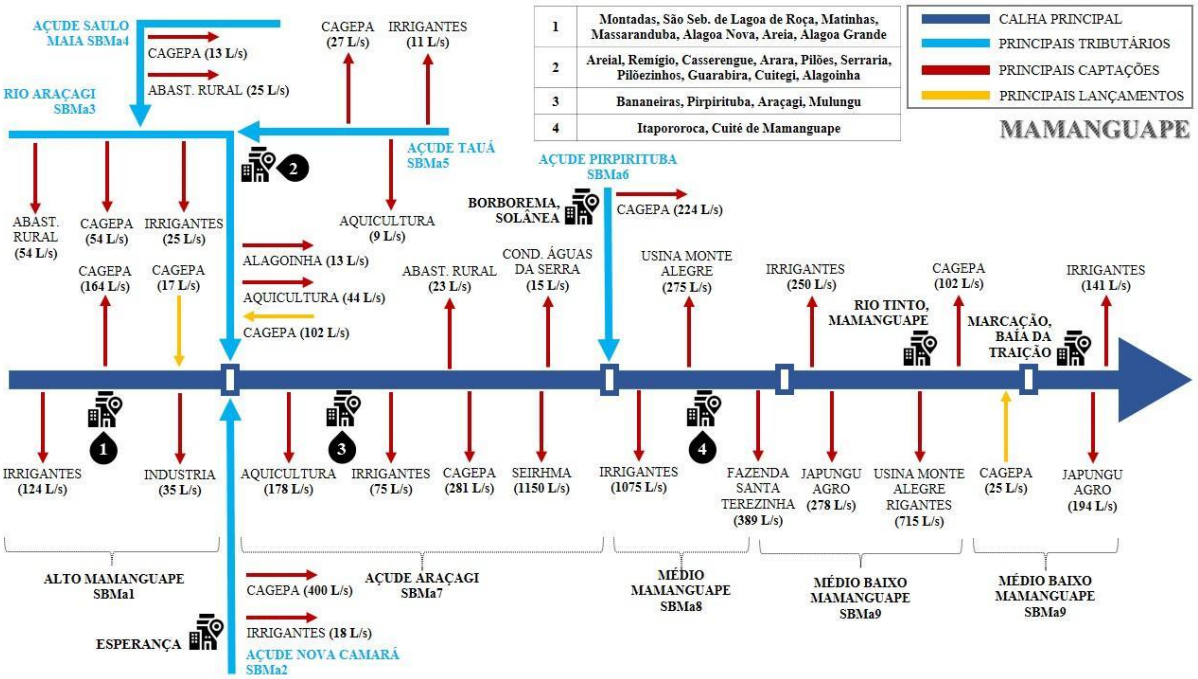


Figura 2.2 - Diagrama Unifiliar representativo das principais captações e lançamento existentes na bacia do rio Mamanguape
Fonte: Elaboração Própria a partir do Banco de Dados de Outorgas da AESA (2022)

Sobre a qualidade da água na bacia do Camaratuba, a rede de monitoramento existente nas BHLN é deficiente em termos de cobertura espacial, abrangência temporal e adoção de metodologias em comum ou padronização. Nas bacias em questão os pontos de análise encontram-se em sua grande maioria na bacia do rio Mamanguape. Há uma necessidade de concepção e operacionalização de uma rede de monitoramento das águas superficiais que seja bem distribuída espacialmente, georreferenciada e padronizada no Litoral Norte paraibano.

Além destes pontos, a quantidade de análises químicas realizadas é limitada. Parâmetros como fósforo e nitrogênio possuem poucas análises ou estas são parciais (como a monitoramento de nitrogênio amoniacal e nitrato, sem monitoramento conjunto do nitrito, ou a ausência de análises de nitrogênio total). Tais nutrientes são de especial relevância diante da problemática emergente de eutrofização dos corpos hídricos devido às ações antrópicas.

Da mesma forma, os parâmetros monitorados pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba, por sua vez, devem refletir o uso de agrotóxicos das culturas presentes nas BHLN. A agricultura possui grande influência na região, principalmente para os cultivos de cana-de-açúcar, abacaxi, caju, manga, tamarindo, mandioca, milho, urucum, castanha de caju, café, entre outros. Os

parâmetros monitorados devem permear as principais substâncias utilizadas nesses cultivos. O rio Mamanguape foi classificado como eutrófico na altura do município de Mulungu e mesotrófico em Rio Tinto. A situação dos reservatórios se mostra pior em termos de qualidade da água para os corpos d'água lêntico.

Com relação à bacia do rio Mamanguape quatro sub-bacias ficaram enquadradas na Classe 4, sendo que o parâmetro com pior classificação comum a todas elas foram os sólidos dissolvidos totais. É válido ressaltar que no enquadramento de 1988, essas sub-bacias estavam enquadradas na Classe 2. Ao analisar a classe resultante para a SBMa10, localizada na foz do rio Mamanguape, é possível perceber que essa sub-bacia ficou enquadrada como Classe 1. Esse ponto está situado muito próximo à foz do rio Mamanguape, em uma região de mangue, e está classificado como sendo de águas salinas. As áreas próximas ao rio Mamanguape situadas na SBMa10 estão inseridas na APA do Rio Mamanguape e na Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) e encontram-se parcialmente sobrepostas às Terras Indígenas.

Apesar da maioria dos parâmetros terem apresentado maior recorrência de enquadramento na Classe I para o ponto MM03, essa região é caracterizada pela prática intensiva de carcinicultura nas proximidades da foz do Mamanguape. Atualmente, a carcinicultura é desenvolvida no interior da APA, tanto pela população indígena quanto por empresas privadas. Neste ínterim, diversos são os relatos de deterioração da qualidade da água neste ponto em contrapartida à Classe I encontrada. Este conflito de resultados demonstra a necessidade da avaliação de parâmetros neste ponto diretamente relacionados com os efluentes da carcinicultura, como os nutrientes (nitrogênio e fósforo) que possam de fato refletir a realidade da qualidade das águas locais. Vale ressaltar que no enquadramento de 1988, o Baixo Mamanguape estava classificado como Classe 3.

A bacia do Mamanguape arrecadou o montante de R$ 2.070.728 (2015-2021), esse valor representa a maior arrecadação proveniente da cobrança pelo uso da água bruta das BHLN. Analisando as propostas de alocação dos recursos do FERH entre 2018 e 2022 se verifica que o número de ações apoiadas pelo fundo vem crescendo a cada ano, chegando a onze programas em 2022. Dentre essas ações, apenas três permanecem em todos os anos: Política de Cobrança pelo Uso da Água, Educação Ambiental para proteção dos Recursos Hídricos e Capacitação Técnica em Recursos Hídricos.

2.3 Bacia Hidrográfica do rio Miriri

- Caracterização da bacia

A bacia hidrográfica do rio Miriri conta com oito municípios inseridos total ou parcialmente na sua área de abrangência, com duas sedes municipais, sendo elas: Capim e Lucena. Limita-se a leste com o Oceano Atlântico, ao norte e ao oeste com a bacia do rio Mamanguape e ao sul com a bacia do rio Paraíba. A bacia possui uma área total de 436,4 km² com declividade média de 6,4%. Seu principal curso d'água é o rio Miriri, que nasce na divisa dos municípios de Mari e Sapé, e desagua entre os municípios de Lucena e Rio Tinto.

- População

Conforme dados levantados na etapa anterior de Diagnóstico do PRHBHL, estima-se que no ano de 2022, aproximadamente 41,6% da população da bacia do rio Miriri seja rural e 58,4% urbana. Para o horizonte de longo prazo do Plano contados 20 anos futuros, a estimativa é que a população rural da bacia passe a compor 51,4% do total, enquanto a urbana deve representar 48,6%.

Os municípios das bacias hidrográficas do Litoral Norte como um todo registraram no passado e continuam a seguir um processo de urbanização crescente e em trajetória similar ao verificado no país. Processo este associado à crise na produção agropecuária e sua mecanização, fatores que interferem negativamente no número de empregos na zona rural promovendo o êxodo em direção à zona urbana. Entretanto, nota-se um processo de ruralização da população na bacia do rio Miriri.

- Erosão

A bacia do rio Miriri apresenta pouco potencial erosivo, exceto pelas regiões de cabeceira localizadas a oeste da bacia. Nestas regiões o potencial de transporte de sedimentos mais acentuado acarreta a necessidade de programas de proteção de cabeceiras e nascentes da bacia.

- Saneamento básico

A caracterização do Saneamento Básico das BHLN englobou a análise dos sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem urbana dos municípios das bacias. A título de simplificação os pontos a seguir buscaram focar nas questões do abastecimento de água e coleta e tratamento de esgoto - maiores detalhes constam no item 3.5 Saneamento Básico e Saúde Pública no relatório de Diagnóstico. A principal responsável pelos sistemas de abastecimento e esgotamento sanitário dos municípios da bacia do Litoral Norte é a CAGEPA - Companhia de Água e Esgotos da Paraíba.

O índice de atendimento de água tem como base a população atendida pelo prestador do serviço de abastecimento em uma dada região e a sua respectiva população de referência registrada. Para a bacia hidrográfica do rio Miriri, o município de Capim atende somente 17,16% da sua

população urbana e 23,40% da população total, enquanto Lucena se destaca com 99,69% de atendimento total. Os municípios de Baía da Traição e Curral de Cima não responderam ao questionário dos SNIS.

Os índices de atendimento total e urbano da bacia do Miriri são respectivamente 56,93% e 70,18% - ambos índices são inferiores à média do estado da Paraíba (92,41% e 82,98%, respectivamente), como também do Nordeste Brasileiro (89,66% e 74,94%, respectivamente).

Em relação ao esgotamento sanitário, o destino mais comum para o esgoto dos domicílios localizados em região urbana é a fossa rudimentar (74% em Miriri). Quadro semelhante foi registrado para a população rural. No todo, cerca de 1880 domicílios encaminhavam o esgoto diretamente para rios, lagos ou o mar.

A maioria dos municípios das BHLN requer a adoção de uma solução conjunta de tratamento, enfatizando-se nesse sentido a problemática dessas localidades - principalmente na região oeste das bacias - do impacto nos corpos hídricos devido ao lançamento de efluentes a montante que levam ao comprometimento da qualidade da água e restrição de usos. A bacia do rio Miriri não possui ETEs dentro do seu perímetro.

- Uso do solo e Áreas de Preservação Permanente

Na bacia do rio Miriri, por se tratar de uma bacia predominantemente rural, observa-se a dominância de atividades de agricultura e pastagem com ocupação de 171,054 km² equivalentes a cerca de 39,20% da área da BH. Ao longo de toda a extensão do rio Miriri o uso do solo predominante são as atividades de agricultura (em especial o cultivo de cana) e pastagem, com 17,79% de formação florestal. Das BHLN, a Miriri é a que possui a maior área cultivada de cana em relação ao território da bacia.

As Unidades de Conservação classificadas como “Proteção Integral” que estão inseridas na BHLN são: Reserva Biológica Guaribas, Parque Estadual Pau-Ferro e Estação Ecológica do Pau-Brasil.

As BHLN somaram cerca de 17.433,56 hectares de APPs em faixas marginais de cursos d’água naturais. Mais da metade das áreas (54,81%) é composta por formações florestais como formação savânica, florestal e regiões de mangues. Cerca de 33% das APPs delimitadas estão ocupadas por atividades antrópicas: mosaicos de agricultura e pastagem em 15,75% da área total, pastagem em 14,31%, cultivo de cana em 2,11%, área urbanizada 0,78% e aquicultura em 0,01%.

Na bacia do rio Miriri o padrão de ocupação das APPs está distribuído ao longo da bacia sendo bastante expressivo principalmente no Riachos da Gamela, Cana-Brava, Água Branca e da Estiva.

No que tange ao quantitativo de nascentes identificadas, de acordo com o censo, na bacia do Miriri, o município de Mari possui 69 nascentes protegidas por mata e 17 não protegidas por mata, enquanto Sapé possui 176 protegidas e 75 sem proteção.

No comparativo dos anos de 2014 a 2021, apesar das áreas associadas ao cultivo de cana terem indicado uma diminuição nas proximidades do litoral, as áreas degradadas potenciais com registro deste uso consolidaram-se na região do alto Miriri, nas proximidades do município de Capim. Em relação ao estudo das áreas degradadas, quando avaliadas as que estão inseridas em Áreas de Preservação Permanente de faixas marginais de cursos d'águas, são totalizados cerca de 910 hectares.

- Infraestrutura hídrica

De acordo com os técnicos da SEDAP, a transposição de águas através do Canal das Vertentes Litorâneas da Paraíba (Canal Acauã-Araçagi) permitirá a construção de Perímetros Públicos Irrigados, sendo que há indicação para a construção de um parcialmente na bacia do Rio Miriri, na porção identificado com potencial de irrigação alto, conforme Araújo Filho et al. (2021).

O levantamento das obras hidráulicas inseridas nas BHLN revelou que ao todo foram localizados 34 açudes e reservatórios, estando 5 localizados na bacia do rio Miriri. Grande parte desses açudes tem como finalidade a regularização de vazões e o abastecimento humano. Entre os 34 reservatórios identificados, 18 deles são considerados estratégicos para o estado da Paraíba (AESA, 2021). Após consulta ao PNSH e ao Atlas Águas, verificou-se que não nenhuma intervenção hídrica previstas paras a bacia do rio Miriri.

- Situação dos recursos hídricos

Da mesma forma que a bacia hidrográfica do rio Camaratuba, a bacia do rio Miriri não possui estação fluviométrica com dados observados de vazão. Sendo assim, os valores das vazões de permanência para essa bacia hidrográfica foram determinados pelo modelo hidrológico HEC-HMS, tomando como base a regionalização dos parâmetros obtidos para as sub-bacias do rio Mamanguape.

Sendo assim, foram obtidos os valores das vazões da Q_{80}, Q_{95} e Q_{90} para cada uma das sub-bacias. A maior disponibilidade é referente ao Açude Carapucema (SBMi7) com Q_{90} específica igual a 0,00098 $m^3/s.km^2$ e a menor é referente a Foz Miriri (SBMi10) com a Q_{90} específica igual a 0,00020 $m^3/s.km^2$. Assim como no caso da bacia hidrográfica do rio Camaratuba,

ressalta-se também a importância do aprimoramento do sistema de monitoramento hidrometeorológico dessa bacia hidrográfica a fim de obter dados mais precisos das vazões de permanência.

Para as Bacias do Litoral Norte são estabelecidos dois grandes sistemas aquíferos: o Sistema Cristalino e o Sistema Paraíba. Na região do embasamento do cristalino as águas subterrâneas são utilizadas principalmente para abastecimento rural disperso, função das pequenas vazões disponíveis, enquanto na região litorânea, na bacia sedimentar, adquirem importância como fonte de abastecimento humano para alguns núcleos urbanos expressivos através de captações da CAGEPA. Os poços encontram-se distribuídos de forma heterogênea no território das bacias, em função das demandas locais e das disponibilidades. O município de Lucena possui (28) poços e Capim (10) poços.

Inicialmente, destaca-se que os usos mais importantes nos municípios das BHLN analisados são a indústria de transformação e a agricultura irrigada, que somam cerca de 80% do total. Os usos de abastecimento urbano (6,9%) e dessedentação animal (6,3%) ocupam uma posição intermediária, enquanto os demais usos ficam abaixo de 5%. A bacia do Miriri também tem caráter urbano, mas com grande participação do abastecimento urbano, cerca de 40%, que junto com a indústria (54%), representam quase a totalidade do consumo de água.

Segundo o banco de outorgas da AESA com outorgas obtidas até o ano de 2022 e vigentes, as principais retiradas e lançamentos na bacia do rio Miriri podem sem sumarizados conforme o esquema do diagrama unifiliar da **Figura 2.3**.

Como é possível notar pela figura existe uma retirada expressiva por irrigantes (85,0% das outorgas), ao todo são 2824 L/s outorgados para esse tipo de atividade, destes, a mais significativa está Foz do Miriri (SBMi10), com retirada de 807 L/s. Além disso, destaca-se nessa bacia a presença de duas das maiores indústrias sucroalcoleiras do Estado, sendo elas: Miriri Alimentos (404 L/s) e a Japungu Agro (833 L/s). Após o médio Miriri, o rio principal recebe o aporte de três reservatórios, sendo eles: Açude Pindoba, Açude Curralinho e Açude Carapucema.

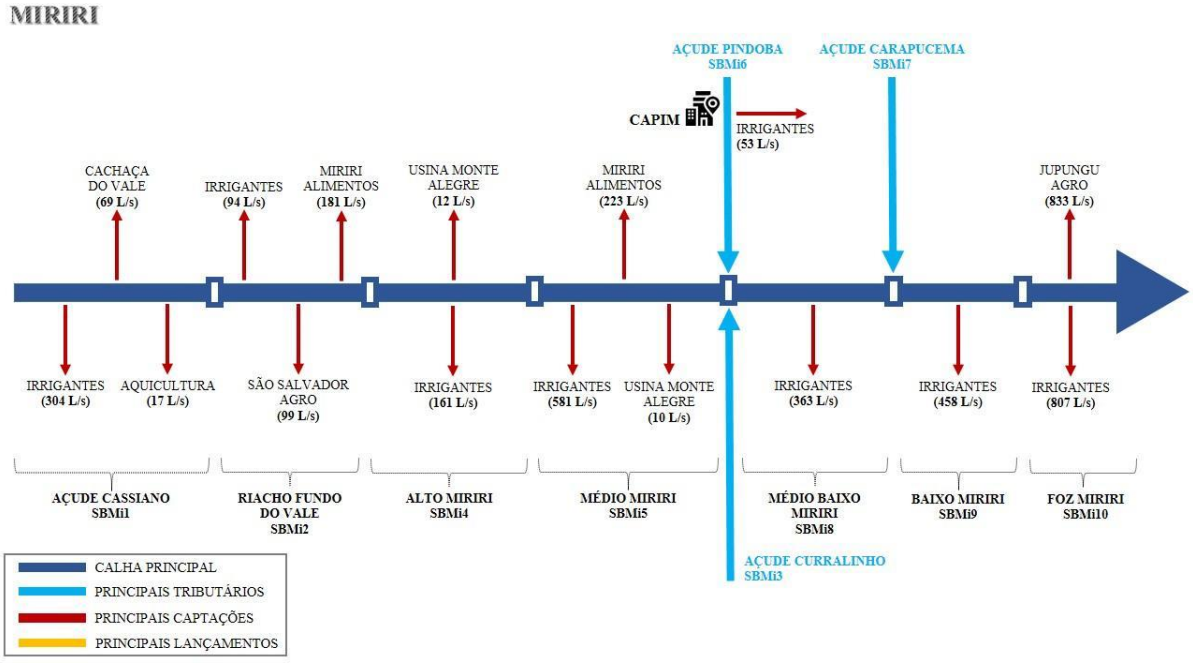


Figura 2.3 - - Diagrama Unifiliar representativo das principais captações e lançamento existentes na bacia do rio Miriri.
Fonte: Elaboração Própria a partir do Banco de Dados de Outorgas da AESA (2022)

Sobre a qualidade da água na bacia do Miriri, a rede de monitoramento existente nas BHLN é deficiente em termos de cobertura espacial, abrangência temporal e adoção de metodologias em comum ou padronização. Nas bacias em questão os pontos de análise encontram-se em sua grande maioria na bacia do rio Mamanguape. Há uma necessidade de concepção e operacionalização de uma rede de monitoramento das águas superficiais que seja bem distribuída espacialmente, georreferenciada e padronizada no Litoral Norte paraibano.

Além destes pontos, a quantidade de análises químicas realizadas é limitada. Parâmetros como fósforo e nitrogênio possuem poucas análises ou estas são parciais (como a monitoramento de nitrogênio amoniacal e nitrato, sem monitoramento conjunto do nitrito, ou a ausência de análises de nitrogênio total). Tais nutrientes são de especial relevância diante da problemática emergente de eutrofização dos corpos hídricos devido às ações antrópicas.

Da mesma forma, os parâmetros monitorados pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba, por sua vez, devem refletir o uso de agrotóxicos das culturas presentes nas BHLN. A agricultura possui grande influência na região, principalmente para os cultivos de cana-de-açúcar, abacaxi, caju, manga, tamarindo, mandioca, milho, urucum, castanha de caju, café, entre outros. Os parâmetros monitorados devem permear as principais substâncias utilizadas nesses cultivos. O rio Miriri possui características de corpos d'água oligotrófico. A situação dos reservatórios se mostra pior em termos de qualidade da água para os corpos d'água lêntico.

O enquadramento dos corpos hídricos da Paraíba é antigo, datado de 1988. Nesse sentido, a falta de dados de monitoramento da qualidade água em determinadas bacias compromete a avaliação do quadro atual das BHLN. Na bacia hidrográfica do rio Miriri, percebe-se que somente duas das dez sub-bacias possuem pontos de amostragem de qualidade da água.

Ao analisar a estação MR01 na SBMi8, que foi a única sub-bacia da bacia hidrográfica do rio Miriri enquadrada em Classe 4, percebe-se que ela não é a que mais possui fontes de poluição cadastradas, nem a que possui maior número de cadastros de outorga. Entretanto, ao analisar imagens de satélites, é possível perceber que nessa sub-bacia há a presença de grandes áreas cultivadas que podem contribuir como fontes difusas de poluição, influenciando na qualidade da água do local.

A bacia do Miriri arrecadou o montante de R$ 1.085.336 (2015-2021), esse valor é intermediário entre a arrecadação do Camaratuba e do Mamanguape. Analisando as propostas de alocação dos recursos do FERH entre 2018 e 2022 se verifica que o número de ações apoiadas pelo fundo vem crescendo a cada ano, chegando a onze programas em 2022. Dentre essas ações, apenas três permanecem em todos os anos: Política de Cobrança pelo Uso da Água, Educação Ambiental para proteção dos Recursos Hídricos e Capacitação Técnica em Recursos Hídricos.

2.4 Principais conflitos identificados nas Bacias do Litoral Norte

- **Principais conflitos pelo uso da água**

Os principais conflitos pelo uso da água identificados nas bacias do Litoral Norte são sumarizados de forma objetiva através dos pontos elencados a seguir. Tais apontamentos, juntamente com as informações a serem trabalhadas no presente relatório de Cenarização, embasarão o Programa de Ações condizente com a próxima etapa deste Plano de Recursos Hídricos.

- Os barramentos executados nas regiões do rio Riachão, para uso na irrigação de hortifrúti, podem estar prejudicando a afluência da barragem de Nova Camará.
- Apesar do aumento da extensão da Adutora de Nova Camará ter sido feita para aumentar o abastecimento da população do brejo, que estava sendo abastecida por caminhão pipa, pode ter contribuído para a redução do nível da água na Barragem.
- Os barramentos executados no curso do rio Bananeiras podem interferir nas afluências do reservatório Araçagi.
- A recorrência de barramentos, para uso na aquicultura, também atinge o curso de água que aflui para a Lagoa do Matias.

- A supressão da mata ciliar e o uso indiscriminado de agrotóxicos no cultivo do abacaxi representam alguns problemas da degradação do entorno do reservatório Araçagi.
- O principal problema de curralinho está relacionado ao abastecimento humano e rural da comunidade de Curralinho, pois os oito barramentos executados a montante interferem na vazão ecológica do rio. A comunidade acredita que a construção de um barramento próximo a sua região, entre outras, pode favorecer o cultivo do abacaxi.
- No município de Rio Tinto, constatou-se a presença de uma voçoroca com dimensões significativas. A erosão do solo e o transporte de sedimentos tem prejudicado os cursos de água a jusante. Existe uma proposta em discussão para recuperação desta área degradada.

Em relação às percepções do meio social sobre os principais problemas na bacia do Litoral Norte, obtidas nas atividades de mobilização, constataram que os principais problemas das BHLN são: “APPs degradadas”, “Assoreamento dos rios” e “Desmatamento” como os principais problemas na bacia. Além disso, “Falta de Educação Ambiental”.

Os representantes do Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte (CBH-LN) constataram que a Captação de água irregular/Uso de bombas; Erosão; Desperdício de água; Expansão agrícola desordenada (cana-de-açúcar); Falta de orientação aos produtores rurais e Poluição hídrica também são problemas recorrentes nas BHLN.

3 CENÁRIOS ALTERNATIVOS DAS DEMANDAS HÍDRICAS

A presente fase de Prognóstico do Plano das Bacias Litorâneas da Paraíba está voltada à construção da visão de futuro em relação às bacias, considerando a conjuntura desenhada na fase de Diagnóstico e a definição de premissas que caracterizem possíveis cenários futuros. As situações porvindouras mais prováveis e possíveis são embasadas técnica e legalmente, sendo balanceadas com as políticas e planos públicos existentes, bem como a disposição e capacidade para pactuação de metas que os atores das bacias manifestarem.

A análise das condições futuras das BHLN se dá sobre a ótica de três cenários de disponibilidade hídrica e outros três cenários de demandas hídricas considerados tendencial, otimista e pessimista. Tais panoramas são orientados pelos processos de planejamento dos recursos hídricos, considerando a investigação das trajetórias mais prováveis do crescimento econômico, a sustentabilidade ambiental e o grau de participação popular nos processos. Assim sendo, a base dos cenários do Plano das Bacias do Litoral Norte consiste no estabelecimento de alternativas de futuro com variação da situação tendencial, otimista e pessimista, tomando-se como referência o Artigo 12º da Resolução CNRH Nº 145/2012. Deste modo, foram considerados os seguintes três cenários institucionais:

- **Cenário Tendencial**: Consiste na permanência dos parâmetros atuais de crescimento econômico e manutenção do ritmo atual de consumo dos recursos hídricos, bem como do atual modelo e do ritmo de implementação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGREH e do seu reflexo na gestão das águas nas BHLN.
- **Cenário Otimista**: Considera a ocorrência do processo de crescimento econômico, com ampliação da capacidade de atuação dos órgãos de gestão de recursos hídricos e consequente aumento dos recursos para a gestão e implementação de obras de infraestrutura hídrica. Estima-se melhoria da eficiência no uso dos recursos hídricos em todos os usuários das BHLN, com a adoção de sistemas de usos modernos e mais econômicos.
- **Cenário Pessimista**: Com uma visão pessimista da manutenção futura do modelo e ritmo de implementação em vigor do sistema de gestão de recursos hídricos nas BHLN associado a um panorama de piora da economia e consequente restrição orçamentária e financeira. Neste ínterim, ampliam-se os usos indiscriminado dos recursos hídricos, com aumento de perdas e a redução da eficiência.

Os itens **Os Cenários Econômicos Mundiais, Os Cenários do Plano Nacional de Recursos Hídricos** e **Os Cenários do Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba** descrevem criticamente os cenários alternativos traçados nestes Planos. A seguir, em **Os Cenários do Plano**

de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte a partir das metodologias e resultados avaliados nos itens anteriores, são descritos os cenários analisados no presente Plano de Bacia.

3.1 Os Cenários Econômicos Mundiais

As projeções do crescimento econômico mundial e, consequentemente, do consumo de água sofreram um impacto muito significativo com a pandemia da Covid-19, que abalou fortemente a economia mundial, com reflexos mais significativos do que outros eventos de escala mundial, como: a Grande Depressão da década de 30, as duas grandes guerras e a crise financeira global de 2008 - que teve reflexo no Brasil até 2012. O estudo do Banco Mundial (2022) sobre o cenário econômico de 2022 destaca o papel da pandemia da Covid-19, que supera o impacto da Crise Financeira Global de 2008 em termos de porcentagem de países com crescimento negativo do PIB, como mostra a **Figura 3.1**.

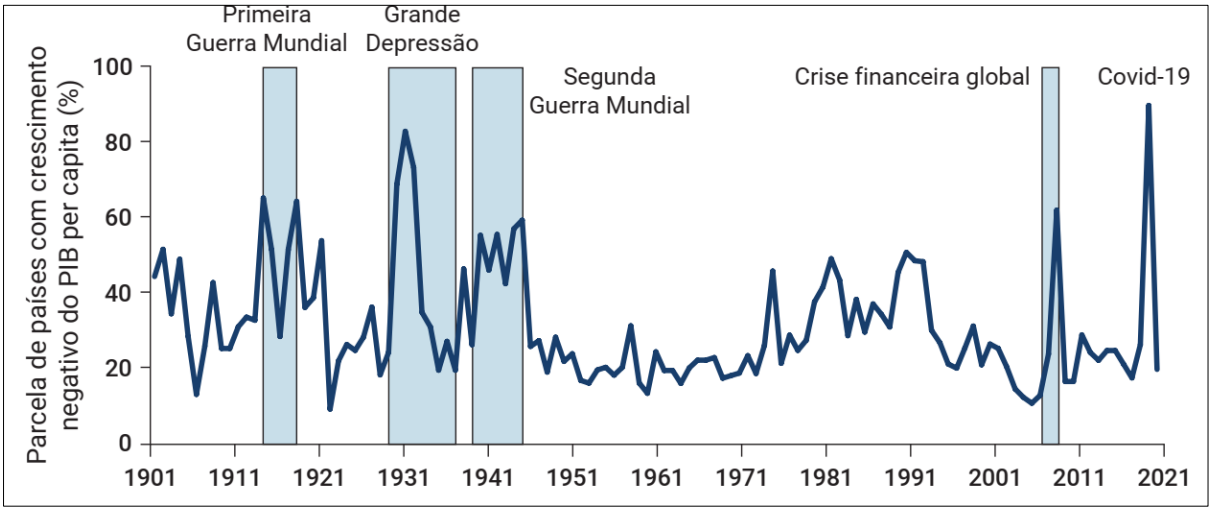


Figura 3.1 - Porcentagem de países com crescimento negativo do Produto Interno Bruto (PIB) *per capita* de 1901 a outubro de 2021.
Fonte: Banco Mundial, 2022.

O mesmo estudo ainda cita que o comportamento dos países depende da situação de sua economia em termos médios das últimas décadas:

> *Os dados disponíveis até agora indicam que os efeitos econômicos da pandemia serão mais persistentes e severos nas economias emergentes. Por exemplo, após o colapso da renda per capita ao redor do mundo em 2020, 40% das economias avançadas se recuperaram em 2021, inclusive excedendo os níveis de produção de 2019. A proporção comparável de países que alcançaram renda per capita em 2021 superior aos resultados de 2019 é muito menor nos países de renda*

média (27%) e de renda baixa (21%), o que indica uma recuperação mais lenta nos países mais pobres.

O Brasil é um país considerado de renda média alta. Ainda de acordo com o Banco Mundial (2022), houve uma resposta muito diferenciada dos países em relação à pandemia,

> *sendo quase uniformemente ampla nos países de renda alta e uniformemente limitada ou inexistente em países de renda baixa. Nos países de renda média, a resposta fiscal variou significativamente, refletindo diferenças marcantes na capacidade e disposição dos governos de mobilizar recursos fiscais e investir em programas de apoio.*
>
> *A pandemia da Covid-19 é possivelmente o maior choque sofrido pela economia global em mais de um século. À medida que os programas de estímulos fiscais, monetárias e financeiras forem retirados, surgirão novos desafios na área de políticas públicas tanto em nível doméstico quanto global (**Figura 3.2**).*

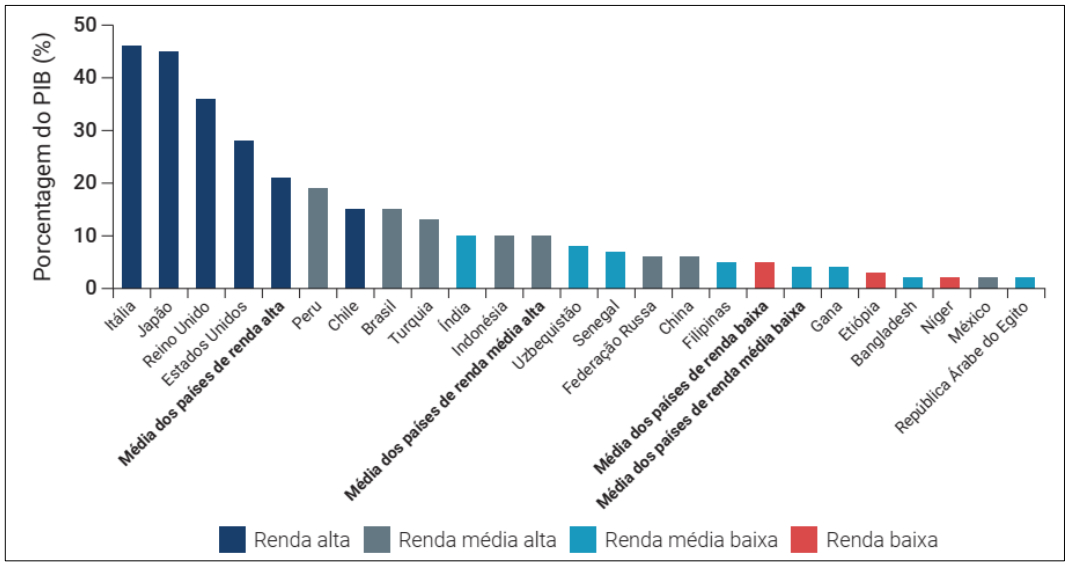


Figura 3.2 - Porcentagem do PIB utilizado como resposta fiscal à Covid-19.
Fonte: Banco Mundial, 2022.

Assim, no Brasil, que teve uma política de programas de estímulos fiscais mais próxima da média dos países de renda elevada, a retirada desses estímulos trará desafios importantes para a economia. A análise de dois economistas do Banco Mundial, Rafael Muñoz Moreno e Marek Hanusch (MORENO & HANUSCH, 2020), conclui que a pandemia atingiu a economia do Brasil de três formas:

- um choque de demanda externa, causado pelo fechamento das economias de outros países;
- um choque de demanda interna (principalmente no consumo privado), decorrente do fechamento da economia brasileira; e
- um choque no preço do petróleo, que prejudica o Brasil em sua condição de exportador líquido de petróleo (os consumidores, no entanto, se beneficiarão da queda dos preços).

A combinação dos três choques deve causar uma recessão na economia nacional, com efeitos em cadeia nos diferentes setores. De acordo com o Banco Mundial (2020), o crescimento do PIB brasileiro teve um desempenho negativo em 2020, com uma recuperação pequena em 2021 e 2022, como mostra a **Tabela 3.1**.

Tabela 3.1 - Crescimento do PIB brasileiro (%) entre 2017 e 2022.

2017	2018	2019	2020	2021	2022
1,3	1,3	1,1	-5,0	1,5	2,3

Fonte: Banco Mundial, 2022.

De acordo com Roberto Campos, presidente do Banco Central (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2022), o crescimento do PIB brasileiro seria ainda menor (**Figura 3.3**). A previsão para o ano de 2022 realizada nos primeiros meses do ano passado mostrava valores positivos, mas inferiores ou iguais a 1% ao ano.

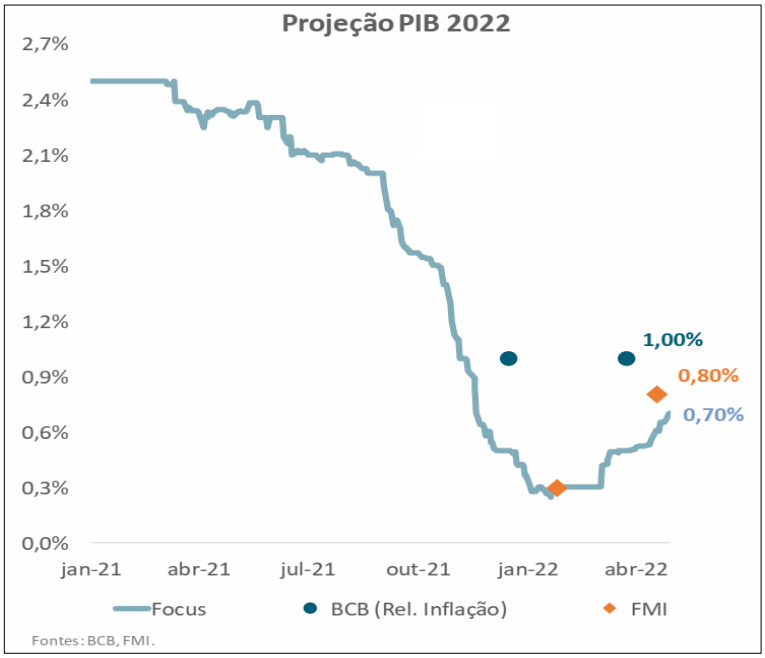


Figura 3.3 - Projeção para o crescimento do PIB brasileiro em 2022.
Fonte: Banco Central do Brasil (2022).

Um estudo recente do Fundo Monetário Internacional (FMI, 2022) salienta que a economia mundial está desacelerando de forma mais ampla e acentuada do que o inicialmente esperado, tanto pela persistência da Covid-19 como pela forte influência da guerra entre a Rússia e Ucrânia. O quadro geral é de um aumento da inflação e do custo de vida. O crescimento do PIB mundial (**Tabela 3.2**) deve desacelerar de 6% em 2021 para 3,2% em 2022 e 2,7% em 2023, sendo um dos piores desempenhos.

Tabela 3.2 - Crescimento real do Produto Interno Bruto (Fundo Monetário)

Análise	Média 2004-2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2027
Mundo	4,1	3,5	3,4	3,3	3,8	3,6	2,8	-3,0	6,0	3,2	2,7	3,2
Brasil	4,0	0,5	-3,5	-3,3	1,3	1,8	1,2	-3,9	4,6	2,8	1,0	2,0

Fonte: Fundo Monetário (2022).

Por fim, o Banco Central (BC) revisou no final de 2022 a projeção de crescimento da economia, neste ano, de 2,7% para 2,9% (BRASIL, 2022), portanto coerente com a **Tabela 3.2**. Para 2023, a projeção de crescimento do PIB continua em 1%. A alta do PIB em 2022 deveu-se à elevação da atividade do setor de serviços, que compensou os recuos da indústria e da agropecuária, sendo que essa passou da estabilidade para uma queda de 2%, o que não era esperado. No ano anterior, base de comparação, tinha ocorrido uma queda pela quebra da soja. A queda na produção de cana de açúcar, no entanto, foi significativa e superou as altas obtidas na produção de laranja.

Para a indústria o crescimento foi reduzido, de 2,4% para 1,9%, sendo que apenas a construção civil manteve a previsão de crescimento anterior. No setor de serviços a estimativa é de um crescimento ainda maior que a previsão anterior, passando de 3,4% para 4,1%, sendo que na atividade de comércio o crescimento é bem menor, 1%, afetada pelo arrefecimento do varejo e da atividade industrial.

A projeção do Banco Central é de desaceleração ainda maior do setor, coerente com a previsão de desaceleração do consumo das famílias, taxas de juros mais elevadas e desaquecimento do mercado de trabalho. Os programas de apoio social reduzirão esse impacto na população da baixa renda, mas o quadro positivo previsto é de um baixo crescimento econômico. O aumento da inadimplência, gerado pela redução da renda, aumento do desemprego e aumento de falência de pequenas e microempresas, pode afetar em particular as empresas de distribuição de energia elétrica e de água. Para os governos subnacionais, especialmente os mais pobres, a redução de consumo da população afeta diretamente a receita estadual, visto que os impostos sobre o consumo respondem pela maior parte da receita.

3.1.1 Crescimento do setor industrial no Brasil

O desempenho da indústria brasileira entre 2010 e outubro de 2022 pode ser observado na **Figura 3.4**, elaborada com base nos dados da Carta de Conjuntura Janeiro de 2023 do IPEA, que utiliza a produção física mensal da indústria em relação à média de 2012. O último valor para a indústria geral é 85,6%, ou seja, a indústria está produzindo cerca de 15% a menos do que produziu em 2012.

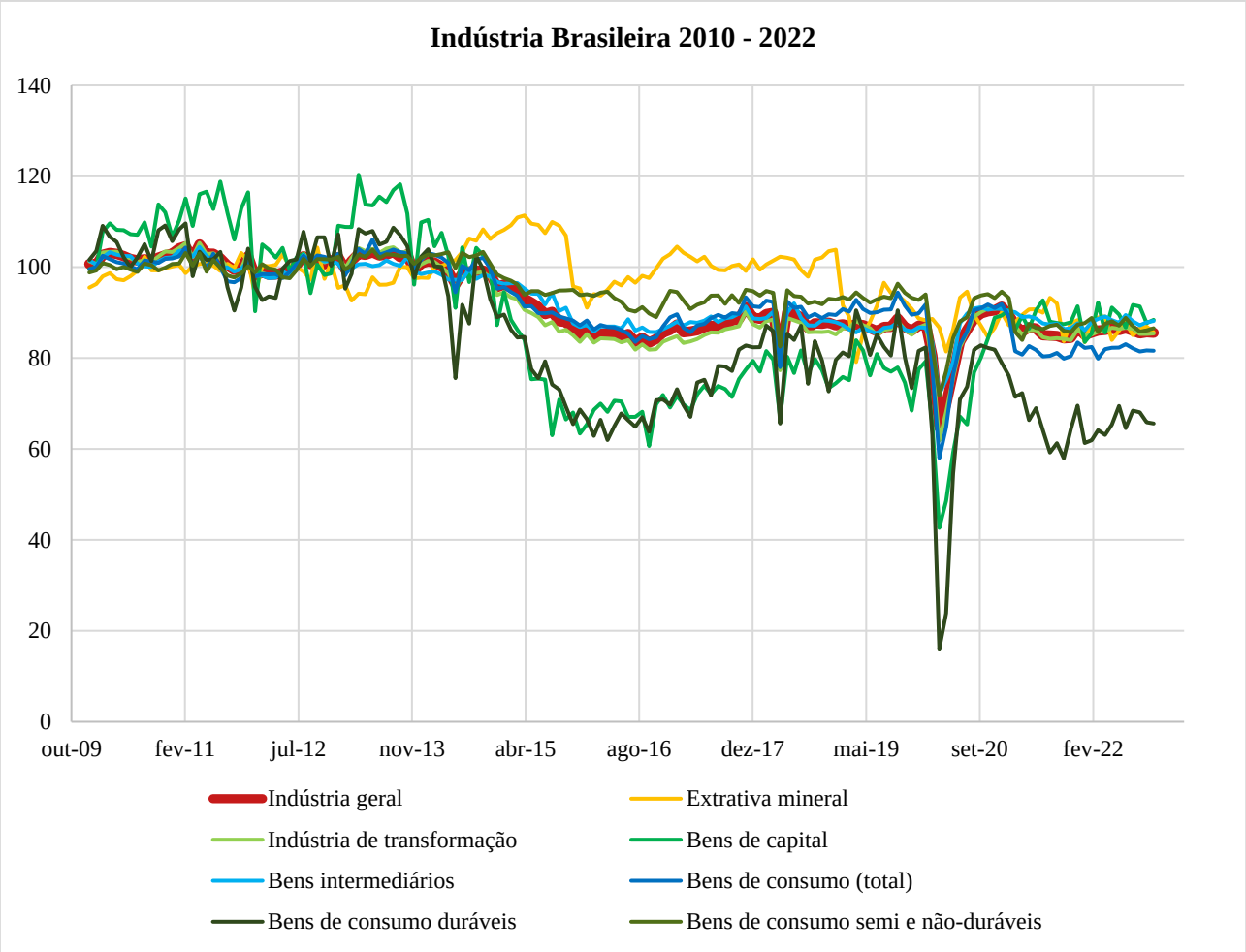


Figura 3.4 - Desempenho da indústria brasileira entre 2010 e 2022 com dados do IPEA.
Fonte: Própria do autor elaborado a partir de IPEA (2022).

Os dados do Instituto de Pesquisas Econômicas do Ceará (IPECE, 2022) para a atividade econômica daquele estado mostra que o setor terciário (comércio e serviços) teve uma recuperação mais rápida, com baixo crescimento em relação ao período anterior à pandemia, enquanto a indústria está abaixo dos valores daquele ano (**Figura 3.5**).

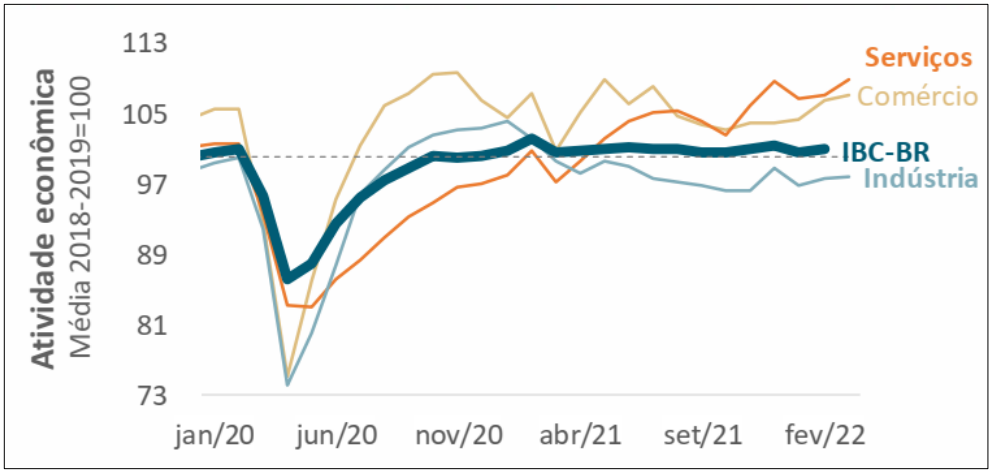


Figura 3.5 - Desempenho da economia cearense após a pandemia.
Fonte: IPECE (2022).

A expectativa de crescimento do PIB nacional era de 1,4% para 2022 de acordo com a OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico), enquanto o da Paraíba seria superior a 4%, de acordo com a publicação Brasil em Mapas. Segundo o secretário de Estado da Fazenda (Sefaz-PB), Marialvo Laureano, esse crescimento acima da média nacional foi devido à gestão fiscal equilibrada do Estado, o crescimento dos investimentos com recursos próprios, a atração de grandes empresas e o fortalecimento da indústria, mesmo ainda sob forte impacto da pandemia na economia. Assim, para o setor secundário, mesmo com a presença de importantes polos industriais na porção litorânea da Paraíba, incluindo a Região Metropolitana de João Pessoa, e uma estimativa de crescimento econômico acima do crescimento nacional, é esperado um crescimento do setor secundário, mas dentro de valores coerentes com a retomada da atividade econômica.

O trabalho de ALBUQUERQUE e SOUSA (2016), denominado de DILEMAS DA INDÚSTRIA NA PARAÍBA: LEITURAS DAS PERCEPÇÕES DO SETOR EMPRESARIAL, traz que os problemas para a expansão da indústria paraibana são cinco: 1) restrita oferta de serviços voltados à indústria; 2) infraestrutura deficiente; 3) falta de água e os impactos econômicos do período da seca; 4) recursos humanos com qualificação educacional limitada ou insuficiente; 5) questões tributárias e trabalhistas. Interessa, portanto, entender onde falta água e como isso interfere no plano de bacia.

Ainda segundo o artigo, a partir da década de 1960, durante a política da Superintendência para o Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) houve um processo de instalação de distritos industriais nas principais cidades do estado que desde então abrigam empreendimentos de diferentes segmentos da indústria extrativa, de transformação e construção civil. Atualmente, a Paraíba conta com distritos industriais nos municípios de João Pessoa, Santa Rita, Alhandra,

Rio Tinto, Campina Grande, Queimadas, Taperoá, Patos, Sousa e Cajazeiras. Com base nessa distribuição espacial, podemos então destacar a existência de três aglomerados industriais no território paraibano. Os aglomerados são responsáveis por abrigarem 3.212 das 3.366 indústrias cadastradas pela Federação das Indústrias da Paraíba (FIEP) em 2011. Por fim, o artigo traz uma análise sobre a tipologia dominante da indústria paraibana:

> "a indústria paraibana caracteriza-se como uma indústria tradicional, especializada em Arranjos Produtivos de baixo conteúdo tecnológico e com suas bases na produção de bens de consumo não duráveis, com destaque para o segmento coureiro-calçadista, têxtil e confecções e apenas duas empresas do binômio têxtil calçadista são responsáveis por aproximadamente 70% das exportações do estado em 2010."

Em entrevista ao Jornal A União, o presidente da FIEP e vice-presidente executivo da CNI, Francisco Gadelha (REPORTERPB, 2022) fala sobre a indústria paraibana e a pandemia:

> "Passados dois anos de pandemia, período intenso e atípico, o qual não estávamos preparados e precisamos nos adequar em muitas situações, vivemos agora uma retomada do desenvolvimento. A pandemia inevitavelmente impactou na produção industrial, porém, o avanço do processo de vacinação e o controle gradual da doença, tem possibilitado um recomeço. Não atingimos a velocidade ideal de crescimento, mas, estamos confiantes. Para o setor industrial um dos maiores desafios nesse momento de instabilidade no país é a alta do preço dos insumos industriais. Há poucos dias, a CNI (Confederação Nacional da Indústria), divulgou uma Nota Econômica cujas informações mostram que a indústria de transformação registra, há oito trimestres seguidos, a falta ou o alto custo de insumos e matérias-primas como principal problema. A crise provocada pela pandemia da Covid-19, a guerra entre Rússia e
> Ucrânia e os lockdowns na China têm sido os principais fatores pelo atraso na normalização das cadeias de insumos globais e os impactos são percebidos por quase todos os setores industriais. Desta forma, o desafio é manter a nossa indústria em patamar de competitividade mesmo com um cenário tão adverso."

Em publicação na página da Secretaria da Fazenda (SEFAZ-PB, 2022), o secretário Marialvo Laureano, destacou a gestão fiscal equilibrada do Estado, o crescimento dos investimentos com recursos próprios, a atração de grandes empresas e o fortalecimento da indústria como as principais razões para o crescimento da economia da Paraíba para o ano de 2022, mesmo ainda sob forte impacto da pandemia na economia. Por fim, a publicação da Fundação Getúlio Vargas,

Monitor do PIB, de março de 2023 (FGV, 2013) concorda com o presidente da FIEPB: a indústria ainda não retomou o crescimento:

> "[...] em 2021, estima-se que o PIB da região Nordeste tenha crescido 3,5%. Apesar de expressivo, esse crescimento foi menor que o do PIB brasileiro, que registrou alta de 5,0% em 2021, segundo as Contas Nacionais Trimestrais do IBGE (CNT). A principal atividade que explica essa diferença de pouco mais de 1 p.p. de diferença de crescimento entre a estimativa de PIB da região Nordeste e o brasileiro é a indústria de transformação. De acordo com as CNT, o valor adicionado real da transformação brasileira cresceu 4,5% em 2021. Esse crescimento foi, segundo a Pesquisa Industrial Mensal do IBGE, impulsionado principalmente pelos segmentos de fabricação de máquinas e equipamentos e de veículos automotores [...]. No caso do Nordeste, entretanto, estima-se que o valor adicionado da indústria de transformação tenha retraído fortemente em 2021. Segundo dados da Pesquisa Industrial Mensal Regional do IBGE, a produção física da indústria de transformação da região Nordeste recuou 6,5%, em 2021. [...] Dado esse contexto, enquanto a indústria de transformação brasileira contribuiu com 0,5 p.p. para o crescimento do PIB nacional em 2021, estima-se que a indústria de transformação nordestina tenha retirado 0,4 p.p. do PIB da região, no mesmo ano. [...] estima-se que a representatividade da indústria de transformação nordestina tenha se reduzido no Brasil de 10,5% em 2020 para 9,6% em 2021, o menor percentual desde 2014. Em 2022, a estimativa é que a participação da indústria de transformação nordestina tenha se mantido nesse patamar."

Em 2022, estima-se que o PIB da região Nordeste tenha crescido 3,4%; maior do que o crescimento de 2,9% observado no país, para o mesmo período (FGV, 2023). Esse maior crescimento do Nordeste em relação ao Brasil está associado ao desempenho do setor de serviços. Segundo as estimativas, espera-se que o crescimento do valor adicionado do setor de serviços nordestino tenha tido crescimento mais elevado em 2022 do que o observado no país.

3.1.2 Crescimento da população

De acordo com as projeções do IBGE, a população no estado da Paraíba atingirá um pico no ano de 2040, alcançando 4.267.727 habitantes, sendo que a partir deste ano a população decresce lentamente (**Figura 3.6**). As taxas de crescimento total ficam entre 0,44% ao ano e -0,45% ao ano entre 2024 e 2058 (**Tabela 3.3**).

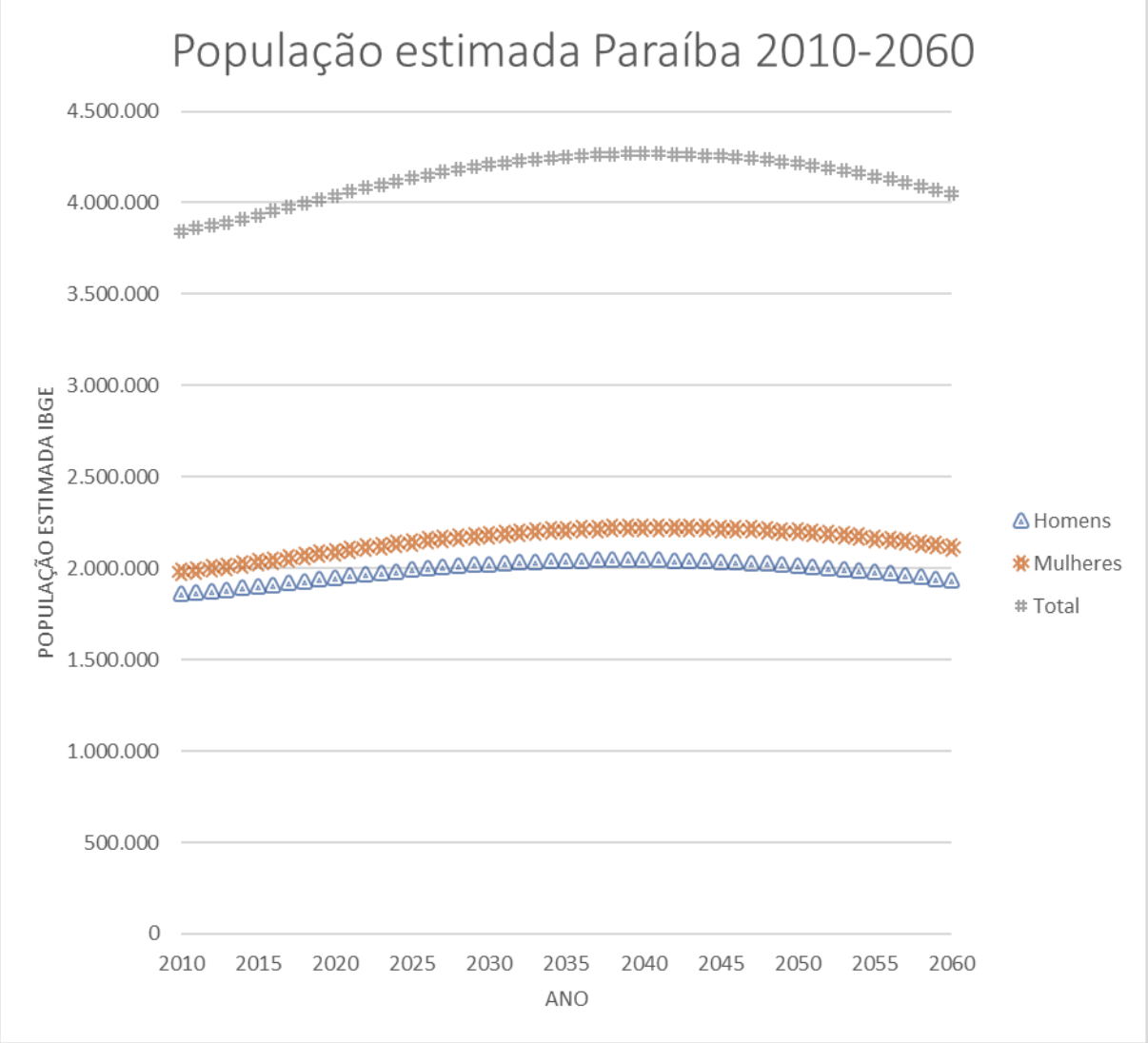


Figura 3.6 - Projeção da população total com base no IBGE.
Fonte: Própria do autor elaborado a partir de IBGE (2018).

Tabela 3.3 - Taxas de crescimento da população estimada por período.

Ano inicial	Ano final	Crescimento médio (% ao ano)
2024	2028	0,44%
2029	2033	0,29%
2034	2038	0,14%
2039	2043	-0,01%
2044	2048	-0,15%
2049	2053	-0,30%
2054	2058	-0,45%

Fonte: Própria do autor elaborado a partir de IBGE (2018).

No entanto, a cidade de João Pessoa deve ser examinada com mais cuidado, pois a população residente cresceu de 597.937 em 2000 para 723.515 em 2010, com uma taxa de crescimento decenal de 21,0%, enquanto a população do estado todo cresceu 9,4%. Em comparação com outras capitais nordestinas no mesmo período, apenas Aracaju teve um crescimento maior

(23,7%), enquanto nas outras capitais a taxa variou entre 8,1% (Recife) a 16,9% (Maceió). No mesmo período, a população da Região Nordeste cresceu 11,2% e a do Brasil 12,3%. O crescimento econômico, no entanto, não segue o mesmo ritmo, resultando em condições de vida desfavoráveis em relação às demais capitais nordestinas.

3.1.3 Crescimento do setor primário

O PIB do agronegócio brasileiro calculado pelo Cepea (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada Esalq/USP), em parceria com a CNA (Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil), alcançou recordes sucessivos em 2020 e em 2021 (CEPEA & CNA, 2020). Esse biênio foi considerado um dos melhores da história recente do agronegócio nacional.

Em 2022, o PIB do setor teve recuos sucessivos ao longo dos três primeiros trimestres do ano, acumulando queda de 4,28% de janeiro a setembro de 2022, motivada pela alta dos custos com insumos no setor, tanto na agropecuária quanto nas agroindústrias. De janeiro a setembro, o PIB do ramo agrícola caiu 5,69% e o do pecuário, 0,24%.

Além do aumento dos custos de produção, o PIB agrícola também segue pressionado pela redução da produção em culturas importantes, especialmente soja e cana-de-açúcar. Outras culturas devem registrar menor produção: arroz, batata, fumo, mandioca, tomate, uva e madeira em tora. Na pecuária, o baixo crescimento é resultado de uma redução dos custos de insumos em relação a 2021, mas neste ano o aumento dos insumos foi considerável.

A **Tabela 3.4** apresenta o número de estabelecimentos ligados à aquicultura registrados nos municípios da Paraíba no Censo Agropecuário de 2006 (IBGE, 2006). Dos municípios apresentados, dois deles na região das BHLN registraram possuir estabelecimentos voltados para a prática da aquicultura em águas doces: Algodão de Jandaíra e Baía da Traição. Outros seis municípios das bacias do Litoral Norte têm registro de estabelecimentos aquícolas em águas salgadas ou salobras, sendo estes, Marcação (com o maio quantitativo registrado), Santa Rita, Baía da Traição, Lucena, Mulungu e Rio Tinto.

Tabela 3.4 – Número de estabelecimentos aquícolas por município da Paraíba.

Município	Número de estabelecimentos
Água doce	
Jericó (PB)	2
Algodão de Jandaíra (PB)	1
Baía da Traição (PB)	1
Barra de São Miguel (PB)	1
Conde (PB)	1

Município	Número de estabelecimentos
Coremas (PB)	1
Emas (PB)	1
Itabaiana (PB)	1
Juazeirinho (PB)	1
Pombal (PB)	1
São Mamede (PB)	1
Água salgada ou salobra	
Marcação (PB)	8
Santa Rita (PB)	6
Baía da Traição (PB)	5
Salgado de São Félix (PB)	4
Mogeiro (PB)	3
Lucena (PB)	2
São Miguel de Taipu (PB)	2
Barra de Santa Rosa (PB)	1
Caaporã (PB)	1
João Pessoa (PB)	1
Juazeirinho (PB)	1
Mulungu (PB)	1
Pilar (PB)	1
Pitimbu (PB)	1
Rio Tinto (PB)	1

Fonte: IBGE (2006).

Uma vez que os dados mais recentes do Censo Agropecuário de 2017 não estão disponíveis, para uma avaliação do setor da aquicultura em anos mais recentes, optou-se pela utilização dos dados da Pesquisa da Pecuária Municipal, série de 2013 a 2021 (IBGE, 2021). Esses dados têm a vantagem de formar uma série evolutiva, que permite inferir o desenvolvimento futuro tendencial. Como desvantagem tem a fonte de informação secundária, já que se baseia nos dados observados pelos serviços de extensão rural, o que não tem a mesma precisão.

Na prática de aquicultura só são observados dados de produção de pescado. Camarão, ostras, alevinos e larvas não foram informados pelo IBGE. A **Figura 3.7** apresenta a evolução da produção do Litoral Norte. Verifica-se que há um início com crescimento destacado entre 2013 e 2015, quando a seca severa atinge um pico. Depois, há uma estabilidade até 2019 e outro trecho ascendente na época de pandemia. Os dados recentes permitiriam avaliar o pós pandemia, mas não estão disponíveis. O mesmo pode ser observado para o Litoral Sul (**Figura 3.8**), mas com valores bem menores.

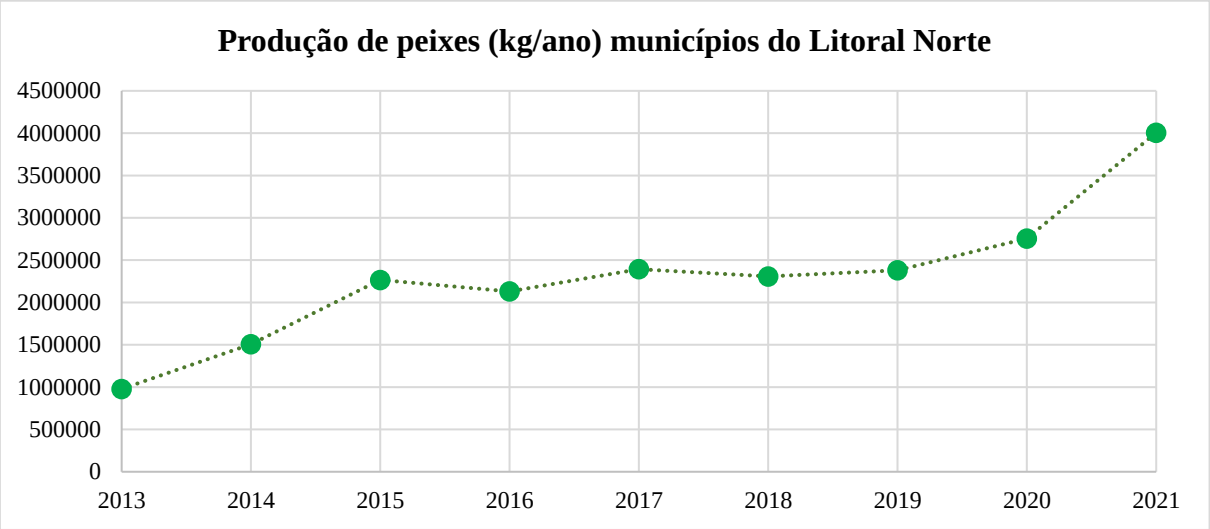


Figura 3.7 - Produção de pescado (kg/ano) nas BHLN.
Fonte: Autoria própria a partir de IBGE (2021).

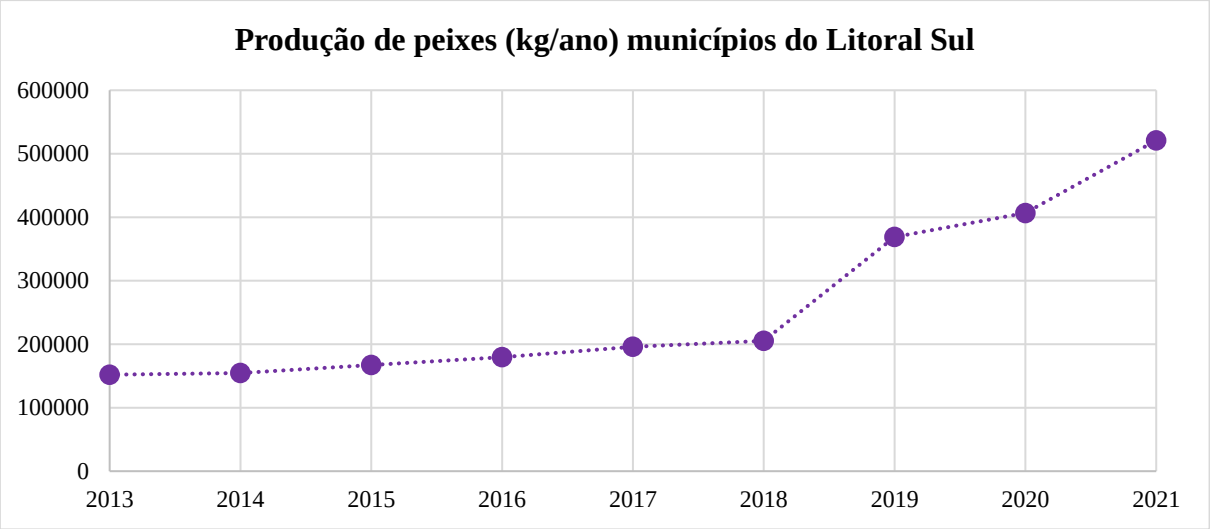


Figura 3.8 - Produção de pescado (kg/ano) nas BHLS.
Fonte: Autoria própria a partir de IBGE (2021).

Comparando as duas bacias com o estado da Paraíba (**Figura 3.9**) verifica-se que o crescimento das bacias litorâneas é coerente com o crescimento estadual. Na **Figura 3.9** pode-se verificar que os municípios da BHLN tiveram um crescimento de produção diferenciado entre 2013 e 2015, quando há uma queda significativa da participação da região sobre o total do estado. A partir de 2016 a região se consolida como área de produção de dois terços da produção estadual. Como conclusão observa-se o aumento da atividade de aquicultura, o que irá demandar água de qualidade compatível com Classe 2 e a geração de um efluente que necessitará de monitoramento e tratamento, conforme a situação.

Os municípios com maior participação da BHLN são Bananeiras, Mari e Araçagi. Mari teve um crescimento muito alto em 2016 e em 2021 representava um terço da produção das BHLN.

Bananeiras, por sua vez, tece uma queda acentuada em 2021, reduzindo pela metade a sua participação na região. Por fim Araçagi está enfrentando uma grande queda relativa, passando de 30% para 2%.

Na BHLS, o município com maior produção é São Miguel de Traipu, que apresenta apenas 0,4% da área das BHLS. São Miguel de Traipu chegou a representar 99% da produção das BHLS, mas em 2021 essa participação era de 45%. Santa Rita e Caaporã tiveram crescimentos muito importantes e em 2021 representavam 13% e 27% respectivamente da produção das BHLS.

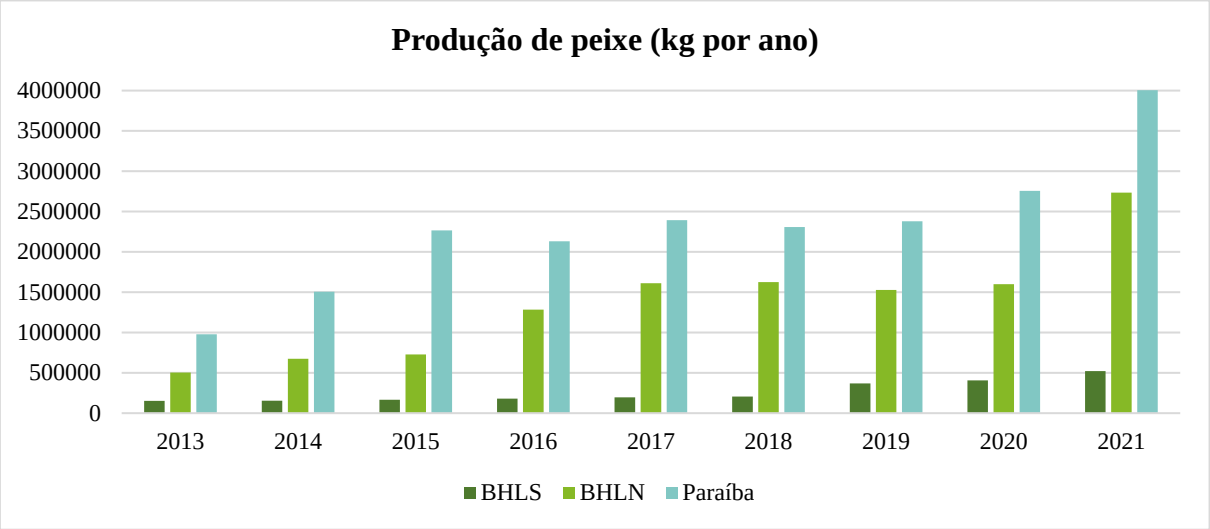


Figura 3.9 - Evolução da produção de pescado (kg/ano) na Paraíba e nas BHLN e BHLS.
Fonte: Autoria própria a partir de IBGE (2021).

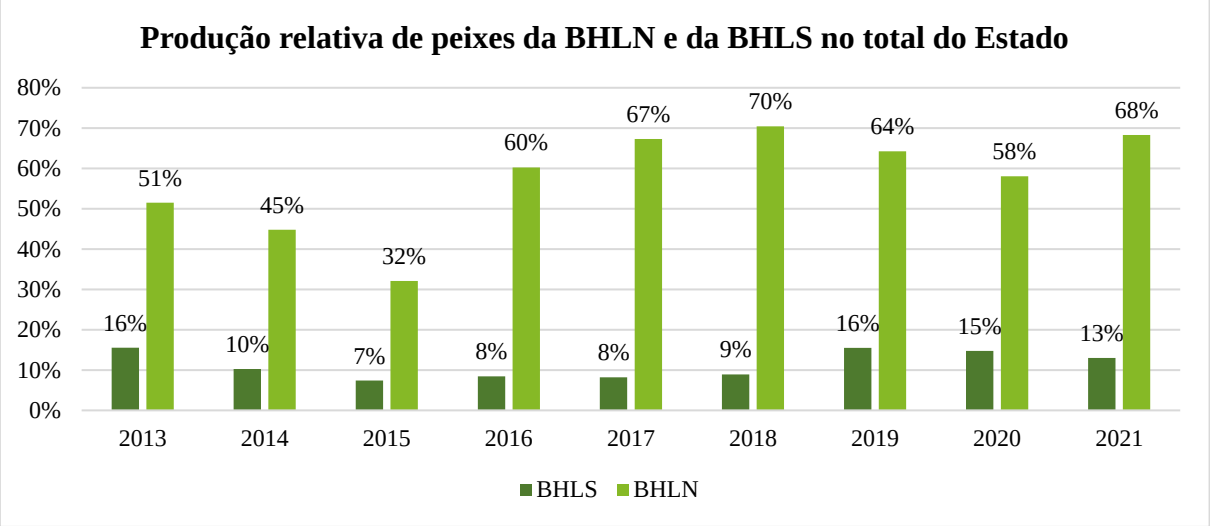


Figura 3.10 - Crescimento relativo das bacias litorâneas em relação à produção estadual.
Fonte: Autoria própria a partir de IBGE (2021).

Em termos de vazão para a aquicultura, utilizando dados para tanques apenas com reposição de água pela evaporação e infiltração, os valores produzidos são compatíveis com áreas alagadas

crescentes, chegando a 152 hectares nas BHLN, considerando três períodos de produção por ano – vide **Tabela 3.5**. As vazões consumidas são da ordem de 600 litros por segundo para o ano de 2021 (KUBITZA, 2008).

Tabela 3.5 – Área e vazão para a aquicultura nas bacias litorâneas.

ANO	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Área (hectares)									
BHLS	8	9	9	10	11	11	21	23	29
BHLN	28	38	40	71	90	90	85	89	152
Vazão (litros por segundo)									
BHLS	34	34	37	40	44	46	82	90	116
BHLN	112	150	162	285	358	361	340	355	608

Fonte: Elaboração própria.

3.2 Os Cenários do Plano Nacional de Recursos Hídricos

O Plano Nacional de Recursos Hídricos em sua versão mais recente de 2022 está estruturado conforme a Resolução CNRH Nº 145/2012 em dois volumes: (i) o primeiro que se refere ao Diagnóstico e Prognóstico dos recursos hídricos, representado pelo Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil (2021); e (ii) o segundo, composto pelo Plano de Ações e Anexo Normativo, que traz, baseado na conjuntura apresentada no primeiro volume e, nas contribuições advindas do processo participativo, estratégias de ação, objetivos, macro diretrizes, programas e subprogramas com ações e metas associadas. O Diagnóstico e o Prognóstico do PNRH permitem a identificação das principais pressões ou temas relevantes na escala territorial adotada, correspondente às Unidades de Gestão de Recursos Hídricos (UGRHs), com foco na agenda de recursos hídricos e na sua interface com os planejamentos setoriais.

O PNRH destaca as principais pressões existentes em escala regional nas UGRH que ocorrem em porções relevantes e estratégicas de seu território. Estes fatores são sintetizados sobre a forma dos seguintes temas relevantes: restrição da oferta hídrica, vulnerabilidade da qualidade da água, intensidade atual dos usos da água, expansão competitiva dos usos e interdependência regional de mananciais. Para as BHLN inseridas na UGRH das Bacias Litorâneas Estaduais da Paraíba, os temas relevantes desta UGRH são a restrição da oferta hídrica e a interdependência regional de mananciais. Esta UGRH possui trechos com balanço hídrico desfavorável e/ou com baixa resiliência no índice de segurança hídrica, além da existência de grandes transferências de água atuais ou que eventualmente requerem infraestrutura complementar para o abastecimento, estudos de desenvolvimento regional e aprimoramento de regras operativas para ampliar sua efetividade.

Quanto aos cenários utilizados para fins do planejamento de curto e longo prazos e a avaliação dos efeitos da evolução das demandas frente à oferta hídrica, o PNRH trabalha com três cenários de balanço hídrico. O cenário atual considera as demandas e a disponibilidade hídrica do presente; o cenário tendencial futuro considera as demandas projetadas para 2040 frente à disponibilidade hídrica atual; e há ainda um terceiro cenário com ambas as variáveis submetidas aos efeitos das mudanças climáticas. O cenário de mudanças climáticas baseou-se essencialmente no aumento da demanda para irrigação e consequente redução na disponibilidade hídrica.

De acordo com PNRH (ANA, 2022), as demandas de água no Brasil crescem continuamente principalmente devido ao abastecimento das cidades, à indústria e à agricultura irrigada (principal contribuinte). Segundo o PNRH, até 2040 é estimado um aumento de 42% das retiradas de água. As mudanças climáticas, por sua vez, tendem a acelerar alguns usos, especialmente na agropecuária e na agroindústria, com um acréscimo de até 20% nas regiões de irrigação mecanizada (excluindo o arroz sob inundação).

Para as UGRH das Bacias Litorâneas Estaduais da Paraíba, no ano de 2020, foram retirados cerca de 9,326 m³/s de água com o abastecimento urbano sendo o principal contribuinte com 4,776 m³/s. O PNRH estima que em 2040 o montante total passará a ser 11,031 m³/s (aumento de 18%). Na UGRH, excluídos os rios intermitentes (oferta nula) que representam 79,6% e se concentram na porção oeste da Unidade de Gestão das Bacias Litorâneas Estaduais da Paraíba, 10,5% dos rios na região estão em classe de comprometimento hídrico crítico no balanço hídrico de 2020. Para o ano de 2040, no cenário de mudanças climáticas este valor eleva-se para 12,9%. O comprometimento hídrico crítico (acima de 100%) está concentrado na porção litorânea do estado, abrangendo as bacias do Litoral Norte.

Na consideração das mudanças climáticas, de um modo geral, temperaturas mais altas intensificam substancialmente o ciclo hidrológico tendo como principais consequências associadas o aumento da evapotranspiração, mudanças nos padrões de precipitação, e um provável aumento na frequência de inundações e secas. Nos cenários futuros de redução da disponibilidade hídrica devido aos efeitos da mudança climática, a UGRH das Bacias Litorâneas Estaduais da Paraíba apresenta uma redução superior a 25% em 40 a 60% dos cenários de alteração do clima considerados. Assim, neste mesmo cenário até 2040 as bacias do Litoral Norte apresentam uma redução da oferta de 5 a 25% e as do Litoral Sul de 25 a 50% enquanto a demanda altera no todo de 0 a 5% nas duas regiões.

3.3 Os Cenários do Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba

O antigo Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba (PERH-PB) do ano de 2006 utilizou como horizontes de planejamento os anos de 2008, 2013 e 2023. Entre as ações então estipuladas na época, as destacadas como relevantes na atualização do PERH-PB foram o Planejamento da Operação Integrada dos Reservatórios, o Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF) e a Implantação de Obras de Infraestrutura Hídricas. A atualização do Plano então ocorrida em 2021, trabalhou com três cenários de avaliação na fase de Cenarização, sendo estes o tendencial, otimista e crítico, em um total de nove simulações realizadas. Além disso, haja em vista a forte influência do período de seca prolongada entre 2011 e 2018 na demanda diminuída pela escassez hídrica, foi elaborado um cenário considerado de base referente ao ano de 2021.

Os horizontes adotados de curto, médio e longo prazo possuem o ano de 2021 como base alcançando 2026, 2031 e 2041. As premissas adotadas para a construção dos cenários foram a taxa de crescimento populacional IBGE; a análise de comportamento dos últimos 10 anos da agricultura, pecuária e indústria; documentos de projeção de cada setor usuário; documentos de referência do Governo do Estado da Paraíba; e obras e projetos públicos projetados no horizonte de projeto adotado.

O cenário tendencial do Plano buscou refletir para o futuro as tendências do passado sem que interferências importantes (presentes ou futuras) nos ambientes internos e externos sejam consideradas. Parte disso a premissa de que a projeção populacional segue a taxa de crescimento do IBGE e as demandas e disponibilidades hídricas baseiam-se na análise de comportamento dos últimos 10 anos da agricultura, pecuária e indústria e em obras e projetos públicos projetados no horizonte de projeto adotado. Sendo assim, neste cenário, as demandas para abastecimento humano, pecuária, indústria, agricultura e aquicultura aumentam a taxas ao ano de, respectivamente, 0,6% de consumo urbano, -0,3% de consumo rural, 2,0%, 1,0%, 0,5% acrescido das demandas de projetos futuros e 3%.

No cenário crítico ocorre uma conjugação de fatores negativos quanto às mudanças climáticas, ao desenvolvimento econômico e à eficácia dos instrumentos de gestão em promover o desenvolvimento sustentável e melhorar os indicadores de qualidade da água. Em vias de baixa disponibilidade hídrica o foco para atendimento é nas demandas de abastecimento humano e pecuária. Neste ínterim, adotou-se neste cenário as taxas de crescimento da população do IBGE, sem crescimento na agricultura, pecuária e indústria, além de obras e projetos públicos

projetados no horizonte de projeto adotado. As demandas para pecuária, indústria, agricultura e aquicultura possuem as seguintes taxas de crescimento anuais associadas, respectivamente: -2,0%, -2,0% -4,0% e -0,5%.

Por fim, no cenário otimista a economia cresce e ocorre uma melhor eficácia dos instrumentos de gestão para racionalizar as demandas, promover e fiscalizar os usos múltiplos da água e melhorar os indicadores de qualidade da água. O setor agrícola, da pecuária e da indústria crescem, bem como as demandas hídricas associadas. As demandas para pecuária, indústria, agricultura e aquicultura possuem as seguintes taxas de crescimento anuais associadas, respectivamente: 3,0%, 4,0%, 2,0% junto às demandas de projetos e 4,0%.

A partir das taxas delimitadas e descritas acima, foi calculada a demanda hídrica por uso consuntivo, cujos resultados são exibidos na **Tabela 3.6**. No cenário otimista de crescimento dos setores considerados até 2041 o somatório das demandas pode alcançar 1.222 L/s em Camaratuba, 25.544 L/s no Mamanguape e 6.626 L/s no Miriri. No cenário tendencial, nas três bacias a demanda hídrica total sobe cerca de 11% no período de 2021 a 2041.

Tabela 3.6 – Demandas Hídricas (L/s) por uso consuntivo nas Bacias do Litoral Norte.

Ano	Demanda/ Cenários	Tendencial			Otimista			Crítico		
		Cam.	Mam.	Miriri	Cam.	Mam.	Miriri	Cam.	Mam.	Miriri
2021	Abastecimento Humano	44	1086	59	40	993	54	43	1086	59
2021	Agrícola	907	20399	5507	907	20399	5507	907	20399	5507
2021	Aquicultura	0	58	18	0	59	19	-	44	16
2021	Dessedentação animal	109	1	5	1	111	5	93	1	5
2021	Indústria	0	363	201	0	432	240	0	303	168
2021	Total	1060	21907	5790	948	21994	5825	1043	21833	5755
2026	Abastecimento Humano	46	1110	61	41	1015	56	1042	1110	61
2026	Agrícola	930	22127	5784	930	22127	5784	930	22127	5784
2026	Aquicultura	0	68	21	0	71	23	-	43	16
2026	Dessedentação animal	120	1	6	1	126	6	84	1	4
2026	Indústria	0	381	268	0	526	349	0	274	152
2026	Total	1096	23687	6140	972	23865	6218	2056	23555	6017
2031	Abastecimento Humano	47	1128	63	43	1030	58	59	1128	63
2031	Agrícola	954	22686	5930	954	22686	5930	954	22686	5930
2031	Aquicultura	1	81	25	1	87	28	-	42	16
2031	Dessedentação animal	133	1	7	1	142	7	76	1	4
2031	Indústria	0	401	263	0	640	389	0	247	137
2031	Total	1135	24297	6288	999	24585	6412	1089	24104	6150
2041	Abastecimento Humano	57	1141	62	43	1042	59	57	1141	62
2041	Agrícola	1002	23846	6233	1002	23846	6233	1002	23846	6233
2041	Aquicultura	1	114	33	1	129	42	-	40	15
2041	Dessedentação animal	162	1	8	1	182	9	62	0	3
2041	Indústria	0	442	290	0	947	576	0	202	112
2041	Total	1222	25544	6626	1047	26146	6919	1121	25229	6425

Fonte: Extraído do PERH-PB (2019).

3.4 Os Cenários do Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte

Os cenários delimitados foram construídos com base nas alternativas de futuro consideradas e avaliadas no Plano Nacional de Recursos Hídricos (2022) e no Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba (2019). A **Figura 3.11** apresenta um comparativo dos cenários e horizontes de planejamento trabalhados nos três diferentes Planos em questão. Semelhante ao estabelecido no PERH-PB, este plano contempla o cenário tendencial e dois cenários alternativos (otimista e pessimista). Em alinhamento com a metodologia adotada no Estudo Hidrológico e na etapa de Diagnóstico do PRH das bacias do Litoral Norte as análises de demandas e disponibilidades hídricas além da avaliação da carga poluidora serão feitas por sub-bacia hidrográfica – delimitadas ainda na fase de Estudo Hidrológico.

Os cenários desenhados são estudados em três horizontes de projeto distintos contabilizados a partir do ano estimado de consolidação do presente Plano de Bacia em 2023 – ano base. De tal forma, foram ponderados os impactos dos cenários sobre as disponibilidades e demandas hídricas ao longo dos horizontes de curto prazo em 5 anos (2028), médio prazo em 10 anos (2033) e longo prazo em 20 anos (2043), adotando-se modelos matemáticos de simulação, considerando variáveis no tempo e no espaço.

PLANO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS	PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA	PLANO DAS BACIAS LITORÂNEAS DA PARAÍBA
ABRANGÊNCIA: Brasil **CENÁRIOS CONSIDERADOS**: atual, futuro e de mudanças climáticas. **HORIZONTES DE PLANEJAMENTO**: 2020 (base) e 2040 (longo prazo).	**ABRANGÊNCIA**: Paraíba **CENÁRIOS CONSIDERADOS**: cenário base, tendencial, otimista e crítico. **HORIZONTES DE PLANEJAMENTO**: 2021 (base), curto prazo (2026), médio prazo (2031) e longo prazo (2041).	**ABRANGÊNCIA**: Litoral Norte e Sul **CENÁRIOS CONSIDERADOS**: tendencial, otimista e pessimista. **HORIZONTES DE PLANEJAMENTO**: curto prazo (2028), médio prazo (2033) e longo prazo (2043).

Figura 3.11 - Comparação entre os cenários definidos no PNRH, no PERH-PB e no presente Plano.
Fonte: Elaboração própria.

Ao todo, foram contabilizados três cenários de demandas hídricas (tendencial, otimista e pessimista), três cenários de disponibilidades hídricas (tendencial, otimista e pessimista) e três horizontes de planejamento distintos de curto, médio e longo prazo (respectivamente, 2028, 2033 e 2043). Os cenários de disponibilidades hídricas incorporam dois fatores principais de

alteração: (i) a recuperação ou degradação de nascentes e matas ciliares e (ii) o aumento da evapotranspiração em consequência dos aumentos de temperatura previstos no processo de mudança climática. A **Tabela 3.7** resume as premissas consideradas para cada cenário para as estimativas das disponibilidades hídricas futuras nas BHLN. Nos parágrafos que se seguem as metodologias delimitadas são melhores descritas. Nos parágrafos que se seguem as metodologias delimitadas são melhores descritas. Em seguida, as metodologias de cálculo das demandas hídricas são apresentadas e comentadas.

Tabela 3.7 - Cenários e premissas para estimativas das disponibilidades hídricas futuras.

Cenário Tendencial	Cenário Otimista	Cenário Pessimista
NASCENTES: Recuperação de 1 nascente para cada 50 km², com aumento de 1 L/s por nascente, por ano respeitado o número estimado de nascentes por sub-bacia. **MUDANÇA CLIMÁTICA**: Cenário IPPC SSP2-4.5 de emissões médias com aumento de temperatura previsto de 1,19 °C no Litoral Norte no período de 2040 a 2060.	**NASCENTES**: Recuperação de 1 nascente para cada 10 km², com aumento de 1 L/s por nascente, por ano respeitado o número estimado de nascentes por sub-bacia. **MUDANÇA CLIMÁTICA**: Cenário IPPC SSP1-2.6 de baixas emissões com aumento de temperatura previsto de 0,99 °C no Litoral Norte no período de 2040 a 2060.	**NASCENTES**: Redução de 1 nascente para cada 50 km² devido ao processo de degradação, com redução de 1 L/s por nascente, por ano respeitado o número estimado de nascentes por sub-bacia. **MUDANÇA CLIMÁTICA**: Cenário IPPC SSP3-7.0 de altas emissões com aumento de temperatura previsto de 1,32 °C no Litoral Norte no período de 2040 a 2060.

Fonte: Elaboração própria.

Para a contabilização do acréscimo ou redução da disponibilidade hídrica devido à recuperação ou degradação de nascentes foram consideradas, por sub-bacia, a quantidade de nascentes obtidas na etapa de Diagnóstico. As principais fontes trabalhadas foram o Cadastro Ambiental Rural (CAR), as nascentes geradas com base na localização das cabeceiras dos corpos hídricos. O aumento ou decréscimo da oferta de água é proporcional à área de drenagem de cada sub-bacia, sendo considerada uma nascente em casos de áreas inferiores aos limites estabelecidos de 50 e 10 km². Para aquelas sub-bacias com área de drenagem inferior a estes limites foi considerada a recuperação (ou degradação, conforme o cenário) de uma nascente por ano como forma de arredondamento, respeitada a quantidade de nascentes delimitadas na etapa de Diagnóstico.

Conforme apontado anteriormente, entre as prioridades do PNRH para 2016-2021 estava “Desenvolver planejamento de longo prazo para a conservação e o uso racional das águas do país, considerando as mudanças climáticas”. O ciclo hidrológico relaciona-se diretamente com as condições climáticas, de forma que, o aumento da temperatura no cenário de mudança climática ocasiona aumento da evapotranspiração e consequente redução da oferta de água.

A avaliação dos impactos das mudanças climáticas na disponibilidade hídrica nas BHLN foi realizada a partir das análises dos resultados oriundos da modelagem climática e das projeções dos modelos climáticos globais (MCG) utilizados pelo IPCC - Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. Embora tenha havido grandes avanços na área de climatologia, os MCGs são, por natureza, uma simplificação de processos altamente não-lineares e, mesmo os MCGs de última geração não modelam adequadamente todos os processos climáticos nas mais diferentes escalas que afetam significativamente a hidrologia. Os resultados dos modelos convergem para um aumento de temperatura de até 1,32 °C nas BHLN no pior cenário de emissões atmosféricas. No entanto, as estimativas de alterações dos regimes de precipitação são divergentes (IPCC, 2023). Dadas essa incerteza, o fator de aumento ou diminuição das chuvas não foi considerado na avaliação das ofertas hídricas futuras sobre a influência das mudanças climáticas.

O mais recente relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas de número 6 aponta que atualmente, o planeta apresenta um aquecimento médio de 1,1°C em relação aos níveis pré-industriais. O relatório do Grupo de Trabalho I do IPCC mostra que o mundo provavelmente atingirá ou excederá 1,5 °C de aquecimento nas próximas duas décadas. No documento, são trabalhados cinco cenários diferentes de mudanças globais socioeconômicas projetadas até 2100, os chamados SSPs - Caminhos Socioeconômicos Compartilhados.

Para este PRH das bacias do Litoral Norte os cenários tendencial, otimista e pessimista foram diretamente relacionados, respectivamente, com os: SSP2-4.5 com emissões intermediárias de gases de efeito estufa (GEE) com emissões de gás carbônico (CO_2) em torno dos níveis atuais até 2050, depois caindo, mas não atingindo zero líquido até 2100; SSP1-2.6 de baixas emissões de GEE e as emissões de CO_2 reduzidas a zero líquido por volta de 2075; e SSP3-7.0 de altas emissões, com as emissões de CO_2 dobradas até 2100. A partir do aumento de temperatura previsto para cada cenário e disponibilizados pelo IPCC (2023) foram recalculadas as estimativas de evapotranspiração segundo o mesmo método adotado no Diagnóstico de HARGREAVES & SAMANI (1985). Os novos valores de evapotranspiração foram introduzidos no HEC-HMS (utilizado na etapa de Estudo Hidrológico), mantido os mesmos parâmetros adotados na fase de Diagnóstico, para obtenção das novas disponibilidades hídricas com influência das mudanças climáticas.

A partir do Diagnóstico realizado, na etapa de Cenarização de um Plano de Bacia são feitas projeções dos usos de recursos hídricos com base em diferentes cenários socioeconômicos, climáticos, demográficos e de oferta hídrica e a possível interferência de outros planejamentos

setoriais e regionais. Entre estes cenários, o Tendencial busca refletir para o futuro, nos horizontes de planejamento adotados, as tendências observadas no passado sem a consideração de interferências significativas nos ambientes internos e externos.

Para a avaliação das demandas de água em uma bacia hidrográfica para fins de planejamento podem ser adotados dados diretos, referentes à outorga, ou estimativas com dados secundários mais facilmente obtidos. Conforme apresentado na etapa de Diagnóstico do Plano, o banco de dados de outorga existente e em operação das bacias do Litoral Norte encontra-se desatualizado e estruturado de forma não plenamente satisfatória – conforme análise realizada e informações levantadas em campo e nas Audiências Públicas. Os valores outorgados mostram-se na prática inferiores ao realmente praticada principalmente para o uso agrícola e de pequenos irrigantes.

Ainda assim, o banco de dados de outorga da AESA foi utilizado como base para discussão e comparação dos resultados obtidos ao longo dessa fase do PRH. É possível observar o panorama de outorgas em vigor no ano de 2022 para as bacias do Camaratuba, Mamanguape e Miriri através das **Figura 2.1**, **Figura 2.2** e **Figura 2.3** exibidos no capítulo de **ANÁLISE DAS CONDIÇÕES ATUAIS REVELADAS PELO DIAGNÓSTICO.**

A discrepância entre dados de outorga e as estimativas de consumo efetivo de água são comuns no Brasil. As deficiências no controle do uso da água, a multiplicidade de pequenos usos não cadastrados ou outorgados e a falta de registro por parte dos usuários faz com que o balanço hídrico quantitativo seja sempre um ponto frágil na compreensão da situação da bacia.

No entanto, o planejamento não deve ser confundido com o controle. No planejamento, as informações necessárias para desenhar os cenários e identificar possíveis conflitos são geradas a partir de dados que indiretamente refletem o uso da água pelas atividades econômicas, possibilitando especializar na escala de município as retiradas e devoluções de água em uma situação que reflete usos efetivamente medidos em situações similares. Os dados outorgados, por sua vez, não representam o uso em si, pois não é garantido que a situação declarada pelo usuário esteja, de fato ocorrendo.

Os dados informados na outorga também são estimativas de vazão ou volume obtidas por projetos, que podem ou não estar sendo observados. As situações encontradas em fiscalização podem tanto encontrar retiradas muito abaixo do valor outorgado, seja por redução da atividade econômica momentânea, seja pela restrição causada por instalações mal planejadas ou mal operadas, como de retiradas muito acima, por troca de equipamentos entre a outorga e a fiscalização ou aumento da potência de motores, por exemplo. Ou seja, tanto utilizar dados de

outorga como gerados por estimativas a partir de dados econométricos nunca trará a situação real a cada instante. A vantagem dos dados econométricos é a existência de fontes externas que têm registros anuais de informações, enquanto que os dados outorgados ficarão fixos ao longo do período de validade.

A situação ideal só se obterá com um monitoramento dos cursos de água em uma escala compatível com o grau de conflito de cada UPH. A partir de um monitoramento com coleta de dados diários (ou até a cada 15 minutos, em estações telemétricas) pode-se entender o consumo de água por um conjunto de usuários de cada UPH ou fração desta. É justamente na identificação desses locais de monitoramento futuro que está o foco do planejamento em relação à quantidade de água retirada da bacia e a observância do critério de outorga definido pelo comitê. Dentro de cada área monitorada, pode-se investir em fiscalização dos maiores e mais restritivos usos de água, mas em uma situação futura.

No caso das bacias litorâneas, observou-se que o banco de outorgas tinha inconsistências que não seriam sanadas, pois eram dados do passado ou falta completa de informações. Portanto, a partir da contestação dessa carência, assumida pela AESA, a opção mais sólida passa a ser, neste primeiro plano de bacia, o uso de dados gerados a partir da metodologia da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, para, posteriormente, identificar as bacias ou UPHs mais críticas quanto ao monitoramento hídrico. Conceitualmente, a opção pela metodologia da ANA, já testada em muitos outros planos, é a opção mais segura e confiável para a execução dos planos.

Por outro lado, a deficiência da outorga da AESA indica a necessidade urgente de desenvolvimento de banco de dados mais ágeis e mais acessíveis aos usuários, para que se tenha condições de revisão do plano de bacia e realização dos novos planos nos intervalos de tempo estabelecidos na CNRH 145. Assim sendo, considerando que a outorga não apresenta um grau de cobertura suficiente para a avaliação das demandas e disponibilidades hídricas bem como para a análise dos lançamentos de efluentes, podem ser utilizados indicadores sobre dados de população, de rebanhos, de áreas irrigadas e da produção industrial. Soma-se a isso a discrepância de valores obtidos quando consultadas as bases estaduais e nacionais de referência para a região das bacias do Litoral Norte.

Além da aplicação destes indicadores, para o cenário tendencial, as estimativas das **demandas hídricas** nas sub-bacias do Litoral Norte basearam-se na Base Nacional de Referência de Usos Consuntivos de Água no Brasil – BD Usos, com dados de diagnóstico até 2021 e projeções até

2040, compatível com o horizonte do Plano Nacional de Recursos Hídricos. No desenvolvimento do BD Usos, foram analisados os métodos e as bases de dados utilizadas em trabalhos anteriores da ANA, incorporando os procedimentos considerados relevantes e propondo avanços consequentes da disponibilidade de novas bases de dados e de progressos tecnológicos para o processamento de informações. Dentre esses estudos prévios destacam-se, em escala nacional, os primeiros levantamentos elaborados para o Plano Nacional de Recursos Hídricos e para o primeiro relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil, além de importantes esforços de estimativas de usos da água conduzidos pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS e pelo Ministério do Meio Ambiente - MMA.

No cenário macro de avaliação do país, a demanda por água no Brasil é crescente, com aumento estimado de aproximadamente 80% no total retirado nas últimas duas décadas. A previsão é de que ocorra um aumento de 24% na demanda até 2030. Na região Nordeste, a agricultura irrigada se configura como principal uso na segunda metade da década de 1990, superando o abastecimento urbano - reflexo de grandes investimentos públicos em infraestrutura hídrica e financiamentos. As bacias do Litoral Norte da Paraíba estão inseridas na região hidrográfica do Nordeste Oriental, cujos usos setoriais levantados no ano de 2017 foi de 44,4% para a irrigação, 29,4% para o abastecimento humano e 15,5% para a indústria.

Os usos consuntivos elencados para avaliação neste Plano foram o abastecimento humano (urbano e rural), a dessedentação animal, a irrigação, indústria, mineração e aquicultura. Para cada uso são caracterizadas as vazões de retirada (montante captado no corpo hídrico), de consumo (fração da retirada que não retorna ao corpo hídrico) e de retorno (fração da retirada que retorna ao corpo hídrico) (ANA, 2019). Nos cenários tendencial e alternativos de avaliação das demandas hídricas foram consideradas as seguintes premissas:

(i) a taxa geométrica de crescimento calculada entre os Censos Demográficos de 2000 e 2010 (IBGE, 2021) para as estimativas de abastecimento humano urbano e rural;

(ii) os valores de demandas hídricas estimados através do cadastro de indústrias da FIEPB (Federação das Indústrias do Estado da Paraíba), com aplicação de coeficientes técnicos e taxas respectivas de crescimento e decrescimento;

(iii) os valores de demandas hídricas calculados pela ANA (2022) para a mineração e agricultura irrigada adicionadas de percentuais de crescimento ou decrescimento conforme o cenário avaliado;

(iv) o quantitativo de rebanhos por espécie animal obtidos no Censo Agropecuário (2017) junto às taxas de crescimento da pecuária considerado no PERH-PB (2021).

A **Tabela 3.8** abaixo apresenta as premissas adotadas para a estimativa das demandas hídricas por uso consuntivo nos diferentes cenários elencados. As respectivas metodologias de cálculo são descritas nos parágrafos que se seguem.

Tabela 3.8 - Cenários e premissas para estimativas das demandas hídricas futuras.

USOS CONSUNTIVOS	CENÁRIO OTIMISTA	CENÁRIO PESSIMISTA	CENÁRIO TENDENCIAL
Consumo Humano Urbano	Índice de perdas conforme a faixa populacional: <5.000 – 28% Entre 5.000 e 35.000 – 30% Entre 35.000 e 75.000 – 33% >75.000 – 32%	Índice de perdas conforme a faixa populacional: <5.000 – 47% Entre 5.000 e 35.000 – 46% Entre 35.000 e 75.000 – 56% >75.000 – 58%	Índice de perdas conforme a faixa populacional: <5.000 – 37% Entre 5.000 e 35.000 – 36% Entre 35.000 e 75.000 – 39% >75.000 – 50%
Consumo Humano Rural	Consumo *per capita* de 75 L/hab.dia	Consumo *per capita* de 125 L/hab.dia	Consumo *per capita* de 100 L/hab.dia
Indústria	Cenário de redução de perdas: diminuição de 10% da demanda do presente junto ao crescimento de 2% a.a. do setor.	Cenário de redução de perdas: aumento de 15% da demanda do presente junto ao crescimento de -2% a.a. do setor.	Cenário tendencial: crescimento de 1% a.a. do setor.
Mineração	Demanda calculada pela ANA (2021).	Demanda calculada pela ANA (2021).	Demanda calculada pela ANA (2021).
Dessedentação Animal	Taxa de crescimento do setor de 3% a.a.	Taxa de crescimento do setor de -2% a.a.	Taxa de crescimento do setor de 2% a.a.
Agricultura Irrigada	Eficiência de 75% dos sistemas de irrigação.	Eficiência de 50% dos sistemas de irrigação.	Eficiência de 68% dos sistemas de irrigação.

Fonte: Elaboração própria.

Para o consumo humano urbano e rural, as populações foram calculadas considerando os Censos Demográficos do IBGE de 2000 e 2010 – os dois mais recentes disponíveis até então. A taxa geométrica de crescimento foi obtida, conforme a mesma metodologia adotada na etapa de Diagnóstico. Aplicou-se uma mesma taxa de crescimento para todos os municípios das BHLN considerando a média aritmética das taxas calculadas por municípios. Assumiu-se que a população urbana dos municípios se concentra essencialmente em sua sede municipal enquanto a população rural distribui-se de forma homogênea ao longo do território. Desta forma, a demanda e a carga poluidora oriunda da população urbana estariam concentradas nas sedes municipais dos municípios.

No **abastecimento humano urbano** os valores de retirada são estimados, além do crescimento populacional, a partir de outros dois indicadores: o uso *per capita* (água que potencialmente chega aos usuários) e as perdas nas redes de distribuição (água perdida entre a captação e o usuário final). Conforme a metodologia descrita no Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil (ANA, 2019), o estado da Paraíba pertence ao Grupo 2 de aglomerados de estados, cujos valores de consumo *per capita* por faixa populacional corresponde, respectivamente a 87

L/hab.dia para populações iguais ou inferiores a 5 mil habitantes e entre 5 e 35 mil habitantes, 95 L/hab.dia entre 35 e 75 mil habitantes e 112 L/hab.dia para populações superiores a 75 mil indivíduos.

Os valores de consumo *per capita* foram mantidos, variando-se conforme o cenário apenas os índices de perdas idênticos aos valores exibidos na **Tabela 3.8**. No cenário tendencial, adotou-se os índices de perdas também do Grupo 2 que incluem além da Paraíba os demais estados da região nordeste. No cenário otimista e pessimista as perdas assumem os melhores e piores valores entre os grupos de estados, referentes, respectivamente, à região centro-oeste Grupo 6 (DF, GO, MS, MT e TO) e a à região norte Grupo 1 (AC, AM, AP, MA, PA, RO e RR).

No que tange ao **consumo humano rural**, conveniou-se pela variação do consumo *per capita* conforme os cenários junto ao cálculo da projeção populacional. Neste sentido, no cenário tendencial o coeficiente rural adotado, além da Paraíba, é o mesmo adotado em ANA (2019) para AC, BA, CE, DF, ES, MA, MS, MT, PA, PE, PB, PR, RN, RO, SE, SC, TO. No cenário otimista este consumo se reduz para 75 L/hab.dia e no cenário pessimista aumenta para 125 L/hab.dia (valores dos estados de AM, AP, MG, RJ, RS, RR, SP). Embora se espere o aumento *per capita* do uso da água com a modernização e o aumento da renda, por exemplo, outros fatores intervêm no processo, como o próprio aumento da eficiência (diminuição de perdas), escassez hídrica, impacto de políticas públicas e mudanças de hábito de consumo (ANA, 2019).

Para a **indústria**, a demanda hídrica para o setor foi calculada com base no cadastro de indústrias disponibilizado pela Federação das Indústrias do Estado da Paraíba com ano de referência em 2022. A estimativa do uso da água na indústria de transformação consistiu na aplicação de coeficientes técnicos (vazões médias, por empregado, por tipologia industrial) ao número de trabalhadores de determinada tipologia em determinado município. No cenário otimista as práticas de reuso de água ganham espaço com consequente redução de 10% em relação ao cenário tendencial. No cenário pessimista, por sua vez, as perdas dos sistemas aumentam, com consequente aumento de 15% dos valores adotados no cenário tendencial.

A **mineração** não apresenta valores de demandas hídricas significativas nas BLHN segundo os resultados da etapa de Diagnóstico e no PERH-PB (2021). Assim sendo, conveniou-se na adoção dos mesmos valores de demanda em todos os cenários analisados apenas com a variação do crescimento previsto para o setor, notadamente extraídos de ANA (2019). O método de cálculo associa a produção mineral (toneladas/ano), por tipo ou grupo de substância, com coeficientes técnicos (volume de água médio necessário para a produção de cada tonelada).

O consumo de água para **dessedentação animal** foi estimado através da aplicação de coeficientes técnicos *per capita* (litros por dia por cabeça), por tipo de rebanho, ao número de cabeças registrado e o crescimento previsto do setor nos horizontes adotados. Os quantitativos dos rebanhos de bovinos, equinos, ovinos, suínos e aves foram extraídos do Censo Agropecuário de 2017 (IBGE, 2017), por município, com a taxa de crescimento variando conforme os valores da **Tabela 3.8**. Para efeito de quantificação por sub-bacia, foi admitido que os rebanhos se distribuem nos municípios de forma homogênea, sendo o número de cabeças por sub-bacia estimado conforme a porcentagem de área do município inserida na sub-bacia.

O uso da água para **agricultura irrigada** estimado pela ANA (2019) é completo ao considerar os dados climáticos de precipitação e evapotranspiração; a necessidade de água da cultura, em um dado estágio de desenvolvimento e em um determinado local; a eficiência dos sistemas de irrigação com adaptações especiais para o cultivo de cana-de-açúcar e arroz. De tal forma, além do crescimento previsto para o setor, foram adotados para os diferentes cenários variações na taxa de eficiência dos sistemas de irrigação - **Tabela 3.8**. O cenário tendencial possui o quantitativo inicialmente considerado para o estado da Paraíba de 68%, a eficiência, no entanto se eleva para 75% no cenário otimista, com redução para 50% no pessimista.

4 ESTIMATIVA DAS DEMANDAS E DISPONIBILIDADES DOS CENÁRIOS ALTERNATIVOS

Com os cenários tendencial, otimista e pessimista delimitados, junto aos horizontes de planejamento de curto (2028), médio (2033) e longo prazo (2043) definidos e as metodologias de cálculo descritas anteriormente foram obtidas as estimativas de demandas e disponibilidades hídricas para as BHLN. Uma vez que estes valores foram calculados por sub-bacia, preliminar à avaliação dos resultados, faz-se necessária a retomada da denominação das sub-bacias e a localização delas no Litoral Norte. O mapa da **Figura 4.1** apresenta a localização das sub-bacias do Litoral Norte da Paraíba, complementado pelo principais trechos de rio e suas respectivas extensões por sub-bacia da **Tabela 4.1** a partir da Base Hidrográfica Ottocodificada 2017 50k (ANA, 2017).

Tabela 4.1 – Principais trechos de rio e suas respectivas extensões por sub-bacia.

Bacia	Sub-bacia	Principais trechos de rio com extensão (km)
Camaratuba	SBCa1	Riacho Camaratuba (4,55), Riacho Maria da Cruz (4,52), Rio Camaratuba (12,39)
Camaratuba	SBCa2	Riacho da Baixa Verde (6,02), Riacho Salgado (4,27), Rio Camaratuba (9,85), Rio Guarabira (8,56)
Camaratuba	SBCa3	Riacho Colombo (5,13), Riacho da Jussara (4,55), Riacho do Cipó (4,68), Riacho do Cuité (9,13), Rio Camaratuba (11,81)
Camaratuba	SBCa4	Riacho Água Vermelha (4,68), Riacho Caiana (14,45), Riacho Grotão (4,85), Rio Camaratuba (21,15), Rio Caniarana (5,91), Rio do Barro Branco (10,37), Rio Ibitipuca (6,27), Rio Tiriri (7,41)
Camaratuba	SBCa5	Riacho Boa Vista (2,89), Riacho da Palmeira (4,87), Riacho Olho-d'água dos Lagos (6,15), Riacho Valentim (5,00), Rio da Pitanga (22,75)
Camaratuba	SBCa6	Rio Camaratuba (14,71), Rio Caniarana (0,16), Rio da Pitanga (1,02), Rio Itaipé (6,62), Rio Jardim (6,05), Rio Mataraquinha (4,99)
Mamanguape	SBMa1	Riacho Lagoa Nova (7,10), Riacho Riachão (19,98), Riacho Vaca Brava (10,80), Rio Agreste (6,96), Rio Mamanguape (40,39), Rio Riachão (6,01), Rio Zumbi (35,80)
Mamanguape	SBMa10	Riacho Cravaçu (8,44), Riacho da Lagoa (4,50), Riacho das Balanças (24,48), Riacho do Canário (4,73), Riacho Manimbu (5,67), Riacho São Francisco (9,49), Riacho Tijuco (5,89), Rio da Estiva (7,06), Rio Grupiúna (10,24), Rio Jacaré (16,19), Rio Mamanguape (19,77), Rio Sinimbu (16,13), Rio Velho (5,35)
Mamanguape	SBMa2	Riacho Pinga (8,27), Riacho Ribeira (4,38), Rio Riachão (8,25)
Mamanguape	SBMa3	Riacho Covão (10,56), Rio Aldeinha (4,25), Rio Araçaji (75,94), Rio Araçají Mirim (40,68), Rio Guarabira (14,84)
Mamanguape	SBMa6	Riacho Cacimba (12,22),
Mamanguape	SBMa7	Riacho Bananeiras (44,59), Riacho Cacimba (11,77), Riacho Cajueirinho (6,93), Riacho da Barra (5,22), Riacho da Nica (10,34), Riacho do Catolé (6,00), Riacho do Tigre (6,96), Riacho do Tomé (5,88), Riacho Grande (12,59), Riacho Guandu (17,87), Riacho Mumbuca (20,11), Riacho Muquem (6,34), Riacho Pau-d'arco (5,16), Riacho Poções (6,55), Riacho Salgado (13,71), Riacho Saquaíba (9,71), Riacho Taboca (4,17), Riacho Taumatá (10,32), Riacho Utinga (7,85), Rio Araçaji (12,02), Rio Mamanguape (41,60)
Mamanguape	SBMa8	Riacho Cuité (11,86), Riacho da Bebida (10,53), Riacho da Coruja (10,40), Riacho Itaporoca (21,53), Riacho Laranjeira (3,80), Riacho Leite Mirim (8,59), Riacho Luís Dias (8,43), Riacho Maira (4,93), Riacho Mata Fome (9,75), Riacho Pitombeira (6,43), Riacho Ribeiro (9,19), Riacho Santa Cruz (9,02), Rio do Forno (5,97), Rio Mamanguape (19,50), Rio Seco (23,54)
Mamanguape	SBMa9	Riacho Arrepia (3,53), Riacho Caibá (7,02), Riacho Cascata (9,69), Riacho Catolé (2,91), Riacho Coité (8,12), Riacho Freve (3,29), Riacho Sertãozinho (5,51), Rio do Branco (7,73), Rio Mamanguape (16,79), Rio Tinto (12,01)
Miriri	SBMi1	Riacho Fundo do Vale (10,02), Riacho Pereira (4,63)
Miriri	SBMi10	Riacho da Estiva (4,82), Riacho Peba (7,00), Rio Miriri (4,67), Rio Pacaré (8,57)

Bacia	Sub-bacia	Principais trechos de rio com extensão (km)
Miriri	SBMi2	Riacho da Barroca (2,62), Riacho da Gamela (8,65), Riacho Fundo do Vale (3,58)
Miriri	SBMi3	Riacho Curralinho (8,68)
Miriri	SBMi4	Riacho Cana-brava (11,22), Riacho da Gamela (3,52)
Miriri	SBMi5	Riacho Curralinho (4,32), Riacho Dois Rios (3,95), Riacho Mangabeira (4,65)
Miriri	SBMi6	Riacho Pindoba (4,69)
Miriri	SBMi7	Riacho Caracucena (4,16)
Miriri	SBMi8	Riacho Água Branca (2,40), Riacho Bambu (5,81), Riacho Caracucena (7,07), Riacho Miriri (6,15), Riacho Pau Brasil (5,73), Riacho Pau-d'arco (3,55), Riacho Pé-de-peru (4,29)
Miriri	SBMi9	Riacho Água Branca (3,87), Riacho da Estiva (5,78), Riacho do Cesto (4,72)

Fonte: Elaboração própria.

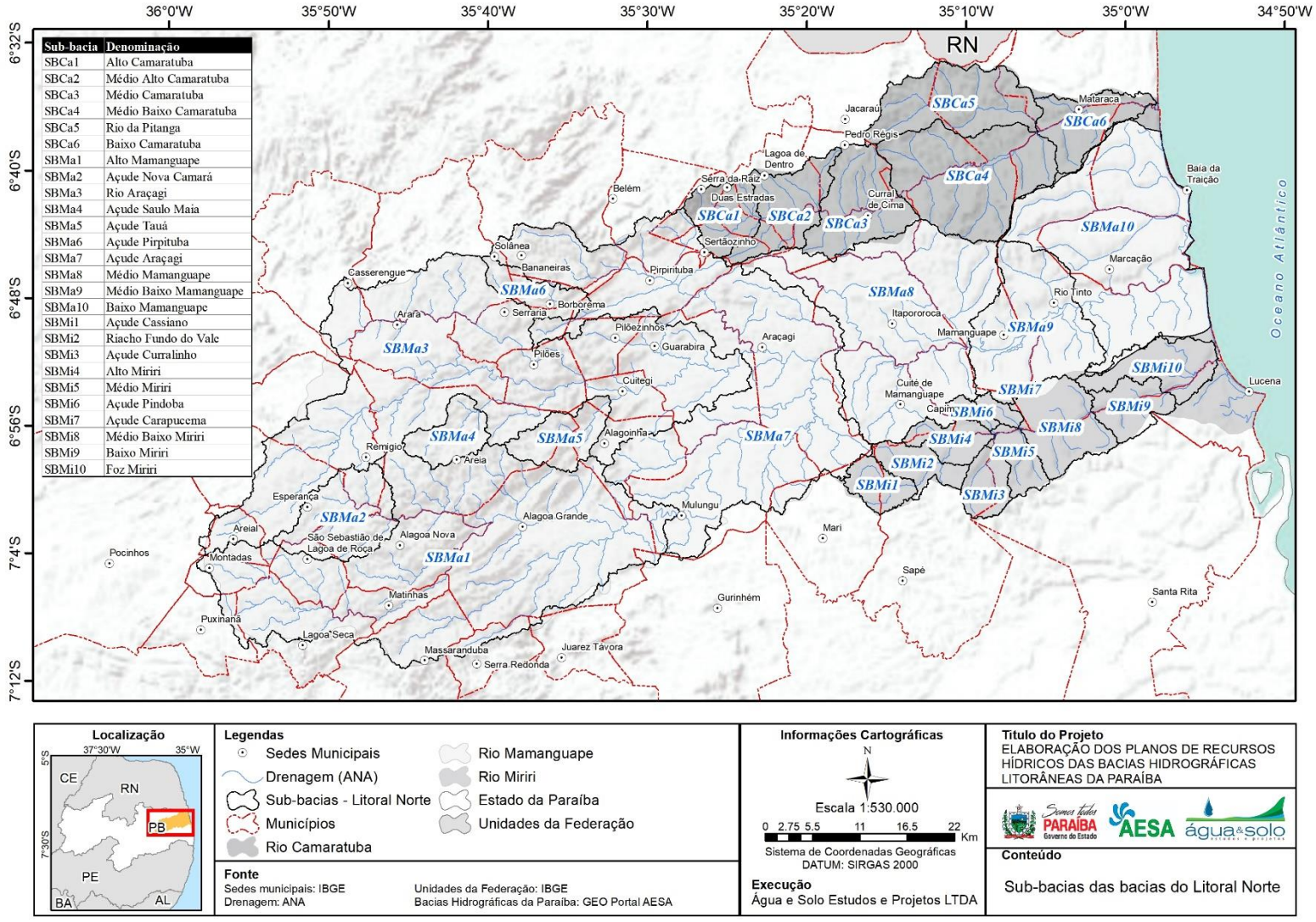


Figura 4.1 – Mapa de localização das sub-bacias das BHLN.
Fonte: Elaboração própria.

4.1 Disponibilidades Hídricas por Sub-bacia Hidrográfica

No caso das BHLN, a vazão de permanência adotada foi a Q90, que representa a quantidade de água que pode ser garantida em um curso de água em 90% do tempo. A Q90 foi utilizada para corroborar e verificar as informações previamente geradas na Atualização do PERH-PB (2021). Além disso, a política atual de outorga do direito de uso dos recursos hídricos na Paraíba garante que a soma dos volumes de água outorgados numa determinada bacia não poderá exceder 9/10 (nove décimos) da vazão regularizada anual com 90% (noventa por cento) de garantia e o o valor de referência será a descarga regularizada anual com garantia de 90%. Conforme descrito anteriormente, a Q90 foi obtida para os três cenários distintos variando-se a contribuição do processo de recuperação e degradação de nascentes e os cenários de emissões de gases de efeito estufa e respectivo aumento de temperatura média previsto.

As perdas de água que ocorrem devido ao aumento da evapotranspiração foram calculadas pelo método de HARGREAVES & SAMANI (1985) que também foi utilizado para determinar a evapotranspiração na Atualização do PERH-PB (2021). No caso em estudo, a evapotranspiração potencial para as BHLN foi determinada tomando como base a série histórica das estações convencionais de João Pessoa (82798), Areia (82696) e Campina Grande (82795). É válido destacar que essas estações se encontram sob responsabilidade do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. Os dados relativos à evapotranspiração mensal obtidos para os cenários do IPCC elencados são exibidos na **Tabela 4.2**, **Tabela 4.3** e **Tabela 4.4** respectivamente para as localidades de João Pessoa, Areia e Campina Grande.

Tabela 4.2 – Valores de evapotranspiração potencial (mm) nos diferentes cenários de mudanças climáticas para a estação INMET de João Pessoa (82798).

Mês	Cenário Otimista (IPPC SSP1-2.6 - Baixas emissões)	Cenário Pessimista (IPPC SSP3-7.0 - Altas emissões)	Cenário Tendencial (IPPC SSP2-4.5 - Médias emissões)	Cenário Atual - Diagnóstico
Janeiro	126,70	130,50	126,20	123,20
Fevereiro	118,30	121,80	117,80	115,00
Março	131,00	134,90	130,40	127,40
Abril	119,40	122,90	118,80	116,00
Maio	112,70	116,20	112,30	109,60
Junho	100,30	103,50	99,90	97,40
Julho	103,80	107,10	103,40	100,80
Agosto	114,50	118,10	114,00	111,20
Setembro	116,70	120,30	116,20	113,40
Outubro	122,60	126,30	122,10	119,20
Novembro	118,80	122,40	118,30	115,50
Dezembro	124,90	128,70	124,40	121,50

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 4.3 - Valores de evapotranspiração potencial (mm) nos diferentes cenários de mudanças climáticas para a estação INMET de Areia (82696).

Mês	Cenário Otimista (IPPC SSP1-2.6 - Baixas emissões)	Cenário Pessimista (IPPC SSP3-7.0 - Altas emissões)	Cenário Tendencial (IPPC SSP2-4.5 - Médias emissões)	Cenário Atual - Diagnóstico
Janeiro	143,00	144,00	143,70	139,40
Fevereiro	127,30	128,20	127,90	124,10
Março	134,20	135,10	134,80	130,80
Abril	113,60	114,40	114,10	110,70
Maio	99,40	100,10	99,90	96,90
Junho	83,40	84,00	83,80	81,20
Julho	87,80	88,50	88,20	85,40
Agosto	102,80	103,60	103,30	100,00
Setembro	118,00	118,80	118,50	114,80
Outubro	140,30	141,30	141,00	136,70
Novembro	142,50	143,50	143,20	138,90
Dezembro	147,90	148,90	148,60	144,20

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 4.4 - Valores de evapotranspiração potencial (mm) nos diferentes cenários de mudanças climáticas para a estação INMET de Campina Grande (82795).

Mês	Cenário Otimista (IPPC SSP1-2.6 - Baixas emissões)	Cenário Pessimista (IPPC SSP3-7.0 - Altas emissões)	Cenário Tendencial (IPPC SSP2-4.5 - Médias emissões)	Cenário Atual - Diagnóstico
Janeiro	156,20	161,80	156,90	152,40
Fevereiro	139,90	144,90	140,50	136,40
Março	146,70	152,00	147,40	143,10
Abril	126,20	130,70	126,70	123,00
Maio	111,90	116,10	112,50	109,10
Junho	94,00	97,60	94,50	91,50
Julho	98,50	102,30	99,00	95,80
Agosto	116,60	121,10	117,10	113,50
Setembro	132,10	137,10	132,70	128,70
Outubro	154,10	159,70	154,80	150,20
Novembro	154,10	159,60	154,80	150,30
Dezembro	158,40	164,00	159,10	154,50

Fonte: Elaboração própria.

Como é possível observar pelos valores da tabela, no pior cenário de emissões de gases de efeito estufa há um aumento de cerca de 83 mm de perda de água por evapotranspiração – em comparação aos dados atuais para a estação de João Pessoa. Para Areia e Campina Grande estes valores são respectivamente de 47 mm e 9 mm. Estes novos valores de evapotranspiração obtidos foram inseridos como entradas no modelo hidrológico no HEC-HMS, que mantido os mesmos parâmetros utilizados no Estudo Hidrológico, forneceram novos valores de disponibilidade hídrica sobre a forma da Q90.

O quantitativo de nascentes nas sub-bacias foi determinado conforme a metodologia descrita anteriormente, agregando-se diferentes fontes de dados para composição da base principal. O mapa da **Figura 4.2** apresenta a distribuição das nascentes nas sub-bacias hidrográficas das Bacias do Litoral Norte. Como é possível observar, as sub-bacias com os maiores quantitativos

de nascentes são a SBMa3 - Rio Araçagi (274), SBMa7 - Açude Araçagi (156) e SBMa1 - Alto Mamanguape (143). A maior quantidade de nascentes identificadas nestas sub-bacias interfere diretamente em suas respectivas disponibilidades hídricas conforme a metodologia delimitada de aumento da vazão de oferta com o processo de recuperação de nascentes e redução devido à degradação destas – vide **Tabela 4.5**.

Tabela 4.5 - Incremento da disponibilidade hídrica considerando os cenários de recuperação e degradação das nascentes (em L/s).

SUB-BACIAS	CENÁRIO OTIMISTA			CENÁRIO PESSIMISTA			CENÁRIO TENDENCIAL		
	2028	2033	2043	2028	2033	2043	2028	2033	2043
SBCa1	8	8	8	-6	-8	-8	6	8	8
SBCa2	6	6	6	-6	-6	-6	6	6	6
SBCa3	14	14	14	-10	-14	-14	10	14	14
SBCa4	45	45	45	-19	-39	-45	19	39	45
SBCa5	11	11	11	-11	-11	-11	11	11	11
SBCa6	2	2	2	-2	-2	-2	2	2	2
SBMa1	143	143	143	-77	-143	-143	77	143	143
SBMa10	21	21	21	-21	-21	-21	21	21	21
SBMa2	16	16	16	-10	-16	-16	10	16	16
SBMa3	274	274	274	-80	-160	-274	80	160	274
SBMa4	24	27	27	-5	-10	-20	5	10	20
SBMa5	5	5	5	-5	-5	-5	5	5	5
SBMa6	21	35	35	-5	-10	-20	5	10	20
SBMa7	156	156	156	-72	-143	-156	72	143	156
SBMa8	87	87	87	-41	-82	-87	41	82	87
SBMa9	16	16	16	-16	-16	-16	16	16	16
SBMi1	4	4	4	-4	-4	-4	4	4	4
SBMi10	3	3	3	-3	-3	-3	3	3	3
SBMi2	3	3	3	-3	-3	-3	3	3	3
SBMi3	2	2	2	-2	-2	-2	2	2	2
SBMi4	3	3	3	-3	-3	-3	3	3	3
SBMi5	2	2	2	-2	-2	-2	2	2	2
SBMi6	2	2	2	-2	-2	-2	2	2	2
SBMi7	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1
SBMi8	8	8	8	-8	-8	-8	8	8	8
SBMi9	5	5	5	-5	-5	-5	5	5	5

Fonte: Elaboração própria.

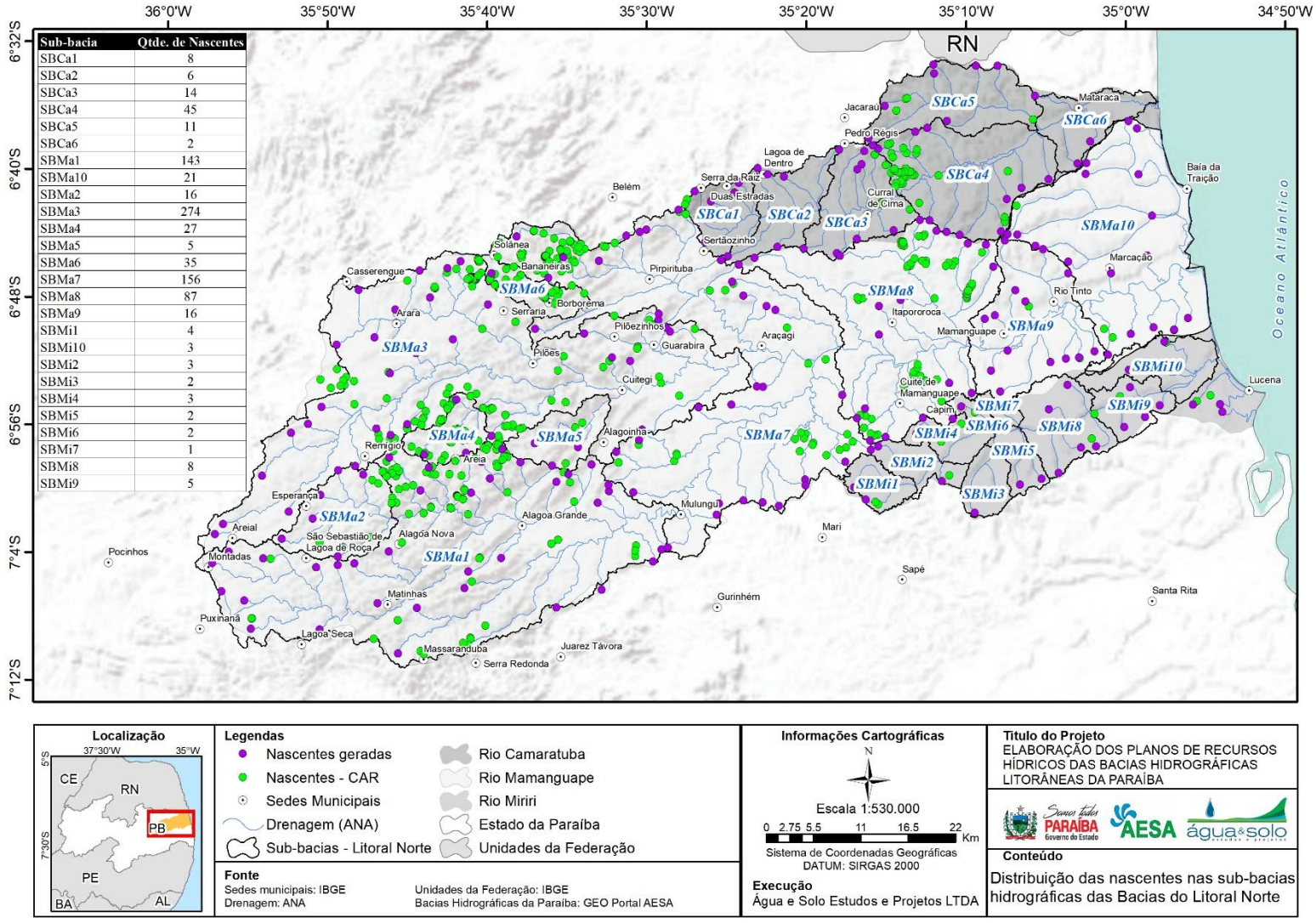


Figura 4.2 – Distribuição das nascentes nas sub-bacias do Litoral Norte.
Fonte: Elaboração própria.

A estimativa do resultado de recuperação de nascentes relaciona-se com muitas variáveis que envolvem o comportamento do aquífero e das áreas de recargas. A **Tabela 4.6** apresenta os resultados medidos em duas nascentes na bacia do ribeirão Lavrinhas, em Minas Gerais (JÚNIOR et al., 2010). A comparação entre as duas nascentes mostra valores 200 vezes maiores na nascente protegida com matas na época de estiagem mais severa em setembro e outubro de 2005.

Tabela 4.6 - Vazões monitoradas, em litros por segundo, em duas nascentes sob uso do solo com mata e com pastagens.

2004			2005		
Data	**Mata**	**Pastagem**	**Data**	**Mata**	**Pastagem**
10/04	7,300	0,214	22/04	6,563	0,106
11/06	4,920	0,101	3/07	4,324	0,023
5/08	3,237	0,053	21/09	2,411	0,010
1/10	2,579	0,032	20/10	1,532	0,007
5/11	3,098	0,113			

Fonte: JÚNIOR, MELLO & SILVA (2010).

Em estudo realizado na bacia do rio da Prata, no município de Pedras de Fogo, SILVA (2015) relata que:

> *Na década de 70, os rios que drenam o município de Pedras de Fogo (Una, Abiaí, Goyana, Gramame e seus afluentes, Mumbaba, Prata, São Bento e Urtiga) sofreram muito com o desenvolvimento da cultura canavieira. O desmatamento promovido por esta monocultura amplificou o processo de assoreamento em boa parte destes corpos hídricos.*

A medição da vazão de três nascentes mostra valores muito pequenos para as nascentes degradadas (**Tabela 4.7**).

Tabela 4.7 - Vazão, em litros por segundo, de três nascentes na bacia do rio da Prata/PB

Mês	Nascente 1	Nascente 2	Nascente 3
Maio/2015	0,08	0,05	0,23
Setembro/2015	0,03	0,03	0,15

Fonte: SILVA (2015).

A recuperação das nascentes pode aumentar a vazão de estiagem, mas essa recuperação deve ser realizada com espécies nativas da região. Estudo realizado na China mostrou que a recuperação com floresta aumentou a vazão média no período de estiagem em cerca de 46% e reduziu o período de estiagem em quase 9 dias, mas o mesmo efeito não foi conseguido com árvores frutíferas (ZHIPENG et al., 2019).

A análise da disponibilidade hídrica superficial em discussão deve ser acompanhada da avaliação da disponibilidade das águas subterrâneas nas BHLN. Na bacia sedimentar Paraíba existente na região encontram-se reservatórios de águas subterrâneas significativos, os quais são utilizados principalmente para abastecimento humano. A região das Bacias do Litoral Norte está localizada, a oeste, sobre rochas do embasamento cristalino da Província Borborema e, a leste, sobre unidades litoestratigráficas da Bacia Sedimentar Paraíba. Sobrepostas de maneira descontínua sobre os diferentes tipos litológicos da região ocorrem coberturas detríticas diversas, de pouca espessura, que funcionam principalmente como unidades de recarga. O mapa da **Figura 4.3** apresenta a distribuição espacial dos dados de capacidade específica (produtividade) dos poços no território das Bacias do Litoral Norte.

Na região do embasamento do cristalino as águas subterrâneas são utilizadas principalmente para abastecimento rural disperso, em função das pequenas vazões disponíveis. Na região litorânea, na bacia sedimentar, as águas subterrâneas adquirem importância como fonte de abastecimento humano para alguns núcleos urbanos expressivos através de captações da CAGEPA (Companhia de Água e Esgotos da Paraíba). Apesar da importância desses mananciais da região litorânea, não se dispõe de conhecimento adequado do funcionamento hidráulico desses aquíferos e da capacidade de produção, como também não se faz o monitoramento adequado de seu uso como subsídio para ações de preservação da quantidade e da qualidade das águas.

Esforços mais significativos para caracterização e entendimento desses mananciais da região litorânea foram realizados no âmbito do Estudo de Caracterização e Verificação da Disponibilidade Hídrica da Vertente Litorânea do Estado da Paraíba (COSTA et al, 2007), envolvendo estudos hidrogeológicos e geofísicos, cadastro de poços, teste de bombeamento, análises de qualidade da água, dentre outros. Esses estudos já indicavam para o ano de 2007 a possibilidade de uma exploração excessiva do Sistema Aquífero Paraíba (unidade Beberibe), inclusive caracterizando regiões onde já se identifica rebaixamento de nível estático, pontos com nível estático negativo em relação ao nível do mar e inversão de direção de fluxo natural das águas. O estudo conclui que já pode estar em curso (ano de 2007) uma sobre-exploração das águas subterrâneas, recomendando ações de monitoramento, fiscalização e controle do uso dessas águas.

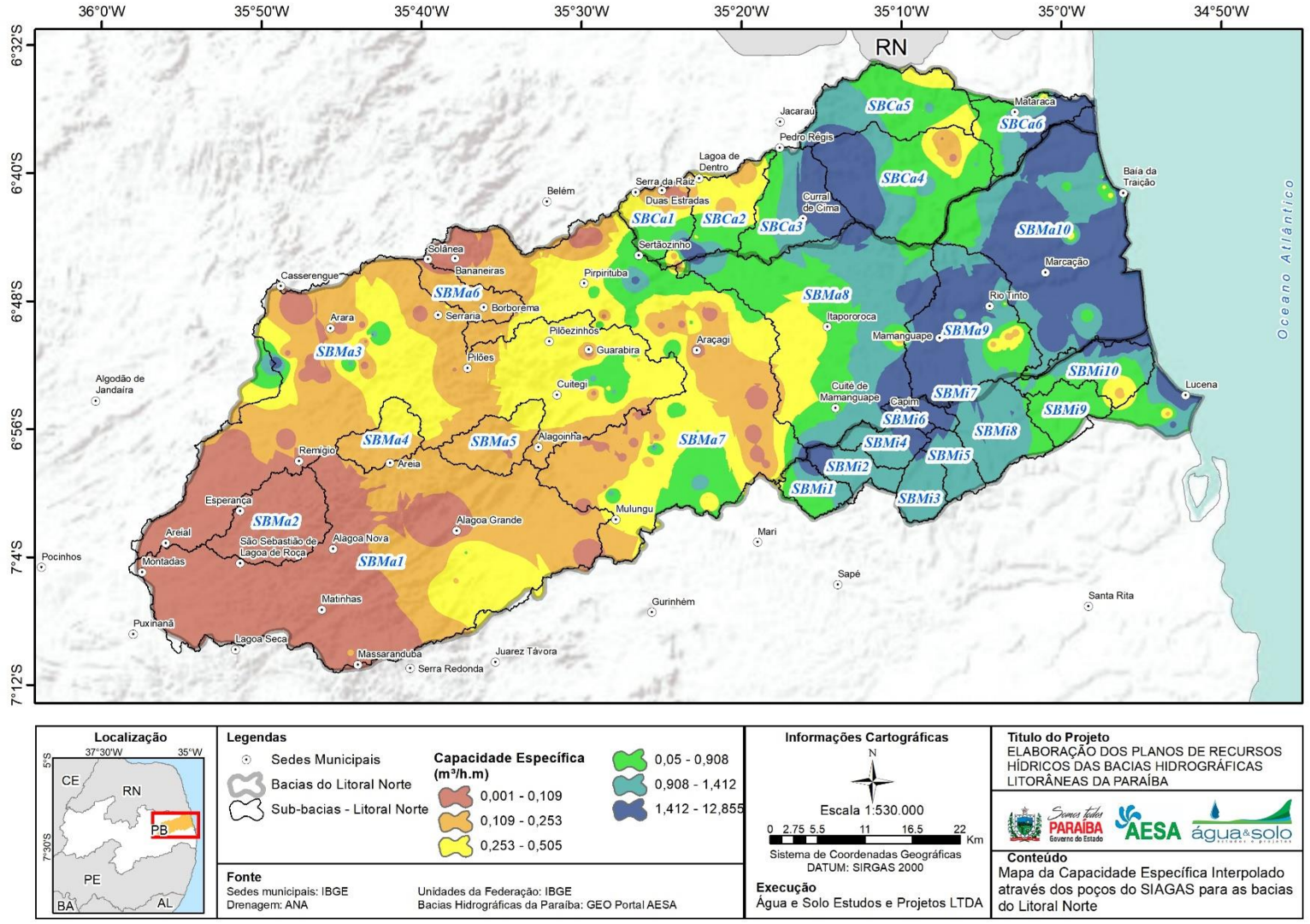


Figura 4.3 - Mapa da Capacidade Específica Interpolado através dos poços do SIAGAS para as bacias do Litoral Norte.
Fonte: Elaboração própria.

De acordo com as informações de produtividade dos poços e de vazões específicas, pode-se constar que o sistema aquífero associado ao embasamento cristalino apresenta, em média, baixa produção de água subterrânea, justificada pela baixa capacidade de armazenamento e menores índices pluviométricos da região, o que reduz a sua recarga. Por outro lado, o aquífero granular associado a bacia sedimentar apresenta, em média, poços com produtividade moderada, embora localmente sejam registrados poços de produtividade muito elevada, apresentando vazões de até 90 m³/h.

A ocorrência de águas subterrâneas ao longo da bacia é heterogênea, sendo determinada pelas características de permeabilidade e porosidade do substrato rochoso no qual a água infiltra e fica armazenada, bem como pela recarga proveniente das precipitações ou de cursos d'água influentes, especialmente nos períodos chuvosos e de cheia. A disponibilidade hídrica subterrânea está baseada no conceito de Reserva Renovável (ou reguladora) que corresponde à variação de volume hídrico entre o máximo e o mínimo de armazenamento do aquífero livre devido a flutuações sazonais do nível do lençol freático. Corresponde, portanto, ao volume de água armazenado na faixa de flutuação do nível hidrostático do aquífero.

A dificuldade para o cálculo de disponibilidade hídrica subterrânea na maioria dos sistemas aquíferos está na falta de estudos específicos sobre as características hidrodinâmicas dos reservatórios subterrâneos e ausência de uma rede de monitoramento sazonal que caracterize a variação anual do nível estático. No cálculo das estimativas de disponibilidade hídrica subterrânea o PERH (2019) manteve os valores definidos pelo PERH (2006) calculado por bacia hidrográfica, justificando que não houve atualização da rede de monitoramento desde aquele período, ressaltando também a escassez de dados. A bacia do Rio Camaratuba possui um potencial Subterrâneo de 51,56 hm³/ano, dos quais 13,20 (25,60%) hm³/ano estão ativados; na bacia do Mamanguape estes valores são, respectivamente, 57,25 hm³/ano com 9,70 (17%) hm³/ano ativado; na bacia do Miriri estes valores são, respectivamente, 61,93 hm³/ano com 4,32 (apenas 7%) hm³/ano ativado.

A estimativa da disponibilidade hídrica para os sistemas aquíferos pode ser estabelecida a partir da parcela da precipitação pluviométrica que infiltra e efetivamente chega aos sistemas aquíferos, constituindo assim a reserva renovável ou reguladora. Para tanto, é necessário definir as áreas de recarga, a precipitação média que incide sobre essas áreas e a taxa de infiltração para cada unidade aquífera. O conceito de Disponibilidade Explotável representa a parcela da Reserva Reguladora que pode ser explotada do aquífero levando-se em conta a preservação das

reservas ecológicas, ou seja, o volume de água que são restituídas do aquífero para a rede de drenagem superficial. A **Tabela 4.8** apresenta os valores de Reserva Renovável e Disponibilidade Explotável por sistema aquífero nas Bacias do Litoral Norte.

Tabela 4.8 - Valores de Reserva Renovável e Disponibilidade das águas subterrâneas nas BHLN.

Bacia	Área de Recarga (km²)		Reserva Reguladora (m³/ano)		Disponibilidade (m³/ano)	
	Cristalino	Sedimentar	Cristalino	Sedimentar	Cristalino	Sedimentar
Rio Camaratuba	249,10	388,50	$9,12 \times 10^6$	$71,07 \times 10^6$	$5,47 \times 10^6$	$42,64 \times 10^6$
Rio Mamanguape	2.909,20	608,30	$106,48 \times 10^6$	$111,27 \times 10^6$	$63,89 \times 10^6$	$66,76 \times 10^6$
Rio Miriri	2,80	432,80	$10,24 \times 10^4$	$79,17 \times 10^6$	$6,15 \times 10^6$	$47,50 \times 10^6$
Total	**3.161,10**	**1.429,50**	**$115,70 \times 10^6$**	**$261,51 \times 10^6$**	**$69,42 \times 10^6$**	**$156,90 \times 10^6$**

Fonte: Elaboração própria.

Consideradas as contribuições do processo de recuperação e degradação de nascentes e o aumento da evapotranspiração devido às mudanças climáticas, a **Tabela 4.9** exibe os valores de disponibilidade hídrica superficial por sub-bacia nos cenários considerados e distintos horizontes de planejamento. O mapa da **Figura 4.4** mostra a distribuição dos valores de disponibilidade obtidos por sub-bacia para o cenário tendencial respectivamente nos horizontes de curto (2028), médio (2033) e longo prazo (2043).

Tabela 4.9 – Valores de disponibilidade hídrica (Q_{90}) nas sub-bacias do Litoral Norte por cenário e horizonte de planejamento (em L/s).

SUB-BACIAS	CENÁRIO OTIMISTA			CENÁRIO PESSIMISTA			CENÁRIO TENDENCIAL		
	2028	2033	2043	2028	2033	2043	2028	2033	2043
SBCa1	25,85	25,6	25,1	12,07	9,15	8,2	23,35	25,5	24,9
SBCa2	16,73	16,55	16,2	4,6	4,3	3,7	16,7	16,5	16,1
SBCa3	22,08	21,95	21,7	0	0	0	18,21	21,95	21,7
SBCa4	129,15	128,8	128,1	64,43	44,35	36,9	103,5	122,5	127,8
SBCa5	163,05	162,5	161,4	140,63	139,65	137,7	162,98	162,35	161,1
SBCa6	22,63	22,55	22,4	18,55	18,4	18,1	22,6	22,5	22,3
Total Camaratuba	379,49	377,95	374,9	240,28	215,85	204,6	347,34	371,3	373,9
SBMa1	402,5	402	401	181,77	115	113	336,74	402	401
SBMa2	46	46	46	14	14	14	46	46	46
SBMa3	83,35	106,7	153,4	54,5	49	38	64,5	69	78
SBMa4	30	30	30	0	0	0	8,77	14,53	26,07
SBMa5	9	9	9	0	0	0	9	9	9
SBMa6	39	39	39	0	0	0	39	39	39
SBMa7	373,75	371,5	367	176,44	132,89	53	258,56	297,11	367
SBMa8	343,75	340,5	334	236,58	213,16	166,33	274,67	289,34	318,67
SBMa9	1082,25	1068,5	1041	1046,5	1029	994	1079,75	1063,5	1031
SBMa10	1087,25	1073,5	1046	1052,32	1024,64	989	1073,93	1067,86	1036
Total Mamanguape	3496,85	3486,7	3466,4	2762,11	2577,69	2367,33	3190,92	3297,34	3351,74
SBMi1	26,4	26,3	26,1	18,28	18,05	17,6	26,4	26,3	26,1
SBMi2	15,15	15,1	15	9,08	8,95	8,7	15,15	15,1	15
SBMi3	33,88	33,75	33,5	29,7	29,4	28,8	33,85	33,7	33,4
SBMi4	10,98	10,95	10,9	4,93	4,85	4,7	10,98	10,95	10,9
SBMi5	14,15	14,1	14	10,08	9,95	9,7	14,13	14,05	13,9
SBMi6	11,88	11,85	11,8	7,83	7,75	7,6	11,88	11,85	11,8
SBMi7	11,45	11,4	11,3	9,4	9,3	9,1	11,45	11,4	11,3
SBMi8	31,3	31,2	31	18,2	15	14,6	28,3	31,2	31

SUB-BACIAS	CENÁRIO OTIMISTA			CENÁRIO PESSIMISTA			CENÁRIO TENDENCIAL		
	2028	2033	2043	2028	2033	2043	2028	2033	2043
SBMi9	16,15	16,1	16	6,1	6	5,8	16,15	16,1	16
SBMi10	16,55	16,5	16,4	10,48	10,35	10,1	16,53	16,45	16,3
Total Miriri	187,89	187,25	186	124,08	119,6	116,7	184,82	187,1	185,7

Fonte: Elaboração própria.

A **Tabela 4.10** exibe os mesmos valores apresentados anteriormente porém acumulados de montante a jusante conforme a disposição das sub-bacias e a rede de drenagem dos rios principais. As sub-bacias destacadas nesta tabela são a última relativa a cada bacia hidrográfica; ou seja, a sub-bacia na foz dos rios Camaratuba, Mamanguape e Miriri.

Tabela 4.10 - Valores de disponibilidade hídrica acumulada nas sub-bacias do Litoral Norte por cenário e horizonte de planejamento (em L/s).

SUB-BACIAS	CENÁRIO OTIMISTA			CENÁRIO PESSIMISTA			CENÁRIO TENDENCIAL		
	2028	2033	2043	2028	2033	2043	2028	2033	2043
SBCa1	25,85	25,60	25,10	12,07	9,15	8,20	23,35	25,50	24,90
SBCa2	42,58	42,15	41,30	16,67	13,45	11,90	40,05	42,00	41,00
SBCa3	64,65	64,10	63,00	17,67	14,45	12,90	58,26	63,95	62,70
SBCa4	193,80	192,90	191,10	82,10	58,80	49,80	161,76	186,45	190,50
SBCa5	163,05	162,50	161,40	140,63	139,65	137,70	162,98	162,35	161,10
SBCa6	379,48	377,95	374,90	241,27	216,85	205,60	347,34	371,30	373,90
SBMa1	448,50	448,00	447,00	201,59	129,00	127,00	376,91	448,00	447,00
SBMa10	3729,98	3713,50	3646,00	2653,53	2425,89	2321,00	3293,41	3527,99	3600,00
SBMa2	46,00	46,00	46,00	19,82	14,00	14,00	40,18	46,00	46,00
SBMa3	369,35	372,50	372,00	3,00	3,00	3,00	156,69	241,38	364,00
SBMa4	26,60	30,00	30,00	1,00	1,00	1,00	8,00	13,00	23,00
SBMa5	9,00	9,00	9,00	1,00	1,00	1,00	9,00	9,00	9,00
SBMa6	25,13	39,00	39,00	1,00	1,00	1,00	9,00	14,00	24,00
SBMa7	1216,73	1231,00	1225,00	351,09	204,01	184,00	832,10	1062,38	1202,00
SBMa8	1560,48	1571,50	1559,00	565,53	372,89	338,00	1128,91	1395,99	1533,00
SBMa9	2642,73	2640,00	2600,00	1612,03	1401,89	1332,00	2208,66	2459,49	2564,00
SBMi1	26,40	26,30	26,10	18,28	18,05	17,60	26,40	26,30	26,10
SBMi10	187,88	187,25	186,00	121,05	119,60	116,70	187,80	187,10	185,70
SBMi2	41,55	41,40	41,10	27,35	27,00	26,30	41,55	41,40	41,10
SBMi3	33,88	33,75	33,50	29,70	29,40	28,80	33,85	33,70	33,40
SBMi4	52,53	52,35	52,00	32,28	31,85	31,00	52,53	52,35	52,00
SBMi5	112,43	112,05	111,30	79,88	78,95	77,10	112,38	111,95	111,10
SBMi6	11,88	11,85	11,80	7,83	7,75	7,60	11,88	11,85	11,80
SBMi7	11,45	11,40	11,30	9,40	9,30	9,10	11,45	11,40	11,30
SBMi8	155,18	154,65	153,60	104,48	103,25	100,80	155,13	154,55	153,40
SBMi9	171,33	170,75	169,60	110,58	109,25	106,60	171,28	170,65	169,40

Fonte: Elaboração própria.

As sub-bacias com as maiores disponibilidades hídricas pelos métodos aplicadas são a SBMa9 - Médio Baixo Mamanguape e SBMa10 - Baixo Mamanguape na bacia do Mamanguape, a SBCa5 - Rio da Pitanga na bacia do rio Camaratuba e a SBMi3 - Açude Curralinho no Miriri. No montante geral por bacia hidrográfica, em 2043, no cenário tendencial, a disponibilidade hídrica estimada no Camaratuba seria de 374 L/s, enquanto na bacia do Mamanguape este valor corresponderia a 3352 L/s e no Miriri 186 L/s. Os maiores valores de disponibilidade hídrica

no Mamanguape estão diretamente relacionados com a área muito maior em comparação às demais bacias. Também há um maior quantitativo de nascentes nesta bacia, de forma que, em um cenário otimista a conservação e recuperação de nascentes pode representar um aporte significativo da oferta de água; no entanto, se elas forem degradadas tanto a qualidade quanto a quantidade de água podem diminuir significativamente.

Nota-se que entre as avaliações de curto e longo prazo do cenário tendencial os valores de disponibilidade crescem; na bacia do Miriri há um diferença de 7,65% enquanto na do Mamanguape este valor é igual a 5,04% e o Miriri mantém-se praticamente igual. Isto ocorre pois a disponibilidade eleva-se consideravelmente com o processo de recuperação de nascentes previsto; neste quadro, o efeito das mudanças climáticas na evapotranspiração e consequente perda de água é minimizado em contrapartida.

No cenário otimista, o processo de aumento de temperatura segue um caminho mais brando com um redução menor da mesma e as nascentes se recuperam a um ritmo mais acelerado. Assim, na avaliação de curto a longo prazo os valores de disponibilidade são próximos haja em vista que o aumento de disponibilidade é expressivo ainda nos primeiros anos. No cenário pessimista, contudo, a disponibilidade tem uma queda de 2028 a 2043 de 14,85% no Camaratuba, 14,29% no Mamanguape e 5,95% no Miriri. As diferenças percentuais apresentadas entre as duas bacias hidrográficas é mais significativa no Camratuba por conta da influência maior da mudança climática na evapotranspiração local.

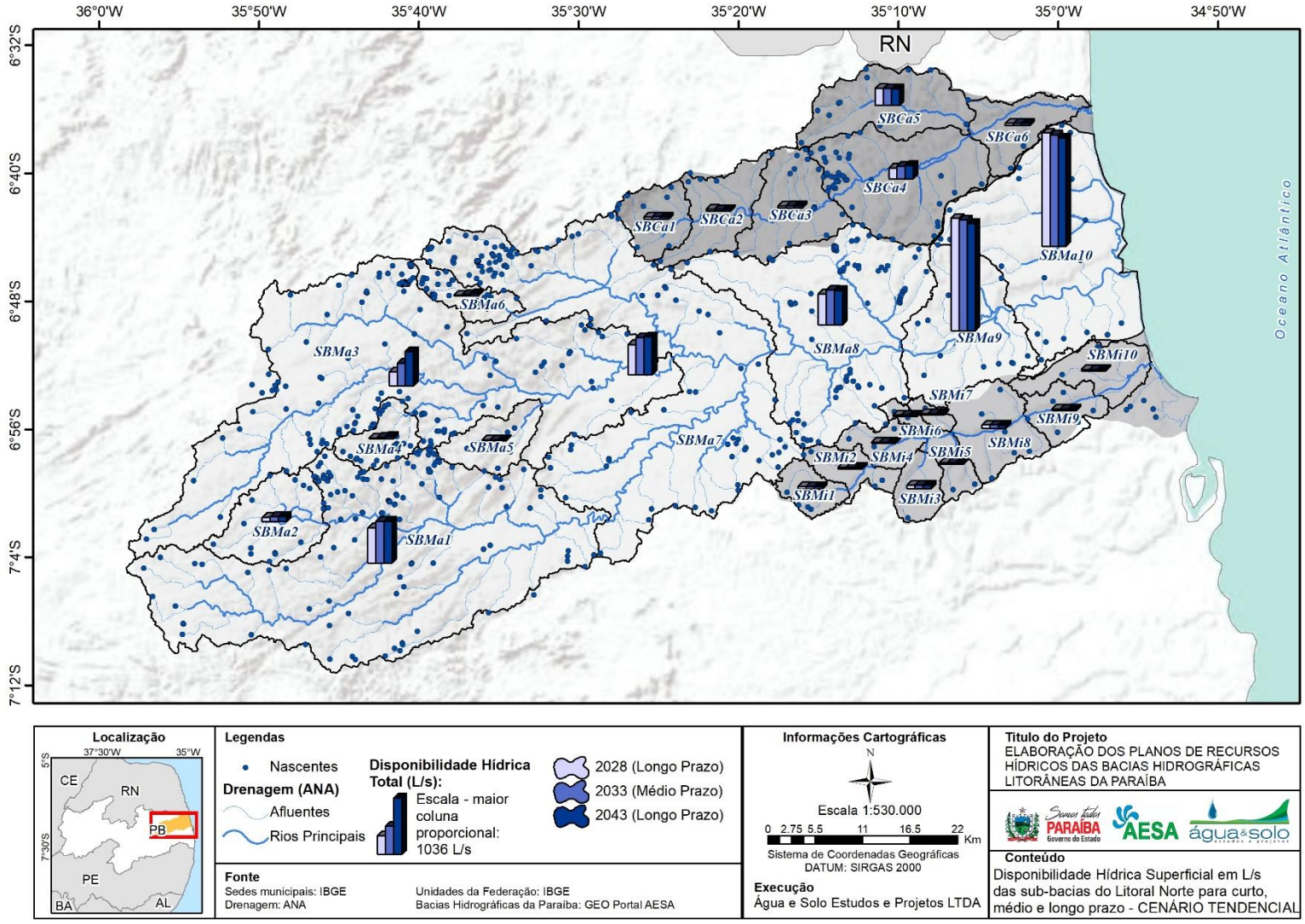


Figura 4.4 – Disponibilidade Hídricas Superficial (em L/s) das sub-bacias do Litoral Norte.
Fonte: Elaboração própria.

4.2 Demandas Hídricas por Sub-bacia Hidrográfica

4.2.1 Consumo Humano Urbano e Rural

A **Tabela 4.11** exibe os valores das populações urbanas e rurais dos municípios inseridos integralmente ou parcialmente nas bacias do Litoral Norte. As taxas de crescimento apresentadas foram calculadas pelo método geométrico. Os municípios com as maiores taxas de decréscimo da população rural são Solânea, Pilões, Areias e Duas Estradas e Pilõezinhos – com taxas inferiores a -2,5%. Por outro lado, o município de Capim apresentou um crescimento de cerca de 11% da população rural no período de comparação. Quanto à população urbana, Montadas, Pedro Régis e Sertãozinho cresceram mais do que 4%.

Tabela 4.11 – Evolução das populações urbanas e rurais dos municípios das BHLN.

Município	2000 - Rural	2010 - Rural	2000 - Urbana	2010 - Urbana	Taxa de Crescimento - Rural	Taxa de Crescimento - Urbana
Alagoa Grande	12322	10948	16847	17531	-1,18%	0,4%
Alagoa Nova	10274	9887	8301	9794	-0,38%	1,67%
Alagoinha	4044	4542	7789	9034	1,17%	1,49%
Algodão de Jandaíra	1343	1135	866	1231	-1,67%	3,58%
Araçagi	12174	10420	5921	6804	-1,54%	1,4%
Arara	3943	3729	7587	8924	-0,56%	1,64%
Areia	12660	9231	13471	14598	-3,11%	0,81%
Areial	2324	1870	3715	4600	-2,15%	2,16%
Baía da Traição	3511	4920	2972	3092	3,43%	0,4%
Bananeiras	14220	13183	7590	8668	-0,75%	1,34%
Belém	3405	2981	13200	14112	-1,32%	0,67%
Borborema	1693	1379	3037	3732	-2,03%	2,08%
Capim	524	1495	3656	4106	11,05%	1,17%
Casserengue	4002	3600	2566	3458	-1,05%	3,03%
Cuité de Mamanguape	4605	4133	1519	2069	-1,08%	3,14%
Cuitegi	1576	1281	5678	5608	-2,05%	-0,12%
Curral de Cima	4879	4736	444	473	-0,3%	0,63%
Duas Estradas	1052	799	2766	2839	-2,71%	0,26%
Esperança	9646	9464	18520	21631	-0,19%	1,56%
Guarabira	7414	6366	44068	48960	-1,51%	1,06%
Gurinhém	7639	8077	5543	5795	0,56%	0,45%
Itapororoca	6427	6141	8206	10856	-0,45%	2,84%
Jacaraú	7004	5910	7113	8032	-1,68%	1,22%
Juarez Távora	1854	1607	5227	5852	-1,42%	1,14%
Lagoa de Dentro	3739	3395	3347	3975	-0,96%	1,73%
Lagoa Seca	16042	15330	8112	10570	-0,45%	2,68%
Lucena	1728	1578	8027	10152	-0,9%	2,38%
Mamanguape	8018	8069	30754	34234	0,06%	1,08%
Marcação	3255	4760	2948	2849	3,87%	-0,34%
Mari	3243	3721	17420	17455	1,38%	0,02%
Massaranduba	8186	8418	3511	4484	0,28%	2,48%
Mataraca	682	859	4818	6548	2,33%	3,12%
Matinhas	3477	3639	609	682	0,46%	1,14%
Montadas	2003	1834	1966	3156	-0,88%	4,85%
Mulungu	5052	4933	4137	4536	-0,24%	0,92%
Pedro Régis	3509	3617	1374	2148	0,3%	4,57%

Município	2000 - Rural	2010 - Rural	2000 - Urbana	2010 - Urbana	Taxa de Crescimento - Rural	Taxa de Crescimento - Urbana
Pilões	5007	3646	2793	3332	-3,12%	1,78%
Pilõezinhos	3132	2408	2298	2747	-2,59%	1,8%
Pirpirituba	2680	2432	7518	7894	-0,97%	0,49%
Pocinhos	7323	7414	7557	9618	0,12%	2,44%
Puxinanã	8821	8706	3160	4217	-0,13%	2,93%
Remígio	4718	4628	10196	12953	-0,19%	2,42%
Rio Tinto	9027	9919	13284	13057	0,95%	-0,17%
Santa Rita	15369	16593	100475	103717	0,77%	0,32%
São Sebastião de Lagoa de Roça	6250	6382	3776	4659	0,21%	2,12%
Sapé	11837	12002	35516	38141	0,14%	0,72%
Serra da Raiz	1214	1069	2222	2135	-1,26%	-0,4%
Serra Redonda	4182	3442	3125	3608	-1,93%	1,45%
Serraria	3513	2771	3165	3467	-2,34%	0,92%
Sertãozinho	1332	1180	2112	3215	-1,2%	4,29%
Solânea	12824	7361	17834	19332	-5,4%	0,81%

Fonte: Própria do autor elaborado a partir dos dados dos Censos Demográficos IBGE de 2000 e 2010.

Em síntese, com exceção de alguns poucos municípios menores nota-se nos municípios das BHLN um crescimento expressivo da população urbana. Cidades como Santa Rita, Guarabira, Sapé e Mamanguape – as maiores inseridas dentro das Bacias do Litoral Norte e que já possuem uma grande demanda hídrica para consumo humano urbano - crescem em torno de 1% ao ano. Quando avaliada a média destes municípios - valores estes adotados para a estimativa da demanda hídrica para abastecimento rural e urbano – a população urbana do Litoral Norte cresce a 1,58% ao ano e a população rural diminui a 0,15% ao ano permanecendo praticamente estagnada.

A **Tabela 4.12** apresenta os valores de demandas hídricas por sub-bacia para abastecimento humano urbano aplicando os valores de índice de perdas e consumo *per capita* explicitados anteriormente na **Tabela 3.8**. Vale destacar que pelo critério definido somente as sub-bacias com a inserção de alguma sede municipal apresentam requisição de água para atendimento da população urbana – apenas estas são exibidas na **Tabela 4.12**.

Tabela 4.12 – Demandas Hídricas (em L/s) para **abastecimento humano urbano** para as sub-bacias do Litoral Norte.

SUB-BACIAS	Cenário OTIMISTA			Cenário PESSIMISTA			Cenário TENDENCIAL		
	2028	2033	2043	2028	2033	2043	2028	2033	2043
SBCa1	4,85	5,25	6,14	5,57	6,03	7,05	5,19	5,62	6,57
SBCa2	6,90	7,46	8,73	7,75	8,38	9,80	7,22	7,81	9,13
SBCa3	0,81	0,87	1,02	0,93	1,00	1,17	0,87	0,94	1,09
SBCa6	11,36	12,29	14,37	12,76	13,80	16,14	11,89	12,86	15,04
SBMa1	95,18	102,94	120,51	107,06	115,79	135,38	99,74	107,86	126,10
SBMa10	10,15	10,98	12,95	11,66	12,61	14,70	10,87	11,75	13,69
SBMa2	37,54	40,60	53,05	42,16	45,60	62,22	39,27	42,47	55,44
SBMa3	182,60	197,48	251,63	210,22	227,35	293,13	191,32	206,91	276,06
SBMa6	39,93	43,29	50,63	45,00	48,62	56,86	41,92	45,29	52,97

SUB-BACIAS	Cenário OTIMISTA			Cenário PESSIMISTA			Cenário TENDENCIAL		
	2028	2033	2043	2028	2033	2043	2028	2033	2043
SBMa7	53,92	58,31	68,31	60,69	65,64	76,72	56,54	61,15	71,46
SBMa8	22,38	24,20	28,30	25,22	27,27	31,90	23,49	25,41	29,72
SBMa9	89,03	96,29	112,62	103,30	111,72	130,67	93,07	100,66	117,73
SBMi6	7,13	7,71	9,01	8,00	8,66	10,12	7,45	8,06	9,43

Fonte: Elaboração própria.

A demanda hídrica para abastecimento humano nas cidades tende a crescer significativamente em todos os cenários e horizontes de projeto avaliados. Observa-se que as sedes municipais inseridas nas BHLN exibem taxas de crescimento em torno de 1,52%. No cenário tendencial, enquanto este montante é de 589 L/s em 2028 para todas as bacias do Litoral Norte, em 2043 este valor passaria a ser 785 L/s (aumento de 33% em 15 anos).

A **Tabela 4.13** apresenta as demandas hídricas para abastecimento urbano projetadas para as bacias do Litoral Norte, nos diferentes horizontes de curto, médio e longo prazo dos cenários analisados. Os resultados exibidos são destacados no gráfico da **Figura 4.5**. Para melhor visualização e interpretação dos resultados, os valores referentes à bacia do Mamanguape relacionam-se com o eixo secundários do gráfico – dado os resultados discrepantes em comparação às demais bacias.

Tabela 4.13 - Somatório da demanda hídrica para consumo humano urbano por bacia hidrográfica.

Bacia	*OTIMISTA*			*PESSIMISTA*			*TENDENCIAL*		
	2028	2033	2043	2028	2033	2043	2028	2033	2043
Camaratuba	23,92	25,87	30,26	27,01	29,21	34,17	25,16	27,21	31,83
Mamanguape	530,73	574,09	697,99	605,32	654,59	801,57	556,23	601,50	743,18
Miriri	7,13	7,71	9,01	8,00	8,66	10,12	7,45	8,06	9,43
TOTAL LN	**561,78**	**607,66**	**737,27**	**640,33**	**692,46**	**845,86**	**588,85**	**636,78**	**784,44**

Fonte: Elaboração própria.

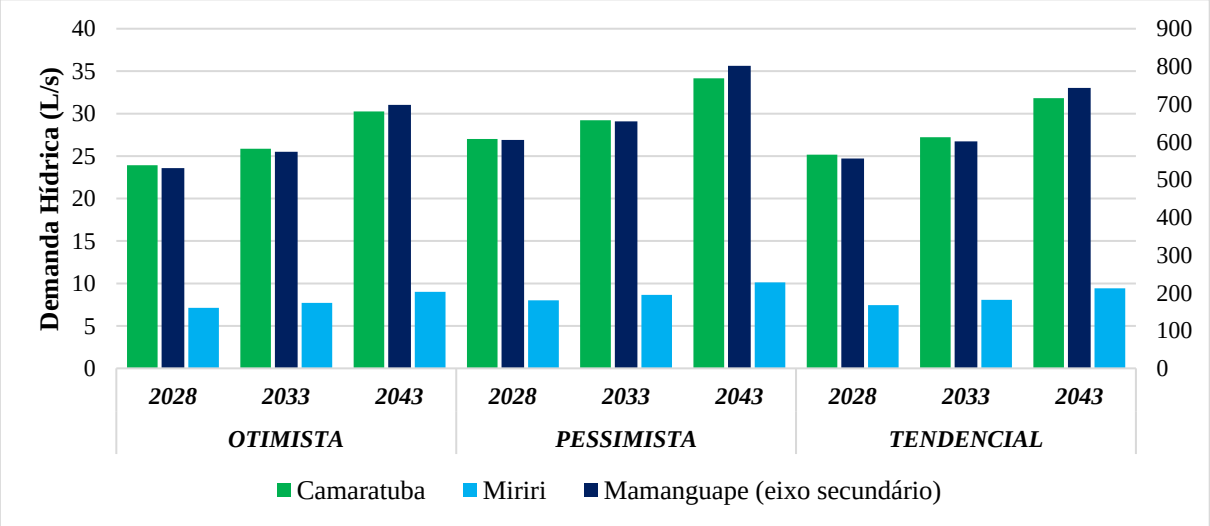


Figura 4.5 – Demanda Hídrica para abastecimento humano urbano (L/s) nas bacias do Litoral Norte.
Fonte: Elaboração própria.

O cenário estimado pela ANA (2019) possui valores superiores de demandas calculadas em comparação aos cenários calculados neste Plano de Bacia que leva em consideração as taxas de crescimento apresentadas pelos municípios na comparação entre os Censos de 2000 e 2010. Essas diferenças ocorrem devido às distintas metodologias aplicadas na estimativa das populações urbanas e rurais. O cenário da ANA utiliza-se das estimativas populacionais do IBGE divulgadas apenas para a população total nos municípios, sendo necessária a desagregação em população urbana e rural. Para isso, aplicam-se as tendências observadas no município entre anos censitários estimadas por Unidade da Federação. As taxas de crescimento fundamentam-se na aplicação do método logístico.

No que diz respeito ao abastecimento rural, a demanda de água para este uso tende a diminuir com os anos uma vez que a população rural apresenta um quadro de redução nos municípios das BHLN, no estado da Paraíba e no Brasil como um todo. Para o presente Plano de Bacia, para a estimativa desta demanda por sub-bacia considerou-se a área do município inserida nestas regiões. Assim sendo, a **Tabela 4.14** apresenta os valores de demandas hídricas por sub-bacia para abastecimento humano rural aplicando os valores de consumo *per capita* explicitados anteriormente na **Tabela 3.8.** A **Figura 4.6** apresenta o gráfico de comparação das demandas projetadas para as bacias do Litoral Norte, nos diferentes horizontes de curto, médio e longo prazo dos cenários analisados. Os valores apresentados no gráfico são sumarizados na **Tabela 4.15** com o somatório da demanda por bacia hidrográfica.

Tabela 4.14 – Demandas Hídricas (em L/s) para **abastecimento humano rural** para as sub-bacias do Litoral Norte.

SUB-BACIAS	Cenário OTIMISTA			Cenário PESSIMISTA			Cenário TENDENCIAL		
	2028	2033	2043	2028	2033	2043	2028	2033	2043
SBCa1	1,46	1,42	1,36	2,60	2,54	2,43	2,08	2,03	1,94
SBCa2	2,43	2,38	2,27	4,34	4,25	4,06	3,47	3,40	3,25
SBCa3	3,91	3,82	3,65	6,97	6,82	6,52	5,58	5,46	5,22
SBCa4	3,41	3,33	3,19	6,08	5,95	5,69	4,87	4,76	4,55
SBCa5	1,97	1,92	1,84	3,51	3,43	3,29	2,81	2,75	2,63
SBCa6	0,93	0,91	0,87	1,67	1,63	1,56	1,33	1,30	1,25
SBMa1	34,78	34,01	32,53	62,10	60,73	58,09	49,68	48,59	46,47
SBMa2	4,94	4,83	4,62	8,82	8,63	8,25	7,06	6,90	6,60
SBMa3	23,75	23,22	22,21	42,40	41,47	39,67	33,92	33,18	31,73
SBMa4	1,22	1,19	1,14	2,18	2,13	2,04	1,74	1,71	1,63
SBMa5	1,64	1,60	1,53	2,93	2,87	2,74	2,34	2,29	2,19
SBMa6	1,40	1,37	1,31	2,51	2,45	2,34	2,00	1,96	1,88
SBMa7	20,38	19,93	19,06	36,39	35,59	34,04	29,11	28,47	27,23
SBMa8	10,87	10,63	10,16	19,40	18,98	18,15	15,52	15,18	14,52
SBMa9	3,09	3,02	2,89	5,52	5,40	5,16	4,41	4,32	4,13
SBMa10	9,29	9,08	8,69	16,58	16,22	15,51	13,27	12,97	12,41
SBMi1	0,74	0,72	0,69	1,32	1,29	1,23	1,06	1,03	0,99
SBMi2	1,05	1,03	0,98	1,88	1,84	1,76	1,50	1,47	1,41
SBMi3	0,87	0,85	0,82	1,56	1,53	1,46	1,25	1,22	1,17
SBMi4	0,91	0,89	0,86	1,63	1,60	1,53	1,31	1,28	1,22

SUB-BACIAS	Cenário OTIMISTA			Cenário PESSIMISTA			Cenário TENDENCIAL		
	2028	2033	2043	2028	2033	2043	2028	2033	2043
SBMi5	0,53	0,51	0,49	0,94	0,92	0,88	0,75	0,74	0,70
SBMi6	0,15	0,15	0,14	0,27	0,26	0,25	0,21	0,21	0,20
SBMi7	0,15	0,15	0,14	0,27	0,26	0,25	0,22	0,21	0,20
SBMi8	1,38	1,35	1,30	2,47	2,42	2,31	1,98	1,93	1,85
SBMi9	0,74	0,72	0,69	1,32	1,29	1,24	1,06	1,04	0,99
SBMi10	1,05	1,02	0,98	1,87	1,83	1,75	1,49	1,46	1,40

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 4.15 - Somatório da demanda hídrica para consumo humano rural por bacia hidrográfica.

Bacia	*OTIMISTA*			*PESSIMISTA*			*TENDENCIAL*		
	2028	2033	2043	2028	2033	2043	2028	2033	2043
Camaratuba	14,10	13,79	13,19	25,18	24,62	23,55	20,14	19,70	18,84
Mamanguape	111,34	108,90	104,16	198,83	194,46	186,00	159,06	155,57	148,80
Miriri	7,58	7,41	7,09	13,53	13,23	12,66	10,82	10,59	10,13
TOTAL LN	**133,02**	**130,10**	**124,44**	**237,54**	**232,31**	**222,21**	**190,03**	**185,85**	**177,77**

Fonte: Elaboração própria.

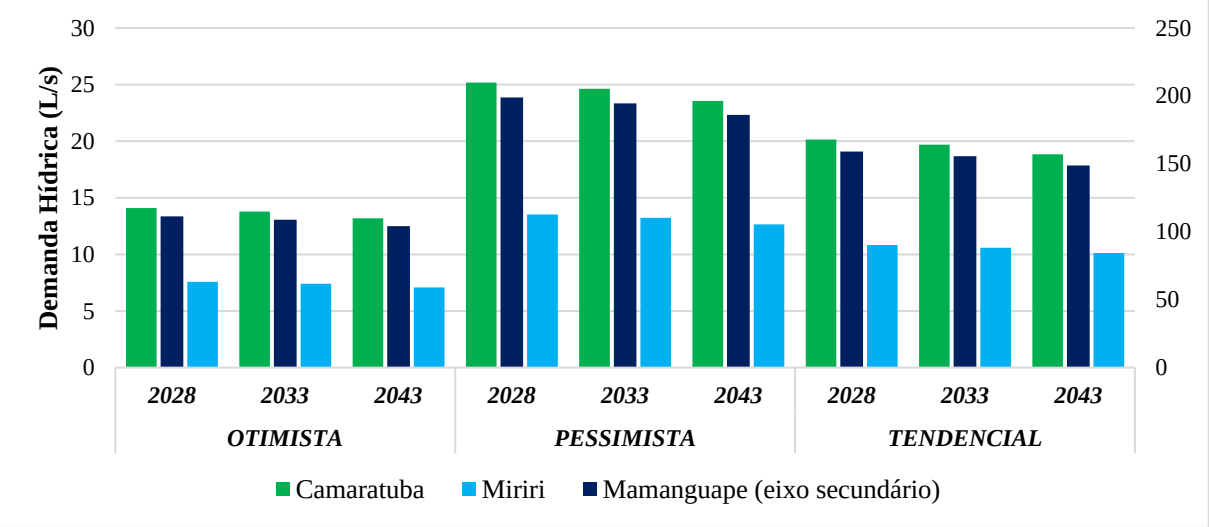


Figura 4.6 - Demanda Hídrica para abasctecimento humano rural (L/s) nas bacias do Litoral Norte.
Fonte: Elaboração própria.

Em comparação aos valores do abastecimento urbano, a demanda para a zona rural é pouco representativa. Na bacia do Camaratuba, as maiores demandas estão concentradas nas SBCa3 e SBCa4 que abrangem parte considerável das populações rurais de Curral de Cima, Mamanguape e Pedro Régis. No Mamanguape, são as sub-bacias SBMa1 e SBMa3 que detém as maiores demandas devido ao grande número de municípios inseridos nestas sub-bacias de grande extensão. A bacia do Miriri apresenta os menores quantitativos, com a maior demanda de apenas cerca de 2,5 L/s para a SBMi8 – dividida entre Santa Rita e Rio Tinto.

4.2.2 Indústria

Para a estimativa da demanda hídrica da indústria foi considerado o cadastro de indústrias do estado da Paraíba disponibilizado pela Federação das Indústrias do Estado da Paraíba (FIEP)

com ano de referência de 2022. A **Tabela 4.16** apresenta o número de indústrias conforme o porte cadastrados em cada sub-bacia do Litoral Norte, conforme os endereços disponibilizados no cadastro. As sub-bacias não exibidas na **Tabela 4.16** não apresentaram indústrias cadastradas em suas intermediações. O porte baseia-se essencialmente no número de funcionários de cada empreendimento informado no cadastro.

Tabela 4.16 – Quantidade de indústrias por sub-bacia.

SUB-BACIA	Microempresa	Pequena empresa	Média empresa	Grande empresa	Total Geral	% do Total
SBCa2	2	0	0	0	2	0,40%
SBCa6	12	0	1	0	13	2,57%
SBMa1	17	3	0	0	20	3,96%
SBMa10	2	0	0	0	2	0,40%
SBMa2	67	3	0	0	70	13,86%
SBMa3	174	25	3	1	203	40,20%
SBMa6	40	0	0	0	40	7,92%
SBMa7	24	4	0	0	28	5,54%
SBMa8	14	1	0	0	15	2,97%
SBMa9	103	7	1	1	112	22,18%
Total Geral	455	43	5	2	505	100,00%

Fonte: Elaboração própria a partir do Cadastro da FIEPB (2022).

A SBMa3 do rio Araçagi apresenta o maior quantitativo de indústrias cadastradas seguido pela SBMa9 - Médio Baixo Mamanguape. Na sub-bacia SBMa3, o rio Araçaji recebe uma grande quantidade de efluentes oriundos das indústrias associado à retirada de água destinada à produção e consequente redução da oferta hídrica. Das duas grandes empresas inseridas nas BHLN, uma localiza-se na SBMa3 e outra na SBMa9 sendo estas, respectivamente, a GUARAVES GUARABIRA AVES LTDA em Guarabira e a USINA MONTE ALEGRE SA em Mamanguape.

Uma vez identificada as indústrias inseridas nas BHLN, adotaram-se os valores de referência de retirada de água e consumo por tipologia de produção mostrados na **Tabela 4.17** para avaliação da demanda hídrica para uso industrial. A descrição empregada consta como uma informação do cadastro fornecido pela FIEP.

Tabela 4.17 – Valores de referência adotados para a estimativa da demanda hídrica das indústrias nas BHLN.

Descrição	Retirada (L/funcionario.dia)	Consumo (%)	Efluente (L/funcionario.dia)
07, Extração de minerais metálicos	132,33	20,00%	105,86
08, Extração de minerais não-metálicos	132,33	20,00%	105,86
09, Atividades de apoio à extração de minerais	132,33	20,00%	105,86
10, Fabricação de produtos alimentícios	4,600,00	75,90%	1108,60
11, Fabricação de bebidas	8,713,00	24,40%	6587,03
12, Fabricação de produtos do fumo	811,00	20,00%	648,80
13, Fabricação de produtos têxteis	1,873,00	22,50%	1451,58
14, Confecção de artigos do vestuário e acessórios	510,00	18,50%	415,65

Descrição	Retirada (L/funcionario.dia)	Consumo (%)	Efluente (L/funcionario.dia)
15, Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados	2,027,00	15,90%	1704,71
16, Fabricação de produtos de madeira	344,00	24,30%	260,41
17, Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	8,865,00	16,60%	7393,41
18, Impressão e reprodução de gravações	173,00	18,80%	140,48
19, Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	18,147,00	85,00%	2722,05
20, Fabricação de produtos químicos	1,715,00	34,40%	1125,04
21, Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	529,00	20,00%	423,20
22, Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	248,00	20,80%	196,42
23, Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	676,00	46,50%	361,66
24, Metalurgia	3,781,00	24,30%	2862,22
25, Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	281,00	46,80%	149,49
26, Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	182,00	20,00%	145,60
27, Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	167,00	20,00%	133,60
28, Fabricação de máquinas e equipamentos	203,00	18,90%	164,63
29, Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias	235,00	29,40%	165,91
30, Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores	1,270,00	19,80%	1018,54
31, Fabricação de móveis	98,00	20,00%	78,40
32, Fabricação de produtos diversos	842,00	20,00%	673,60
33, Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	162,00	20,00%	129,60
35, Eletricidade, gás e outras utilidades	27,13	20,00%	21,70
36, Captação, tratamento e distribuição de água	27,13	20,00%	21,70
37, Esgoto e atividades relacionadas	27,13	20,00%	21,70
38, Coleta, tratamento e disposição de resíduos; recuperação de materiais	27,13	20,00%	21,70
39, Descontaminação e outros serviços de gestão de resíduos	27,13	20,00%	21,70
56, Alimentação	4600,00	75,90%	1108,60
58, Edição e edição integrada à impressão	0,00	0,00%	0,00
59, Atividades cinematográficas, produção de vídeos e de programas de televisão; gravação de som e edição de música	0,00	0,00%	0,00

Fonte: Manual de Usos Consuntivo de Águas no Brasil (2019).

A **Tabela 4.18** exibe os valores das demandas hídricas para o uso pela indústria para as sub-bacias do Litoral Norte. As taxas de crescimento adotadas entre os cenários seguem aquelas apresentadas e descritas no **item Os Cenários do Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte**, isto é, 2% a.a., -2% a.a. e 1% a.a. respectivamente para os cenários otimista, pessimista e tendencial.

Tabela 4.18 - Demandas Hídricas (em L/s) para **indústria** para as sub-bacias do Litoral Norte.

SUB-BACIAS	Cenário OTIMISTA			Cenário PESSIMISTA			Cenário TENDENCIAL		
	2028	2033	2043	2028	2033	2043	2028	2033	2043
SBCa6	0,63	0,68	0,79	0,61	0,53	0,39	0,65	0,69	0,75
SBMa1	1,27	1,38	1,61	1,22	1,08	0,80	1,33	1,39	1,51
SBMa2	4,94	5,37	6,24	4,76	4,21	3,10	5,15	5,39	5,87
SBMa3	96,72	105,20	122,17	93,23	82,39	60,71	100,87	105,58	115,01
SBMa6	1,34	1,45	1,69	1,29	1,14	0,84	1,39	1,46	1,59
SBMa7	2,55	2,78	3,22	2,46	2,17	1,60	2,66	2,79	3,04
SBMa8	0,13	0,14	0,17	0,13	0,11	0,08	0,14	0,14	0,16

SUB-BACIAS	Cenário OTIMISTA			Cenário PESSIMISTA			Cenário TENDENCIAL		
	2028	2033	2043	2028	2033	2043	2028	2033	2043
SBMa9	264,93	288,17	334,65	255,38	225,68	166,29	276,30	289,21	315,03
SBMa10	0,05	0,06	0,07	0,05	0,05	0,03	0,06	0,06	0,06

Fonte: Elaboração própria.

Na Mamanguape, a sub-bacia Ma9 apresentou a maior demanda hídrica para este uso nos cenários e horizontes de planejamento considerados. A maior demanda hídrica associada à SBMa9 – Médio Baixo Mamanguape se dá devido ao grande consumo de água pela indústria USINA MONTE ALEGRE SA na localidade da sede municipal de Mamanguape, inserido nesta sub-bacia. Esta demanda na sub-bacia, por sua vez, passa de 276,30 L/s para 315 L/s, quando avaliado o cenário tendencial. Para uma taxa de crescimento do setor de 2% a.a, por sua vez, essa demanda expressa um aumento de cerca de 26,3%. A sub-bacia Ma3 apresenta a segunda maior demanda inserida nos limites da BHLN. Destaca-se no município de Guarabira a operação da GUARAVES GUARABIRA AVES LTDA. Os demais municípios e sub-bacias possuem valores pouco representativos ou nulos de demandas se comparadas às SBMa9 e SBMa3. A **Tabela 4.19** apresenta os valores de demanda hídrica destinada à indústria para as bacias do Camaratuba, Mamanguape e Miriri.

Tabela 4.19 - Somatório das demandas hídricas para **indústria** por bacia hidrográfica.

Bacia	*OTIMISTA*			*PESSIMISTA*			*TENDENCIAL*		
	2028	2033	2043	2028	2033	2043	2028	2033	2043
Camaratuba	0,63	0,68	0,79	0,61	0,53	0,39	0,65	0,69	0,75
Mamanguape	371,94	404,56	469,81	358,52	316,83	233,46	387,89	406,01	442,26
Miriri	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL LN	**372,56**	**405,24**	**470,61**	**359,13**	**317,37**	**233,85**	**388,54**	**406,70**	**443,01**

Fonte: Elaboração Própria.

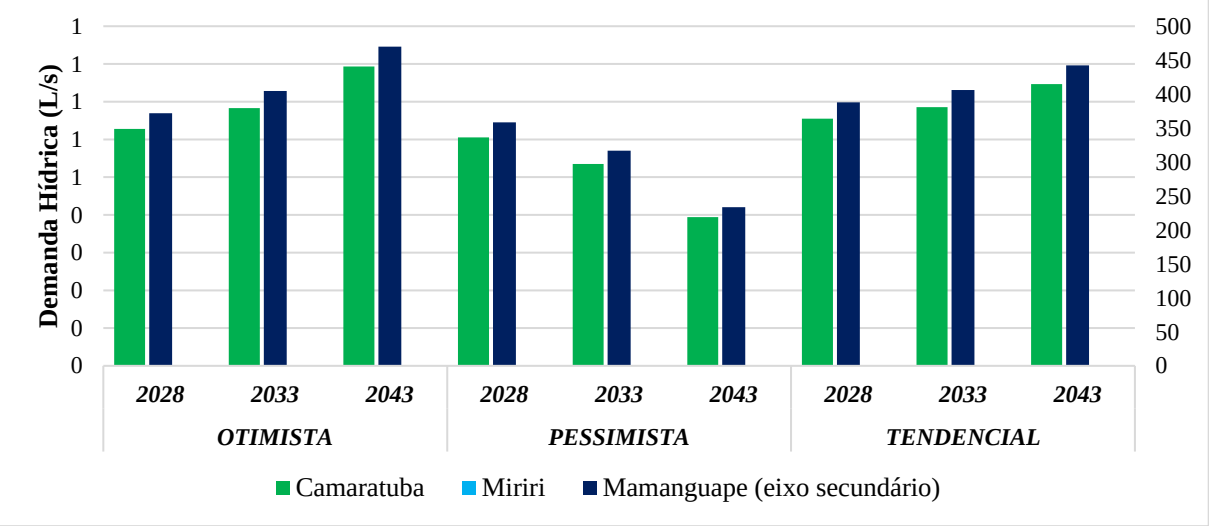


Figura 4.7 – Demanda Hídrica para indústria de transformação (L/s) nas bacias do Litoral Norte.
Fonte: Elaboração própria.

É importante considerar que as demandas obtidas não necessariamente são atendidas somente pelas águas superficiais e pode na prática representar uma retirada menor de água haja vista o suprimento de água subterrânea existente na região. O próprio banco de outorgas da AESA para o consumo na indústria elenca a existência de diversas captações subterrâneas para suprimento da demanda deste uso. No entanto, a estimativa considerando o cadastro da FIEPB e os coeficientes adotados é mais precisa que a análise pelo banco de dados de outorgas devido às deficiências existentes nestes dados e já discutidas anteriormente.

4.2.3 Mineração

A **Tabela 4.20** mostra os valores de demandas hídricas para uso na mineração nas sub-bacias do Litoral Norte enquanto a **Figura 4.8** apresenta os valores por bacia hidrográfica nos cenários e horizontes de planejamento considerados. A mineração não representa um uso significativo na região do Litoral Norte. Em grande parte das sub-bacias essa demanda não chega a somar 1 L/s.

Tabela 4.20 – Demandas Hídricas (em L/s) para **mineração** para as sub-bacias do Litoral Norte.

SUB-BACIAS	Cenário OTIMISTA			Cenário PESSIMISTA			Cenário TENDENCIAL		
	2028	2033	2043	2028	2033	2043	2028	2033	2043
SBCa3	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,06
SBCa4	0,02	0,02	1,12	0,02	0,02	1,12	0,02	0,02	1,12
SBCa5	3,52	4,16	6,21	3,52	4,16	6,21	3,52	4,16	6,21
SBCa6	6,56	7,75	10,04	6,56	7,75	10,04	6,56	7,75	10,04
SBMa1	0,24	0,28	0,36	0,24	0,28	0,36	0,24	0,28	0,36
SBMa10	0,04	0,04	0,06	0,04	0,04	0,06	0,04	0,04	0,06
SBMa3	0,12	0,15	0,19	0,12	0,15	0,19	0,12	0,15	0,19
SBMa5	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
SBMa6	0,89	1,05	1,41	0,89	1,05	1,41	0,89	1,05	1,41
SBMa7	0,26	0,30	0,40	0,26	0,30	0,40	0,26	0,30	0,40
SBMa8	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
SBMa9	0,03	0,04	0,05	0,03	0,04	0,05	0,03	0,04	0,05
SBMi1	0,02	0,03	0,04	0,02	0,03	0,04	0,02	0,03	0,04
SBMi10	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02
SBMi2	0,06	0,07	0,09	0,06	0,07	0,09	0,06	0,07	0,09
SBMi3	0,04	0,05	0,06	0,04	0,05	0,06	0,04	0,05	0,06
SBMi4	0,03	0,04	0,05	0,03	0,04	0,05	0,03	0,04	0,05
SBMi5	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
SBMi8	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02
SBMi9	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01

Fonte: Elaboração própria.

Entre as sub-bacias elencadas na tabela acima, destaca-se com uma maior demanda associada ao setor a SBCa6 e a SBCa5 que abrangem o município de Mataraca. O município de Mataraca contém a mineração como uma importante atividade econômica, notadamente para extração de titânio e areia ao longo do rio Camaratuba. De tal forma, este uso é mais significativo para as

águas da bacia, com todo o município tendo uma demanda aproximada de 52 L/s estimada para 2028 (ANA, 2019).

Tabela 4.21 - Somatório da demanda hídrica para mineração por bacia hidrográfica.

Bacia	*OTIMISTA*			*PESSIMISTA*			*TENDENCIAL*		
	2028	2033	2043	2028	2033	2043	2028	2033	2043
Camaratuba	10,11	11,93	17,43	10,11	11,93	17,43	10,11	11,93	17,43
Mamanguape	1,60	1,88	2,51	1,60	1,88	2,51	1,60	1,88	2,51
Miriri	0,18	0,22	0,31	0,18	0,22	0,31	0,18	0,22	0,31
TOTAL LN	**11,89**	**14,03**	**20,24**	**11,89**	**14,03**	**20,24**	**11,89**	**14,03**	**20,24**

Fonte: Elaboração Própria.

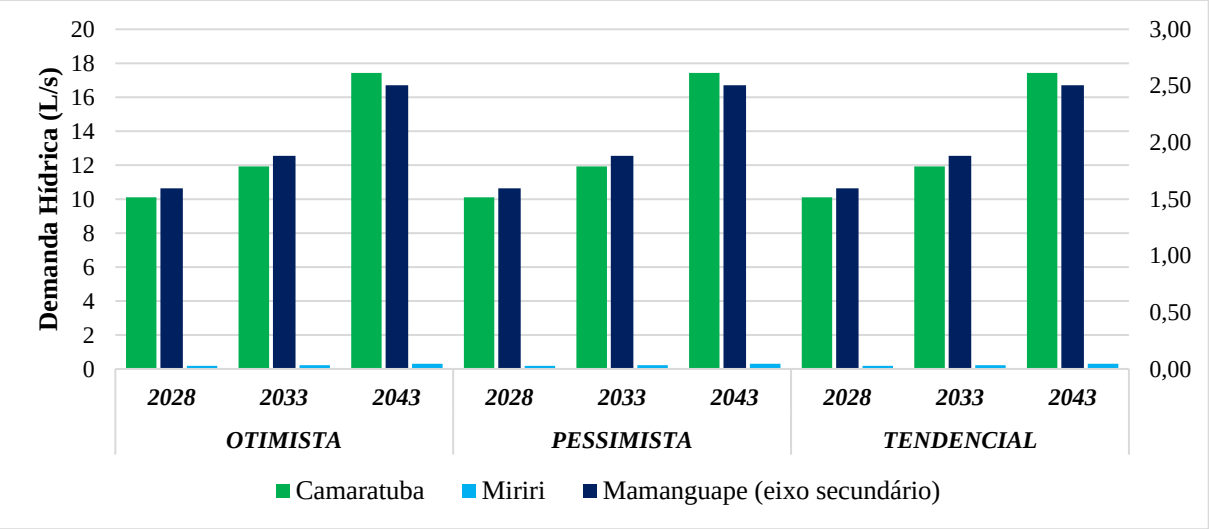


Figura 4.8 - Demanda Hídrica para mineração (L/s) nas bacias do Litoral Norte.
Fonte: Elaboração própria.

4.2.4 Dessedentação Animal

Para o cálculo da demanda hídrica para uso na pecuária foram considerados os rebanhos de bovinos, equinos, ovinos, suínos e aves. A **Tabela 4.22** apresenta o quantitativo obtido por sub-bacia hidrográfica nos cenários trabalhados a longo, médio e curto prazo. A **Figura 4.9** resume os valores obtidos por bacia hidrográfica.

Tabela 4.22 - Demandas Hídricas (em L/s) para **dessedentação animal** para as sub-bacias do Litoral Norte.

SUB-BACIAS	Cenário OTIMISTA			Cenário PESSIMISTA			Cenário TENDENCIAL		
	2028	2033	2043	2028	2033	2043	2028	2033	2043
SBCa1	7,47	8,32	10,00	4,38	3,82	2,70	6,85	7,42	8,54
SBCa2	8,12	9,03	10,86	4,76	4,15	2,93	7,45	8,06	9,28
SBCa3	6,22	6,93	8,33	3,65	3,18	2,25	5,71	6,18	7,11
SBCa4	4,41	4,90	5,90	2,58	2,25	1,59	4,04	4,37	5,04
SBCa5	2,89	3,22	3,87	1,70	1,48	1,04	2,65	2,87	3,31
SBCa6	0,62	0,69	0,83	0,37	0,32	0,22	0,57	0,62	0,71
SBMa1	91,48	101,80	122,43	53,65	46,77	33,02	83,91	90,79	104,55
SBMa2	12,60	14,02	16,86	7,39	6,44	4,55	11,55	12,50	14,40
SBMa3	81,47	90,66	109,04	47,78	41,66	29,40	74,73	80,86	93,11
SBMa4	3,91	4,35	5,23	2,29	2,00	1,41	3,58	3,88	4,47
SBMa5	5,13	5,71	6,86	3,01	2,62	1,85	4,70	5,09	5,86

SUB-BACIAS	Cenário OTIMISTA			Cenário PESSIMISTA			Cenário TENDENCIAL		
	2028	2033	2043	2028	2033	2043	2028	2033	2043
SBMa6	5,48	6,10	7,34	3,21	2,80	1,98	5,03	5,44	6,26
SBMa7	72,67	80,87	97,26	42,62	37,15	26,23	66,66	72,12	83,05
SBMa8	19,43	21,62	26,00	11,40	9,93	7,01	17,82	19,28	22,21
SBMa9	2,15	2,39	2,87	1,26	1,10	0,77	1,97	2,13	2,45
SBMa10	4,14	4,61	5,55	2,43	2,12	1,50	3,80	4,11	4,74
SBMi1	1,72	1,92	2,31	1,01	0,88	0,62	1,58	1,71	1,97
SBMi2	1,80	2,01	2,41	1,06	0,92	0,65	1,65	1,79	2,06
SBMi3	1,13	1,25	1,51	0,66	0,58	0,41	1,03	1,12	1,29
SBMi4	1,38	1,54	1,85	0,81	0,71	0,50	1,27	1,37	1,58
SBMi5	0,14	0,15	0,18	0,08	0,07	0,05	0,12	0,14	0,16
SBMi6	0,11	0,13	0,15	0,07	0,06	0,04	0,10	0,11	0,13
SBMi7	0,12	0,13	0,15	0,07	0,06	0,04	0,11	0,11	0,13
SBMi8	0,51	0,57	0,68	0,30	0,26	0,18	0,47	0,51	0,58
SBMi9	0,34	0,38	0,46	0,20	0,17	0,12	0,31	0,34	0,39
SBMi10	0,67	0,74	0,89	0,39	0,34	0,24	0,61	0,66	0,76

Fonte: Elaboração própria.

A bacia hidrográfica do rio Miriri apresenta uma demanda pouco significativa para dessedentação animal. Em todos os cenários e prazos considerados, a demanda associada a este uso não chega a ultrapassar os 10,59 L/s – valor referente ao cenário otimista que considera o crescimento do setor a taxas superiores (**Tabela 4.23** e **Figura 4.9**).

No Mamanguape, por sua vez, este uso é bastante expressivo principalmente nas SBMa1, SBMa3 e SBMa7, com as maiores demandas associadas. Além da grande extensão destas bacias em comparação às demais, outro fator que possibilita que a demanda seja maior nessas localidades é a existência de um quantitativo significativo de animais dos municípios inseridos na sub-bacias. Entre estes municípios, destacam-se Alagoa Grande (SBMa1), Mulungu (SBMa1 e SBMa7), Guarabira (SBMa3 e SBMa7) e Pocinhos (SBMa1 e SBMa3).

Tabela 4.23 - Somatório da demanda hídrica para dessedentação animal por bacia hidrográfica.

Bacia	*OTIMISTA*			*PESSIMISTA*			*TENDENCIAL*		
	2028	2033	2043	2028	2033	2043	2028	2033	2043
Camaratuba	29,74	33,09	39,80	17,44	15,20	10,73	27,28	29,51	33,98
Mamanguape	298,46	332,12	399,44	175,04	152,59	107,71	273,77	296,21	341,09
Miriri	7,92	8,81	10,59	4,64	4,05	2,86	7,26	7,86	9,05
TOTAL LN	**336,11**	**374,02**	**449,83**	**197,12**	**171,85**	**121,30**	**308,31**	**333,58**	**384,13**

Fonte: Elaboração própria.

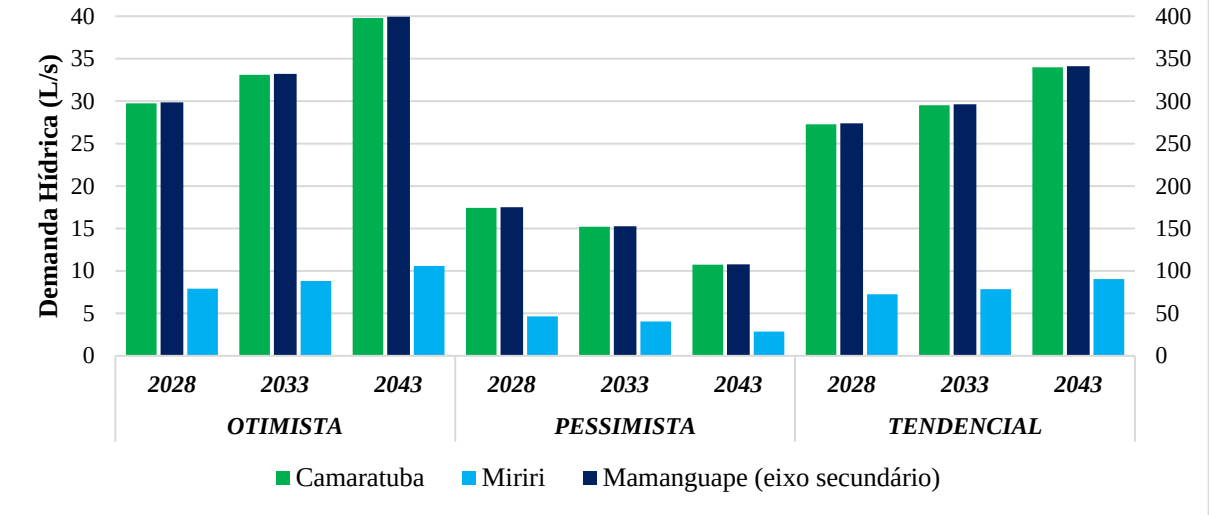


Figura 4.9 - Demanda Hídrica para dessedentação animal (L/s) nas bacias do Litoral Norte.
Fonte: Elaboração própria.

4.2.5 Agricultura Irrigada

O uso da água para irrigação representa a maior demanda de água nas bacias do Litoral Norte em todos os cenários e horizontes de planejamento elencados para análise. A **Tabela 4.24** apresenta os quantitativos obtidos de demandas hídricas para irrigação por sub-bacia hidrográfica do Litoral Norte.

Tabela 4.24 - Demandas Hídricas (em L/s) para **agricultura** para as sub-bacias do Litoral Norte.

SUB-BACIAS	Cenário OTIMISTA			Cenário PESSIMISTA			Cenário TENDENCIAL		
	2028	2033	2043	2028	2033	2043	2028	2033	2043
SBCa1	0,13	0,14	0,16	0,19	0,20	0,24	0,14	0,15	0,18
SBCa2	0,73	0,77	0,81	1,09	1,16	1,22	0,80	0,85	0,89
SBCa3	4,41	4,69	4,73	6,62	7,04	7,10	4,86	5,18	5,22
SBCa4	103,05	112,54	128,67	154,57	168,81	193,01	113,66	124,13	141,92
SBCa5	66,08	72,41	82,62	99,12	108,62	123,93	72,88	79,87	91,13
SBCa6	37,04	40,04	44,96	55,55	60,06	67,44	40,85	44,17	49,59
SBMa1	35,89	39,06	48,97	53,84	58,59	73,46	39,59	43,08	54,02
SBMa10	135,62	144,32	162,00	203,43	216,49	242,99	149,58	159,18	178,67
SBMa2	6,29	6,89	8,27	9,43	10,34	12,40	6,94	7,60	9,12
SBMa3	9,24	9,91	18,37	13,86	14,86	27,55	10,19	10,93	20,26
SBMa4	2,87	3,05	6,19	4,30	4,58	9,29	3,16	3,37	6,83
SBMa5	2,20	2,34	4,22	3,30	3,51	6,32	2,42	2,58	4,65
SBMa6	0,23	0,25	0,53	0,35	0,37	0,79	0,26	0,27	0,58
SBMa7	14,79	16,18	19,74	22,19	24,27	29,60	16,32	17,85	21,77
SBMa8	123,54	134,14	154,75	185,30	201,20	232,12	136,25	147,94	170,68
SBMa9	104,22	112,67	128,46	156,34	169,00	192,69	114,95	124,26	141,69
SBMi1	15,45	17,40	20,45	23,17	26,10	30,68	17,04	19,19	22,56
SBMi10	31,14	33,29	37,56	46,71	49,93	56,34	34,35	36,71	41,43
SBMi2	18,04	20,05	21,74	27,05	30,07	32,61	19,89	22,11	23,98
SBMi3	18,48	20,23	22,07	27,72	30,34	33,10	20,38	22,31	24,34
SBMi4	14,17	15,59	17,60	21,25	23,39	26,40	15,63	17,20	19,41
SBMi5	16,18	17,33	19,30	24,27	26,00	28,95	17,85	19,12	21,29
SBMi6	4,44	4,83	6,27	6,66	7,24	9,41	4,90	5,32	6,92
SBMi7	4,52	4,91	6,39	6,78	7,37	9,58	4,99	5,42	7,04
SBMi8	41,39	44,19	49,43	62,08	66,29	74,15	45,65	48,74	54,52

SUB-BACIAS	Cenário OTIMISTA			Cenário PESSIMISTA			Cenário TENDENCIAL		
	2028	2033	2043	2028	2033	2043	2028	2033	2043
SBMi9	23,30	24,96	27,86	34,96	37,44	41,78	25,70	27,53	30,72

Fonte: Elaboração própria.

Na bacia do Camaratuba, as maiores demandas para a irrigação estão concentradas nas sub-bacias SBCa4 – Médio Baixo Camaratuba e SBCa5 – Rio da Pitanga. A maior área associada a estas sub-bacias lhe confere estes valores pela metodologia aplicada. No entanto, soma-se a grande demanda hídrica para irrigação do município de Mamanguape que é abrangido parcialmente por estas sub-bacias; além de Rio Tinto na SBCa4. A bacia do Miriri apresenta a menor demanda entre as BHLN (**Figura 4.10**). Os usos mais significativos estão na SBMi8 que abrange parte das áreas cultivadas de Santa Rita e Rio Tinto.

A demanda de água para a irrigação na bacia do Mamanguape é um ponto de atenção devido aos seus grandes valores associados. Na bacia, as terras cultiváveis concentram-se próximas ao litoral devido à maior disponibilidade hídrica. De tal forma, como exibido na **Tabela 4.24** as sub-bacias SBMa10, SBMa8 e SBMa9 – as três mais próximas à foz e linha da costa – possuem os maiores valores de demandas hídricas. Assim como apresentado anteriormente para a bacia do Camaratuba, o município de Mamanguape insere-se parcialmente nestas sub-bacias influenciado os valores apresentados. O município de Mamanguape, de forma integral, apresentaria uma demanda aproximada estimada no longo prazo de 361 L/s para irrigação (ANA, 2019). Além deste, estas sub-bacias também abrangem outros municípios com grande demanda associada como Rio Tinto e Sapé.

Tabela 4.25 - Somatório da demanda hídrica para agricultura irrigada por bacia hidrográfica.

Bacia	*OTIMISTA*			*PESSIMISTA*			*TENDENCIAL*		
	2028	2033	2043	2028	2033	2043	2028	2033	2043
Camaratuba	211,43	230,60	261,96	317,14	345,90	392,94	233,19	254,34	288,92
Mamanguape	434,89	468,81	551,49	652,34	703,22	827,23	479,66	517,07	608,26
Miriri	187,11	202,78	228,67	280,67	304,18	343,00	206,37	223,66	252,21
TOTAL LN	**833,43**	**902,20**	**1042,11**	**1250,15**	**1353,30**	**1563,17**	**919,23**	**995,07**	**1149,39**

Fonte: Elaboração Própria.

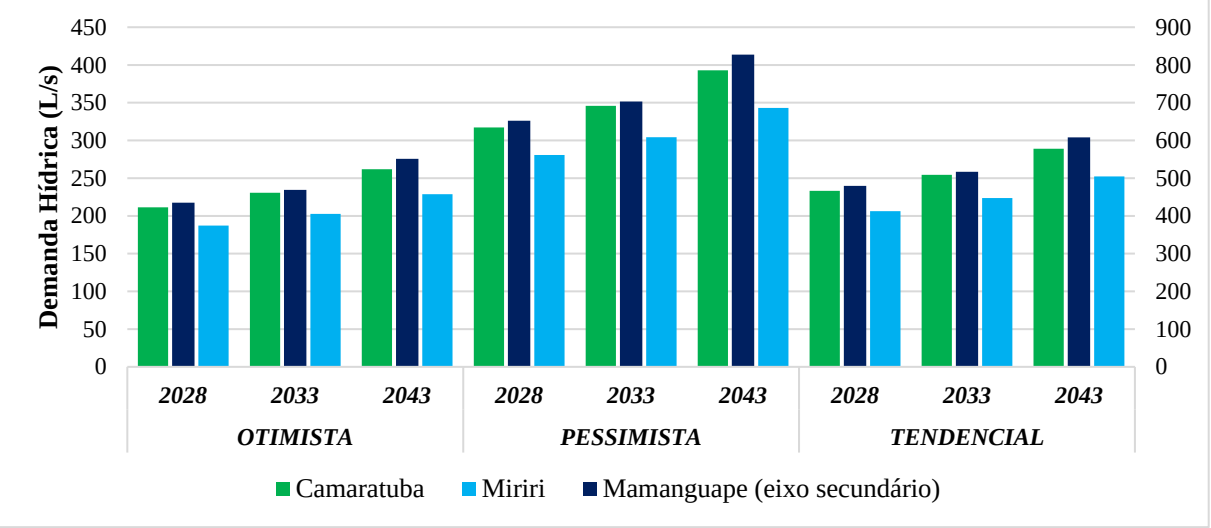


Figura 4.10 - Demanda Hídrica para agricultura (L/s) nas bacias do Litoral Norte.
Fonte: Elaboração própria.

4.2.6 Síntese das Demandas Hídricas por Sub-bacia Hidrográfica

A **Tabela 4.26** apresenta o somatório das demandas hídricas apresentadas e discutidas anteriormente, com base nos cenários e anos elencados para a análise. Como complemento para visualização dos resultados obtidos, a **Tabela 4.27** e o gráfico da **Figura 4.11** exibem os quantitativos das demandas hídricas totais para as bacias do Litoral Norte, enquanto o mapa da **Figura 4.12** exibe a distribuição das demandas do cenário tendencial ao longo dos horizontes de planejamento. Em todas as bacias do Litoral Norte a maior demanda de água é para a irrigação, seguido, em geral, pelo consumo humano urbano.

Tabela 4.26 - Demandas Hídricas Total (em L/s) para as sub-bacias do Litoral Norte.

SUB-BACIAS	Cenário OTIMISTA			Cenário PESSIMISTA			Cenário TENDENCIAL		
	2028	2033	2043	2028	2033	2043	2028	2033	2043
SBCa1	13,91	15,12	17,66	12,74	12,59	12,41	14,27	15,21	17,23
SBCa2	18,18	19,65	22,68	17,94	17,94	18,01	18,94	20,11	22,55
SBCa3	15,35	16,32	17,80	18,17	18,05	17,10	17,02	17,75	18,71
SBCa4	110,88	120,80	138,87	163,26	177,04	201,41	122,58	133,28	152,62
SBCa5	74,46	81,71	94,54	107,85	117,69	134,47	81,87	89,64	103,27
SBCa6	57,15	62,37	71,88	77,52	84,10	95,81	61,86	67,38	77,38
SBMa1	258,84	279,47	326,41	278,11	283,25	301,10	274,48	291,99	333,01
SBMa2	66,30	71,71	89,03	72,56	75,21	90,52	69,97	74,87	91,43
SBMa3	393,90	426,62	523,61	407,62	407,87	450,64	411,16	437,60	536,36
SBMa4	8,00	8,60	12,57	8,77	8,71	12,74	8,49	8,95	12,93
SBMa5	8,97	9,66	12,62	9,24	9,01	10,92	9,48	9,97	12,71
SBMa6	49,27	53,51	62,91	53,25	56,43	64,23	51,50	55,47	64,69
SBMa7	164,57	178,37	208,00	164,61	165,13	168,60	171,54	182,68	206,96
SBMa8	176,35	190,74	219,40	241,46	257,51	289,28	193,24	207,97	237,29
SBMa9	463,46	502,58	581,55	521,83	512,94	495,64	490,74	520,62	581,08
SBMa10	159,29	169,10	189,30	234,19	247,52	274,79	177,61	188,12	209,63
SBMi1	17,93	20,07	23,48	25,52	28,30	32,57	19,69	21,96	25,55
SBMi2	20,95	23,16	25,23	30,05	32,90	35,11	23,11	25,44	27,54
SBMi3	20,52	22,38	24,45	29,98	32,49	35,03	22,70	24,70	26,85
SBMi4	16,50	18,06	20,36	23,73	25,73	28,48	18,23	19,89	22,26

SUB-BACIAS	Cenário OTIMISTA			Cenário PESSIMISTA			Cenário TENDENCIAL		
	2028	2033	2043	2028	2033	2043	2028	2033	2043
SBMi5	16,84	18,00	19,99	25,29	26,99	29,89	18,72	19,99	22,16
SBMi6	11,83	12,80	15,58	15,00	16,21	19,82	12,67	13,71	16,68
SBMi7	4,79	5,19	6,68	7,12	7,69	9,87	5,31	5,75	7,38
SBMi8	43,29	46,13	51,43	64,86	68,98	76,67	48,11	51,20	56,98
SBMi9	24,39	26,07	29,02	36,48	38,92	43,16	27,08	28,91	32,12
SBMi10	32,87	35,07	39,45	48,98	52,11	58,35	36,46	38,85	43,61

Fonte: Elaboração própria.

Para a bacia do Camaratuba, com o segundo maior valor total de retirada de água, as demandas estão mais concentradas nas sub-bacias próximas à foz, isto é, em ordem decrescente de demanda, as SBCa4, SBCa5 e SBCa6. Apesar das sedes municipais localizadas na bacia estarem concentradas na porção interiorana dela – o que focaliza a demanda para abastecimento urbano – o consumo de água para agricultura nas sub-bacias antes citadas é bastante expressivo. Além disso, em contraste com as demais sub-bacias a mineração representa uma importante atividade econômica na região, especialmente no município de Mataraca. Desta forma, a demanda associada a este setor é mais expressiva se comparada as das demais sub-bacias hidrográficas.

A bacia do Mamanguape possui os maiores valores de demanda hídrica não somente na região do Litoral Norte como em todo o estado da Paraíba. Os altos valores de retirada de água na bacia estão relacionados com as demandas elevadas de água para irrigação. De tal forma, como é possível observar no mapa da **Figura 4.12** e pelos dados da **Tabela 4.26** os maiores valores de consumo de água estão concentradas nas sub-bacias com maior presença de áreas cultiváveis como a SBMa9, SBMa8 e SBMa10. Nestas localidades, além da irrigação, a retirada de água para abastecimento urbano é significativa, em especial para suprimento dos centros urbanos de Mamanguape, Rio Tinto, Marcação, Itapororoca e Cuité de Mamanguape.

Ademais, visto que a irrigação na bacia do Mamanguape tende a se concentrar a leste da bacia, as demandas hídricas mais elevadas das sub-bacias do Alto Mamanguape (SBMa1) e do Rio Araçagi (SBMa3) estão associadas ao consumo humano urbano e à pecuária. Estas sub-bacias concentram a população urbana de grandes municípios como Guarabira, Esperança, Alagoa Nova, Alagoa Grande e Remígio. A pecuária é uma prática comum na região destes municípios, cujo número significativo de animais estabelece o cultivo animal como um uso importante da água na região.

Tabela 4.27 - Somatório das demandas totais por bacia hidrográfica (L/s)

Bacia	*OTIMISTA*			*PESSIMISTA*			*TENDENCIAL*		
	2028	2033	2043	2028	2033	2043	2028	2033	2043
Camaratuba	289,92	315,96	363,43	397,48	427,40	479,21	316,54	343,38	391,76
Mamanguape	1748,95	1890,35	2225,40	1991,64	2023,58	2158,47	1858,21	1978,24	2286,09
Miriri	209,91	226,93	255,67	307,03	330,33	368,94	232,10	250,38	281,11
TOTAL LN	**2248,79**	**2433,24**	**2844,49**	**2696,15**	**2781,31**	**3006,63**	**2406,84**	**2572,00**	**2958,96**

Fonte: Elaboração própria.

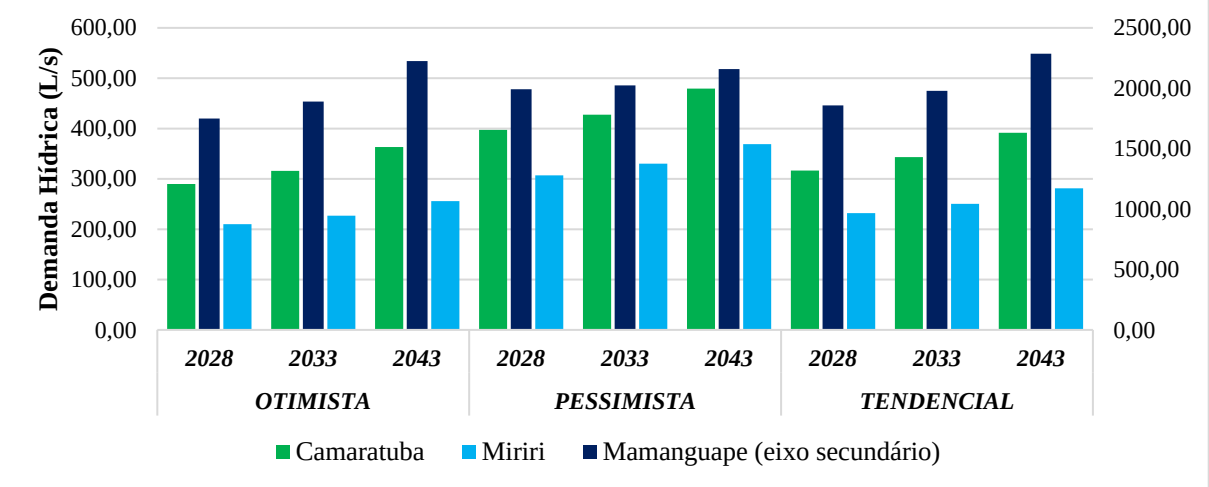


Figura 4.11 - Demanda Hídrica Total (L/s) nas bacias do Litoral Norte.
Fonte: Elaboração própria.

Por fim, a bacia do Miriri, também devido a sua menor área, apresenta dentre as BHLN o menor valor de demanda de água. Na bacia, assim como nas demais, o uso mais significativo é para a irrigação, especialmente próximo à foz (SBMi9 e SBMi10). A sede municipal existente na bacia da cidade de Capim concentra a demanda para abastecimento urbano, que não possui atividade industrial e de mineração expressiva.

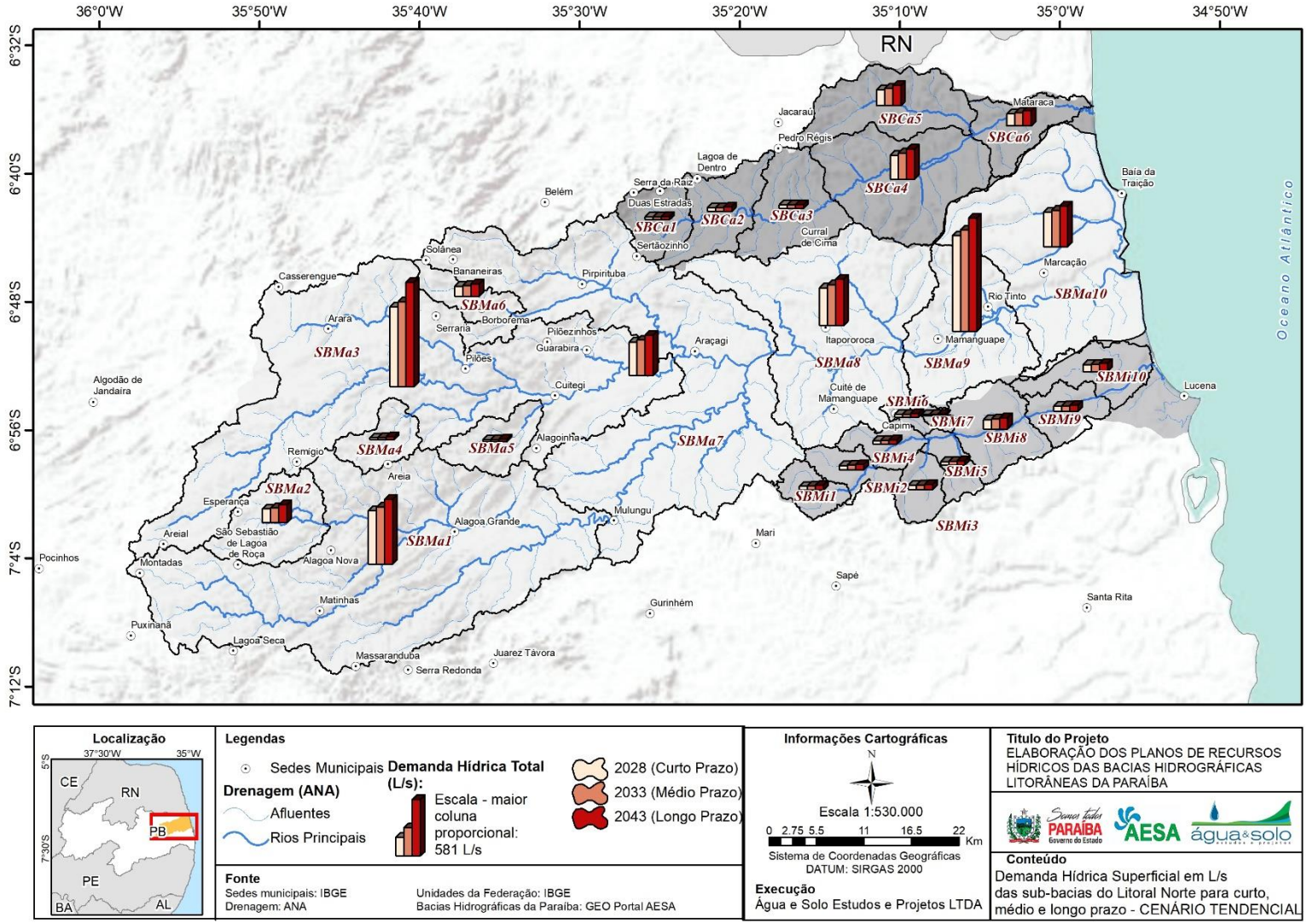


Figura 4.12 - Distribuição das demandas hídricas nas sub-bacias do Litoral Norte.
Fonte: Elaboração própria.

A irrigação corresponde à maior demanda de água nas BHLN em todos os cenários e horizontes de projeto considerados. Na bacia do Miriri este valor corresponderia a 206,37 L/s para o ano de 2028 e 252,21 L/s em 2043; na bacia do Camaratuba a correspondência destas vazões são 233,19 L/s e 288,92; e para a bacia do Mamanguape, corresponde a 479,66 L/s e 608,26 L/s, respectivamente. Enquanto a irrigação corresponde a aproximadamente 89% da demanda da Bacia do Miriri e 74% da demanda da bacia do Camaratuba, na bacia do Mamanguape a retirada de água para consumo humano urbano é mais significativa (29,9%) enquanto o valor para irrigação é de 25,8%.

Na bacia do Mamanguape o uso menos significativo em termos de vazão captada é a mineração – correspondente a somente 0,09% do montante total. No Camaratuba e no Miriri, a indústria corresponde ao menor valor correspondente, sendo 0,21% e 0%, respectivamente.

A partir dos dados de demanda calculadas por uso e sub-bacia foram aplicados os coeficientes de retorno expressos na **Tabela 4.28** para cálculo do consumo efetivo de água sob o valor retirado e do lançamento de efluentes. Os coeficientes de retorno da indústria foram exibidos anteriormente na **Tabela 4.17.** Os coeficientes de retorno apresentados delimitam a relação média entre o volume de efluentes produzido e de água efetivamente consumida. Os valores da **Tabela 4.29** correspondem às de vazão de retorno (acumuladas por sub-bacia de montante a jusante) oriundas dos usos da água para abastecimento público, rural, indústria, pecuária e irrigação.

Tabela 4.28 – Coeficientes de retorno adotado para os usos consuntivos da água na estimativa do consumo de água nas bacias do Litoral Norte.

Uso Consuntivo de Água	Coeficiente de Retorno
Abastecimento Público	80%
Abastecimento Rural	92%
Pecuária	10%
Irrigação	11%

Fonte: Manual de Usos Consuntivo de Águas no Brasil (2019).

Não foram considerados na análise retorno da água para as demandas requisitadas pela mineração – apesar destas serem insignificantes frente aos demais usos. As demandas calculadas para o setor industrial já possuem as vazões de retorno atreladas.

Tabela 4.29 - Vazão de retorno acumulada para as sub-bacias do Litoral Norte (em L/s).

SUB-BACIAS	Cenário OTIMISTA			Cenário PESSIMISTA			Cenário TENDENCIAL		
	2028	2033	2043	2028	2033	2043	2028	2033	2043
SBCa1	5,98	6,35	7,18	7,31	7,56	8,17	6,77	7,12	7,92
SBCa2	14,63	15,50	17,43	18,10	18,72	20,17	16,57	17,39	19,24
SBCa3	19,98	20,92	22,96	26,35	26,89	28,12	23,50	24,35	26,20
SBCa4	34,89	36,86	40,64	49,21	51,16	54,75	40,88	42,82	46,50
SBCa5	9,37	10,06	11,17	14,30	15,26	16,76	10,87	11,60	12,77
SBCa6	58,54	62,27	69,39	81,59	85,76	93,42	67,25	71,04	78,21

SUB-BACIAS	Cenário OTIMISTA			Cenário PESSIMISTA			Cenário TENDENCIAL		
	2028	2033	2043	2028	2033	2043	2028	2033	2043
SBMa1	159,92	169,55	195,98	199,77	207,66	233,67	180,32	189,58	215,47
SBMa2	38,26	40,97	51,47	45,29	47,67	60,27	41,63	44,30	54,93
SBMa3	210,21	225,25	276,14	247,54	256,51	301,63	228,34	242,26	301,91
SBMa4	1,83	1,87	2,25	2,71	2,66	3,04	2,31	2,33	2,70
SBMa5	2,26	2,30	2,56	3,36	3,28	3,40	2,89	2,90	3,11
SBMa6	34,37	37,15	43,22	39,21	41,95	48,29	36,50	39,22	45,46
SBMa7	476,49	508,11	600,95	576,42	598,79	682,91	526,89	556,66	657,20
SBMa8	520,00	554,26	652,67	636,05	661,27	751,42	576,83	609,25	715,43
SBMa9	660,71	706,48	829,26	794,06	821,12	916,47	725,50	767,62	894,59
SBMa10	692,72	739,97	866,00	841,28	870,16	969,39	763,25	806,89	937,11
SBMi1	2,55	2,77	3,12	3,86	4,15	4,57	3,00	3,23	3,59
SBMi2	5,68	6,12	6,65	8,67	9,24	9,84	6,74	7,19	7,72
SBMi3	2,95	3,14	3,33	4,55	4,80	5,02	3,49	3,69	3,88
SBMi4	8,22	8,81	9,56	12,59	13,35	14,20	9,79	10,40	11,14
SBMi5	19,79	21,19	23,53	28,07	29,83	32,59	22,66	24,12	26,53
SBMi6	6,34	6,84	8,04	7,39	7,97	9,37	6,71	7,24	8,50
SBMi7	0,65	0,69	0,85	1,00	1,06	1,29	0,76	0,80	0,97
SBMi8	26,31	28,04	31,08	38,21	40,43	44,18	30,30	32,11	35,26
SBMi9	29,59	31,49	34,82	43,29	45,76	49,93	34,14	36,13	39,59
SBMi10	34,05	36,17	39,94	50,19	52,96	57,76	39,35	41,58	45,51

Fonte: Elaboração Própria.

A vazão de retorno é mais expressiva nas sub-bacias cuja a demanda industrial é mais significativa como é possível notar pela **Tabela 4.29**; sendo estas a SBMa3 e SBMa9. Os valores também são influenciados pela localização das sedes municipais em algumas bacias, o que estaria associado ao retorno d'água oriunda do abastecimento público – como é o caso da SBMa10.

4.3 Balanço Hídrico por Sub-bacia Hidrográfica

A avaliação do Balanço Hídrico das bacias do Litoral Norte foi realizada a partir de 27 combinações de cenários e horizontes de planejamento distintos: três cenários de demandas hídricas, três cenários de disponibilidades hídricas e três anos de análise de curto, médio e longo prazo. As tabelas do **APÊNDICE A – DEMANDAS E DISPONIBILIDADES HÍDRICAS POR SUB-BACIA HIDROGRÁFICA** apresentam todos os resultados obtidos das combinações realizadas. Este trabalho visa analisar a relação entre a retirada e oferta de água nas bacias do Litoral Norte em diversos contextos distintos, com variações de crescimento econômico e medidas de gestão de recursos hídricos juntamente com a influência das mudanças climáticas e do processo de recuperação ou degradação de nascentes.

Os resultados exibidos nos itens anteriores até então levam em consideração a oferta e demanda de água por sub-bacia hidrográfica – conforme metodologia adotada na etapa de Diagnóstico e do Estudo Hidrológica. Estes valores foram somados a jusante para obtenção da relação entre água retirada e ofertada na foz das bacias hidrográficas, ou seja, da diferença entre as disponibilidade e demanda nas bacias como um todo. Estes valores obtidos são apresentados na **Tabela 4.30** abaixo para todas as simulações realizadas.

Neste ínterim, nas combinações a partir dos cenários otimista e tendencial de disponibilidade hídrica, as bacias do rio Camaratuba e Miriri apresentam diferenças pequenas quando considerada a oferta e demanda de água em toda a bacia. Isto ocorre haja em vista os baixos valores de oferta de água nestas bacias, não somente pelas suas áreas pequenas, mas também pela existência de poucas nascentes que influenciam nos resultados obtidos junto a demanda pouco expressiva. Além disso, o aumento da perda de água por evapotranspiração devido ao aumento da temperatura no planeta como um todo agrega um impacto negativo à oferta de água.

Entre as bacias do Camaratuba e Miriri, no entanto, a bacia do rio Miriri apresenta um déficit hídrico maior nos cenários analisados. A disponibilidade da bacia é baixa e a demanda hídrica para irrigação, principalmente para o cultivo de cana-de-açúcar é considerável. Outros usos relevantes na bacia é o abastecimento urbano para os centros urbanos de Capim e Lucena.

A situação da bacia do Mamanguape deve ser analisada sob cautela, uma vez que a diferença entre a oferta e demanda de água varia consideravelmente entre as localidades. Quando analisada toda a bacia do Mamanguape – conforme os resultados da Tabela 4.30 – nota-se que há uma difenreça positiva entre a disponibilidade e retirada de água. No entanto, conforme torna-se mais claro pela visualização do mapa da Tabela 4.13 a porção interiorana da bacia (cok

menores índices pluviométricos) encontra-se em um estado de criticidade com a vazão de retirada superando valores superior a duas vezes a vazão de oferta.

Tabela 4.30 – Vazões de referência (Q_{90} em L/s) resultantes nos exutórios das bacias do Litoral Norte.

ANO	Bacia	CENÁRIOS DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA	CENÁRIOS DE DEMANDA HÍDRICA		
			Otimista	Pessimista	Tendencial
2028	Camaratuba	Otimista	148	41	121
2028	Mamanguape	Otimista	2674	2431	2564
2028	Miriri	Otimista	12	-85	-10
2033	Camaratuba	Otimista	124	13	97
2033	Mamanguape	Otimista	2563	2430	2475
2033	Miriri	Otimista	-4	-107	-27
2043	Camaratuba	Otimista	81	-35	53
2043	Mamanguape	Otimista	2287	2354	2226
2043	Miriri	Otimista	-30	-143	-55
2028	Camaratuba	Pessimista	323	323	323
2028	Mamanguape	Pessimista	3495	3495	3495
2028	Miriri	Pessimista	171	171	171
2033	Camaratuba	Pessimista	303	303	303
2033	Mamanguape	Pessimista	3296	3296	3296
2033	Miriri	Pessimista	173	173	173
2043	Camaratuba	Pessimista	299	299	299
2043	Mamanguape	Pessimista	3290	3290	3290
2043	Miriri	Pessimista	174	174	174
2028	Camaratuba	Tendencial	415	415	415
2028	Mamanguape	Tendencial	4057	4057	4057
2028	Miriri	Tendencial	227	227	227
2033	Camaratuba	Tendencial	442	442	442
2033	Mamanguape	Tendencial	4335	4335	4335
2033	Miriri	Tendencial	229	229	229
2043	Camaratuba	Tendencial	452	452	452
2043	Mamanguape	Tendencial	4537	4537	4537
2043	Miriri	Tendencial	231	231	231

Fonte: Elaboração própria.

É importante destacar ainda que a presente análise se concentra somente nas águas superficiais. De forma que, a avaliação e discussão dos resultados obtidos deve ser permeada pelas estimativas de disponibilidade de água subterrânea, já discutida anteriormente. As demandas então estimadas podem ser parcialmente ou integralmente menores se supridas por fontes de água subterrânea – o que impactaria diretamente nos déficits hídricos obtidos. Vale destacar que a bacia do Rio Camaratuba possui um potencial Subterrâneo de 51,56 hm³/ano, dos quais 13,20 hm³/ano (25,60%) estão ativados enquanto no Miriri estes valores são de 61,93 hm³/ano com 4,32 hm³/ano (apenas 7%) ativado.

Como é visível pela **Figura 4.13** que expressa a relação em porcentagem que as demandas exercem sobre as disponibilidades hídricas, no curto prazo (2028), 7 das 10 sub-bacias do Miriri apresentariam balanço hídrico quantitativo crítico, com valores de demandas superiores à oferta de água. Entre estas a situação mais comprometedora encontra-se na Foz do Miriri (SBMi10)

cujos baixos valores de oferta de água – que tendem a reduzir com o aumento da evapotranspiração devido às mudanças climáticas – são mais de duas vezes inferiores às demandas. Nesta sub-bacia há uma grande demanda de água principalmente para a irrigação de cana-de-açúcar e demais cultivos. Ademais, o número de nascentes registradas para esta sub-bacia é baixo, de forma que a eventual recuperação ou degradação destes pontos demonstra não exercer grandes impactos na oferta de água.

Para a bacia do Camaratuba, também chama a atenção o grau de comprometimento do balanço hídrico quantitativo. Metade das sub-bacias da região apresentam criticidade hídrica acima de 100%, em SBCa2 - Médio Alto Camaratuba, SBCa4 - Médio Baixo Camaratuba e SBCa6 - Baixo Camaratuba. Devido à redução da disponibilidade prevista pelo aumento da perda de água por evapotranspiração e ao aumento da demanda de água para o abastecimento urbano das cidades em crescimento populacional, a SBCa3 - Médio Camaratuba tende a passar de comprometimento do balanço hídrico quantitativo de alto para muito alto a longo prazo. A localidade concentra as sedes municipais de Sertãozinho, Serra da Raiz, Duas Estradas e Lagoa de Dentro.

A bacia do rio Mamanguape, por sua vez, apresenta uma demanda hídrica alta sendo uma das maiores por bacia no estado da Paraíba. Estes valores são fortemente influenciados pelo uso da água para a irrigação, a maior demanda da bacia. Ainda assim, a região conta com diversas nascentes principalmente nas localidades mais elevadas entre Pilões, Areia e Borborema e reservatórios que elevam sua disponibilidade hídrica. De tal forma, na comparação entre as sub-bacias, apesar destas apresentarem um grau de comprometimento hídrico de muito alto a crítico, quando avaliada toda a bacia a diferença entre oferta e demanda mantém-se positiva na maioria dos cenários. Vale destacar ainda, que diferentemente dos resultados de disponibilidade hídrica obtidos para o Miriri e a Camaratuba, as vazões encontradas no Mamanguape já considera a existência dos reservatórios – uma vez que somente a bacia do Mamanguape contava com postos fluviométricos para calibração do modelo hidrológico.

Na avaliação por sub-bacia, a única que apresentou relação demanda e oferta inferior a 30% foi a SBMa10 – Baixo Mamanguape, a curto e longo prazo no cenário tendencial (**Figura 4.13)**. Esta sub-bacia apresentou os maiores valores de disponibilidade hídrica nos cenários analisados, de forma a superar os valores de retirada de água com certa margem. Valor equivalente de oferta de água foi obtido para a SBMa9 - Médio Baixo Mamanguape. Contudo, a sub-bacia concentra os valores mais altos de demandas hídricas devido à presença de grandes

centros urbanos na região e de áreas cultiváveis. Com o aumento da demanda de água para a irrigação projetada para o cenário tendencial junto ao crescimento das cidades, a sub-bacia tende a longo prazo (2043) alterar seu estado de criticidade hídrica de muito alto para crítico.

Na bacia do Mamanguape a localidade que apresenta os maiores déficits hídricos apesar da consideração dos reservatórios existentes na região é a SBMa3 - Rio Araçagi. Os valores estimados de demanda hídrica tendem a superar cerca de cinco vezes a oferta de água presente nos cenários analisados. A disponibilidade de água na sub-bacia é baixa, devido aos níveis menores de precipitação na sub-bacia e a capacidade específica limitada dos poços. Não obstante, frente à oferta restrita de água, a sub-bacia concentra o segundo maior consumo de água da bacia devido principalmente aos grandes centros urbanos ali presentes, de algumas indústrias e da atividade pecuária.

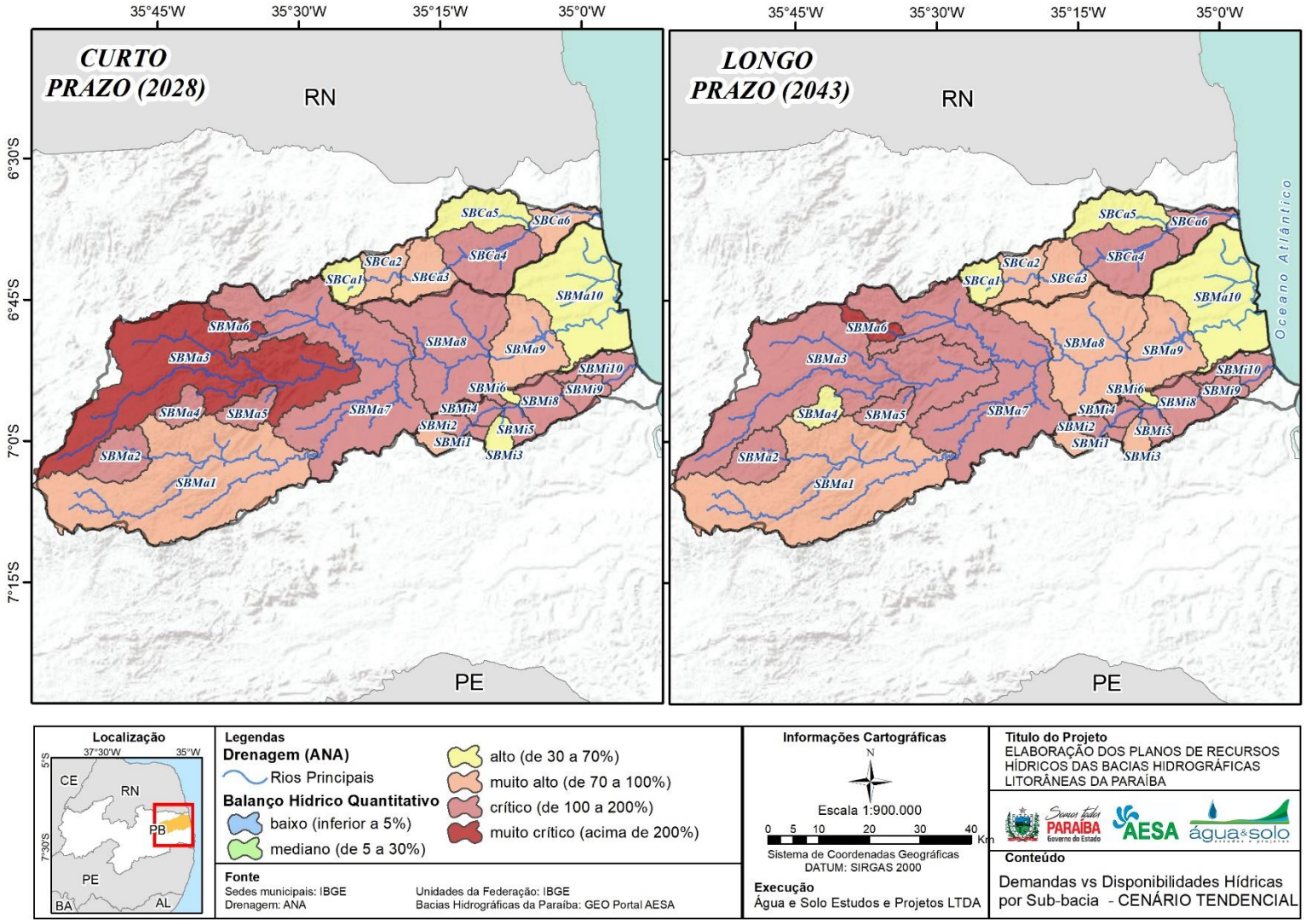


Figura 4.13 – Demandas vs Disponibilidades Hídrcas por Sub-bacia Hidrográfica nas BHLN – Cenário Tendencial.
Fonte: Elaboração própria.

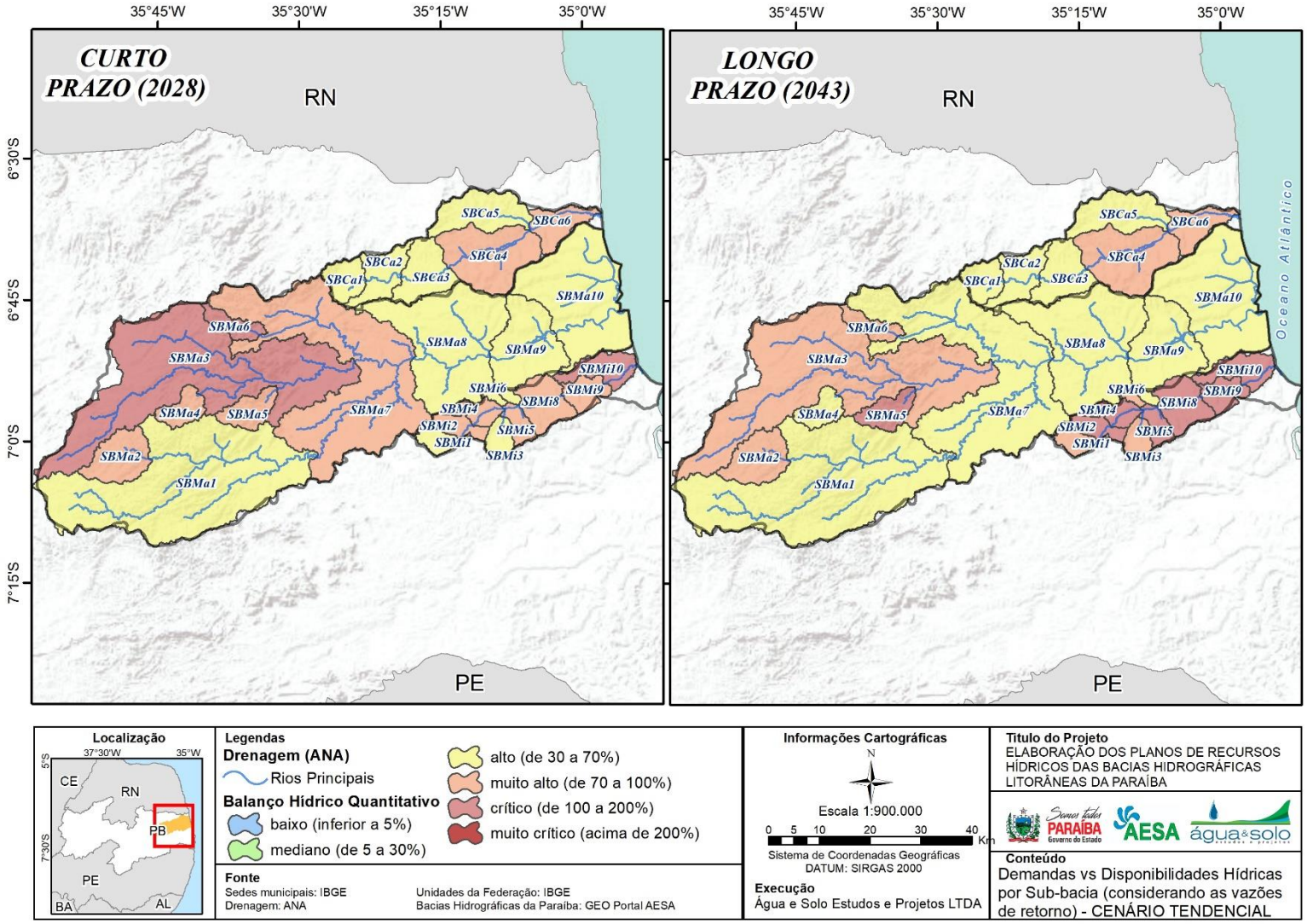


Figura 4.14 - Demandas vs Disponibilidades Hídricas por Sub-bacia Hidrográfica nas BHLN considerando as vazões de retorno – Cenário Tendencial.
Fonte: Elaboração Própria.

Em comparação ao mapa da **Figura 4.13**, a **Figura 4.14** apresenta o balanço hídrico quantitativo por sub-bacia do Litoral Norte considerando as vazões de retorno previamente discutidos e apresentadas na **Tabela 4.29**. Nota-se que com o incremento da oferta hídrica devido ao lançamento de efluentes o grau de comprometimento das sub-bacias é menor.

A carência de informações específicas sobre a gestão dos reservatórios de maior porte gera uma incerteza sobre as vazões a serem consideradas nas unidades de planejamento e gestão dos recursos hídricos de jusante. De modo ideal, deveria ser realizado um balanço hídrico específico para os reservatórios de longo período, englobando quinze anos ou mais. Para esse balanço, seria necessário ter as vazões de entrada, a área alagada, o volume reservado e o volume retirado para períodos curtos de tempo, preferencialmente diário. As características do vertedouro também são importantes para poder realizar a estimativa do volume retido. Na fase do diagnóstico foi realizada uma viagem específica para verificar as condições dessas obras, que coincidiu com o período de sangramento de boa parte dessas estruturas, o que impossibilitou uma medida mais precisa.

As informações disponíveis para realizar o balanço nos exutórios das sub-bacias com reservatório podem gerar uma avaliação indicativa, que deve ser melhorada com a implantação de um monitoramento específico nessas obras para produzir as informações e dados citados anteriormente. Uma avaliação mais direcionada à segurança hídrica é fortemente recomendável. Para isso, devem ser instaladas estações fluviométricas a montante e a jusante, uma estação de registro dos níveis diários e uma estação meteorológica compacta, que permita estimar a evaporação direta do lago. Deve ser fornecida a batimetria atualizada do reservatório, que permitirá definir a nova curva cota-área-volume. Além disso deve-se registrar todas as derivações de água, incluindo as realizadas nas margens do lago, se houver. Também interessa o monitoramento qualitativo, dada a possibilidade de eutrofização e salinização de reservatórios na região nordeste.

No que se refere às águas subterrâneas, a situação do seu uso é semelhante à das águas superficiais em relação à fragilidade do banco de outorgas, mas tem uma diferença importante: não há um sistema de monitoramento qualiquantitativo. Assim, o desconhecimento sobre a situação dos aquiferos é mais importante do ponto de vista estratégico, uma vez que o uso dessas reservas tem ocorrido e sem informações sobre a sustentabilidade destes. A importância das águas subterrâneas na porção maís próxima ao litoral pode ser avaliada pela produtividade dos aquiferos granulares, mas também pelo balanço hidrico realizado. Pelo balanço, observa-se uma

situação de criticidade em algumas sub-bacias, mas que não se confirmam na forma de conflitos; ou seja, o uso das águas subterrâneas está respondendo por uma parcela não desprezível do consumo e não há dados suficientes para caracterizar adequadamente essa situação.

Essa lacuna de informações não tem como ser preenchida, uma vez que o número de variáveis envolvidas é muito maior do que o número de equações, que é basicamente o balanço entre oferta e demanda superficial. Não se conhece com exatidão o comportamento dos usuários, por exemplo. A estiagem e a pandemia, só para citar dois eventos externos, levou a alteração do perfil da produção e por consequência do perfil da demanda de água, que se afasta das informações registradas na outorga. O custo da energia, alterado pelas bandeiras tarifárias, também impacta na decisão de usar ou não a água subterrânea. A qualidade da água superficial da mesma forma. Então, essa é uma indefinição que não pode ser resolvida na escala de trabalho do Plano.

Essa condição de desconhecimento não é uma particularidade dos presentes planos. No nível nacional a Associação Brasileira de Águas Subterrâneas tem o combate ao uso clandestino como pauta constante, por dois motivos básicos: interferência entre poços outorgados e não outorgados, que pode levar a uma sobre-explotação com esgotamento precoce do aquifero, e a possibilidade de contaminação das águas subterrâneas por poços mal executados ou mal mantidos. Essa situação ainda levará muito tempo para ser regularizada, e o Plano de Recursos Hídricos é uma oportunidade de acelerar esse processo. Primeiro, favorecendo a regularização de poços não outorgados, seja por disponibilizar um sistema mais ágil e amigável, seja por realizar campanhas de esclarecimento sobre o assunto. Segundo, implantação de uma rede de monitoramento dos aquíferos. Terceiro, pelo aumento de fiscalização, que pode ser realizado em conjunto com a CAGEPA, identificando consumidores com comportamento anômalo da conta de água. E em quarto lugar, realizar o estudo do volume outorgável por aquifero, assegurando uma reserva estratégica de água.

Além disso, na avaliação do uso industrial da água, foi relatado que na ocorrência da última seca as empresas perfuraram novos poços, mas que estes também secaram; ou seja, possivelmente o uso já está ocorrendo acima da recarga intranual e utilizando reservas interanuais. Essa situação possibilita, por outro lado, avaliar a viabilidade de reúso de água para recarga forçada desses aquiferos, se houver a adequação da qualidade entre o efluente tratado e a do aquifero.

5 ALTERNATIVAS DE COMPATIBILIZAÇÃO DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS

5.1 Identificação de Alternativas de Incremento das Disponibilidades Quantitativas

Como alternativas internas existem a recuperação das nascentes, a recuperação de áreas de recarga, a construção de reservatórios e o incentivo ao reuso de água. A recuperação de nascentes foi inserida no cenário otimista como a mais plausível a ser adotada a curto prazo e de possível aceitação social de forma geral. A recuperação em termos gerais compreende o seu cercamento para evitar o acesso direto de animais, com o consequente pisoteio e compactação do solo, respeitando o raio de 50 metros definido em legislação. Após o cercamento deve-se promover a recuperação da vegetação arbustivo-arbórea, que pode utilizar diversos métodos, com maior ou menor interferência humana e menor ou maior investimento. A produção de cada nascente será variável, sendo adotado um acréscimo de um litro por segundo em média.

A recuperação de áreas de recarga dos aquíferos visa proteger os aquíferos e a vazão de base dos recursos hídricos superficiais a partir da descarga na recessão dos hidrogramas. Essa recuperação compreende a identificação em escala adequada das áreas de recarga e a análise do uso do solo sobre elas, identificando situações de superutilização do solo (acima da sua aptidão agrícola ou de sua capacidade de uso) ou de áreas que estejam com vegetação natural e possam ser assim preservadas por meio de incentivos financeiros, como pagamento por serviços ambientais.

A construção de reservatórios de regularização é uma alternativa clássica de aumento da disponibilidade, com a acumulação de água excedente da época das chuvas para utilização nos meses mais secos. É uma opção usualmente segura e eficiente, mas que na região Nordeste merece uma avaliação detalhada pela elevada perda por evaporação. Os custos de implantação e de operação e manutenção são expressivos, assim como o impacto ambiental, o que gera um processo de planejamento longo. Sobre o reuso ainda existem muitas restrições. Mas é importante considerar que os efluentes utilizados no reuso podem ser conduzidos de diferentes formas, entre elas:

> **Reuso indireto não planejado da água:** a água utilizada (água cinza) é descarregada no meio ambiente e reutilizada, a jusante, após ter sido diluída e transportada pela rede drenagem, mas de forma não intencional e não controlada. Ao percorrer a distância até o novo ponto de captação sofreu diluição e depuração. Essa é uma forma de reuso muito comum no Brasil, na qual os municípios a jusante podem estar utilizando água de reuso dos municípios de montante;

- **Reuso indireto planejado da água:** neste caso, os efluentes, depois de tratados, são descarregados de forma planejada nos corpos de águas superficiais ou subterrâneas, para serem utilizados a jusante, de maneira controlada, no atendimento de algum outro uso no qual a qualidade dessa água é permitida.
- **Reuso direto planejado da água:** os efluentes, após tratamento, são jogados diretamente no local de reuso, não sendo descarregados no meio ambiente. É o caso mais conhecido, normalmente para uso industrial ou irrigação, usualmente de paisagismo;
- **Reciclagem da água:** é o caso mais comum de reuso interno da água, principalmente nos processos industriais. Antes mesmo de sua descarga em um sistema geral de tratamento ou outro local de disposição, a água volta a participar do processo produtivo. Este é um caso particular de reuso direto planejado.

Além das diferentes formas de reuso, pode-se dividir o reuso em dois grandes grupos, não-potável e potável, e estes subdivididos em modalidades, como mostra a **Tabela 5.1**.

Tabela 5.1 - Principais Modalidades de Reuso e Aplicações Típicas.

Modalidades de Reuso Típicas		Aplicações Típicas
Não Potável	Reuso agrícola	Irrigação para produção agrícola (culturas forrageiras, hortaliças, vinhas etc.).
	Reuso urbano	Irrigação paisagística (parques, cemitérios, escolas, centros comerciais, residências, rodoviárias etc.); Sistemas de ar-condicionado; Bacias sanitárias em grandes edifícios; Desobstrução de rede de esgoto; Sistema de combate a incêndio; Construção civil; Lavagem de veículos.
	Reuso industrial	Torres de resfriamento; Caldeiras; Processo; Construção civil.
	Melhorias ambientais e recreacionais	Aquicultura; Lagoas; Manutenção de vazão de cursos de águas; Melhoria de banhado.
	Recarga de aquífero	Controle de intrusão de cunhas salinas; Controle de subsidência; Recarga de aquífero (não potável).
Potável	Reuso potável indireto	Uso para suplementar fontes de água potável (corpos hídricos superficiais ou subterrâneos).
	Reuso potável direto	Abastecimento direto da rede de água bruta ou água tratada.

Fonte: Adaptado de Metcal&Eddy/AECOM (2007) apud MINISTÉRIO DAS CIDADES & IICA (2017).

A divisão nessas modalidades permite relacionar o reuso com as restrições de proteção da saúde pública e proteção do meio ambiente, como apresentado na **Tabela 5.2**.

Tabela 5.2 - Relação das modalidades de reuso com os níveis de restrição.

Modalidades de Reuso Típicas		Subcategoria	Nível de restrição para proteção da saúde pública e do meio ambiente
Não Potável	Reuso agrícola	Para produtos não-comestíveis	Menos Restritivo ↓ Mais Restritivo
	Reuso urbano	Com restrições	
	Reuso industrial	-	
	Melhorias ambientais e recreacionais	Em áreas restritas	
	Recarga de aquífero	Em áreas públicas	
	Reuso potável indireto	Sem restrições	
	Reuso potável direto	Para produtos comestíveis	
Potável	Reuso agrícola	-	
	Reuso urbano	-	

Fonte: Adaptado de Metcal&Eddy/AECOM (2007) apud MINISTÉRIO DAS CIDADES & IICA (2017).

Em situações de restrição de oferta, o reuso planejado não deve ser descartado sem uma análise cuidadosa, pois existem benefícios importantes a serem considerados, como apresentado na **Tabela 5.3**. Por outro lado, não se deve descuidar dos gargalos já identificados sobre o reuso, resumidos na **Tabela 5.4**.

Tabela 5.3 - Benefícios mais Relevantes Relacionados ao Reuso.

Benefícios mais relevantes	Descrição
Melhoria na disponibilidade hídrica (e benefícios associados como, por exemplo, viabilidade econômica)	Conservação dos recursos hídricos para o abastecimento público e outros usos mais restritivos quanto à qualidade (no caso de uso não potável) e recurso hídrico complementar, local e geralmente disponível mesmo durante secas. No caso de uso para controle de intrusão de água salina, permite proteger os recursos hídricos existentes. Nota-se que um dos potenciais benefícios associados à melhoria na disponibilidade hídrica é de viabilizar o saneamento em prazos mais curtos (melhorando a relação custo/benefício do tratamento de esgoto particularmente no caso de reuso potável).
Melhoria na autonomia de uma região (e benefícios associados)	Água de reuso é um recurso hídrico local. Permite reduzir a dependência sobre transposição/importação de água de outras regiões/municipalidades.
Melhoria na qualidade das águas superficiais (e benefícios associados)	O reuso de água pode reduzir a carga de nutriente para as águas superficiais através de aplicações como irrigação. Benefícios associados no caso de reuso agrícola incluem impacto positivo no solo e nas plantas em virtude dos nutrientes e consequente diminuição das quantidades de fertilizante necessárias.
Impacto positivo na pegada de carbono (e benefícios associados)	Dependendo do portfólio de recursos hídricos, pode ter um impacto positivo na pegada de carbono global (comparado à dessalinização ou transposição de regiões distantes por exemplo)

Fonte: Adaptado de NRC (2012), USEPA (2012) e outras fontes apud MINISTÉRIO DAS CIDADES & IICA (2017).

Tabela 5.4 - Potenciais Gargalos que devem ser Considerados e/ou Mitigados Quanto ao Reuso.

Potenciais gargalos que devem ser considerados e/ou mitigados	Descrição
Impacto negativo na saúde se regulamentações não estiverem estabelecidas e/ou atendidas	Falta de regulamentações e/ou falta de atendimento às regulamentações pode expor o público a patógenos ou nível baixo de químicos (além dos níveis de riscos existentes)

Impacto negativo na percepção da qualidade do abastecimento público de água (e riscos associados)	O público poderia perceber o reuso urbano e/ou potável como uma diminuição da qualidade do abastecimento de água, o que poderia incentivá-lo a usar mais água engarrafada e/ou questionar a segurança dos serviços prestados.
Impacto negativo nas vazões a jusante (e riscos associados)	Caso o reuso envolva o uso consuntivo, a prática de reuso pode diminuir as vazões a jusante com potencias impactos negativos (tanto no meio ambiente quanto no abastecimento de outras comunidades).
Impacto negativo no uso do solo (e riscos associados)	Como a prática de reuso de água aumenta a disponibilidade hídrica de uma determinada região isso pode favorecer o desenvolvimento/alteração do uso de solo de maneiras indesejadas.
Impacto negativo da qualidade da água (e riscos associados)	Potencial impacto negativo dos sais (e outros parâmetros) nas operações industriais ou no solo e nas plantas no caso de reuso agrícola. Potencial impacto negativo na qualidade das águas subterrâneas e/ou superficiais dependendo do contexto e do modo de uso.
Impacto negativo na pegada de carbono (e riscos associados)	Dependendo do portfólio de recursos hídricos, pode ter um impacto negativo na pegada de carbono global (como por exemplo comparado à prática de conservação)

Fonte: Adaptado de NRC (2012), USEPA (2012) e outras fontes apud MINISTÉRIO DAS CIDADES & IICA (2017).

5.1.1 Reuso para Fins não Potáveis

O reuso para fins não potáveis apresenta um potencial muito amplo e diversificado. Por não exigir níveis elevados níveis de tratamento, vem se tornando um processo viável economicamente e, consequentemente, com rápido desenvolvimento. Em função da diversidade de uso, pode ser dividido em:

5.1.1.1 Para Fins Agrícolas

O uso da água para irrigação apresenta discrepâncias entre os valores indicados pela ANA e os utilizados pelo PERH. De qualquer forma, é um uso importante nas BHLN. Buscar fontes alternativas na situação de escassez pode mostrar-se uma solução viável; dependendo das distâncias e das alturas de elevação. Esta modalidade de reuso gera, como adicional, uma parcela de infiltração, o que pode gerar recarga do lençol subterrâneo. O reuso agrícola pode ser dividido em duas principais classes, sendo elas:

- Agrícola Irrestrito: Irrigação de cultura de alimentos destinados ao consumo humano sem processamento prévio (plantas que se desenvolvem rentes ao nível do solo), definida como Classe 1 na CONAMA 357/05. Há risco para os trabalhadores e consumidores;
- Agrícola Restrito: Dessedentação de animais ou irrigação de cultura de alimentos destinados ao consumo humano sem processamento prévio (plantas que se desenvolvem distantes do nível do solo) ou de culturas de alimentos que necessitam de processamento

antes de serem consumidos e culturas não destinadas ao consumo humano; cultivo de florestas plantadas, definidas como classe 2 ou 3 na CONAMA N. 357/05.

- *Aplicações típicas:* Dessedentação de bovinos, equinos, muares e ovinos, irrigação de milho, batatas, arroz, culturas forrageiras, cana de açúcar, árvores frutíferas.
- *Maior grupo de risco e exposição: Trabalhadores.*

5.1.1.2 Para Fins Industriais

Abrangem os usos industriais em vários processos e atividades. O reuso industrial pode ser realizado através do aproveitamento dos efluentes produzidos na própria indústria, com ou sem tratamento prévio, ou pela utilização dos esgotos tratados provenientes das estações de tratamento das companhias de saneamento.

- *Aplicações típicas:* Caldeiras, limpeza, torres de resfriamento, processo de fabricação, construção civil etc.
- *Maior grupo de risco e exposição:* Trabalhadores e comunidades vicinais.

5.1.1.3 Para Fins Urbanos/Recreacionais:

Utilização de efluentes domésticos tratados para suprir necessidades diversas que admitem qualidade inferior a usos urbanos potáveis, podem ser divididos em:

- Urbano Irrestrito: Irrigação paisagística e outros usos urbanos – em áreas públicas.
  - *Aplicações típicas:* Irrigação paisagística de parques, escolas, residências, campos de futebol, campos de golfe; usos internos como bacias sanitárias em grandes edifícios, lavagem de logradouros e outros espaços públicos.
  - *Maior grupo de risco e exposição:* Trabalhadores e potencial público exposto;
- Urbano Restrito: Irrigação paisagística e outros usos urbanos – em áreas restritas (sem contato público frequente e/ou com restrição de acesso).
  - *Aplicações típicas:* Irrigação paisagística em rodoviárias, cemitérios, centro comerciais; usos internos; desobstrução de rede de esgoto, construção civil, lavagem de veículos; sistemas de combate a incêndio.
  - *Maior grupo de risco e exposição:* Trabalhadores.

5.1.1.4 Para Fins de Manutenção de Vazões

A manutenção de vazões de cursos de água promove a utilização planejada de efluentes tratados, visando uma adequada diluição de eventuais cargas poluidoras a eles carreadas,

incluindo-se fontes difusas, além de propiciar uma vazão mínima na estiagem. Nessa modalidade, pode-se enquadrar o reuso para manutenção de habitat naturais.

- *Aplicações típicas:* Lagoas ornamentais e *wetlands*1 para manutenção do bioma silvestre.
- *Maior grupo de risco e exposição:* Trabalhadores e comunidades vicinais.

5.1.1.5 Para Fins de Aquicultura

Consiste na produção de peixes e plantas aquáticas visando a obtenção de alimentos e/ou energia, utilizando-se os nutrientes presentes nos efluentes tratados.

- *Aplicações típicas:* Piscicultura e vegetais aquáticos como algas para produção de biocombustíveis.
- *Maior grupo de risco e exposição:* Trabalhadores e consumidores.

5.1.1.6 Para Fins de Recarga de Aquíferos Subterrâneos

É a recarga dos aquíferos subterrâneos com efluentes tratados, podendo se dar de forma direta através de injeção sob pressão, ou de forma indireta utilizando-se águas superficiais que tenham recebido descargas de efluentes tratados a montante. A recarga visa o aumento da disponibilidade e armazenamento de água bem como para controlar a salinização de aquíferos costeiros e para controlar a subsidência de solos.

- *Aplicações típicas:* Controle de intrusão de cunhas salinas; controle de subsidência; uso do aquífero como reservatório de água não potável.
- *Maior grupo de risco e exposição:* Meio ambiente.

5.1.2 Reuso para Fins Potáveis

O reuso potável é uma técnica em constante desenvolvimento e com crescente importância, principalmente em outros países, como os Estados Unidos e a Namíbia. Vale destacar, no entanto que, no presente, não há legislação nacional que normatize o reúso para fins potáveis (Resolução CNRH N° 54 de 28/11/2005 e ABNT NBR 13969:1997).

Existem custos elevados associados para manter os padrões de segurança à saúde no caso do reuso direto. O esgoto, após tratamento avançado, pode ser introduzido diretamente em uma ETA ou em um reservatório de mistura localizado antes da ETA. O tratamento do esgoto é

[1] Wetlands são banhados construídos, tratamento por zonas de raízes, leitos filtrantes plantados.

seguido de uma esterilização da água, que eleva muito os valores necessários. Dessa forma é uma alternativa pouco atrativa para as BHLN. Mas as formas indiretas podem ser consideradas:

5.1.2.1 Reuso Potável Indireto não Planejado – RPINP

O reuso potável indireto não planejado é bastante praticado no Brasil, é o caso em que ocorre o lançamento de esgoto (tratado ou não) e a coleta a jusante para tratamento e abastecimento público, forma de reuso existente em diversos municípios do Brasil (HESPANHOL, 2015).

- *Maior grupo de risco e exposição: Consumidores de água potável.*

5.1.2.2 Reuso Potável Indireto Planejado – RPIP

Deve ser constituído por um sistema secundário de tratamento de esgotos, como lodos ativados ou biomembranas submersas (iMBRs), seguido de sistemas de tratamento avançado e, se necessário, de um balanceamento químico antes do lançamento em um corpo receptor, superficial ou subterrâneo (atenuadores ambientais). Após esse tratamento, o efluente é lançado nas águas superficiais ou subterrâneas para diluição, purificação natural e subsequente captação, tratamento e finalmente utilização como água potável. Enfrenta restrições ambientais.

- *Maior grupo de risco e exposição: Consumidores de água potável.*

Utilizando os dois grandes grupos (reuso potável direto e reuso potável indireto) a diferença básica principal se dá pela presença de um atenuador ("*buffer*") entre a produção da água de reuso e a retirada para consumo. O atenuador é normalmente um aquífero, ou corpo hídrico como um rio ou uma lagoa, e tem a função de conectar a água a sua fonte natural, além de diminuir concentração de eventuais contaminantes através de diluição e aumentar o tempo entre a produção da água de reuso e seu consumo.

5.1.3 Reuso para Fins de Manutenção de Habitats Naturais

A manutenção de vazões de cursos de água promove a utilização planejada de efluentes tratados, visando uma adequada diluição de eventuais cargas poluidoras a eles carreadas, incluindo-se fontes difusas, além de propiciar uma vazão mínima na estiagem. Nessa modalidade, pode-se enquadrar o reuso para manutenção de habitat naturais com exemplos de aplicações típicas de lagoas ornamentais e *wetlands* (banhados) construídas para manutenção do bioma silvestre.

As *wetlands* construídas são cópias artificiais, feitas pelo homem, dos *wetlands* naturais, que aperfeiçoam a exploração dos ciclos biogeoquímicos que ocorrem normalmente nesses sistemas

para fins de tratamento de águas residuárias. Diferentes tipos podem ser distinguidos, com base em características de fluxo da água e espécies vegetais. Outro benefício inclui a criação de um novo habitat para a fauna e a flora. As *wetlands* construídas são conhecidas por terem uma elevada capacidade-tampão e a qualidade do efluente final é normalmente bastante estável. As *wetlands* construídas normalmente são vantajosas quando comparados aos sistemas convencionais de tratamento. Algumas destas vantagens são as possibilidades de baixo custo de construção, operação e manutenção; pouco ou nenhum uso de energia elétrica; podem ser implementados no próprio local onde a água residuária é gerada; são flexíveis e, resistem a variações de carga sem muito comprometimento de sua eficiência. Outras vantagens e desvantagens podem ser observadas na **Tabela 5.5**.

Tabela 5.5 - Vantagens e desvantagens das wetlands construídas

Vantagens	Desvantagens
Baixo custo de construção	Alta demanda de área
Fácil operação e manutenção	Necessidade de substrato, como brita e areia
Remove satisfatoriamente matéria orgânica e sólidos suspensos, nitrogênio e fósforo	Susceptível a entupimento dos espaços vazios do substrato e salinização do solo
Considerável redução de patógenos	Necessidade de manejo das macrófitas

Fonte: Adaptado de CHERNICHARO et al. (2001).

5.1.4 Reuso na Recarga de Aquífero

O reuso do efluente voltado para a recarga de aquífero está relacionado principalmente as seguintes questões: a redução do volume de água infiltrada pelo solo (elevada impermeabilização do solo ou falta de água da chuva), que reflete na lenta recarga natural dos aquíferos subterrâneos - escassez de água, ou quando a exploração de água subterrânea é excedente a capacidade de recarga natural do aquífero e ocorre o rebaixamento do nível, oportunizando a penetração/entrada da água no mar em regiões costeiras (MOURA, 2004).

Diante das questões apresentadas, a recarga artificial de aquífero surge como uma alternativa rápida e eficiente para manter ou elevar o volume de água em aquíferos subterrâneos. Por outro lado, é necessário atentar para as questões da qualidade mínima da água a ser utilizada, o uso da água do aquífero e às técnicas a serem empregadas, já que essas questões estarão diretamente relacionadas entre si.

Neste caso, é importante destacar os métodos que podem ser utilizados para desenvolver a recarga de aquífero, que são: Bacias de infiltração; Poços de injeção na zona vadosa e Poços de injeção direta. Os três métodos possuem objetivos similares, porém, podem ser abordados de formas diferentes:

- Poços de injeção na zona vadosa: caracteriza-se pela injeção de água através de poços diretamente na zona vadosa do solo. Agrega alguns benefícios do método de bacias de infiltração e dos poços de injeção direta. As principais vantagens desta possibilidade é que pode mostrar-se mais econômica que as bacias de infiltração (quando o custo da terra for elevado) e dos poços de injeção direta, além de reduzir a perda por evaporação, quando comparada às bacias de infiltração. Por outro lado, necessita de tratamento dos efluentes com maior qualidade, pois pode criar áreas contaminadas.

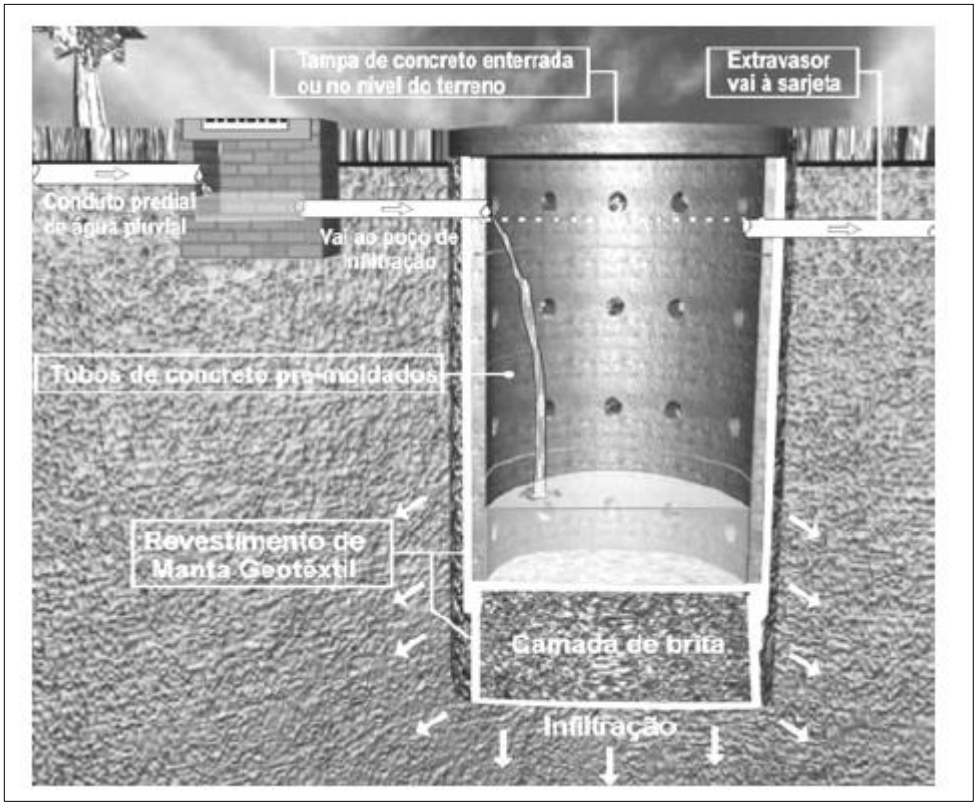


Figura 5.1 - Esquema de poço de infiltração na zona vadosa.
Fonte: REIS et al. (2008).

- Poços de injeção direta: a água de recarga é introduzida diretamente no aquífero através dos poços de injeção. Pode ser utilizada para aquíferos confinados ou livres. As principais vantagens são: rápida elevação do nível de água do aquífero; eficiência no controle de intrusão salina e único método de recarga que pode ser aplicado em aquíferos confinados. Todavia, requer um tratamento de efluente bastante elevado (nível terciário), possui elevados custos na execução de poços, aquisição de equipamentos e operação do sistema, além dessa última ser complexa.

Deve ser dada atenção ao intenso uso da água subterrânea para abastecimento de água. As águas provenientes das Estações de Tratamento de Esgoto podem conter agentes patogênicos, tais como bactérias, enterovírus, cistos de protozoários e helmintos, além de elementos e compostos

químicos reconhecidamente e/ou suspeitos de serem nocivos à saúde humana (LEE e JONES-LEE, 2000).

Deve-se considerar que os projetos de reuso utilizando a técnica de recarga de aquífero, principalmente por poços de injeção, apresentam potencial para causar impactos adversos na qualidade de água do aquífero; desta forma, são necessários estudos e monitoramento antes, durante e após a operação do sistema, para que seja possível definir programas de contingência que podem apresentar elevados custos de implantação em curto prazo (LEE e JONES-LEE, 2000).

5.2 Alternativas de Atuação sobre as Demandas

As alternativas de atuação sobre as demandas podem ser divididas em medidas estruturais e não estruturais. A medida estrutural mais importante é a consolidação do cadastro de uso da água, a cargo da AESA. O cadastro ideal deve ter confiabilidade, atualidade e consistência. Por confiabilidade entende-se que as informações prestadas pelo usuário sejam fidedignas, reflitam a realidade o mais próximo possível. A atualidade significa que alterações no uso da água, seja por decisões temporárias, seja por início ou encerramento das atividades, serão facilmente informadas pelo usuário, não sendo necessário esperar o prazo de renovação para serem informadas corretamente. E por consistência entende-se que os valores informados têm uma relação lógica com coeficientes usualmente utilizados no Brasil para que se possa realizar uma consolidação do balanço oferta – demanda recorrendo a outros índices, como população atendida ou área irrigada, por exemplo, que são mais fáceis de serem aferidos por outras fontes de informação.

No caso da Paraíba, o banco de dados de outorga apresenta fragilidades já identificadas no Diagnóstico e debatidas na oficina de planejamento. Entre essas fragilidades estão a falta de cadastros de usuários, especialmente os menores em termos de volume, e a duplicidade de cadastros. Apenas fortalecendo o sistema de cadastro de uso, incluindo as outorgas concedidas e as solicitações em análise, é que será possível realizar uma avaliação correta das demandas de água por UGPRH, por curso de água ou aquífero, por município e por setor usuário.

A partir do cadastro fortalecido, é possível atuar de forma mais segura na demanda, seja pela educação ambiental visando a conscientização dos usuários quanto a perdas evitáveis, seja pela comunicação social no caso de ameaça ou confirmação de situações de estiagens, seja pela aplicação de instrumentos financeiros, sejam de premiação pelo uso eficiente, seja por penalização por uso ineficiente.

O segundo ponto que merece destaque nas demandas é o da irrigação da cana de açúcar, uma vez que a ANA utiliza um critério de irrigação de salvamento que reduz consideravelmente as vazões utilizadas nos balanços hídricos. É necessário um aprofundamento dessa análise junto ao setor sucroalcooleiro para a melhor definição dos parâmetros utilizados pela Agência, que discordam dos utilizados no Plano Estadual. Para isso, será proposto um simpósio entre os técnicos das empresas e da AESA para permitir a formação de um quadro referencial mais claro e consistente.

Por fim, o terceiro ponto refere-se ao uso da água subterrânea, que necessita ser melhor definido, seja por monitoramento de poços por amostragem, seja por cobrança do envio de informações de volumes extraídos por período de tempo. O efluente gerado pela água subterrânea pode aumentar a vazão dos corpos hídricos superficiais receptores na estiagem, mas essa vazão adicional pode ser reduzida ou eliminada de acordo com o uso da água, além de poder estar fora dos parâmetros de qualidade para os outros usos pretendidos. Considerando o grande número potencial de poços e a ineficiência usual de processos fiscalizatórios massivos, o entendimento desse quadro deve ser apoiado em uma ação cooperativa entre a AESA, a CAGEPA e outros grandes usuários de água subterrânea, a partir do compartilhamento de informações.

Ações indutoras da redução da demanda de forma geral e não estrutural são frequentes em planos de bacia. Entre elas, o reuso da água merece destaque pela potencialidade de redução de vazão especialmente para atividades que não requeiram uma qualidade mais restritiva. O reuso pode gerar redução significativa no setor industrial que responde mais rapidamente a incentivos, sejam financeiros, como redução do valor da cobrança, seja de imagem externa, como na obtenção de um selo de usuário de água consciente, o que pode agregar valor ao seu produto final.

No entanto, o reuso de água também demanda um controle rigoroso da qualidade da água a ser reutilizada, considerando possíveis riscos à saúde humana de trabalhadores e consumidores, além de verificar se não haverá alteração da qualidade do efluente final que possa inviabilizar o seu lançamento nos corpos hídricos mesmo após tratamento ou ultrapassar a capacidade técnica desse tratamento.

Outras ações de redução da demanda podem ser a captação das águas pluviais e seu uso em sanitários, irrigação de jardins e lavagem de veículos, por exemplo. Essas ações também podem responder rapidamente a incentivos financeiros, como redução da cobrança ou linhas de financiamento para implantação das estruturas, mas também podem ser demandadas

diretamente no processo de licenciamento ambiental, se os empreendimentos estiverem em áreas com balanço hídrico crítico ou próximo da criticidade.

5.3 Estimativa das Cargas Poluidoras por Cenário

A estimativa da quantidade de poluentes que atingem os cursos d'água foi realizada por fonte de emissão e segundo os cenários e horizontes propostos, apresentados e discutidos no item **CENÁRIOS ALTERNATIVOS DAS DEMANDAS HÍDRICAS**, especificamente na **Tabela 3.8**. A estimativa das cargas foi realizada para os três horizontes do Plano de curto, médio e longo prazo (respectivamente, 2028, 2033 e 2043) considerando os cenários Tendencial, Otimista e Pessimista definidos. Os tópicos a seguir elucidam como foram estabelecidas as cargas poluidoras por sub-bacia hidrográfica para as bacias do Litoral Norte e os respectivos índices considerados para cálculo.

As fontes de poluição foram catalogadas e divididas em: (i) esgoto doméstico urbano, (ii) efluentes da criação animal, (iii) efluentes da irrigação, (iv) efluentes da drenagem pluvial, (v) resíduos sólidos e (vi) indústria. Estas atividades foram elencadas para análise haja em vista a contribuição das mesmas na atual realidade de aporte de carga orgânica e nutrientes nos cursos d'água das bacias do Litoral Norte conforme discutido na etapa de Diagnóstico. Considerou-se ainda os setores avaliados no Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba, a saber: (i) Efluentes domésticos urbanos e rurais, industriais, (ii) Efluentes da agricultura e irrigação, (iii) Efluentes da drenagem pluvial e (iv) Efluentes resultantes dos depósitos de resíduos sólidos.

As cargas de esgoto doméstico rural além de serem pouco representativas frente às cargas animais, podem ser consideradas até certo ponto autodepuráveis nos sistemas de fossas sépticas e sumidouros adotados no meio rural sob avaliação da qualidade da águas superficiais – o mesmo não pode ser aplicado para as águas subterrâneas. Devido a estes fatores apresentados, no presente item, não foram consideradas as cargas oriundas do esgoto doméstico rural na quantificação da carga poluidora.

As estimativas das cargas poluidoras foram realizadas com base em três indicadores – conforme aqueles elencados para análise no PERH-BP (2021) e nas Resolução CONAMA N° 357/2005 e N° 430/2011 – sendo estes: a Demanda Bioquímica de Oxigênio (*DBO*), o Fósforo Total (*FÓSFORO ou PT*) e o coliformes fecais (designado ao longo do texto apenas como *COLIFORMES*). Para os cálculos, foram utilizados os dados mais recentes de atendimento de serviços de esgotamento sanitário, tamanho de rebanhos, de área irrigada, área urbana e cadastro

de indústrias apresentados na etapa de Diagnóstico deste Plano de Recursos Hídricos e trabalhados ao longo da avaliação da Demanda Hídrica nas BLHN.

5.3.1 Esgoto Doméstico Urbano

A quantificação das cargas orgânicas provenientes do esgotamento domiciliar na região urbana foi realizada com base nos dados de projeção da população urbana e nos índices de coleta e tratamento de esgoto no meio urbano. Tais índices foram obtidos inicialmente das informações do Atlas Esgoto com cobertura temporal no ano de 2013 (ANA, 2017). Os índices de atendimento aplicado a cada sub-bacia referem-se à porcentagem da população urbana com coleta e tratamento (por solução individual ou coletiva) e sem tratamento (com ou sem coleta).

Foi aplicado um coeficiente de redução de 80% de DBO, 30% de fósforo e de 90% de coliformes para a parcela de efluentes domésticos com tratamento - considerando um sistema de tratamento lagoa anaeróbia seguida por uma lagoa facultativa (VON SPERLING, 2014) alinhado com as tipologias de tratamento secundário da Estações de Tratamento de Esgoto da região (ANA, 2019). Para a parcela do esgoto sanitário sem tratamento não foi aplicado o coeficiente de redução.

Para fins de espacialização, assumiu-se que a população urbana bem como a geração dos efluentes domésticos urbanos estão concentrados nas sedes municipais. Deste modo, aplicou-se sobre a população urbana dos municípios as seguintes taxas de carga *per capita* dos indicadores elencados para avaliação: DBO 54 g/hab.dia, fósforo total (PT) com geração *per capita* de 1 g/hab.dia e coliformes fecais com geração *per capita* de $1{,}6.10^9$ org/hab.dia (VON SPERLING, 2014; PARAÍBA, 2021). Os valores de referência vão ao encontro com o que foi considerado na Atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos do estado da Paraíba (2019).

A partir dos índices estabelecidos foi quantificada a carga de esgotos com e sem tratamento que atinge os cursos d'água na bacia, e as respectivas cargas de Demanda Bioquímica de Oxigênio, Fósforo e Coliformes Fecais para os nove cenários propostos (tendencial, otimista e pessimista no curto, médio e longo prazo). Os valores de atendimentos de serviços de esgotamento sanitário estão apresentados na Tabela 5.6, alinhados com o estabelecido para a Atualização do PERH-PB (2019).

Tabela 5.6 – Valores dos índices de atendimento de esgotamento sanitário (% população atendida) para os diferentes cenários adotados e respectivos horizontes.

CENÁRIO	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
TENDENCIAL	44%	50%	62%
OTIMISTA	70%	90%	100%
PESSIMISTA	34%	33%	32%

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do PERH-PB (2019).

No cenário tendencial as tendências observadas no passado foram projetadas para o futuro sem alterações significativas. Neste cenário foi considerado a extrapolação do aumento linear do índice de atendimento por esgotamento sanitário no estado da Paraíba referente aos valores registrados de 21%, 26%, 33% e 35% em 2006, 2011, 2015 e 2018, respectivamente pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS. A equação linear obtida foi aplicada para os prazos de curto, médio e longo prazos.

O cenário otimista parte da premissa que ocorre um somatório de fatores positivos quanto ao desenvolvimento econômico, de forma que, possibilite a universalização dos serviços de água e esgoto no estado, conforme as metas definidas na Lei Nº 14.026/2020. Para isso, foi considerado como meta base o valor definido em Lei de 90% da população com coleta e tratamento de esgotos até o final de 2033 (médio prazo):

> *"Art. 11-B. Os contratos de prestação dos serviços públicos de saneamento básico deverão definir metas de universalização que garantam o atendimento de 99% (noventa e nove por cento) da população com água potável e de 90% (noventa por cento) da população com coleta e tratamento de esgotos até 31 de dezembro de 2033, assim como metas quantitativas de não intermitência do abastecimento, de redução de perdas e de melhoria dos processos de tratamento."*

No horizonte de curto prazo foi aplicado o aumento proporcional da população atendida a partir do valor de índice de atendimento de 38% em 2021 adotado no PERH. Em contrapartida ao cenário otimista, o cenário pessimista assume uma conjugação de fatores negativos quanto às mudanças climáticas, ao desenvolvimento econômico e à eficácia dos instrumentos de gestão. Diante disso, para este cenário os índices de atendimento ao longo dos horizontes de projeto não possuem nenhuma melhora, variando somente conforme o aumento da população que deixa de ser atendida.

As cargas potenciais e remanescentes oriundas do esgoto doméstico urbano em cada sub-bacia, nos três cenários elaborados são apresentadas na **Tabela 5.7** ara os parâmetros DBO,

FÓSFORO e COLIFORMES. As cargas potenciais referem-se ao total gerado destes parâmetros sem o abatimento pelas Estações de Tratamento de Esgoto e Soluções Individuais então consideradas nas cargas remanescentes. A **Tabela 5.8** e os gráficos da **Tabela 5.2, Tabela 5.3** e **Tabela 5.4** sintetizam para cada bacia os resultados apresentados seguindo a mesma ordem de apresentação dos indicadores nas tabelas.

Tabela 5.7 - Cargas potenciais e remanescentes para esgoto doméstico.

PARÂMETRO	SUB-BACIAS	Carga potencial (ton/ano)			Carga remanescente - CENÁRIO OTIMISTA			Carga remanescente - CENÁRIO PESSIMISTA			Carga remanescente - CENÁRIO TENDENCIAL		
		2028	2033	2043	2028	2033	2043	2028	2033	2043	2028	2033	2043
DBO (ton/ano)	SBCa1	68,69	74,29	86,89	30,22	20,80	17,38	50,01	54,68	64,65	44,51	44,57	43,79
	SBCa2	96,18	104,02	121,66	42,32	29,12	24,33	70,02	76,56	90,51	62,32	62,41	61,32
	SBCa3	11,44	12,38	14,48	5,04	3,47	2,90	8,33	9,11	10,77	7,42	7,43	7,30
	SBCa6	158,43	171,34	200,41	69,71	47,98	40,08	115,34	126,11	149,10	102,67	102,81	101,00
	SBMa1	1328,44	1436,69	1680,38	584,52	402,27	336,08	967,11	1057,41	1250,20	860,83	862,02	846,91
	SBMa2	523,38	566,03	662,03	230,29	158,49	132,41	381,02	416,60	492,55	339,15	339,62	333,66
	SBMa3	2410,50	2606,93	3049,09	1060,62	729,94	609,82	1754,85	1918,70	2268,53	1562,00	1564,16	1536,74
	SBMa6	558,05	603,52	705,89	245,54	168,99	141,18	406,26	444,19	525,18	361,62	362,11	355,77
	SBMa7	752,90	814,25	952,36	331,28	227,99	190,47	548,11	599,29	708,55	487,88	488,55	479,99
	SBMa8	312,73	338,21	395,58	137,60	94,70	79,12	227,67	248,93	294,31	202,65	202,93	199,37
	SBMa9	1144,24	1237,48	1447,37	503,47	346,49	289,47	833,01	910,79	1076,85	741,47	742,49	729,48
	SBMa10	143,75	155,46	181,83	63,25	43,53	36,37	104,65	114,42	135,28	93,15	93,28	91,64
	SBMi6	99,35	107,44	125,67	43,71	30,08	25,13	72,33	79,08	93,50	64,38	64,47	63,34
FÓSFORO (ton/ano)	SBCa1	1,37	1,49	1,74	0,60	0,42	0,35	1,00	1,09	1,29	0,89	0,89	0,88
	SBCa2	1,92	2,08	2,43	0,85	0,58	0,49	1,40	1,53	1,81	1,25	1,25	1,23
	SBCa3	0,23	0,25	0,29	0,10	0,07	0,06	0,17	0,18	0,22	0,15	0,15	0,15
	SBCa6	3,17	3,43	4,01	1,39	0,96	0,80	2,31	2,52	2,98	2,05	2,06	2,02
	SBMa1	26,57	28,73	33,61	11,69	8,05	6,72	19,34	21,15	25,00	17,22	17,24	16,94
	SBMa2	10,47	11,32	13,24	4,61	3,17	2,65	7,62	8,33	9,85	6,78	6,79	6,67
	SBMa3	48,21	52,14	60,98	21,21	14,60	12,20	35,10	38,37	45,37	31,24	31,28	30,73
	SBMa6	11,16	12,07	14,12	4,91	3,38	2,82	8,13	8,88	10,50	7,23	7,24	7,12
	SBMa7	15,06	16,29	19,05	6,63	4,56	3,81	10,96	11,99	14,17	9,76	9,77	9,60
	SBMa8	6,25	6,76	7,91	2,75	1,89	1,58	4,55	4,98	5,89	4,05	4,06	3,99
	SBMa9	22,88	24,75	28,95	10,07	6,93	5,79	16,66	18,22	21,54	14,83	14,85	14,59
	SBMa10	2,87	3,11	3,64	1,26	0,87	0,73	2,09	2,29	2,71	1,86	1,87	1,83
	SBMi6	1,99	2,15	2,51	0,87	0,60	0,50	1,45	1,58	1,87	1,29	1,29	1,27
COLIFORMES (10^{12} org/ano)	SBCa1	1373,83	1485,78	1737,79	604,49	416,02	347,56	1000,15	1093,54	1292,92	890,24	891,47	875,85
	SBCa2	1923,56	2080,31	2433,15	846,37	582,49	486,63	1400,35	1531,11	1810,27	1246,47	1248,18	1226,31
	SBCa3	228,89	247,54	289,53	100,71	69,31	57,91	166,63	182,19	215,41	148,32	148,53	145,92
	SBCa6	3168,68	3426,88	4008,12	1394,22	959,53	801,62	2306,80	2522,18	2982,04	2053,30	2056,13	2020,09
	SBMa1	26568,87	28733,88	33607,53	11690,30	8045,49	6721,51	19342,14	21148,13	25004,00	17216,63	17240,33	16938,19
	SBMa2	10467,56	11320,53	13240,65	4605,73	3169,75	2648,13	7620,39	8331,91	9851,04	6782,98	6792,32	6673,29
	SBMa3	48210,03	52138,50	60981,89	21212,41	14598,78	12196,38	35096,90	38373,94	45370,53	31240,10	31283,10	30734,87

PARÂMETRO	SUB-BACIAS	Carga potencial (ton/ano)			Carga remanescente - CENÁRIO OTIMISTA			Carga remanescente - CENÁRIO PESSIMISTA			Carga remanescente - CENÁRIO TENDENCIAL		
		2028	2033	2043	2028	2033	2043	2028	2033	2043	2028	2033	2043
	SBMa6	11161,01	12070,49	14117,80	4910,85	3379,74	2823,56	8125,22	8883,88	10503,65	7232,34	7242,29	7115,37
	SBMa7	15057,98	16285,01	19047,16	6625,51	4559,80	3809,43	10962,21	11985,76	14171,09	9757,57	9771,00	9599,77
	SBMa8	6254,60	6764,27	7911,58	2752,02	1893,99	1582,32	4553,35	4978,50	5886,21	4052,98	4058,56	3987,44
	SBMa9	22884,82	24749,63	28947,50	10069,32	6929,90	5789,50	16660,15	18215,73	21536,94	14829,37	14849,78	14589,54
	SBMa10	2874,94	3109,21	3636,57	1264,97	870,58	727,31	2092,96	2288,38	2705,61	1862,96	1865,52	1832,83
	SBMi6	1986,95	2148,87	2513,34	874,26	601,68	502,67	1446,50	1581,56	1869,93	1287,55	1289,32	1266,72

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 5.8 - Somatório das cargas poluidoras por bacia hidrográfica e cenários para esgoto doméstico urbano.

PARÂMETRO	Bacia	OTIMISTA			PESSIMISTA			TENDENCIAL		
		228	233	243	228	233	243	228	233	243
DBO (ton/ano)	Camaratuba	147,29	101,37	84,69	243,70	266,45	315,03	216,92	217,22	213,41
	Mamanguape	3156,56	2172,40	1814,91	5222,67	5710,31	6751,45	4648,75	4655,15	4573,57
	Miriri	43,71	30,08	25,13	72,33	79,08	93,50	64,38	64,47	63,34
	TOTAL LN	**3347,56**	**2303,85**	**1924,73**	**5538,69**	**6055,84**	**7159,98**	**4930,04**	**4936,83**	**4850,31**
FÓSFORO (ton/ano)	Camaratuba	2,95	2,03	1,69	4,87	5,33	6,30	4,34	4,34	4,27
	Mamanguape	63,13	43,45	36,30	104,45	114,21	135,03	92,97	93,10	91,47
	Miriri	0,87	0,60	0,50	1,45	1,58	1,87	1,29	1,29	1,27
	TOTAL LN	**66,95**	**46,08**	**38,49**	**110,77**	**121,12**	**143,20**	**98,60**	**98,74**	**97,01**
COLIFORMES (10^{12} org/ano)	Camaratuba	2945,78	2027,34	1693,72	4873,93	5329,02	6300,64	4338,34	4344,31	4268,18
	Mamanguape	63131,12	43448,02	36298,14	104453,31	114206,23	135029,06	92974,92	93102,91	91471,30
	Miriri	874,26	601,68	502,67	1446,50	1581,56	1869,93	1287,55	1289,32	1266,72
	TOTAL LN	**66951,17**	**46077,05**	**38494,52**	**110773,75**	**121116,81**	**143199,63**	**98600,81**	**98736,53**	**97006,20**

Fonte: Elaboração própria.

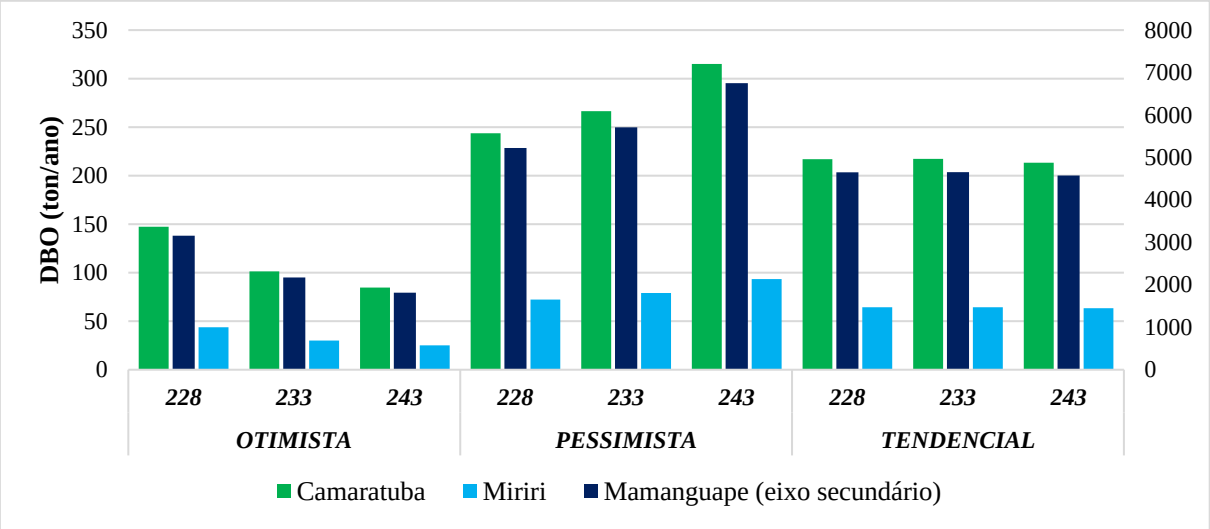


Figura 5.2 - Carga poluidora de DBO por bacia hidrográfica e cenários para esgoto doméstico urbano.
Fonte: Elaboração própria.

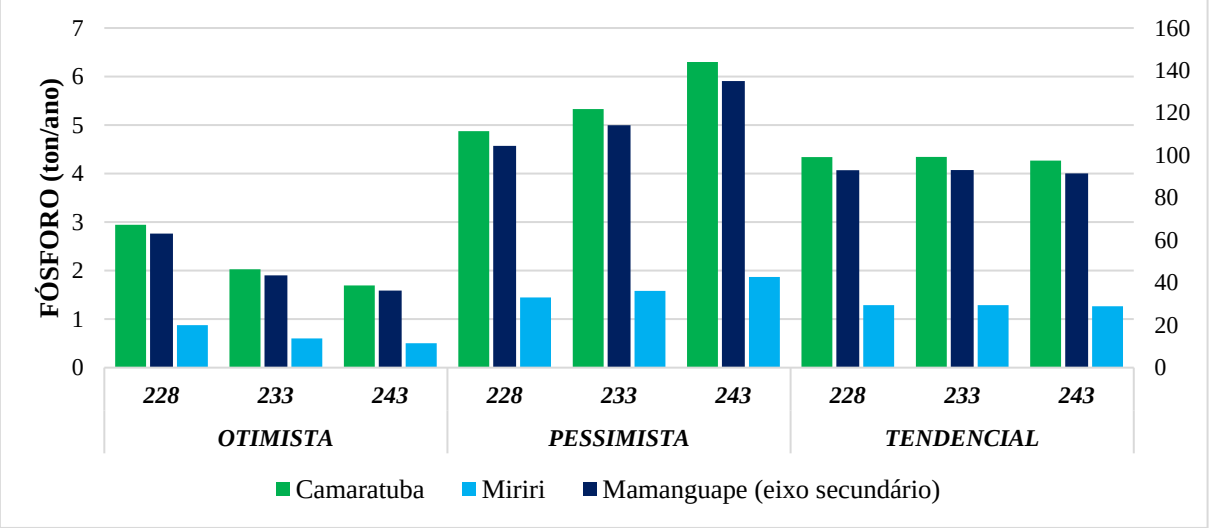


Figura 5.3 - Carga poluidora de DBO por bacia hidrográfica e cenários para esgoto doméstico urbano.
Fonte: Elaboração própria.

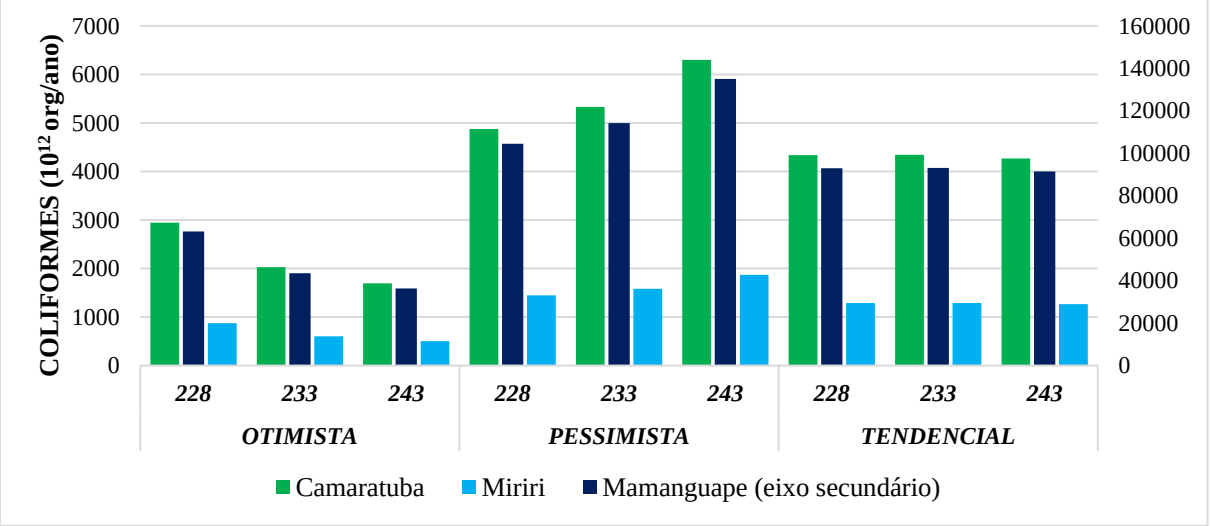


Figura 5.4 - Carga poluidora de COLIFORMES por bacia hidrográfica e cenários para esgoto doméstico urbano.
Fonte: Elaboração própria.

Com base nos dados apresentados, nota-se o impacto da diferença que os índices de atendimento dos serviços de esgotamento sanitário assim como as eficiências de tratamento causam no quantitativo de cargas remanescentes. A carga potencial de DBO nos três cenários é igual conforme a metodologia adotada, variando na média entre todas as sub-bacias da **Tabela 5.7** de 585 ton/ano em 2028 a 740 ton/ano em 2043. As sub-bacias que mais contribuem em termos de carga total em cada bacia, são a sub-bacia SBCa6 em Camaratuba, a sub-bacia SBMa3 em Mamanguape e a sub-bacia SBMi6 no Miriri. Isso ocorre haja vista a taxa de crescimento demográfico adotada.

Na tabela são representadas somente as sub-bacias com sedes municipais inclusas, haja em vista o critério metodológico escolhido. De tal forma, na bacia do Camaratuba as sub-bacias que tiveram carga quantificada foram a SBCa1, SBCa2, SBCa3 e SBCa6 com presença dos centros urbanos de Duas Estradas, Lagoa de Dentro, Curral de Cima e Mataraca, respectivamente. Destas, a sub-bacia que abrange Mataraca apresenta a maior quantidade de carga remanescente, em função do seu maior número de habitantes. Já na bacia do Miriri, apenas a bacia SBMi6 teve cargas quantificadas, com a presença do centro urbano do município de Capim.

Como é possível observar nos gráficos, a bacia do rio Mamanguape possui valores bastante superiores de carga remanescente de DBO, fósforo e coliformes. No cenário tendencial, apesar de ser considerado um aumento dos índices de atendimento de serviços de esgotamento sanitário, os valores considerados não são capazes de abater o aumento de carga proveniente do crescimento da população; quadro este que se altera com 62% da população integralmente atendida em 2043. Por este motivo, há um leve aumento da carga remanescente na comparação de 2028 a 2033, mas uma diminuição do aporte de matéria orgânica no período 2033 a 2043. No entanto, neste cenário a redução é sútil, sendo mais acentuada no cenário otimista que leva em consideração o atendimento de 100% da população até 2043. O cenário pessimista, em contrapartida, considera o aumento da população sem as melhorias dos serviços de saneamento, o que acarreta a uma maior quantidade de matéria orgânica e nutrientes que chegam aos cursos d'água sem abatimento.

5.3.2 Efluentes da Criação Animal

Em geral, a criação animal praticada nas bacias do Litoral Norte é do tipo extensiva, de modo que, as cargas orgânicas provenientes da atividade passam por um processo natural de depuração antes de chegar aos corpos hídricos. Para a estimativa do quantitativo de cabeças por municípios, foram adotadas as mesmas taxas de crescimento utilizadas no cálculo da demanda

hídrica do setor, isto é, respectivamente, 2%, 3% e -2% para os cenários tendencial, otimista e pessimista. Os dados de base possuem como referência os dados do Censo Agropecuário (IBGE, 2017) que elenca o número de animais por rebanho e por município.

Juntamente com carga de contribuição de cada espécie, foram adotados alguns coeficientes de disposição final atribuídos a cada espécie animal, quantificando o percentual da carga de poluição que atinge os corpos de água – **Tabela 5.9**. Nota-se que para esta fonte de poluição foram tomados somente os indicadores de Demanda Bioquímica de Oxigênio e Coliformes Fecais por se mostrarem mais significativos frente ao fósforo para esta fonte de poluição.

Tabela 5.9 - Taxas de contribuição *per capita* para criação animal.

Rebanho	Carga unitária DBO (g/animal/dia)	Coeficiente de disposição final DBO (%) (g/animal/dia)	Carga unitária COLIFORMES (NMP x 10^6/d)	Coeficiente de disposição final COLIFORMES (%) (g/animal/dia)
Bovinos	378,00	1%	5400	1%
Equinos	230,00	1%	5700	1%
Ovinos	297,00	1%	18000	1%
Suínos	216,00	10%	8900	1%
Aves	9,27	10%	240	10%

Fonte: SUNIPAMPA/UFSM/MMA (2009).

Uma vez que os dados de rebanho são fornecidos por município, para a estimativa dos valores por sub-bacia foi considerada a proporção de cada município inserido nas sub-bacias assumindo-se que os rebanhos se distribuem de maneira homogênea no território.

As cargas potenciais e remanescentes dos efluentes oriundos da criação animal em cada sub-bacia, nos três cenários elaborados, são apresentadas na **Tabela 5.10** e **Tabela 5.11** e exibidas na **Figura 5.5** e **Figura 5.6** respectivamente para os parâmetros DBO e coliformes.

Tabela 5.10 - Carga poluidora oriunda de efluentes da criação animal.

PARÂMETRO	SUB-BACIAS	Cenário OTIMISTA			Cenário PESSIMISTA			Cenário TENDENCIAL		
		2028	2033	2043	2028	2033	2043	2028	2033	2043
DBO (ton/ano)	SBCa1	1,28	1,43	1,72	0,75	0,66	0,46	1,18	1,27	1,47
	SBCa2	1,28	1,42	1,71	0,75	0,65	0,46	1,17	1,27	1,46
	SBCa3	1,19	1,32	1,59	0,70	0,61	0,43	1,09	1,18	1,36
	SBCa4	0,75	0,83	1,00	0,44	0,38	0,27	0,69	0,74	0,85
	SBCa5	0,47	0,53	0,63	0,28	0,24	0,17	0,43	0,47	0,54
	SBCa6	0,12	0,14	0,17	0,07	0,06	0,04	0,11	0,12	0,14
	SBMa1	24,01	26,72	32,13	14,08	12,28	8,66	22,02	23,83	27,44
	SBMa2	3,29	3,66	4,41	1,93	1,68	1,19	3,02	3,27	3,76
	SBMa3	18,17	20,22	24,32	10,66	9,29	6,56	16,67	18,04	20,77
	SBMa4	0,86	0,96	1,15	0,51	0,44	0,31	0,79	0,86	0,99
	SBMa5	1,12	1,25	1,50	0,66	0,57	0,40	1,03	1,11	1,28
	SBMa6	0,97	1,08	1,29	0,57	0,49	0,35	0,89	0,96	1,11
	SBMa7	13,75	15,30	18,40	8,07	7,03	4,96	12,61	13,65	15,72
	SBMa8	3,42	3,81	4,58	2,01	1,75	1,24	3,14	3,40	3,91
	SBMa9	0,47	0,52	0,62	0,27	0,24	0,17	0,43	0,46	0,53
	SBMa10	0,75	0,83	1,00	0,44	0,38	0,27	0,68	0,74	0,85
	SBMi1	0,28	0,31	0,38	0,17	0,14	0,10	0,26	0,28	0,32
	SBMi2	0,29	0,33	0,39	0,17	0,15	0,11	0,27	0,29	0,33
	SBMi3	0,18	0,20	0,25	0,11	0,09	0,07	0,17	0,18	0,21
	SBMi4	0,26	0,29	0,35	0,15	0,13	0,09	0,24	0,26	0,30
	SBMi5	0,03	0,03	0,04	0,02	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03
	SBMi6	0,02	0,03	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03
	SBMi7	0,02	0,03	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03
	SBMi8	0,12	0,14	0,16	0,07	0,06	0,04	0,11	0,12	0,14
	SBMi9	0,08	0,09	0,11	0,05	0,04	0,03	0,08	0,08	0,10
	SBMi10	0,17	0,19	0,22	0,10	0,09	0,06	0,15	0,17	0,19
COLIFORMES (10^{12} org/ano)	SBCa1	17,04	18,97	22,81	10,00	8,71	6,15	15,63	16,92	19,48
	SBCa2	17,69	19,69	23,68	10,37	9,04	6,38	16,23	17,56	20,22
	SBCa3	16,38	18,23	21,92	9,61	8,37	5,91	15,03	16,26	18,72
	SBCa4	11,90	13,25	15,93	6,98	6,09	4,30	10,92	11,81	13,60
	SBCa5	7,74	8,61	10,36	4,54	3,96	2,79	7,10	7,68	8,85
	SBCa6	1,61	1,79	2,16	0,95	0,82	0,58	1,48	1,60	1,84
	SBMa1	295,38	328,69	395,32	173,23	151,02	106,60	270,95	293,16	337,57
	SBMa2	43,55	48,47	58,29	25,54	22,27	15,72	39,95	43,23	49,78

PARÂMETRO	SUB-BACIAS	Cenário OTIMISTA			Cenário PESSIMISTA			Cenário TENDENCIAL		
		2028	2033	2043	2028	2033	2043	2028	2033	2043
	SBMa3	256,77	285,73	343,65	150,59	131,28	92,67	235,54	254,84	293,46
	SBMa4	12,99	14,46	17,39	7,62	6,64	4,69	11,92	12,89	14,85
	SBMa5	15,33	17,06	20,52	8,99	7,84	5,53	14,07	15,22	17,52
	SBMa6	13,26	14,76	17,75	7,78	6,78	4,79	12,16	13,16	15,15
	SBMa7	190,87	212,39	255,45	111,94	97,59	68,88	175,08	189,43	218,13
	SBMa8	50,08	55,73	67,03	29,37	25,61	18,07	45,94	49,71	57,24
	SBMa9	6,08	6,77	8,14	3,57	3,11	2,20	5,58	6,04	6,95
	SBMa10	10,43	11,60	13,95	6,11	5,33	3,76	9,56	10,35	11,91
	SBMi1	4,45	4,95	5,95	2,61	2,27	1,60	4,08	4,41	5,08
	SBMi2	5,29	5,88	7,07	3,10	2,70	1,91	4,85	5,25	6,04
	SBMi3	3,32	3,70	4,45	1,95	1,70	1,20	3,05	3,30	3,80
	SBMi4	4,15	4,61	5,55	2,43	2,12	1,50	3,80	4,11	4,74
	SBMi5	0,42	0,47	0,57	0,25	0,22	0,15	0,39	0,42	0,48
	SBMi6	0,34	0,38	0,46	0,20	0,17	0,12	0,31	0,34	0,39
	SBMi7	0,35	0,39	0,46	0,20	0,18	0,13	0,32	0,34	0,40
	SBMi8	1,50	1,67	2,01	0,88	0,77	0,54	1,38	1,49	1,72
	SBMi9	1,00	1,11	1,34	0,59	0,51	0,36	0,92	0,99	1,14
	SBMi10	1,91	2,12	2,55	1,12	0,97	0,69	1,75	1,89	2,18

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 5.11 - Somatório das cargas poluidoras por bacia hidrográfica e cenários para efluentes da criação animal.

PARÂMETRO	Bacia	OTIMISTA			PESSIMISTA			TENDENCIAL		
		228	233	243	228	233	243	228	233	243
DBO (ton/ano)	Camaratuba	5,09	5,67	6,82	2,99	2,60	1,84	4,67	5,06	5,82
	Mamanguape	66,81	74,35	89,42	39,18	34,16	24,11	61,29	66,31	76,36
	Miriri	1,46	1,63	1,96	0,86	0,75	0,53	1,34	1,45	1,67
	TOTAL LN	**73,37**	**81,65**	**98,19**	**43,03**	**37,51**	**26,48**	**67,30**	**72,82**	**83,85**
COLIFORMES (1012 org/ano)	Camaratuba	72,37	80,53	96,86	42,44	37,00	26,12	66,38	71,83	82,71
	Mamanguape	894,75	995,67	1197,49	524,74	457,47	322,92	820,75	888,03	1022,58
	Miriri	22,72	25,28	30,41	13,32	11,62	8,20	20,84	22,55	25,97
	TOTAL LN	**989,84**	**1101,48**	**1324,75**	**580,51**	**506,09**	**357,24**	**907,98**	**982,40**	**1131,25**

Fonte: Elaboração própria.

Os valores apresentados são uma soma das cargas geradas por animal e por sub-bacia. A espécie de criação predominante na sub-bacia influencia diretamente na carga de matéria orgânica gerada, com os bovinos tendo a maior contribuição. As cargas geradas por cenário possuem grande diferença devido aos percentuais de crescimento adotados para cada hipótese. As sub-bacias que mais contribuem em termos de carga total em cada bacia, são a sub-bacia SBCa2 em Camaratuba, a sub-bacia SBMa1 em Mamanguape e a sub-bacia SBMi2 no Miriri.

Como é possível observar nos gráficos abaixo, a bacia do rio Mamanguape também possui valores superiores de carga remanescente de DBO e coliformes assim como o obtido contabilizando-se o esgoto doméstico. Nos cenários onde foi considerado um crescimento do setor pecuário a carga gerada cresce até cerca de 61,3 ton DBO/ano no cenário tendencial e 66,8 ton/ano no cenário otimista, ambos estes valores na bacia do Mamanguape. Por outro lado, no cenário pessimista, onde foi considerada uma diminuição percentual do rebanho, a carga produzida que escoa para os cursos d'água diminui consideravelmente.

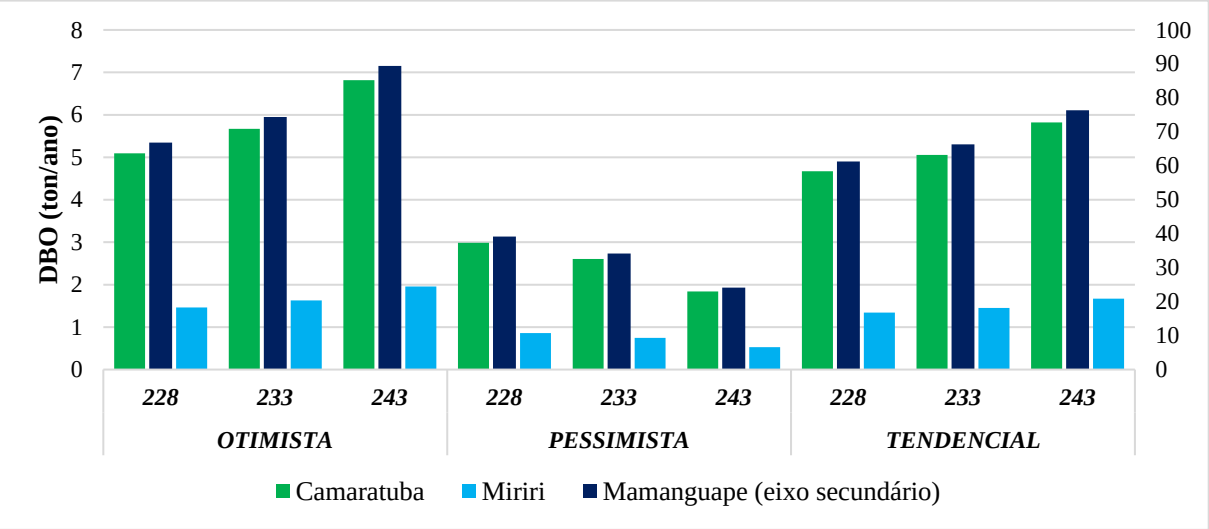


Figura 5.5 – Carga poluidora de DBO por bacia hidrográfica e cenários para eflentes da criação animal.
Fonte: Elaboração própria.

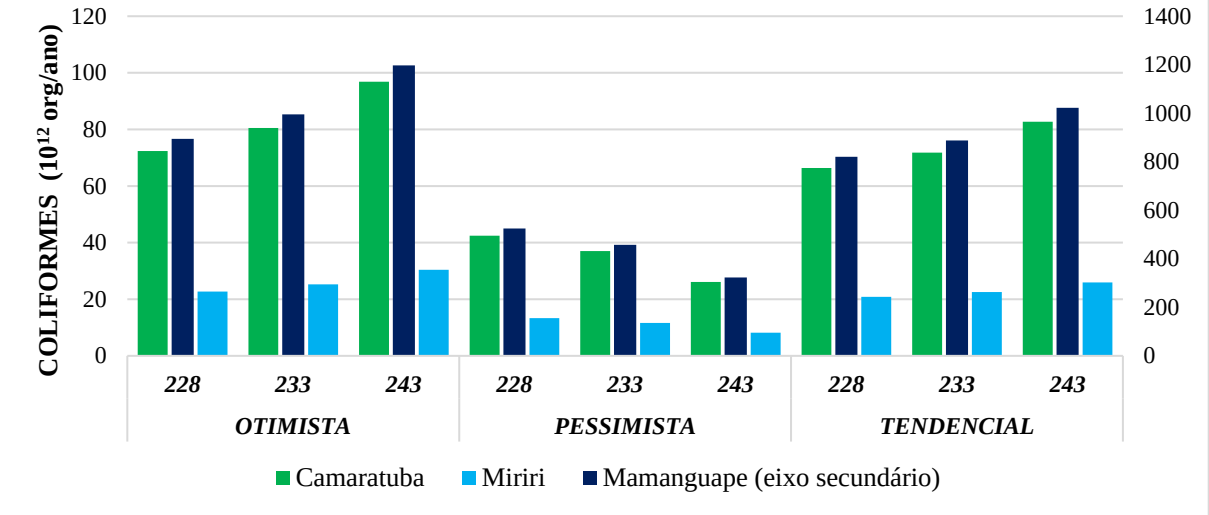


Figura 5.6 – Carga poluidora de COLIFORMES por bacia hidrográfica e cenários para efluentes da criação animal.
Fonte: Elaboração própria.

5.3.3 Irrigação

A carga orgânica e de nutrientes advindas da irrigação são, em geral, carreados aos corpos hídricos com auxílio das chuvas, principalmente com uma contribuição significativa de fósforo aos cursos d'água. Para a poluição de origem agrícola, foram consideradas os valores de área total irrigada e fertirrigada do Atlas Irrigação (ANA, 2021), por município. A partir destes valores considerou-se a taxa de geração *per capita* de 0,4 kgP/ha.ano conforme o mesmo procedimento adotado no PERH-PB (2019). Assim como na estimativa da carga gerada pela criação animal, na irrigação também se ponderou o percentual do município inserida dentro de cada sub-bacia para o cálculo.

Foram aplicadas ainda sobre os dados de área colhida as respectivas taxas de crescimento anual de cada cenário, aqui adotadas como: aumento de 0,5% ao ano no cenário tendencial, crescimento de 2% ao ano no cenário otimista e decrescimento de 2% ao ano no cenário pessimista – em consonância com os valores estimados no PERH-PB (2021). As cargas potenciais e remanescentes dos efluentes da irrigação em cada sub-bacia, nos três cenários elaborados são apresentadas na **Tabela 5.12** para o parâmetro fósforo total – parâmetro este com maior contribuição de carga poluidora oriunda da agricultura e os fertilizantes utilizados na atividade.

Tabela 5.12 - **Fósforo (kg/ano)**: cargas potenciais e remanescentes para para efluentes da irrigação.

PARÂMETRO	SUB-BACIAS	Cenário OTIMISTA			Cenário PESSIMISTA			Cenário TENDENCIAL		
		2028	2033	2043	2028	2033	2043	2028	2033	2043
FÓSFORO (ton/ano)	SBCa1	0,00	0,00	0,00	0,10	0,17	0,18	0,43	0,55	0,68
	SBCa2	0,01	0,01	0,01	0,07	0,12	0,13	0,31	0,40	0,50
	SBCa3	0,06	0,06	0,07	0,06	0,11	0,12	0,30	0,39	0,49
	SBCa4	0,83	0,90	1,05	0,03	0,05	0,06	0,15	0,19	0,24
	SBCa5	0,48	0,52	0,61	0,02	0,04	0,04	0,10	0,13	0,17
	SBCa6	0,36	0,39	0,45	0,01	0,02	0,03	0,07	0,09	0,11
	SBMa1	0,36	0,39	0,45	0,46	0,55	0,61	1,52	1,95	2,45
	SBMa2	0,05	0,06	0,07	0,06	0,07	0,08	0,19	0,24	0,30
	SBMa3	0,12	0,13	0,15	0,38	0,68	0,76	1,88	2,41	3,03
	SBMa4	0,04	0,04	0,05	0,01	0,01	0,02	0,04	0,05	0,06
	SBMa5	0,03	0,03	0,04	0,01	0,03	0,04	0,09	0,12	0,15
	SBMa6	0,00	0,00	0,00	0,04	0,08	0,09	0,23	0,29	0,37
	SBMa7	0,14	0,15	0,18	0,25	0,46	0,51	1,26	1,62	2,04
	SBMa8	1,11	1,21	1,41	0,13	0,25	0,28	0,70	0,91	1,15
	SBMa9	1,05	1,14	1,33	0,03	0,05	0,05	0,13	0,16	0,20
	SBMa10	1,76	1,91	2,22	0,10	0,19	0,21	0,52	0,67	0,85
	SBMi1	0,09	0,10	0,11	0,01	0,02	0,02	0,04	0,05	0,07
	SBMi2	0,13	0,14	0,16	0,01	0,01	0,01	0,03	0,04	0,05
	SBMi3	0,17	0,18	0,21	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04
	SBMi4	0,12	0,13	0,15	0,01	0,02	0,02	0,06	0,07	0,09
	SBMi5	0,19	0,20	0,23	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03
	SBMi6	0,04	0,05	0,06	0,00	0,01	0,01	0,03	0,04	0,05
	SBMi7	0,05	0,05	0,06	0,01	0,01	0,01	0,03	0,04	0,05
	SBMi8	0,51	0,55	0,64	0,01	0,02	0,02	0,04	0,05	0,07
	SBMi9	0,28	0,31	0,36	0,01	0,01	0,02	0,04	0,05	0,06
	SBMi10	0,40	0,43	0,50	0,01	0,02	0,02	0,06	0,07	0,09

Fonte: Elaboração própria.

Os resultados obtidos relacionam-se diretamente com o quantitativo de áreas irrigadas informado no Atlas Irrigação por município (ANA, 2021), com a aplicação das respectivas taxas de crescimento adotadas. No Litoral Norte, as sub-bacias que mais contribuem em termos de carga total de fósforo em cada bacia, são a sub-bacia SBCa4 em Camaratuba, a sub-bacia SBMa10 em Mamanguape e a sub-bacia SBMi8 no Miriri. A média dos valores de carga de fósforo gerada por sub-bacia considerando o ano de 2043 para o cenário tendencial é de 0,365, 0,85 e 0,06 ton/ano respectivamente para Camaratuba, Mamanguape e Miriri.

Mais uma vez, como esperado, a bacia do rio Mamanguape também possui valores bastante superiores de carga remanescente de fósforo assim como o alcançado contabilizando-se o esgoto doméstico e a criação animal - **Figura 5.7**. No cenário tendencial, a carga gerada mantém-se praticamente estável devido à baixa taxa de crescimento do setor adotada de 0,5%. No cenário pessimista, no entanto, este quadro se altera aos máximos de valores de carga remanescente inferiores a 3 ton/ano para a bacia do Mamanguape.

Tabela 5.13 - Somatório das cargas poluidoras por bacia hidrográfica e cenários para irrigação.

PARÂMETRO	Bacia	OTIMISTA			PESSIMISTA			TENDENCIAL		
		2028	2033	2043	2028	2033	2043	2028	2033	2043
FÓSFORO (ton/ano)	Camaratuba	1,73	1,89	2,19	0,30	0,51	0,56	1,37	1,75	2,19
	Mamanguape	4,67	5,08	5,90	1,46	2,37	2,65	6,56	8,42	10,60
	Miriri	1,97	2,14	2,48	0,08	0,14	0,15	0,37	0,48	0,60
	TOTAL LN	**8,37**	**9,10**	**10,57**	**1,84**	**3,02**	**3,36**	**8,30**	**10,64**	**13,39**

Fonte: Elaboração própria.

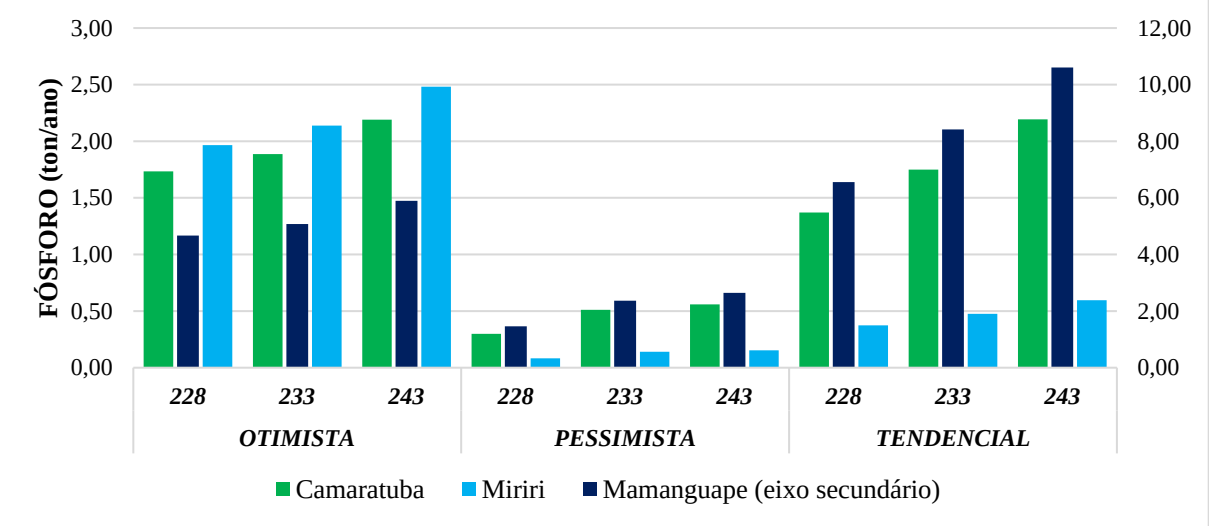


Figura 5.7 - Carga total de Fósforo (ton/ano) nas BHLN, nos três cenários considerados para irrigação.
Fonte: Elaboração própria.

5.3.4 Drenagem Urbana

Para o cálculo da poluição advinda da drenagem urbana, foi considerada a classe de Área Urbanizada do mapa de uso do solo do projeto MapBiomas referente ao ano de 2021. Para aquelas áreas que se encontravam em mais de uma sub-bacia ponderou-se a proporção da região inserida em cada sub-bacia. Esse levantamento independe se a cidade possui rede de drenagem ou não. De acordo com os dados dos SNIS levantados na etapa de praticamente não há tratamento de águas provenientes de drenagem urbana nas bacias do Litoral Norte, sendo esta parcela de efluentes encaminhada diretamente para córregos e rios devido à ausência dos serviços de esgotamento sanitário nas BHLN.

No cenário tendencial foi considerado um aumento na área de drenagem dos municípios equivalente ao acréscimo da projeção populacional urbana estimada para as BHLN e utilizado para a estimada da demanda hídrica de 1,6%. No cenário otimista, a taxa de crescimento de 0,8% adotada engloba não somente o aumento das áreas urbanizadas como também a melhoria e expansão das estruturas de drenagem. O mesmo princípio foi aplicado ao cenário pessimista, onde os 2% de taxa de crescimento adotada parte da premissa que as estruturas de drenagem não melhoram significativamente.

As estimativas da carga orgânica poluidora oriunda da drenagem urbana tiveram como premissa a geração de 22 kg/km².dia para Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO e de 1,53 kg/km².dia para o Fósforo Total (PARAIBA, 2019). O coeficiente de escoamento adotado foi de 0,6. As cargas potenciais e remanescentes da drenagem urbana gerada em cada sub-bacia, nos três cenários elaborados, são apresentadas na **Tabela 5.14** e **Tabela 5.15** e **Figura 5.8** e **Figura 5.9** para o parâmetros DBO e fósforo, respectivamente.

Tabela 5.14 - **DBO (ton/ano)**: cargas potenciais e remanescentes para drenagem urbana.

PARÂMETRO	SUB-BACIAS	Cenário OTIMISTA			Cenário PESSIMISTA			Cenário TENDENCIAL		
		2028	2033	2043	2028	2033	2043	2028	2033	2043
DBO (ton/ano)	SBCa1	6,40	6,83	7,69	8,17	8,72	9,82	7,11	7,58	8,54
	SBCa2	4,90	5,23	5,88	6,26	6,68	7,52	5,44	5,81	6,54
	SBCa3	3,39	3,62	4,08	4,34	4,63	5,21	3,77	4,02	4,53
	SBCa4	5,11	5,46	6,14	6,53	6,97	7,85	5,68	6,06	6,83
	SBCa5	2,86	3,05	3,43	3,65	3,90	4,39	3,18	3,39	3,82
	SBCa6	2,45	2,61	2,94	3,13	3,34	3,76	2,72	2,90	3,27
	SBMa1	165,64	176,78	199,07	211,65	225,89	254,37	184,05	196,43	221,19
	SBMa2	17,23	18,39	20,71	22,02	23,50	26,46	19,14	20,43	23,01
	SBMa3	175,87	187,70	211,37	224,73	239,84	270,08	195,42	208,56	234,85
	SBMa4	4,23	4,51	5,08	5,40	5,77	6,49	4,70	5,01	5,65
	SBMa6	7,36	7,85	8,84	9,40	10,03	11,30	8,17	8,72	9,82
	SBMa7	96,22	102,69	115,63	122,94	131,21	147,75	106,91	114,10	128,48
	SBMa8	47,02	50,18	56,51	60,08	64,12	72,20	52,24	55,76	62,79
	SBMa9	87,60	93,49	105,27	111,93	119,46	134,52	97,33	103,88	116,97
	SBMa10	13,11	14,00	15,76	16,76	17,88	20,14	14,57	15,55	17,51
	SBMi2	0,77	0,82	0,92	0,98	1,05	1,18	0,85	0,91	1,03
	SBMi4	9,70	10,35	11,65	12,39	13,22	14,89	10,77	11,50	12,95
	SBMi5	1,61	1,72	1,94	2,06	2,20	2,48	1,79	1,91	2,16
	SBMi6	4,97	5,31	5,98	6,35	6,78	7,64	5,52	5,90	6,64
FÓSFORO (ton/ano)	SBCa1	0,44	0,47	0,53	0,57	0,61	0,68	0,49	0,53	0,59
	SBCa2	0,34	0,36	0,41	0,44	0,46	0,52	0,38	0,40	0,45
	SBCa3	0,24	0,25	0,28	0,30	0,32	0,36	0,26	0,28	0,32
	SBCa4	0,36	0,38	0,43	0,45	0,48	0,55	0,40	0,42	0,47
	SBCa5	0,20	0,21	0,24	0,25	0,27	0,31	0,22	0,24	0,27
	SBCa6	0,17	0,18	0,20	0,22	0,23	0,26	0,19	0,20	0,23
	SBMa1	11,52	12,29	13,84	14,72	15,71	17,69	12,80	13,66	15,38
	SBMa10	0,91	0,97	1,10	1,17	1,24	1,40	1,01	1,08	1,22
	SBMa2	1,20	1,28	1,44	1,53	1,63	1,84	1,33	1,42	1,60
	SBMa3	12,23	13,05	14,70	15,63	16,68	18,78	13,59	14,50	16,33
	SBMa4	0,29	0,31	0,35	0,38	0,40	0,45	0,33	0,35	0,39

PARÂMETRO	SUB-BACIAS	Cenário OTIMISTA			Cenário PESSIMISTA			Cenário TENDENCIAL		
		2028	2033	2043	2028	2033	2043	2028	2033	2043
	SBMa6	0,51	0,55	0,61	0,65	0,70	0,79	0,57	0,61	0,68
	SBMa7	6,69	7,14	8,04	8,55	9,13	10,28	7,43	7,94	8,94
	SBMa8	3,27	3,49	3,93	4,18	4,46	5,02	3,63	3,88	4,37
	SBMa9	6,09	6,50	7,32	7,78	8,31	9,36	6,77	7,22	8,13
	SBMi2	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,06	0,06	0,07
	SBMi4	0,67	0,72	0,81	0,86	0,92	1,04	0,75	0,80	0,90
	SBMi5	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,17	0,12	0,13	0,15
	SBMi6	0,35	0,37	0,42	0,44	0,47	0,53	0,38	0,41	0,46

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 5.15 - Somatório das cargas poluidoras por bacia hidrográfica e cenários para drenagem urbana.

PARÂMETRO	Bacia	OTIMISTA			PESSIMISTA			TENDENCIAL		
		228	233	243	228	233	243	228	233	243
DBO (ton/ano)	Camaratuba	25,11	26,79	30,17	32,08	34,24	38,55	27,89	29,77	33,52
	Mamanguape	614,27	655,60	738,24	784,91	837,71	943,31	682,53	728,44	820,27
	Miriri	17,05	18,20	20,49	21,79	23,25	26,18	18,95	20,22	22,77
	TOTAL LN	**656,43**	**700,59**	**788,90**	**838,77**	**895,20**	**1008,04**	**729,37**	**778,43**	**876,56**
FÓSFORO (ton/ano)	Camaratuba	1,75	1,86	2,10	2,23	2,38	2,68	1,94	2,07	2,33
	Mamanguape	42,72	45,59	51,34	54,59	58,26	65,60	47,47	50,66	57,05
	Miriri	1,19	1,27	1,43	1,52	1,62	1,82	1,32	1,41	1,58
	TOTAL LN	**45,65**	**48,72**	**54,86**	**58,33**	**62,26**	**70,10**	**50,72**	**54,14**	**60,96**

Fonte: Elaboração própria.

A carga de poluição oriunda da drenagem pluvial urbana é diretamente relacionada com o estado de conservação e a quantidade/extensão das estruturas de drenagem bem como com os índices de precipitação média e intensidade de chuva. A partir desses fatores de variação, a estimativa realizada exibe uma carga de no máximo 270 ton de DBO e 18,8 ton de fósforo por ano nos três cenários considerados até o ano de 2043 – valores referentes à sub-bacia SBMa3 com as maiores cargas geradas no cenário pessimista. As sub-bacias que mais contribuem em termos de carga total de DBO e coliformes em cada bacia, são a sub-bacia SBCa4 em Camaratuba, a sub-bacia SBMa3 em Mamanguape e a sub-bacia SBMi6 no Miriri. Estes resultados vão de encontro com o avaliado para esgoto doméstico urbano, uma vez que estas sub-bacias são as mais densamente povoadas por região.

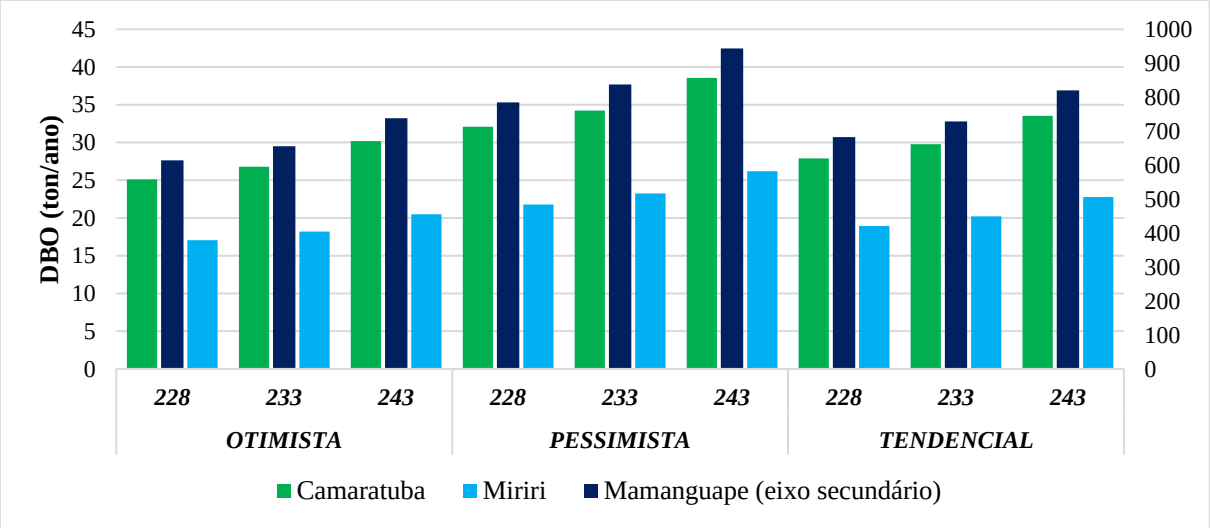


Figura 5.8 - Carga poluidora de DBO (ton/ano) nas BHLN, nos três cenários considerados para drenagem urbana.
Fonte: Elaboração própria.

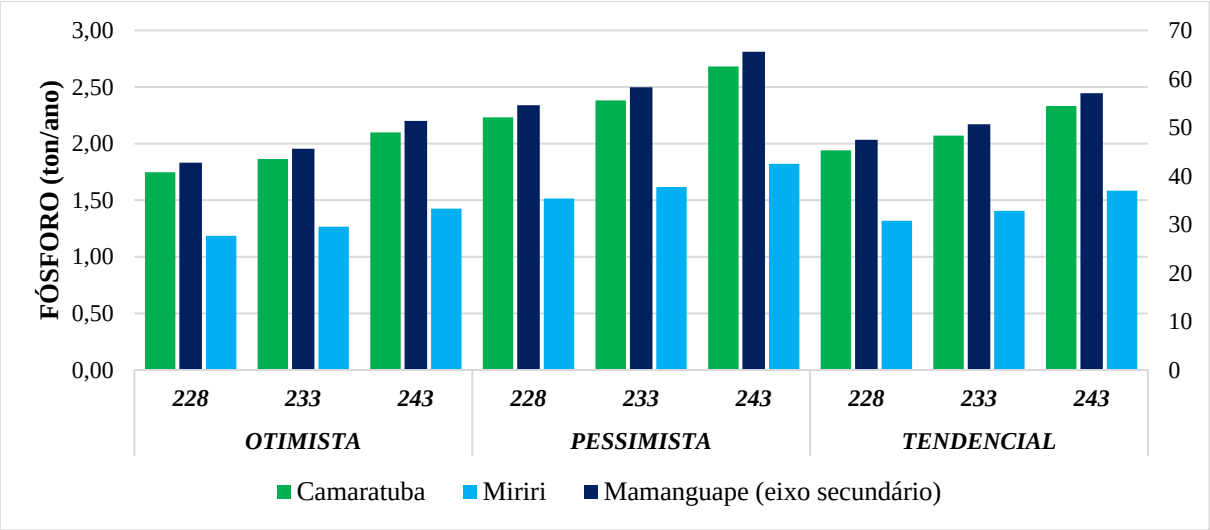


Figura 5.9 - Carga poluidora de FÓSFORO por bacia hidrográfica e cenários para drenagem urbana.
Fonte: Elaboração própria.

5.3.5 Resíduos Sólidos

A quantificação das cargas orgânicas provenientes de aterros sanitários e lixões foi realizada com base nas informações do Plano de Gestão de Resíduos Sólidos do Estado da Paraíba (PARAÍBA, 2014) sobre a destinação dos resíduos sólidos por município e as respectivas quantidades geradas. A partir dessas informações, com ano base de 2010, foram calculadas as produções de resíduos sólidos *per capita* por município e obtida a média para as bacias do Litoral Norte. A média resultante foi de 0,23 toneladas de resíduos sólidos gerado por ano e por cada habitante. O índice de crescimento de 1,6% da população total das BHLN foi aplicado conforme metodologia já adotada anteriormente.

As taxas de emissão de chorume foram aplicadas conforme adotado no PERH da Paraíba (2019), tomando-se como base as premissas de que: (i) os municípios que não possuem aterro sanitário ou controlado, geram uma taxa de chorume de 0,896 m³/t.dia; (ii) os municípios que possuem aterro sanitário ou controlado, geram uma taxa de chorume de 0,224 m³/t.dia; (iii) em todas as áreas, os resíduos sólidos, independendo da forma de armazenamento, geram uma concentração média de DBO para o chorume produzido de 9.000 mg.L-1; e (iv) no chorume produzido em todas as áreas onde os resíduos sólidos são coletados e tratados, não há remoção de DBO antes de atingir o corpo receptor.

A avaliação das cargas geradas por cenários também se alinhou com a metodologia adotada no Plano Estadual de Recursos Hídricos do estado. No cenário tendencial, no curto prazo todos os municípios acima de 100 mil habitantes são atendidos com aterros sanitários; no médio prazo a obrigatoriedade passa a ser para municípios com população entre 100 mil e 50 mil habitantes; no longo prazo, até 2043, todos os municípios são atendidos com aterro sanitário.

No cenário pessimista, por outro lado, os dados coletados pelo PERS-PB mantêm-se estagnado. Para o cenário otimista, consideraram-se as metas do Plano Nacional de Resíduos Sólidos e PERS, que é o atendimento de 100% dos municípios com aterro sanitário. O Marco do Saneamento no Brasil considera que até 2024 todos os municípios devem possuir aterro sanitário para disposição final dos seus resíduos sólidos. A partir das premissas adotadas foi quantificada a carga de Demanda Bioquímica de Oxigênio oriunda da geração e disposição de resíduos sólidos, para os três cenários propostos - apresentadas na **Tabela 5.16** e **Tabela 5.17** e **Figura 5.10.**

Tabela 5.16 - Carga poluidora oriunda dos resíduos sólidos.

PARÂMETRO	SUB-BACIAS	Cenário OTIMISTA			Cenário PESSIMISTA			Cenário TENDENCIAL		
		2028	2033	2043	2028	2033	2043	2028	2033	2043
DBO (ton/ano)	SBCa1	0,63	0,68	0,80	2,52	2,72	3,18	2,52	2,72	0,80
	SBCa2	0,88	0,95	1,11	3,52	3,81	4,46	3,52	3,81	1,11
	SBCa3	0,10	0,11	0,13	0,42	0,45	0,53	0,42	0,45	0,13
	SBCa6	1,45	1,57	1,84	5,81	6,28	7,34	5,81	6,28	1,84
	SBMa1	12,17	13,16	15,40	48,68	52,65	61,58	48,68	52,65	15,40
	SBMa10	1,32	1,42	1,67	5,27	5,70	6,66	5,27	5,70	1,67
	SBMa2	4,80	5,19	6,07	19,18	20,74	24,26	19,18	20,74	6,07
	SBMa3	22,08	23,88	27,94	88,34	95,54	111,74	88,34	60,32	27,94
	SBMa6	5,11	5,53	6,47	20,45	22,12	25,87	20,45	22,12	6,47
	SBMa7	6,90	7,46	8,73	27,59	29,84	34,90	27,59	29,84	8,73
	SBMa8	2,87	3,10	3,62	11,46	12,39	14,50	11,46	12,39	3,62
	SBMa9	10,48	11,34	13,26	41,93	45,35	53,04	41,93	45,35	13,26
	SBMi6	0,91	0,98	1,15	3,64	3,94	4,61	3,64	3,94	1,15

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 5.17 - Somatório das cargas poluidoras por bacia hidrográfica e cenários para resíduos sólidos.

PARÂMETRO	Bacia	OTIMISTA			PESSIMISTA			TENDENCIAL		
		2028	2033	2043	2028	2033	2043	2028	2033	2043
DBO (ton/ano)	Camaratuba	3,07	3,32	3,88	12,27	13,27	15,52	12,27	13,27	3,88
	Mamanguape	65,73	71,08	83,14	262,91	284,34	332,56	262,91	249,12	83,14
	Miriri	0,91	0,98	1,15	3,64	3,94	4,61	3,64	3,94	1,15
	TOTAL LN	**69,71**	**75,39**	**88,17**	**278,82**	**301,54**	**352,69**	**278,82**	**266,33**	**88,17**

Fonte: Elaboração própria.

No quadro levantado pelo PERS-PB (2014), para o ano base de 2010, dos 51 municípios inseridos de forma integral ou parcial nas Bacias do Litoral Norte, apenas 2 (Santa Rita e Puxinanã) tinham como destino final para seus resíduos sólidos aterros sanitários. Esse quadro revela como a carga oriunda da disposição de resíduos sólidos é significativa no contexto das bacias. Permanecendo a mesma situação do PERH-PB – relativo a todo os horizontes de projeto no cenário pessimista e ao ano de 2028 no cenário tendencial – a carga de DBO seria equivalente a 12,3 ton/ano, 262,9 ton/ano e 3,65 ton/ano, respectivamente para as bacias do Camaratuba, Mamanguape e Miriri.

É possível notar no gráfico da **Figura 5.10** abaixo como a destinação dos resíduos para aterros sanitários devidamente operados diminui expressivamente a carga de matéria orgânica que por ventura chegam aos corpos d'água. Por esse motivo, o cenário tendencial apresenta a geração máxima de 88,4 ton DBO/ano em todos os horizontes analisados; ele é observado para o ano de 2043 no cenário tendencial com todos os municípios sendo plenamente atendidos por aterros sanitários.

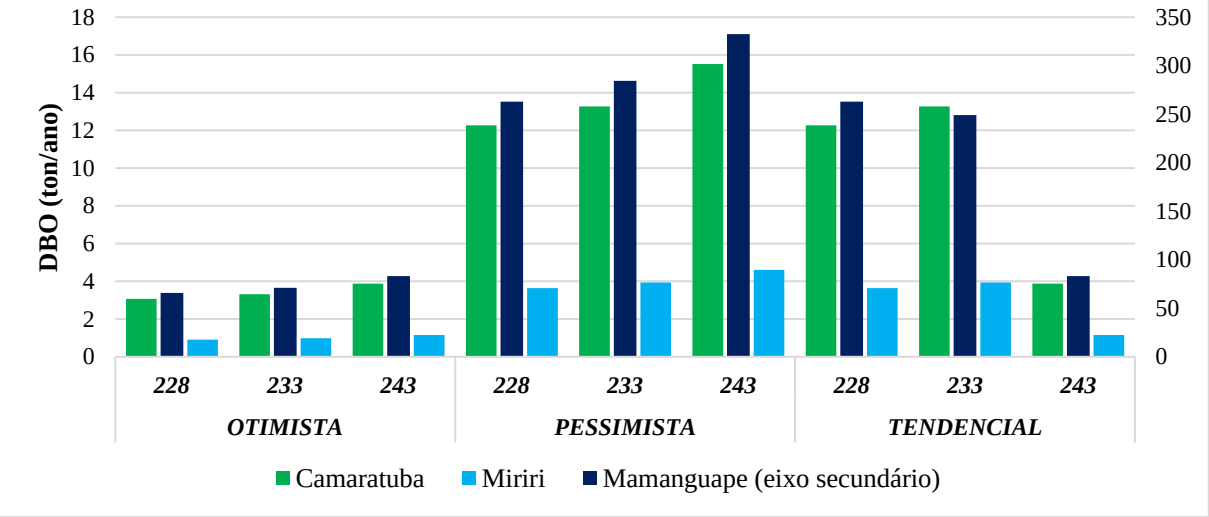


Figura 5.10 – Carga de DBO remanescente (ton/ano) nas BHLN, nos três cenários considerados para resíduos sólidos.
Fonte: Elaboração própria.

5.3.6 Indústria

A estimativa da carga poluidora oriunda dos efluentes industrias considerou o cadastro de indústrias fornecido pela Federação das Indústrias do Estado da Paraíba (FIEP) para o ano de referência de 2022. O quantitativo de indústrias por sub-bacia foi discutido e detalhado anteriormente na **Tabela 4.16**

Com base na quantidade de indústrias por sub-bacia e na tipologia de produção foram aplicados os valores de referência de geração de DBO e PT por funcionário da **Tabela 5.18**. As indústrias de fabricação de bebidas e celulose, papel e produtos de papel possuem as maiores cargas geradas de DBO por colaborador. A produção de bebidas também possui o maior valor de geração de fósforo associado a cada funcionário. A quantidade de funcionários define o porte da indústria; as informações da tipologia da produção e de porte/número de funcionários consta no banco de cadastros analisados.

Tabela 5.18 - Valores de referência adotados para a estimativa da carga poluidora das indústrias nas BHLN.

Descrição	Chave	DBO (kg/funcionario.ano)	PT (kg/funcionario.ano)
07. Extração de minerais metálicos	Metal	0,386	0,023
08. Extração de minerais não-metálicos	Química	9,660	0,046
09. Atividades de apoio à extração de minerais	Química	9,660	0,046
10. Fabricação de produtos alimentícios	Alimento	105,206	2,023
11. Fabricação de bebidas	Bebida	625,109	12,021
12. Fabricação de produtos do fumo	Química	59,203	0,284
13. Fabricação de produtos têxteis	Têxtil	132,456	0,636
14. Confecção de artigos do vestuário e acessórios	Têxtil	37,928	0,182
15. Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados	Couro	161,777	3,111
16. Fabricação de produtos de madeira	Utilidade Pública	28,515	0,950
17. Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	Papel	674,649	3,238
18. Impressão e reprodução de gravações	Papel	12,818	0,062
19. Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	Química	248,387	1,192
20. Fabricação de produtos químicos	Química	102,660	0,493
21. Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	Química	38,617	0,185
22. Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	Química	17,923	0,086
23. Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	Química	33,001	0,158
24. Metalurgia	Metal	10,447	0,627
25. Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	Metal	0,546	0,033
26. Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	Metal	0,531	0,032
27. Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	Metal	0,488	0,029
28. Fabricação de máquinas e equipamentos	Metal	0,601	0,036
29. Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias	Metal	0,606	0,036
30. Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores	Metal	3,718	0,223
31. Fabricação de móveis	Utilidade Pública	8,585	0,286
32. Fabricação de produtos diversos	Utilidade Pública	73,759	2,459
33. Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	Utilidade Pública	14,191	0,473
35. Eletricidade, gás e outras utilidades	Utilidade Pública	2,377	0,079
36. Captação, tratamento e distribuição de água	Utilidade Pública	2,377	0,079
37. Esgoto e atividades relacionadas	Utilidade Pública	2,377	0,079
38. Coleta, tratamento e disposição de resíduos; recuperação de materiais	Utilidade Pública	2,377	0,079
39. Descontaminação e outros serviços de gestão de resíduos	Utilidade Pública	2,377	0,079
56. Alimentação	Alimento	105,206	2,023
58. Edição e edição integrada à impressão	-	0,000	0,000

Descrição	Chave	DBO (kg/funcionario.ano)	PT (kg/funcionario.ano)
59. Atividades cinematográficas, produção de vídeos e de programas de televisão; gravação de som e edição de música	-	0,000	0,000

Fonte: Manual de Usos Consuntivo de Águas no Brasil (2019).

A **Tabela 5.19** apresenta as cargas poluidoras obtidas através da aplicação dos coeficientes sob o quantitativo de indústrias por sub-bacia. As sub-bacias não exibidas na **Tabela 5.19** não possuem carga poluidora pois não têm indústrias cadastradas segundo o banco de dados consultados.

As cargas poluidoras mais expressivas encontram-se na SBMa9 e SBMa3, regiões estas com miaor quantidade de indústrias – especilamente concentrando indústrias de grande e médio porte. Um ponto de atenção na SBMa3 é a existência de uma grande fábrica de produtos derivados de aves na cidade de Guarabira que chega a abater mais de 100.000 aves por dia, sendo estas aves são criadas em aviários próximos.

Tabela 5.19 - Carga poluidora oriunda de efluentes da indústria nas sub-bacias do LN

SUB-BACIAS	SUB-BACIAS	Cenário OTIMISTA			Cenário PESSIMISTA			Cenário TENDENCIAL		
		2028	2033	2043	2028	2033	2043	2028	2033	2043
DBO (ton/ano)	SBCa6	1,22	1,33	1,54	0,92	0,81	0,60	1,15	1,20	1,31
	SBMa1	3,67	4,00	4,64	2,77	2,45	1,80	3,45	3,61	3,93
	SBMa10	0,12	0,13	0,15	0,09	0,08	0,06	0,11	0,12	0,13
	SBMa2	15,07	16,39	19,03	11,37	10,04	7,40	14,14	14,80	16,12
	SBMa3	261,27	284,19	330,03	197,10	174,18	128,34	245,23	256,69	279,61
	SBMa6	5,16	5,61	6,52	3,89	3,44	2,53	4,84	5,07	5,52
	SBMa7	10,56	11,49	13,34	7,97	7,04	5,19	9,91	10,37	11,30
	SBMa8	0,77	0,83	0,97	0,58	0,51	0,38	0,72	0,75	0,82
	SBMa9	493,97	537,30	623,96	372,64	329,31	242,65	463,64	485,30	528,63
FÓSFORO (ton/ano)	SBCa6	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03
	SBMa1	0,05	0,06	0,07	0,04	0,03	0,03	0,05	0,05	0,06
	SBMa2	0,21	0,23	0,26	0,16	0,14	0,10	0,20	0,20	0,22
	SBMa3	4,36	4,74	5,51	3,29	2,91	2,14	4,09	4,28	4,67
	SBMa6	0,08	0,08	0,09	0,06	0,05	0,04	0,07	0,07	0,08
	SBMa7	0,07	0,07	0,09	0,05	0,05	0,03	0,06	0,07	0,07
	SBMa9	7,23	7,87	9,14	5,46	4,82	3,55	6,79	7,11	7,74

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 5.20 - Somatório das cargas poluidoras por bacia hidrográfica e cenários para indústria.

PARÂMETRO	Bacia	OTIMISTA			PESSIMISTA			TENDENCIAL		
		228	233	243	228	233	243	228	233	243
DBO (ton/ano)	Camaratuba	1,22	1,33	1,54	0,92	0,81	0,60	1,15	1,20	1,31
	Mamanguape	790,59	859,94	998,63	596,41	527,06	388,36	742,04	776,72	846,07
	Miriri	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	TOTAL LN	**791,81**	**861,26**	**1000,18**	**597,33**	**527,87**	**388,96**	**743,19**	**777,92**	**847,37**
FÓSFORO (ton/ano)	Camaratuba	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03
	Mamanguape	12,00	13,06	15,16	9,05	8,00	5,90	11,27	11,79	12,84
	Miriri	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	TOTAL LN	**12,03**	**13,08**	**15,19**	**9,07**	**8,02**	**5,91**	**11,29**	**11,82**	**12,87**

Fonte: Elaboração própria.

Os gráficos da **Figura 5.11** e **Figura 5.12** ilustram, por parâmetros, os valores apresentados na **Tabela 5.20**. Destaca-se neste ínterim, a existência de grandes e médias empresas de abates de aves e de fabricação de calçados.

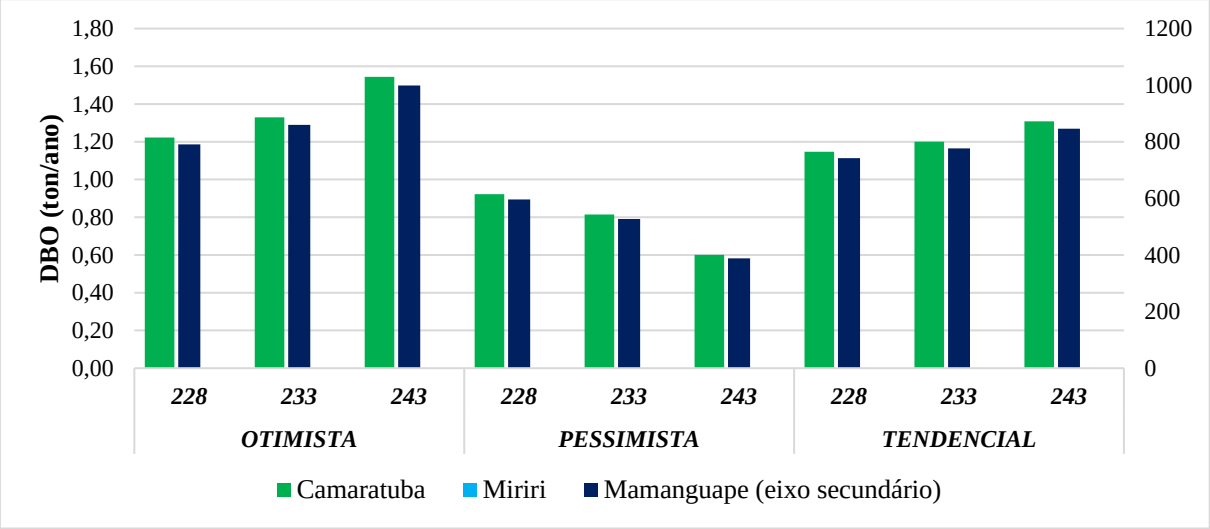


Figura 5.11 - Carga poluidora de DBO por bacia hidrográfica e cenários para efluentes da indústria.
Fonte: Elaboração própria.

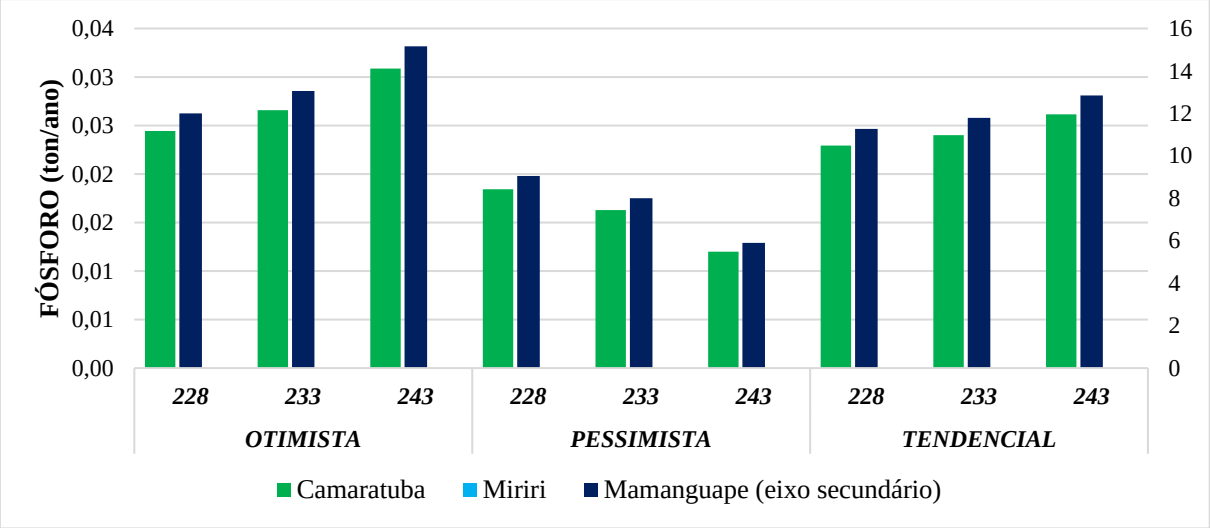


Figura 5.12 - Carga poluidora de FÓSFORO por bacia hidrográfica e cenários para efluentes da indústria.
Fonte: Elaboração própria.

5.3.7 Síntese da Avaliação das Carga Poluidoras das Sub-bacias Hidrográficas

A **Tabela 5.21** apresenta, em resumo, os somatórios das cargas totais dos parâmetros avaliados considerando o cenário tendencial e os horizontes de planejamento adotados. A fonte de contaminação que gera maior quantidade de carga sem tratamento para DBO, fósforo e coliformes fecais é o esgoto doméstico urbano, na maioria dos horizontes considerados e em toda a bacia do Litoral Norte. Coloca-se como exceção o cenário otimista para o parâmetro

fósforo, cujos valores gerados pela irrigação são maiores. Este resultado reforça a necessidade da ampliação dos serviços de esgotamento sanitário nas BHLN, bem como do aumento da eficiência de tratamento dos sistemas operantes. Além disso, a irrigação contribui significativamente para a carga de nutrientes que chegam aos cursos d'água da bacia.

Tabela 5.21 – Somatórios das cargas totais de DBO, fósforo e COLIFORMES para as sub-bacias do Litoral Norte, considerando o cenário Tendencial.

SUB-BACIAS	DBO (ton/ano)			FÓSFORO (ton/ano)			COLIFORMES (10^{12} org/ano)		
	2028	2033	2043	2028	2033	2043	2028	2033	2043
SBCa1	55,31	56,15	54,60	1,82	1,97	2,15	905,88	908,39	895,33
SBCa2	72,46	73,30	70,43	1,94	2,05	2,19	1262,70	1265,74	1246,53
SBCa3	12,70	13,08	13,32	0,71	0,82	0,95	163,35	164,78	164,64
SBCa4	6,37	6,80	7,68	0,54	0,61	0,72	10,92	11,81	13,60
SBCa5	3,61	3,86	4,36	0,33	0,37	0,43	7,10	7,68	8,85
SBCa6	112,45	113,31	107,56	2,33	2,37	2,38	2054,78	2057,73	2021,94
Total Camaratuba	**262,90**	**266,51**	**257,94**	**7,67**	**8,19**	**8,82**	**4404,72**	**4416,13**	**4350,88**
SBMa1	1119,03	1138,53	1114,86	31,58	32,90	34,83	17487,57	17533,48	17275,77
SBMa10	113,79	115,38	111,80	3,40	3,62	3,90	1872,52	1875,87	1844,75
SBMa2	394,64	398,86	382,63	8,50	8,66	8,80	6822,93	6835,55	6723,06
SBMa3	2107,66	2107,77	2099,91	50,80	52,48	54,76	31475,64	31537,95	31028,33
SBMa4	5,49	5,87	6,63	0,37	0,40	0,46	11,92	12,89	14,85
SBMa5	1,03	1,11	1,28	0,09	0,12	0,15	14,07	15,22	17,52
SBMa6	395,97	398,98	378,68	8,10	8,22	8,25	7244,50	7255,45	7130,53
SBMa7	644,90	656,51	644,21	18,52	19,40	20,65	9932,65	9960,44	9817,90
SBMa8	270,21	275,23	270,51	8,39	8,85	9,51	4098,92	4108,27	4044,67
SBMa9	1344,80	1377,48	1388,87	28,51	29,34	30,66	14834,95	14855,82	14596,49
Total Mamanguape	**6397,51**	**6475,73**	**6399,40**	**158,26**	**163,97**	**171,97**	**93795,67**	**93990,93**	**92493,88**
SBMi1	0,26	0,28	0,32	0,04	0,05	0,07	4,08	4,41	5,08
SBMi10	0,15	0,17	0,19	0,06	0,07	0,09	1,75	1,89	2,18
SBMi2	1,12	1,20	1,36	0,09	0,10	0,12	4,85	5,25	6,04
SBMi3	0,17	0,18	0,21	0,02	0,03	0,04	3,05	3,30	3,80
SBMi4	11,01	11,75	13,24	0,81	0,87	0,99	3,80	4,11	4,74
SBMi5	1,82	1,94	2,19	0,14	0,15	0,18	0,39	0,42	0,48
SBMi6	73,56	74,32	71,15	1,70	1,74	1,78	1287,86	1289,66	1267,11
SBMi7	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,32	0,34	0,40
SBMi8	0,11	0,12	0,14	0,04	0,05	0,07	1,38	1,49	1,72
SBMi9	0,08	0,08	0,10	0,04	0,05	0,06	0,92	0,99	1,14
Total Miriri	**88,31**	**90,08**	**88,93**	**2,98**	**3,17**	**3,45**	**1308,39**	**1311,87**	**1292,69**
Total LN	**6748,72**	**6832,32**	**6746,27**	**168,91**	**175,33**	**184,23**	**99508,78**	**99718,94**	**98137,45**

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 5.22 – Carga poluidora por fonte de poluição e parâmetro no cenário tendencial de curto prazo.

Fonte de Poluição	DBO (ton/ano)		FÓSFORO (ton/ano)		COLIFORMES (1012 org/ano)	
ESGOTO	4930,04	73,05%	98,60	58,37%	98600,81	99,09%
PECUÁRIA	67,30	1,00%	0,00	0,00%	907,98	0,91%
DRENAGEM	729,37	10,81%	50,72	30,03%	0,00	0,00%

Fonte de Poluição	DBO (ton/ano)		FÓSFORO (ton/ano)		COLIFORMES (1012 org/ano)	
INDÚSTRIA	743,19	11,01%	11,29	6,68%	0,00	0,00%
RESÍDUOS	278,82	4,13%	0,00	0,00%	0,00	0,00%
IRRIGAÇÃO	0,00	0,00%	8,30	4,91%	0,00	0,00%
Total	**6748,72**	**100%**	**168,91**	**100%**	**99508,78**	**100%**

Fonte: Elaboração Própria.

Pelos resultados demonstrados observa-se que as sub-bacias mais urbanizadas como SBCa6, SBMa3 e SBMi6 apresentam maiores cargas geradas principalmente devido à geração de esgoto doméstico sem tratamento e de drenagem urbana. Os resultados são influenciados pela existência de centros urbanos – aqui consideradas as sedes municipais – inseridas em cada sub-bacia. Os valores de carga poluidoras obtidas devem ser analisados sob cautela, levando-se em consideração que se tratam de estimativas e estes valores na prática podem ser consideravelmente superiores.

Os mapas da **Figura 5.13**, **Figura 5.14** e **Figura 5.15** apresenta de forma espacializada o somatório das cargas de DBO, fósforo e coliformes, respectivamente, considerando as cinco fontes de poluição elencadas para análise e discutidas anteriormente. Nos mapas, os valores são influenciados pela carga renascente do esgoto doméstico urbano, que no cenário tendencial permanece relativamente constante devido ao aumento da população em contrapartida à ligeira melhora dos serviços de atendimento. Neste ínterim, enquanto as demais fontes de poluição elencadas apresenta um aumento das cargas geradas (com exceção dos resíduos sólidos), o esgoto sanitário gera uma carga relativamente semelhante ao longo dos horizontes do projeto para o cenário tendencial.

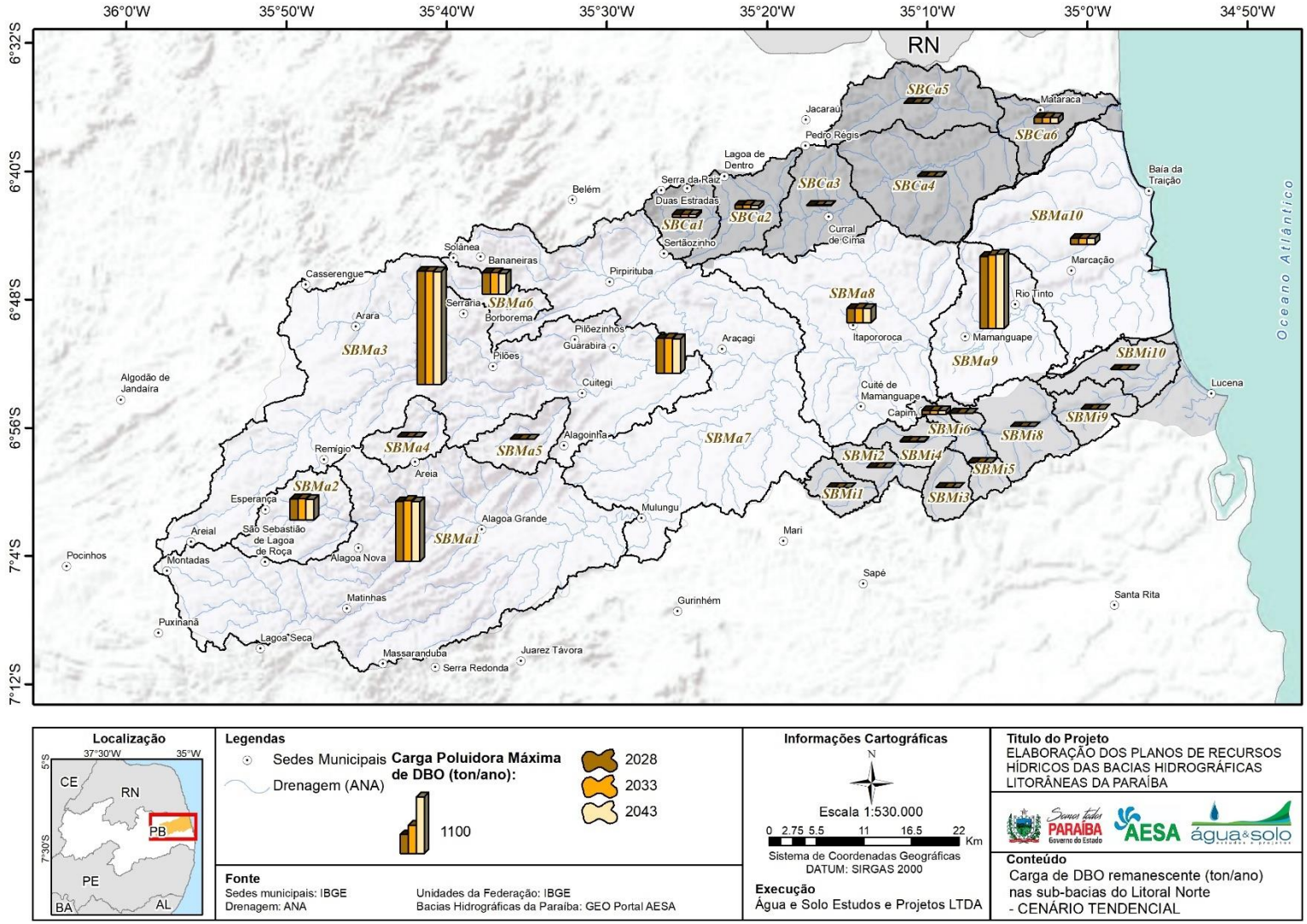


Figura 5.13 – Carga de DBO remanescente (ton/ano) nas sub-bacias do Litoral Norte oriunda das fontes de poluição considerada – CENÁRIO TENDENCIAL.
Fonte: Elaboração própria.

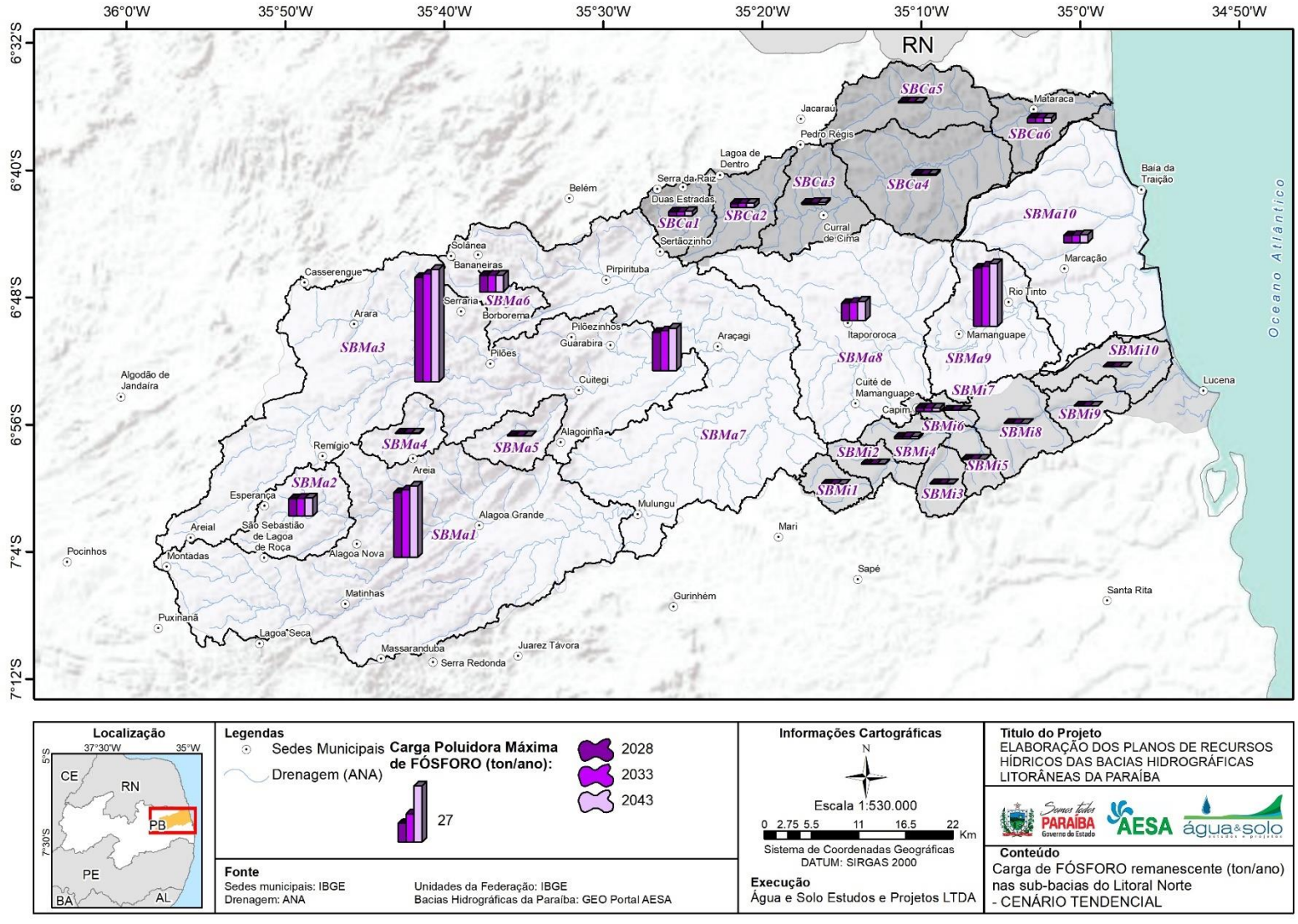


Figura 5.14 - Carga de FÓSFORO remanescente (ton/ano) nas sub-bacias do Litoral Norte oriunda das fontes de poluição considerada – CENÁRIO TENDENCIAL.
Fonte: Elaboração própria.

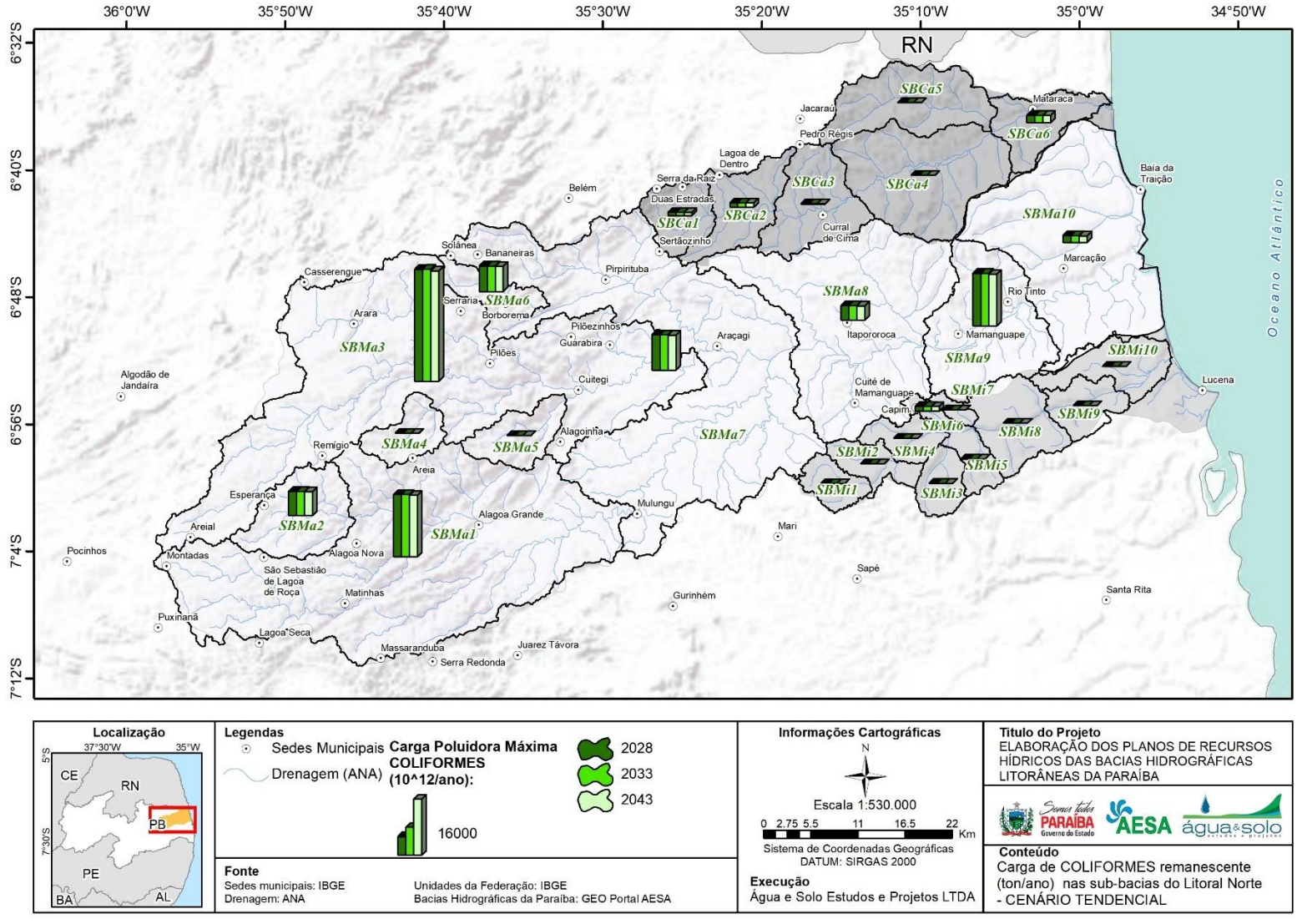


Figura 5.15 - Carga de COLIFORMES remanescente (ton/ano) nas sub-bacias do Litoral Norte oriunda das fontes de poluição considerada – CENÁRIO TENDENCIAL.
Fonte: Elaboração própria.

As sub-bacias com maior geração de carga dos parâmetros elencados são a SBCa6, a SBMa3 e a SBMi6. Estas sub-bacias são as maiores geradoras de cargas poluentes considerando como fonte de poluição os esgotos domésticos e a drenagem urbana. A SBCa6 em Camaratuba possui a sede municipal e área urbana de Mataraca inserida em sua área, sendo a população urbana deste município a maior dentre aqueles localizados em Camaratuba. A SBMa3 de Mamanguape é uma das maiores sub-bacias em área total e contém importantes sedes municipais como a do município de Guarabira, com grande número de habitantes na área urbana. Por fim, a SBMi6 abriga a área urbana de Capim, sendo a única sede municipal inserida na bacia do Miriri.

Quando analisada a pecuária, as sub-bacias que despontam com as maiores contribuições de carga orgânica são a SBCa2, SBMa1 e SBMa3 e SBMi2. A SBCa2 em Camaratuba possui contribuição do rebanho significativo de Lagoa de Dentro, com mais da metade do município inserido da sub-bacia. É notório pelo mapa de uso do solo das Bacias do Litoral Norte, a concentração das atividades de pecuária na porção oeste da bacia do Mamanguape (SBMa1 e SBMa3), como consta ainda na grande quantidade de animais nos rebanhos de Alagoa Grande, Areia e Solânea – inseridos nestas sub-bacias. No Miriri, a pecuária é pouco praticada, com rebanhos pequenos. Nesta bacia, a SBMi2 tem uma maior contribuição de carga orgânica da pecuária devido à presença de parte do rebanho de Sapé.

A irrigação é bastante significativa como fonte de poluição nas sub-bacias SBCa4, SBMa8 e SBMa1 e SBMi8. A SBCa4 sofre influência das lavouras dos municípios de Mamanguape e Rio Tinto. As SBMa8 e SBMa1 possuem contribuições dos grandes quantitativos de lavouras de Mamanguape, Capim e Itapororoca. Não obstante, a SBMi8 insere-se nas áreas de dois grandes municípios com importância significativa da agricultura, sendo estes, Santa Rita e Rio Tinto.

O resultado da avaliação da estimativa das cargas poluidoras nas bacias do Litoral Norte pode ser sumarizado nos seguintes pontos chaves:

- O esgoto doméstico é o principal contribuinte para o aporte de cargas poluidoras nos cursos d'água das BHLN. Enquanto a população urbana cresce nos municípios das bacias a taxas superiores a 1%, a expansão dos sistemas de esgotamento sanitário deve ser capaz de atender não somente o déficit existente, mas também os novos moradores.
- Os lixões que por ventura ainda possam existir nas bacias do Litoral Norte devem ser extinguidos por meios de destinação apropriados, não somente para atendimento do

exigido no novo Marco do Saneamento Básico e no PNRS como também para a diminuição da geração de DBO advinda do chorume gerado.

- A drenagem das áreas urbanizadas sem estruturas de drenagem adequadas, contribui significativamente para o aporte principalmente de matéria orgânica dentro de rios, lagos e açudes.
- Em relação às sub-bacias, a mais urbanizadas como SBCa6, SBMa3 e SBMi6 apresentam maiores cargas geradas principalmente devido à geração de esgoto doméstico sem tratamento, drenagem urbana e resíduos sólidos. Quando analisada a pecuária e agricultura, as sub-bacias interiorana que abrangem grandes municípios possuem as maiores contribuições de carga orgânica como as SBCa2, SBMa1 e SBMa3 e SBMi2. A SBCa2 em Camaratuba possui contribuição do rebanho significativo de Lagoa de Dentro para a agricultura e pecuária.

Quanto à contribuição da atividade da aquicultura no aporte de cargas orgânicas e nutrientes nos cursos d'água das bacias do Litoral Norte, a prática possui um potencial poluidor significativo de acordo com a drenagem dos tanques e a presença de lodo resultante da carga de resíduos orgânicos e de ração. Pela baixa importância da atividade na bacia – junto à baixa demanda hídrica frente aos demais usos - não foi considerada no balanço de DBO, nitrogênio e fósforo. Contudo, para os municípios que possuem registro de estabelecimento aquícolas (vide **Tabela 3.4**) como Algodão de Jandaíra, Baía da Traição, Marcação, Santa Rita, Lucena, Mulungu e Rio Tinto será recomendado o monitoramento qualitativo em pontos específicos para a avaliação das condições dos cursos de água superficiais.

Sobre esta atividade, observa-se um aumento do interesse por essa prática no âmbito estadual, sendo uma opção com uma rentabilidade econômica interessante para o produtor e de elevada segurança, desde que observadas as orientações técnicas. Ambientalmente, a atividade pode ser impactante se não for conduzida dentro de critérios muito rígidos.

Estudo da EMBRAPA realizado no Ceará no baixo Jaguaribe (FIGUEIRÊDO et al., 2006), permite compreender a importância de se considerar um cenário de expansão da carcinicultura e também da piscicultura em bacias com baixa disponibilidade hídrica e com baixo nível de coleta e tratamento de esgoto urbano. Quanto ao consumo de água, os dados obtidos pela pesquisa resultaram em um valor de 58.874 m^3/hectare por ano com 2,5 ciclos de produção por ano, sendo cada ciclo com duração de 90 a 102 dias. Isso significa uma vazão de 3 litros por segundo de forma contínua, superior à demanda de irrigação para a mesma área.

As perdas por infiltração chegam a 40 mm por dia, dependendo do tipo de solo, que devem ser somadas às perdas por evaporação, entre 6 e 10 mm diários. Assim, de acordo com o método de cultivo, pode haver uma reposição de 2 a 7% do volume de água por dia, que pode chegar a 70% se for induzida a troca de carapaça do camarão. Se o nível de oxigênio dissolvido baixar de 4 mg/litro, é realizada a troca de toda a água do tanque.

Como fonte de contaminação, sem considerar produtos químicos utilizados na atividade de despesca, estão a ração e os excrementos. A ração, quando não consumida, deposita-se no fundo dos tanques, sendo observado na pesquisa aumento dos teores de cálcio, magnésio, fósforo, enxofre, manganês, ferro e zinco no solo, caracterizando uma fonte potencial de poluição da água subterrânea.

Neste mesmo estudo, para a água superficial, a carga poluidora média encontrada foi de 3.862 kg/hectare por ano de sólidos suspensos totais, 22,5 kg/ha.ano de amônia total, 4,4 kg/ha.ano de fósforo total e 1.690 kg/ha.ano de DBO_5 completa na despesca. De forma continua, ao longo do ciclo de 90 a 102 dias, esses valores foram respectivamente de 1.115; 7,2; 4,7 e 276,5 kg/ha.ano. Além da contaminação por nutrientes, há a possibilidade de proliferação de cianobactérias.

O aumento da eficiência do uso da água e da redução do risco de contaminação pode ocorrer com a recirculação da água, o que reduz custos, mas exige investimento. O destino da água de despesca e da renovação diária pode ser utilizado na irrigação, sendo que se o teor de salinidade for compatível com águas salobras ou salinas podem ser utilizadas espécies resistentes à salinidade como a *Atrilplex*, com bons resultados também na remoção de nitrogênio.

A aquicultura deve ser avaliada com cuidado, considerando que muitos dos tanques são instalados dentro ou muito próximo às APPs de recursos hídricos e manguezais. Além disso, é necessário avaliar a capacidade de suporte da bacia hidrográfica em atender à demanda hídrica imposta pela atividade, bem como avaliar o efeito da diluição dos efluentes lançados pelo conjunto de fazendas em cada sub-bacia. Em suma, é necessário avaliar o efeito da atividade conjugando os impactos ambientais e sobre a disponibilidade hídrica de forma unificada.

6 DEFINIÇÃO DO CENÁRIO DE REFERÊNCIA "A BACIA QUE QUEREMOS"

6.1 Oficina de Mobilização

6.1.1 Introdução e Justificativa

O presente item apresenta os resultados da oficina de planejamento realizada no dia 16 de janeiro de 2023 em João Pessoa - PB. Essa atividade, não prevista inicialmente, foi proposta pela Água e Solo Estudos e Projetos como uma forma de inserir a visão de técnicos e atores vinculados à gestão dos recursos hídricos na Paraíba, de forma a considerar os mesmos nas etapas seguintes de construção dos planos de bacia das regiões litorâneas. Para isso, a AESA realizou uma intensa mobilização que resultou na participação de diferentes instituições, conforme a lista de presença abaixo.

Os participantes contribuíram para a identificação da estratégia e das táticas a serem utilizadas no processo de planejamento. De posse da estratégia e das matrizes preenchidas, a Água e Solo preparou o presente relatório da oficina, no qual apresenta as conclusões obtidas sobre as variáveis a serem consideradas no planejamento tático. Esse resultado deverá ser apresentado e aprovado na reunião do GET e orientará as fases finais dos planos.

O processo de realização de um plano de bacia é definido pela Resolução CNRH 145/2012. Para a conclusão dos atuais planos, restam as etapas de prognóstico e do plano de ações em si, que são definidos pelos artigos 12 e 13:

> *Art. 12º A etapa de Prognóstico deverá propor cenários futuros, compatíveis com o horizonte de planejamento, devendo abranger, no mínimo, os seguintes aspectos:*
> *I – a análise dos padrões de crescimento demográfico e econômico e das políticas, planos, programas e projetos setoriais relacionados aos recursos hídricos;*
> *II – proposição de cenário tendencial, com a premissa da permanência das condições demográficas, econômicas e políticas prevalecentes, e de cenários alternativos;*
> *III – avaliação das demandas e disponibilidades hídricas dos cenários formulados;*
> *IV – balanço entre disponibilidades e demandas hídricas com identificação de conflitos potenciais nos cenários;*
> *V – avaliação das condições da Qualidade da Água nos cenários formulados com identificação de conflitos potenciais;*
> *VI - as necessidades e alternativas de prevenção, ou mitigação das situações críticas identificadas;*
> *VII – definição do cenário de referência para o qual o Plano de Recursos Hídricos orientará suas ações.*

> *Art. 13º O Plano de Ações visa a mitigar, minimizar e se antecipar aos problemas relacionados aos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, de forma a promover os usos múltiplos e a gestão integrada, devendo compreender, no mínimo:*
> *I - definição das metas do plano;*
> *II - ações ou intervenções requeridas, organizadas em componentes, programas e subprogramas, com justificativa, objetivos, executor, investimentos, fontes possíveis de recursos, prazo de implantação;*
> *III - prioridades e cronograma de investimentos;*
> *IV - diretrizes para os instrumentos de gestão;*
> *V - arranjo institucional ou recomendações de ordem institucional para aperfeiçoamento da gestão dos recursos hídricos e para implementação das ações requeridas;*
> *VI - recomendações de ordem operacional para a implementação do plano;*
> *VII - indicadores que permitam avaliar o nível de implementação das ações propostas;*
> *VIII – recomendações para os setores usuários, governamental e sociedade civil.*

A Água e Solo tem experiência em Planos de Bacia. Assim, a concepção de cenários e de planos de ação é uma tarefa que está sob domínio técnico da equipe envolvida. Mas justamente por ter experiência, a Consultora também destaca o capítulo V da CNRH 145/2012, que trata da implementação do plano:

> *Art. 14º O Plano de Recursos Hídricos deverá ser orientado por uma estratégia de implementação que compatibilize os recursos financeiros com as ações previstas, bem como a sustentabilidade hídrica e operacional das intervenções previstas.*

Embora pareçam simples de entender e aplicar, os conceitos de estratégias e táticas merecem ser definidos no início do processo de planejamento para não gerar dúvidas. A **Figura 6.1**, escolhida propositalmente pela sua relação com os recursos hídricos, apresenta o seguinte problema: como chegar no ponto X?

Figura 6.1 - Exemplo de estratégia e tática.
Fonte: Leeuwen, 2017.

Esse é o objetivo principal desse planejamento: sair do ponto de origem e chegar ao destino. O objetivo pode incluir qualificações sobre esse percurso (chegar em segurança ao ponto X, considerar deficiências para chegar ao ponto X, utilizar competências ao longo do percurso etc.), bem como definir metas (chegar em tantos dias, por exemplo). As alternativas apresentadas no texto do qual foi retirada a figura são: escalar as montanhas, cruzar o deserto ou utilizar o rio.

Para cumprir o objetivo (chegar ao ponto X) pode-se adotar como estratégia utilizar o rio. Definida a estratégia, pode-se escolher qual tática utilizar: será usado um bote? Uma balsa? o trajeto será feito nadando? ou a pé, pelas margens? Por que é importante diferenciar estratégia de tática? Porque é fácil cometer o equívoco de conceber as táticas a partir das metas, sem entender previamente se uma estratégia em particular pode ser efetiva. E se as estratégias não forem efetivas, não existirão táticas suficientes para atingir as metas.

O estudo de estratégias e táticas é muito desenvolvido na área empresarial e os exemplos nem sempre podem ser compreendidos para planos que interessam à sociedade de forma mais abrangente e não delimitada, como é o caso de um plano de bacia - os conceitos trabalhados na bacia são muito mais complexos do que numa empresa (serviços ecossistêmicos, Segurança Hídrica, governabilidade interinstitucional, gestão participativa, vinculação com planos e atores externos etc.).

De qualquer forma, os conceitos básicos são aplicáveis aos planos de bacia: as estratégias estão na base do planejamento, definem objetivos, têm abrangência no todo, são de longo prazo e estão sob responsabilidade de um grupo de liderança, que no caso pode ser formado pela AESA e Comitês ou apenas a AESA. As táticas referem-se ao fazer, organizar os recursos, utilizam especialistas de diferentes áreas, são de curto prazo e são mensuradas por entregáveis. A **Tabela 6.1** apresenta outra comparação entre estratégias e táticas, das quais destacam-se a dificuldade de mudar e avaliar as estratégias e seu caráter intangível, ao contrário das táticas.

Tabela 6.1 - Diferenças entre estratégias e táticas.

Estratégia	Tática
É a intenção	É colocar a intenção em ação
Determina o que é necessário fazer e porque	Determina como isso pode ser feito
Envolve uma visão de alto nível que define as direções a seguir	Envolve ações concretas e passos para implementação ajustadas com a direção
Alinhada com metas e objetivos	Alinhada com a estratégia
Requer foco no futuro	Requer execução diária
É difícil de mudar, embora totalmente possível	É muito fácil de ser mudada
Necessita uma visão externa	Necessita uma visão interna
Tipicamente é definida por lideranças da organização	Tipicamente é definida e executada por um nível gerencial

Estratégia	Tática
O foco primário é em efetividade, fazer a coisa certa	O foco primário é em eficiência, fazer o que é certo com menos recursos, tempo e dinheiro
Difícil de medir e avaliar	Fácil de avaliar através de métricas bem definidas
Planejamento estratégico não incluem detalhes executivos	Planos táticos incluem cronogramas e fluxo de implementação
Estratégias são intangíveis	Táticas são tangíveis

Fonte: Strategy vs Tactics – TechTello.

Essa diferenciação é fundamental para um PRH: as estratégias devem ser preservadas no limite do possível, uma vez que se alteradas questionarão todo o processo de planejamento. Evidentemente as estratégias devem ser questionadas, mas se alteradas no meio do processo talvez gerem perguntas como: o que fazer com o barco (tática) se agora a estratégia é escalar as montanhas?

A **Figura 6.2** traz essa relação de forma mais direta: as estratégias ineficientes levarão ao fracasso do plano, de forma rápida ou lenta de acordo com as táticas utilizadas, enquanto estratégias eficientes podem gerar um sucesso ou apenas uma estagnação da situação, com ganhos mínimos em relação a não fazer nenhum planejamento. Resolver percorrer o rio nadando pode ser muito lento, custoso e perigoso. Percorrer o deserto correndo para chegar mais rápido pode ser eficiente para terminar com o projeto logo, enquanto percorrer o mesmo deserto com uma carga desnecessária pode levar a desgastes lentos e intermináveis, mas que também significarão o fracasso do projeto.

Figura 6.2 - Riscos e fatores de sucesso das estratégias e das táticas.
Fonte: Nino Carvalho, 2019.

O planejamento em nível estratégico é caracterizado por, em um único plano, apresentar uma visão abrangente, permitindo entender os objetivos finais, a visão e os valores com foco no

longo prazo. Já o planejamento em nível tático é um recorte do planejamento estratégico, com um plano transversal e multitemático, onde são definidas as ações que contribuem para atingir os Objetivos finais com um horizonte de curto/médio prazo. A premissa é que a execução de todos os planejamentos em nível tático culminaria na execução da estratégia de longo prazo definida. Assim, o nível tático do planejamento pode ser pensado para períodos até anuais, com o qual se fará a alocação dos recursos disponíveis, mas sempre buscando uma ação no nível operacional alinhada à estratégia. Buscando a concepção inicial de uma estratégia robusta, que permitirá a elaboração de planos táticos eficientes, a Água e Solo propôs a realização de uma oficina com os principais atores envolvidos na gestão dos recursos hídricos das bacias litorâneas.

6.1.2 Metodologia

6.1.2.1 Definição da estratégia central dos planos

Foram utilizadas duas estratégias distintas para a definição da estratégia e das táticas, considerando a limitação de tempo da oficina. Inicialmente, foi utilizada uma metodologia de visualização para definir a estratégia central dos planos. Os participantes da oficina foram convidados a fazer uma apresentação pessoal e responder uma pergunta: Qual é o problema central da gestão dos recursos hídricos das bacias litorâneas? A partir das respostas, foi montada a Árvore dos Problemas, separando as contribuições entre causas, consequências e problema central, de acordo com a **Figura 6.3**.

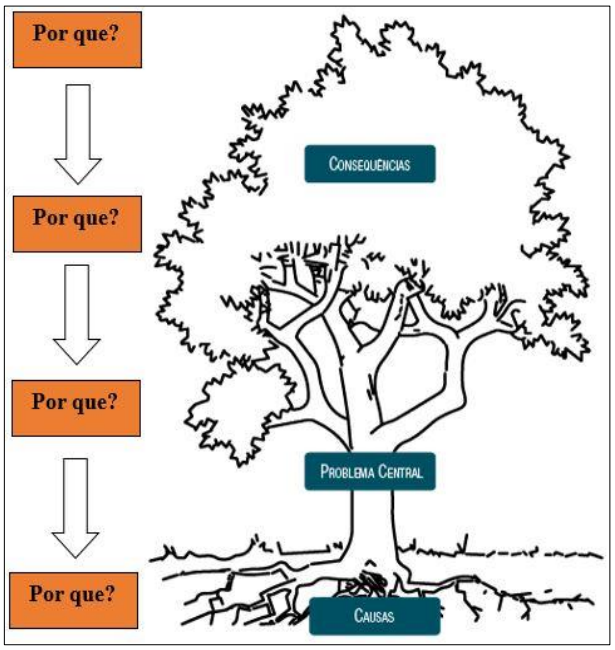


Figura 6.3 - Árvore dos Problemas.

Nessa montagem, a partir do diálogo com o grupo, verificou-se que não havia um problema central identificado. Da discussão, foi consensual que o problema central a ser resolvido pelos planos de bacia litorâneas é a: **FALTA DE VISÃO SISTÊMICA DAS BACIAS**. A partir daí, o esquema obtido é o da **Figura 6.4**.

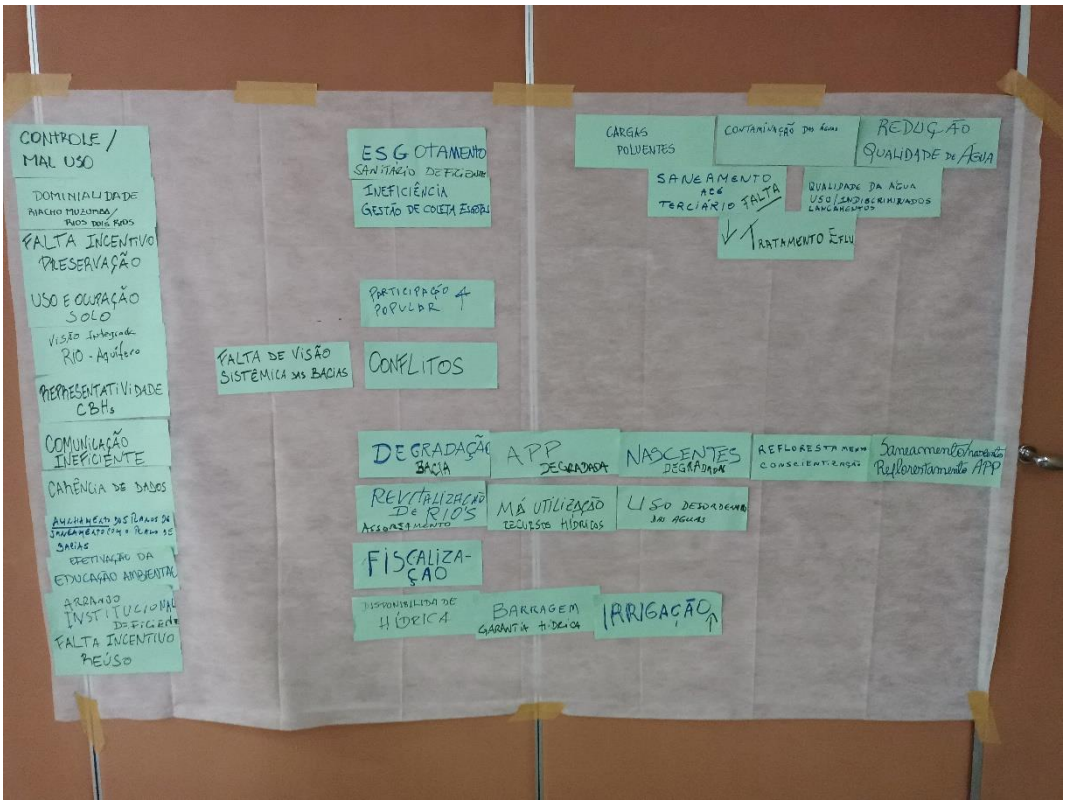


Figura 6.4 - Árvore dos Problemas das BHLN.

Então, a estratégia é buscar a visão sistêmica da bacia pelos diferentes atores e pela sociedade, de forma a viabilizar a solução dos problemas classificados como consequência. Essa visão sistêmica será obtida a partir da resolução dos problemas identificados como causais, que deverão fazer parte do plano de ações. Os problemas causais que devem ser atacados pelo planejamento são:

- Controle e mau uso dos recursos hídricos
- Solução do problema de dominialidade entre estado e União (riacho Muzumba e Rio Dois Rios)
- Falta de incentivo à preservação
- Uso e ocupação do solo inadequados
- Falta de uma visão integrada entre o rio e o aquífero
- Falta de representatividade dos comitês de bacia
- Comunicação ineficiente

- Carência de dados
- Falta de alinhamento dos planos municipais de saneamento básico com os planos de bacia
- Falta efetivação da educação ambiental
- Arranjo institucional deficiente
- Falta de incentivo ao reuso da água

6.1.2.2 Definição das táticas

Para a definição das táticas, foi selecionada a Análise Estrutural pela metodologia MICMAC - Matriz de Impactos Cruzados - Multiplicações Aplicadas a uma Classificação, de acordo com o Manual de Prospectiva Estratégica de Michel Godet (GODET, 1993). A análise estrutural é um instrumento de estruturação da reflexão coletiva. Oferece a possibilidade de descrever um sistema com o auxílio de uma matriz que relaciona todos os elementos constituintes desse sistema. Partindo desta descrição, o método tem por objetivo fazer emergir as principais variáveis influentes e dependentes e, desse modo, as variáveis essenciais à evolução do sistema.

O método já foi adotado no Brasil, tendo como conclusão de que o método é potencialmente pertinente para o processo de auxílio à decisão na gestão dos recursos hídricos. Ele permite a representação adequada do sistema, evidenciando relações entre variáveis e questões que poderiam não ser percebidas caso se optasse por uma abordagem não estruturada de representação de sistemas (VERGARA & NETTO, 2007).

A análise estrutural é realizada por um grupo de trabalho composto por atores e especialistas do domínio considerado, podendo ou não contar com a intervenção de consultores externos. As etapas do método são: o recenseamento das variáveis, a descrição das relações entre variáveis e a identificação das variáveis-chave. As variáveis foram retiradas da Análise Integrada do Diagnóstico, que já foi discutido no âmbito do Grupo de Acompanhamento e nas reuniões públicas realizadas, sendo brevemente apresentada na oficina.

A descrição das relações entre as variáveis é realizada a partir das respostas dos participantes a um quadro de dupla entrada denominado matriz de análise estrutural. As variáveis a serem trabalhadas na oficina foram sugeridas pela consultoria e validadas pela plenária.

- Cadastro/outorga de usuários – até dezembro de 2025, a AESA atinge 100% do cadastro de usuários de água de usos não insignificantes, permitindo uma visão mais clara da utilização de água superficial e subterrânea das BHLN, com tipo de fonte, de

intervenção, destino da água, volumes utilizados por mês e volume do retorno de efluentes

- Rede de monitoramento – até dezembro de 2025, a AESA implanta uma rede de monitoramento qualiquantitativo suficiente para o adequado monitoramento da disponibilidade hídrica e classes da água de acordo com a Resolução CONAMA n° 357/2005 para enquadramento superficial
- Enquadramento – até dezembro de 2025 a AESA enquadra os corpos hídricos das BHL de acordo com os usos pretendidos
- Cobrança pelo uso da água – até dezembro de 2024 a AESA adequa a cobrança existente pelo uso da água de acordo com a classe de uso, a quantidade de água e o destino da água
- Qualidade da Água– até dezembro de 2026 há a melhora dos parâmetros de Qualidade da Água em no mínimo 30% em relação à pior situação encontrada entre 2016 e 2021
- Armazenamento de Água – até dezembro de 2026 a AESA implanta uma política estadual de reservação de água que permita o atendimento dos usos regularmente outorgados com qualidade adequada em anos hidrológicos não caracterizados como de seca severa
- Gestão Integrada de Recursos Hídricos – até dezembro de 2026, a AESA implanta integralmente todos os instrumentos previstos da legislação e estabelece uma gestão integrada de recursos hídricos das bacias litorâneas em consonância com o PMRH, o PERH, o Plano de Segurança Hídrica e a Política Nacional de Saneamento Básico.
- Universalização do Saneamento – até 2030, há a universalização do saneamento nos principais municípios das bacias litorâneas
- Uso do solo – até 2026, a AESA define um zoneamento do uso do solo nas BHL sob o ponto de vista da disponibilidade de água e dos cenários de Qualidade da Água do enquadramento, estabelecendo também as áreas de interesse de preservação dos aquíferos e as áreas prioritárias para implantação de Programas de Pagamento por Serviços Ambientais
- Segurança Hídrica – até 2026, a AESA define os parâmetros de Segurança Hídrica para os municípios das BHL e da RMJP, definindo as áreas prioritárias para preservação, incluindo as áreas de recarga dos principais aquíferos

Com essas variáveis, foi montada a matriz de análise estrutural representado na **Tabela 6.2**.

Tabela 6.2 - Matriz de Análise Estrutural.

Variáveis para planejamento	Cadastro/Outorga Usuários	Rede de monitoramento	Enquadramento	Cobrança pelo Uso da Água	Qualidade da água	Armazenamento de água	Gestão Int. Rec. Hídricos	Universalização do Saneamento	Uso do Solo	Segurança Hídrica	Educação Ambiental	Comunicação Social
Cadastro/Outorga Usuários	0											
Rede de monitoramento		0										
Enquadramento			0									
Cobrança pelo Uso da Água				0								
Qualidade da água					0							
Armazenamento de água						0						
Gestão Int. Rec. Hídricos							0					
Universalização do Saneamento								0				
Uso do Solo									0			
Segurança Hídrica										0		
Educação Ambiental											0	
Comunicação Social												0

Fonte: Elaboração própria.

Os participantes da oficina foram divididos em quatro grupos, sendo utilizado um critério de localização na sala por iniciativa da própria plenária. A matriz deveria ser preenchida com 0, 1, 2, 3 ou 4 sobre a influência de uma variável em relação a outra, sendo:

- 0 - Não existe influência;
- 1 - Influência fraca;
- 2 - Influência moderada;
- 3 - Influência forte.
- 4 – Influência potencial, não observada atualmente

Para cada par de variáveis, foram colocadas as seguintes questões: existe uma relação de influência direta entre a variável i (linha) e a variável j (coluna)? Se não, atribuiu-se uma notação de 0; caso contrário, pergunta-se se esta relação de influência direta era fraca (1), média (2), forte (3) ou potencial (4)? Um exemplo de influência de variáveis foi apresentado e, a partir da manifestação da plenária que o método havia sido compreendido, foi iniciada a discussão dos quatro grupos para o preenchimento das matrizes. Assim, ao final da oficina, foram

produzidas quatro matrizes, reproduzindo a visão de cada um dos quatro grupos sobre as variáveis propostas.

6.1.2.3 O trabalho pós-oficina

A identificação das variáveis-chave foi realizada pelo método MICMAC. As variáveis-chave são as variáveis essenciais à evolução do sistema. A sua identificação é realizada inicialmente por uma classificação direta (fácil de realizar) e depois por uma classificação indireta (dita MICMAC, ou seja, Matriz de Impactos Cruzados - Multiplicações Aplicadas a uma Classificação). A classificação indireta é obtida após a manipulação das matrizes, o que matematicamente significa a elevação da matriz à potência n igual ao número de linhas ou colunas.

A comparação da hierarquia das variáveis nas diferentes classificações (direta, indireta e potencial) é rica em ensinamentos. Permite confirmar a importância de certas variáveis e, também, revelar variáveis que, em virtude das suas ações indiretas, desempenham um papel preponderante (e que a classificação direta não permite detectar).

A partir das planilhas de respostas, foi utilizado o software disponibilizado pelo *Institut d'Innovation Informatique pour l'Entreprise* sobre supervisão do *LIPSOR - Laboratory for Investigation in Prospective Strategy and Organization*. Os resultados do software permitem a elaboração de mapas de influência e dependência (ou motricidade e dependência). Calculando-se a influência (ou motricidade) média, é possível construir um gráfico cartesiano com a divisão em quatro quadrantes diferentes, como apresentado na **Figura 6.5**. Seguindo a classificação de variáveis apresentadas anteriormente, uma vez as variáveis inseridas no mapa de motricidade/dependência, verifica-se que:

- Variáveis localizadas no quadrante I são consideradas motrizes;
- Variáveis localizadas no quadrante II são consideradas de ligação;
- Variáveis localizadas no quadrante III são consideradas autônomas ou independentes;
- Variáveis localizadas no quadrante IV são consideradas dependentes.

Assim, as variáveis estratégicas estão localizadas nos quadrantes I e II e estas devem ser priorizadas. As variáveis motrizes (quadrante I) condicionam todo o sistema, pois são variáveis muito motrizes (ou influentes) e pouco dependentes. As variáveis de ligação têm como característica que qualquer ação sobre elas terá repercussão sobre as outras variáveis e um efeito de retorno sobre si mesmas, ampliando ou atenuando a ação inicial (variáveis ao mesmo tempo muito influentes e muito dependentes).

As variáveis do quadrante III podem ser excluídas do planejamento ou ter sua implantação adiada, pois não apresentam influência notável no sistema e ocorrerão com ou sem ação direta. As variáveis do quadrante IV têm sua evolução explicada pela ação das variáveis dos quadrantes I e II. São muito dependentes dessas, sendo, portanto, secundárias em importância.

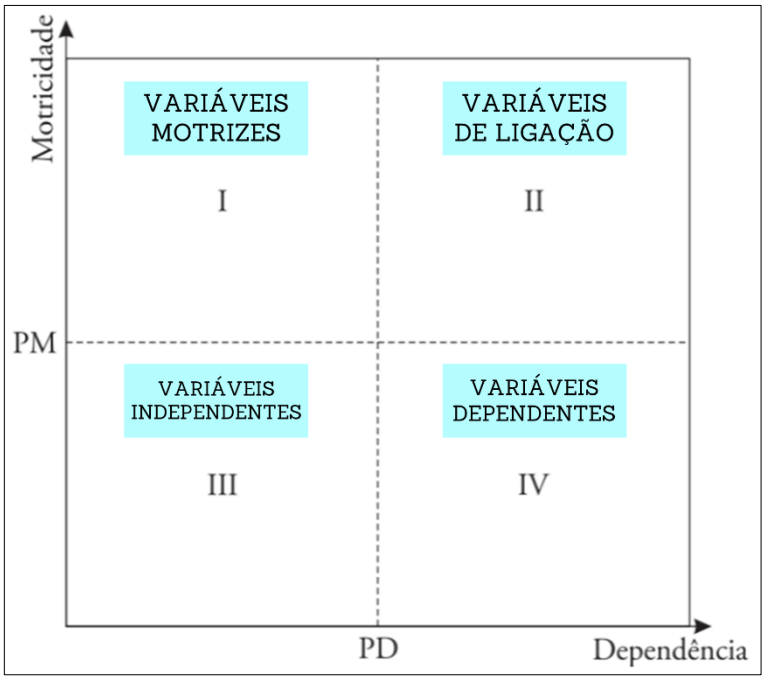


Figura 6.5 - Descrição do mapa de influência e dependência.

O software gera quatro mapas de saída: (i) Influência/dependência direta, (ii) Influência/dependência indireta, (iii) Influência/dependência potencial direta e (iv) Influência/dependência potencial indireta. O mapa de influência direta é o que apresenta os dados de entrada, que é obtida pela manifestação dos atores convidados. As demais são obtidas pela multiplicação das matrizes diretas e permitem a análise mais aprofundada do sistema.

Comparando-se os mapas, pode-se avaliar o deslocamento das variáveis entre a análise da influência direta e indireta, o que permite a melhor avaliação da importância de cada uma, considerando que há influência entre as diferentes variáveis que podem amplificar o papel de cada uma. O deslocamento também pode ser avaliado a partir das listas de influências.

6.1.3 Resultados

As variáveis receberam identificadores para facilitar sua visualização nos mapas, a saber: Cadastro ou outorga/número de cadastros: Cad; Rede de monitoramento: Rede; Enquadramento: Enq; Cobrança pelo Uso da Água: Cob; Qualidade da água: Qual; Armazenamento de Água: Armaz; Gestão Integrada dos Recursos Hídricos: Gestão; Universalização do Saneamento: San; Uso do solo: Uso; Segurança Hídrica: Seg; Educação

ambiental: Edu; e Comunicação social: Com. Após a entrega das matrizes preenchidas, foi feita uma breve consolidação da oficina, com uma avaliação por parte dos participantes sobre o evento. As manifestações foram positivas, tanto em relação à proposta da oficina em si, como pelas metodologias utilizadas.

6.1.3.1 Grupo 1

A matriz de influência direta do Grupo 1 é apresentada na **Tabela 6.3** sendo que o mapa de influência direta e dependência é apresentado na **Figura 6.6**.

Tabela 6.3 - Matriz de influência direta do Grupo 1.

Variáveis	Cad	Rede	Enq	Cob	Qual	Armaz	Gestao	San	Uso	Seg	Edu	Com
Cad	0	0	2	3	0	0	0	1	2	3	0	0
Rede	2	0	3	3	0	3	3	3	3	3	0	1
Enq	3	3	0	3	3	0	3	2	2	2	0	1
Cob	0	0	0	0	0	0	3	0	1	2	0	0
Qual	3	0	3	0	0	0	3	1	2	2	0	4
Armaz	3	0	4	4	2	0	3	3	2	3	0	0
Gestao	3	3	3	3	0	2	0	3	3	3	2	3
San	2	0	3	2	3	3	3	0	0	1	0	0
Uso	2	4	0	0	3	2	2	2	0	1	0	0
Seg	3	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0
Edu	3	0	0	0	3	3	3	3	3	3	0	0
Com	2	4	0	0	2	2	2	0	0	4	3	0

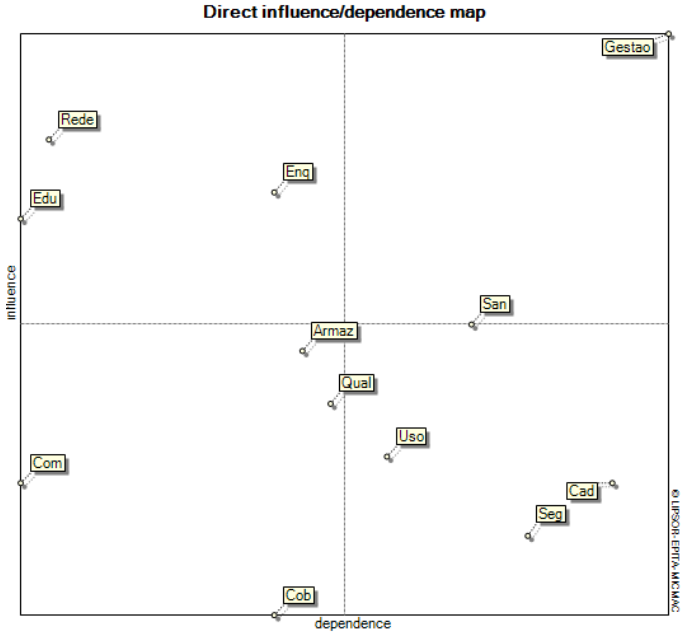


Figura 6.6 - Mapa de Influência e Dependência do Grupo 1.

Pela visão do Grupo 1, as variáveis Rede, Educação Ambiental e Enquadramento são motrizes e a variável Gestão Integrada dos Recursos Hídricos é de ligação. Analisando o gráfico de influência direta, **Figura 6.7**, observa-se que existiria uma forte influência da Educação Ambiental na Universalização do Saneamento, na Segurança Hídrica e no Uso do Solo. Por sua vez, a Comunicação Social influenciaria a Educação Ambiental. O Enquadramento e a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos têm influência bidirecional.

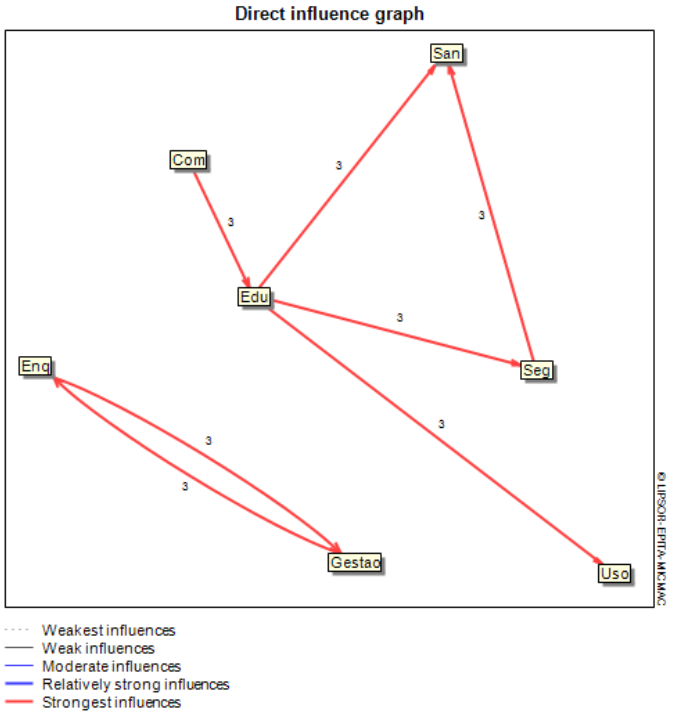


Figura 6.7 - Gráfico de Influência Direta Grupo 1.

Analisando a influência indireta, a variável Enquadramento passa a ser de ligação, junto com a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos e a Universalização do Saneamento (**Figura 6.8**). A Gestão Integrada dos Recursos Hídricos passa a influenciar fortemente o Cadastro/outorga de usuários (**Figura 6.9**), sendo por sua vez influenciada pela Educação Ambiental, pelo Enquadramento e pela Rede de Monitoramento. A Segurança Hídrica e a Universalização do Saneamento dependem da Gestão Integrada dos Recursos Hídricos.

Figura 6.8 - Mapa de influência e dependência indireta Grupo 1.

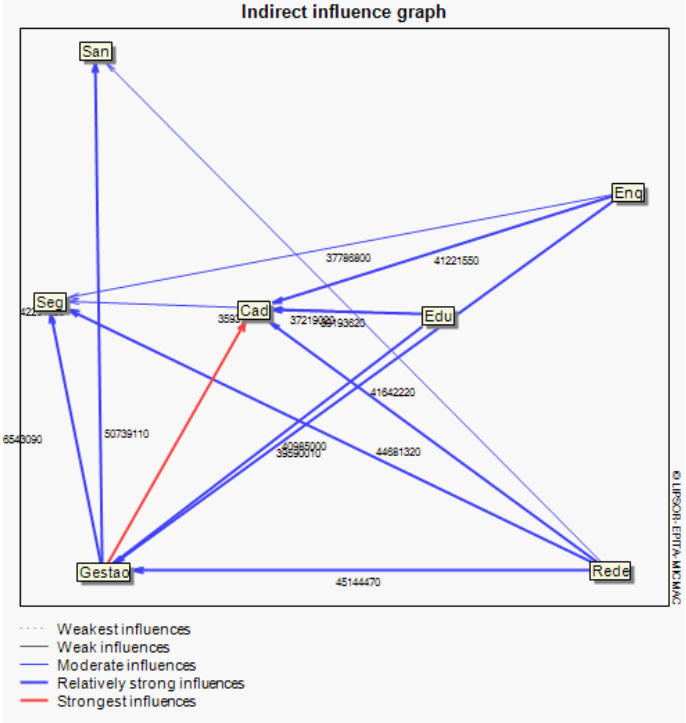


Figura 6.9 - Gráfico de influência indireta Grupo 1.

Comparando-se as influências direta e indireta (**Figura 6.10**), observa-se o deslocamento significativo do Enquadramento, Rede de Monitoramento e da Segurança Hídrica (aumento de dependência) e do Cadastro/outorga de usuários (aumento de influência).

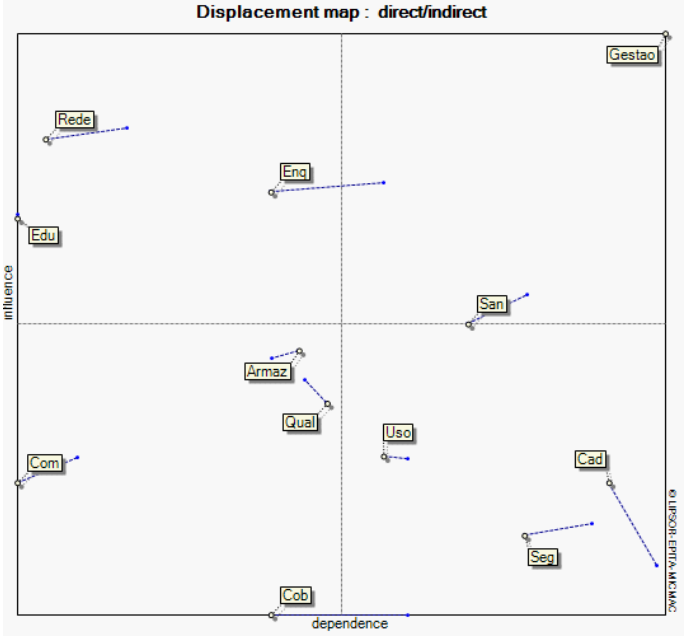


Figura 6.10 - Mapa de deslocamento de variáveis direta/indireta Grupo 1.

Já o mapa da influência e dependência potencial (**Figura 6.11**) mostra que as variáveis motrizes seriam Educação Ambiental, Rede de Monitoramento e Armazenamento de Água seriam motrizes e Enquadramento e Gestão Integrada dos Recursos Hídricos seria variáveis de ligação. Universalização do Saneamento, Qualidade da Água e Comunicação Social estão no limite dos quadrantes III e IV, demonstrando um potencial aumento de influência.

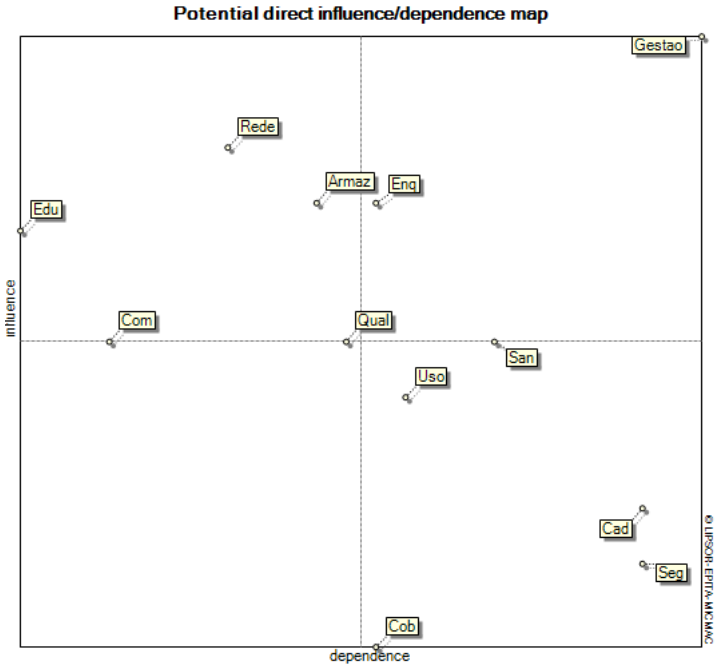


Figura 6.11 - Mapa de Influência e Dependência Potencial Grupo 1.

A **Figura 6.12** apresenta a classificação das variáveis em um ranking de influência, possibilitando verificar a ascensão e queda de variáveis entre a classificação direta e indireta.

As variáveis Comunicação Social e Segurança Hídrica têm aumento de influência, ao contrário das variáveis Uso do Solo e Cadastro/outorga de usuários. As seis variáveis mais importantes são Gestão Integrada dos Recursos Hídricos, Rede de Monitoramento, Enquadramento, Educação Ambiental, Universalização do Saneamento e Armazenamento de Água (**Figura 6.12**).

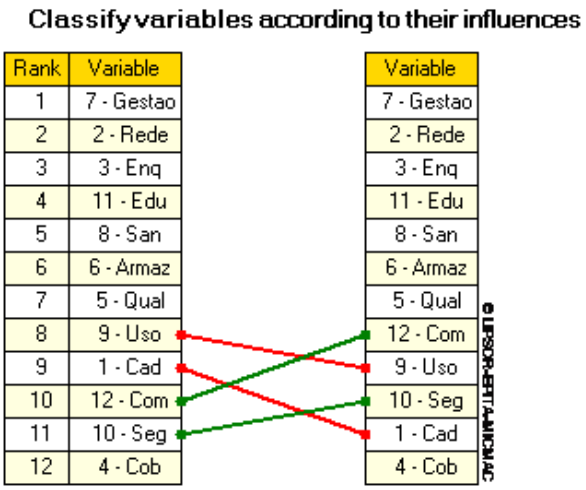


Figura 6.12 - Classificação das variáveis de acordo com a influência direta/indireta Grupo 1.

Pela **Figura 6.13**, por último, observa-se que a variável Gestão Integrada dos Recursos Hídricos tem influência de três variáveis: Armazenamento de Água, Enquadramento, Rede de Monitoramento e Educação Ambiental. As variáveis Segurança Hídrica e Cadastro/outorga de usuários não apresentam influência sobre outas variáveis.

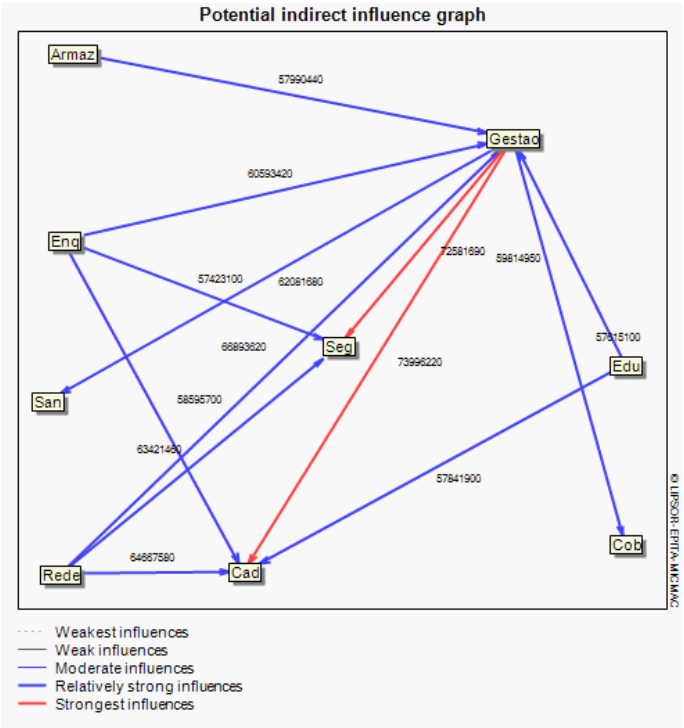


Figura 6.13 - Gráfico de influência potencial Grupo 1.

A análise de influência potencial indireta não apresenta variáveis autônomas, todas têm um grau de dependência ou influência acima da média. Cobrança pelo Uso da Água, Cadastro/outorga de usuários e Segurança Hídrica dependeriam das outras variáveis e não teriam influência significativa. As variáveis motrizes seriam Educação Ambiental, Comunicação Social, Qualidade da água, Armazenamento de Água e Rede de Monitoramento, enquanto as variáveis Gestão Integrada dos Recursos Hídricos, Enquadramento e Universalização do Saneamento seriam de Ligação (**Figura 6.14**).

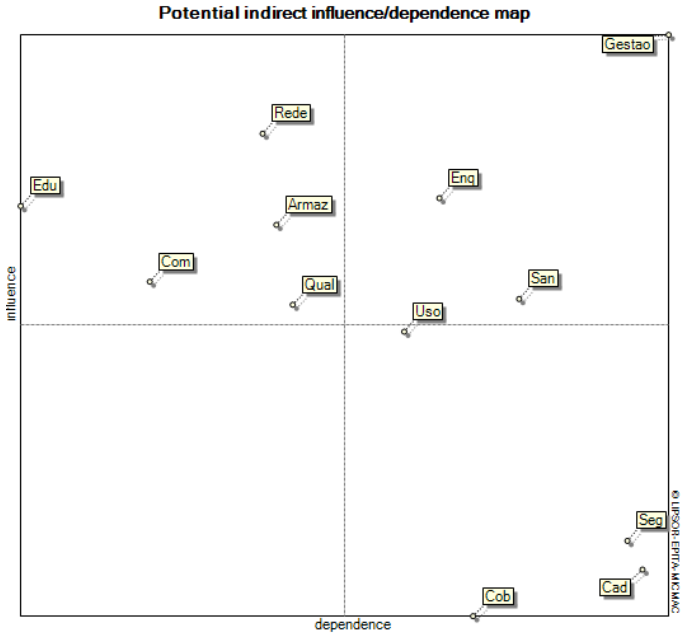


Figura 6.14 - Mapa de influência e dependência potencial indireta Grupo 1.

6.1.3.2 Grupo 2

A matriz de influência direta do Grupo 1 é apresentada na **Tabela 6.4** sendo que o mapa de influência direta e dependência é apresentado na **Figura 6.6**.

Tabela 6.4 - Matriz de influência direta do Grupo 2.

Variáveis	Cad	Rede	Enq	Cob	Qual	Armaz	Gestao	San	Uso	Seg	Edu	Com
Cad	0	2	0	3	1	0	3	0	0	0	0	0
Rede	2	0	3	0	0	3	3	4	1	2	1	2
Enq	3	2	0	3	3	4	3	2	4	3	1	2
Cob	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	0	0
Qual	0	2	3	0	0	4	2	2	2	2	2	4
Armaz	0	0	0	1	0	0	3	0	0	3	0	0
Gestao	3	3	3	1	3	3	0	2	2	3	3	3
San	0	0	2	0	3	2	2	0	2	3	4	4
Uso	1	0	1	0	2	0	3	4	0	2	0	0
Seg	2	2	2	3	3	3	3	2	2	0	1	1

Variáveis	Cad	Rede	Enq	Cob	Qual	Armaz	Gestao	San	Uso	Seg	Edu	Com
Edu	0	0	2	0	3	2	3	3	3	3	0	3
Com	4	2	1	0	1	1	2	0	2	2	3	0

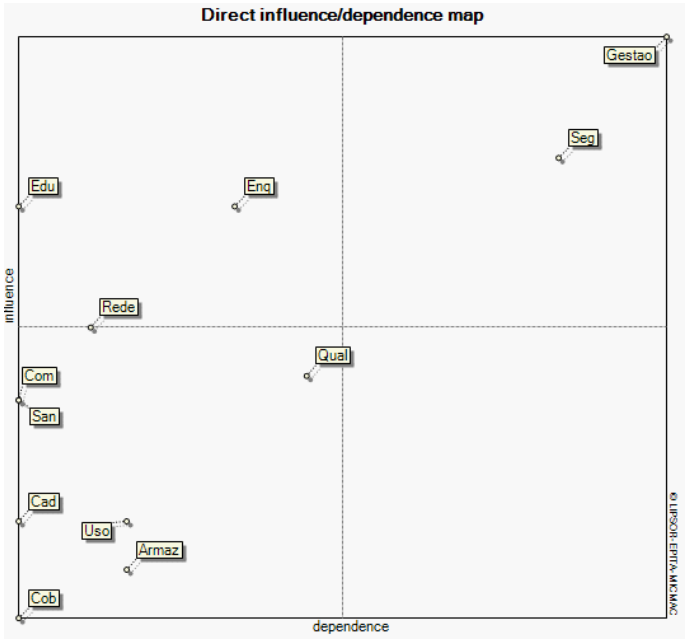


Figura 6.15 - Mapa de Influência e Dependência do Grupo 2.

Pelo mapa, observa-se que as variáveis motrizes seriam Educação Ambiental e Enquadramento, enquanto Gestão Integrada dos Recursos Hídricos e Segurança Hídrica seriam as de Ligação. As autônomas seriam todas as demais. A **Figura 6.16** apresenta as relações de influência direta entre as variáveis. Observa-se que a Educação Ambiental influencia a Segurança Hídrica, a Comunicação Social e o Uso do solo. O Enquadramento influencia a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos, que tem relação bidirecional com a Rede de Monitoramento.

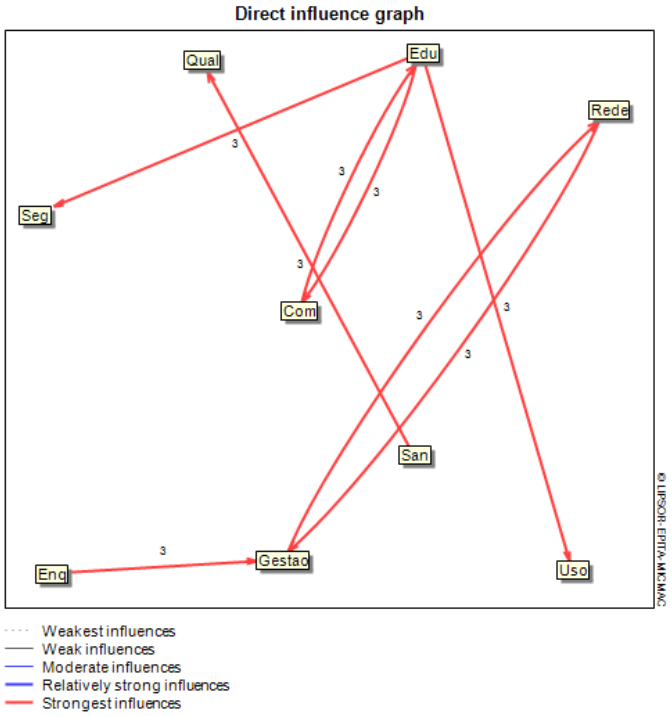


Figura 6.16 - Gráfico de Influência Direta Grupo 2.

Passando para a análise indireta, observa-se o deslocamento da variável Rede para as variáveis motrizes e a variável Qualidade da Água para o limite do grupo de variáveis de Ligação.

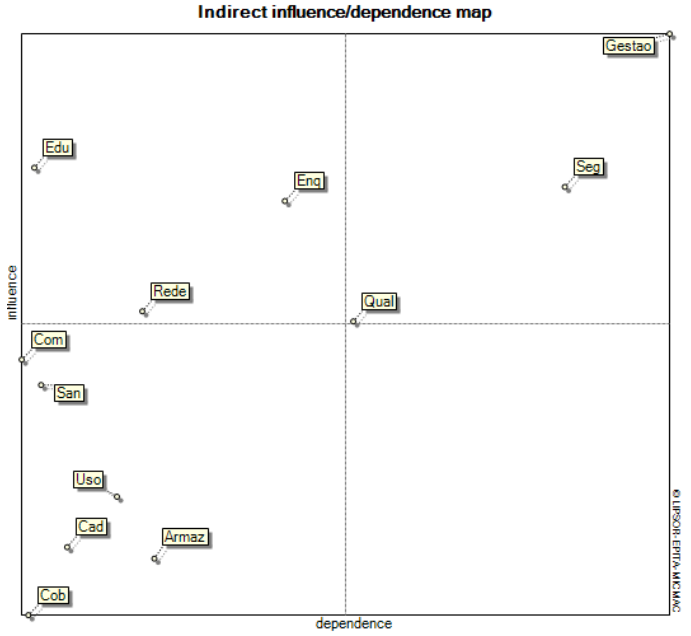


Figura 6.17 - Mapa de influência e dependência indireta Grupo 2.

O gráfico de influência indireta (**Figura 6.17**) mostra a forte influência da Gestão Integrada dos Recursos Hídricos sobre a Segurança Hídrica e influência relativamente forte sobre a Qualidade da Água, sendo que a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos é influenciada pelo Enquadramento, pela Educação Ambiental e pela Rede de Monitoramento.

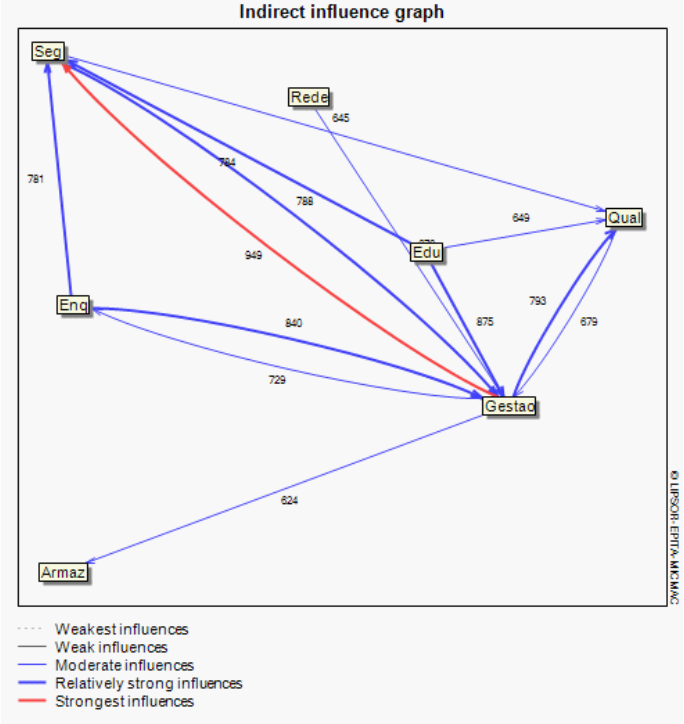


Figura 6.18 - Gráfico de influência indireta Grupo 2.

Os deslocamentos das variáveis entre a análise direta e indireta são pequenos, destacando-se o da Qualidade da Água, que passa de autônoma para de Ligação. A Educação Ambiental ganha importância, assim como a Comunicação Social e Uso do Solo, sendo que a Segurança Hídrica, o Enquadramento e o Cadastro/outorga de usuários perdem um pouco de influência (**Figura 6.18**).

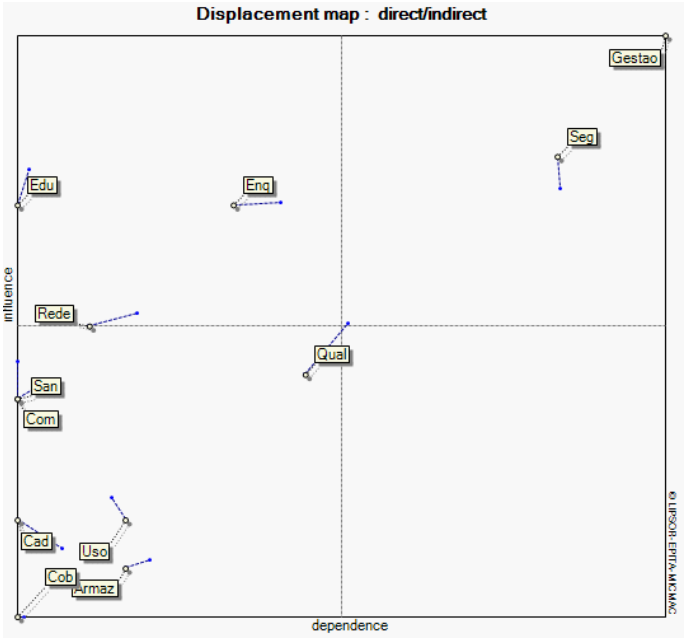


Figura 6.19 - Mapa de deslocamento de variáveis direta/indireta Grupo 2.

As seis variáveis mais importantes são Gestão Integrada dos Recursos Hídricos, Educação Ambiental, Segurança Hídrica, Enquadramento, Rede de Monitoramento e Qualidade da Água (**Figura 6.19**).

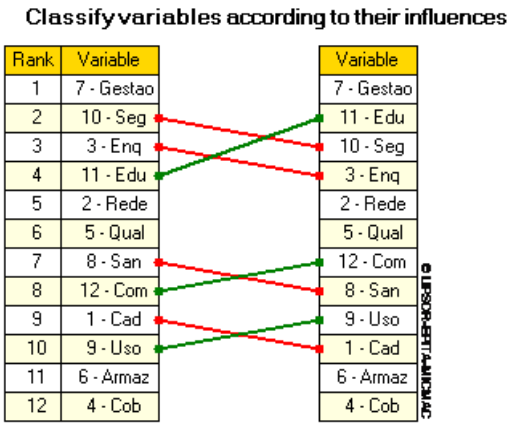


Figura 6.20 - Classificação das variáveis de acordo com a influência direta/indireta Grupo 2.

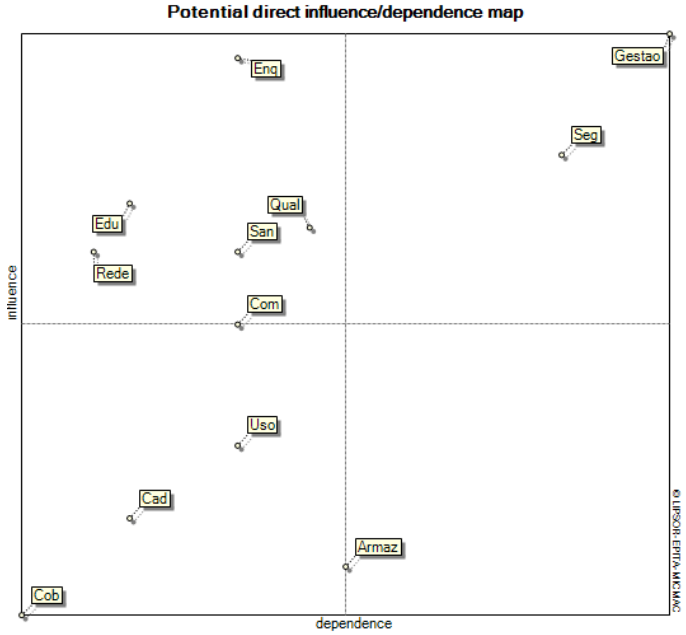


Figura 6.21 - Mapa de influência e dependência potencial Grupo 2.

Passando para a análise potencial direta, o grupo de variáveis motrizes sobe para cinco: Enquadramento, Educação Ambiental, Rede de Monitoramento, Qualidade da Água e Universalização do Saneamento, mantendo-se as variáveis de Gestão Integrada dos Recursos Hídricos e Segurança Hídrica como de Ligação.

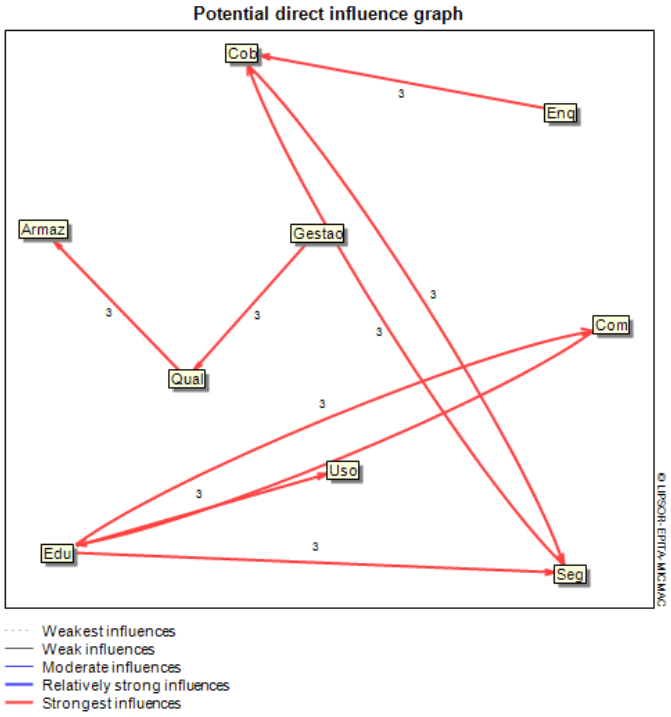


Figura 6.22 - Gráfico de influência potencial Grupo 2.

O gráfico de influência potencial direta mostra a importância da Educação Ambiental, que tem forte influência sobre Segurança Hídrica, Comunicação Social e Uso do Solo. O Enquadramento influência a Cobrança pelo Uso da Água, que influencia e é influenciada pela Segurança Hídrica (**Figura 6.22**).

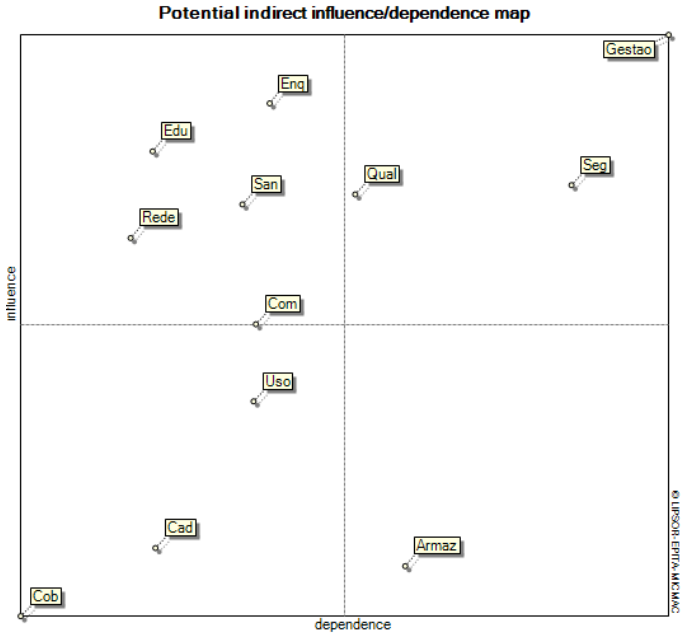


Figura 6.23 - Mapa de influência e dependência potencial indireta Grupo 2.

Por fim, a análise da influência e dependência potencial indireta reduz as variáveis motrizes para quatro (Enquadramento, Educação, Universalização de Saneamento e Rede de

Monitoramento), sendo que a Qualidade da Água passa a ser de Ligação, junto com a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos e Segurança Hídrica.

A **Figura 6.23** coloca a variável Gestão Integrada dos Recursos Hídricos como dependente das variáveis Rede, Enquadramento, Educação Ambiental, Universalização do Saneamento, Segurança Hídrica e Qualidade da Água. Por sua vez, influencia a Segurança Hídrica e o Armazenamento de Água.

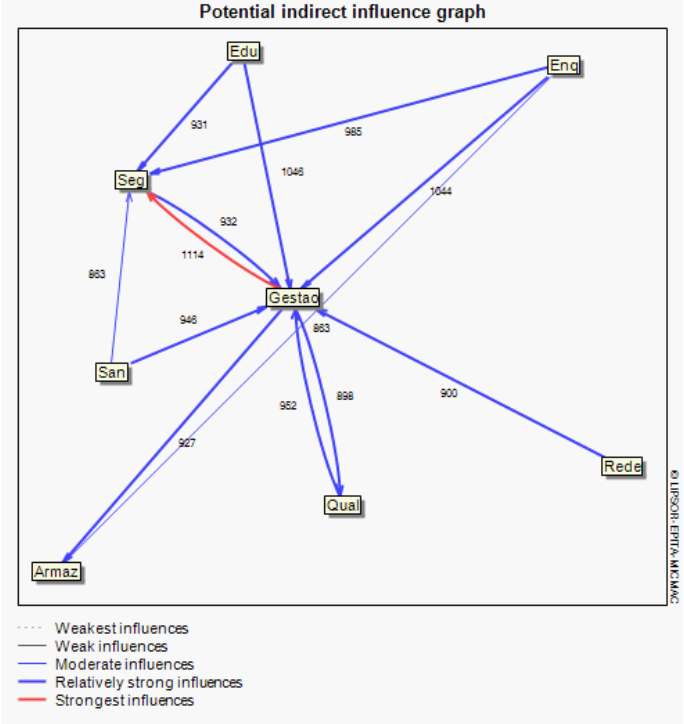


Figura 6.24 - Gráfico de influência potencial indireta - Grupo 2

6.1.3.3 Grupo 3

A **Tabela 6.5** apresenta o resultado entregue pelo Grupo 3. Observa-se que não há nenhuma resposta quatro, ou seja, nenhuma influência foi classificada como potencial.

Tabela 6.5 - Matriz de influência direta Grupo 3.

Variáveis	Cad	Rede	Enq	Cob	Qual	Armaz	Gestao	San	Uso	Seg	Edu	Com
Cad	0	3	1	3	0	0	0	0	0	3	0	0
Rede	1	0	2	0	0	0	3	2	0	2	0	2
Enq	3	0	0	2	3	0	3	3	1	0	0	1
Cob	0	1	0	0	0	1	3	0	0	3	1	0
Qual	3	0	3	0	0	3	3	3	2	2	0	0
Armaz	3	0	0	2	2	0	3	3	3	3	0	0
Gestao	3	3	1	3	3	3	0	3	3	3	3	3
San	2	2	3	0	3	0	3	0	2	3	3	3

Variáveis	Cad	Rede	Enq	Cob	Qual	Armaz	Gestao	San	Uso	Seg	Edu	Com
Uso	1	0	0	0	3	0	2	0	0	2	0	0
Seg	3	2	2	3	3	3	3	3	3	0	1	1
Edu	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3
Com	3	0	0	2	3	2	3	3	2	2	3	0

A saída do software MicMac resulta no mapa de influência e dependência direta (**Figura 6.25**). De acordo com o Grupo 3, as variáveis motrizes seriam Educação Ambiental e Comunicação Social, enquanto as variáveis Gestão Integrada dos Recursos Hídricos, Segurança Hídrica e Universalização do Saneamento são as de Ligação. As variáveis autônomas seriam a Rede de Monitoramento, o Enquadramento, a Cobrança pelo Uso da Água, o Armazenamento de Água e o Uso do Solo. As variáveis Qualidade da Água e Cadastro/outorga de usuários seriam dependentes.

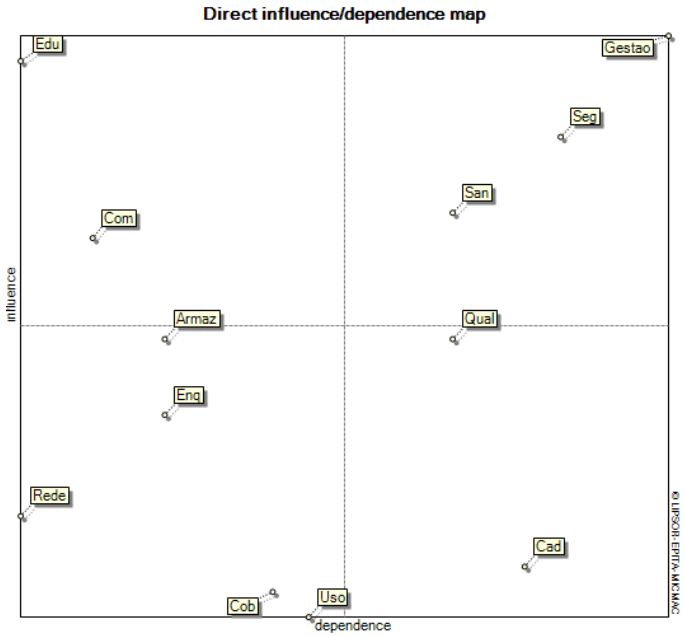


Figura 6.25 - Mapa de influência e dependência direta Grupo 3

O gráfico de influência (**Figura 6.25**) mostra dois grupos, um que tem a variável Educação como polo, influenciando Uso do Solo, Segurança Hídrica, Cadastro/outorga de usuários e Comunicação Social, sendo influenciada por essa. O outro grupo tem como polo o Enquadramento, que influencia a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos e a Universalização do Saneamento, sendo influenciado por essa.

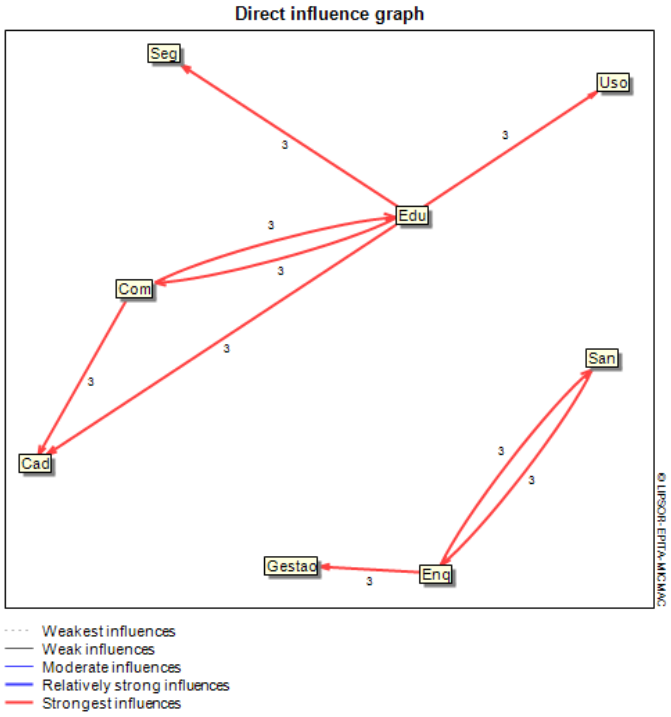


Figura 6.26 - Gráfico de influência direta Grupo 3.

Realizando a análise indireta, não se observa uma alteração no mapa das variáveis (**Figura 6.27**). A **Figura 6.28** mostra o aumento da importância da Educação Ambiental, que influencia a Qualidade da Água, a Segurança Hídrica, a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos, o Cadastro/outorga de usuários e a Universalização do Saneamento. A Gestão Integrada dos Recursos Hídricos influencia o Cadastro/outorga de usuários e a Segurança Hídrica, além da Qualidade da Água e a Universalização do Saneamento.

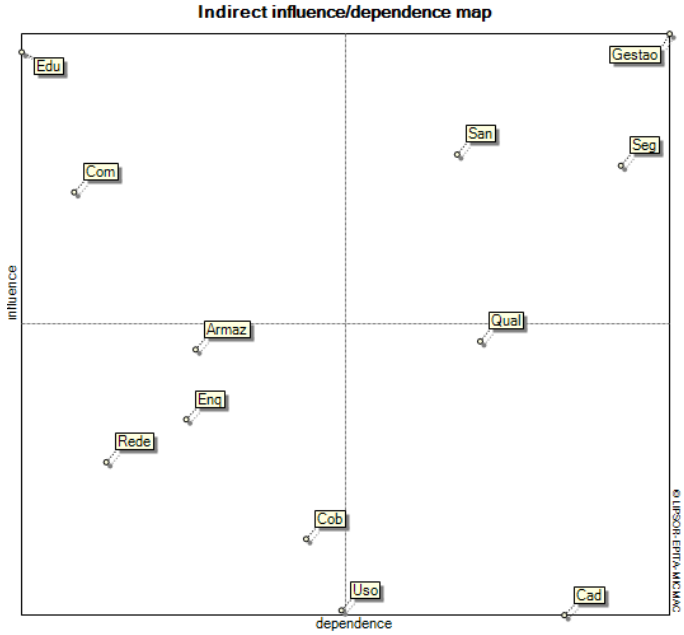


Figura 6.27 - Mapa de influência e dependência indireta Grupo 3.

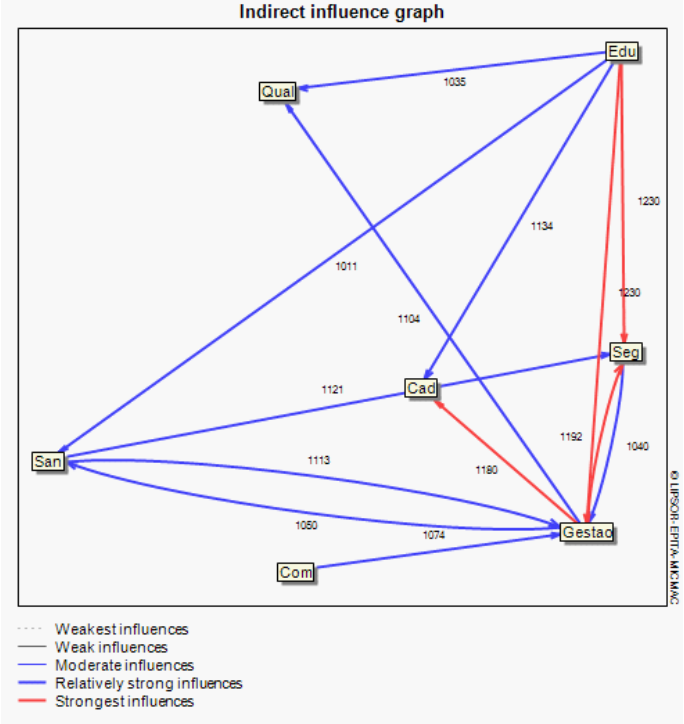


Figura 6.28 - Gráfico de influência indireta Grupo 3.

Os deslocamentos das variáveis (**Figura 6.28**) mostra que não haveria mudança de categoria das variáveis, pois todos os deslocamentos ocorrem dentro dos quadrantes. Há o aumento da influência das variáveis Comunicação Social, Universalização do Saneamento, Rede de Monitoramento, Cobrança pelo Uso da Água, enquanto o Cadastro/outorga de usuários e a Segurança Hídrica têm redução da influência. Esses deslocamentos também podem ser observados na **Figura 6.29**, que destaca a perda de duas posições para Cadastro/outorga de usuários.

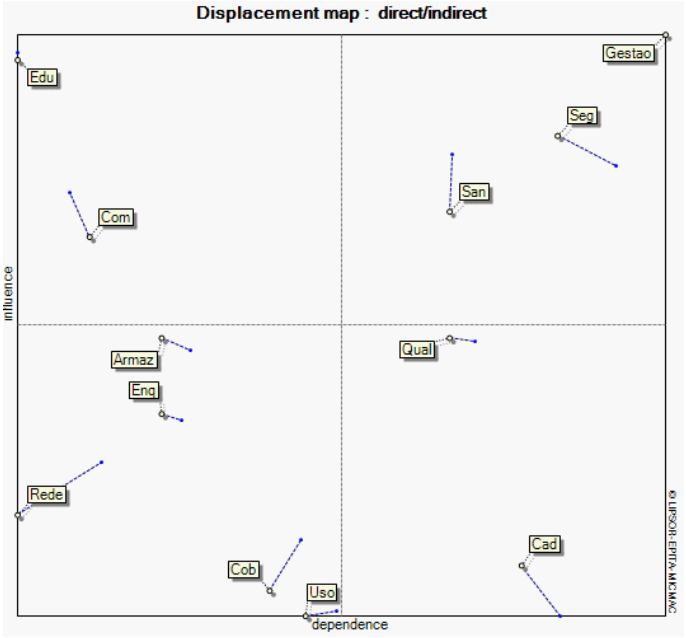


Figura 6.29 - Mapa de deslocamento de variáveis direta/indireta Grupo 3.

As seis variáveis mais importantes são Gestão Integrada dos Recursos Hídricos, Educação Ambiental, Universalização do Saneamento, Segurança Hídrica, Comunicação Social, Qualidade da Água e Armazenamento de Água (**Figura 6.30**).

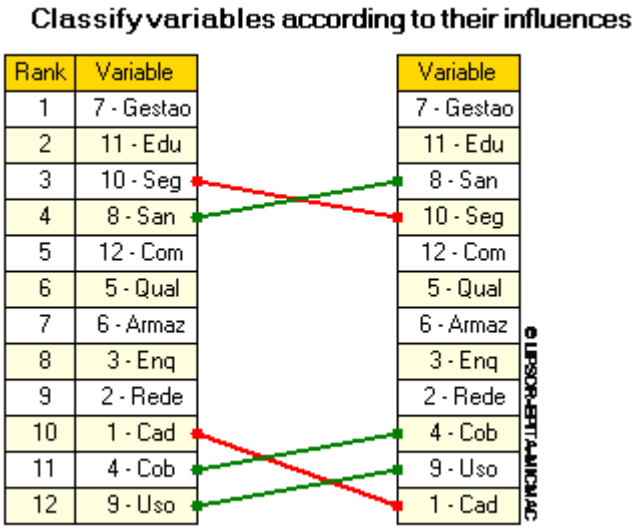


Figura 6.30 - Classificação das variáveis de acordo com a influência direta/indireta Grupo 3.

A análise do mapa de influência e dependência potencial direta mantem a Educação Ambiental e a Comunicação Social como motrizes e a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos, Segurança Hídrica e Universalização do Saneamento como de Ligação.

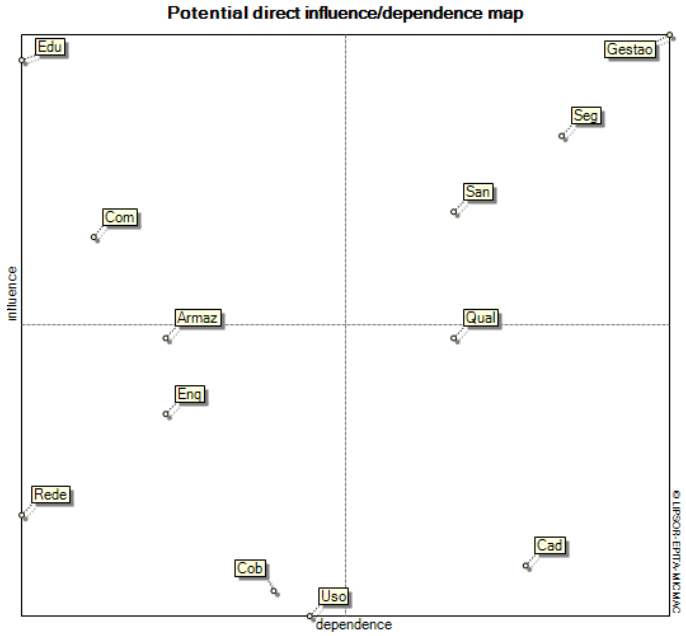


Figura 6.31 - Mapa de influência e dependência potencial Grupo 3.

O gráfico das influências potenciais diretas (**Figura 6.32**) traz a Educação Ambiental como um polo, que influencia o Cadastro/outorga de usuários, o Uso do Solo, a Segurança Hídrica e a Comunicação Social, sendo influenciada por essa.

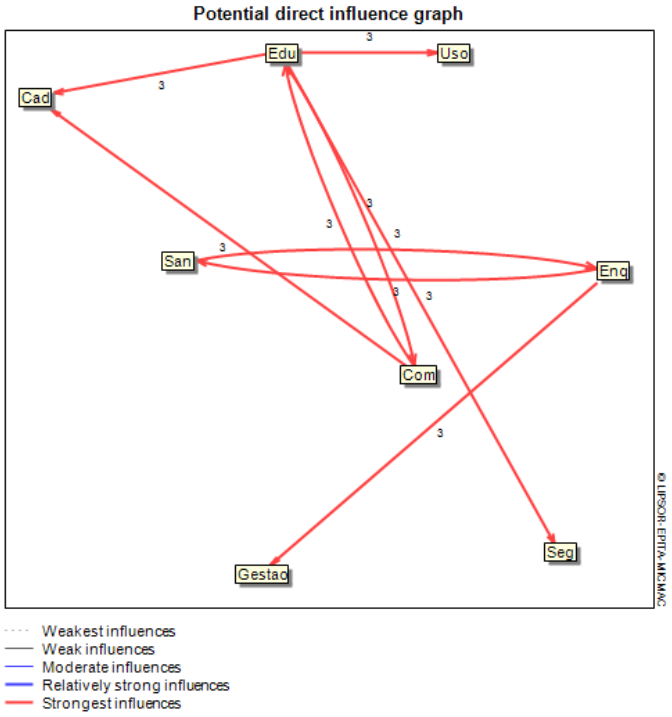


Figura 6.32 - Gráfico de influência potencial Grupo 3.

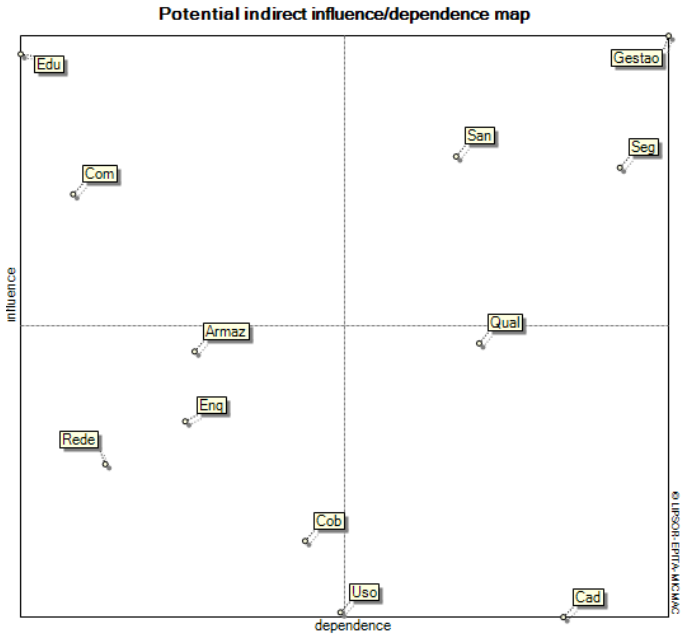


Figura 6.33 - Mapa de influência e dependência potencial indireta Grupo 3.

Por fim, a **Figura 6.34** traz o mapa de influência e dependência potencial indireta, que mantém as variáveis nos mesmos quadrantes. No entanto, a **Figura 6.33** traz a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos como um dos polos, influenciando a Segurança Hídrica, a Qualidade da Água, o Cadastro/outorga de usuários e a Universalização do Saneamento. Por sua vez, é influenciada pela Comunicação Social, pela Educação Ambiental e de forma bidirecional pela Segurança Hídrica e pela Universalização do Saneamento.

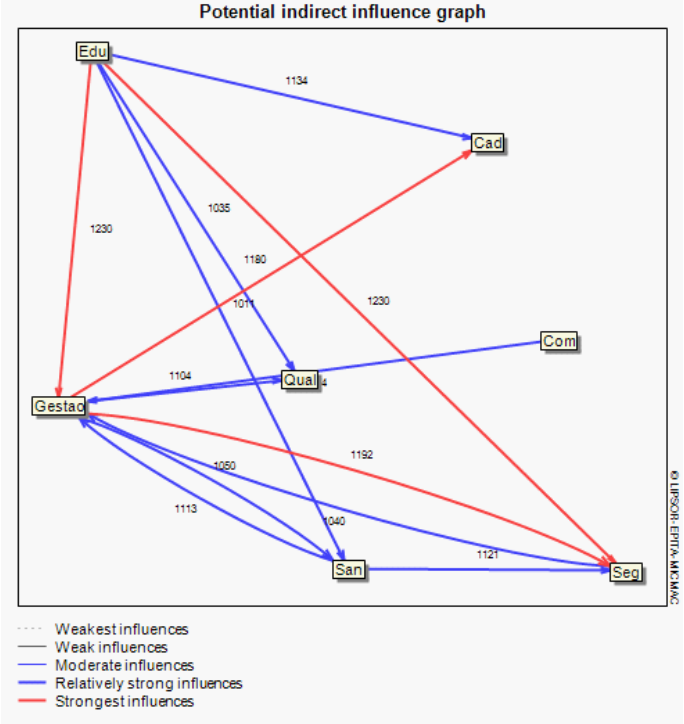


Figura 6.34 - Gráfico de influência potencial indireta Grupo 3.

6.1.3.4 Grupo 4

A **Tabela 6.6** apresenta os resultados do grupo. Diferentemente dos outros grupos, o Grupo 4 não assinalou nenhum zero e nenhum quatro.

Tabela 6.6 - Matriz de influência direta Grupo 4

Variáveis	Cad	Rede	Enq	Cob	Qual	Armaz	Gestao	San	Uso	Seg	Edu	Com
Cad	0	3	3	3	1	3	3	1	3	3	2	2
Rede	1	0	3	1	3	3	3	2	1	3	1	1
Enq	3	3	0	3	3	2	3	2	2	2	1	1
Cob	3	1	2	0	1	2	1	1	2	2	1	1
Qual	2	3	3	2	0	1	2	3	2	1	2	2
Armaz	3	2	2	1	1	0	3	2	1	3	2	2
Gestao	3	3	3	3	3	3	0	3	2	3	3	3
San	3	2	2	1	3	1	1	0	1	2	3	3
Uso	1	1	2	1	1	2	3	3	0	2	1	1
Seg	2	3	2	1	1	3	3	2	2	0	2	2
Edu	3	1	1	1	2	2	2	3	1	1	0	2
Com	3	1	1	1	2	2	2	3	1	1	2	0

Com essas respostas, não há variáveis motrizes na visão do grupo, sendo que existem três variáveis de ligação: Gestão Integrada dos Recursos Hídricos, Cadastro/outorga de usuários e Enquadramento.

As variáveis autônomas são Cobrança pelo Uso da Água (que está na origem do mapa, denotando baixíssimas influência e dependência das outras variáveis), Uso do solo, Educação Ambiental, Comunicação Social e Qualidade da Água. As variáveis dependentes são Segurança Hídrica, Rede de Monitoramento, Armazenamento de Água e Universalização do Saneamento. Pela visão do Grupo 4, o planejamento teria uma característica muito instável, pois as variáveis de Ligação são sensíveis e podem alterar os resultados para o sucesso e o fracasso com muita facilidade.

Figura 6.35 - Mapa de influência e dependência direta Grupo 4.

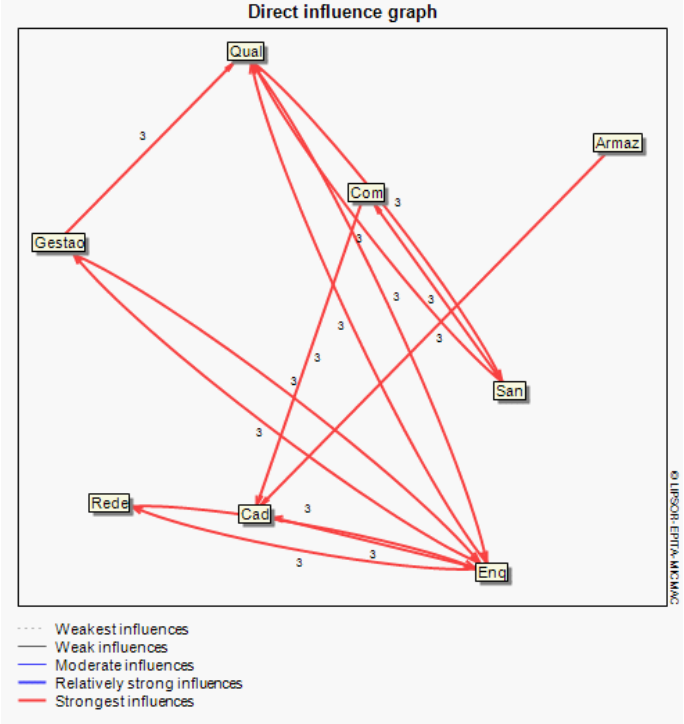


Figura 6.36 - Gráfico de influência direta Grupo 4.

A **Figura 6.36** mostra a relação de influência direta entre as variáveis. Verifica-se que as relações são de forte influência e existem muitas relações bidirecionais, sendo que apenas a variável Armazenamento de Água tem uma relação de influência direta e única com o Cadastro/outorga de usuários.

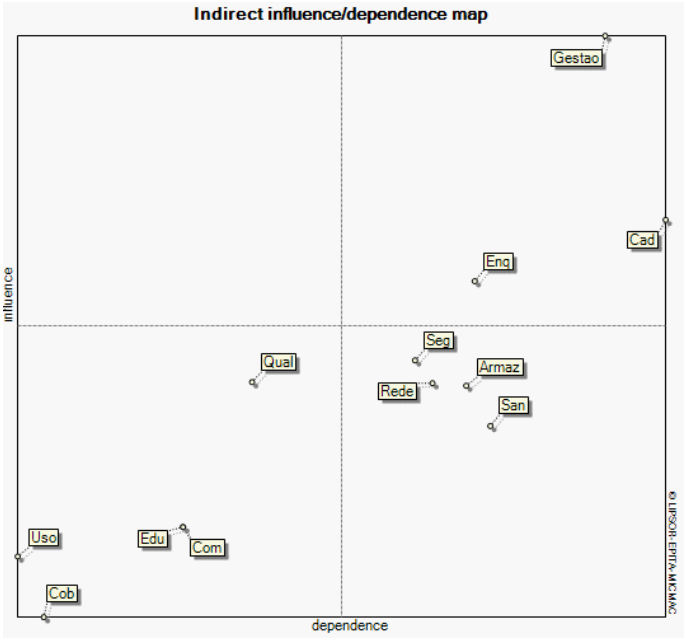


Figura 6.37 - Mapa de influência e dependência indireta Grupo 4.

Coerente com o preenchimento da matriz, a **Figura 6.37** mostra que as influências e dependências indiretas são muito parecidas com as influências e dependências diretas (**Figura 6.35**).

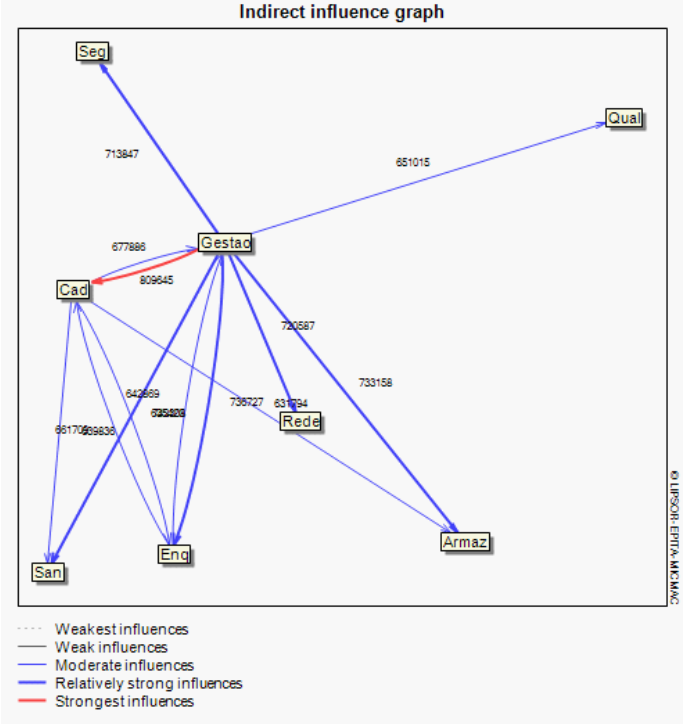


Figura 6.38 - Gráfico de influência indireta Grupo 4.

No entanto, o gráfico de influência indireta mostra uma redução da importância das influências (**Figura 6.38**). A Gestão Integrada dos Recursos Hídricos passa a ocupar um papel mais central influenciando a Segurança Hídrica, a Qualidade da Água, a Rede de Monitoramento, o Armazenamento de Água, a Rede de Monitoramento, o Enquadramento, a Universalização do Saneamento, o Cadastro/outorga de usuários e a Segurança Hídrica, sendo influenciada pelo Enquadramento e pelo Cadastro/outorga de usuários. Os deslocamentos das variáveis (**Figura 6.39**) são pequenos, tanto que apenas há a troca de posição entre duas variáveis, Segurança Hídrica e Qualidade da Água (**Figura 6.40**).

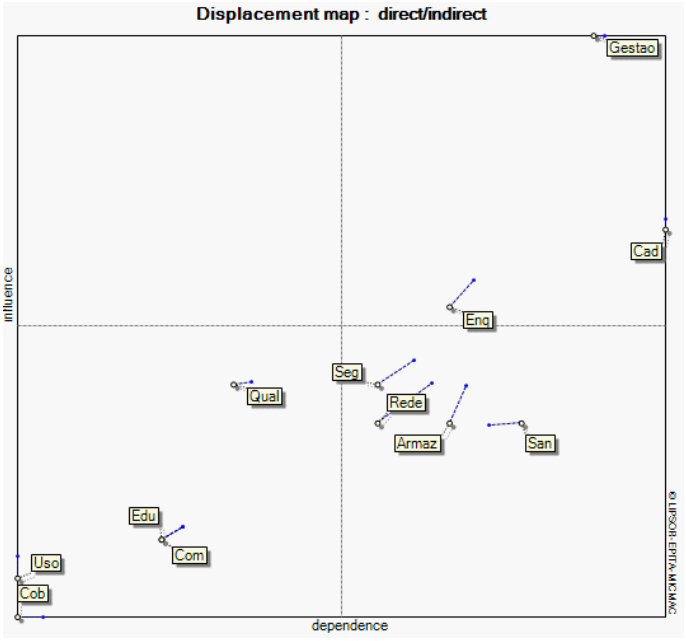
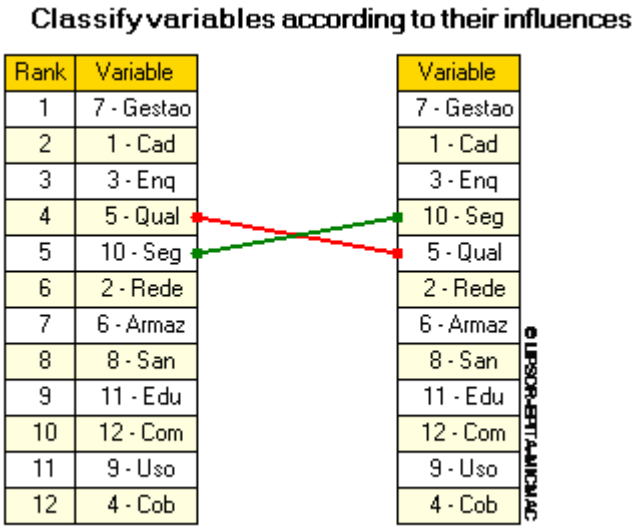


Figura 6.39 - Mapa de deslocamento de variáveis direta/indireta Grupo 4.

As seis variáveis mais importantes são Gestão Integrada dos Recursos Hídricos, Cadastro/outorga de usuários de Usuários, Enquadramento, Segurança Hídrica, Qualidade da Água e Rede de Monitoramento (**Figura 6.40**).



Classify variables according to their influences

Rank	Variable
1	7 - Gestao
2	1 - Cad
3	3 - Enq
4	5 - Qual
5	10 - Seg
6	2 - Rede
7	6 - Armaz
8	8 - San
9	11 - Edu
10	12 - Com
11	9 - Uso
12	4 - Cob

Variable
7 - Gestao
1 - Cad
3 - Enq
10 - Seg
5 - Qual
2 - Rede
6 - Armaz
8 - San
11 - Edu
12 - Com
9 - Uso
4 - Cob

Figura 6.40 - Classificação das variáveis de acordo com a influência direta/indireta Grupo 4.

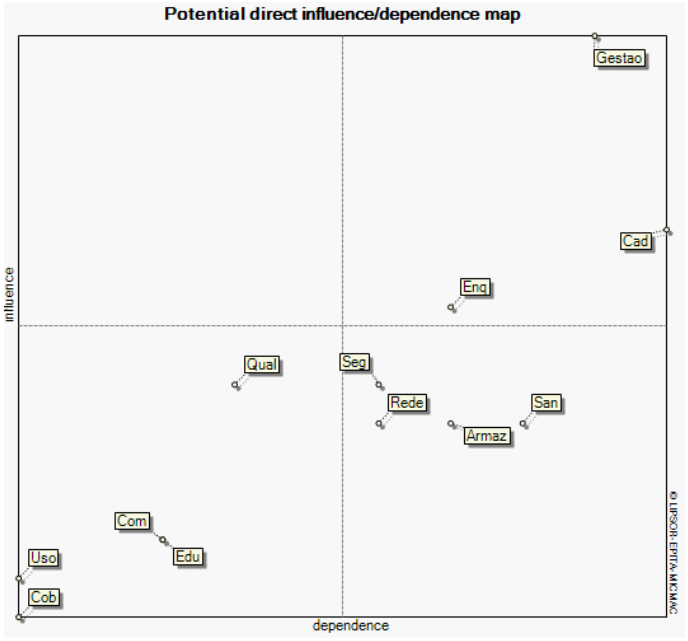


Figura 6.41 - Mapa de influência e dependência direta Grupo 4

Passando para a análise da influência e dependência potencial direta não há alteração do mapa (**Figura 6.41**). A análise do gráfico de influência (**Figura 6.42**) mostra uma posição central para o Enquadramento, mas que tem relações bidirecionais com Rede de Monitoramento, Gestão Integrada dos Recursos Hídricos e Qualidade da Água.

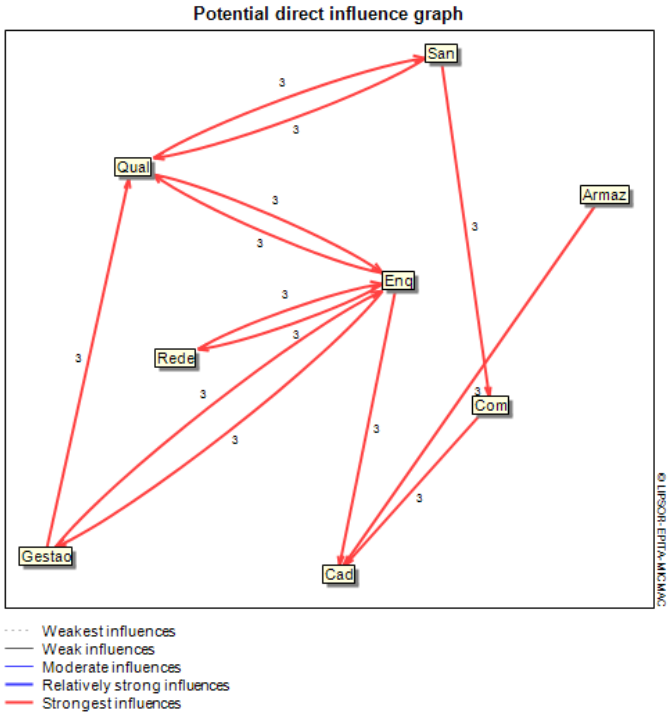


Figura 6.42 - Gráfico de influência potencial Grupo 4.

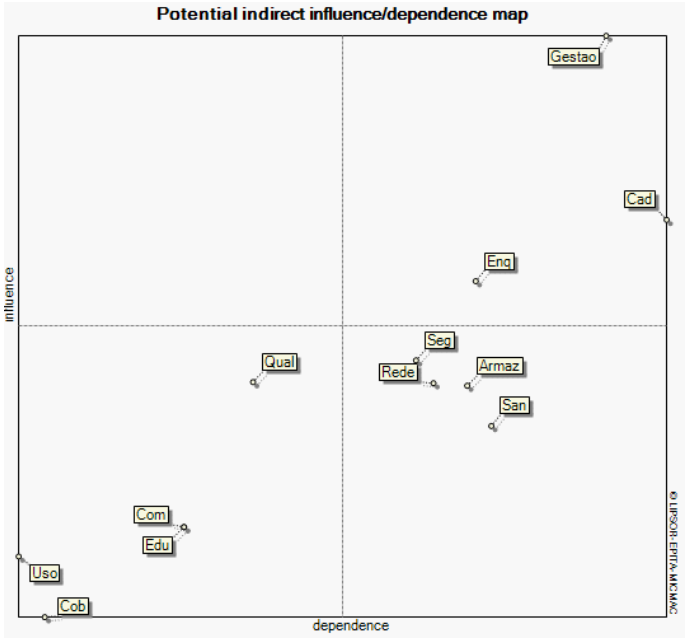


Figura 6.43 - Mapa de influência e dependência indireta do Grupo 4.

Por fim, o mapa de influência e dependência potencial indireta (**Figura 6.43**) mantem as variáveis nos mesmos quadrantes, mas a **Figura 6.44** coloca a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos no papel central, influenciando sete variáveis: Enquadramento, Qualidade da Água, Armazenamento de Água, Cadastro/outorga de usuários, Rede de Monitoramento, Segurança Hídrica e Universalização do Saneamento, sendo influenciada pelo Enquadramento e pelo Cadastro/outorga de usuários.

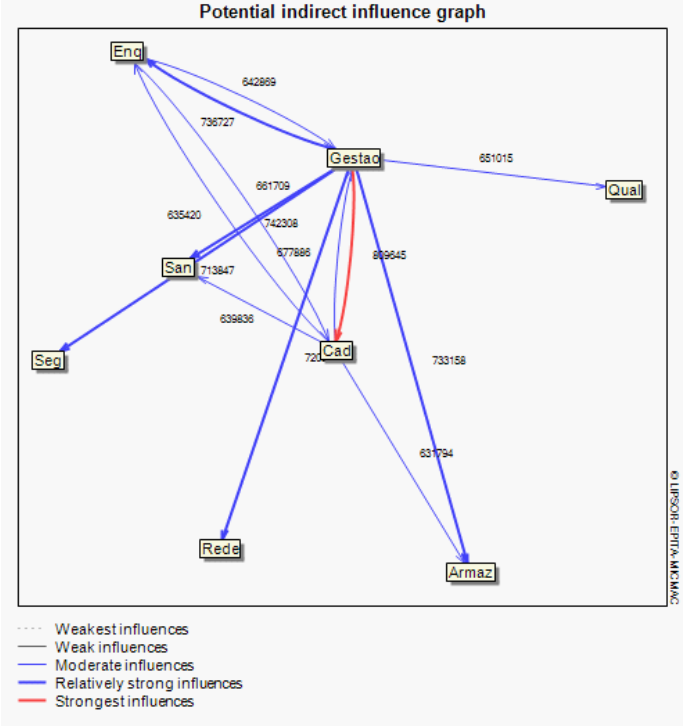


Figura 6.44 - Gráfico da influência potencial indireta Grupo 4.

6.1.4 Consolidação da pós-análise

Como os diferentes grupos tiveram resultados um pouco divergentes, especialmente nas influências potenciais e indiretas, foi realizada uma consolidação da oficina, com tratamento das planilhas pela moda, média ou consenso. As planilhas recebidas foram inseridas em uma outra planilha, que permitiu a obtenção de duas saídas distintas:

- A moda – foram calculadas as modas das séries de respostas, buscando sempre a resposta com maior número de ocorrências. No caso de igual ocorrência de duas ou mais respostas, opta-se pelo valor mais elevado;
- A média arredondada – calculou-se a média das respostas e depois se fez o arredondamento, sem casas decimais, para a obtenção dos valores centrais da distribuição;

6.1.4.1 Moda

Pela moda das respostas, as variáveis Educação Ambiental e Enquadramento seriam as motoras, sendo que Gestão Integrada dos Recursos Hídricos e Segurança Hídrica aparecem como variáveis de ligação. Por essa visão, o foco estaria em Educação Ambiental e no processo de Enquadramento, sendo que a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos e a Segurança Hídrica influenciariam ou seriam fortemente influenciadas pelo plano e sua implantação.

As variáveis dependentes seriam a Universalização do Saneamento, a Qualidade da Água e o Cadastro/outorga de usuários. Entre as independentes, destaca-se a Cobrança pelo Uso da Água, como não tendo nenhuma influência direta.

Observando a **Figura 6.45** verifica-se que a Segurança Hídrica é afetada pela Rede de Monitoramento e pela Educação Ambiental e essa é influenciada pela Comunicação Social, que também afeta a Universalização do Saneamento. A Educação Ambiental também influencia fortemente o Uso do Solo.

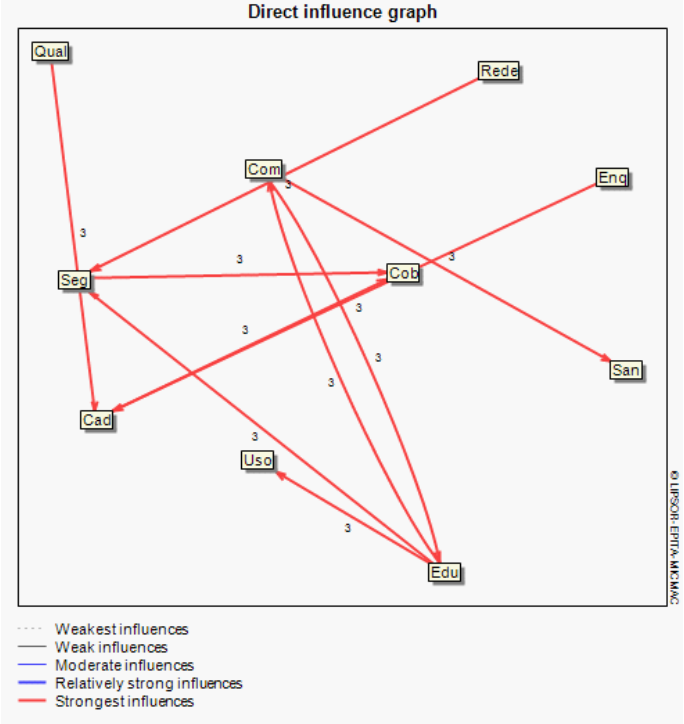


Figura 6.45 - Gráfico da influência direta da Moda das respostas.

Analisando a influência indireta, não há um deslocamento significativo das variáveis (**Figura 6.48**), sendo que nenhuma muda de quadrante (**Figura 6.45**) e algumas permanecem no mesmo ponto. O papel estratégico da Gestão Integrada dos Recursos Hídricos, no entanto, fica mais claro (**Figura 6.46**), influenciando e sendo influenciada pela Universalização do Saneamento, Enquadramento, Segurança Hídrica e Qualidade da Água. Só há uma troca de posição entre as variáveis de acordo com o grau de influência (**Figura 6.47**), mas em uma posição secundária.

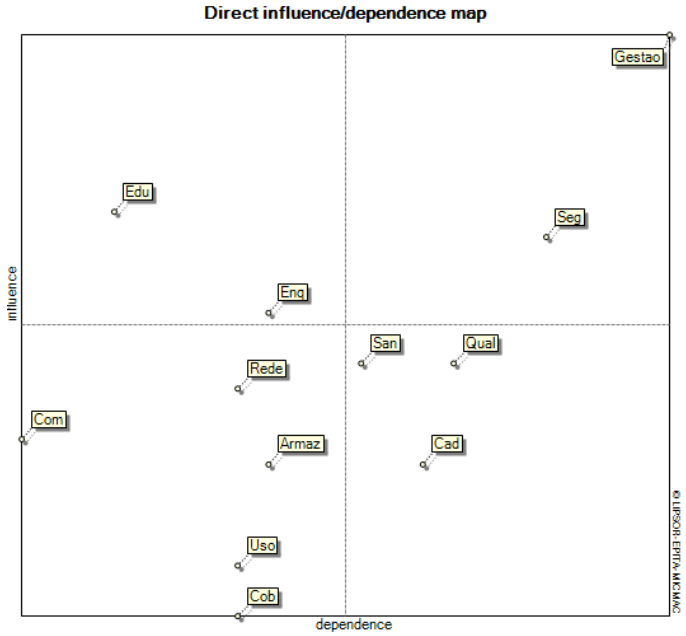


Figura 6.46 - Mapa de dependência e influência direta da Moda das respostas.

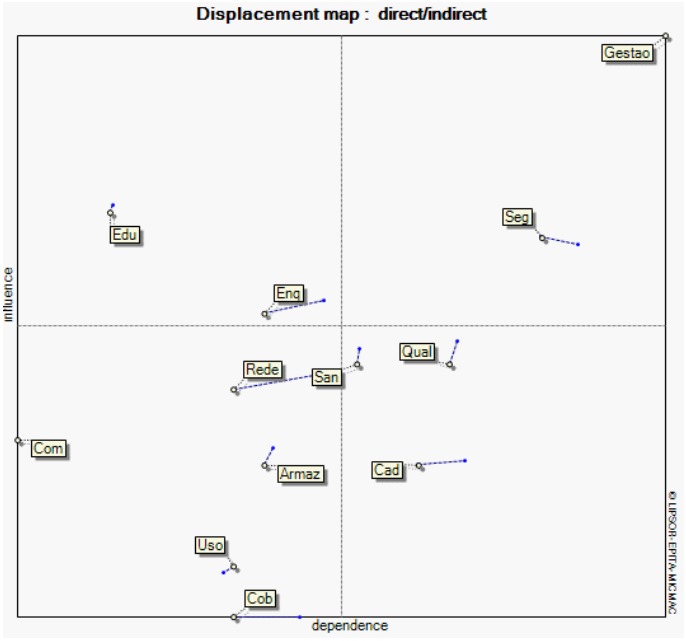


Figura 6.47 - Mapa de deslocamento direto/indireto da Moda das respostas.

Figura 6.48 - Mapa da influência e dependência indiretas da Moda das respostas.

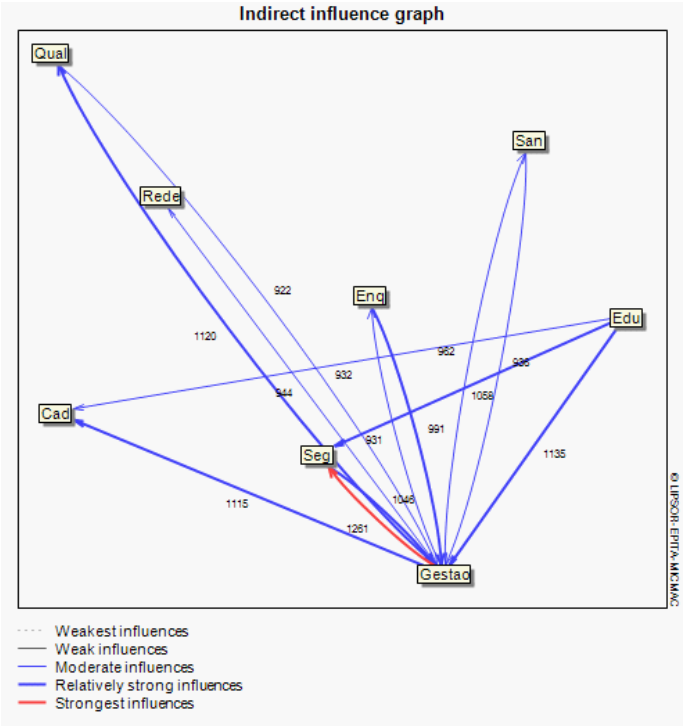


Figura 6.49 - Gráfico da influência indireta da Moda das repostas

As seis variáveis mais importantes são Gestão Integrada dos Recursos Hídricos, Educação Ambiental, Segurança Hídrica, Enquadramento, Qualidade da Água e Universalização do Saneamento (**Figura 6.50**).

Classify variables according to their influences

Rank	Variable
1	7 - Gestao
2	11 - Edu
3	10 - Seg
4	3 - Enq
5	5 - Qual
6	8 - San
7	2 - Rede
8	12 - Com
9	1 - Cad
10	6 - Armaz
11	9 - Uso
12	4 - Cob

Variable
7 - Gestao
11 - Edu
10 - Seg
3 - Enq
5 - Qual
8 - San
2 - Rede
12 - Com
6 - Armaz
1 - Cad
9 - Uso
4 - Cob

Figura 6.50 - Classificação das variáveis pela influência - Moda das respostas.

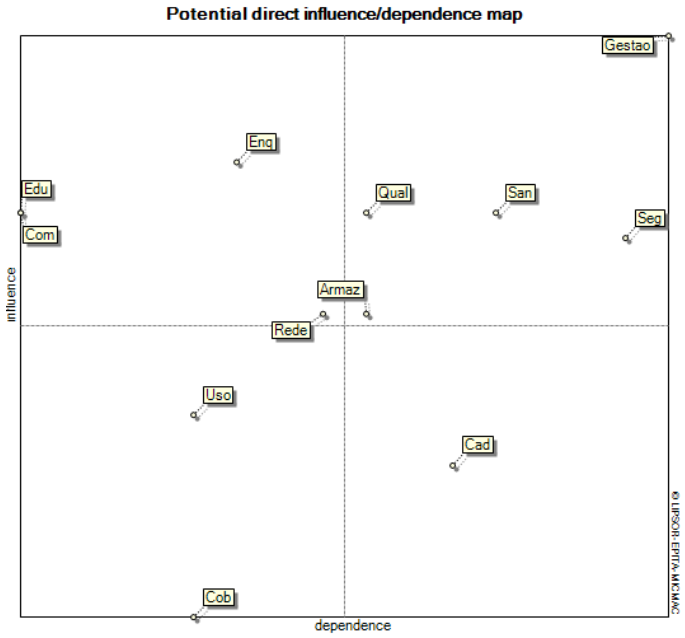


Figura 6.51 - Mapa de influência e dependência potencial direta da Moda das respostas.

A análise da **Figura 6.51** traz um panorama diferente, uma vez que as variáveis Comunicação Social e Rede de Monitoramento passam a ser variáveis motoras e Armazenamento de Água, Qualidade da Água, Universalização do Saneamento, Segurança Hídrica e Gestão Integrada dos Recursos Hídricos são as variáveis de ligação. Uso do Solo e Cobrança pelo Uso da Água são variáveis independentes e o Cadastro/outorga de usuários dos Usuários é a única variável dependente. A Educação Ambiental teria forte influência sobre a Segurança Hídrica e a Comunicação Social, que por sua vez também influenciaria a Segurança Hídrica (**Figura 6.52**).

O último grupo de análise oferecido pela ferramenta é o da influência potencial indireta (**Figura 6.53**), com pequenos deslocamentos das variáveis Rede de Monitoramento e Armazenamento de Água. Novamente, a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos assume o papel de polo (**Figura 6.54**), sendo influenciada para Educação Ambiental e pela Comunicação Social, tendo forte influência na Segurança Hídrica. Com a Qualidade da Água e a Universalização do Saneamento, a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos tem uma influência bidirecional.

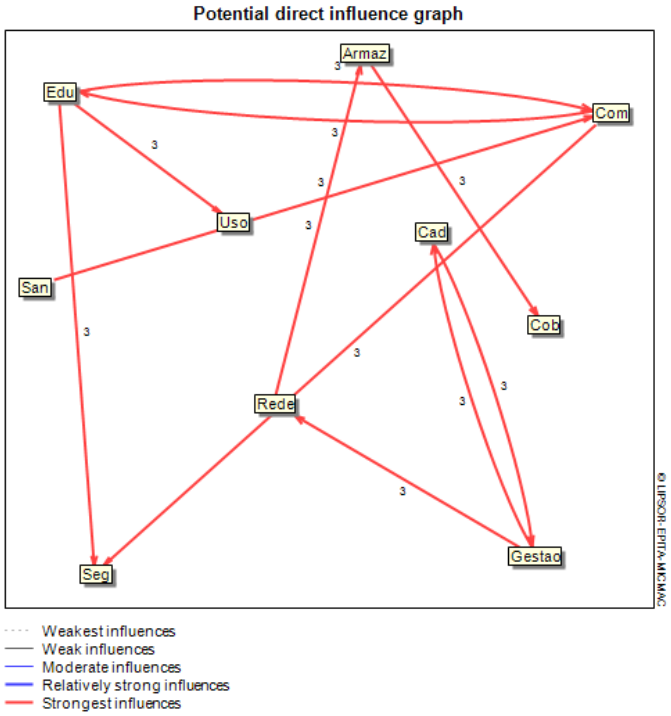


Figura 6.52 - Gráfico da influência potencial direta da Moda das respostas.

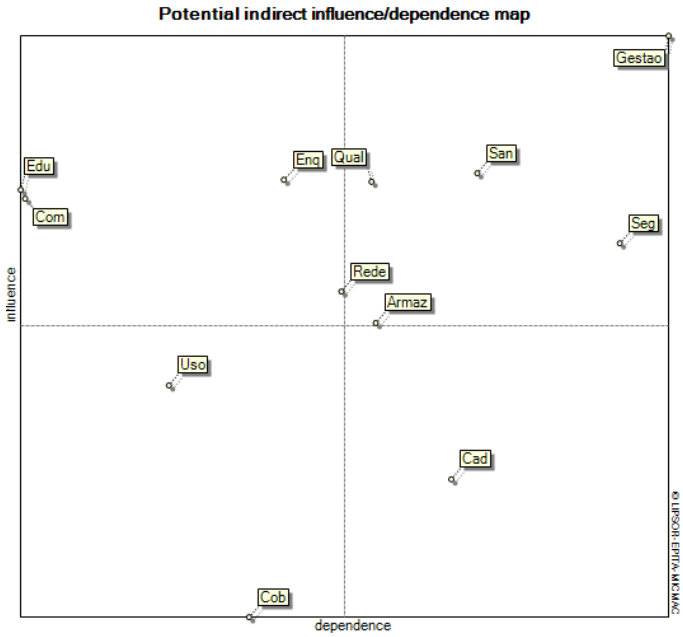


Figura 6.53 - Mapa da influência e dependência potencial indireta da Moda das respostas.

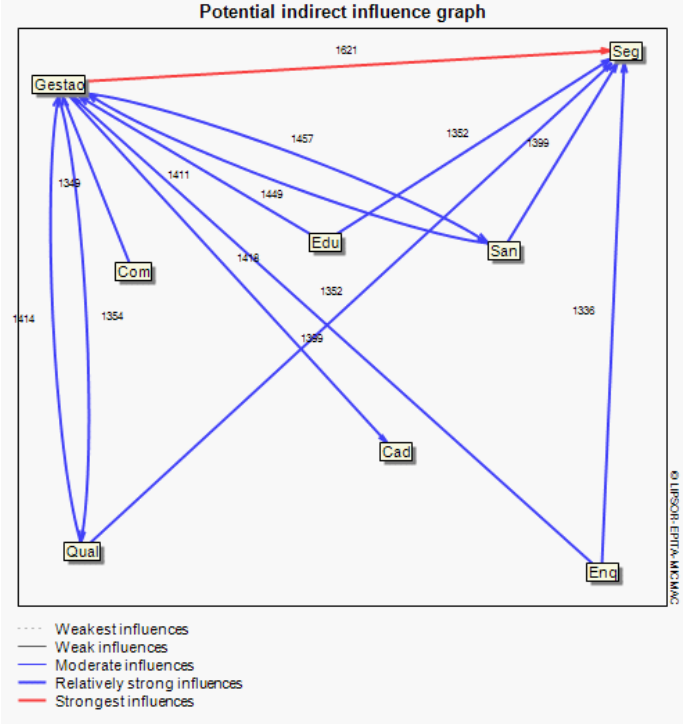


Figura 6.54 - Gráfico da influência potencial indireta da Moda das respostas.

6.1.4.2 Média

Pela Média das respostas dos quatro grupos observa-se que sete variáveis têm maior influência, sendo três motoras (Educação Ambiental, Rede de Monitoramento e Qualidade da Água) e quatro de ligação (Gestão Integrada dos Recursos Hídricos, Enquadramento, Universalização do Saneamento e Segurança Hídrica), conforme a **Figura 6.55** apresenta o gráfico de influência direta, no qual se destaca a Educação Ambiental, que influencia a Segurança Hídrica, o Uso do Solo e a Qualidade da Água, e o Enquadramento, que influencia o Cadastro/outorga de usuários, a Cobrança pelo Uso da Água e a Qualidade da Água, sendo influenciado por essa última.

Figura 6.55 - Mapa da influência e dependência direta da Média das respostas.

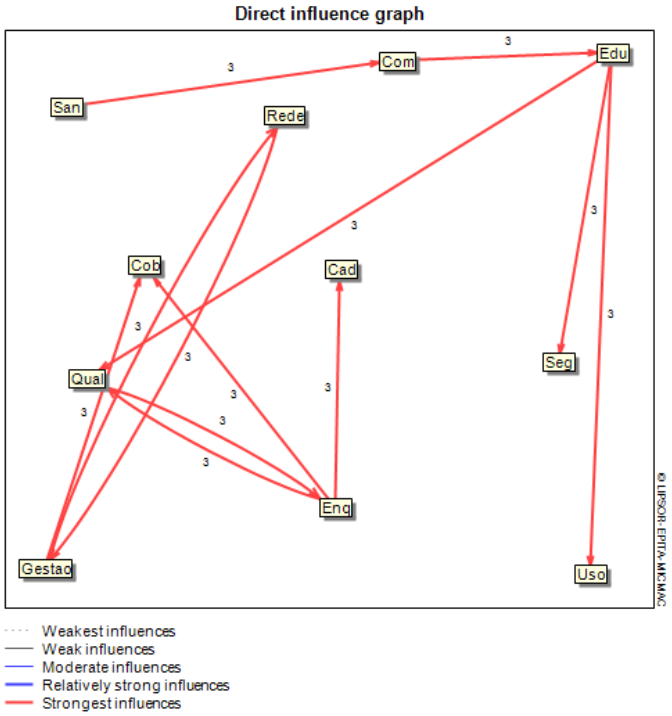


Figura 6.56 - Gráfico da influência direta da Média das respostas.

De acordo com a **Figura 6.55**, os deslocamentos das variáveis entre as análises direta e indireta são pequenos, com destaque para a Comunicação Social que passa a ser uma variável motora (**Figura 6.58**). Mas pela **Figura 6.57** essa influência é secundária, sendo apenas a oitava entre as doze variáveis consideradas.

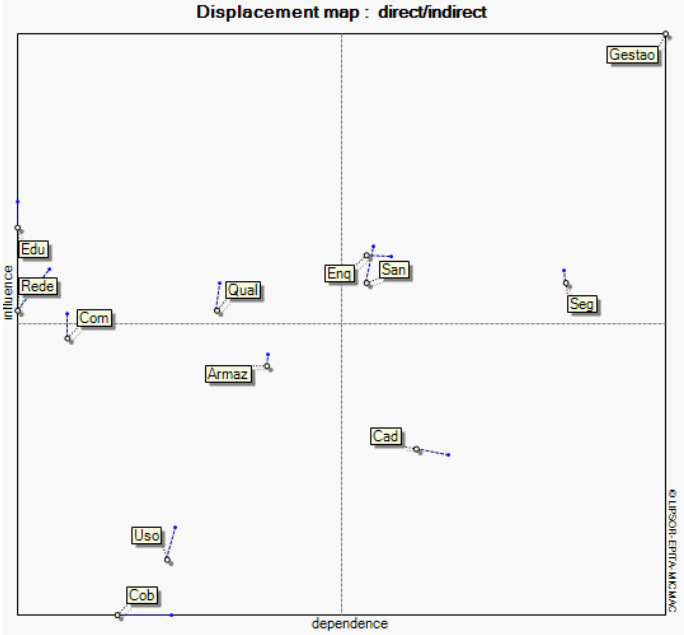


Figura 6.57 - Mapa de deslocamento direto/indireto da Média das respostas.

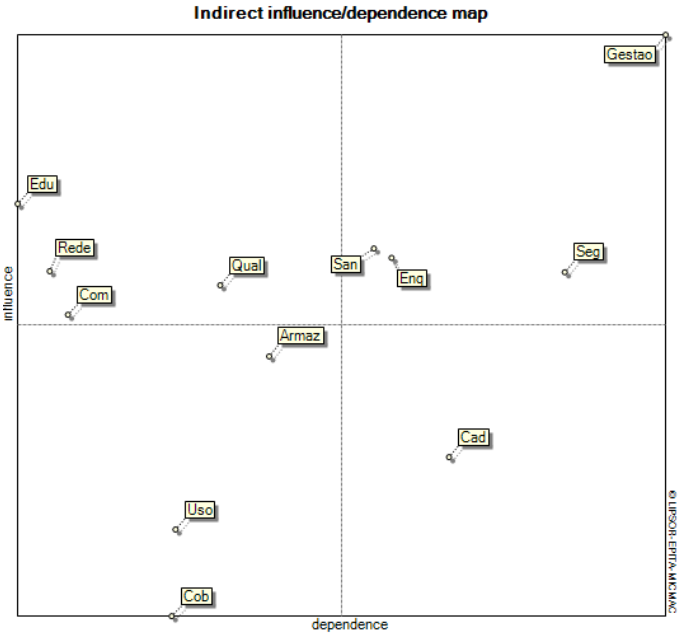


Figura 6.58 - Mapa da influência e dependência indireta da Média das respostas.

As seis variáveis mais importantes são Gestão Integrada dos Recursos Hídricos, Educação Ambiental, Universalização do Saneamento, Enquadramento, Rede de Monitoramento e Segurança Hídrica (**Figura 6.59**).

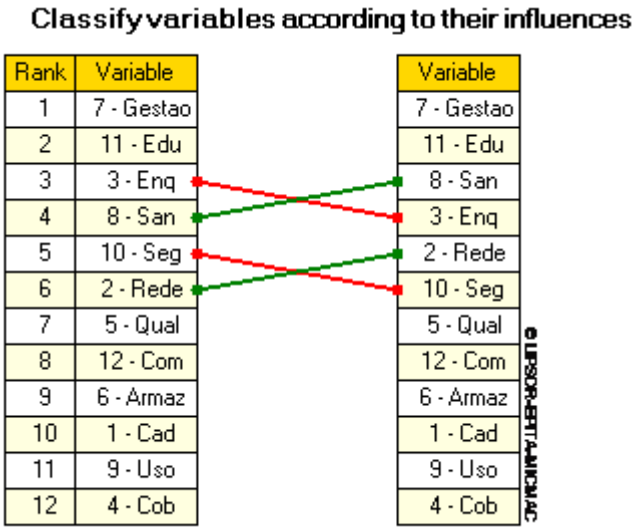


Figura 6.59 - Classificação das variáveis pela influência - Média das respostas.

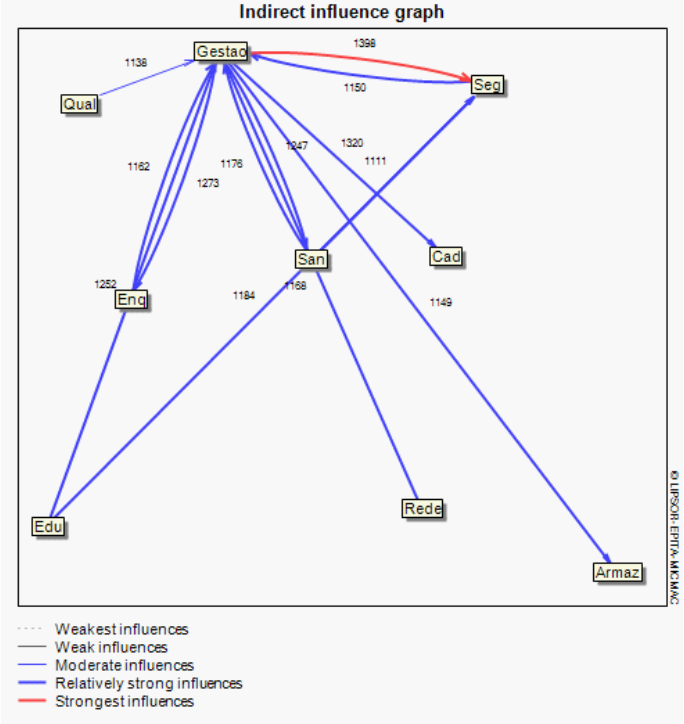


Figura 6.60 - Gráfico da influência indireta da Média das respostas.

A **Figura 6.60** destaca, mais uma vez, o papel central da Gestão Integrada dos Recursos Hídricos, que tem relação de influência das variáveis Educação Ambiental, Rede de Monitoramento, Qualidade da Água, Universalização do Saneamento, Enquadramento e Segurança Hídrica, sendo essa relação bidirecional com as três últimas.

No Mapa de Influência e Dependência potencial direta (**Figura 6.61**) verifica-se que a Comunicação Social perde influência, passando para o quadrante das variáveis independentes. O gráfico da influência (**Figura 6.62**) mostra que o Enquadramento e a Educação Ambiental têm potencial de assumirem papéis mais importantes.

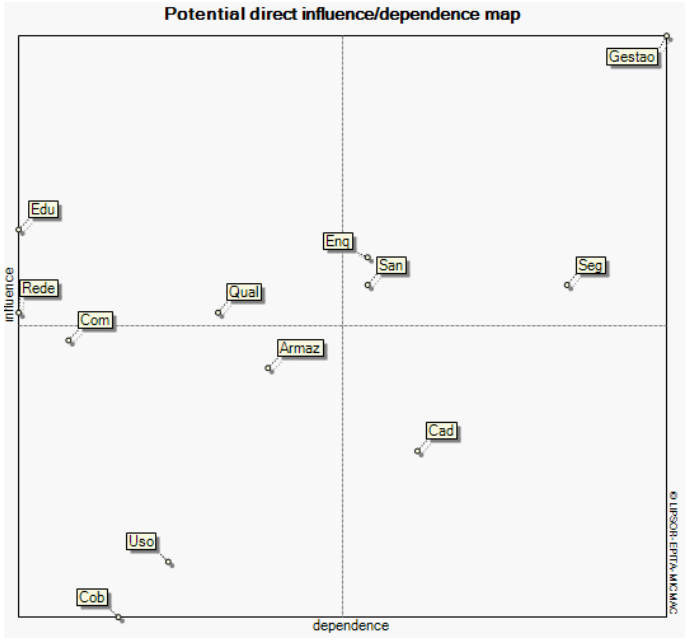


Figura 6.61 - Mapa de influência e dependência potencial direta da Média das respostas.

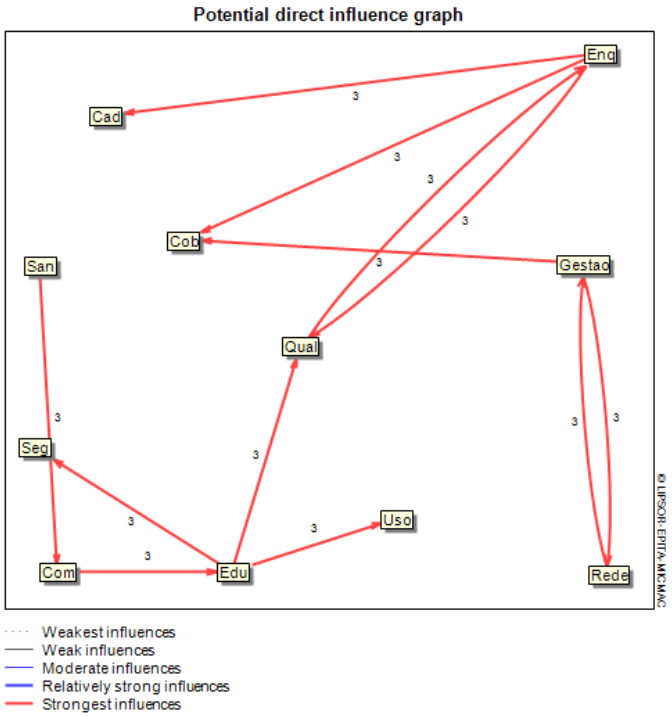


Figura 6.62 - Gráfico da influência potencial direta da Média das respostas

Por fim, a análise da influência potencial indireta reposiciona a Comunicação Ambiental como variável motora (**Figura 6.63**) e a **Figura 6.64** mostra a posição central da Gestão Integrada dos Recursos Hídricos e o destaque de quatro outras variáveis: Educação Ambiental, Segurança Hídrica, Enquadramento e Universalização do Saneamento, sendo que as três últimas têm relação bidirecional com a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos.

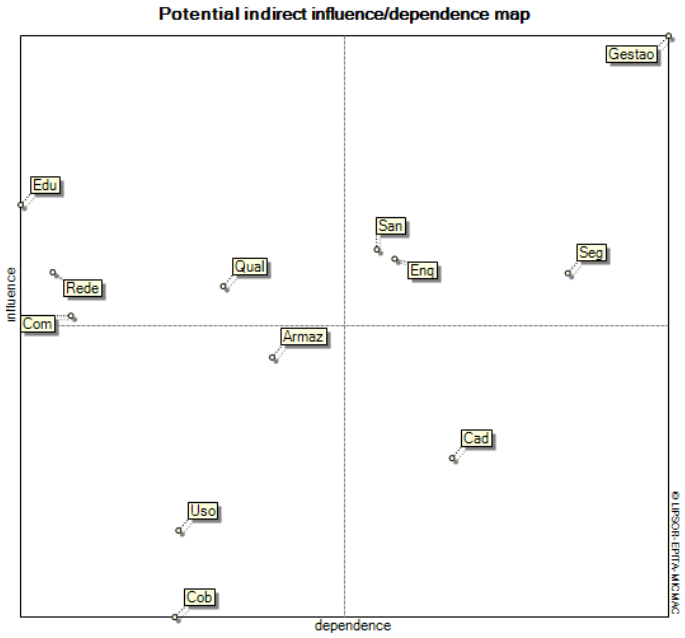


Figura 6.63 - Mapa de influência e dependência potencial indireta da Média das respostas.

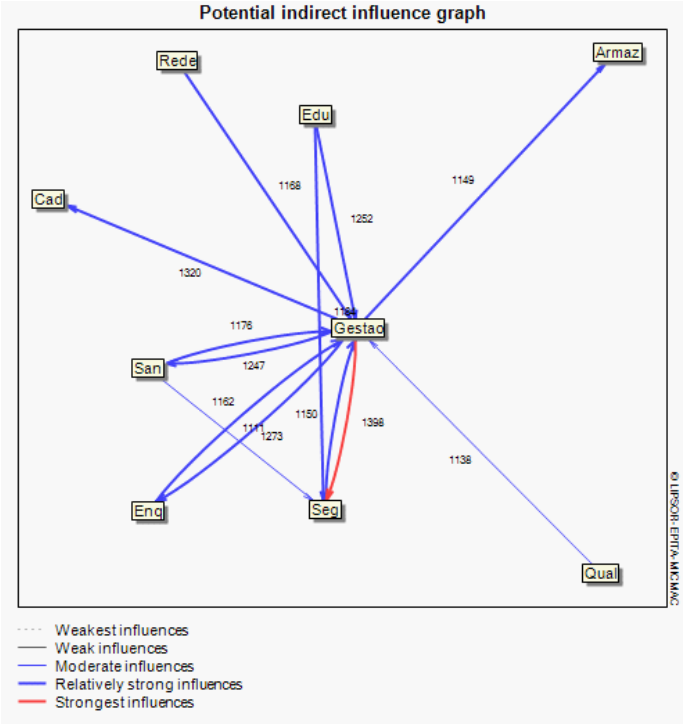


Figura 6.64 - Gráfico da influência potencial indireta da Média das respostas.

6.2 Cenário Escolhido

Comparando as saídas do modelo para a análise *indireta*, observa-se que há uma distribuição coerente entre as variáveis de acordo com a sua influência, naturalmente com algumas discrepâncias entre os grupos.

De acordo com a **Tabela 6.7**, o Cadastro/outorga de usuários de Usuários, a Cobrança pelo Uso da Água e o Uso do Solo têm as menores influências dentre as doze variáveis. Assim, seriam

variáveis situadas nos quadrantes inferiores, sendo dependentes ou independentes e por isso, de acordo com os grupos, não devem ser priorizadas no planejamento.

Já as variáveis Gestão Integrada dos Recursos Hídricos, Educação Ambiental, Enquadramento, Rede de Monitoramento, Segurança Hídrica e Universalização do Saneamento foram indicadas como as mais influentes pelos quatro grupos, com destaque para a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos, que é a mais importante para todos os grupos. As três variáveis restantes (Comunicação Social, Armazenamento de Água e Qualidade da Água) ficaram em uma posição intermediária.

Tabela 6.7 - Distribuição das variáveis de acordo com a influência na análise indireta

Variáveis	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Moda	Média
Cadastro/outorga de usuários	11	10	12	2	10	10
Rede de Monitoramento	2	5	9	6	7	5
Enquadramento	3	4	8	3	4	4
Cobrança pelo Uso da Água	12	12	10	12	12	12
Qualidade da Água	7	6	6	5	5	7
Armazenamento de Água	6	11	7	7	9	9
Gestão Integrada dos Recursos Hídricos	1	1	1	1	1	1
Universalização do Saneamento	5	8	3	8	6	3
Uso do Solo	9	9	11	11	11	11
Segurança Hídrica	10	3	4	4	3	6
Educação Ambiental	4	2	2	9	2	2
Comunicação Social	8	7	5	10	8	8

Observando os mapas de influência e dependência *indireta*, tem-se o cenário apresentado pela **Tabela 6.8**.

Tabela 6.8 - Classificação das variáveis

Variável	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Moda	Média
Cadastro/outorga de usuários	Dependente	Independente	Independente	Ligação	Dependente	Dependente
Rede de Monitoramento	Motora	Motora	Independente	Dependente	Independente	Motora
Enquadramento	Ligação	Motora	Independente	Ligação	Motora	Ligação
Cobrança pelo Uso da Água	Dependente	Independente	Independente	Independente	Independente	Independente
Qualidade da Água	Independente.	Dependente	Dependente	Independente	Dependente	Motora
Armazenamento de Água	Motora	Independente	Independente	Dependente	Independente	Independente
Gestão Integrada dos Recursos Hídricos	Ligação	Ligação	Ligação	Ligação	Ligação	Ligação

Universalização do Saneamento	Ligação	Independente	Ligação	Dependente	Dependente	Ligação
Uso do Solo	Dependente	Independente	Independente	Independente	Independente	Independente
Segurança Hídrica	Dependente	Ligação	Ligação	Dependente	Ligação	Ligação
Educação Ambiental	Motora	Motora	Motora	Independente	Motora	Motora
Comunicação Social	Independente	Independente	Motora	Independente	Independente	Motora
Motoras	3	3	2	0	2	4
Ligação	3	2	3	3	2	4
Dependentes	4	1	1	4	3	1
Independentes	2	6	6	5	5	3

A variável Educação Ambiental é a única que aparece como Motora na análise da Moda e da Média entre os quatro grupos. As variáveis Segurança Hídrica e Gestão Integrada dos Recursos Hídricos têm a classificação como variável de Ligação para a Moda e a Média, sendo que a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos tem a mesma classificação nos quatro grupos. Ou seja, essas duas variáveis são afetadas por outras e por isso servirão como indicadores do avanço do Plano. Por outro lado, têm influência em outras variáveis e devem ser priorizadas para execução juntamente com as variáveis Motoras. O Enquadramento, pelas notas e critérios utilizados, aparece entre Motora e Ligação. Ou seja, seria coerente que sua execução se desse junto com o Plano de Bacia, já que de acordo com três dos quatro grupos terá uma influência maior do que a média sobre outras variáveis.

A Rede de Monitoramento e a Comunicação Social têm a mesma situação, estão entre ser uma variável Independente ou Motora. Por fim, a Qualidade da Água e a Universalização do Saneamento ficaram entre Dependente ou de Ligação.

Pela experiência da Consultora em outros planos e considerando as respostas obtidas, o elenco de variáveis que serão priorizadas no planejamento serão sete:

- Variáveis Motoras (prioritárias para o curto prazo)
    - Rede de Monitoramento
    - Enquadramento
    - Educação Ambiental
    - Comunicação Social
- Variáveis de Ligação (visão de médio prazo)

- Segurança Hídrica
- Universalização do Saneamento
- Gestão Integrada dos Recursos Hídricos

Ou seja, considerando que o problema central é a Falta de Visão Sistêmica da bacia, serão buscados como resultados do planejamento de médio prazo a Segurança Hídrica, a Universalização do Saneamento e a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos. A partir da obtenção desses resultados, os atores institucionais a e população das bacias devem compreender que isso só foi possível graças a uma política de segurança hídrica, a solução dos problemas básicos do saneamento e a uma gestão integrada e eficaz dos recursos hídricos. Para isso, serão utilizadas informações geradas por uma Rede de Monitoramento competente e bem planejada, por uma política de Educação Ambiental que trabalhe com todos os públicos envolvidos, por um plano de Comunicação Social efetivo e por indicativos para um futuro processo de Enquadramento dos corpos hídricos, superficiais e subterrâneos.

Retornando aos problemas causais levantados na primeira parte da oficina, pode-se fazer a avaliação dos resultados da MicMac:

- Controle e mau uso dos recursos hídricos – rede de monitoramento qualiquantitativo gerará os dados para a avaliação do uso da água e redução da qualidade;
- Solução do problema de dominialidade entre estado e União (riacho Muzumba e Rio Dois Rios) – questão a ser resolvida dentro da Gestão Integrada dos Recursos Hídricos a partir de acordo com a Agência Nacional de Águas e concordância do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, considerando a existência de situações semelhantes em outras bacias;
- Falta de incentivo à preservação – deve ser tratado na Educação Ambiental e na Comunicação Social. Instrumentos econômicos de incentivo à preservação podem ser indicados como componentes da Gestão Integrada dos Recursos Hídricos, a partir do princípio beneficiário-pagador já previsto em legislação;
- Uso e ocupação do solo inadequados – variável considerada como independente, será colocada sob observação, com um programa de monitoramento do uso do solo e seus reflexos na qualidade e quantidade de água superficial e subterrânea;

- Falta de uma visão integrada entre o rio e o aquífero – resultados da rede de monitoramento como uma questão a ser resolvida dentro da Gestão Integrada dos Recursos Hídricos, com o plano de comunicação social devendo levar em consideração a análise da integração rio–aquífero à sociedade e aos atores institucionais;
- Falta de representatividade dos comitês de bacia – política de educação ambiental e plano de comunicação social devem contribuir para uma melhor representatividade dos comitês de bacia;
- Comunicação ineficiente – plano de comunicação social concebido no Plano de Bacia;
- Carência de dados – dados serão coletados por uma rede de monitoramento bem estruturada;
- Falta de alinhamento dos planos municipais de saneamento básico com os planos de bacia – universalização do saneamento incorporado no planejamento de recursos hídricos e a melhoria da comunicação social, sendo também uma questão a ser resolvida dentro da Gestão Integrada dos Recursos Hídricos;
- Falta efetivação da educação ambiental – política de educação ambiental vinculada à gestão integrada dos recursos hídricos;
- Arranjo institucional deficiente – melhoria da comunicação social e da Gestão Integrada dos Recursos Hídricos irá contribuir para um arranjo institucional mais efetivo;
- Falta de incentivo ao reuso da água – pode ser tratado dentro de segurança hídrica ou por instrumentos econômicos de gestão integrada dos recursos hídricos ou até dentro dos indicativos da proposta de enquadramento.

6.3 Articulação e compatibilização dos interesses internos e externos às bacias

A compatibilização dos interesses externos às BHLN deve ocorrer principalmente com a CAGEPA, responsável pela maior captação de água para o sistema de abastecimento da RMJP. Na fase de Diagnóstico, buscou-se a articulação mais direta com a CAGEPA, o que permitiu a obtenção de séries extensas de dados de qualidade da água bruta, superficial e subterrânea, com uma grande variedade de parâmetros físico-químicos e biológicos.

É necessário manter e ampliar essa articulação como forma de proteger o uso de água da CAGEPA, mas também para trazer recursos da empresa para a implantação de ações de recuperação das nascentes, recuperação das matas ciliares e das áreas de recarga.

Assim, a CAGEPA deve apresentar não apenas as demandas atuais, mas também as demandas futuras, incluindo os parâmetros de quantidade e qualidade da água, estabelecendo, dessa forma, uma base para o enquadramento futuro dos corpos hídricos. Por outro lado, deve-se ter os dados dos efluentes gerados e seu destino, permitindo avaliar o impacto sobre outros usos atuais e pretendidos.

Os interesses internos à bacia devem ser explicitados, especialmente por uma maior adesão ao sistema de cadastro/outorga. Apenas com a participação dos usuários será possível montar a base necessária para a gestão dos recursos hídricos, pois os dados atuais não permitem uma ação efetiva, mas sim propor uma série de ações organizadas de forma a gerar o ambiente e as condições necessárias para planejar novas ações futuras.

O cadastro consistente permitirá a compreensão dos conflitos pelo uso de água, seja quantitativo como qualitativo. O encaminhamento das soluções desses conflitos permitirá compatibilizar os interesses internos e externos.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, A. D.; SOUSA, C. M. **DILEMAS DA INDÚSTRIA NA PARAÍBA: LEITURAS DAS PERCEPÇÕES DO SETOR EMPRESARIAL**. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, v. 12, n. 3. P. 178-205, set-dez de 2016. Taubaté, SP, Brasil.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Água na Indústria: Uso e Coeficientes Técnicos (2017)**. Disponível em: http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/snirh-1/acesso-tematico/usos-da-agua/aguanaindustria_usoecoeficientestecnicos.pdf.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Atlas Águas: Segurança Hídrica no Abastecimento Urbano**. 2021. Disponível em: https://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/storymaps/stories/1d27ae7adb7f4baeb224d5893cc21730.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Atlas Brasil: Abastecimento Urbano de Água**. 2011. Disponível em: https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/575df5de-4c8b-4be6-9e1b-2a8c996fd555

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas**. 2017. Disponível em: https://www.snirh.gov.br/agua-esgoto/esgoto-tabs/informacoes

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Atlas Irrigação 2021: Uso da Água na Agricultura Irrigada (2ª edição)**. 2021. Disponível em: https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/1b19cbb4-10fa-4be4-96db-b3dcd8975db0.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2021: Relatório Pleno (2021)**. Disponível em: https://www.snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura_2021_pdf_final_revdirec.pdf.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Esgotos: **Despoluição de Bacias Hidrográficas (2017).** Disponível em: http://atlasesgotos.ana.gov.br/.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil (2019)**. Disponível em: http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/central-de-publicacoes/ana_manual_de_usos_consuntivos_da_agua_no_brasil.pdf/view.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Mudanças Climáticas e Recursos Hídricos – Avaliação e Diretrizes Para Adaptação**. Brasília – DF, 2016.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Nota Técnica Nº 56/2015/SPR 04 de dezembro de 2015**. Atualização da base de demandas de recursos hídricos no Brasil. 2015.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **PNSH - Plano Nacional de Segurança Hídrica**. Brasília, 2019. Disponível em: https://arquivos.ana.gov.br/pnsh/pnsh.pdf.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Usos Consuntivos da Água no Brasil (1931-2040)**. 2022. Disponível em: https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/5146c9ec-5589-4af1-bd64-d34848f484fd

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Cenário Econômico no Brasil e Agenda BC**. Roberto Campos Neto - Presidente do Banco Central do Brasil. Evento Trench, Rossi e Watanabe. 23 de maio de 2022. Disponível em: https://www.bcb.gov.br/conteudo/home-ptbr/TextosApresentacoes/Apresenta%C3%A7%C3%A3o_RCN_Trench%20Rossi%20Watanabe_VPUB.pdf.

BANCO MUNDIAL. **Relatório de Desenvolvimento Mundial 2022: Finanças a Serviço de uma Recuperação Equitativa**. Visão geral, livreto. Banco Mundial, Washington, D.C. Licença: Creative Commons Attribution CC BY 3.0 IGO. 2022.

BANCO MUNDIAL. **SEMIANNUAL REPORT OF THE LATIN AMERICA AND CARIBBEAN REGION.** The Economy in the Time of Covid-19 a joint product of the chief economist office for latin america and the caribbean the macroeconomics, trade and investment global practice world bank. 2020.

BRASIL. Agência Brasil - Brasília. **BC revisa previsão de crescimento do PIB de 2,7% para 2,9%, neste ano**. Publicado em 15/12/2022. Disponível em:

https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2022-12/bc-revisa-previsao-de-crescimento-do-pib-de-27-para-29-neste-ano

BRASIL. **Lei Nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o Marco Legal do Saneamento Básico. 2020. Disponível em: https://www.in.gov.br/web/dou/-/lei-n-14.026-de-15-de-julho-de-2020-267035421.

CEPEA - CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA ESALQ/USP; CNA - CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. **QUEDA ACUMULADA DO PIB DO AGRONEGÓCIO CHEGA A 4,28% DE JANEIRO A SETEMBRO**. 20 de dezembro de 2022. Disponível em: https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/PIB-DO-AGRO-20.12(1).pdf.

CERH - CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DA PARAÍBA. **Resolução Nº 02 de novembro de 2003**. Estabelece a Divisão Hidrográfica da Paraíba. 2003.

CERH - CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DA PARAÍBA. **Resolução Nº 03 de novembro de 2003**. Define as áreas de atuação dos Comitês.

CHERNICHARO, Carlos Lemos; DANIEL, Antonio; SENS, Maurício; CORAUCCI, Bruno Filho. Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios por sistemas de desinfecção. Belo Horizonte, 2001.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. 2005. **Resolução CONAMA Nº 357 de 17 de março de 2005.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. 2005.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. 2005. **Resolução CONAMA Nº 430 de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA.

COSTA, W. D.; ALBUQUERQUE, J. do P. T. de; BRANCO, R. L. de C.; MARANHÃO, C. M. L.; GOLDFABER, M. (2007). **Estudo de caracterização e verificação da disponibilidade hídrica da vertente litorânea do estado da Paraíba**. Estudos Hidrogeológicos. Relatório Final. Tomo I Texto. Ministério da Integração Nacional.

FMI - Fundo Monetário Internacional. COMBATENDO A CRISE DO CUSTO DE VIDA. **Inflação e incerteza**. Outubro de 2022. Disponível em: https://www.imf.org/pt/Publications/WEO/Issues/2022/10/11/world-economic-outlook-october-2022.

FIGUEIRÊDO, M. C. Brito de; ARAÚJO, L. F. P.; ROSA, M. F.; MORAIS, L. F. S.; PAULINO, W. D.; GOMES, R. B.. **Impactos ambientais da carcinicultura de águas interiores**. Eng. Sanit. Ambient. 11 (3). Set, 2006.

Fundação Getulio Vargas – FGV. **Monitor do PIB-FGV Indicador mensal de março de 2023**. Março de 2023. Disponível em: https://portalibre.fgv.br/monitor-do-pib.

GODET, Michel; DURANCE, Philippe; DIAS, Júlio. (2008). **A prospectiva estratégica para as empresas e os territórios**, 2008.

GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA. SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE – SEIRHMA. **Atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH-PB**. 2021.

GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA. SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE – SEIRHMA. **Plano de Gestão de Resíduos Sólidos do Estado da Paraíba**. Convênio SERHMACT/MMA nº 0002/2009. 2014.

HANUSCH, Marek; MORENO, Rafaela Munõz. **O impacto da pandemia de COVID-19 na economia brasileira: preservando a vida e o sustento**. Latin America and Caribbean, 2020. Disponível em: https://blogs.worldbank.org/pt/latinamerica/o-impacto-da-pandemia-de-covid-19-na-economia-brasileira-preservando-vida-e-o-sustento.

HARGREAVES, G.H. & SAMANI, Z.A. (1985). **Reference Crop Evapotranspiration from Temperature**. Applied Engineering in Agriculture, 1, 96-99. Disponível em: http://dx.doi.org/10.13031/2013.26773

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2006** - Resultados Definitivos. 2006. Disponível: https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2006.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017** - Resultados Definitivos. 2017. Disponível: https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censos Demográficos**. Resultados Definitivos. Disponível: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/25089-censo-1991-6.html?=&t=publicacoes.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **PNSB - Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/meio-ambiente/9073-pesquisa-nacional-de-saneamento-basico.html?=&t=sobre. 2010.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **PPM - Pesquisa da Pecuária Municipal**. Disponível: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?=&t=destaques.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Projeções da População**. 2018. Disponível: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9109-projecao-da-populacao.html?=&t=resultados.

IPECE - INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **IPECE informe**. Fortaleza – Ceará, 2022.

IPPC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023 (2023)**. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/.

JONES-LEE, Anne; LEE, G. Fred. Role of iron chemistry in controlling the release of pollutants from resuspended sediments. December, 2000. Remediation Journal.

JÚNIOR, José; MELLO, Carlos; SILVA, Antônio. **COMPORTAMENTO HIDROLÓGICO DE DUAS NASCENTES ASSOCIADAS AO USO DO SOLO NUMA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DE CABECEIRA**. 06 de setembro de 2010. Disponível em: https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22966.

KUBITZA, Fernando. **Manejo na produção de peixes – Parte 1: Conservação e uso da água**. Panorama da AQUICULTURA, volume 18, julho/agosto, 2008.

Metcalf & Eddy/AECOM; ASANO, Takashi; BURTON, Franklin L; HAROLD, L. Leverenz; TSUCHIHASHI, Ryujiro; TCHOBANOGLOUS, George. Water Reuse: Issues, Technologies, and Applications. McGraw Hill, 2007.

MINISTÉRIO DAS CIDADES & IICA - Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura. **Elaboração de Proposta do Plano de Ação para Instituir uma Política de Reuso de Efluente Sanitário Tratado no Brasil; Produto III – Critérios de Qualidade da Água.** 2017.

MMA – MINISTÉRIOS DO MEIO AMBIENTE. CNRH – CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. **RESOLUÇÃO CNRH N. 145, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2012**. Estabelece diretrizes para a elaboração de Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas e dá outras providencias.

REIS R. P.; OLIVEIRA L.H., SALES, M. M.. **Sistema de drenagem na fonte por poços de infiltração de águas pluviais. Ambiente Construído**. Porto Alegre, v.8, n.2, p99-117. Abr./jun. 2008.

REPORTERPB. ENTREVISTA: **Modernização da indústria na Paraíba amplia geração de empregos**. Agosto de 2022. Disponível em: https://www.reporterpb.com.br/noticia/paraiba/2022/08/10/modernizacao-da-industria-na-paraiba-amplia-geracao-de-empregos/132444.html.

Secretaria do Estado da Fazendo – SEFAZ-PB. **Paraíba tem maior projeção de crescimento do PIB em 2022 do País, preveem estudos de consultorias**. Janeiro de 2022. Disponível em: https://www.sefaz.pb.gov.br/announcements/11552-paraiba-tem-maior-projecao-de-crescimento-do-pib-em-2022-do-pais-preveem-estudos-de-consultorias.

SILVA, Cleiton. **AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS NA NASCENTE DO RIO DA PRATA/PB PELAS PLANTAÇÕES DE CANA-DE-AÇÚCAR**. Trabalho de Conclusão de Curso, submetido ao Departamento de Tecnologia Sucroalcooleira da Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa/PB. Dezembro de 2015.

SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE O SANEAMENTO. Série Histórica. Disponível em: http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/.

UNIPAMPA/UFSM/MMA. 2009. **Desenvolvimento Metodológico e Tecnológico para Avaliação Ambiental Integrada Aplicada ao Processo de Análise da Viabilidade de Hidrelétricas** - Projeto FRAG-RIO. Relatório Técnico da Etapa I. Santa Maria: FATEC/UNIPAMPA/UFSM. 307 p

VERGARA, F. E.; NETTO, O. M. C. **Análise estrutural por meio da metodologia MicMac aplicada à gestão dos recursos hídricos – o caso da região hidrográfica da UHE Lajeado na bacia do rio Tocantins, Brasil**. REGA – Vol. 4, no. 2, p. 5-20, jul./dez. 2007.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, 2014. 3ª Edição. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, V1.

ZHIPENG Xu; WENFEI, Liu; XIAOHUA, Hei; HOUBAO, Fan; YIZAO, Ge; GUANPENG, Chen; JIN, Xu. **Contrasting Differences in Responses of Streamflow Regimes between Reforestation and Fruit Tree Planting in a Subtropical Watershed of China**. Forests 2019, 10(3), 212. Disponível em: https://doi.org/10.3390/f10030212.

APÊNDICE A – DEMANDAS E DISPONIBILIDADES HÍDRICAS POR SUB-BACIA HIDROGRÁFICA

Tabela AI - Combinações de Demanda e Disponibilidade Hídrica nos distintos cenários considerados.

CENÁRIO	ANO	Bacia	Sub-bacia	Q90 ACUMULADA (L/s)	DEMANDA ACUMULADA (L/s)	VAZÃO DE RETORNO ACUMULADA (L/s)	DIFERENÇA (Disponibilidade - Demanda) (L/s)	DIFERENÇA (Demanda/Disponibilidade) (%)
OTIMISTA	2028	Camaratuba	SBCa1	25,85	13,91	5,98	11,94	53,79%
OTIMISTA	2028	Camaratuba	SBCa2	42,575	32,08	14,63	10,49	75,35%
OTIMISTA	2028	Camaratuba	SBCa3	64,65	47,43	19,98	17,22	73,37%
OTIMISTA	2028	Camaratuba	SBCa4	193,8	158,31	34,89	35,49	81,69%
OTIMISTA	2028	Camaratuba	SBCa5	163,05	74,46	9,37	88,59	45,67%
OTIMISTA	2028	Camaratuba	SBCa6	379,475	289,92	58,54	89,55	76,40%
OTIMISTA	2028	Mamanguape	SBMa1	448,5	325,14	159,92	123,36	72,50%
OTIMISTA	2028	Mamanguape	SBMa10	3729,975	1748,95	692,72	1981,02	46,89%
OTIMISTA	2028	Mamanguape	SBMa2	46	66,30	38,26	-20,30	144,14%
OTIMISTA	2028	Mamanguape	SBMa3	369,35	410,87	210,21	-41,52	111,24%
OTIMISTA	2028	Mamanguape	SBMa4	26,6	8,00	1,83	18,60	30,06%
OTIMISTA	2028	Mamanguape	SBMa5	9	8,97	2,26	0,03	99,70%
OTIMISTA	2028	Mamanguape	SBMa6	25,125	49,27	34,37	-24,15	196,10%
OTIMISTA	2028	Mamanguape	SBMa7	1216,725	949,85	476,49	266,87	78,07%
OTIMISTA	2028	Mamanguape	SBMa8	1560,475	1126,20	520,00	434,28	72,17%
OTIMISTA	2028	Mamanguape	SBMa9	2642,725	1589,66	660,71	1053,06	60,15%
OTIMISTA	2028	Miriri	SBMi1	26,4	17,93	2,55	8,47	67,92%
OTIMISTA	2028	Miriri	SBMi10	187,875	209,91	34,05	-22,04	111,73%
OTIMISTA	2028	Miriri	SBMi2	41,55	38,88	5,68	2,67	93,58%
OTIMISTA	2028	Miriri	SBMi3	33,875	20,52	2,95	13,36	60,57%
OTIMISTA	2028	Miriri	SBMi4	52,525	55,38	8,22	-2,85	105,43%
OTIMISTA	2028	Miriri	SBMi5	112,425	104,57	19,79	7,85	93,02%
OTIMISTA	2028	Miriri	SBMi6	11,875	11,83	6,34	0,04	99,63%
OTIMISTA	2028	Miriri	SBMi7	11,45	4,79	0,65	6,66	41,83%
OTIMISTA	2028	Miriri	SBMi8	155,175	152,66	26,31	2,52	98,38%
OTIMISTA	2028	Miriri	SBMi9	171,325	177,05	29,59	-5,72	103,34%
OTIMISTA	2033	Camaratuba	SBCa1	25,6	15,12	6,35	10,48	59,06%
OTIMISTA	2033	Camaratuba	SBCa2	42,15	34,77	15,50	7,38	82,48%
OTIMISTA	2033	Camaratuba	SBCa3	64,1	51,08	20,92	13,02	79,69%
OTIMISTA	2033	Camaratuba	SBCa4	192,9	171,88	36,86	21,02	89,10%

CENÁRIO	ANO	Bacia	Sub-bacia	Q90 ACUMULADA (L/s)	DEMANDA ACUMULADA (L/s)	VAZÃO DE RETORNO ACUMULADA (L/s)	DIFERENÇA (Disponibilidade - Demanda) (L/s)	DIFERENÇA (Demanda/Disponibilidade) (%)
OTIMISTA	2033	Camaratuba	SBCa5	162,5	81,71	10,06	80,79	50,28%
OTIMISTA	2033	Camaratuba	SBCa6	377,95	315,96	62,27	61,99	83,60%
OTIMISTA	2033	Mamanguape	SBMa1	448	351,18	169,55	96,82	78,39%
OTIMISTA	2033	Mamanguape	SBMa10	3713,5	1890,35	739,97	1823,15	50,90%
OTIMISTA	2033	Mamanguape	SBMa2	46	71,71	40,97	-25,71	155,89%
OTIMISTA	2033	Mamanguape	SBMa3	372,5	444,88	225,25	-72,38	119,43%
OTIMISTA	2033	Mamanguape	SBMa4	30	8,60	1,87	21,40	28,66%
OTIMISTA	2033	Mamanguape	SBMa5	9	9,66	2,30	-0,66	107,33%
OTIMISTA	2033	Mamanguape	SBMa6	39	53,51	37,15	-14,51	137,21%
OTIMISTA	2033	Mamanguape	SBMa7	1231	1027,94	508,11	203,06	83,50%
OTIMISTA	2033	Mamanguape	SBMa8	1571,5	1218,67	554,26	352,83	77,55%
OTIMISTA	2033	Mamanguape	SBMa9	2640	1721,25	706,48	918,75	65,20%
OTIMISTA	2033	Miriri	SBMi1	26,3	20,07	2,77	6,23	76,30%
OTIMISTA	2033	Miriri	SBMi10	187,25	226,93	36,17	-39,68	121,19%
OTIMISTA	2033	Miriri	SBMi2	41,4	43,22	6,12	-1,82	104,40%
OTIMISTA	2033	Miriri	SBMi3	33,75	22,38	3,14	11,37	66,32%
OTIMISTA	2033	Miriri	SBMi4	52,35	61,28	8,81	-8,93	117,07%
OTIMISTA	2033	Miriri	SBMi5	112,05	114,47	21,19	-2,42	102,16%
OTIMISTA	2033	Miriri	SBMi6	11,85	12,80	6,84	-0,95	108,05%
OTIMISTA	2033	Miriri	SBMi7	11,4	5,19	0,69	6,21	45,52%
OTIMISTA	2033	Miriri	SBMi8	154,65	165,79	28,04	-11,14	107,20%
OTIMISTA	2033	Miriri	SBMi9	170,75	191,86	31,49	-21,11	112,36%
OTIMISTA	2043	Camaratuba	SBCa1	25,1	17,66	7,18	7,44	70,35%
OTIMISTA	2043	Camaratuba	SBCa2	41,3	40,33	17,43	0,97	97,66%
OTIMISTA	2043	Camaratuba	SBCa3	63	58,13	22,96	4,87	92,27%
OTIMISTA	2043	Camaratuba	SBCa4	191,1	197,01	40,64	-5,91	103,09%
OTIMISTA	2043	Camaratuba	SBCa5	161,4	94,54	11,17	66,86	58,58%
OTIMISTA	2043	Camaratuba	SBCa6	374,9	363,43	69,39	11,47	96,94%
OTIMISTA	2043	Mamanguape	SBMa1	447	415,44	195,98	31,56	92,94%
OTIMISTA	2043	Mamanguape	SBMa10	3646	2225,40	866,00	1420,60	61,04%
OTIMISTA	2043	Mamanguape	SBMa2	46	89,03	51,47	-43,03	193,55%
OTIMISTA	2043	Mamanguape	SBMa3	372	548,80	276,14	-176,80	147,53%
OTIMISTA	2043	Mamanguape	SBMa4	30	12,57	2,25	17,43	41,89%
OTIMISTA	2043	Mamanguape	SBMa5	9	12,62	2,56	-3,62	140,26%

CENÁRIO	ANO	Bacia	Sub-bacia	Q90 ACUMULADA (L/s)	DEMANDA ACUMULADA (L/s)	VAZÃO DE RETORNO ACUMULADA (L/s)	DIFERENÇA (Disponibilidade - Demanda) (L/s)	DIFERENÇA (Demanda/Disponibilidade) (%)
OTIMISTA	2043	Mamanguape	SBMa6	39	62,91	43,22	-23,91	161,31%
OTIMISTA	2043	Mamanguape	SBMa7	1225	1235,14	600,95	-10,14	100,83%
OTIMISTA	2043	Mamanguape	SBMa8	1559	1454,54	652,67	104,46	93,30%
OTIMISTA	2043	Mamanguape	SBMa9	2600	2036,10	829,26	563,90	78,31%
OTIMISTA	2043	Miriri	SBMi1	26,1	23,48	3,12	2,62	89,98%
OTIMISTA	2043	Miriri	SBMi10	186	255,67	39,94	-69,67	137,46%
OTIMISTA	2043	Miriri	SBMi2	41,1	48,71	6,65	-7,61	118,53%
OTIMISTA	2043	Miriri	SBMi3	33,5	24,45	3,33	9,05	72,99%
OTIMISTA	2043	Miriri	SBMi4	52	69,07	9,56	-17,07	132,83%
OTIMISTA	2043	Miriri	SBMi5	111,3	129,09	23,53	-17,79	115,98%
OTIMISTA	2043	Miriri	SBMi6	11,8	15,58	8,04	-3,78	132,01%
OTIMISTA	2043	Miriri	SBMi7	11,3	6,68	0,85	4,62	59,13%
OTIMISTA	2043	Miriri	SBMi8	153,6	187,20	31,08	-33,60	121,88%
OTIMISTA	2043	Miriri	SBMi9	169,6	216,22	34,82	-46,62	127,49%
PESSIMISTA	2028	Camaratuba	SBCa1	12,071	12,74	7,31	-0,67	105,56%
PESSIMISTA	2028	Camaratuba	SBCa2	16,671	30,69	18,10	-14,01	184,07%
PESSIMISTA	2028	Camaratuba	SBCa3	17,671	48,86	26,35	-31,19	276,48%
PESSIMISTA	2028	Camaratuba	SBCa4	82,097	212,11	49,21	-130,02	258,37%
PESSIMISTA	2028	Camaratuba	SBCa5	140,625	107,85	14,30	32,77	76,69%
PESSIMISTA	2028	Camaratuba	SBCa6	241,272	397,48	81,59	-156,21	164,74%
PESSIMISTA	2028	Mamanguape	SBMa1	201,587	350,68	199,77	-149,09	173,96%
PESSIMISTA	2028	Mamanguape	SBMa10	2653,533	1991,64	841,28	661,89	75,06%
PESSIMISTA	2028	Mamanguape	SBMa2	19,822	72,56	45,29	-52,74	366,07%
PESSIMISTA	2028	Mamanguape	SBMa3	3	425,63	247,54	-422,63	14187,73%
PESSIMISTA	2028	Mamanguape	SBMa4	1	8,77	2,71	-7,77	877,20%
PESSIMISTA	2028	Mamanguape	SBMa5	1	9,24	3,36	-8,24	923,96%
PESSIMISTA	2028	Mamanguape	SBMa6	1	53,25	39,21	-52,25	5325,11%
PESSIMISTA	2028	Mamanguape	SBMa7	351,09	994,17	576,42	-643,08	283,17%
PESSIMISTA	2028	Mamanguape	SBMa8	565,533	1235,62	636,05	-670,09	218,49%
PESSIMISTA	2028	Mamanguape	SBMa9	1612,033	1757,45	794,06	-145,42	109,02%
PESSIMISTA	2028	Miriri	SBMi1	18,275	25,52	3,86	-7,25	139,65%
PESSIMISTA	2028	Miriri	SBMi10	121,05	307,03	50,19	-185,98	253,64%
PESSIMISTA	2028	Miriri	SBMi2	27,35	55,57	8,67	-28,22	203,19%
PESSIMISTA	2028	Miriri	SBMi3	29,7	29,98	4,55	-0,28	100,94%

CENÁRIO	ANO	Bacia	Sub-bacia	Q90 ACUMULADA (L/s)	DEMANDA ACUMULADA (L/s)	VAZÃO DE RETORNO ACUMULADA (L/s)	DIFERENÇA (Disponibilidade - Demanda) (L/s)	DIFERENÇA (Demanda/Disponibilidade) (%)
PESSIMISTA	2028	Miriri	SBMi4	32,275	79,30	12,59	-47,03	245,71%
PESSIMISTA	2028	Miriri	SBMi5	79,875	149,57	28,07	-69,70	187,26%
PESSIMISTA	2028	Miriri	SBMi6	7,825	15,00	7,39	-7,17	191,68%
PESSIMISTA	2028	Miriri	SBMi7	9,4	7,12	1,00	2,28	75,77%
PESSIMISTA	2028	Miriri	SBMi8	104,475	221,56	38,21	-117,08	212,07%
PESSIMISTA	2028	Miriri	SBMi9	110,575	258,04	43,29	-147,47	233,36%
PESSIMISTA	2033	Camaratuba	SBCa1	9,15	12,59	7,56	-3,44	137,59%
PESSIMISTA	2033	Camaratuba	SBCa2	13,45	30,53	18,72	-17,08	226,97%
PESSIMISTA	2033	Camaratuba	SBCa3	14,45	48,58	26,89	-34,13	336,19%
PESSIMISTA	2033	Camaratuba	SBCa4	58,802	225,62	51,16	-166,81	383,69%
PESSIMISTA	2033	Camaratuba	SBCa5	139,65	117,69	15,26	21,96	84,27%
PESSIMISTA	2033	Camaratuba	SBCa6	216,852	427,40	85,76	-210,55	197,09%
PESSIMISTA	2033	Mamanguape	SBMa1	129	358,46	207,66	-229,46	277,87%
PESSIMISTA	2033	Mamanguape	SBMa10	2425,892	2023,58	870,16	402,31	83,42%
PESSIMISTA	2033	Mamanguape	SBMa2	14	75,21	47,67	-61,21	537,20%
PESSIMISTA	2033	Mamanguape	SBMa3	3	425,59	256,51	-422,59	14186,32%
PESSIMISTA	2033	Mamanguape	SBMa4	1	8,71	2,66	-7,71	871,07%
PESSIMISTA	2033	Mamanguape	SBMa5	1	9,01	3,28	-8,01	900,54%
PESSIMISTA	2033	Mamanguape	SBMa6	1	56,43	41,95	-55,43	5643,01%
PESSIMISTA	2033	Mamanguape	SBMa7	204,006	1005,61	598,79	-801,60	492,93%
PESSIMISTA	2033	Mamanguape	SBMa8	372,892	1263,12	661,27	-890,23	338,74%
PESSIMISTA	2033	Mamanguape	SBMa9	1401,892	1776,06	821,12	-374,16	126,69%
PESSIMISTA	2033	Miriri	SBMi1	18,05	28,30	4,15	-10,25	156,78%
PESSIMISTA	2033	Miriri	SBMi10	119,6	330,33	52,96	-210,73	276,20%
PESSIMISTA	2033	Miriri	SBMi2	27	61,20	9,24	-34,20	226,68%
PESSIMISTA	2033	Miriri	SBMi3	29,4	32,49	4,80	-3,09	110,51%
PESSIMISTA	2033	Miriri	SBMi4	31,85	86,93	13,35	-55,08	272,95%
PESSIMISTA	2033	Miriri	SBMi5	78,95	162,62	29,83	-83,67	205,98%
PESSIMISTA	2033	Miriri	SBMi6	7,75	16,21	7,97	-8,46	209,19%
PESSIMISTA	2033	Miriri	SBMi7	9,3	7,69	1,06	1,61	82,73%
PESSIMISTA	2033	Miriri	SBMi8	103,25	239,30	40,43	-136,05	231,77%
PESSIMISTA	2033	Miriri	SBMi9	109,25	278,22	45,76	-168,97	254,66%
PESSIMISTA	2043	Camaratuba	SBCa1	8,2	12,41	8,17	-4,21	151,38%
PESSIMISTA	2043	Camaratuba	SBCa2	11,9	30,42	20,17	-18,52	255,65%

CENÁRIO	ANO	Bacia	Sub-bacia	Q90 ACUMULADA (L/s)	DEMANDA ACUMULADA (L/s)	VAZÃO DE RETORNO ACUMULADA (L/s)	DIFERENÇA (Disponibilidade - Demanda) (L/s)	DIFERENÇA (Demanda/Disponibilidade) (%)
PESSIMISTA	2043	Camaratuba	SBCa3	12,9	47,53	28,12	-34,63	368,42%
PESSIMISTA	2043	Camaratuba	SBCa4	49,8	248,93	54,75	-199,13	499,87%
PESSIMISTA	2043	Camaratuba	SBCa5	137,7	134,47	16,76	3,23	97,65%
PESSIMISTA	2043	Camaratuba	SBCa6	205,6	479,21	93,42	-273,61	233,08%
PESSIMISTA	2043	Mamanguape	SBMa1	127	391,62	233,67	-264,62	308,36%
PESSIMISTA	2043	Mamanguape	SBMa10	2321	2158,47	969,39	162,53	93,00%
PESSIMISTA	2043	Mamanguape	SBMa2	14	90,52	60,27	-76,52	646,58%
PESSIMISTA	2043	Mamanguape	SBMa3	3	474,31	301,63	-471,31	15810,38%
PESSIMISTA	2043	Mamanguape	SBMa4	1	12,74	3,04	-11,74	1274,30%
PESSIMISTA	2043	Mamanguape	SBMa5	1	10,92	3,40	-9,92	1092,39%
PESSIMISTA	2043	Mamanguape	SBMa6	1	64,23	48,29	-63,23	6422,92%
PESSIMISTA	2043	Mamanguape	SBMa7	184	1098,76	682,91	-914,76	597,15%
PESSIMISTA	2043	Mamanguape	SBMa8	338	1388,04	751,42	-1050,04	410,66%
PESSIMISTA	2043	Mamanguape	SBMa9	1332	1883,69	916,47	-551,69	141,42%
PESSIMISTA	2043	Miriri	SBMi1	17,6	32,57	4,57	-14,97	185,06%
PESSIMISTA	2043	Miriri	SBMi10	116,7	368,94	57,76	-252,24	316,15%
PESSIMISTA	2043	Miriri	SBMi2	26,3	67,68	9,84	-41,38	257,35%
PESSIMISTA	2043	Miriri	SBMi3	28,8	35,03	5,02	-6,23	121,62%
PESSIMISTA	2043	Miriri	SBMi4	31	96,16	14,20	-65,16	310,20%
PESSIMISTA	2043	Miriri	SBMi5	77,1	180,90	32,59	-103,80	234,63%
PESSIMISTA	2043	Miriri	SBMi6	7,6	19,82	9,37	-12,22	260,80%
PESSIMISTA	2043	Miriri	SBMi7	9,1	9,87	1,29	-0,77	108,49%
PESSIMISTA	2043	Miriri	SBMi8	100,8	267,44	44,18	-166,64	265,32%
PESSIMISTA	2043	Miriri	SBMi9	106,6	310,60	49,93	-204,00	291,37%
TENDENCIAL	2028	Camaratuba	SBCa1	23,354	14,27	6,77	9,09	61,08%
TENDENCIAL	2028	Camaratuba	SBCa2	40,054	33,21	16,57	6,85	82,90%
TENDENCIAL	2028	Camaratuba	SBCa3	58,263	50,23	23,50	8,04	86,21%
TENDENCIAL	2028	Camaratuba	SBCa4	161,762	172,81	40,88	-11,05	106,83%
TENDENCIAL	2028	Camaratuba	SBCa5	162,975	81,87	10,87	81,11	50,23%
TENDENCIAL	2028	Camaratuba	SBCa6	347,337	316,54	67,25	30,80	91,13%
TENDENCIAL	2028	Mamanguape	SBMa1	376,913	344,45	180,32	32,47	91,39%
TENDENCIAL	2028	Mamanguape	SBMa10	3293,409	1858,21	763,25	1435,20	56,42%
TENDENCIAL	2028	Mamanguape	SBMa2	40,178	69,97	41,63	-29,79	174,15%
TENDENCIAL	2028	Mamanguape	SBMa3	156,692	429,13	228,34	-272,44	273,87%

CENÁRIO	ANO	Bacia	Sub-bacia	Q90 ACUMULADA (L/s)	DEMANDA ACUMULADA (L/s)	VAZÃO DE RETORNO ACUMULADA (L/s)	DIFERENÇA (Disponibilidade - Demanda) (L/s)	DIFERENÇA (Demanda/Disponibilidade) (%)
TENDENCIAL	2028	Mamanguape	SBMa4	8	8,49	2,31	-0,49	106,13%
TENDENCIAL	2028	Mamanguape	SBMa5	9	9,48	2,89	-0,48	105,31%
TENDENCIAL	2028	Mamanguape	SBMa6	9	51,50	36,50	-42,50	572,19%
TENDENCIAL	2028	Mamanguape	SBMa7	832,102	996,62	526,89	-164,52	119,77%
TENDENCIAL	2028	Mamanguape	SBMa8	1128,909	1189,86	576,83	-60,95	105,40%
TENDENCIAL	2028	Mamanguape	SBMa9	2208,659	1680,60	725,50	528,06	76,09%
TENDENCIAL	2028	Miriri	SBMi1	26,4	19,69	3,00	6,71	74,60%
TENDENCIAL	2028	Miriri	SBMi10	187,8	232,10	39,35	-44,30	123,59%
TENDENCIAL	2028	Miriri	SBMi2	41,55	42,80	6,74	-1,25	103,02%
TENDENCIAL	2028	Miriri	SBMi3	33,85	22,70	3,49	11,15	67,07%
TENDENCIAL	2028	Miriri	SBMi4	52,525	61,04	9,79	-8,51	116,21%
TENDENCIAL	2028	Miriri	SBMi5	112,375	115,14	22,66	-2,76	102,46%
TENDENCIAL	2028	Miriri	SBMi6	11,875	12,67	6,71	-0,80	106,71%
TENDENCIAL	2028	Miriri	SBMi7	11,45	5,31	0,76	6,14	46,38%
TENDENCIAL	2028	Miriri	SBMi8	155,125	168,55	30,30	-13,43	108,66%
TENDENCIAL	2028	Miriri	SBMi9	171,275	195,63	34,14	-24,36	114,22%
TENDENCIAL	2033	Camaratuba	SBCa1	25,5	15,21	7,12	10,29	59,66%
TENDENCIAL	2033	Camaratuba	SBCa2	42	35,33	17,39	6,67	84,11%
TENDENCIAL	2033	Camaratuba	SBCa3	63,95	53,08	24,35	10,87	83,00%
TENDENCIAL	2033	Camaratuba	SBCa4	186,448	186,36	42,82	0,09	99,95%
TENDENCIAL	2033	Camaratuba	SBCa5	162,35	89,64	11,60	72,71	55,21%
TENDENCIAL	2033	Camaratuba	SBCa6	371,298	343,38	71,04	27,92	92,48%
TENDENCIAL	2033	Mamanguape	SBMa1	448	366,86	189,58	81,14	81,89%
TENDENCIAL	2033	Mamanguape	SBMa10	3527,992	1978,24	806,89	1549,75	56,07%
TENDENCIAL	2033	Mamanguape	SBMa2	46	74,87	44,30	-28,87	162,76%
TENDENCIAL	2033	Mamanguape	SBMa3	241,384	456,53	242,26	-215,14	189,13%
TENDENCIAL	2033	Mamanguape	SBMa4	13	8,95	2,33	4,05	68,87%
TENDENCIAL	2033	Mamanguape	SBMa5	9	9,97	2,90	-0,97	110,79%
TENDENCIAL	2033	Mamanguape	SBMa6	14	55,47	39,22	-41,47	396,21%
TENDENCIAL	2033	Mamanguape	SBMa7	1062,378	1061,53	556,66	0,85	99,92%
TENDENCIAL	2033	Mamanguape	SBMa8	1395,992	1269,50	609,25	126,49	90,94%
TENDENCIAL	2033	Mamanguape	SBMa9	2459,492	1790,12	767,62	669,37	72,78%
TENDENCIAL	2033	Miriri	SBMi1	26,3	21,96	3,23	4,34	83,50%
TENDENCIAL	2033	Miriri	SBMi10	187,1	250,38	41,58	-63,28	133,82%

CENÁRIO	ANO	Bacia	Sub-bacia	Q90 ACUMULADA (L/s)	DEMANDA ACUMULADA (L/s)	VAZÃO DE RETORNO ACUMULADA (L/s)	DIFERENÇA (Disponibilidade - Demanda) (L/s)	DIFERENÇA (Demanda/Disponibilidade) (%)
TENDENCIAL	2033	Miriri	SBMi2	41,4	47,40	7,19	-6,00	114,50%
TENDENCIAL	2033	Miriri	SBMi3	33,7	24,70	3,69	9,00	73,28%
TENDENCIAL	2033	Miriri	SBMi4	52,35	67,29	10,40	-14,94	128,54%
TENDENCIAL	2033	Miriri	SBMi5	111,95	125,68	24,12	-13,73	112,26%
TENDENCIAL	2033	Miriri	SBMi6	11,85	13,71	7,24	-1,86	115,66%
TENDENCIAL	2033	Miriri	SBMi7	11,4	5,75	0,80	5,65	50,40%
TENDENCIAL	2033	Miriri	SBMi8	154,55	182,62	32,11	-28,07	118,16%
TENDENCIAL	2033	Miriri	SBMi9	170,65	211,53	36,13	-40,88	123,96%
TENDENCIAL	2043	Camaratuba	SBCa1	24,9	17,23	7,92	7,67	69,19%
TENDENCIAL	2043	Camaratuba	SBCa2	41	39,78	19,24	1,22	97,02%
TENDENCIAL	2043	Camaratuba	SBCa3	62,7	58,49	26,20	4,21	93,28%
TENDENCIAL	2043	Camaratuba	SBCa4	190,5	211,11	46,50	-20,61	110,82%
TENDENCIAL	2043	Camaratuba	SBCa5	161,1	103,27	12,77	57,83	64,10%
TENDENCIAL	2043	Camaratuba	SBCa6	373,9	391,76	78,21	-17,86	104,78%
TENDENCIAL	2043	Mamanguape	SBMa1	447	424,44	215,47	22,56	94,95%
TENDENCIAL	2043	Mamanguape	SBMa10	3600	2286,09	937,11	1313,91	63,50%
TENDENCIAL	2043	Mamanguape	SBMa2	46	91,43	54,93	-45,43	198,76%
TENDENCIAL	2043	Mamanguape	SBMa3	364	562,00	301,91	-198,00	154,40%
TENDENCIAL	2043	Mamanguape	SBMa4	23	12,93	2,70	10,07	56,22%
TENDENCIAL	2043	Mamanguape	SBMa5	9	12,71	3,11	-3,71	141,25%
TENDENCIAL	2043	Mamanguape	SBMa6	24	64,69	45,46	-40,69	269,55%
TENDENCIAL	2043	Mamanguape	SBMa7	1202	1258,09	657,20	-56,09	104,67%
TENDENCIAL	2043	Mamanguape	SBMa8	1533	1495,38	715,43	37,62	97,55%
TENDENCIAL	2043	Mamanguape	SBMa9	2564	2076,46	894,59	487,54	80,99%
TENDENCIAL	2043	Miriri	SBMi1	26,1	25,55	3,59	0,55	97,89%
TENDENCIAL	2043	Miriri	SBMi10	185,7	281,11	45,51	-95,41	151,38%
TENDENCIAL	2043	Miriri	SBMi2	41,1	53,09	7,72	-11,99	129,16%
TENDENCIAL	2043	Miriri	SBMi3	33,4	26,85	3,88	6,55	80,40%
TENDENCIAL	2043	Miriri	SBMi4	52	75,35	11,14	-23,35	144,90%
TENDENCIAL	2043	Miriri	SBMi5	111,1	141,04	26,53	-29,94	126,95%
TENDENCIAL	2043	Miriri	SBMi6	11,8	16,68	8,50	-4,88	141,32%
TENDENCIAL	2043	Miriri	SBMi7	11,3	7,38	0,97	3,92	65,28%
TENDENCIAL	2043	Miriri	SBMi8	153,4	205,39	35,26	-51,99	133,89%
TENDENCIAL	2043	Miriri	SBMi9	169,4	237,51	39,59	-68,11	140,21%