Diagnóstico das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul

21001-ETP4-RP4-S-00-01

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

















Código do Doc	umento	21001-Е	ETP4-RP4-S-00)-01	
Título		Diagnós	Diagnóstico das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul		
Aprovação por:		Lawson	Lawson Francisco de Souza Betrame		
Data da Aprovação:		01/12/2022			
Controle de Revisões					
Revisão Nº	Natureza		Data	Aprovação	
00	Emissão Inicial		31/08/2022	LB	
01	Revisão		01/12/2022	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

SEIRHMA – SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE

Deusdete Queiroga Filho – Secretário de Estado da Infraestrutura, dos Recursos Hídricos e do Meio Ambiente

Virgiane da Silva Melo – Secretária Executiva da Infraestrutura, dos Recursos Hídricos e do Meio Ambiente

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. SEIRHMA

Titular: Salatiel Dias da Silva

Suplente: Bárbara Meira de Oliveira

3. SEDAP

Titular: José Marinho de Lima

Suplente: 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. <u>CBH-LN</u>

Titular: Mirella Leôncio Motta e Costa

Suplente: Maria Adriana de Freitas Mágero Ribeiro

7. <u>CBH-LS</u>

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 – Eng^a. 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 – Eng^a. 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 – Eng^a. Ambiental

Larissa da Silva Soares –Eng^a Ambiental

Luana Gabriele Gomes Camelo – Eng^a. Ambiental

Heloísa Franke - Graduanda em Eng. Ambiental

Marcos Imério Leão – Mestre em Geologia







SUMÁRIO

1	Int	trodu	ção	.25
2	Ca	ıracte	rização física e biótica	.26
	2.1	Uni	idades de Planejamento Hídrico e Regionalização	.26
	2.2	Car	racterização fisiográfica das UPHs	.32
	2.3	Var	riáveis abióticas	.34
	2.3	3.1	Clima	.34
	2.3	3.2	Geologia	.53
	2.3	3.3	Geomorfologia	.61
	2.3	3.4	Hidrogeologia	.64
	2.3	3.5	Pedologia	.73
	2.3	3.6	Erosão	.82
	2.4	Var	riáveis bióticas	.96
	2.4	4.1	Vegetação terrestre	.96
	2.4	1.2	Fauna terrestre	101
	2.4	1.3	Vegetação aquática	102
	2.4	1.4	Fauna aquática	103
3	Ca	racte	rização socioeconômica1	106
	3.1	His	tórico de desenvolvimento da região1	106
	3.2	Síti	os arqueológicos e população indígena	117
	3.3	Asp	pectos demográficos	125
	3.3	3.1	Evolução dos municípios paraibanas	125
	3.3	3.2	Evolução da população	125
	3.3	3.3	População nas BHLS	126
	3.4	Des	senvolvimento humano	128







	3.5	Ati	vidades econômicas e polarização regional	131
	3	3.5.1	Atividades econômicas	131
	3	3.5.2	Polarização regional	135
	3.6	San	neamento básico e saúde pública	141
	3	3.6.1	Abastecimento de água	144
	2	3.6.2	Esgotamento sanitário	152
	3	3.6.3	Manejo de resíduos sólidos	161
	3	3.6.4	Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas	164
	3	3.6.5	Doenças de veiculação hídrica	167
	3.7	Uso	e ocupação do solo	169
	3.8	Áre	eas protegidas por lei	174
	2	3.8.1	Unidades de Conservação.	174
	2	3.8.2	Terras indígenas e quilombolas	177
	2	3.8.3	Potenciais Áreas de Preservação Permanente	179
	3.9	Ato	ores das bacias	192
4]	Planos	e programas existentes	194
	4.1	Sec	retaria de Estado da Infraestrutura, dos Recursos Hídricos e do Meio Ambie	nte –
	SE	IRHM	A	204
	2	4.1.1	Programa: Condições de Vida/5003	204
	2	4.1.2	- Programa: Infraestrutura Integrada, Diversificada e Dinâmica/5004	204
	4.2	2 Sup	perintendência de Administração do Meio Ambiente – SUDEMA	205
	4	4.2.1	- Programa: Condições de vida	205
	4.3	Coı	mpanhia de Água e Esgotos do Estado da Paraíba	205
	2	4.3.1	Programa: Condições de vida/5003	205
	2	4.3.2	Programa: Infraestrutura Integrada, Diversificada e Dinâmica/5004	205
	4	4.3.3	Programa: Infraestrutura Integrada, Diversificada e Dinâmica/5004	205







	4.4	Sec	cretaria do Estado de Desenvolvimento da Agropecuária e da Pesca	206
	4.4	.1	Programa: Economia Sustentável e Competitiva/5002	206
	4.5	Fu	ndo Estadual de Meio Ambiente	206
	4.5	5.1	Programa: Condições de vida/5003	206
	4.6	Fu	ndo Estadual de Recursos Hídricos	206
	4.6	5.1	Programa: Infraestrutura Integrada, Diversificada e Dinâmica	206
5	As	pect	os institucionais e legais da gestão de recursos hídricos nas bacias	210
	5.1	Est	rutura geral do Governo Estadual	210
	5.2	Sis	tema Estadual de Recursos Hídricos – SIGERH-PB	212
	5.2	2.1	Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH)	213
6	Inf	raes	trutura hídrica	221
7	Sit	uaçã	o dos recursos hídricos – Águas superficiais e subterrâneas	227
	7.1	Dis	sponibilidade hídrica superficial	227
	7.1	.1	Bacia hidrográfica do rio Gramame	227
	7.1	.2	Bacia hidrográfica do rio Abiaí	229
	7.1	.3	Sub-bacias do domínio da UPH do rio Abiaí	232
	7.1	.4	Monitoramento dos açudes e reservatórios pela AESA	235
	7.2	Dis	sponibilidade hídrica subterrânea	236
	7.2	2.1	Análise de dados cadastrais e produtividade dos poços e dos sistemas aqua 237	uíferos
	7.2	2.2	Reservas e Disponibilidade	244
	7.2	2.3	Estimativa da Disponibilidade Hídrica	246
	7.3	De	mandas hídricas	249
	7.4	Us	os múltiplos e conflitos existentes	256
	7.4	.1	Usos da água identificados no banco de outorgas	256
	7.4	1.2	Conflitos pelo uso da água	258







	7.5	Fon	tes de poluição	266
	7.6	Qua	ılidade das águas superficiais	267
	7	7.6.1	Rede de monitoramento	267
	7	.6.2	Índice de Qualidade das Águas (IQA)	273
	7	7.6.3	Índice de Estado Trófico (IET)	274
	7	.6.4	Balneabilidade	276
	7	7.6.5	Classificação dos corpos d'água	279
	7.7	Qua	ılidade das águas subterrâneas	293
	7	7.7.1	Caracterização Hidroquímica	295
	7	7.7.2	Qualidade da água para uso na irrigação	299
	7	7.7.3	Potabilidade da água para consumo humano	301
	7.8	Bala	anço hídrico quali-quantitativo	303
	7	'.8.1	Balanço hídrico da bacia hidrográfica do rio Gramame	304
	7	7.8.2	Balanço hídrico da bacia hidrográfica do rio Abiaí	308
	7	7.8.3	Balanço hídrico das sub-bacias do domínio da UPH do rio Abiaí	312
8	Á	Áreas D	Degradadas e Situações Emergenciais	313
	8.1	Pote	enciais Áreas Degradadas	313
	8.2	Situ	ações emergenciais	319
9	C	Conclus	ões: Análise integrada	322
	9.1	Soc	ioeconomia	322
	9	0.1.1	Índice de Desenvolvimento Humano	322
	9	0.1.2	Saneamento Básico	323
	9	0.1.3	Uso e cobertura do solo	325
	9.2	API	Ps e potenciais áreas degradadas	326
	9.3	Dis	ponibilidade hídrica	327
	9	0.3.1	Superficial	327







9.3.2 Subterrânea	331
9.4 Avaliação integrada	333
10 Referências Bibliográficas	335
11 Anexos	342
11.1 Anexo I- Mapas de frequência de classes da qualidade da água nas BHLS	342
11.2 Anexo II- Formulários de contribuição da Primeira Consulta Pública	349







ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1 - Limites dos municípios das BHLS.	27
Figura 2.2 - Unidade de Planejamento Hídrico das BHLS.	29
Figura 2.3 - Inserção das BHLS nas Mesorregiões da Paraíba.	30
Figura 2.4 - Inserção das BHLS nas Microrregiões da Paraíba	31
Figura 2.5 - Hierarquização dos principais trechos de drenagem das BHLS	34
Figura 2.6 - Disponibilidade de dados de precipitação nas BHLS.	39
Figura 2.7 - Estações pluviométricas instaladas próximas as BHLS.	40
Figura 2.8 - Precipitação média mensal	42
Figura 2.9 - Precipitação total anual para as BHLS.	42
Figura 2.10 - Gráfico com as médias mensais de precipitação para a estação de João Pessos	a
(1991 a 2020)	43
Figura 2.11 - Gráfico com os resultados das temperaturas médias para a estação de João	
Pessoa (1991 a 2020)	43
Figura 2.12 - Gráfico com os resultados da umidade relativa médias para a estação de João)
Pessoa (1991 a 2020)	44
Figura 2.13 - Gráfico com os resultados da velocidade média dos ventos para a estação de	
João Pessoa (1991 a 2020).	45
Figura 2.14 - Gráfico com as médias de evaporação acumulada para a estação de João Pess	soa
(1991 a 2020)	46
Figura 2.15 - Extrato do Balanço Hídrico da Estação Climatológica de JOÃO PESSOA, PI	В.
	49
Figura 2.16 - Armazenamento de água no solo máximo, mínimo e efetivo de JOÃO PESSO	ЭA,
PB	49
Figura 2.17 - Compartimentação tectônica da Província Borborema.	54
Figura 2.18 - Coluna estratigráfica esquemática da Bacia Paraíba.	55
Figura 2.19 - Delimitação da Bacia Paraíba e sub-bacias Alhandra e Miriri	56
Figura 2.20 - Perfil geológico-estratigráfico W-E na área da Companhia de Cimento Paraít	oa.
	57
Figura 2.21 - Mapa Geológico das BHLS.	60
Figura 2.22 - Mapa Geomorfológico das BHLS.	63
Figura 2.23 - Situação e profundidade dos poços no Embasamento Fraturado Indiferenciad	lo66
Figura 2.24 - Situação e profundidade dos poços na Formação Beberibe	68







Figura 2.25 - Situação e profundidade dos poços na Formação Gramame	68
Figura 2.26 - Situação e profundidade dos poços na Formação Barreiras	69
Figura 2.27 - Situação e profundidade dos poços nos Depósitos Litorâneos	70
Figura 2.28 - Mapas Hidrogeológicos nas BHLS e localização dos poços	
(SIAGAS/CAGEPA).	72
Figura 2.29 - Unidades de Mapeamento de Solos nas BHLS.	74
Figura 2.30 - Distribuição espacial da erosividade da chuva nas BHLS	86
Figura 2.31 - Distribuição espacial da erodibilidade do solo nas BHLS	88
Figura 2.32 -Distribuição espacial do fator topográfico para as BHLS.	90
Figura 2.33 - Distribuição espacial do Fator CP para as BHLS.	92
Figura 2.34 - Erosão Potencial das BHLS.	94
Figura 2.35 - Distribuição da perda de solos por UPH nas BHLS	95
Figura 2.36 - Regiões fitoecológicas e outras áreas das bacias do Litoral Sul	99
Figura 3.1 - Trecho de mapa mostrando a disposição das Capitanias Hereditárias no atual	
Nordeste brasileiro.	07
Figura 3.2: Trecho de mapa do século XVII, mostrando parte do litoral paraibano. A seta	
verde aponta para o rio Paraíba, enquanto a vermelha para o Gramame10	08
Figura 3.3: Esta carta produzida pela Companhia das Índias Ocidentais no século XVII	
condensa as informações coletadas pelos holandeses que invadiram o território	09
Figura 3.4: Trecho de carta holandesa do século XVII, mostrando os fortins da Paraíba 1	10
Figura 3.5: Trecho de carta do início do século XIX, mostrando as três comarcas da Província	ia
da Paraíba	11
Figura 3.6: Localização dos engenhos da Paraíba em 1860.	12
Figura 3.7: Planta demonstrando o trecho da Estrada de Ferro Conde d'Eu (1871), ligando as	S
cidades de João Pessoa, Independência e Ingá.	13
Figura 3.8: Trecho de carta de fins do século XIX, demonstrando a intensificação da ocupação	ão
do território em direção ao interior	14
Figura 3.9: Detalhe de mapa agrícola do início do século XX, mostrando os principais	
cultivos do estado da Paraíba e a sua distribuição regional	15
Figura 3.10: Trecho de atlas da Paraíba do início do século XX.	16
Figura 3.11: Trecho de cartografia do início do século XX, mostrando a dispersão das	
localidades com relação à malha hidrográfica e com o relevo.	16
Figura 3.12 - : Detalhe do Mapa Etno-Histórico de Curt Nimuendaju	23
Figura 3 13 - Faixas de IDH	28







Figura 3.14 - Ocorrências das faixas nas dimensões do IDHM dos municípios da BHLS 130
Figura 3.15 - Regiões de influência das cidades
Figura 3.16 - Regiões metropolitanas criadas por leis estaduais na Paraíba
Figura 3.17 - Índices médios de atendimento total e urbano de água para as bacias do Litoral
Sul
Figura 3.18 - Consumos médios per capita e perdas na distribuição de água registrados nos
municípios da BHLS
Figura 3.19 – Pontos de captação e classificação dos manancias BHLS quanto ao grau de
vulnerabilidade
Figura 3.20 - Distribuição dos destinos para o esgoto domiciliar por bacia hidrográfica153
Figura 3.21 - Índices médios de atendimento total e urbano de esgoto para os municípios das
BHLS que responderam o SNIS
Figura 3.22 - Relação entre a parcela de esgotos coletado e não coletado por bacia
hidrográfica
Figura 3.23 - Relação entre esgotos tratado, não tratado e por solução individual por bacia
hidrográfica
Figura 3.24 - ETEs e soluções de tratamento em função da remoção de DBO (horizonte para
2035) para as BHLS
Figura 3.25 - Internações por doenças de veiculação hídrica em alguns dos municípios das
BHLS
Figura 3.26 - Casos positivos de esquistossomose e % de positividade nos municípios das
BHLS no período de 2000 a 2014
Figura 3.27 - Distribuição dos diferentes tipos de uso e cobertura do solo na Bacia do Rio
Abiaí
Figura 3.28 - Distribuição dos diferentes tipos de uso e cobertura do solo na Bacia do Rio
Gramame
Figura 3.29 - Unidades de Conservação nas BHLS
Figura 3.30 - Terras indígenas e quilombolas da BHLS
Figura 3.31 - Mapa de Uso do Solo das APPs de faixas marginais de cursos d'água naturais.
Figura 3.32 - Uso do Solo nas APPs da Bacia do rio Gramame
Figura 3.33 - Uso do Solo nas APPs da Bacia do rio Abiaí
Figura 3.34 - Áreas de preservação permanente no entorno de lagos e reservatórios
Figura 3 35 - Áreas de preservação permanente – Mangues 186







Figura 3.36 - Probabilidade de ocorrência de nascentes	190
Figura 4.1 - Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento, 2020	200
Figura 5.1 - Estrutura da SIGERH - PB	212
Figura 5.2 - Sistemas nacional e estadual de recursos hídricos	217
Figura 6.1 - Infraestrutura hídrica nas BHLS.	223
Figura 6.2 - Localização dos pequenos reservatórios presentes nas BHLS	225
Figura 7.1 - Localização das BHLS e apresentação de seus principais cursos de água	227
Figura 7.2 - Disponibilidade superficial específica de cada uma das sub-bacias do rio	
Gramame.	229
Figura 7.3 - Curva de permanência referente ao exultório da bacia hidrográfica do rio	
Gramame.	229
Figura 7.4 - Disponibilidade superficial específica de cada uma das sub-bacias do rio Ab	iaí.
	231
Figura 7.5 - Curva de permanência referente ao exultório da bacia hidrográfica do rio Ab	iaí.
	231
Figura 7.6. Disponibilidade específica média (m³/s.km²) para cada uma das sub-bacias do	o rio
Abiaí	232
Figura 7.7 - Curva de permanência referente ao exutório da bacia hidrográfica do rio Gur	ruji.
	233
Figura 7.8 - Curva de permanência referente ao exutório da UPH Centro Norte	233
Figura 7.9 - Curva de permanência referente ao exutório da bacia hidrográfica do rio Gra	ıu.
	234
Figura 7.10 - Curva de permanência referente ao exutório da UPH Centro Sul	
Figura 7.11 - Curva de permanência referente ao exutório da UPH Sul.	235
Figura 7.12. Curva de permanência referente ao exutório da bacia do rio Pitimbu	235
Figura 7.13 - Capacidade específica dos poços das BHLS.	242
Figura 7.14 - Consumo de água em 2022 segundo o Portal do SNIRH	251
Figura 7.15 - Usos setoriais da água - retirada méda anual.	253
Figura 7.16 - Usos da água nas BHLS	257
Figura 7.17 - Principais fontes de poluição das BHLS.	267
Figura 7.18 - Pontos de monitoramento da qualidade da água nas BHLS.	272
Figura 7.19 - Usos das águas doces permitidos de acordo com a Resolução CONAMA nº)
357/2005.	279







Figura 7.20 - Usos das águas salobras permitidos de acordo com a Resolução CONAMA nº
357/2005
Figura 7.21. Qualidade da água das sub-bacias do Litoral Sul, cadastros de outorga da AESA-
PB e fontes de poluilção.
Figura 7.22 - Tipo de uso da água nas BHLS
Figura 7.23 - Diagrama de PIPER para o Sistema Aquífero Cristalino na BHLS298
Figura 7.24- Diagrama de classificação de índice SAR – Aquífero Sedimentar300
Figura 7.25 - Balanço hídrico qualitativo nas sub-bacias da UPH Rio Gramame307
Figura 7.26 - Balanço hídrico qualitativo nas sub-bacias da UPH Rio Abiaí
Figura 8.1 - Potenciais áreas degradadas por classe de uso do solo nas BHLS em 2014 315
Figura 8.2 - Potenciais áreas degradadas por classe de uso do solo nas BHLS em $2021. \ldots 316$
Figura 9.1 - Isoietas de precipitação e classificação por faixa de IDHM dos municípios nas
BHLS
Figura 9.2 - Pontos de captação para abastecimento e vulnerabilidade dos manaicias das
BHLS
Figura 9.3 - Uso e cobertura do solo na bacia do Rio Gramame (2020)
Figura 9.4 - Uso e cobertura do solo na baca do Rio Abiaí (2020)
Figura 9.5 - Isoietas de precipitação e disponibilidade específica Q90 (m³/s.km²) na bacia do
rio Gramame. 328
Figura 9.6 - Isoietas de precipitação e disponibilidade específica Q90 (m³/s.km²) na bacia do
rio Abiaí
Figura 9.7 - Disponibilidade hídrica específica Q90 (m³/s.km²) e consumo de água (L/s) nas
BHLS
Figura 9.8 - Mapa de poços de águas subterrâneas nas BHLS
Figura 9.9 - Mapa de isolinhas da capacidade específica nas BHLS









ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 - Distribuição do território municipal nas UPHs	28
Tabela 2.2 - Características fisiográficas das BHLS.	32
Tabela 2.3 - Informações da estação meteorológica do INMET consideradas para avaliaçã	ío do
clima na BHLS.	35
Tabela 2.4 - Médias das séries históricas na estação meteorológica de João Pessoa-PB (có	digo
82798)	36
Tabela 2.5 - Disponibilidade temporal de dados para a estação de João Pessoa-PB (código)
82798)	36
Tabela 2.6. Estações pluviométricas identificadas na região das bacias hidrográficas do Li	itoral
Sul	37
Tabela 2.7 - Balanço Hídrico Normal por Thornthwaite e Mather (1955) em JOÃO PESSO	OA,
PB	48
Tabela 2.8 - Resumo dos principais pontos apresentados nos estudos analisados de avaliações de avali	ção
do efeito das mudanças climáticas sobre a Paraíba.	51
Tabela 2.9 - Domínios e unidades geomorfológicas das BHLS	61
Tabela 2.10 - Sistemas Hidrogeológicos e Unidades Hidroestratigráficas das BHLS	64
Tabela 2.11 - Unidades de Mapeamento de solos ocorrentes nas BHLS	73
Tabela 2.12 - Áreas ocupadas por cada unidade de mapeamento de solos nas BHLS	82
Tabela 2.13 - Resumo das fontes de informação para análise de erosão nas bacias do Litor	al
Sul	83
Tabela 2.14 - Classe da erosividade das chuvas	85
Tabela 2.15 - Valores de K para os solos das BHLS	87
Tabela 2.16 - Grau de Erodibilidade do Solo	87
Tabela 2.17 - Área de cada classe de declividade para as BHLS	89
Tabela 2.18 - Valores de CP para as BHLS	91
Tabela 2.19 - Distribuição da perda de solos potencial nas UPHs das BHLS	95
Tabela 2.20 - Espécies de vegetação terrestre presentes na área das BHLS	.100
Tabela 2.21 - Espécies da fauna terrestre que ocorrem em áreas das BHLS e seu status de	
conservação	.101
Tabela 2.22 - Espécies de moluscos, crustáceos e peixes que ocorrem em áreas das BHLS	.104
Tabela 3.1 - Síntese dos sítios arqueológicos das bacias Litoral Sul registrados no IPHAN	.121
Tabela 3.2 - Progressão do aumento de municípios paraibanos	.125







Tabela 3.3 - População urbana e rural do estado da Paraíba - Dados censitários do IBGE 125
Tabela 3.4 - Projeção populacional das BHLS
Tabela 3.5 - Indicadores de desenvolvimento humano dos municípios da BHLS130
Tabela 3.6 - Indicadores de distribuição de renda dos municípios da BHLS131
Tabela 3.7 - Paraíba: Valor adicionado* por setores produtivos (1960 / 1990) (Em mil R\$) 132
Tabela 3.8 - Setores econômicos
Tabela 3.9 - Valor das principais culturas temporárias, com base na Produção Agrícola
Municipal de 2017 (fonte: Targino, et al., 2019)
Tabela 3.10 - Relação dos municípios considerados para análise do Saneamento Básico em
cada bacia
Tabela 3.11 - Índices de atendimento total e urbano de água nos municípios das BHLS144
Tabela 3.12 - Informações de consumo e tarifa médios de água e índice de perdas dos
municípios da BHLS
Tabela 3.13 - Potabilidade da água dos municípios das bacias do Litoral Sul e avaliação para
Cloro Residual
Tabela 3.14 - Demanda urbana atual (2020) e projetada (2035) de água e avaliação dos
mananciais e sistemas produtores das BHLS
Tabela 3.15 - Quantidade de domícilio permanentes por tipo de destino do esgoto sanitário.
Tabela 3.16 - Dados de esgotamento sanitário para os municípios das BHLS que responderam
o SNIS
Tabela 3.17 - Síntese das principais informações para caracterização do esgotamente sanitário
dos municípios das BHLS
Tabela 3.18 - Informações a respeito da gestão de resíduos sólidos dos municípios das BHLS.
$Tabela\ 3.19 - Informações\ sobre\ a\ coleta\ de\ resíduos\ sólidos\ nos\ municípios\ das\ BHLS163$
Tabela 3.20 - Formas de destinação final de alguns municípios pertencentes às BHLS 163
Tabela 3.21 - Sistemas de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais nos municípios das BHLS.
Tabela 3.22 - Indicadores das características dos sistemas de drenagem dos municípios das
BHLS
Tabela 3.23 - Códigos das classes da legenda e paleta de cores utilizadas na Coleção 6 do
ManRiomas 160







Tabela 3.24 - Distribuição dos diferentes tipos de uso e cobertura do solo na Bacia do Rio)
Abiaí	170
Tabela 3.25 - Distribuição dos diferentes tipos de uso e cobertura do solo na Bacia do Rio)
Gramame.	171
Tabela 3.26 - Áreas Naturais Protegidas da BHLS	175
Tabela 3.27 - Informações disponíveis sobre as comunidades quilombolas	177
Tabela 3.28 - Relação de nascentes informadas no CENSO Agropecuário	187
Tabela 3.29 - Relação de nascentes registradas no CENSO, no CAR e delimitadas	188
Tabela 3.30 - Ocorrência de nascentes por grau de declividade	189
Tabela 3.31 - Ocorrência de nascentes por unidade geológica	189
Tabela 3.32 - Ocorrência de nascentes por tipo de uso do solo	189
Tabela 3.33 - Atores sociais em recursos hídricos nas BHLS	193
Tabela 4.1 - Transferências constitucionais e royalties	197
Tabela 4.2 - Destinação das transferências legais, voluntárias e específicas	198
Tabela 4.3 - Resumo de programas	199
Tabela 4.4 - Meta de implementação do saneamento básico	199
Tabela 4.5 - Planos municipais de saneamento	200
Tabela 4.6 - Política municipal de saneamento	200
Tabela 4.7 - Plano municipal de saneamento básico nas BHLS	201
Tabela 4.8 - Ações orçamentárias	201
Tabela 4.9 - Arrecadação com cobrança de água bruta	207
Tabela 4.10 - Valores arrecadados ao FERH por bacia e por ano	207
Tabela 4.11 - Valores arrecadados pela cobrança de água bruta pela BHLS entre 2015 e 2	021
(R\$ 1.000)	208
Tabela 4.12 - Alocação de recursos do FERH entre 2018 e 2022 (R\$ 1.000)	208
Tabela 4.13 - Fluxo de aplicação do FERH como programado	209
Tabela 5.1 - Resumo do arcabouço legal pertinente à gestão de recursos hídricosnaParaíba	a 218
Tabela 5.2 - Páginas relacionadas aos aspectos institucionais e legais	220
Tabela 6.1 - Relação cota x área x volume do açude Gramame-Mamuaba	222
Tabela 6.2 - Dimensões do açude Gramame-Mamuaba	222
Tabela 6.3 - Intervenções previstas no PNSH para as BHLS	224
Tabela 6.4 - Intervenções previstas no Atlas Águas para as BHLS	224
Tabela 6.5 - Área superficial e número de pequenos reservatórios por bacia hidrográfica.	225







Tabela 7.1 - Disponibilidade de água superficial em cada sub-bacia da hidrográfica do rio
Gramame
Tabela 7.2 - Disponibilidade de água superficial em cada sub-bacia da hidrográfica do rio
Abiaí
Tabela 7.3 – Disponibilidades hídricas das sub-bacias do domínio da UPH do rio Abiaí232
Tabela 7.4 - Vazões de estabilização mínimas, médias e máximas nos poços das BHLS por
município (SIAGAS)
Tabela 7.5 - Classes de produtividade dos poços (Correa et al., 2016)239
Tabela 7.6 - Número de poços e vazões produzidas por Sistema Aquífero (SIAGAS)240
Tabela 7.7 - Vazões de estabilização mínimas, médias e máximas nos poços das BHLS por
Sistema Aquífero (SIAGAS)
Tabela 7.8 - Níveis estáticos mínimos, médios e máximos dos poços das BHLS (SIAGAS).
Tabela 7.9 Níveis estáticos mínimos, médios e máximos dos poços das BHLS por sistema
aquífero243
Tabela 7.10 - Valores de potencialidade e disponibilidade das águas subterrâneas (PERH,
2019/2006)
Tabela 7.11 - Valores de Reserva Renovável e Disponibilidade das águas subterrâneas 248
Tabela 7.12 - Participação de cada uso de água na retirada total de água (SNIRH, ano de
referência 2022)
Tabela 7.13 - Valores de retirada de água, em litros por segundo
Tabela 7.14 - Usos totais
Tabela 7.15 - Usos por município
Tabela 7.16 - Comparação entre bacias
Tabela 7.17 - Usos da bacia do rio Abiaí
Tabela 7.18 - Usos da bacia do rio Gramame
Tabela 7.19 - Denúncias por tipo de irregularidade nas BHLS
Tabela 7.20 - Distribuição das denúncias que apresentam irregularidade por município nas
BHLS
Tabela 7.21 - Resumo dos principais problemas citados nas respostas ao formulário nas
BHLS por UPH
Tabela 7.22 - Principais problemas citados pelo CBH - LS nas respostas ao formulário264
Tabela 7.23 - Resportas do formulário na Consulta Pública 265







Tabela 7.24 - Pontos e parâmetros de monitoramento analisados pelas fontes de dados
elencadas
Tabela 7.25 - Pontos de monitoramento de qualidade das águas das BHLS270
Tabela 7.26 - Classe de estado trófico e suas características principais
Tabela 7.27 - Índice de Estado Trófico para os pontos de monitoramento da AESA, conforme
ano e estação climática
Tabela 7.28 - Síntese dos relatórios de balneabilidade da SUDEMA para as praias das BHLS
com registros de "Imprópia"
Tabela 7.29 - Enquadramentos das estações em classes, conforme o parâmetro avaliado para o
período CHUVOSO281
Tabela 7.30 - Enquadramentos das estações em classes, conforme o parâmetro avaliado para o
período SECO
Tabela 7.31 - Classes das sub-bacias das BHLS
Tabela 7.32. Número total de fontes de poluição e cadastro de outorgas em cada sub-bacia.
291
Tabela 7.33 - Parâmetros obtidos por rede de monitoramento
Tabela 7.34 - Índice SAR no Sistema Aquifero Sedimentar Paraíba
Tabela 7.35 - Resultados estatísticos da qualidade da água – Aquífero Sedimentar Paraíba
(AESA/CAGEPA)302
Tabela 7.36 - Balanço hídrico por sub-bacia do rio Gramame
Tabela 7.37 - Balanço hídrico acumulado por sub-bacia (Gramame)305
Tabela 7.38 - Balanço hídrico qualitativo por sub-bacia (Gramame)
Tabela 7.39 - Balanço hídrico por sub-bacia do rio Abiaí
Tabela 7.40 - Balanço hídrico acumulado por sub-bacia (Abiaí)
Tabela 7.41 - Balanço hídrico qualitativo por sub-bacia (Abiaí)
Tabela 7.42 - Balanço hídrico por sub-bacia do domínio da UPH do rio Abiaí
Tabela 8.1 - Valores de NDVI de definição de classes de cobertura do solo obtido para as
BHLS
Tabela 8.2 - Quantitativo de potenciais áreas degradadas por classe de uso do solo nas BHLS.
317
Tabela 8.3 - Relação entre áreas em más condições, degradadas e inaproveitáveis para os
municípios das BHLS (em hectares)









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
CAGEFA	Cadastro Ambiental Rural
CAR	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
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
FERH	Fundo Estadual de Recursos Hídricos
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
GTE	Grupo de Trabalho de acompanhamento de elaboração do Plano
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IET	Índice de Estado Trófico
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IQA	Índice de Qualidade da Água
MDR	Ministério do Desenvolvimento Regional
MMA	Ministério do Meio Ambiente
OMS	Organização Mundial de Saúde
OPAS	Organização Pan-americana de Saúde
PERH-PB	Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba
PIB	Produto Interno Bruto
PMGIRS	Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PMRS	Planos Municipais de Resíduos Sólidos
PMSB	Planos Municipais de Saneamento Básico
PNRH	Plano Nacional de Recursos Hídricos
PNSB	Plano Nacional de Segurança de Barragens
PPA	Plano Plurianual
PRHBHL	Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas Litorâneas da Paraíba
PROGESTÃO	Programa de Consolidação do Pacto Nacional pela Gestão das Águas
PSA	Pagamento por Serviços Ambientais
RF	Relatórios Finais
141	Total of the state







RP	Relatórios Parciais
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SAA	Sistemas de Abastecimento de Água
SCI	Sistema de Classificação de Intervenções
SDU	Sistema de Drenagem Urbana
SEIRHMA	Secretaria de Infraestrutura, Recursos Hídricos e Meio Ambiente
SEPLAG	Secretaria de Planejamento, Orçamento e Gestão do Governo da Paraíba
SEPLAN	Secretaria de Planejamento e Assuntos Econômicos
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
SINIR	Sistema Nacional de Informações sobre Irrigação
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNISB	Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
SUDEMA	Superintendência de Administração do Meio Ambiente
UPH	Unidade de Planejamento Hídrico







APRESENTAÇÃO

A ÁGUA E SOLO ESTUDOS E PROJETOS LTDA (CNPJ: 02.563.448/0001-49) vem apresentar o RP4 – Diagnóstico das Bacias Hidrográficas, 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 Diagnóstico das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul, elaborado na Etapa 4 dos PRHBHL. Este produto integra a Fase A do projeto, junto com o RP3 - Estudo Hidrológico das Bacias do Litoral Sul, elaborado na Etapa 3.

Inicialmente é apresentada a caracterização física e biótica das bacias, seguida da caracterização socioeconômica e dos planos e programas existentes. Depois, são apresentados os aspectos institucionais relacionados à gestão de recursos hídricos, seguido da infraestrutura hídrica existente nas bacias e o diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Por fim, são apresentadas as situações emergenciais e a análise integrada.









Introdução 1

O Diagnóstico constitui a apresentação de um panorama das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul (BHLS) e da sociedade que nelas vive, dentro do foco dos recursos hídricos, representando a base do planejamento. Através dele, busca-se integrar e analisar os dados existentes na região e daqueles levantados durante o reconhecimento de campo. Desse modo, é possível compreender como os recursos hídricos são utilizados, para então, nas etapas seguintes, estabelecer os cenários futuros e o planejamento propriamente dito, onde são definidas as ações e os investimentos.

Nessa etapa, também procura-se identificar as lacunas sobre o conhecimento das BHLS, favorecendo a indicação de estudos que devem ser realizados posteriormente para dotar as bacias de dados mais confiáveis sobre os recursos hídricos.

A versão inicial do relatório de diagnóstico será levada à discussão junto aos membros do GET, CBH-LS e demais atores das bacias, através da primeira Consulta Pública, onde a comunidade das bacias poderá expressar seu entendimento sobre a situação dos recursos hídricos. Após a coleta das contribuições, elabora-se o diagnóstico final consolidado.

Dentro das atividades do diagnóstico, serão abordados:

- Caracterização física: apresentação das Unidades de Planejamento Hídrico e regionalização, caracterização fisiográfica, climática, geológica, geomorfológica, hidrogeológica, pedológica e processos erosivos;
- Caracterização biótica: caracterização da fauna e flora, terrestre e aquática;
- Caracterização socioeconômica: histórico de desenvolvimento da região, aspectos demográficos, desenvolvimento humano, atividades econômicas, saneamento básico, uso e ocupação do solo, áreas protegidas por lei e atores das bacias;
- Planos e programas existentes;
- Aspectos institucionais e legais da gestão de recursos hídricos nas bacias;
- Infraestrutura hídrica;
- Situação dos recursos hídricos: disponibilidade, demandas, usos e conflitos, fontes de poluição, qualidade e balanço hídrico;
- Áreas degradadas e situações emergenciais;
- Análise integrada.



2 Caracterização física e biótica

A caracterização da bacia considerando os aspectos físicos e bióticos foi realizada por meio da análise e compilação de estudos regionais, estudos locais e de mapeamentos temáticos relacionados ao seguinte: clima, geologia, geomorfologia, hidrogeologia, pedologia, erosão, desertificação, aspectos de vegetação e à fauna. Estes estudos objetivam o conhecimento do ambiente da bacia, com foco na sua aplicação no planejamento de uso e gestão dos recursos hídricos.

2.1 Unidades de Planejamento Hídrico e Regionalização

A Resolução CERH nº 02, de 05 de novembro de 2003, estabeleceu a Divisão Hidrográfica da Paraíba, dividindo o território em 11 bacias hidrográficas. Já a Resolução CERH nº 03, de 05 de novembro de 2003, definiu as áreas de atuação dos Comitês, estabelecendo 5 unidades. A atuação do Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul compreende a área geográfica correspondente ao somatório das áreas das Bacias Hidrográficas dos Rios Gramame e Abiaí, incluídas nesta última as microbacias dos rios Gurugí, Garaú, Mucatú e Goiana, e outras de menor expressão, que não são seus afluentes. Desse modo, essas bacias representam o conjunto das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul. Situam-se entre os paralelos 7°00' a 7°45' Sul, limitando-se a Oeste pelo meridiano 35°15' e a Leste pelo meridiano 34°45'. Possuem como vizinha a bacia do Rio Paraíba e o estado de Pernambuco.

O Rio Gramame nasce na microrregião homogênea do litoral sul paraibano e deságua no Oceano Atlântico na divisa dos municípios de João Pessoa e Conde. Já o Rio Abiaí nasce no território do município de Alhandra e sua foz está localizada no município de Pitimbu.

As BHLS são compostas por 9 municípios, que se encontram total ou parcialmente dentro das bacias. A **Figura 2.1** apresenta os limites dos municípios que compõem as BHLS.







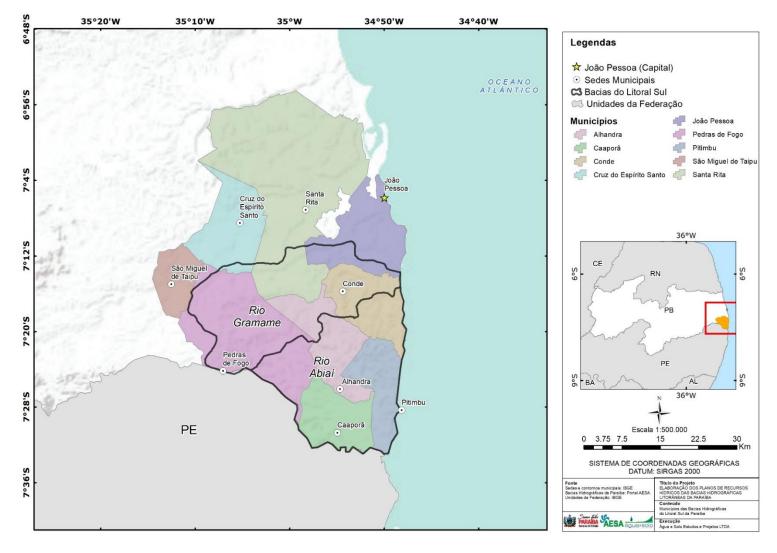


Figura 2.1 - Limites dos municípios das BHLS. Fonte: Acervo próprio, 2022.







Através de um processo de regionalização territorial, buscou-se contextualizar as BHLS dentro da Atualização do PERH-PB (PERH, 2021). A proposta de Unidades de Planejamento Hídrico (UPH) para o Plano das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul (PBHLS) seguiu a metodologia empregada no PERH-PB. Desse modo, foram estabelecidas 2 UPHs, cujos limites são idênticos às bacias que compõem as BHLS: Rio Gramame e Rio Abiaí.

Nas UPHs definidas, serão espacializadas as informações e a metodologia para análise destas informações. Elas deverão compreender a paisagem de forma sistêmica, permitindo o conhecimento integrado dos elementos bióticos, abióticos e antrópicos e suas inter-relações, possibilitando identificar os principais conflitos de uso de ocupação do solo que impactam os recursos hídricos e a biodiversidade do local, além de planejar as ações para mitigações destes impactos. Esta divisão em UPHs será utilizada em todas as fases do PBHLS.

A área da UPH Rio Gramame é de 589,6 km², enquanto a área da UPH Rio Abiaí é de 585,7 km². Essas áreas foram calculadas pela Água e Solo Estudos e Projetos LTDA através de técnicas de geoprocessamento e com dados fornecidos pela AESA, utilizando a Projeção Transversal de Mercator, Zona 25S, *Datum* SIRGAS 2000. Cabe salientar que há uma diferença de menos de 3 km² em cada UPH se comparado às áreas informadas na Atualização do PERH-PB. Além disso, algumas rotinas de geoprocessamento podem resultar em áreas diferentes das apresentadas, mas em escala irrelevante para os objetivos dos estudos.

Na **Tabela 2.1** é apresentada a distribuição do território dos municípios nas UPHs, enquanto a **Figura 2.2** destaca a delimitação das UPHs. Visando manter a integração com a regionalização apresentada no PERH-PB, na **Figura 2.3** e na **Figura 2.4** são apresentadas as Mesorregiões e Microrregiões em que as UPHs estão inseridas.

Tabela 2.1 - Distribuição do território municipal nas UPHs

Município	Área total do município (km²)	Gramame	Abiaí	UPH de localização da Sede Municipal
Alhandra	182,72	35,3%	64,7%	Abiaí
Caaporã	150,21	-	99,7%	Abiaí
Conde	172,79	51,8%	48,2%	Gramame
Cruz do Espírito Santo	191,21	5,1%	-	Fora das BHLS
João Pessoa	211,34	25,9%	-	Fora das BHLS
Pedras de Fogo	405,09	65,7%	23,3%	Gramame
Pitimbu	137,27	-	99,4%	Abiaí
Santa Rita	728,41	14,2%	-	Fora das BHLS
São Miguel de Taipu	92,59	0,4%	-	Fora das BHLS

Fonte: Elaborado a partir dos dados do IBGE







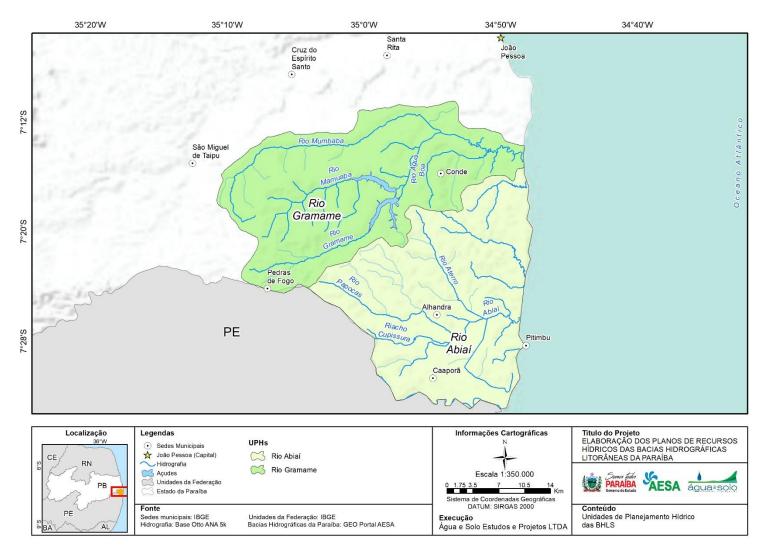


Figura 2.2 - Unidade de Planejamento Hídrico das BHLS. Fonte: Acervo Próprio, 2021.







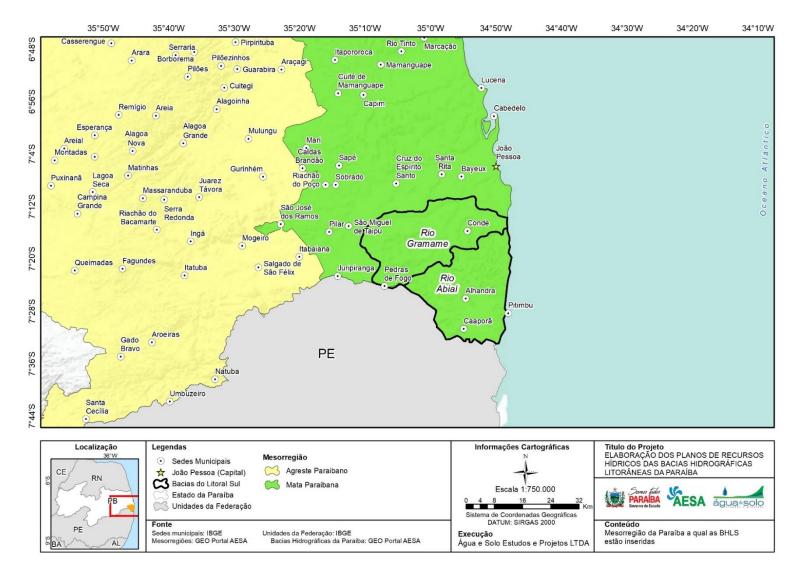


Figura 2.3 - Inserção das BHLS nas Mesorregiões da Paraíba. Fonte: Acervo próprio, 2021.





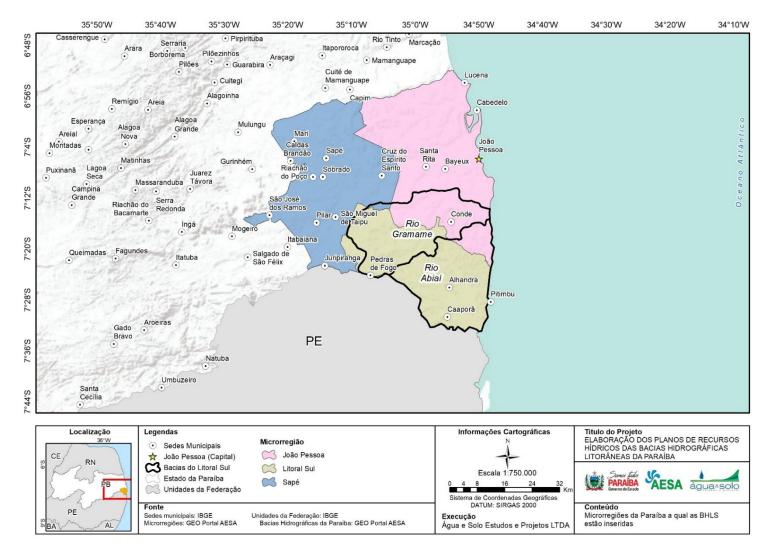


Figura 2.4 - Inserção das BHLS nas Microrregiões da Paraíba. Fonte: Acervo próprio, 2021.







2.2 Caracterização fisiográfica das UPHs

O estudo das características físicas de uma bacia hidrográfica é de grande relevância para o conhecimento de seu comportamento hidrológico, especialmente no que se refere às estimativas da quantidade de água produzida e a resposta da bacia hidrográfica em relação ao processo de transformação da chuva em vazão.

Nesse sentido, para realizar a análise das características físicas das BHLS foi utilizada a hidrografia da Base Hidrográfica Ottocodificada das Bacias Hidrográficas do Atlântico Nordeste Oriental fornecida pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Essa base de dados foi elaborada considerando uma escala de 1:100.000, sendo publicada no ano de 2013. As características topográficas foram extraídas do modelo digital de terreno ALOS PALSAR, com resolução espacial de 12,5 metros.

A bacia do rio Gramame possui uma área de contribuição de 589,6 km², sendo que o curso d'água principal possui extensão de 58,2 km. Os principais afluentes são os rios Mumbaba, Mamuaba e Água Boa. No contexto da região do Litoral Sul, esta bacia é a principal responsável por abastecer a Região Metropolitana de João Pessoa, a qual já apresenta inúmeros conflitos em relação ao uso da água.

No caso da bacia do rio Abiaí, ao considerar apenas sua porção inserida no estado da Paraíba, ela possui 585,7 km². Todavia, um de seus afluentes, o riacho Cupissura, é um corpo hídrico federal, que nasce no estado de Pernambuco. Ao considerar também a área de drenagem do riacho Cupissura, a área de contribuição da bacia do rio Abiaí é de 675,1 km², com o curso d'água principal com extensão de 44,3 km. Os principais afluentes são os rios Aterro, Camocim, Galo, Popocas, Pitanga e Cupissura. Esta bacia é utilizada como fonte complementar para o abastecimento da região metropolitana de João Pessoa.

A **Tabela 2.2** apresenta um resumo das características fisiográficas das bacias hidrográficas da região do Litoral Sul.

Tabela 2.2 - Características fisiográficas das BHLS.

Índice	Bacia Hidrográ	fica
Bacia	Gramame	Abiaí
Área (km²)	589,6	675,1
Perímetro (km)	122,8	140,5
Comprimento axial bacia (km)	58,2	44,3
Altitude máxima (m)	219,0	192,0







Índice	Bacia Hidrográ	fica
Altitude média (m)	82,8	57,0
Declividade máxima (%)	124,1	168,2
Declividade média (%)	7,9	9,2
Ordem do canal principal (Strahler)	3,0	4,0
Coeficiente de Compacidade (Kc)	1,4	1,5
Fator de Forma (Kf)	0,2	0,3
Índice de Circularidade	0,5	0,4
Densidade de Drenagem (km/km²)	0,4	0,4

Fonte: Elaborado a partir de geoprocessamento. Acervo próprio, 2022

A análise dos resultados relativos aos índices morfométricos expostos pela **Tabela 2.2** possibilita uma avaliação prévia das potencialidades e suscetibilidades da bacia hidrográfica, além de propiciar uma comparação física entre as áreas de interesse. De maneira geral, as bacias dos rios Gramame e Abiaí se demonstraram semelhantes em relação às características fisiográficas estimadas. As duas bacias apresentaram-se com baixa a mediana tendência a inundações (Kc > 1,5 e Kf < 0,5) e foram caracterizadas como regiões com rede de drenagem pobre (Densidade de drenagem < 0,5 km/km²).

A **Figura 2.5** demonstra as características gerais das áreas de interesse e a hierarquização fluvial conforme a metodologia proposta por Strahler (1964), que estabelece que canais sem tributários são classificados como de primeira ordem; canais que se originam devido a confluência de dois canais de primeira ordem são classificados como segunda ordem; canais de terceira ordem se originam da confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber afluentes de segunda e primeira ordens, e assim sucessivamente.







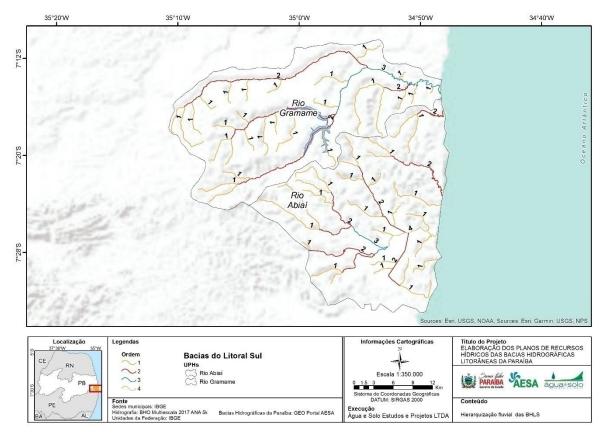


Figura 2.5 - Hierarquização dos principais trechos de drenagem das BHLS. Fonte: Acervo próprio, 2022.

A partir da metodologia proposta por Strahler, os rios principais foram definidos como de 3º ordem para a bacia do rio Gramame e 4º ordem para a bacia do rio Abiaí.

2.3 Variáveis abióticas

2.3.1 Clima

2.3.1.1 Descrição da base de dados

As bases de informações disponíveis e consultadas para a caracterização climática das Bacias do Litoral Sul relacionaram-se com (i) as Normais Climatológicas do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET e (ii) as séries de precipitações mensais do banco de dados hidrológicos da Agência Nacional de Águas – ANA disponibilizados na plataforma Hidroweb.

2.3.1.1.1 Estações Meteorológicas

A análise da variabilidade temporal e espacial dos principais elementos climáticos das bacias do Litoral Sul foi realizada por meio de consulta aos dados da única Estação Meteorológica do INMET existente nas proximidades da bacia, localizada no município de João Pessoa (**Tabela 2.3**). Nota-se de tal forma, que há uma falta de informações climáticas com abrangência de um



período considerável para as bacias do Litoral Sul. De acordo com as informações constantes na Atualização do PERH-PB (AESA, 2021), a área de influência da estação de João Pessoa em relação às bacias do Gramame e Abiaí é igual a 100%, não possuindo similaridades com outras estações localizadas no estado. Para esta avaliação da área de influência foi adotado o método dos Polígonos de Thiessen de cada estação meteorológica relativa à área da bacia/sub-bacia. O Método dos Polígonos de Thiessen (THIESSEN, 1911) atribui um fator de peso, definido a partir das áreas de influência das normais climatológicas, aos totais dos parâmetros medidos em cada uma dessas normais. Utilizando o software QGis, foram definidas e calculadas as áreas de influência de cada estação em cada bacia/sub-bacia.

Tabela 2.3 - Informações da estação meteorológica do INMET consideradas para avaliação do clima na BHLS.

Código	Nome	Município	Situação	Início da Operação	Latitude	Longitude	Altitud e
82798	JOAO PESSOA	JOÃO PESSOA	OPERANTE	31/12/1911	-7.0952780	-34.8486110	9,67m

Fonte: INMET.

Os elementos climáticos avaliados foram: Evaporação (mm); Insolação Total (horas); Precipitação Total (mm); Temperaturas Mínima, Média e Máxima (°C); Umidade Relativa (%) e Ventos (m/s). Os valores predominantes das variáveis consideradas são representados através de apuramentos estatísticos designados por normais climatológicas, as quais são fundamentadas de uma quantidade de dados suficientes ao longo de período considerável. A Organização Meteorológica Mundial (OMM) fixou para este fim 30 anos, começando no primeiro ano de cada década. Foi avaliado no presente Diagnóstico os dados diários correspondentes ao período de 1991 a 2020, levando-se em consideração a disponibilidade de informações mais recentes.

Os dados da estação elencada foram analisados e a partir deles foram obtidos os valores médios mensais de cada parâmetro, que se encontram apresentados na **Tabela 2.4**. Os valores de evaporação, insolação e precipitação representam a média do acumulado mensal. A disponibilidade temporal de dados para cada variável é exibida na **Tabela 2.5**.





Tabela 2.4 - Médias das séries históricas na estação meteorológica de João Pessoa-PB (código 82798).

PARÂMETRO/VALOR MENSAL*	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANUAL
Evaporação de Piche (mm)	137,94	124,75	124,64	104,45	97,18	84,44	98,60	119,01	126,00	153,84	148,77	149,36	122,42
Insolação Total (h)	231,05	215,71	223,44	198,85	198,57	164,95	179,21	217,62	230,43	263,45	256,12	243,62	218,59
Precipitação Total (mm)	86,42	106,16	171,48	235,73	287,68	368,74	278,58	134,97	72,81	30,96	21,14	36,61	152,61
Temperatura Máxima (°C)	30,88	31,12	31,22	30,84	30,26	29,21	28,66	28,86	29,37	30,06	30,56	30,86	30,16
Temperatura Média (°C)	27,91	28,09	28,12	27,63	26,90	25,72	25,16	25,42	26,26	27,10	27,62	27,90	26,98
Temperatura Mínima (°C)	25,08	24,97	24,77	24,08	23,38	22,34	21,89	21,92	23,14	24,39	25,08	25,23	23,86
Umidade Relativa (%)	74,14	74,22	75,35	77,93	79,98	82,07	80,98	77,41	74,19	72,43	72,47	73,07	76,19
Ventos (m/s)	2,80	2,81	2,66	2,56	2,53	2,57	2,84	3,20	3,34	3,18	3,01	2,92	2,87

*Dados diários no intervalo de 1991 a 2020.

Fonte: INMET.

Tabela 2.5 - Disponibilidade temporal de dados para a estação de João Pessoa-PB (código 82798).

ANO / PARÂMETRO	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	. 6661	2000	2001	2002	2003	2004	2002	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Média
Evaporação	98	98	99	97	99	98	97	100	100	99	98	92	95	100	99	100	100	100	100	99	100	100	100	99	100	100	100	98	90	14	0	82
Insolação Total	99	85	84	50	99	96	99	95	98	99	98	100	95	100	100	100	93	100	100	100	100	99	99	100	100	100	100	100	97	96	92	81
Precipitação Total	99	99	100	97	100	100	100	100	100	100	100	100	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	100	97	97	92
Temperatura Máxima	97	98	99	96	99	99	100	100	100	100	98	100	95	100	100	100	100	100	97	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	95	96	90
Temperatura Média	97	97	98	67	98	98	98	96	98	99	98	100	95	100	100	100	100	100	97	100	100	100	100	100	100	100	98	100	99	91	93	85
Temperatura Mínima	99	98	99	68	100	99	99	96	99	100	98	100	95	100	99	100	98	99	100	99	99	100	99	100	100	100	98	100	100	96	96	87
Umidade Relativa	95	98	98	95	99	98	100	100	100	99	50	75	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	96	97	90
Vento	61	88	88	76	77	49	100	53	75	100	98	100	95	100	100	100	92	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	99	79

Fonte: INMET.







2.3.1.1.2 Estações Pluviométricas

As estações pluviométricas identificadas nas Bacias Hidrográficas do Litoral Sul estão apresentadas na **Tabela 2.6**. Foram consideradas não só as estações inseridas na área das bacias, mas também as estações pluviométricas situadas próximas à região em análise, permitindo, dessa forma, a visualização da variabilidade espacial da precipitação. Ao todo 39 estações foram identificadas, sendo que 24 estão inseridas na área das BHLS e 15 encontram-se em seu entorno. Das 24 estações que estão nas BHLS, cinco situam-se na área da bacia hidrográfica do rio Abiaí e as outras 19 estão inseridas na bacia hidrográfica do rio Gramame.

Cabe destacar que das 39 estações pluviométricas, apenas 20 delas possuem dados. Destas, somente quatro estações possuem séries históricas com mais de 30 anos. A maior parte das estações possuem séries históricas inseridas entre os anos de 1996 e 2018.

A **Tabela 2.6** apresenta as estações pluviométricas identificadas, o órgão responsável e o período com dados e a **Figura 2.6** ilustra a disponibilidade de dados na BHLS. Na **Figura 2.7** está apresentada a localização de cada uma das estações.

Tabela 2.6. Estações pluviométricas identificadas na região das bacias hidrográficas do Litoral Sul.

Código	Responsável	Nome	Período com dados
734000	AESA-PB	Conde	1962 a 1972
734001	AESA-PB	Santa Rita	1910 a 1989
734008	AESA-PB	Alhandra	1936 a 2018
734025	CAGEPA	Maracanã	-
734026	CAGEPA	Fazenda Mumbaba (06)	-
734027	CAGEPA	Várzea Cercada (14)	-
734028	CAGEPA	Fazenda Santo Antônio (16)	-
734029	CAGEPA	Fazenda Veneza (17)	-
734036	AESA-PB	Bayeux	1996 a 2018
734037	AESA-PB	João Pessoa/Mares	1996 a 2018
734038	AESA-PB	João Pessoa/Mangabeira	1996 a 2018
734039	AESA-PB	João Pessoa/Cedres	2006 a 2018
734040	AESA-PB	Conde/Açude Gramame Mamuaba	-
734041	AESA-PB	Pitimbu	1996 a 2018
734043	AESA-PB	Caaporã	1996 a 2017
734045	CEMADEN	Bayeux - Alto Da Boa Vista	1994 a 2018
734046	CEMADEN	Bayeux - Jardim Planalto	1996 a 2018
734047	CEMADEN	Caaporã Centro	-
734050	CEMADEN	João Pessoa - Bairro Do Cristo	-
734051	CEMADEN	João Pessoa - Cuiá	-
734052	CEMADEN	João Pessoa - Grotão	-
734057	CEMADEN	Pitimbu - Centro	-
735052	INMET	Goiana	1911 a 1970







Código	Responsável	Nome	Período com dados
735072	DNOCS	Itambé	1910 a 1990
735127	CAGEPA	Jangada (03)	-
735129	CAGEPA	Fazenda Princesa (07)	-
735131	CAGEPA	Engenho Fazendinha (09)	-
735132	CAGEPA	Fazenda Mamoaba de Cima (10)	-
735133	CAGEPA	Fazenda Santa Emília (11)	-
735134	CAGEPA	Fazenda Bulhões (12)	-
735135	CAGEPA	Riacho Do Salto (13)	-
735136	CAGEPA	Imbiribeira(15)	-
735173	ANA	Caricé	2014 a 2021
735196	AESA-PB	São Miguel De Taipu	1994 a 2018
735197	AESA-PB	Santa Rita/Indaiá	2006 a 2016
735198	AESA-PB	Pedras De Fogo/Engenho Novo I	2006 a 2010
735200	AESA-PB	Pedras De Fogo/Fazenda Buraco Fundo	2006 a 2010
735202	AESA-PB	Juripiranga	1995 a 2018
735203	AESA-PB	Pedras De Fogo	1994 a 2018

Fonte: Hidroweb







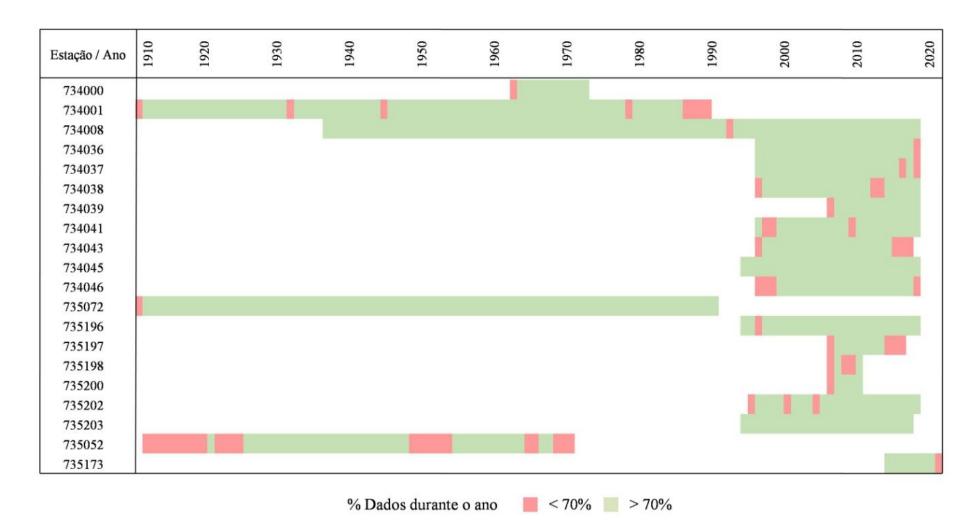


Figura 2.6 - Disponibilidade de dados de precipitação nas BHLS. Fonte: Acervo próprio, 2022.







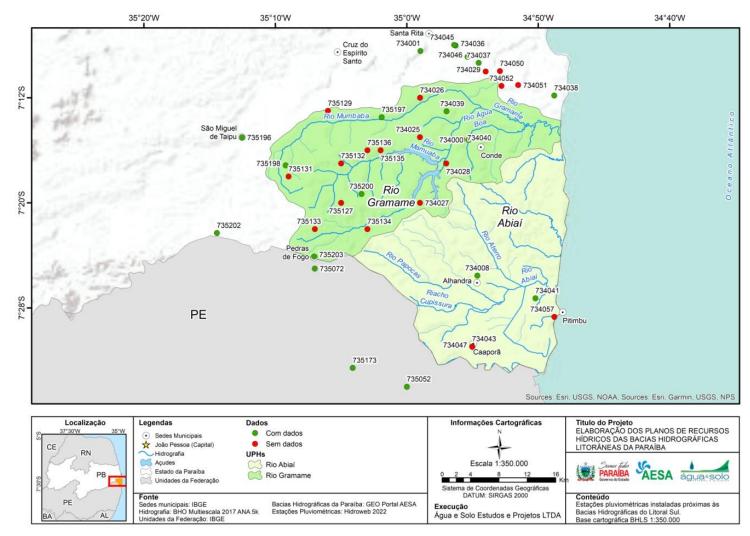


Figura 2.7 - Estações pluviométricas instaladas próximas as BHLS. Fonte: Acervo próprio, 2022.



2.3.1.2 Variabilidade dos parâmetros climatológicos

A seguir, os principais parâmetros climatológicos das bacias do Litoral Sul serão descritos e analisados com base nas fontes de dados elencadas no item anterior. O conhecimento das características meteorológicas da região de estudo é essencial para o processo de tomada de decisão associada à gestão de recursos hídricos.

2.3.1.2.1 Precipitação

A fim de avaliar o regime pluviométrico da região, foram analisadas as precipitações médias mensais e totais anuais no período compreendido entre 1995 e 2018. Este período foi utilizado devido a maior consistência dos dados disponíveis e apenas as estações que possuíam mais de 70% dos dados foram consideradas. Dessa maneira, observa-se que os meses de abril a julho caracterizam o período com maior volume de chuva, enquanto o período de setembro a dezembro a estação mais seca. O mês com maior volume de chuva médio é o mês de junho com 223,46 mm e o mês mais seco é o mês de novembro com volume médio de 16,20 mm. Analisando os dados em escala anual, destaca-se os anos 2000 e 2011 como os maiores registros de chuva, com respectivos volumes totais anuais de 1859,87 mm e 1871,94. Quanto ao período de menor volume de chuva registrado, destaca-se os anos de 1998, 1999 e 2018 que apresentaram totais anuais de 772,53 mm, 751,97 mm e 770,63 mm, respectivamente. Por fim, a média total anual de precipitação para região observada neste período foi de 1202,23 mm. A Figura 2.8 e a Figura 2.9 exibem os valores de precipitação médios mensais e valores de precipitação anual total média.







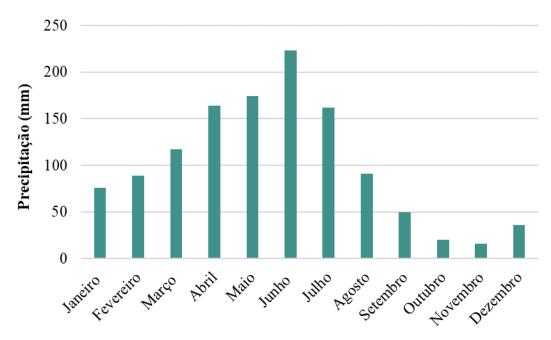


Figura 2.8 - Precipitação média mensal.

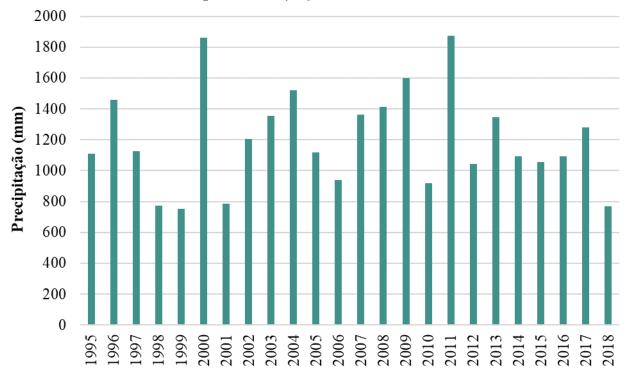


Figura 2.9 - Precipitação total anual para as BHLS.

A análise das precipitações nas bacias do Litoral Sul também envolveu a avaliação das Normais Climatológicas da estação meteorológica do INMET de JOÃO PESSOA (82798). Os resultados apresentados no gráfico da **Figura 2.10** estão alinhados com o apresentado anteriormente, destacando a estação chuvosa das bacias entre os meses de março a agosto com o pico de precipitação ocorrendo em junho.









Figura 2.10 - Gráfico com as médias mensais de precipitação para a estação de João Pessoa (1991 a 2020). Fonte: INMET, 2022.

2.3.1.2.2 Temperatura

As mudanças de temperatura nas bacias do Litoral Sul estão diretamente relacionadas à ocorrência dos sistemas atmosféricos descritos anteriormente e ao ciclo anual de radiação solar, determinado pela época do ano e a inclinação do eixo da Terra pelo movimento de translação associado a esse período. Para a caracterização da temperatura, os dados consultados são aqueles medidos na estação meteorológica de João Pessoa.

A temperatura média anual da estação analisada varia entre 21,42°C (mínimo registrado em junho) e 24,60 °C (máximo registrado em dezembro, com valor semelhante em janeiro). Como exibido na Figura 2.11, a amplitude térmica na região é baixa, com os meses de junho a agosto sendo os mais frios. Por estar localizada em uma região de elevado índice de urbanização e na costa os valores registrados pela estação sofrem influência de fenômenos locais como a maritimidade e as ilhas urbanas de calor.



Figura 2.11 - Gráfico com os resultados das temperaturas médias para a estação de João Pessoa (1991 a 2020). Fonte: INMET, 2022.





2.3.1.2.3 Umidade relativa do ar

A umidade relativa do ar é a relação entre a massa de água que existe no ar e a quantidade máxima de água que poderia existir no ar (ser absorvido) naquelas condições de temperatura. Quando a umidade relativa é baixa, a amplitude térmica em geral mostra-se maior, devido a menor quantidade de água que ocorre na atmosfera. A umidade atmosférica tende a decrescer com o aumento da latitude, mas a umidade relativa, sendo uma função inversa da temperatura, tende a aumentar. Na área agrícola, o monitoramento da umidade relativa do ar tem como objetivo proporcionar o manejo adequado das culturas evitando por exemplo o surgimento de ácaros, fungos e insetos. Os dados de umidade também são relevantes para a simulação hidrológica, uma vez que está diretamente relacionada com a evapotranspiração.

A **Figura 2.12** mostra a umidade relativa do ar registrada pela estação de João Pessoa. O valor médio anual da umidade relativa é igual a 76,19%. Os valores de umidade são maiores durante o período chuvoso (março a agosto), com valores máximos em junho e julho.



Figura 2.12 - Gráfico com os resultados da umidade relativa médias para a estação de João Pessoa (1991 a 2020). Fonte: INMET, 2022.

2.3.1.2.4 Vento

O vento pode ser definido como o movimento do ar na atmosfera, sendo gerado pela diferença de pressão atmosférica entre duas regiões distintas ocasionados por fenômenos naturais, como o movimento de rotação da Terra ou o aquecimento desigual da superfície terrestre. Além da pressão atmosférica, a radiação solar, a umidade do ar e a evaporação também influenciam diretamente nas características do vento. Características do terreno, como a existência de construções de grande altura, também causam intervenções nos regimes dos ventos. Os eventos desempenham um importante papel na dispersão de poluentes, na geração de energia, no transporte de umidade e de massas de ar frio e ar quente.







Os ventos são caracterizados por sua intensidade que é fortemente influenciada pelas irregularidades topográficas. Os registros anemométricos da estação meteorológica permitiram estabelecer a velocidade média para cada mês no local de estudo, as quais são apresentadas na **Figura 2.13**. Os dados analisados indicam que a velocidade dos ventos na estação apresenta pequenas variações ao longo dos meses do ano, com ligeiro aumento no último trimestre (de estação seca logo após o período chuvoso). As medições na estação de João Pessoa têm influência das construções com alturas elevadas existentes dentro do perímetro urbano do município e das brisas marítimas.

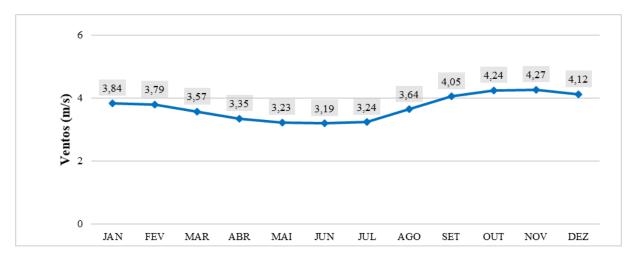


Figura 2.13 - Gráfico com os resultados da velocidade média dos ventos para a estação de João Pessoa (1991 a 2020).

Fonte: INMET, 2022.

2.3.1.2.5 *Evaporação*

A evaporação é o processo físico de passagem da água do estado líquido para o estado gasoso mediante o fornecimento de energia. O fornecimento de energia deve ser o suficiente para vencer a tensão superficial da água e atingir o processo de evaporação. A taxa de evaporação está diretamente relacionada a temperatura, à natureza do líquido e suas características, à área de superfície livre, à concentração de vapor na atmosfera e à pressão atmosférica. Um milímetro de evaporação equivale à transferência para a atmosfera de um litro de água para cada metro quadrado da projeção da superfície evaporante. Para os cultivos agrícolas e para as massas d'águas a evaporação e evapotranspiração representam perdas consideráveis de água para a atmosfera, diminuindo a fração de recursos hídricos disponíveis. Em regiões onde a disponibilidade hídrica é fator limitante do desenvolvimento econômico e de atendimento das necessidades da população, o conhecimento da distribuição espacial e temporal da transferência de vapor d'água para a atmosfera é essencial para a formulação de políticas públicas e de recursos hídricos.







A Figura 2.14 exibe os resultados de evaporação média acumulada por mês para a estação selecionada neste estudo. Pelo resultado apresentado, é possível notar uma quantidade maior de evaporação durante os meses não chuvosos e de aumento das temperaturas médias (outubro a março). O mês com maior nível de evaporação registrado foi outubro e novembro (meses mais secos) com cerca de 183mm de perda de água acumulada.



Figura 2.14 - Gráfico com as médias de evaporação acumulada para a estação de João Pessoa (1991 a 2020). Fonte: INMET, 2022.

2.3.1.3 Classificação climática das Bacias do Litoral Sul

A classificação climática de uma região possui com objetivo identificar zonas com características climáticas e biogeográficas semelhantes, a fim de fornecer atributos sobre as condições ecológicas, suas potencialidades agrícolas e o meio ambiente da região (ANDRADE JÚNIOR et al., 2005). Entre os sistemas de classificação existentes, Köppen-Geiger é o mais utilizado nas áreas de geografia, climatologia e ecologia conforme BARROS et al. (2012). Esta classificação baseia-se essencialmente na quantidade e distribuição da precipitação e temperatura anual e mensal.

A classificação climática das bacias do Litoral Sul foi feita tendo como base os sistemas de classificação climática internacionalmente reconhecidos de Köppen-Geiger (1928) e Thornthwaite (1948). Para isso, levou-se em consideração o trabalho desenvolvido por Franciso & Santos (2018), que abordou as classificações climáticas consideradas para o estado da Paraíba. Como metodologia do trabalho, foram utilizados os valores de temperatura média do ar de um período de 64 anos dos postos pluviométricos da Rede Básica do Nordeste, implantados inicialmente pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE). Os postos selecionados foram aqueles que possuem trinta ou mais anos de observações. Através da interpolação dos valores de precipitação e temperatura média pelo método da krigagem, foi







possível obter os mapas de temperatura, pluviosidade e das classificações de Köppen e Thornthwaite para o estado da Paraíba.

Segundo os resultados obtidos pelo trabalho, a classificação climática de Köppen apresentou duas tipologias climáticas distintas na região das BHLS. Ocupando toda a bacia do rio Abiaí e grande parte da bacia do Gramame, observa-se o clima Am (clima de moção), tropical com chuvas excessivas e uma estação seca, com a temperatura do mês mais frio sendo maior que 18°C e do mês mais quente superior a 22°C. O tipo de clima As (quente e úmido) ocupa a porção interiorana da bacia do rio Gramame nas proximidades do município de São Miguel de Taipu.

2.3.1.4 Balanço Hídrico Climatológico

O balanço hídrico climatológico é usado para estimar o armazenamento médio de água do solo ao longo do tempo. O balanço hídrico é obtido computando a demanda e a disponibilidade hídrica por meio de precipitação pluviométrica, evapotranspiração potencial, armazenamento de água no solo, deficiência hídrica e excedente hídrico. Conhecê-lo é de extrema relevância, pois, ao fornecer a contabilização de água do solo, é possível haver planejamento e remanejamento hídrico da massa em um volume de solo vegetado (ZEPKA, 2002).

O modelo mais utilizado para a realização do Balanço Hídrico Climatológico é o proposto por Thornthwaite (1948) e posteriormente modificado por Mather (1955), conhecido como "Balanço Hídrico de Thornthwaite e Mather" (1955). Segundo o INMET, o Balanço Hídrico Climatológico fornece estimativas da evapotranspiração real (ETR), da deficiência hídrica (DEF), do excedente hídrico (EXC) e do armazenamento da água no solo (ARM), com base no suprimento natural de água ao solo, simbolizado pelas chuvas (P), na demanda atmosférica, simbolizada pela evapotranspiração potencial (ETP) e na capacidade de água disponível (CAD) apropriada. Para que não haja nem excesso nem deficiência hídrica, a chuva (P) deve ser igual a ETP. Portanto a ETP representa a chuva ideal (que deveria entrar no volume de controle).

A análise das condições hídricas das Bacias do Litoral Sul foi realizada por meio do método de Thornthwaite e Mather (1955), utilizando os dados de precipitação, evapotranspiração potencial e real para a estações meteorológica do INMET de João Pessoa (82798). A evapotranspiração foi calculada pelo método de Hargreaves (1985), conforme a metodologia utilizada na Atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba (2019). Para o cálculo da evapotranspiração os dados utilizados foram: a latitude da estação meteorológica considerada, temperaturas média, mínima e máxima mensal e insolação diária. O período de dados analisado









foi de 1991 a 2020. Para os valores de capacidade de água disponível (CAD) foi considerado para a estação a média municipal disponibilizada pelo mapa de capacidade de água disponível para solos brasileiros, realizado pela Agência Nacional de Águas e pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), como uma das atividades do Atlas Irrigação: Uso da Água na Agricultura Irrigada (2021). Os valores da CAD e do armazenamento mínimo de água no solo variam conforme o tipo de solo e a profundidade das raízes.

A latitude da estação meteorológica, os dados de temperatura, precipitação, insolação diária e de capacidade de água disponível média foram inseridos na planilha eletrônica elaborado por D'ANGIOLELLA & VASCONCELLOS (2004) para cálculo do Balanço Hídrico Climatológico. Na **Tabela 2.7** são apresentados os resultados do Balanço Hídrico de Thornthwaite e Mather (1955) da estação meteorológica de João Pessoa. O gráfico da **Figura 2.15** mostra o déficit, o excesso, a retirada e a reposição de água ao longo dos meses enquanto a **Figura 2.16** apresenta a relação do armazenamento máximo, mínimo e efetivo de água no solo.

Tabela 2.7 - Balanço Hídrico Normal por Thornthwaite e Mather (1955) em JOÃO PESSOA, PB.

Tempo	P	ETP	P-ETP	NEG-AC	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Meses	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
JAN	86.4	150.8	-64.4	-504.0	0.2	-0.3	86.7	64.1	0.0
FEV	106.2	136.7	-30.5	-534.5	0.2	0.0	106.2	30.5	0.0
MAR	171.5	149.5	22.0	0.0	22.2	22.0	149.5	0.0	0.0
ABR	235.7	130.3	105.4	0.0	85.0	62.8	130.3	0.0	42.6
MAI	287.7	119.2	168.5	0.0	85.0	0.0	119.2	0.0	168.5
JUN	368.7	96.5	272.2	0.0	85.0	0.0	96.5	0.0	272.2
JUL	278.6	99.7	178.9	0.0	85.0	0.0	99.7	0.0	178.9
AGO	135.0	117.4	17.6	0.0	85.0	0.0	117.4	0.0	17.6
SET	72.8	134.5	-61.7	-61.7	41.1	-43.9	116.7	17.8	0.0
OUT	31.0	156.5	-125.5	-187.2	9.4	-31.7	62.7	93.8	0.0
NOV	21.1	154.9	-133.8	-321.0	1.9	-7.5	28.6	126.3	0.0
DEZ	36.6	155.1	-118.5	-439.5	0.5	-1.4	38.0	117.1	0.0
Média	86.4	150.8	-64.4	-504.0	0.2	-0.3	86.7	64.1	0.0

Fonte: Acervo próprio, 2022.





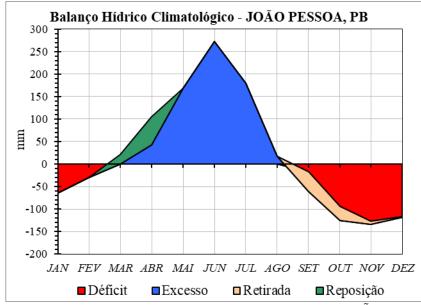


Figura 2.15 - Extrato do Balanço Hídrico da Estação Climatológica de JOÃO PESSOA, PB. Fonte: Acervo próprio, 2022.

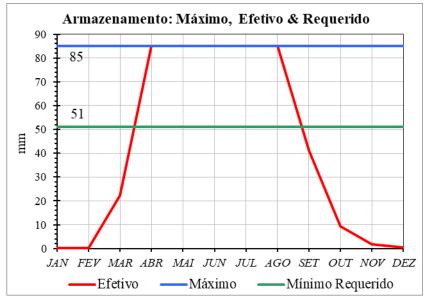


Figura 2.16 - Armazenamento de água no solo máximo, mínimo e efetivo de JOÃO PESSOA, PB. Fonte: Acervo próprio, 2022.

Quando comparado com os resultados de Balanço Hídrico das demais estações meteorológicas da Paraíba João Pessoa exibe os melhores resultados de excesso hídrico e atendimento do armazenamento mínimo requerido de água no solo. Os valores dos gráficos e tabela apresentados acima demonstram que o período chuvoso se estende de março a agosto. O excesso de água ocorre de abril a agosto, com reposição de água de março a maio. A retirada inicia-se com o fim do período chuvoso alongando-se até dezembro. Em junho, com precipitações médias em torno de 369 mm, o excedente hídrico atinge seu valor mais alto, com aproximadamente 272 mm de água excedentes. A quantidade de água armazenada no solo é



inferior ao mínimo requerido durante o período seco e início da estação chuvosa (setembro a março).

2.3.1.5 Prognóstico das Mudanças Climáticas

A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) define Mudanças Climáticas como o processo de "mudanças associadas direta ou indiretamente à atividade humana que alterem a variabilidade climática natural observada num determinado período". Como discutido anteriormente, o clima apresenta variabilidade temporal e espacial decorrentes de processos na atmosfera, no solo e em sua cobertura, nos oceanos e devido à radiação solar. Tais processos por sua vez não são lineares e bem definidos estando fortemente interligados e dificultando sua estimativa.

Apesar disso, nas últimas décadas observou-se um importante aumento da temperatura média da Terra (principalmente depois dos anos 80). Desde 2001, os relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) apresentam resultados de modelos climáticos globais justificando que esses aumentos são ligados às consequências da intensificação do efeito estufa. Desde então, evidências do aumento da temperatura do planeta e sua relação com o aumento das taxas de emissões de gases de efeito estufa após a Revolução Industrial vem sendo colhidas. Os estudos apresentados pelo IPCC de previsão e avaliação de cenários climáticos se baseiam em evidências observadas e no uso dos chamados Modelos Climáticos Globais (GCM, na sigla em inglês) que, em geral, carregam incertezas devido às suas condições iniciais e às suas próprias estruturas. Tais modelos, contudo, vem apresentando aperfeiçoamentos com o tempo e o conhecimento já disponível permite ao IPCC afirmar com embasamento científico que ocorrerão mudanças no ciclo hidrológico em função da evolução dos padrões da precipitação (aumento da intensidade e da variabilidade), que poderão afetar significativamente a disponibilidade e a distribuição temporal da vazão nos rios (AR6, IPPC 2021). Nesse sentido, a gestão dos recursos hídricos deve desenvolver medidas adaptativas face aos desafios impostos pela mudança do clima.

Diante das incertezas associadas aos cenários futuros do clima e consequentemente à disponibilidade hídrica, faz-se necessária a utilização conservadora dos estoques de águas disponíveis com redução na quantidade de água a ser utilizada. Para atenuação dos impactos da mudança climática nos sistemas hídricos, torna-se indispensável a discussão e implementação de medidas de adaptação e ajustes dos instrumentos e práticas de gestão de recursos hídricos







(ANA, 2016). A gestão adaptativa coloca-se como alternativa para orientar a ação. A previsão e o controle são substituídos pela cenarização prospectiva e pela adaptação, respectivamente.

Diante do cenário de gestão adaptativa para os recursos hídricos, o estudo e discussão do prognóstico das Mudanças Climáticas nas bacias do Litoral Sul requer um desenvolvimento e acompanhamento constante, com embasamento técnico-científico apropriado. Nesse sentido, serão abordados a seguir alguns estudos de avaliação do efeito das mudanças climáticas no estado da Paraíba e na região Nordeste. A breve abordagem desses resultados visa traçar um panorama geral de resultados obtidos sobre possíveis alterações nas características climáticas na região. Estas informações devem ser levadas em consideração no processo de tomada de decisão na gestão de recursos hídricos das BHLS.

As projeções do IPPC indicam de forma geral que o Brasil deve sofrer efeitos diferentes no clima de acordo com a região. Os principais impactos identificados nas regiões brasileiras indicam uma potencial intensificação das condições de aridez no centro da região Nordeste, assim como no sul da Amazônia, que passaria de clima tropical úmido para um clima tropical subúmido (ANA, 2016). Não somente as águas superficiais serão afetadas como também as taxas de recargas das águas subterrâneas. O estudo realizado por DOLL & FLORKE (2005) estima que as águas subterrâneas no Nordeste do Brasil devem ter uma redução na recarga em 70% até 2050. O **Tabela 2.8** abaixo apresenta o resumo e as principais conclusões de alguns estudos (desenvolvidos em Universidades reconhecidas da região Nordeste) para a estimativa e análise dos efeitos das mudanças climáticas em regiões de interesse para o presenta Plano de Recursos Hídricos: o estado da Paraíba e a rio São Francisco. Maiores investigações são necessárias para avaliação desses impactos especificamente nas bacias do Litoral Sul.

Tabela 2.8 - Resumo dos principais pontos apresentados nos estudos analisados de avaliação do efeito das mudanças climáticas sobre a Paraíba.

SILVEIRA, Cleiton; FILHO, Francisco et al. Mudancas Climáticas na Bacia do Rio São Francisco: Uma Análise da Precipitação e Temperatura. Revista Brasileira de Recursos Hídricos -Versão On-Line **ISSN 2318**

REFERÊNCIA

As projeções de precipitação e temperatura dos modelos globais do Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 (CMIP5) são analisadas para a bacia do rio São Francisco para o período de 2011 a 2100 para os cenários RCP 4.5 e RCP 8.5. Os modelos são avaliados quanto à representação da climatologia da precipitação no período de 1961 a 2000. Para a avaliação, os dados das estações do INMET foram utilizados. A avaliação baseia-se em dois índices de desempenho: a correlação e o erro quadrático médio.

RESUMO

Para avaliação de tendências e variabilidade são usados: a média móvel de dez anos, regressão linear e o método

PRINCIPAIS RESULTADOS

- Todos os modelos indicam que a temperatura deve aumentar na bacia do Rio São Francisco no período de 2071 a 2100, principalmente na porção mais ao sul, onde ocorre o aproveitamento hidroelétrico da bacia.
- Há divergências quanto o futuro das precipitações sendo estas mais significativas nos períodos de 2041 a 2070 e 2071 a 2100.
- Para as precipitações, há um alto nível de incerteza associada às projeções dos modelos do CMIP5.
- Enquanto a maioria dos modelos indica anomalia positiva de 2°C ou mais nos últimos trinta anos do século XXI para o







REFERÊNCIA RBRH vol. 21 n°

2, Porto Alegre.

RESUMO

de Mann-Kendall-Sen. Aproximadamente 28% dos modelos analisados não representam adequadamente a sazonalidade da precipitação. Todos os modelos apresentaram tendência positiva para a temperatura, e apesar da divergência na precipitação, os mesmos projetam anomalias entre -20% e 20% em

cada período de 30 anos para essa

variável.

SANTOS, Carlos. Estimativa e tendências de índices de detecção de mudanças climáticas com base na precipitação diária no Rio Grande do Norte e na Paraíba. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) -Universidade Federal de Campina Grande, CTRN. Campina Grande, 2006.

COUTINHO, Maytê. CONSTRUÇÕES DE CENÁRIOS DE POSSÍVEIS **MUDANCAS CLIMÁTICAS PARA** PARAÍBA E RIO **GRANDE DO** NORTE. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) -Universidade Federal de Campina Grande, CTRN. Campina Grande, 2011.

O objetivo do trabalho foi estimar e verificar a tendência dos índices de detecção de mudanças climáticas para os estados do Rio Grande do Norte e Paraíba e analisar suas relações com o IVDN, com as anomalias de TSM nas regiões de Niño 1+2, Niño 3, TNA e TSA e com áreas de produção agrícola do estado. Utilizou-se dados diários de 44 postos de precipitação pluvial da antiga rede de postos pluviométricos da SUDENE. Concluiu-se que nos dois Estados houve um aumento do número de dias com chuvas, o total anual de chuva aumentou, porém com menores eventos extremos, assim como, a quantidade máxima de precipitação em um dia e o número de dias extremamente úmidos. Os índices extremos de chuva demonstraram boa correlação com a dinâmica da vegetação. Enquanto, a área colhida de produção agrícola do Sertão dos dois Estados, está relacionada com DCU (Dias Consecutivos Úmidos) e precipitações extremas.

Neste estudo, buscou-se investigar possíveis alterações no comportamento das componentes do balanço hídrico climático, associadas a cenários de mudanças climáticas do Intergovernmental Painel on Climate Change (IPCC): aumento de 1,5° C e 3,0° C da temperatura média do ar e aumento e redução em 20% da precipitação média anual para os estados do Rio Grande do Norte e Paraíba. Tomaram-se como referência as condições climatológicas normais e a variabilidade interanual climática durante anos com ocorrência de La Niña e El Niño. Os dados climatológicos de temperatura do ar e totais de precipitação pluvial são oriundos da Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas (UACA). O método de Thornthwaite e Mather (1957) foi utilizado para a elaboração do balanço hídrico. Os resultados das projeções mostraram tendência para um clima mais

PRINCIPAIS RESULTADOS

cenário RCP4.5, no cenário RCP 8.5, os modelos indicam anomalias superiores a 4,0°C.

- Artificializar a redução das incertezas associadas à precipitação e a à temperatura pode induzir estratégias que levem àquilo que, em gerenciamento de risco, se conhece como grandes arrependimentos.
- Estratégias robustas precisam considerar as incertezas no nível atual de conhecimento.
 - Os resultados obtidos mostram um aumento predominante nos índices Dias Consecutivos Úmidos (DCU), Precipitação Total Anual (PRCPTOT), Quantidade Máxima de Precipitação em um dia (Rx1day) e Dias Extremamente Úmidos (R99p).
- As tendências dos DCS estão mais bem correlacionadas com as condições do Oceano Atlântico, enquanto os índices de precipitações extremas (R95p e Rx5day) mostraram correlações com significância estatística de 99% com as duas regiões do Pacífico e com a região TNA do Atlântico.
 - Os índices DCU, R95p e Rx5day apresentaram correlações significantes com o IVDN das duas áreas analisadas.
- De acordo com os resultados obtidos pode-se observar que a atuação do ENOS tem grande influência sobre o clima do Nordeste brasileiro, principalmente sobre os eventos extremos.
- Foram verificadas variabilidades interanuais dos componentes do balanço hídrico em anos de La Niña e El Niño. Observou-se que no período de El Niño, as condições da atmosfera nos estados do RN e PB foram mais secas do que a média climatológica, já em anos com La Niña, as condições atmosféricas foram mais úmidas. As tendências encontradas nos cenários estavam além da variabilidade interanual do clima atual.
- As anomalias para a evapotranspiração obtidas para todos os cenários foram maiores que às encontradas para os períodos de El Niño: mesmo para condições de aumento de 1,5°C da temperatura do ar as demandas de água para a atmosfera nos dois Estados são superiores às observadas nos anos mais secos.
- Há indicação de que o clima em todo o litoral leste, atualmente é úmido e tenderá a ficar sub-úmido seco. No oeste







REFERÊNCIA	ERÊNCIA RESUMO PRINCIPAIS RESULTADOS		
	seco, diminuição na umidade do solo,	da Paraíba, onde o clima é sub-úmido	
	redução na vazão dos rios e redução da	seco tenderá a ficar semi-árido. Nas	
	umidade relativa na atmosfera dos dois	demais partes dos dois Estados, a aridez	
	Estados.	também tenderá a aumentar e em	
		algumas áreas, o clima poderá tornar-se	
		árido, como parte da Borborema, na	
		Paraíba e partes do Oeste Potiguar, do	
		Central Potiguar e do Agreste Potiguar	
		no Rio Grande do Norte.	

Fonte: Acervo próprio, 2022.

2.3.2 Geologia

A região das bacias hidrográficas do Litoral Sul encontra-se instalada, em sua maior parte, sobre rochas sedimentares da Bacia Marginal Paraíba, que corresponde a um pacote sedimentar de arenitos e calcários com espessura de até 400 metros. Formando o embasamento dessa bacia, ocorrem rochas muito antigas do Pré-cambriano, enquadradas no contexto geotectônico da Província Borborema, a qual se caracteriza como uma ampla região de dobramentos com o embasamento consolidado no Paleoproterozóico, retrabalhada parcialmente no Mesoproterozóico, com posterior registro de eventos magmáticos a partir da colocação de suítes intrusivas Neoproterozóicas. Recobrindo parcialmente, tanto as áreas do embasamento cristalino quanto a bacia sedimentar, ocorrem sedimentos terrígenos da Formação Barreiras, além de depósitos de cobertura pouco espessos e sedimentos litorâneos.

A Província Borborema, que forma o embasamento geológico antigo, corresponde a um cinturão orogenético de idade Meso a Neoproterozóica de grande complexidade estratigráfica e geocronológica, o qual foi subdividido em compartimentos com estratigrafia e evolução tectônica distintas, geralmente limitados por falhas ou zonas de cisalhamento. O entendimento atual sobre a geologia da Província Borborema estabelece uma evolução baseada em processos de colagem de terrenos tecno-estratigráficos distintos.

As bacias do Litoral Sul se encontram na porção central da Província Borborema, no domínio da Zona Transversal, que se caracteriza como um compartimento com *trends* estruturais de direção E-W e ENE, compreendido entre a Zona de Cisalhamento Pernambuco, a sul, e Zona de Cisalhamento de Patos, a norte. A **Figura 2.17** apresenta a compartimentação tectônica da Província Borborema.







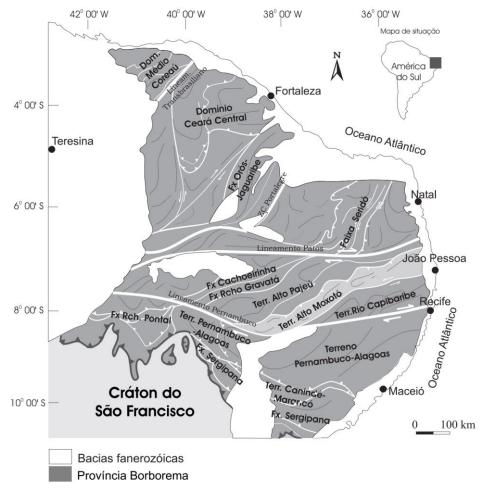


Figura 2.17 - Compartimentação tectônica da Província Borborema. Fonte: Hasui et al. 2012.

De forma genérica a geologia da Província Borborema pode ser definida como um conjunto formado pela junção (durante a Orogênese Brasiliana) de fragmentos crustais envolvendo núcleos arqueanos, blocos gnáissico-migmatíticos de idade Paleoproterozóica e sequências supracrustais Paleo e Neoproterozóicas, sendo todo esse conjunto afetado por diversas intrusões graníticas de idade Brasiliana, frequentemente associadas a extensas zonas de cisalhamento.

As principais feições estruturais do embasamento correspondem a faixas miloníticas brasilianas com trend estrutural de direção ENE-WSW, materializadas por zonas de cisalhamentos, além de dobras apertadas com planos axiais verticalizados.

A Bacia Sedimentar Paraíba estende-se na região costeira desde a cidade de Recife, limitada pelo Lineamento Pernambuco, até o vale do rio Camaratuba, apresentando uma largura média de 25 km ao longo da faixa litorânea do estado. Segundo Mabesoone & Alheiros (1991) esta bacia sedimentar apresenta uma morfologia homoclinal, com mergulho suave para leste, acomodando um pacote de arenitos e calcários que pode atingir espessuras superiores a 400 metros. A sua gênese está relacionada ao processo de abertura do Atlântico Sul durante o final





do Jurássico e início do Cretáceo, a partir da separação dos continentes América do Sul – África. O preenchimento por sedimentos de origem continental e marinha inclui unidades designadas de Formações Beberibe/Itamaracá, Gramame e Maria Farinha.

O preenchimento sedimentar da Bacia Paraíba teve início com arenitos médios a grossos que compõem a Formação Beberibe, interpretada como de origem continental em ambiente fluvial e lacustre, passando para arenitos e siltitos com calcarenitos fossilíferos que deram origem à Formação Itamaracá, representando a transição entre o ambiente continental e o marinho, e posteriormente a Formação Gramame, que mostra uma sucessão carbonática transgressiva com intercalações finas de material argiloso. Por fim uma nova transgressão marinha deu origem a depósitos de calcário da Formação Maria Farinha de idade Paleocênica. A **Figura 2.18** apresenta a coluna estratigráfica esquemática da Bacia Paraíba.

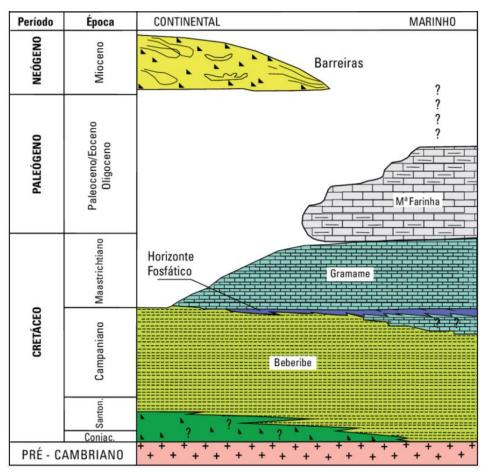


Figura 2.18 - Coluna estratigráfica esquemática da Bacia Paraíba. Fonte: Barbosa et al, 2004.

A bacia sedimentar foi considerada por muito tempo como constituída por formações contínuas abrangendo a faixa costeira desde o sul da cidade de Recife até o norte de João Pessoa, sendo denominada de Bacia Pernambuco-Paraíba. O avanço do conhecimento geológico na região permite atualmente separar a Bacia Paraíba com suas características estruturais e estratigráficas





próprias, limitada pelo lineamento Pernambuco a sul, e pelo Alto de Mamanguape que a separa da Bacia Potiguar, a norte. Em função de condicionantes estruturais do embasamento, no território da Paraíba, a bacia sedimentar Paraíba encontra-se subdividida nas sub-bacias Alhandra, a sul de João Pessoa, e Miriri a norte (**Figura 2.19**).

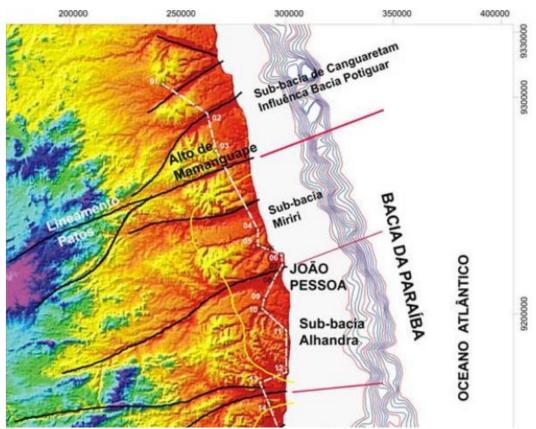


Figura 2.19 - Delimitação da Bacia Paraíba e sub-bacias Alhandra e Miriri. Fonte: Barbosa e Filho, 2005.

Estruturalmente a bacia sedimentar se apresenta como uma rampa de blocos falhados de gradiente suave cortada por diversas falhas na direção predominante EW, sendo a maior parte falhas de gravidade, compartimentando a bacia em blocos com distintas espessuras (costa, 2007). Neste setor, o substrato cristalino foi afetado por um sistema de falhas de gravidade que provocou uma sequência de hosts e grabens. A partir de vinte e sete sondagens elétricas verticais - SEVs - na região da Bacia Sedimentar Paraíba, Costa (2007) encontrou profundidades do embasamento cristalino variando entre 52 e 525 metros de profundidade.

Recobrindo de forma descontínua as sequências sedimentares da Bacia Paraíba e parte das rochas do embasamento antigo, encontram-se os arenitos continentais da Formação Barreiras, cuja espessura total não ultrapassa os 70 metros. Essa Formação ocorre geralmente nas áreas de topografia mais elevada, compondo morros residuais ou, quando conservados, compondo extensas áreas de tabuleiros.





A **Figura 2.20** apresenta um perfil geológico-estratigráfico elaborado a partir de furos de sondagem na área da Companhia de Cimento Paraíba (Mineração Nacional) a sul do município de Alhandra, próximo ao limite com Caaporã. No perfil se observa a estruturação das camadas sedimentares desde a base, onde ocorre a Formação Beberibe, seguida por calcarenitos da Formação Gramame e a Formação Barreiras no topo.

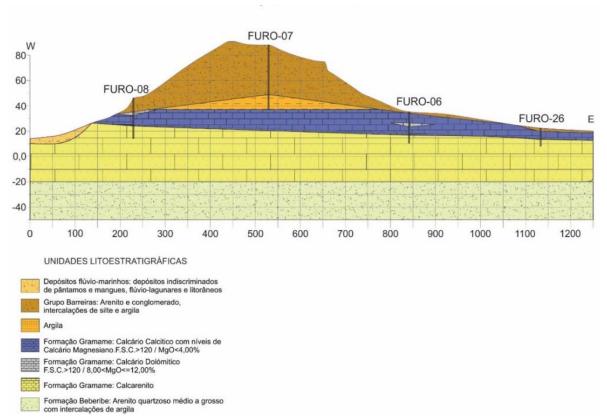


Figura 2.20 - Perfil geológico-estratigráfico W-E na área da Companhia de Cimento Paraíba. Fonte: CCP (2019).

Assim, o substrato geológico das bacias hidrográficas do Litoral Sul apresenta um amplo domínio de rochas correspondendo a períodos geológicos que vão do Paleoproterozóico ao Neógeno, incluindo metamórficas e ígneas do complexo cristalino pré-Cambriano, intrusivas e vulcânicas, e espessos pacotes de sedimentos continentais e marinhos confinados em uma bacia costeira.

Neste trabalho a geologia de superfície das Bacias do Litoral Sul (BHLS) é apresentada por Domínios Geológico-Ambientais, conforme foram caracterizados no Mapa de Geodiversidade da Paraíba (BRASIL, 2002), elaborado pela Companhia de Pesquisas em Recursos Minerais (CPRM), que é o Serviço Geológico do Brasil. A seguir, apresenta-se uma breve descrição dos Domínios Geológicos presentes na área em estudo, enquanto a **Figura 2.21** ilustra a distribuição espacial destes Domínios através do Mapa Geológico das BHLS.







2.3.2.1 Domínio das sequências sedimentares proterozoicas dobradas, metamorfizadas em baixo a alto grau – (DSP2) - PP3se

Este Domínio de idade Neoproterozóica ocupa 3,43 % da área das BHLS (37,55 km²), sendo constituído pelo Complexo Sertânia. Predominam os metassedimentos síltico-argilosos, representados por xistos, com intercalações de metassedimentos arenosos, paragnaisses, paramigmatitos e granada-biotita gnaisse.

2.3.2.2 Domínio das sequências vulcanossedimentares proterozóicas dobradas, metamorfizadas de baixo a alto grau – (DSVP2) - MP2ve

Este Domínio de idade Mesoproterozóica é constituído por uma sequência de rochas sedimentares metamorfizadas e rochas vulcânicas compostas de fragmentos rochosos também metamorfizados, além de metassedimentos de composição pelítica e grauvacas. Ocupa uma pequena área das bacias (17,12 km²), correspondente a 0,02%.

2.3.2.3 Domínio dos complexos granitóides não deformados - (DCGR1in) NP3 gamma i

Este Domínio de idade Neoproterozóica é constituído por rochas granitóides, dioritos, granodiorito, quartzo-monzonito e monzogranito, ocupando uma área de 37,09 km², correspondente a 3,38% da área da BHLS.

2.3.2.4 Domínio das sequências sedimentares mesozóicas clastocarbonáticas, consolidadas em bacias de margens continentais (RIFT) (DSMqcg - DSMc)- K2be – K2g

Neste domínio está inclusa a Formação Beberibe, ocupando 12,78 % da área das BHLS (140,15 km²). Predominam sedimentos quartzo-arenosos e conglomeráticos com intercalações de sedimentos sílticos-argilosos e/ou calcíferos. Em superfície se apresentam na forma de tabuleiros ora conservados, ora dissecados pela drenagem. Essas rochas produzem solos pouco permeáveis, com alta capacidade de reter e eliminar poluentes.

2.3.2.5 Domínio dos sedimentos cenozóicos pouco a moderadamente consolidados, associados a tabuleiros (DCT) – (DCT) - ENb

Neste domínio de idade Paleógeno/Neógeno registra-se o Grupo Barreiras que predomina na BHLS ocupando cerca de 71,73% da área (786,4 km²), ocorrendo nos municípios de Conde, Caaporã, Pedras de Fogo e Alhandra. É composto por cascalhos e areias grossas a finas, de coloração creme amarelada, com intercalações de porções ricas em argila/silte. Na fácies de







leque ocorrem diamictitos de coloração creme avermelhada, com seixos e grânulos subangulosos de quartzo e blocos de argila que sofreram desgaste mecânico. São corpos tabulares com intercalações de camadas síltico-argilosas menos espessas. (CPRM, 2016).

2.3.2.6 Domínio dos sedimentos cenozóicos inconsolidados ou pouco consolidados, depositados em meio aquoso - (DC) - Qfm

De idade Cenozóica, este domínio é constituído por depósitos flúvio-marinhos, composto de areia, argila e silte, em ambiente misto (marinho/continental). Apresenta intercalações irregulares de sedimentos arenosos e argilosos, em geral ricos em matéria orgânica (mangues). Ocupa 8,22 % da área das BHLS, perfazendo 90,1 km².

2.3.2.7 Domínio dos sedimentos cenozóicos eólicos – (DCE) - Q2l

De idade Cenozóica, este domínio é constituído por depósitos litorâneos de areia fixadas pela vegetação e acumulações inconsolidadas formando campos de dunas móveis. Ocupa 0,45 % da área (49,4 km 2), ocorrendo ao longo da costa do Município de Pitimbu.





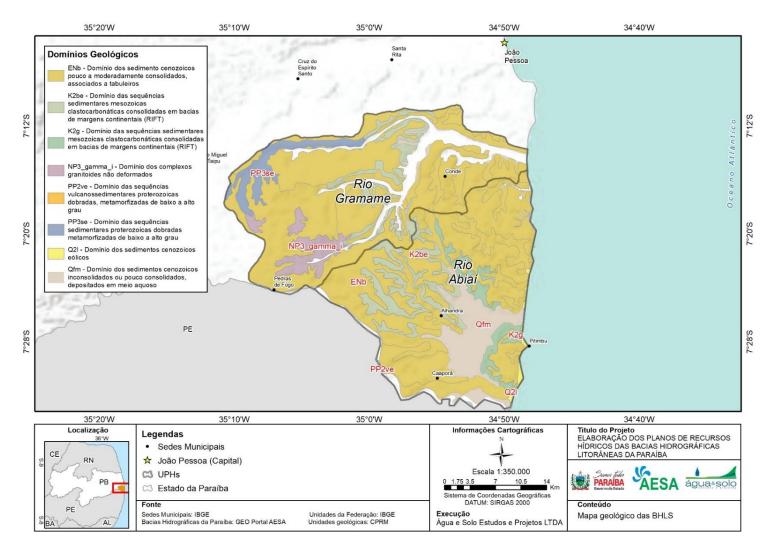


Figura 2.21 - Mapa Geológico das BHLS. Fonte: Elaborado a partir de CPRM (2016).







2.3.3 Geomorfologia

A geomorfologia das bacias do Litoral Sul é caracterizada pela presença de diferentes feições de relevo que foram geradas por processos geológicos e climáticos que atuaram ao longo do tempo geológico. Conforme metodologia do Manual Técnico de Geomorfologia (IBGE, 2009), foram identificados três domínios geomorfológicos principais: Domínio de Acumulação, Domínio dos Tabuleiros e Domínio de Serras e Morros. Nestes Domínios ocorrem as seguintes Unidades Geomorfológicas: Litoral Oriental Nordestino, Tabuleiros Orientais do Nordeste e Piemonte Oriental do Planalto da Borborema. Cada unidade geomorfológica evidencia seus processos originários, formações superficiais e tipos de modelados diferenciados dos demais. A **Tabela 2.9** apresenta as Unidades Geomorfológicas que compõem cada Domínio. Em seguida, é apresentada uma breve descrição de cada Unidade Geomorfológica, finalizando com o Mapa Geomorfológico das BHLS na **Figura 2.22**.

Tabela 2.9 - Domínios e unidades geomorfológicas das BHLS

	Tubela 217 Bollininos e amadades geomoriologicas das BIES			
Domínios Geomorfológicos		Unidades Geomorfológicas		
	Domínio de Acumulação	Litoral Oriental Nordestino		
	Domínio dos Tabuleiros	Tabuleiros Orientais do Nordeste		
	Domínio de Serras e Morros	Piemonte Oriental do Planalto da Borborema		

Fonte: IBGE, 2009

2.3.3.1 Domínio de Acumulação

Litoral Oriental Nordestino

A unidade geomorfológica Litoral Oriental Nordestino ocorre na porção sul da bacia, correspondendo ao compartimento identificado como planície costeira marinha e fluviomarinha, as quais são constituídas por material arenoso inconsolidado e campos de dunas. As variações altimétricas deste domínio são pequenas, com declividades suaves, correspondente à Depressão do rio Abiaí e também do rio Gramame. A Depressão do rio Abiaí pode ter sua origem relacionada à intensa erosão dos arenitos da Formação Barreiras e dissolução dos calcários sotopostos (Furrier et al, 2006).

2.3.3.2 Domínio dos Tabuleiros

Tabuleiros Orientais do Nordeste

Esta unidade geomorfológica é caracterizada pelos Tabuleiros Costeiros, que apresentam um relevo com altimetria, inferior a 100 metros. A inclinação se dá para o mar, estando associada com as rochas sedimentares da Formação Barreiras. Ocupa mais de 80% da área da bacia. As







feições principais são os tabuleiros e os tabuleiros que apresentam dissecação. São sedimentos areno-argilosos, siltito, argilito e cascalho. Pode apresentar ravinas. As declividades são moderadas a suaves.

2.3.3.3 Domínio das Serras e Morros

Piemonte Oriental do Planalto da Borborema

Esta unidade geomorfológica é caracterizada por morros baixos, colinas dissecadas, serras baixas, intercaladas com áreas levemente planas com desníveis pouco acentuados, com altitudes variando entre 30 e 200 metros. Na bacia, ela ocupa uma pequena área na parte oeste, muito pouco significativa, mas deve ocorrer em profundidade sotoposto aos Tabuleiros Orientais do Nordeste.







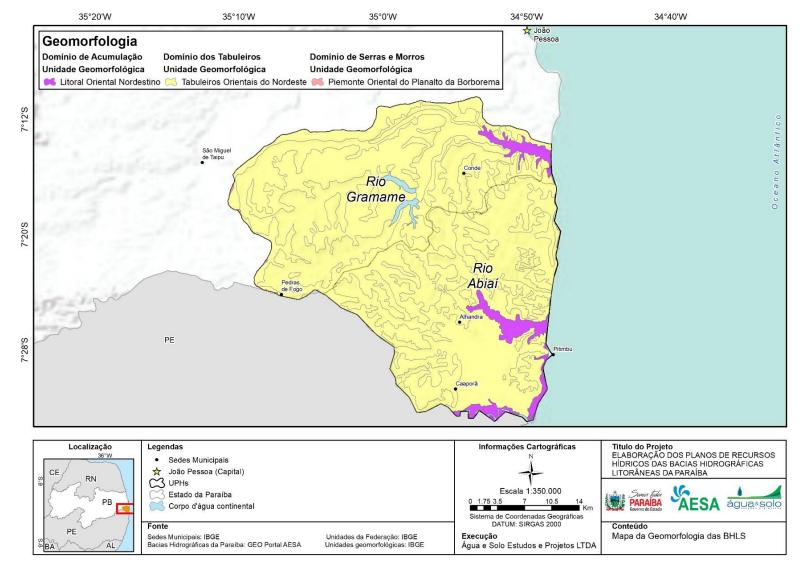


Figura 2.22 - Mapa Geomorfológico das BHLS. Fonte: Elaborado a partir de IBGE (2009).







2.3.4 Hidrogeologia

O substrato geológico das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul (BHLS) é formado em grande parte por rochas sedimentares da Bacia Paraíba, predominantes a leste, e por rochas do embasamento cristalino a oeste, ambas parcialmente recobertas por sedimentos da Formação Barreiras, que se apresentam na forma de extensos tabuleiros.

Para o território das Bacias do Litoral Sul o Mapa Hidrogeológico do Estado da Paraíba (CPRM, 2019) apresenta como unidades hidroestratigráficas distintas o Embasamento Fraturado Indiferenciado, de natureza fissural, e as Formações Beberibe, Gramame, Barreiras e os Depósitos Litorâneos pouco espessos, todos de natureza granular.

O Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH, 2019) agrupou as rochas produtoras de água em sistemas hidrogeológicos, caracterizando para as BHLS a ocorrência do Sistema Hidrogeológico Cristalino, nas áreas de rochas do embasamento, e Sistemas Hidrogeológicos Paraíba-Pernambuco para as rochas sedimentares.

A **Tabela 2.10** apresenta a relação entre os Sistemas Hidrogeológicos definidos pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH, 2019) e as Unidades Litoestratigráficas definidas no Mapa Hidrogeológico do Estado da Paraíba (CPRM, 2019).

Tabela 2.10 - Sistemas Hidrogeológicos e Unidades Hidroestratigráficas das BHLS

Sistema Hidrogeológico	Unidade hidroestratigráfica	
Sistema Cristalino	Embasamento Fraturado Indiferenciado	
	Depósitos Litorâneos	
	Formação Barreiras	
Sistema Paraíba-Pernambuco	Formação Beberibe	
	Formação Gramame	
	Embasamento Fraturado Indiferenciado	

Fonte: PERH (2019) / CPRM (2019)

Além das fontes já mencionadas, a caracterização das unidades hidrogeológicas tiveram por base dados de 305 poços do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – SIAGAS.

A seguir, é apresentada uma descrição das principais características hidrogeológicas das unidades hidroestratigráficas identificadas no território das Bacias do Litoral Sul e, por fim, a Figura 2.28 apresenta o Mapa Hidrogeológico das BHLS com a localização dos poços identificados no cadastro do SIAGAS.



2.3.4.1 Embasamento Fraturado Indiferenciado (Fr)

O Embasamento Fraturado Indiferenciado (Fr) ocorre na porção oeste da bacia do rio Gramame, nas áreas de cabeceiras, aflorando apenas nos vales dos principais cursos d'água, sendo recoberto nas áreas de interflúvios por sedimentos arenosos da Formação Barreiras.

Este Embasamento Fraturado Indiferenciado, correspondente ao Sistema Aquífero Cristalino do PERH (2019), engloba todo o conjunto de tipos litológicos de rochas ígneas e metamórficas do embasamento cristalino Pré-Cambriano tais como rochas calcossilicáticas, mármores dolomíticos e calcíticos, metavulcânicas, gnaisses e granitóides indiscriminados.

Corresponde a um aquífero com porosidade do tipo fissural, em que a infiltração, circulação e armazenamento das águas ocorrem por meio de estruturas geológicas rúpteis, tais como fraturas, diáclases e falhas. É um sistema aquífero heterogêneo, sem continuidade lateral e de difícil exploração.

A produção de água é baixa, com vazões geralmente inferiores a 2,0 m³/h, podendo ocorrer, localmente, vazões maiores, dependendo de condições estruturais favoráveis. Essas rochas podem conter aquíferos fissurais de potencial local bastante irregular, onde poços próximos podem fornecer vazões muito distintas.

Nas áreas topograficamente elevadas encontram-se recobertos por sedimentos da Formação Barreiras, sendo a água normalmente encontrada na interface entre as duas unidades. Melhores possibilidade de exploração ocorrem também nos fundos dos vales, na intersecção de estruturas rúpteis regionais.

Os esforços que atuaram sobre essas rochas geraram um complexo sistema de falhas e fraturas onde a água fica armazenada. A ocorrência e identificação de tais estruturas são utilizadas como critério básico de locação de poço neste tipo de sistema aquífero, podendo proporcionar melhores vazões. A quantidade de água armazenada e a possibilidade de extração estão condicionadas a essa porosidade secundária, função do índice de fraturamento, grau de abertura das fendas e interconexões das fraturas, fatores muito variáveis e de baixa previsibilidade.

Por estarem situadas próximo a região costeira, de clima mais úmido, frequentemente se observa sobre o embasamento cristalino um manto de alteração ou coberturas detríticas arenosas e areno-argilosas de espessuras variadas, as quais podem formar localmente um sistema granular-fissural.







A ocorrência de manto de alteração ou de coberturas arenosas em regiões de maior precipitação pluviométrica facilita a recarga e aumenta a disponibilidade em termos de volume. Uma maior taxa de circulação e renovação tende a promover também uma melhoria na qualidade das águas.

A recarga do sistema aquífero ocorre de forma direta a partir da infiltração das águas pluviométricas em afloramentos de rocha sã, solos residuais pouco espesso ou depósitos aluviais ao longo dos principais cursos d'água, podendo ocorrer também de forma indireta por contribuição dos sedimentos da Formação Barreiras sotoposto.

Os exultórios naturais desse sistema aquífero são representados pelas perdas por evapotranspiração e pelas descargas de base para a rede e drenagem.

O levantamento do número de poços nesta Unidade Hidroestratigráfica foi realizado através da análise do Sistema de Informação de Águas Subterrâneas – SIAGAS, do Serviço Geológico do Brasil – CPRM. Foram encontrados em 03 municípios, total ou parcialmente inseridos na BHLS, a seguinte quantidade de poços: Pedras de fogo (13), Santa Rita (02) e Cruz do Espirito Santo (02). A **Figura 2.23**, mostra a análise dos dados de situação e profundidade dos poços registrados no SIAGAS. Os poços que não apresentaram essas informações foram caracterizados como Não Informado (NI).

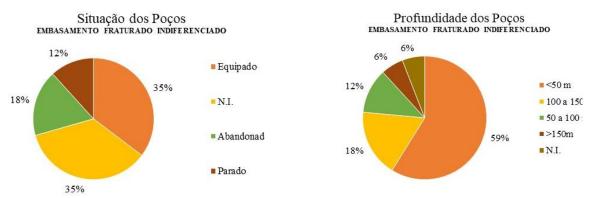


Figura 2.23 - Situação e profundidade dos poços no Embasamento Fraturado Indiferenciado

A Formação Beberibe (2Kbe) encontra-se na porção leste das BHLS, na faixa costeira, relacionada à bacia sedimentar Paraíba. Ocorre aflorando na porção intermediária das bacias, ao longo das vertentes dos vales principais, onde a drenagem escavou o terreno e possibilitou a sua exposição. Repousa sobre rochas mais antigas de embasamento cristalino fraturado e é recoberta pelas unidades cársticas da Formação Gramame e pelos sedimentos arenosos da Formação Barreiras. Litologicamente é constituída por uma sequência de arenitos quartzosos continentais na seção inferior que pode atingir até os 100 metros de espessura, gradando para







arenitos calcíferos, margas e calcários detríticos na seção superior. Alguns autores caracterizam essa porção superior como uma unidade geológica distinta denominada de Formação Itamaracá.

Esta unidade estratigráfica constitui um aquífero contínuo, poroso, de extensão regional, podendo ser confinado ou livre. Quando livre, sua espessura pode chegar aos 100 metros e fornece vazões de 10 a 25 m³/h. Quando confinado pelos carbonatos da Formação Gramame, sua espessura pode atingir 300 metros e pode apresentar vazões de até 100 m³/h. Um poço no município de João Pessoa apresentou uma vazão de estabilização de 368 m³/h, entretanto esse poço com 22,6 metros de profundidade, segundo dados do cadastro, foi escavado de forma manual (poço amazonas) na faixa de aluvião do rio Gramame, sendo provavelmente alimentado pelas águas que percolam pelo leito do rio.

Costa (2007), a partir de testes de bombeamento na região da bacia sedimentar Paraíba, estabeleceu coeficientes hidrodinâmicos de transmissividade (140 m²/d), condutividade hidráulica (2,3 mm/d) e coeficiente de armazenamento (1,5 x 10⁻⁴) para esta unidade aquífera.

Quanto à qualidade das águas, quando captadas na seção inferior mais profunda, geralmente são adequadas para consumo humano, com Condutividade Elétrica baixa (média de 300 μS/cm). A seção superior apresenta águas com Condutividade Elétrica mais elevada, em torno de 818 μS/cm (Costa, 2007). O cadastro do SIAGAS não apresenta dados sobre os pontos de entrada de água nos poços, não permitindo a diferenciação de captação no aquífero Beberibe ou no Barreiras sotoposto, sendo que os dados podem refletir a utilização dos aquíferos Beberibe e Barreiras em conjunto.

A recarga é feita diretamente por infiltração de águas de precipitação pluviométrica ou de forma indireta a partir de unidades sobrepostas, principalmente da Formação Barreiras. O exultório natural do sistema ocorre ao longo da rede de drenagem, compondo as descargas de base dos rios, ou diretamente para o oceano, em subsuperfície, nas áreas mais próximas ao litoral. Os exultórios artificiais são representados pelos poços em operação.

A **Figura 2.24**, mostra a análise de 40 poços da Formação Beberibe quanto a situação e profundidade.







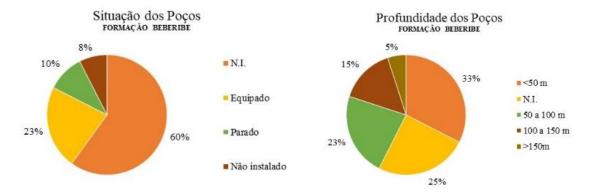


Figura 2.24 - Situação e profundidade dos poços na Formação Beberibe Fonte: SIAGAS

2.3.4.2 Formação Gramame (K2g)

A Formação Gramame (K2g) ocorre aflorante em cerca de 5% da área das BHLS, na região da bacia do rio Abiaí. Litologicamente é constituída por rochas calcárias e calcarenitos. No SIAGAS foram identificados 04 poços utilizando esta formação os quais mostraram o seguinte resultado quanto a situação e profundidade (Figura 2.25).

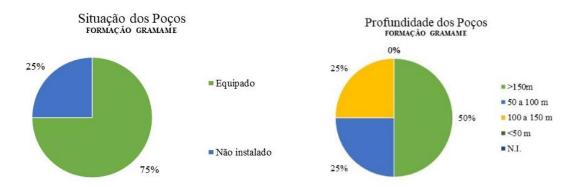


Figura 2.25 - Situação e profundidade dos poços na Formação Gramame Fonte: SIAGAS

2.3.4.3 Formação Barreiras (ENb)

A Formação Barreiras (ENb) ocupa uma área aflorante superior a 60% do território das bacias ocorrendo na forma de extensos tabuleiros ao longo da faixa costeira, com uma largura de até 40 km. Esta formação repousa discordantemente sobre sedimentos da Bacia Paraíba e rochas mais antigas do embasamento cristalino, sendo constituída por sedimentos detríticos arenoargilosos não consolidados a pouco consolidados, com intercalações de camadas e lentes argilosas de coloração variegadas e eventuais níveis conglomeráticos na base. De acordo com Costa et al (2007), baseado em perfis de 68 poços, a espessura média desta formação é da ordem de 42 metros, variando entre de 9,0 e 110,0 metros.







Suas características hidrogeológicas mostram que se trata de um aquífero livre, contínuo, de extensão regional, podendo ocorrer localmente um semiconfinamento em função da ocorrência relativamente frequente de camada e lentes argilosas.

A recarga principal ocorre a partir da infiltração de uma parcela das águas pluviais que caem sobre solos arenosos em relevo plano de tabuleiro. Os exultórios naturais são constituídos pelas descargas de base para a rede de drenagem local e percolação para unidades subjacentes, principalmente a Formação Beberibe.

Poços localizados sobre esses sedimentos apresentam vazões que variam entre 1,0 e 50 m³/h, entretanto, deve-se considerar que essas vazões, sobretudo as mais elevadas, provavelmente são captadas não somente na Formação Barreiras mais em aquíferos subjacentes, a exemplo da Formação Beberibe.

Segundo CPRM (2019), a produtividade deste aquífero aumenta de oeste para leste e de sul para norte. As menores produtividades são observadas a oeste, onde a Formação Barreiras está sobrejacente às rochas do embasamento cristalino. Neste caso, as perfurações de poços ultrapassam a Formação Barreiras indo buscar água no aquífero cristalino subjacente.

Costa et al (2007) a partir de testes de bombeamento na região da Bacia Paraíba estabeleceu coeficientes hidrodinâmicos de transmissividade (150 m²/d), condutividade hidráulica (8,6 mm/d) e coeficiente de armazenamento (5,0 x 10⁻²) para esta unidade aquífera.

Foram encontrados nessa formação os seguintes quantitativos de poços: Caaporã (82), Pitimbu (29), Conde (110), Santa Rita (153) e Pedras de Fogo (64).

A **Figura 2.26**, mostra a análise de poços da Formação Barreiras quanto à situação e profundidade.

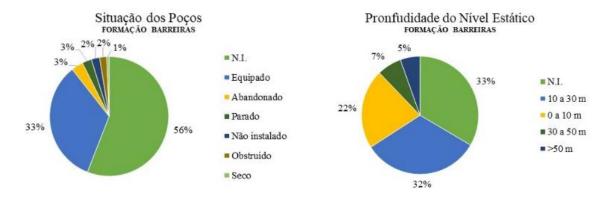


Figura 2.26 - Situação e profundidade dos poços na Formação Barreiras Fonte: SIAGAS





2.3.4.4 Depósitos Litorâneos (Ql)

Os **Depósitos Litorâneos** (**Ql**) ocorrem em toda a faixa costeira das BHLS, desde Pitimbu até a região de João Pessoa. São sedimentos recentes, pouco espessos, geralmente inconsolidados, constituídos por aluviões, terraços fluviais, terraços marinhos, areias de praia e dunas, com granulometria muito variada, compreendendo desde argilas até areia grossa com cascalhos.

Se constitui em um aquífero livre, com espessura variável e vazões entre 1 e 10 m³/h, mas geralmente, a produtividade é baixa. De acordo com Costa et al (2007) os sedimentos flúviomarinhos que ocupam a maior parte da planície costeira apresentam espessuras que variam de 20 a 60 metros.

A **Figura 2.27**, mostra a análise de poços dos Depósitos Litorâneos quanto a situação e profundidade.

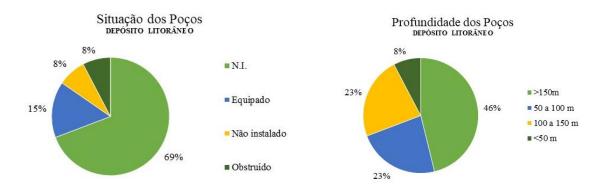


Figura 2.27 - Situação e profundidade dos poços nos Depósitos Litorâneos Fonte: SIAGAS

O presente plano de bacia propõe uma caracterização por Sistema Aquífero, conforme PERH (2019), considerado apenas duas grandes unidades na área das Bacias do Litoral Sul: O Sistema Aquífero Paraíba, de natureza granular e Sistema Aquífero Cristalino, a oeste, de natureza fissural.

O Sistema Aquífero Paraíba ocorre na região litorânea, porção leste das BHLS, ocupando uma área de 1.102,0 km² (93,6%). Neste sistema estão reunidas as unidades hidroestratigráficas sedimentares, tendo como arcabouço as Formações Beberibe, Gramame, Barreiras e pelos Depósitos Litorâneos.

O Sistema Aquífero Cristalino ocorre de forma restrita na porção oeste das BHLS ocupando uma área de 74,8 km², correspondente às rochas antigas do embasamento Pré-cambriano que afloram no alto curso do rio Gramame, em trechos entalhados mais profundamente pela drenagem.







Cabe destacar que apesar da área aflorante muito reduzida do aquífero cristalino (6,4%), as rochas do embasamento ocorrem como substrato geológico em uma área mais abrangente a oeste (cerca de 15,5% das BHLS), sendo, entretanto, recoberto por sedimentos da Formação Barreiras.

Essas áreas onde ocorre cobertura da Formação Barreiras sobre o embasamento cristalino poderiam ser caracterizadas pela ocorrência de um sistema aquífero de natureza mista do tipo granular/fissural, entretanto, pelo fato de existir essa cobertura uniforme da Formação Barreiras, não se conhece o contato entre a bacia sedimentar, a leste, e as áreas de embasamento, a oeste, que permitisse a individualização em dois sistemas distintos.

O Mapa Hidrogeológico apresenta a distribuição dos Sistema Aquíferos das BHLS com a localização dos poços do cadastro do SIAGAS e CAGEPA.







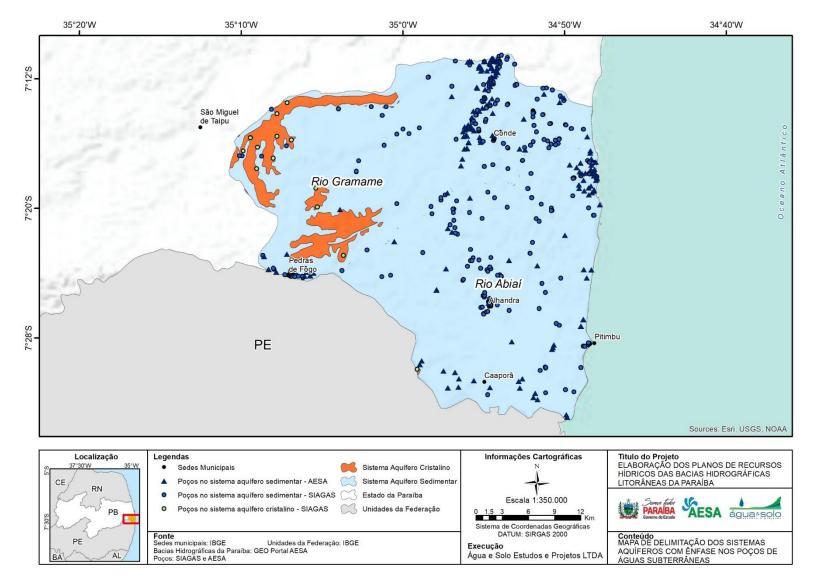


Figura 2.28 - Mapas Hidrogeológicos nas BHLS e localização dos poços (SIAGAS/CAGEPA). Fonte: Acervo próprio, 2022.







2.3.5 Pedologia

O estudo e caracterização pedológica dos solos das BHLS foi realizado baseado em informações presentes nas seguintes publicações: IBGE (1981), JACOMINE *et al.*(1972) e AESA (2021).

Na caracterização pedológica das BHLS foi utilizada a informação mais detalhada de caracterização dos solos disponível, sendo caracterizada a partir dos mapas do IBGE, na escala 1:250.000.

A seguir, na **Tabela 2.11** são listadas as unidades de mapeamento de solos ocorrentes nas BHLS, caracterizando os solos ocorrentes em cada unidade de mapeamento, baseando-se em IBGE (1981). A **Figura 2.29** apresenta o mapa dessas unidades. Cabe salientar que IBGE (1981) é a publicação que deu origem à fonte de dados apresentada no Relatório Parcial 02-Coleta e Análise de Dados.

Tabela 2.11 - Unidades de Mapeamento de solos ocorrentes nas BHLS

Sigla	Unidades de Mapeamento de Solos
EKo	ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Órtico típico arenosa A moderado plano e suave ondulado + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico média A moderado suave ondulado e plano
GJo	GLEISSOLO TIOMÓRFICO Órtico sálico solódico indiscriminada A moderado plano
GMve	GLEISSOLO MELÂNICO Ta Eutrófico típico indiscriminada A moderado plano + GLEISSOLO MELÂNICO Ta Eutrófico típico indiscriminada A proeminente plano
PACd1	ARGISSOLO ACINZENTADO Distrófico arenosa/média A moderado plano + ESPODOSSOLO FERRI-HUMILÚVICO Órtico típico arenosa A moderado plano
PAd1	ARGISSOLO AMARELO Distrófico abrúptico arenosa/média A moderado plano e suave ondulado
PAd2	ARGISSOLO AMARELO Distrófico abrúptico plintossólico média/argilosa A moderado suave ondulado e ondulado
PAd4	ARGISSOLO AMARELO Distrófico latossólico média A moderado plano + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico média A moderado plano
PAd8	ARGISSOLO AMARELO Distrófico latossólico média A moderado suave ondulado + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico média A moderado suave ondulado + ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Órtico típico arenosa A moderado suave ondulado e plano
PAdx3	ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso fragipânico arenosa/média A moderado plano + ARGISSOLO AMARELO Distrófico latossólico média A moderado plano + ESPODOSSOLO FERRI-HUMILÚVICO Órtico típico arenosa A moderado plano
PVe16	ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico e saprolítico média/argilosa A moderado não álico ondulado e suave ondulado + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico fragmentário e típico média A moderado não álico ondulado e suave ondulado

Fonte: IBGE (1981)





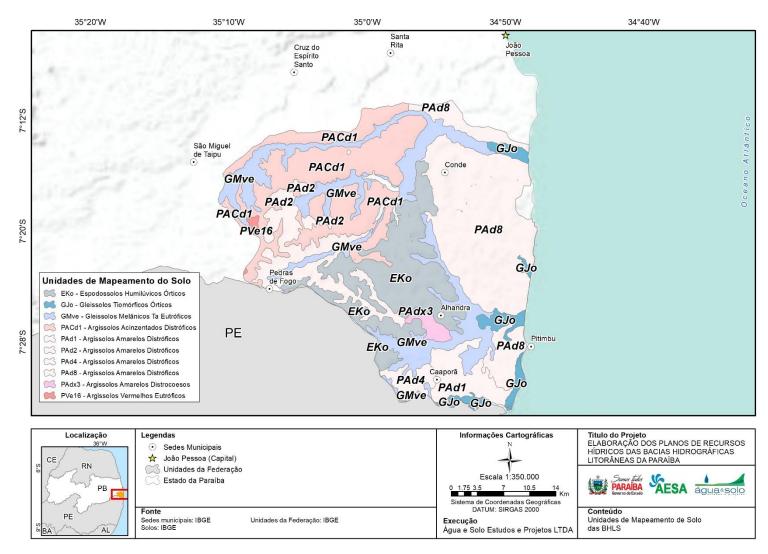


Figura 2.29 - Unidades de Mapeamento de Solos nas BHLS. Fonte: IBGE (1981).











Logo abaixo, são caracterizados os diferentes tipos de solos ocorrentes em cada unidade de mapeamento.

2.3.5.1 Argissolos

Compreendem solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B textural imediatamente abaixo do A ou E, com atividade de argila baixa ou com atividade alta conjugada com saturação por bases baixa e/ou caráter alítico na maior parte do horizonte B, contudo, não satisfazendo os requisitos estabelecidos para serem enquadrados nas classes dos Plintossolos ou Gleissolos.

A maioria dos solos desta classe apresenta um evidente incremento no teor de argila do horizonte A para o horizonte B. Apresentam profundidade variável e são fortemente drenados a imperfeitamente drenados, de cores avermelhadas ou amareladas e raramente brunadas a acinzentadas. Para o caso dos Argissolos que ocorrem na área estudo, verifica-se que os mesmos são profundos, exceto os Argissolos Vermelhos (PV) que variam de pouco profundos (horizonte subsuperficial > 50 cm e ≤ 100 cm) a profundos (horizonte subsuperficial > 100 cm e ≤ 200 cm). A textura varia de arenosa a argilosa no horizonte A e de média a muito argilosa no horizonte Bt, sempre com aumento da argila do A para o Bt (Santos et al., 2018).

Os Argissolos são solos individualizados, pela cor no 2º nível categórico (subordem) nas seguintes classes: Argissolos Acinzentados, Argissolos Amarelos, Argissolos Vermelhos e Argissolos Vermelho-Amarelos.

2.3.5.1.1 Argissolos acinzentados

São solos com cores acinzentadas na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B, possuem o B textural, argila de atividade baixa, ácidos, com saturação de bases inferior a 50 %, distróficos, portanto, de baixa fertilidade. Ocorrem como primeiro componente da associação da unidade de mapeamento PACd1.

Os Argissolos Acinzentados ocorrem nos topos planos abaciados ou não, e relevo e suave ondulados, e encostas suave onduladas dos Tabuleiros, juntamente com os Argissolos Amarelos e Latossolos Amarelos psamíticos e são usados em sua maioria com cana de açúcar.

Estes solos possuem como principais características de interesse para o uso agrícola, a profundidade efetiva, a topografia (plana) e a textura, que propiciam a motomecanização. Como fatores limitantes, há a fertilidade natural baixa a muito baixa e o endurecimento subsuperficial



dos solos (caráter coeso). Para obtenção de boas colheitas, fazem-se necessárias a correção da acidez e a adubação do solo. Nos períodos de estiagem, para corrigir a deficiência hídrica temporária, torna-se necessária a irrigação.

2.3.5.1.2 Argissolos amarelos

São solos com matiz 7,5YR ou mais amarelo na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B, inclusive BA (Santos et al., 2018). O horizonte Bt textural apresenta tipicamente coloração amarelada, onde os teores de ferro, em geral, são baixos, normalmente inferiores a 70 g kg⁻¹ de solo, com predomínio de goethita.

Os Argissolos Amarelos podem apresentar o caráter coeso e distrofia na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B, inclusive o BA. Também pode ocorrer com fragipã em um ou mais horizontes dentro de 150 cm da superfície do solo.

Quimicamente os Argissolos Amarelos são solos distróficos. A atividade da fração argila é considerada de média a alta no horizonte A, com valores variando entre 5 a 13 cmol_c kg⁻¹ de argila, e de baixa a média no horizonte Bt, variando de 1,5 a 5,2 cmol_c kg⁻¹ de argila. A reação do solo é forte a fracamente ácida, com valores de pH variando de 4,5 e 6,0, valores de soma de bases trocáveis baixos a médios no horizonte A, entre 0,7 e 3,7 cmol_c kg⁻¹ de argila, diminuindo em profundidade no Bt, onde só ocorrem valores baixos, entre 0,2 a 1,9 cmol_c kg⁻¹ de argila.

São solos de muito baixa e baixa fertilidade natural, que necessitam de adubação mineral e orgânica regulares, além de calagem, de preferência com calcário dolomítico, para produção de cultivo comercial.

Os Argissolos Amarelos estão nos topos suaves ondulados e em encostas suaves onduladas e onduladas dos Tabuleiros com material de origem areno-argiloso do Grupo Barreiras e Coberturas elúvio-coluviais. São desenvolvidos de materiais provenientes da alteração dos gnaisses, granitos e granitóides das superfícies da Depressão Sublitorânea sob relevo plano e suave ondulado, que recobrem rochas do cristalino. Os Argissolos Amarelos encontram-se intensivamente cultivados com a cultura da cana de açúcar e poucas áreas com mandioca e pastagem.

Apresentam como características favoráveis para o uso agrícola a grande profundidade efetiva, a boa a moderada drenagem e o baixo risco de salinização, além da topografia plana em extensas áreas com esses solos, especialmente na região dos Tabuleiros Costeiros, permitindo amplo uso



da moto mecanização. Por outro lado, as principais restrições ao uso agrícola relacionam-se à baixa fertilidade natural, o endurecimento dos solos em função do caráter coeso, o relevo movimentado em alguns locais, e a limitada capacidade de armazenamento hídrico daqueles solos com textura média em grande parte do perfil, além do déficit hídrico temporário. Devido a sua baixa fertilidade natural, necessitam de adubação e a correção da acidez para obtenção de boas colheitas. Para corrigir a deficiência hídrica, se faz necessário práticas de irrigação, principalmente, nos períodos de estiagem.

Os Argissolos Amarelos também podem ser ARGISSOLO AMARELO Distrocoesos, como ocorrem na unidade de mapeamento PAdx e com caráter distrófico nas unidades de mapeamento PAd1, PAd2, PAd4, PAd8 e PAdx3.

2.3.5.1.3 Argissolos vermelhos

São solos avermelhados, com matiz 2,5YR ou mais vermelhos ou com matiz 5YR e valores e cromas iguais ou menores que 4 na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B, exclusive BA (Santos et al., 2018).

Ocorrem na porção oriental da do Canal das Vertentes, em áreas pequenas ao longo da faixa de contato dos Baixos Platôs Costeiros (Tabuleiros) com o Pré-Cambriano, e na porção ocidental (noroeste) em direção ao sopé e às encostas do Planalto da Borborema, em áreas com rochas do Pré-Cambriano.

Os Argissolos Vermelhos constituem o componente dominante na unidade de mapeamento PVe16.

São solos muito profundos a profundos, por vezes pouco profundos. Apresentam sequência de horizontes do tipo A ou Ap, AB e/ou, BA, Bt e BC, C; e/ou A, Bt1, Bt2, C ou simplesmente A, Bt e C. Os solos desta classe não apresentam fragipã como os Argissolos Amarelos.

Quimicamente, podem ser distróficos ou eutróficos. Esta classe de Argissolos apresenta, geralmente, uma melhor fertilidade natural, tanto nas áreas úmidas, quanto nas áreas secas, com boas condições de drenagem e grande profundidade efetiva. Os Argissolos Vermelhos com melhor potencial estão relacionados com as áreas planas e suave onduladas. As maiores restrições ao seu uso ocorrem em áreas com relevo movimentado, principalmente o forte ondulado, bem como em áreas com déficit hídrico, devido a irregularidades das precipitações pluviais. Nas áreas úmidas com relevo forte ondulado a montanhoso, devem ser destinados para preservação ambiental.





2.3.5.2 Espodossolos

Os Espodossolos são desenvolvidos de materiais arenoquartzosos sob condições de umidade elevada, em clima tropical e subtropical, em relevo plano e suave ondulado, áreas de surgente, abaciamentos e depressões, entretanto, pode ocorrer em relevo mais movimentado.

São solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte espódico imediatamente abaixo de horizonte E, A ou horizonte hístico dentro de 200 cm da superfície do solo ou 400 cm se a soma dos horizontes A + E ou dos horizontes hístico (com menos de 40 cm) + E ultrapassar 200 cm de profundidade.

Em função dos compostos iluviais dominantes e do grau de cimentação, podem ser identificados vários tipos de horizonte B espódico (Bh, Bs, Bhs e Bsm), os quais podem ser encontrados isolados ou associados num mesmo perfil de solo.

Os perfis de Espodossolos apresentam, usualmente, sequência de horizontes A, E, B espódico, C, ou Ap, A, E1, E2, B espódico, com nítida diferenciação de horizontes.

O horizonte A compreende A1 ou Ap e A ou A2 cujas espessuras variam entre 10 a 30 cm e de 20 a 60, respectivamente. A cor do horizonte A varia de bruna acinzentada escura a cinzenta até preta, com matiz 10YR, (valores 5 e 2 e croma entre 1 e 3). Quando seco, o solo apresenta cores mais claras. A coloração é mais ou menos escura, conforme o teor de matéria orgânica.

O horizonte E compreende E1, E2, E3, etc., sua espessura varia de 20 a 130 cm com textura arenosa (areia e areia franca). O horizonte B espódico compreende normalmente Bh e Bsh, podendo ocorrer o Bsm. O horizonte Bh apresenta espessura variando de 10 a 70 cm com cor variando de bruna, bruna-avermelhada, bruna avermelhada escura, bruno amarelada escura e preta, com matizes 5YR e 7,5YR (valores 3 e 4, e cromas 2 e 3), e matiz 10YR (valores 2 e 5 e cromas 1 e 6). A textura é areia e areia franca, com estrutura maciça, grãos simples e fraca pequena e média blocos subangulares. O horizonte Bsm encontra-se muitas vezes cimentado, constituindo um duripã (ortstein), rico em concreções ou lâminas de óxido de ferro.

Em relação as propriedades químicas, estes solos apresentam normalmente são pouco férteis. São solos profundos a muito profundos, suas limitações de uso estão associadas a textura arenosa, baixa fixação de fósforo e de nutrientes, lixiviação acentuada dos nitratos, elevada permeabilidade, ressecamento rápido e baixa reservas em nutrientes. Todas essas condições os tornam solos de baixo a muito baixo potencial agrícola. Apesar disto, algumas culturas como a







cana de açúcar, coqueiro, caju e abacaxi podem ser cultivadas, com auxílio da fertilização do solo.

Constitui solo dominante na associação de unidade de mapeamento Eko e como componente seciundário nas unidades de mapeamento PACd1, PAd8 e PAdx3.

2.3.5.3 Gleissolos

Os Gleissolos são solos que se encontram permanente ou periodicamente saturados por água, salvo quando artificialmente drenados. Por isso, caracterizam-se pela forte gleização em decorrência do ambiente redutor, ausente de oxigênio dissolvido em razão da saturação por água durante todo o ano ou pelo menos por um longo período.

Apresentam sequência de horizontes do tipo A, Cg; A, Big, Cg; A, E, Bt, Cg; A, Eg, Btg, Cg; Ag, Cg, tendo, no horizonte superficial, cores acinzentas até pretas, espessura normalmente entre 10 cm e 50 cm e teores médios a altos de carbono orgânico.

Comumente são desenvolvidos em ambientes recentes, nas proximidades dos cursos d'água e a partir de materiais colúvio-aluviais sujeitos a condições de hidromorfia, podendo formar-se em áreas de relevo plano de terraços fluviais, lacustres e áreas abaciadas ou depressões.

O material de origem destes solos refere-se aos sedimentos recentes não consolidados, argilosos, muito argilosos e areno-argiloso do Holoceno, podendo ter ou não acúmulo de matéria orgânica.

Os Gleissolos são encontrados em ambientes de várzeas úmidas e baixadas mal ou muito mal drenadas em toda a área de estudo. O relevo é sempre plano e a vegetação dominante é constituída por campos de várzea, hidrófilo e higrófilo.

Os Gleissolos Tiomórficos se caracterizam pela presença de horizonte sulfúrico e/ou materiais sulfídricos dentro de 100 cm a partir da superfície e ocorre na unidade de mapeamento GJo.

Os Gleissolos Melânicos se caracterizam pela presença de horizonte hístico com menos de 40 cm de espessura ou horizonte A húmico, proeminente ou chernozêmico e ocorre na unidade de mapeamento GMve.

Os Gleissolos Háplicos são solos com horizonte diagnóstico glei que não satisfazem as condições para tiomórfico, sálico, melânico (Santos et al., 2018). São solos mal a muito mal drenados, formados em terrenos de baixadas e que possuem características que resultam do







excesso de umidade permanente ou temporário, em virtude do lençol freático elevado ou mesmo à superfície, durante um determinado período do ano.

Estes solos têm fortes restrições ao uso devido ao excesso d'água, em consequência do lençol freático elevado e riscos de inundações ou alagamentos frequentes. Passando por um sistema de manejo adequado, apresentam um bom potencial para pastagens, cana-de-açúcar, bananicultura e olericultura, entre outras.

São solos são pouco utilizados, entretanto, encontram-se explorados com as culturas de cana de açúcar, banana e pecuária bovina e bubalina. Os Gleissolos apresentam limitações ao uso agrícola, principalmente devido à presença de lençol freático elevado e ao risco de inundações ou alagamentos frequentes. De modo geral, possuem fertilidade natural baixa a média, acidez elevada, sem problemas com erosão, mas com limitação moderada a forte ao uso de máquinas agrícolas, em condições naturais, devido ao excesso d'água.

2.3.5.4 Latossolos amarelos

São solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200 cm da superfície do solo ou dentro de 300 cm, se o horizonte A apresenta mais de 150 cm de espessura (Santos et al., 2018).

São solos bem drenados, em avançado estado de intemperização, cujos perfis são relativamente homogêneos em cor e textura, fortemente a bem drenados, muito profundos, com sequência de horizontes A, Bw e C, com pouca diferenciação de subhorizontes e transições usualmente difusas ou graduais. Por serem solos bastante intemperizados, apresentam baixo teor de bases trocáveis e pH geralmente na faixa de forte a moderadamente ácida, acompanhada de baixa saturação por bases, distróficos ou alumínicos.

Os Latossolos Amarelos são compreende solos com características gerais dos Latossolos, mas que são individualizados pela cor, com matiz 7,5YR ou mais amarelo na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B, inclusive BA. São desenvolvidos de sedimentos areno-argilosos do Grupo Barreiras e/ou Coberturas elúvio-coluviais, ocorrendo nos Baixos Platôs Costeiros mais afastados do litoral, em relevo plano e suave ondulado. São componente secundários nas unidades de mapeamento PAd4, PAd8 e EKo.

São solos distróficos, por apresentar a saturação por bases V < 50%, com reação fortemente ácida a medianamente ácida, com pH variando de 4,1 a 5,0 nos horizontes A, e de 4,4 a 4,8 nos



horizontes Bw. São solos de baixa fertilidade natural, sendo sua soma de bases baixa ao longo do perfil, com valores entre 0,04 a 0,89 cmol_c kg⁻¹ de solo no horizonte A, e 0,18 a 0,49 cmol_c kg⁻¹ de solo no horizonte Bw e normalmente, baixos teores de fósforo assimilável, em geral inferiores a 6 mg kg⁻¹. Os Latossolos Amarelos estão distribuídos nas paisagens na maioria das áreas com vegetação de floresta subperenifólia e floresta subcaducifólia, nos topos com relevos plano e suave ondulado, típicos de tabuleiro.

Os Latossolos Amarelos são profundos a muito profundos, de fácil manejo e mecanização (relevo plano e suave ondulado), particularmente, nos solos não coesos. Apresentam fertilidade natural baixa a muito baixa e, para uma exploração agrícola mais racional e lucrativa, são necessárias algumas intervenções para melhoria de suas características químicas, como a correção na acidez com calcário, a adubação orgânica e a adubação mineral. As restrições climáticas provocadas pela irregularidade e má distribuição das precipitações pluviais, tornam a irrigação necessária para suprir a demanda hídrica das plantas cultivadas, sobretudo, nos períodos de estiagem prolongada.

Estes solos, fisicamente, não apresentam nenhum problema, devido serem profundos e muito profundos, de fácil manejo por ocorrerem em relevo aplanados, sem impedimentos à motomecanização. Por isso, são preferencialmente cultivados com cana de açúcar, pastagens e mandioca. São utilizados em grande escala, o cultivo de cana de açúcar.

2.3.5.5 Neossolos litólicos

Esta classe compreende solos minerais, rasos (profundidade efetiva < 50 cm), pedogeneticamente pouco evoluídos. Possuem sequência de horizonte A, Cr; Ap, C e/ou Cr; A, C, R; ou ainda A, B (não diagnóstico), C, R, desde que não apresentem requisitos para serem enquadrados noutras classes de solos (Santos et al., 2018).

A textura é francoarenosa pouco cascalhenta a cascalhenta e/ou não cascalhenta, e franco argilosa. A estrutura é fraca, pequena e média, blocos subangulares e fraca, pequena e média granular.

Quimicamente, os Neossolos Litólicos que ocorrem na área são eutróficos. Apresentam reação fortemente ácida a fracamente ácida com valores de pH que variam de 4,5 a 6.

Estes solos se distribuem nas paisagens em áreas pouco a muito movimentadas, desenvolvidas de rochas como gnaisses, biotita xisto-gnaisse e micaxisto-gnaisses do Pré-Cambriano. O relevo varia de suave ondulado a montanhoso.





Ocorrem como componente secundário na unidade de mapeamento PVe16.

De um modo geral, estes solos têm um potencial regular a bom para pastagens e pecuária (bovinos). As principais restrições ao uso agrícola são: profundidade efetiva (< 50 cm), pedregosidade e relevo acidentado. Esses dois últimos constituem os principais impedimentos à mecanização destes solos. O uso atual destes solos é com as culturas do abacaxi, cana de açúcar, pastagens naturais e a pecuária de corte.

Por fim, a **Tabela 2.12** mostra as áreas ocupadas por cada unidade de mapeamento de solos dentro das BHLS.

Tabela 2.12 - Áreas ocupadas por cada unidade de mapeamento de solos nas BHLS

Unidade de mapeamento	Tipo principal de solo	Área (km²)	Área (%)
Área urbana		19,9	1,7
EKo	Espodossolo Humilúvico Órtico	186,6	16,0
GJo	Gleissolo Tiomórfico Órtico	33,8	2,9
GMve	Gleissolo Melânico Ta Eutrófico	195,0	16,7
PACd1	Argissolo Acinzentado Distrófico	244,6	20,9
PAd1	Argissolo Amarelo Distrófico	49,1	4,2
PAd2	Argissolo Amarelo Distrófico	98,5	8,4
PAd4	Argissolo Amarelo Distrófico	19,7	1,7
PAd8	Argissolo Amarelo Distrófico	306,9	26,2
PAdx3	Argissolo Amarelo Distrófico	12,2	1,0
PVe16	Argissolo Vermelho Eutrófico	2,9	0,2
Т	otal	1.169,2	100,0

Fonte: Acervo Próprio, 2022

2.3.6 *Erosão*

A erosão dos solos é considerada uma identificação do grau de degradação ambiental da região avaliada, e está diretamente relacionada a fatores como características do solo, topografia, uso e ocupação do solo e clima (OLIVEIRA *et al.*, 2009). Além disso, entender os processos erosivos é muito importante para aspectos sociais e econômicos, já que analisa as perdas de solo em terras agricultáveis e assoreamento em rios e reservatórios (SILVA, *et al.* 2012).

Nesse sentido, a avaliação dos processos erosivos é importante para verificar a necessidade de intervenções nas bacias hidrográficas. A erosão pode ser acentuada pelo uso e manejo inadequado do solo. Como forma de minimizar os problemas causados, são aplicadas práticas



conservacionistas que através de técnicas específicas otimizam o uso do solo sem causar impactos ao meio ambiente.

Para análise do comportamento dos processos erosivos nas Bacias Hidrográficas do Litoral Sul foi utilizada a Equação Universal de Perda de Solo (*Universal Soil Loss Equation* – USLE) desenvolvida em 1978 por Wischmeier & Smith. A equação utiliza como parâmetros características do solo, relevo, uso do solo e regime pluviométrico da bacia.

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P$$

Onde:

 $A = \text{perda de solo por unidade de área } (t. ha^{-1}. ano^{-1});$

 $R = \text{fator erosividade da chuva } (MJ. ha^{-1}. mm. h^{-1}. ano^{-1});$

 $K = \text{fator erodibilidade do solo } ((t. ha^{-1})/MJ. ha^{-1}. mm. h^{-1});$

L =fator de comprimento da rampa;

S = fator de declividade;

C = fator de uso e manejo do solo;

P =fator de práticas conservacionistas anotadas;

Para composição do potencial erosivo cada fator utiliza como base dados disponíveis para a área de estudo. Com o desenvolvimento de novas tecnologias, se torna cada vez mais ampla a utilização de ambientes SIG para aplicação de modelos matemáticos. Assim, foram utilizados dados coletados e gerados em plataforma de geoprocessamento para cálculo espacializado do potencial erosivo das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul. A **Tabela 2.13** apresenta o resumo das fontes de informação para análise de erosão nas bacias do Litoral Sul, relacionando-as a cada um dos parâmetros que compõem a Equação Universal de Perda de Solo.

Tabela 2.13 - Resumo das fontes de informação para análise de erosão nas bacias do Litoral Sul

Autor	Título	Resumo das informações e parâmetro relacionado
Wischmeier & Smith (1978)	Use and misuse of the universal soil-loss equation. Journal of soil and Water Conservation	Equação de USLE
Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA)	Hidroweb	Dados de postos pluviométricos das bacias do Litoral Sul e seu entorno – fator (R)
Bertoni & Lombardi Neto (1990)	Conservação do solo	Equação de erosividade – fator (R)
IBGE (1981)	Levantamento de Recursos Naturais, v. 23. Projeto Radambrasil.	Tipologia dos solos – fator (K)







Autor	Título	Resumo das informações e parâmetro relacionado
Amaral (2016)	Análise espacial das perdas de solo no estado da Paraíba	Valores de erodibilidade - fator (K)
National Imagery and Mapping Agency (NIMA) e a National Aeronautics and Space Administration (NASA)	Topodata (EMBRAPA)	Modelo Digital de Elevação (MDE) com resolução de 30 metros – fator (LS)
Moore & Burch (1996)	Physical basis of the length-slope factor in the Universal Soil Loss Equation	Equação do fator topográfico – fator (LS)
Mapbiomas coleção 6.1 (2020)	Uso do solo	Uso do solo nas Bacias Hidrográficas do Litoral Sul – fator (C)
Amaral (2016)	Análise espacial das perdas de solo no estado da Paraíba	Valores do fator uso e manejo do solo – fator (C)
	Fonte: Acervo próprio, 2022	

2.3.6.1 *Erosividade* (*R*)

A Erosividade das chuvas é um dos principais fatores que determinam o grau de perda do solo que causa diminuição nos processos produtivos e consequentemente gera reflexos econômicos e sociais negativos. Ou seja, quantificar esse fator é de grande importância para determinar os usos e manejos adequados dos solos (Bazzano, *et al.* 2010). Avaliar a evolução da Erosividade ao longo do ano também é uma ferramenta interessante para o cultivo dos solos, podendo assim identificar quais os meses com maior risco de perda de solo prevendo a aplicação mais efetiva de práticas conservacionistas nestes períodos mais críticos (Bertoni e Lombardi Neto, 1990).

Os dados de entrada para cálculo da Erosividade são as precipitações mensais e anuais registradas nas bacias hidrográficas, se tratando das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul as estações pluviométricas utilizadas foram apresentadas na **Tabela 2.6**.

Para definição da equação a ser utilizada para cálculo da Erosividade nas Bacias Hidrográficas do Litoral Sul foi utilizado o estudo desenvolvido por Amaral (2016), que quantifica a erosividade em todo o estado da Paraíba. O valor do fator R foi estimado a partir da equação desenvolvida por Bertoni & Lombardi Neto (1990), sendo ela:

$$R = 89,823 * (\frac{P_m^2}{P_a})^{0,759}$$

Onde:

 $R = \text{fator erosividade da chuva } (MJ. ha^{-1}. mm. h^{-1}. ano^{-1});$

 P_m = precipitação média mensal (mm);

 P_a = precipitação total anual (mm).







Para analisar a distribuição espacial da erosividade da chuva na região, os dados de precipitação foram organizados em formato de banco de dados em ambiente SIG, e em seguida foi aplicado o método de interpolação Krigagem.

O mapa de erosividade resultante da análise apresentou um elevado potencial erosivo devido a precipitações nas áreas costeiras, onde a precipitação apresentou maior volume sazonal. A **Figura 2.30** apresenta a distribuição espacial da erosividade da chuva nas BHLS.

A **Tabela 2.14** apresenta o intervalo de classes de erosividade.

Tabela 2.14 - Classe da erosividade das chuvas

Classes de erosividade	MJ mm ha ⁻¹ ano ⁻¹
Muito baixa	R < 2500
Baixa	2500 <r<5000< td=""></r<5000<>
Média	5000 <r<7000< td=""></r<7000<>
Alta	7000 <r<9000< td=""></r<9000<>
Muito Alta	R>9000

Fonte: Amaral et al (2014).







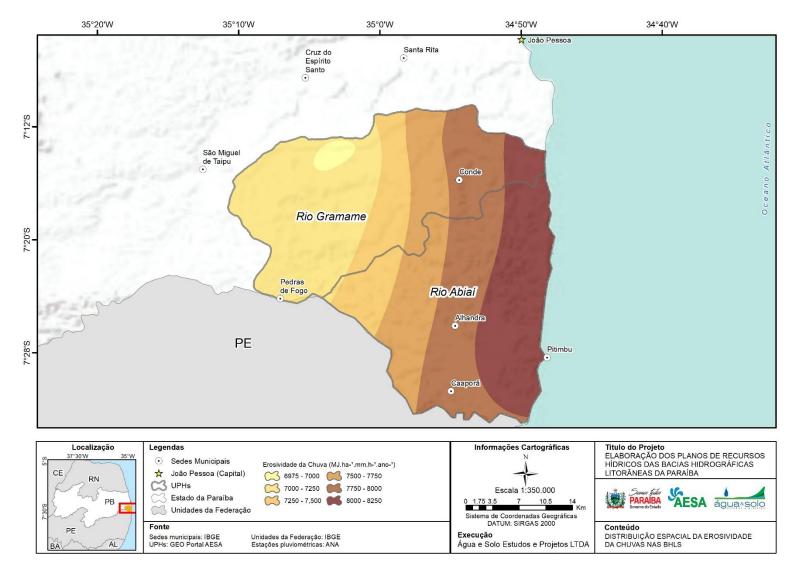


Figura 2.30 - Distribuição espacial da erosividade da chuva nas BHLS. Fonte: Acervo próprio, 2022.







2.3.6.2 Erodibilidade (K)

Segundo Bertoni & Lombardi Neto (2010) erodibilidade é a capacidade de regular a infiltração da água no solo, a resistência ao transporte pelo escoamento superficial e a desagregação pelo impacto das gotas de chuva. Quanto maior a erodibilidade do solo, maior será a perda de solo causada pelos processos erosivos. As propriedades físicas do solo estão diretamente relacionadas ao fator erodibilidade. A estrutura, textura, taxa de infiltração, permeabilidade, densidade e porosidade são algumas das principais características avaliadas para definição do valor de erodibilidade (Silva *et al.*, 2003).

A espacialização dos solos da região foi obtida a partir do mapa das unidades de mapeamento do solo (**Figura 2.29**). Para classificação da erodibilidade foram utilizadas referências que correlacionam os principais tipos de solo com valores de erodibilidade, como proposto por Amaral (2016), que apresenta valores de K para o estado da Paraíba.

A **Tabela 2.15** apresenta os valores de K associados aos principais tipos de solo presentes nas unidades de mapeamento de solo encontradas nas bacias hidrográficas do Litoral Sul. A **Tabela 2.16** apresenta as classificações dos diferentes graus de erodibilidade conforme os intervalos. A **Figura 2.31** apresenta a distribuição espacial do Fator K para as BHLS.

A erodibilidade estimada para as BHLS apresentou um potencial mais alto principalmente nas regiões costeiras e nas cabeceiras das bacias. Destaca-se o baixo potencial erosivo do solo na porção central das BHLS.

Tabela 2.15 - Valores de K para os solos das BHLS

Tipos de solo	Fator K
Espodossolo Humilúvico Órtico	0,050
Gleissolo Tiomórfico Órtico	0,059
Gleissolo Melânico Ta Eutrófico	0,065
Argissolo Acinzentado Distrófico	0,090
Argissolo Amarelo Distrófico	0,093
Argissolo Vermelho Eutrófico	0,116

Fonte: adptado de AMARAL (2016)

Tabela 2.16 - Grau de Erodibilidade do Solo

Grau de Erodibilidade	Fator K
Muito Baixo	< 0,20
Baixo	0,20-0,25
Moderado	0,25-0,30
Alto	>0.30







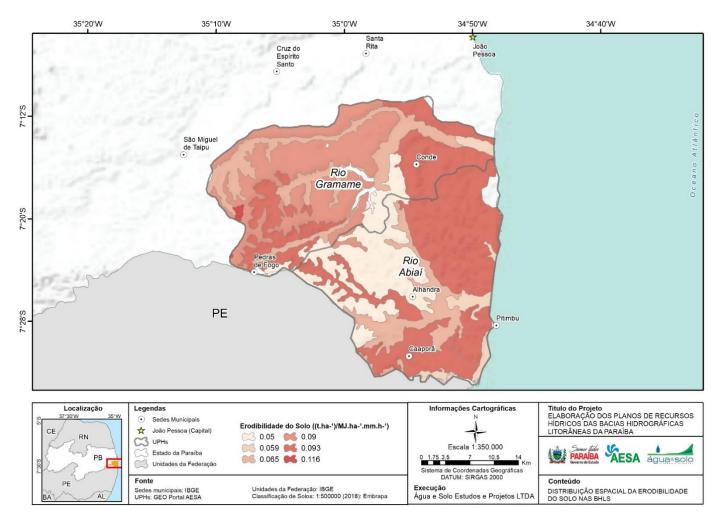


Figura 2.31 - Distribuição espacial da erodibilidade do solo nas BHLS. Fonte: Acervo próprio, 2022.









2.3.6.3 Fator Topográfico (LS)

O fator topográfico é a relação entre o comprimento de rampa (L) e inclinação do terreno (S). Esses parâmetros influenciam diretamente na velocidade do escoamento da água que por sua vez altera a quantidade de material que é transportado a partir do escoamento (BERTONI & LOMBARDI LETO, 1990).

Para a determinação do fator topográfico (Fator LS) foi utilizado o Modelo Digital de Elevação (MDE) para as BHLS, com a resolução espacial de 30 metros, disponível no site da AESA. O fator LS foi estimado a partir da equação desenvolvida por Moore & Burch (1996):

$$LS = (\frac{As}{22,13})^{0.4} * (\frac{sen(\theta)}{0,0896})^{1.2}$$

Onde:

As = produto da acumulação de fluxo pelo tamanho da célula;

 θ = ângulo de declividade do terreno em graus.

A partir do produto obtido gerou-se o mapa correspondente ao fator topográfico LS, em formato *raster*. A **Figura 2.32** mostra a espacialização do Fator LS para as BHLS, enquanto a **Tabela 2.17** apresenta os valores do Fator LS separados em classes segundo a classificação proposta pela EMBRAPA e o total de área enquadrada em cada classe. Os resultados apontam para um maior potencial de velocidade e de transporte de sedimentos nas regiões de cabeceira, bem distribuídas ao longo da BHLS.

Tabela 2.17 - Área de cada classe de declividade para as BHLS

Tabela 2.17 Thea de cada classe de decrividade para as BHES			
Classes	Fator LS	Área km²	
Plano	0 - 3	1015,25	
Suave Ondulado	3 - 8	144,50	
Ondulado	8 - 20	37,35	
Forte Ondulado	20 - 45	5.05	

Fonte: Acervo próprio, 2022







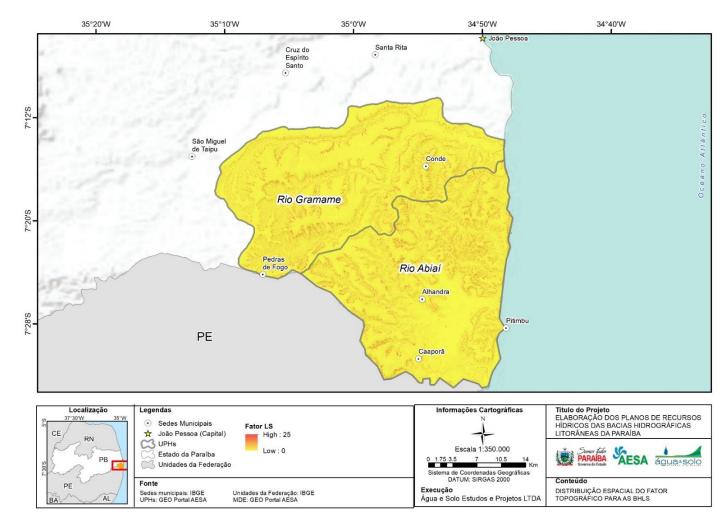


Figura 2.32 -Distribuição espacial do fator topográfico para as BHLS. Fonte: Acervo próprio, 2022.







2.3.6.4 Uso e manejo do solo (C) e Práticas conservacionistas (P)

O fator uso e manejo do solo (C) estabelece a relação entre a perda de solo em condições variadas de uso e ocupação em comparação com o mesmo solo em um terreno completamente descoberto. Sendo este fator importante para definir ações preventivas para minimizar os danos causados pelos processos erosivos (SILVA, 2010). O valor de C varia de 0 a 1 sendo quanto mais próximo de 0 maior a proteção do solo estudado.

O fator práticas conservacionistas está relacionado com o manejo adequado do solo. O manejo conservacionista promove redução das perdas de solo (98%) e de água (68%) quando se compara ao sistema convencional de plantio, além de aumentar os nutrientes graças a manutenção da cobertura vegetal (Thomazini *et al.*, 2012).

O fator P não é considerado pela incerteza do uso do solo, tipo de cultura e práticas realizadas no campo. Assim, os Fatores C e P são analisados como sendo um único fator, fator CP.

Para a classificação do fator CP foram utilizados dados de uso e cobertura do solo, retirados do MAPBIOMAS (coleção 6). Os valores foram propostos por AMARAL (2016), que apresenta valores de CP para o estado da Paraíba.

A **Tabela 2.18** apresenta os valores de CP associados ao uso e ocupação do solo nas bacias hidrográficas do Litoral Sul. A **Figura 2.33** apresenta a distribuição espacial do Fator CP para as BHLS. De forma geral, o fator CP se apresentou bem distribuído ao longo das BHLS, com valores variando em geral entre 0,04 e 1 em sua extensão, refletindo os usos do solo nas BHLS.

Tabela 2.18 - Valores de CP para as BHLS

Uso e cobertura do Solo	Fator CP
Água	0
Vegetação Arbórea	0,004
Vegetação Arbórea-arbustiva	0,0027
Cultura	0,1415
Área Urbana	0,001
Cana-de-açúcar	0,001
Solo Exposto	1

Fonte: AMARAL (2016)







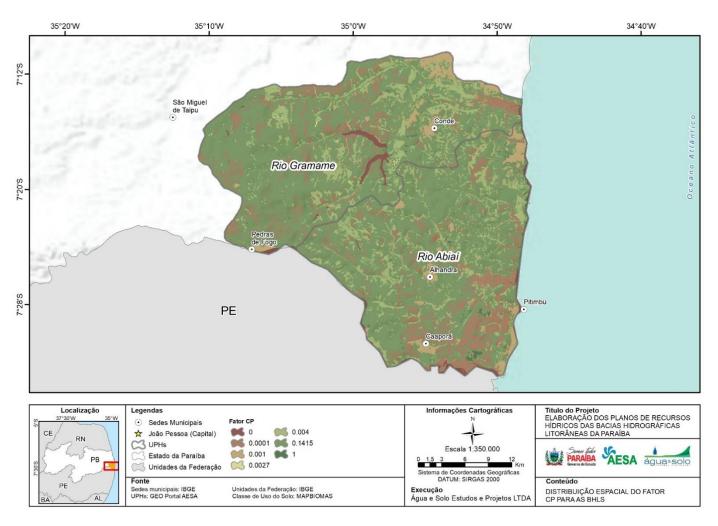


Figura 2.33 - Distribuição espacial do Fator CP para as BHLS. Fonte: Acervo próprio, 2022.







2.3.6.5 Resultados: Estimativa da Erosão Potencial nas BHLS

O cálculo da perda de solo distribuída foi realizado através de operações de análise espacial em ambiente SIG, onde os mapas dos fatores mencionados foram sobrepostos e multiplicados entre si, conforme a EUPS. A **Figura 2.34** apresenta o mapa com a distribuição espacial da erosão hídrica potencial das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul.







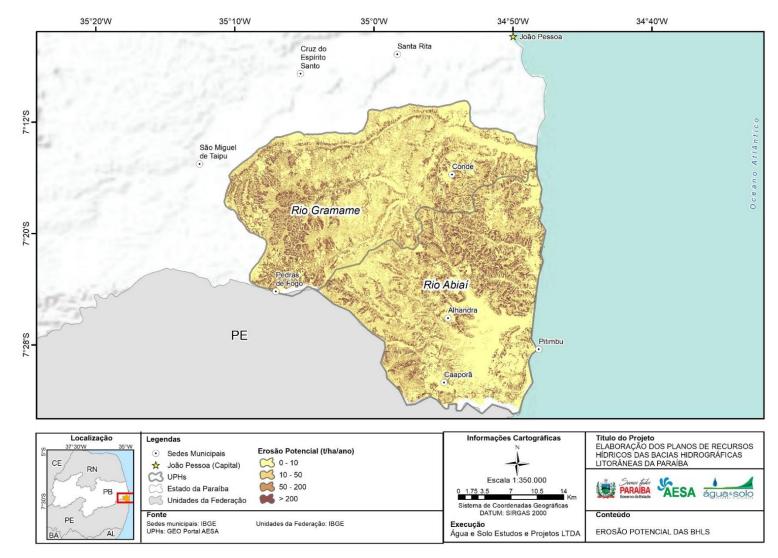


Figura 2.34 - Erosão Potencial das BHLS. Fonte: Acervo próprio, 2022.





A partir do histograma de frequências foi determinada a área para cada intervalo de erosão. Na **Tabela 2.19** são descritas as proporções das BHLS para cada intervalo de grau de erosão potencial respectivamente.

Tabela 2.19 - Distribuição da perda de solos potencial nas UPHs das BHLS

Intervalos de perda de solo	Condição Potencial de	Área nas UPHs (km²)		Total	%
(t/ha/ano)	erosão	Rio Abiaí	Rio Gramame		
0 - 10	Baixa	354,62	355,62	710,24	61,42
50 - 100	Moderada	48,36	59,49	107,85	9,33
50 - 200	Alta	80,20	86,63	166,83	14,43
>200	Muito Alta	89,98	81,49	171,47	14,83

Fonte: Acervo próprio, 2022

Analisando a **Figura 2.34, Figura 2.35** e **Tabela 2.19** é possível observar que ambas as UPHs são frágeis quanto à erosão hídrica laminar. As UPHs Rio Abiaí e Rio Gramame apresentam uma quantidade significativa de pontos com graus de erosão potencial altos e muito altos, correspondendo a 29,26% das BHLS. Em especial, destaca-se a forte ocorrência de áreas com uso do solo Agricultura/Pecuária e baixa ocorrência de áreas de Floresta e Formação Natural não Florestal.

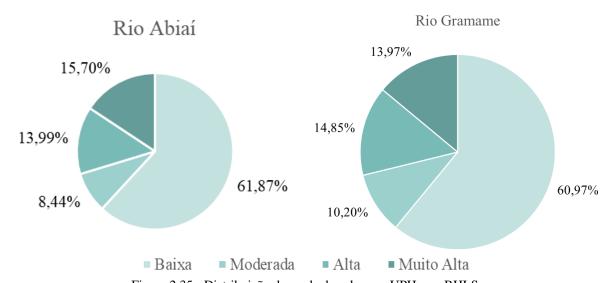


Figura 2.35 - Distribuição da perda de solos por UPH nas BHLS Fonte: Acervo próprio, 2022

2.3.6.6 Implicações: Estimativa da Erosão Potencial nas BHLS

Conforme apresentado no mapa da **Figura 2.34**, as BHLS apresentam potencial erosivo alto em grande parte da sua extensão (coloração mais forte no mapa). Apesar desta inspeção visual apresentar elevado potencial erosivo nas bacias, a análise por área (**Figura 2.35**) apresenta um resultado contraditório, apontando para uma baixa Condição Potencial de Erosão em







aproximadamente 60% da área das bacias. Estes resultados devem ser discutidos com cautela, uma vez que estas análises representam conclusões que podem ser diferentes sobre o mesmo fenômeno.

Ao analisar o percentual de área separado por potencial erosivo, temos que aproximadamente 60% das bacias apresentam baixo potencial erosivo. Ao avaliar no mapa, identificamos que este potencial erosivo mais baixo se apresenta em sua grande maioria nas regiões mais planas da bacia hidrográfica, com rios e corredeiras mais volumosas. Ao analisar de forma integrada este resultado com o do mapa apresentado na **Figura 2.5**, é possível observar que as regiões de menor potencial erosivo, que representam a maior área, estão localizadas em corpos hídricos com maior ordenamento segundo Strahler (1964) (ordenamentos 2 a 4). Este resultado indica que o menor potencial erosivo está associado com corpos hídricos de maior ordenamento, logo, em regiões mais planas ou com maior tempo de concentração dentro da bacia hidrográfica.

Apesar de em menor escala, as áreas com alto potencial erosivo somaram aproximadamente 28% da área das bacias. Novamente, integrando esse elevado potencial erosivo ao mapa de ordenamento dos corpos hídricos segundo Strahler (Figura 2.5) verificamos que as regiões com maior potencial erosivo são aquelas localizadas em cabeceiras e rios de menor porte dentro das BHLS. A combinação entre o elevado potencial erosivo em regiões de cabeceira (rios de menor ordenamento) e as condições mais planas identificadas a jusante da bacia, principalmente nos rios de maior ordenamento, aponta uma tendência de produção e transporte de sedimentos que podem se depositar (e consequentemente, assorear) na calha dos rios. Destaca-se para a bacia do rio Gramame o alto potencial erosivo nas regiões de cabeceira a montante do reservatório localizado na confluência entre os rios Gramame e Mamuaba. Estas regiões devem ser priorizadas quanto aos programas de conservação e manutenção das funções ecossistêmicas destes corpos hídricos, pois a atenuação de ações erosivas nestas cabeceiras pode levar a perda de volume útil no reservatório devido a dinâmica de produção e transporte de sedimentos nestes rios.

2.4 Variáveis bióticas

2.4.1 Vegetação terrestre

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019a) as Bacias Hidrográficas do Litoral Sul estão inseridas em sua totalidade no bioma Mata Atlântica. Em escala regional, a Paraíba é dividida em mesorregiões, sendo que a área em estudo está inserida na Mata Paraibana. A fim de caracterizar a vegetação terrestre das BHLS, dados do IBGE







(última atualização realizada em 2021) definem as regiões fitoecológicas e outras áreas, conforme destacadas a seguir.

2.4.1.1 Florestas e formação pioneira

Estão presentes formações florestais classificadas como: Floresta Estacional Semidecidual das Terras Baixas que corresponde a uma formação encontrada frequentemente revestindo tabuleiros, e Floresta Estacional Semidecidual Submontana a qual relaciona-se ao clima de duas estações, uma chuvosa e outra seca, na área tropical. Nesta região são dominantes os gêneros neotropicais *Tabebuia, Swietenia, Paratecoma* e *Cariana*, entre outros, em mistura com os gêneros *peleotropicais Terminalia* e *Erythrina* e com os gêneros *australásicos Cedrela* e *Sterculia* (IBGE, 2012).

As Formações Pioneiras com influência fluvial e/ou lacustre, com influência fluviomarinha e com influência marinha, correspondem aos brejos e várzeas, geralmente com plantas herbáceas, vegetação de mangue que ocorrem nas desembocaduras de rios Mamanguape, Miriri e Camaratuba, e pela vegetação de restinga, desde a vegetação fixadora de dunas até a primeira formação de porte arbóreo que ocupa os solos arenosos e espodossolos do litoral (IBGE, 2012).

Conforme dados publicados pelo IBGE, na Paraíba, as florestas plantadas ocupam aproximadamente 6.000 hectares (IBGE, 2017a). Dados do censo agropecuário do IBGE referente ao ano de 2017, indicam a presença de plantios das espécies eucalipto, ipê, algarobeira, sabiá e bambu (IBGE 2017b). De todo o eucalipto cultivado na Paraíba, 73% está presente no Litoral Sul (SFB, 2019).

2.4.1.2 Savana arborizada

Nas Bacias Hidrográficas do Litoral Sul também existem áreas fitoecológicas denominadas Savana Arborizada caracterizada pelo predomínio de vegetação herbácea (plantas de caule macio ou maleável, normalmente rasteiro), principalmente gramíneas, e pequenas árvores e arbustos bastante espaçados entre si. No Litoral Sul existe uma Unidade de Conservação estadual, a APA de Tambaba. Segundo estudos realizados nessa UC por Almeida et al. (2008), a classe de maior ocorrência no território da APA é a vegetação arbustiva representando 41,43% da área total. Essa vegetação ocupa áreas que antes eram de ocorrência da Mata Atlântica, a qual foi retirada para expansão urbana e para a utilização da madeira para diversos fins comerciais. Segundo Rodrigues et al. (2017), os resultados da classificação da cobertura vegetal demonstram o grau de antropização da região, onde somente 19% da paisagem é composta por







cobertura florestal, que possivelmente era a vegetação predominante antes da colonização europeia. Ressalta-se que na classificação de "floresta" da região estão inclusas florestas secundárias, com alto grau de impacto humano; portanto, o resultado é conservador no que diz respeito à área de floresta na APA. Desta forma, o impacto humano na conservação da APA, em termos de área de floresta nativa e madura, é provavelmente muito maior (LEAL & CÂMARA, 2003).

2.4.1.3 Contato (ecótono)

Existem ainda as Áreas de Tensão Ecológica (contatos), que são áreas onde dois ou mais tipos de vegetação podem ocorrer de forma misturada, intercalando as espécies de cada tipo de vegetação formando o que se denomina ecótono (mistura) (IBGE, 2019b). Para as BHLS, essas áreas encontram-se distribuídas em pequenos fragmentos principalmente ao longo da bacia hidrográfica do rio Gramame.

2.4.1.4 Outras Áreas

Além da vegetação natural, a qual representa apenas 18% da microrregião do Litoral Sul (SFB, 2019), as BHLS possuem outras áreas como: Influência Urbana, compreendendo as áreas urbanas dos cinco municípios presentes no território das bacias; áreas compostas por Agricultura e Agropecuária, as quais no Litoral Sul e de forma mais evidente na bacia hidrográfica do rio graú encontra-se grandes propriedades destinadas à plantação de bambu, cana-de-açúcar, abacaxi, entre outros tipos de culturas (ALMEIDA *et al.*, 2008).

A distribuição espacial das áreas fitoecológicas bem como das demais áreas estão exibidas no mapa da **Figura 2.36**. Por ela, se confirma a expressividade das áreas de agricultura e agropecuária em detrimento às áreas de vegetação natural e se demonstra a falta de áreas de preservação permanente (APPs) no entorno dos rios e afluentes das BHLS, conforme é exigido no código florestal brasileiro. Assim, são esperados prejuízos à quantidade e à qualidade das águas.







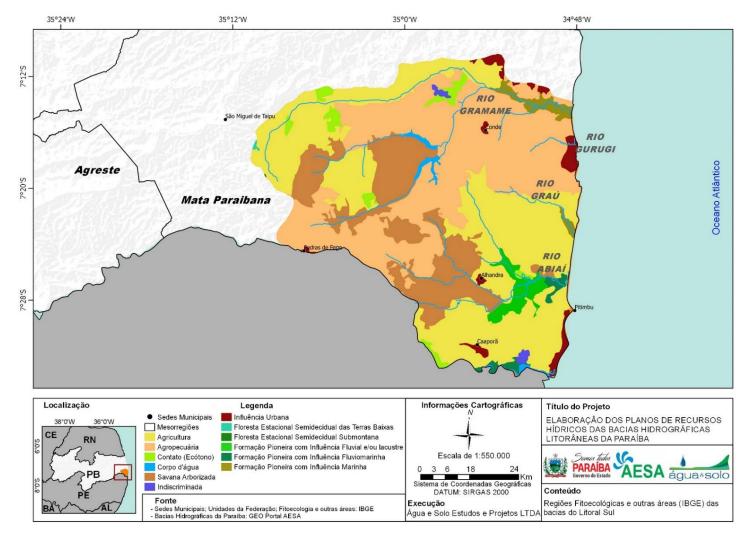


Figura 2.36 - Regiões fitoecológicas e outras áreas das bacias do Litoral Sul. Fonte: Acervo próprio, 2022.





Vale destacar que, ao longo dessas regiões fitoecológicas existem espécies de vegetação terrestre com elevada importância econômica e medicinal, além de espécies classificadas como ameaçadas, entretanto, apesar de não existir muitas espécies classificadas como ameaçadas de extinção na área que compreende as BHLS, o bioma Mata Atlântica por si só está cada vez mais ameaçado colocando em risco todas as espécies que nele vivem.

Na **Tabela 2.20** estão listadas espécies destacadas no levantamento realizado seguindo os critérios supracitados (importância econômica, medicinal, e espécies classificadas como ameaçadas), mas, vale ressaltar que a variedade de táxons é bem maior, e ocorrem tanto na área das bacias hidrográficas do Litoral Sul, como em outras áreas do estado da Paraíba, pois são pertencentes ao bioma Mata Atlântica.

Tabela 2.20 - Espécies de vegetação terrestre presentes na área das BHLS

Família	Espécie	Nome popular	Status
Anacardiaceae	Astronium fraxinifolium	Sete-cascas	
Anacardiaceae	Myracrodruon urundeuva	Aroeira	
Anacardiaceae	Schinopsis brasiliensis	Braúna	
Anacardiaceae	Anacardium occidentale	Cajueiro	
Annonaceae	Annona leptopetala	Araticum	
Apocynaceae	Aspidosperma spruceanum	Amargoso	
Apocynaceae	Hancornia speciosa	mangaba	
Bignoniaceae	Handroanthus impetiginosus	Pau-d'arco-roxo	
Chrysobalanaceae	Hirtella racemosa		
Chrysobalanaceae	Chrysobalanus icaco	Guajiru	
Convolvulaceae	Evolvulus filipes		
Combretaceae	Laguncularia racemosa	Mangue manso	
Elaeocarpaceae	Sloanea garckeana		
Erythroxylaceae	Erythroxylum pauferrense	Guarda-orvalho	Е
Euphorbiaceae	Manihot carthagenensis		
Fabaceae	Inga ingoides	Ingá	
Fabaceae	Abarema cochliacarpos	Barbatimão	Е
Fabaceae	Abarema filamentosa		
Fabaceae	Amburana cearensis	Cumaru	
Fabaceae	Apuleia leiocarpa	Jitaí	VU
Fabaceae	Bowdichia virgilioides Kunth	Sucupira	
Fabaceae	Centrosema sagittatum		
Fabaceae	Caesalpinia echinata	Pau-brasil	
Fabaceae	Hymenaea courbaril	Jatobá	
Fabaceae	Mimosa caesalpiniifolia Benth.	Sabiá	
Malvaceae	Pseudobombax marginatum		
Malpighiaceae	Byrsonima sericea	Mirici-da-praia	
Meliaceae	Cedrela fissilis	Cedro	VU
Meliaceae	Trichilia ramalhoi Rizzini		
Myrtaceae	Campomanesia aromatica	Guabiroba-de-quina	







Família	Espécie	Nome popular	Status
Myrtaceae	Eugenia excelsa		
Myrtaceae	Myrcia guianensis	Batinga- pequena	
Nyctaginaceae	Guapira hirsuta		
Nyctaginaceae	Guapira obtusata		
Orchidaceae	Malaxis excavata		
Portulacaceae	Portulaca halimoides	Beldroega	
Rubiaceae	Genipa americana	Jenipapo	
Rubiaceae	Tocoyena sellowiana	Jenipaparana	
Sapindaceae	Talisia esculenta	Pitombeira	
Sapotaceae	Manilkara salzmannii	Massaranduba	
Sapotaceae	Pradosia lactescens	Buranhém	
Sapotaceae	Sideroxylon obtusifolium	Quixabeira	
Selaginellaceae	Selaginella convoluta		
Solanaceae	Solanum palinacanthum	Jurubeba	

Fonte: SiBBr, (2022), Serviço Florestal Brasileiro (2019), Espécies ameaçadas de extinção conforme Portaria MMA nº 148, de 07 de julho de 2022. VU: Vulnerável, E: Endêmica.

2.4.2 Fauna terrestre

Os dados são referentes às espécies terrestres observadas na área em estudo e espécies com ocorrência no bioma Mata Atlântica para o estado da Paraíba. Nessa análise, será dado destaque às espécies classificadas como ameaçadas pela lista vermelha, espécies endêmicas ou ainda, as mais citadas nos trabalhos publicados para a região.

Na **Tabela 2.21**, estão listadas as espécies seguindo os critérios supracitados, mas, vale ressaltar que a biodiversidade paraibana é bem maior, não se restringindo apenas a esses táxons.

Tabela 2.21 - Espécies da fauna terrestre que ocorrem em áreas das BHLS e seu status de conservação

Família	Nome científico	Nome popular	Status
Anatidae	Dendrocygna viduata	Marreco, irerê	
Alligatoridae	Caiman latirostris	Jacaré-de-papo-amarelo	
Atelidae	Aloutta belzebul	Guariba	VU
Boidae	Boa constrictor	Jiboia	
Boidae	Epicrates assisi	Salamanta, jiboia-arco-íris	
Bradypodidae	Bradypus variegatus	Preguiça-comum	
Canidae	Cerdocyon thous	Raposa, cachorro-do-mato	
Caprimulgidae	Hydropsalis albicollis	Bacurau	
Colubridae	Oxyrhopus trigeminus	Cobra-coral-falsa	
Chlamyphoridae	Euphractus sexcinctus	Tatu-peba	
Conopophagidae	Conopophaga lineata	Chupa-Dente	VU
Cyclopedidae	Cyclopes didactylus	Tamanduaí	
Dasyproctidae	Dasyprocta iacki	Cutia	
Dasypodidae	Dasypus novemcinctus	Tatu-verdadeiro, tatu-galinha	
Didelphidae	Didelphis albiventris	Timbu, gambá-de-orelha-branca	





r4:-	N	Nl	Chatasa
Família	Nome científico	Nome popular	Status
Elapidae	Micrurus sp	Cobra-coral	
Felidae	Leopardus pardalis miti	Jaguatirica	
Felidae	Leopardus tigrinus	Gato-do-mato-pequeno	EN
Felidae	Herpailurus yagouaroundi	Jaguarundi vermelho	VU
Falconidae	Caracara plancus	Carcará	
Laridae	Thalasseus maximus	Trinta-réis-real	EN
Mustelídeos	Galictis vittata	Furão	
Myrmecophagidae	Tamandua tetradactyla	Tamanduá-de-colete	
Nyctibiidae	Nyctibius griséus	Mãe-da-lua, urutau	
Strigidae	Athene cunicularia	Coruja buraqueira	
Thraupidae	Volatinia jacarina		
Thraupidae	Ramphocelus bresilius	Tiê-sangue	Е
Tinamidae	Nothura maculosa	Codorna-amarela	
Platyrinchidae	Platyrinchus mystaceus niveigularis		VU
Procyonidae	Procyon cancrivoru		
Tytonidae	Tyto albatuidara	Coruja-de-igreja	
Viperidae	Bothrops jararaca	Jararaca	E
Viperidae	Crotalus terrificus	Cascavel	
Xenopidae	Xenops minutus alagoanus	Bico-virado-miúdo	VU

Fonte: Fonte: IBAMA (2003), Mesquita et al. (2018) e Silva & Leal (2020). SiBBr, 2022. $VU-Vulner\'{a}vel, EN-Em Perigo, E-End\^{e}mica.$

2.4.3 Vegetação aquática

Com relação à vegetação aquática das BHLS, os dados disponíveis de caracterização de espécies para esta região são escassos, sendo uma fonte destacável um levantamento realizado no município de Pitimbú, o qual compreende parte da bacia hidrográfica do rio Abiaí. De acordo com este estudo, foram identificados 78 táxons, sendo 13 pertencentes à Divisão Chlorophyta, 14 à Divisão Ochrophyta (Phaeophyceae) e 51 à Divisão Rhodophyta, sendo nove ordens de algas vermelhas e a mais representativa foi a Ordem Ceramiales, com 22 espécies. As algas pardas foram representadas principalmente pela Ordem Dictyotales, com 10 espécies, e por último as algas verdes, pela Ordem Bryopsidales, contendo 10 espécies (LUCENA *et al.*, 2007).

Outro estudo, realizado por Moura-Júnior et al. (2013), em um levantamento a nível de Nordeste, o estado da Paraíba apresentou 261 espécies de Macrófitas aquáticas, ocupando o 4º lugar em riqueza de espécies, perdendo apenas para Bahia, Pernambuco e Ceará.

Na flora aquática, vale destacar a vegetação de mangue. A espécie chamada popularmente de mangue manso (*Laguncularia racemosa*) foi identificada para a região dos estuários das BHLS. Entretanto, o ICMBio (2018), destaca que as espécies mangue-vermelho ou sapateiro (*Rhizophora mangle*), mangue-preto ou canoé (*Avicennia schaueriana*, *Avicennia germinans*),



mangue-branco (*Laguncularia racemosa*) e mangue-de-botão (*Conocarpus erectus*), também são representantes típicos desse ecossistema no Brasil. O ecossistema manguezal está associado ao bioma Mata Atlântica e possui uma grande dependência dos estuários, pelo fato de estar sujeito à ação das marés, formando-se em vasas lodosas recentes ou arenosas dos rios tropicais e subtropicais. (MAIA *et al.*, 2005; BRASIL, 2012).

Meireles & Campos (2010), apontam que os manguezais brasileiros, sobretudo no Nordeste do País, prestam serviços ecossistêmicos relacionados à segurança alimentar e integração do modo de vida tradicional das comunidades de pescadores, ribeirinhos e marisqueiras, (ALVES, 2001; SCHAEFFER-NOVELLI *et al.*, 2015). No Litoral Sul encontra-se a Unidade de Conservação Federal Reserva Extrativista RESEX Acaú-Goiana, na qual a comunidade depende em sua maioria dos recursos advindos do manguezal.

Desse modo, faz-se necessário enfatizar que, a vegetação aquática e estuarina, desempenha um importante papel na manutenção da biodiversidade por exercerem grande influências estruturais e metabólicas no ambiente (MOURA-JÚNIOR *et al.*, 2013). Essas plantas participam da produção de orgânicos, ciclagem de matéria e nutrientes na água, constituem a base da cadeia alimentar como fonte primária de energia, proteger margens de rios, lagoas e lagos contra a erosão, e servir de abrigo e proteção para os animais aquáticos e/ou organismos anfíbios (POTT & POTT 2000; MURPHY *et al.*, 2003; THOMAZ & CUNHA, 2010).

2.4.4 Fauna aquática

A fauna aquática que ocorre no Litoral Sul do estado da Paraíba não é endêmica da região, sendo encontrada em toda a costa oceânica do estado. Algumas espécies se deslocam por toda a costa brasileira. Os estuários dos rios Abiaí, Graú, Gurugi e Gramame abrigam uma fauna aquática importante, como algumas espécies ameaçadas de extinção, tais como as pertencentes às famílias Trichechidae e Cheloniidae.

Além das espécies ameaçadas, existe uma grande variedade de espécies com elevada importância comercial. Os peixes ocupam o primeiro lugar no ranking de produção pesqueira do estado da Paraíba, seguido pelos crustáceos e por últimos os moluscos (**Tabela 2.22**). As comunidades pesqueiras do Litoral Sul (Pitimbú e Caaporã) se destacam no estado como as principais localidades pesqueiras em volume de produção (IBAMA, 2006).







Tabela 2.22 - Espécies de moluscos, crustáceos e peixes que ocorrem em áreas das BHLS

Família	Espécie	Nome popular	Status
Atherinopsidae	Atherinella brasiliensis	Sauna	
Blenniidae	Omobranchus punctatus	Bagre	
Carangídeos	Carangoides bartholomaei	guarajuba	
Cheloniidae	Chelonia mydas	Tartaruga-verde	
Cheloniidae	Eretmochelys imbricata	Tartaruga-de-pente	EN
Cheloniidae	Lepidochelys olivacea	Tartaruga-oliva	VU
Cheloniidae	Caretta	Tartaruga-cabeçuda	VU
Carcharhinidae	Rhizoprionodon porosus	Cação frango	
Dasyatidae	Dasyatis marianae	Raia prego	
Engraulidae	Lycengraulis grossidens	Sardinha prata	
Grapsidae	Goniopsis cruentata	Aratú	
Ginglymostomatidae	Ginglymostoma cirratum	Tubarão lixa	
Gercacinidae	Cardisoma guanhumi	Guaiamu	
Loliginidade	Loligo spp.	Lula	
Lutjanidae	Lutjanus analis	Cioba	
Megalopidae	Megalops atlanticus	Camurupim	
Mugilidae	Mugil curema	Tainha	
Mytilidae	Mytella guyanensis	Sururu	
Ostreidae	Crassostrea rhizophorae	Ostra	
Ostreidae	Crassostrea sp.	Ostra-de-mergulho	
Ocypodidae	Ucides cordatus	Carangueijo uçá	
Penaeidae	Farfantepenaeus Brasiliensis,	Camarão	
Penaeidae	Farfantepenaeus paulensis	Camarão	
Penaeidae	Farfantepenaeus subtilis;	Camarão	
Penaeidae	Litopenaeus schmitti	Camarão	
Penaeidae	Xyphopenaeus kroyer	Camarão	
Portunidae	Callinectes larvatus	Siri	
Palinuridae	Panulirus argus	Lagosta-vermelha	
Trichechidae	Trichechus manatus	Peixe-boi-marinho	VU
Veneridae	Anomalocardia brasiliana	Marisco	

Fonte: IBAMA, 2006, ICMBio, 2010 e SiBBr, 2022.

Levando-se em consideração esses aspectos analisados, fica evidente a necessidade de determinar áreas para atenção especial para conservação, as quais se justificam pela presença de diversas espécies de fauna e flora ameaçadas de extinção e pela abrangência das áreas de agricultura e agropecuária dentro da área das BHLS, colocando em risco não apenas a fauna e flora mas a quantidade e qualidade dos corpos d'água dos rios. Dentre elas destaca-se:

 Regiões estuarinas dos rios Gramame, Abiaí e Graú por serem áreas estuarinas rodeadas por manguezal correspondendo a um berçário natural para diversas espécies de importância econômica e ameaçadas de extinção a exemplo do peixe-boi-marinho.







• Áreas de vegetação de mata atlântica (APP de rios e fragmentos de mata) por serem áreas que servem de habitat para diversas espécies de fauna e flora terrestre ameaçados de extinção a exemplo do entorno do rio Abiaí, possibilitando a permanência e reprodução de espécies citadas na Tabela 2.20 e Tabela 2.21.



3 Caracterização socioeconômica

3.1 Histórico de desenvolvimento da região

Após a chegada de Colombo à América, as consequentes descobertas europeias no entorno indicaram a presença de terras desconhecidas. Portugal e Espanha, as grandes nações marítimas da época, com anuência do Papa, dividiram as possíveis novas terras entre si, com Portugal se adonando do que hoje seria boa parte do Nordeste brasileiro, dentre outros territórios. Entretanto, os interesses lusos não estavam focados aqui.

"O Brasil, por exemplo, que nessa época [da assinatura do Tratado de Tordesilhas] não existia nos mapas dos grandes cosmógrafos e não havia entrado na história ocidental, já estava incluído no pacote: a linha do tratado cercava o país nas proximidades de onde, hoje, se encontram Belém (no Pará) e Laguna (no atual estado de Santa Catarina). Mas Portugal parecia pouco interessado em explorar esse seu mapa imaginário, ao menos naquele momento, até porque com as riquezas e lucros obtidos no Oriente as contas já fechavam. Mesmo assim nova expedição foi organizada em 1500 [...]".1

A expedição de Cabral, em 1500, serviu como modo de legitimar a posse dada por Tordesilhas. As expedições de extração e povoamento iniciaram apenas na década de 1530.

"ficou evidente para d. João III que apenas a soberania do papa legitimando o tratado não daria conta de afugentar os corsários franceses, os quais com frequência cada vez maior se estabeleciam nas possessões americanas. A saída foi criar várias frentes colonizadoras, basicamente independentes, que muitas vezes guardavam mais comunicação com a metrópole do que entre si".²

O sistema adotado, o das Capitanias Hereditárias, dividiu o território luso na América em 15 lotes, passados a 12 donatários. Uma delas, a Capitania de Itamaracá, se estendia do rio Santa Cruz até a Baía da Traição. Em 1534 ela seria desmembrada, formando-se a Capitania do Rio Paraíba (**Figura 3.1**), que seria anexada à de Pernambuco em 1756.

¹ SCHWARCZ, Lilia M.; STARLING, Heloisa M. **Brasil:** Uma Biografia. São Paulo: Companhia das Letras, 2015, p. 24.

² SCHWARCZ; STARLIN, op. cit., 2015, p. 33.







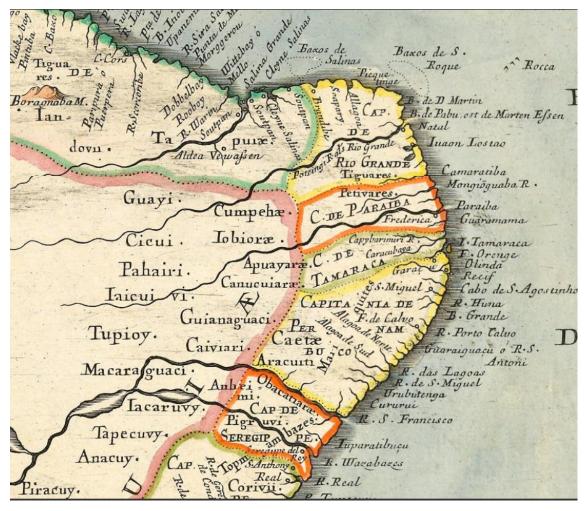


Figura 3.1 - Trecho de mapa mostrando a disposição das Capitanias Hereditárias no atual Nordeste brasileiro. Visíveis as capitanias de Tamaracá e Paraíba, esta última cortada ao meio pelo rio Paraíba Fonte: D'ABBEVILLE, N. Sanson. Le Bresil, dont l acoste est possedée par les Portugais et divisée em quatorze capitanieries... Paris, 1656. Brown University, The John Carter Brown Library.

Os supramencionados "corsários franceses", desde o começo dos 1500 realizavam transações (escambo) com os Potiguara, trocando produtos manufaturados europeus por pau-brasil. Expulsos os piratas, e criada a Capitania da Paraíba, os portugueses, sob ordens do rei Dom Sebastião, iniciam expedições de reconhecimento do território a partir de 1574. Como resultado dessas investidas, em 1585 é fundada a Cidade Real de Nossa Senhora das Neves, atual João Pessoa, e no ano seguinte construído o Forte de Santa Maria, na margem direita da foz do rio Paraíba. Concomitantemente, eram instalados engenhos de cana de açúcar, os quais começaram a funcionar em Pernambuco antes, já em 1535.

A ocupação do território paraibano pelos portugueses se deu no sentido Leste-Oeste, isso é, do litoral para o interior. Acompanhou o curso dos grandes e médios rios, que serviam tanto como caminhos como fonte de água e alimento. Não parece ter havido diferentes processos ocupacionais nas bacias do Litoral Norte e do Litoral Sul, embora a cartografia seiscentista demonstre uma clara preferência pela bacia do rio Paraíba, certamente pela proximidade da





capital. No mapa holandês abaixo se percebe isso comparando-se a quantidade de povoações e caminhos (linhas tracejadas) existentes no entorno do rio Paraíba, comparando-se com o entorno do rio Gramame:

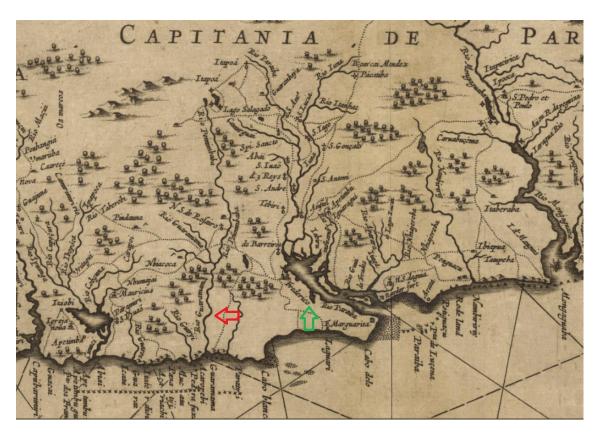


Figura 3.2: Trecho de mapa do século XVII, mostrando parte do litoral paraibano. A seta verde aponta para o rio Paraíba, enquanto a vermelha para o Gramame

Fonte: Capitaniarum de Phernambuca, Itamaraca, Paraiba, et Rio Grande noua delineatio. [S. l.], ca. 1650. Fundação Biblioteca Nacional.

Conjuntamente iam sendo instalados os canaviais e os engenhos de açúcar, a principal riqueza da colônia naquele período, e um dos grandes interesses europeus na América como um todo. Será esse Nordeste açucareiro que atrairá a atenção dos holandeses — grandes comerciantes do produto. Juntamente com questões relacionadas à sucessão da coroa portuguesa, bem como com a expulsão dos holandeses de Salvador, em 1624, será o açúcar paraibano que atrairá a primeira invasão dos exércitos de Nassau em 1632. Entre 1630 e 1637, os holandeses consolidaram a ocupação do espaço entre o atual Ceará e o rio São Francisco, território que comandariam até 1654.







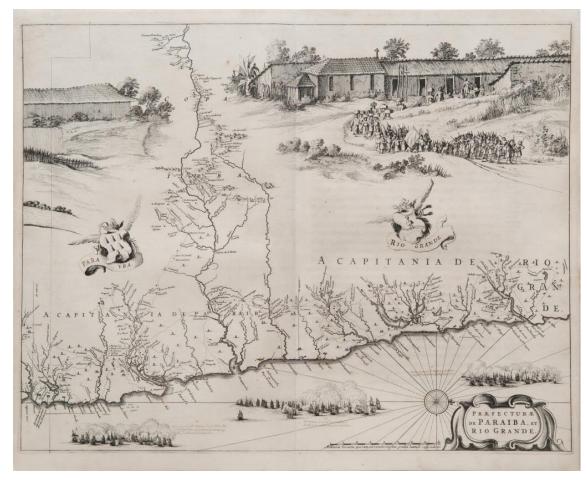


Figura 3.3: Esta carta produzida pela Companhia das Índias Ocidentais no século XVII condensa as informações coletadas pelos holandeses que invadiram o território.

Fonte: MARCGRAF, Georg (atribuído). **Praefecturae de Paraiba, et Rio Grande**. Amsterdam, 1647. Acervo Itaú Cultural, Coleção Brasiliana Itaú.





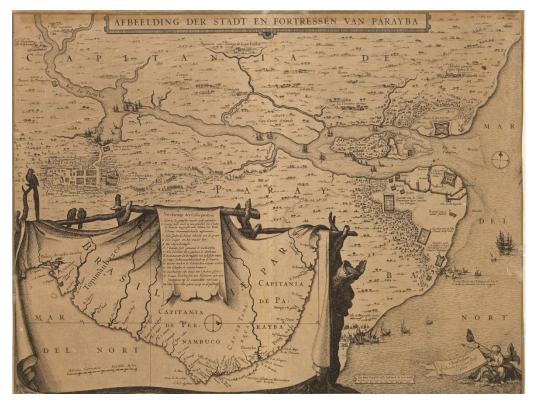


Figura 3.4: Trecho de carta holandesa do século XVII, mostrando os fortins da Paraíba. Em destaque, ao centro, o curso do rio Paraíba; a povoação de mesmo nome (atual cidade de João Pessoa) pode ser vista à esquerda, próximo do desenho de uma arara.

Fonte: VISSCHER, Nicolaes. **Afbeelding der stadt fortressen van Parayba**. Amsterdam, 1635. Fundação Biblioteca Nacional.

A expulsão dos holandeses trouxe um declínio da indústria açucareira, já que boa parcela dos engenhos e canaviais existentes foram destruídos nos combates ou incendiados pelos holandeses em fuga. Até então, a ocupação do espaço estava limitada praticamente ao litoral.

É a partir de 1663 que se verá o início de uma segunda fase expansionista, rumo ao sertão. Será um movimento motivado pela busca de novas fontes de riquezas, com a distribuição de sesmarias, interessado em povoar a terra de gentes e de animais, para ocupar a lacuna deixada pela cana e pelo açúcar que, embora não tenha desaparecido, perdera muito de sua pujança inicial.³ É dessa fase, por exemplo, a fundação da atual cidade de Campina Grande, fruto de uma missão com fins de catequese do gentio, outro processo de interiorização ocorrido neste momento. As missões de penetração no interior do território também serviam para o

³ COSTA, Renata Assunção da. Uma Nova Conquista: a família Oliveira Ledo e o processo de ocupação do sertão do Piancó (1663-1730). Disponível em: http://www.rn.anpuh.org/2016/assets/downloads/veeh/ST09/Uma%20Nova%20Conquista%20a%20familia%20Oliveira%20Ledo%20e%20o%20processo%20de%20ocupacao%20do%20sertao%20do%20Pianco%20(1663-1730).pdf.









aprisionamento e escravização dos indígenas não aliados dos portugueses. A escravidão do negro africano se iniciou na capitania paraibana a partir de 1599.

O ouro brasileiro foi primeiramente descoberto por volta de 1560, nas serras do atual estado de São Paulo, cujo rendimento foi muito baixo para que a Coroa portuguesa dedicasse maior atenção a essas jazidas: era o acúcar e a escravidão africana que gerava lucro no período. Tudo mudaria no final da década de 1690, quando se descobrem as Minas Gerais. Por mais que a Coroa se esforçasse grandemente para garantir o monopólio da extração do metal, punindo severamente os contrabandistas e infratores, parte do metal era invariavelmente extraviado, sendo os portos da Paraíba uma porta de saída bastante visada, onde o produto era acomodado em navios costeiros e mandado para fora da colônia.

No século XIX intensificou-se a ocupação da área entre as atuais cidades de João Pessoa e Campina Grande, nas bacias do Mamanguape e Paraíba, bem como na porção sul do Cariri Paraibano, nas proximidades das cidades de Santo André, Cabaceiras e São João do Cariri, por exemplo. A porção norte do Cariri, entre as serras da Borborema e do Bacamarte, ao sul da Pedra Lavrada (Planalto da Borborema), permaneceu um descampado sem povoações.⁴

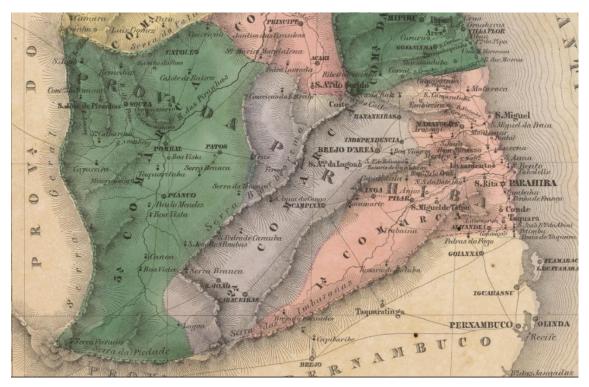


Figura 3.5: Trecho de carta do início do século XIX, mostrando as três comarcas da Província da Paraíba. Fonte: VILLIERS DE L'ILLE ADAM, Visconde J. de. Carta topográfica e administrativa das províncias do Rio Grande do Norte e Parahiba. Rio de Janeiro, 1848. Fundação Biblioteca Nacional.

⁴ Conferir o Esboço da Carta das Provincias do Rio Grande do Norte e da Parahyba. [S. 1.], século XIX. Fundação Biblioteca Nacional. Disponível http://objdigital.bn.br/objdigital2/acervo_digital/div_cartografia/cart171226/cart171226.html.





Em termos de atividades econômicas, seguiram-se basicamente as mesmas do período colonial, focando-se nas plantações de algodão e na produção usineira. Estes últimos concentravam-se principalmente ao redor de João Pessoa, Areia e Mamanguape, como se vê na imagem abaixo.

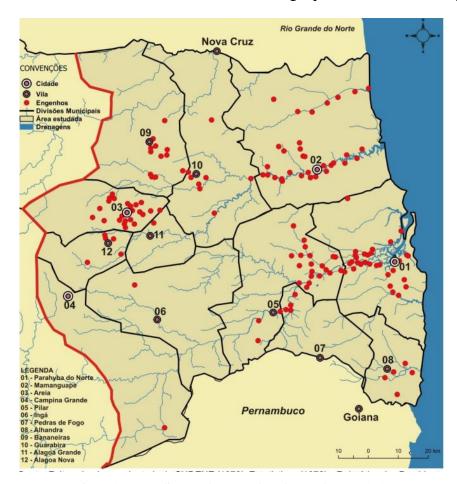


Figura 3.6: Localização dos engenhos da Paraíba em 1860.

Fonte: SOARES, Maria Simone Morais. **Território e cidade nos trilhos da Estrada de Ferro Conde D'Eu – Província da Parahyba do Norte (1871-1901)**. 2018. Tese (Doutorado em Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2018, p. 43.

Com relação ao algodão:

"Sabemos que o produto era aproveitado em sua totalidade: o caroço; a casca, acima de tudo; e a fibra, que era exportada para os mercados exteriores a fim de abastecer a crescente indústria têxtil na Europa. O algodão se adaptou muito bem às condições climáticas da província da Parahyba do Norte, pois, embora fosse bem cultivado nas várzeas dos rios, também podia ser no imenso território da caatinga, espalhando-se por todo o Agreste e pelo Sertão paraibano. Esse produto fazia parte da pequena agricultura, ou seja, requeria propriedades menores de terra para seu cultivo e menos mão-de-obra no trabalho, diferente da produção do açúcar. Nesse período [meados do século XIX], seu cultivo frequentemente se espalhava também nas propriedades dos engenhos e utilizava mão-de-obra escrava, pois os senhores de engenho o viam como um produto





promissor, deixando muitas vezes de lado a produção de açúcar para dar lugar à de algodão".5

Importante realização do período imperial relacionada com essas indústrias foi a Estrada de Ferro Conde d'Eu, concessão do governo, de 1871, para dois políticos paraibanos, objetivando a conexão da capital aos principais centros produtores de açúcar e algodão, ou seja, ligando João Pessoa a Independência e a Pilar. Foram instaladas quatorze estações, com os trilhos somando 121,5 km de extensão.⁶ Uma autora informa que essa Estrada contribuiu para a expansão do capitalismo industrial na província paraibana, permitindo a "provincialização do comércio regional". Ademais, serviu para alterar a malha urbana preexistente, dando origem a novas povoações (onde foram instaladas as estações) ou aprimorando povoados já existentes, que acabaram sofrendo positivamente com os anseios de modernização de parte da elite imperial e regional. A pesquisadora identificou cinco núcleos surgidos ou aprimorados a partir das esplanadas das estações, que colocou em oposição às tradicionais povoações brasileiras, desenvolvidas ao redor de um templo religioso e sua praça: cidade da Paraíba do Norte (atual João Pessoa), povoações de Santa Rita e Mulungu, e vilas de Independência e Pilar.⁷

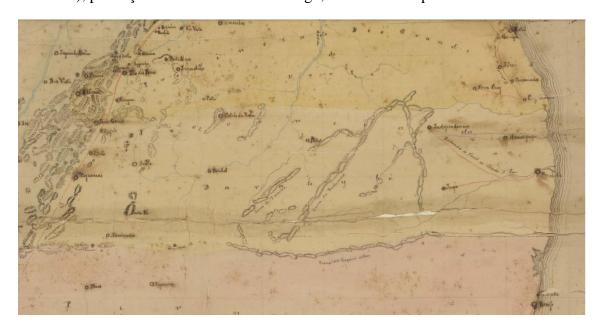


Figura 3.7: Planta demonstrando o trecho da Estrada de Ferro Conde d'Eu (1871), ligando as cidades de João Pessoa, Independência e Ingá.

Fonte: Planta geral da Estrada de Ferro de Mossoró a Cabrobó. Século XIX. Arquivo Nacional do Rio de Janeiro, Fundo Ministério da Indústria, Viação e Obras Públicas – BR RJANRIO 4Q.0.MAP.795.

⁵ Não foram encontrados pela autora dados estatísticos ou de localização das plantações de algodão para o mesmo período. SOARES, op. cit., 2018, p. 45-46.

⁶ Desses, somente 13 km estão em operação atualmente, todo o restante tendo sido abandonado ao serem desativados na década de 1980.

⁷ SOARES, op. cit., 2018.





Segundo a autora:

"No que se refere à industrialização, mesmo que timidamente, a instalação da Estrada de Ferro favoreceu a formação de duas indústrias diretamente relacionadas a ela através de desvios e paradas: a Fábrica de tecidos Tibiry (1891) em Santa Rita, [...] e o Engenho Central (1888) [...].

Os engenhos centrais foram implementados pelo governo imperial com o objetivo de modernizar o setor açucareiro através da industrialização da produção canavieira nacional, foram instalados 'com raras exceções, pelo capital estrangeiro, em especial o inglês'. Na Província da Parahyba do Norte foi criado apenas um Engenho Central,⁸ pela Empresa de Engenhos Centrais de Parahyba e Sergipe, inaugurado em 1888. Foi construído nas terras do engenho São João [...]".⁹

O desenvolvimento industrial atraído pela Estrada de Ferro, que trouxe prosperidade econômica principalmente para as localidades onde estavam as estações, melhorando os aparelhos urbanos, instalando serviços de correios e telégrafos, dentre outras modernidades, fez com que mais indústrias fossem atraídas para a Paraíba, interessadas na matéria-prima local, com foco nas fábricas de tecidos e nas usinas açucareiras, dois produtos presentes desde a época colonial, que chegariam ao século XX.

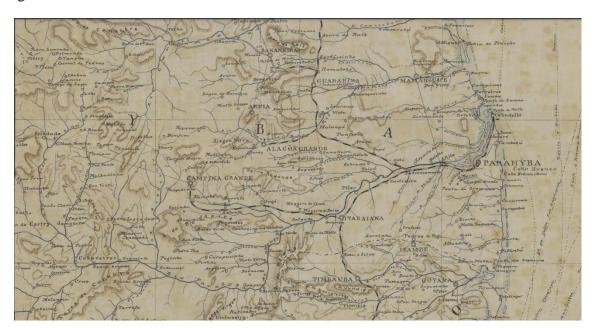


Figura 3.8: Trecho de carta de fins do século XIX, demonstrando a intensificação da ocupação do território em direcão ao interior.

Fonte: PEREIRA, J. Thymes. **Carta parcial do Extremo Nordeste do Brasil**. Século XIX. Arquivo Nacional do Rio de Janeiro, Fundo Francisco Bhering – BR RJANRIO F4.0.MAP.70.

⁸ Um vídeo atual (2021), demonstrando as ruínas do Engenho Central, na localidade de Santa Rita, pode ser acessado em: https://www.youtube.com/watch?v=cTV_fVVoLwE.

⁹ SOARES, op. cit., 2018, p. 188.





Com relação ao final do século XIX, destaca-se também a participação da Paraíba na Grande Seca de 1877, que atingiu a todo Nordeste brasileiro como um todo, matando milhares de pessoas e motivando um grande êxodo em direção ao litoral paraibano ou a outras províncias do império. A economia da região foi devastada, com grande mortandade de plantas e animais, provocando miséria e fome que atingiram tanto a ricos como a pobres.¹⁰

A Paraíba, até a segunda metade do século XX, permanece tendo como base econômica a agricultura. É no período republicano que se vê a consolidação dos grandes proprietários rurais, os "Coronéis", que expressavam "poder de mando, de guarda, de força política e econômica, e de dominação da terra e de quem dela sobrevive e vive".¹¹

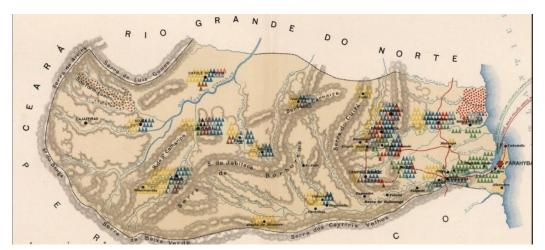




Figura 3.9: Detalhe de mapa agrícola do início do século XX, mostrando os principais cultivos do estado da Paraíba e a sua distribuição regional.

Fonte: SILK, D. Wenaslin; CAVALCANTI, Manoel Paulino. **Estado da Parahyba do Norte: Mappa agrícola**. São Paulo: Sociedade Nacional de Agricultura, 1908. David Rumsey Map Collection..

¹⁰ SANTOS, Julio César Pereira dos. A "Grande Seca" de 1877-1879 na Província da Parahyba do Norte: Debates do deputado Cardoso Vieira. Disponível em: http://uece.br/eventos/gthpanpuh/anais/trabalhos completos/298-45077-01052017-132426.docx.

OLIVEIRA, Liélia Barbosa. Problemas sociais na Paraíba da Primeira República: uma análise a partir dos governos de Venâncio Neiva e Álvaro Machado (1889-1895). Anais do XVII Encontro Estadual de História – ANPUH-PB. João Pessoa, v. 17, n. 1, p. 972-981, 2016. Disponível em: http://www.ufpb.br/evento/index.php/xviieeh/xviieeh/paper/viewFile/3445/2653.





O algodão era um dos principais produtos agrícolas do estado, e sua economia enfrentará crise com a Primeira Guerra Mundial, com o conflito afetando os principais países importadores.¹²



Figura 3.10: Trecho de atlas da Paraíba do início do século XX.

Fonte: HOMEM DE MELLO, Francisco; HOMEM DE MELLO, Francisco Inácio Marcondes. **Atlas do Brasil**.
Rio de Janeiro: F. Briguiet & Cia. Editores, 1909. Arquivo Nacional do Rio de Janeiro, BN RJANRIO EP.0.MAP.1.



Figura 3.11: Trecho de cartografia do início do século XX, mostrando a dispersão das localidades com relação à malha hidrográfica e com o relevo.

Fonte: WILLIAMS, Horace. Mappa dos Estados do Ceara, Rio Grande do Norte e Parahyba... pelo Serviço Geologico e Mineralogico do Brasil... São Paulo, 1910. Bibliothèque Nationale de France.

¹² O mapa agrícola apresentado na Figura acima indica os produtos de exportação da Paraíba no momento: Algodão, açúcar, couros, carnaúba, borracha e madeiras. Cf. SILK & CAVALCANTI, op. cit, 1908.



3.2 Sítios arqueológicos e população indígena

O histórico da ocupação do território paraibano no período pós 1500 está intimamente ligado aos aspectos econômicos e do uso da terra. Segundo alguns autores, a formação histórica do território paraibano após a invasão portuguesa nas Américas ocorre, não somente com o intuito de consolidar a posse territorial e proteger o espaço dos piratas franceses, mas também como aproveitamento dos recursos hídricos que a capitania oferecia, aproveitando-se o "avanço da cana-de-açúcar vinda de Pernambuco". Assim, as motivações para o surgimento da Paraíba passariam, invariavelmente, pelo açúcar, o "ouro branco" americano: apenas cinquenta anos separam a introdução da planta da cana no Brasil – em 1532 – da fundação da vila de Nossa Senhora das Neves – em 1585, antecessora da atual João Pessoa. 4

Se o indígena, nativo da terra, nos primeiros anos de ocupação, teve uma relação relativamente pacífica com o europeu, auxiliando no corte do pau-brasil, trocado por produtos diversos, é com o início do plantio de cana que surge a escravização do nativo, e "a história da luta pela terra na Paraíba".¹⁵

As populações indígenas que habitavam o nordeste brasileiro e em especial do território paraibano antes da chegada dos portugueses e outros europeus têm uma origem ainda controversa. A cronologia do povoamento humano nas Américas e as rotas utilizadas pelos primeiros hominídeos que aqui chegaram ainda são matéria de grandes debates científicos, opondo principalmente pesquisadores norte-americanos, que afirmam que a cultura Clóvis, habitante da região dos Grandes Lagos, seria a primeira da América (modelo *Clovis First*); enquanto que pesquisadores sul-americanos (Brasil e Argentina), apresentando sítios igualmente antigos, e propõem rotas alternativas de colonização do continente.

A arqueologia científica brasileira, existente desde os anos 1960/1970, registrou e analisou até o presente momento várias centenas de sítios arqueológicos, que permitem suportar com relativa segurança algumas dessas posições. Por exemplo, na área da Serra da Capivara (PI), "um importante conjunto de dados sobre os primeiros períodos da pré-história brasileira foi

¹³ BARBOSA, José Luciano Albino. **Engenho de cana-de-açúcar na Paraíba:** por uma sociologia da cachaça. Campina Grande: EDUEPB, 2014, p. 71-72. Disponível em: https://static.scielo.org/scielobooks/gr7y8/pdf/barbosa-9788578793302.pdf.

¹⁴ É Gilberto Freyre quem aponta que o introdutor da cana-de-açúcar no território brasileiro foi Martim Afonso de Souza, no engenho de São Vicente (SP). Cf. FREYRE, Gilberto. Prefácio à 3ª edição. *In*: FREYRE, Gilberto. **Açúcar:** Uma sociologia do doce, com receitas de bolos e doces do Nordeste do Brasil. 5ª edição revista. São Paulo: Global Editora, 2007, p. 22.

¹⁵ BARBOSA, op. cit., 2014, p. 72.



revelado [...] desde os anos 1990". ¹⁶ Esses dados apontam para a presença humana na região desde 30.000 anos antes do presente, podendo chegar a 50.000 anos de acordo com alguns pesquisadores. A região da Serra da Capivara contém a maior concentração de sítios americanos pré-UMG (Último Máximo Glacial, aproximadamente 20.000 anos antes do presente) conhecidos até hoje.

Entretanto, "esses sítios pré-UMG são alvo de críticas. Nas sínteses continentais, os sítios da Serra da Capivara são, na maioria dos casos, simplesmente ignorados". Ainda de acordo com Antoine Lourdeau:

"A queda do modelo *Clovis first* deixou espaço para uma reorganização da maneira de pensar os povoamentos americanos na pré-história. A hipótese predominante atualmente, a de um povoamento pré-Clovis, mas pós-UMG – idade induzida pelos estudos genéticos, via a costa pacífica [...]. Em vez de cristalizar os estudos do povoamento americano de novo em um modelo fechado, uma outra atitude dos pesquisadores poderia ser de deixar as interpretações em aberto, considerando a viabilidade de várias hipóteses. [...] Nossa posição aqui é de considerar como válidas as ocupações pleistocênicas atestadas pelos sítios da Serra da Capivara. Como apresentado anteriormente, subsistem dúvidas quanto a alguns casos. As datas mais antigas, ao redor de 100.000 anos, não apresentam, por enquanto, fiabilidade suficiente para serem levadas em consideração".¹⁷

Para outros autores:

"El indio penetró en el actual territorio brasileño hace más de 30.000 años, a través de los corredores andinos y siguiendo el curso de los ríos que nacen en la cordillera. La ocupación, al parecer, se realizó del Oeste para el Este y de Norte a Sur.

Las dos grandes cuencas hidrográficas de América del Sur, la amazónica y la platina, fueron los caminos naturales de penetración. La relativa proximidad de algunas de las fuentes más altas de ambas cuencas, explica, en parte, la semejanza entre culturas pertenecientes a grupos humanos que, después, encontraremos separados por miles de quilometros.

[...] Las vías de población humana en la Prehistoria del Nordeste semiárido brasileño, nos son todavía desconocidas, pues el estado actual de la investigación aún no nos permite afirmaciones con bases científicas seguras; sin embargo, los primeros indicios parecen apuntar a las tierras

¹⁶ LOURDEAU, Antoine. A Serra da Capivara e os primeiros povoamentos sul-americanos: uma revisão bibliográfica. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Belém, v. 14, n. 2, p. 367-398, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1981.81222019000200007.

¹⁷ LOURDEAU, 2019, op. cit.



altas de tipo sabana de Goiás y a los valles de los ríos São Francisco y Parnaíba, que cortan verdaderos desiertos. Habría que aceptar, también, migraciones costeras de Norte a Sur y viceversa, pero el rebajamiento natural de la costa atlántica de América del Sur debe haber destruido los posibles indicios de migraciones muy antiguas, de forma que no es posible señalar ocupaciones prehistóricas en las costas del Nordeste con anterioridad a 3.000 años a.C.". 18

Quanto à relação desses primeiros grupos humanos com os indígenas encontrados em 1500, existem algumas hipóteses. Embora sejam poucos os restos humanos associados a essas datações mais antigas, os vestígios encontrados, e sua análise genética e morfológica, apontam para um único grande momento de entrada no continente durante a época pré-histórica, com esses restos associados às populações ameríndias atuais. A essas ossadas estão associados principalmente vestígios líticos (ferramentas de pedra). E, embora sejam mais difíceis de se datar, também se encontram associados aos enterramentos, diversos painéis com pinturas rupestres, dos quais os da Serra da Capivara são os exemplos mais famosos.

"Na arqueologia brasileira, a arte rupestre tem sido considerada elemento de grande destaque entre os vestígios arqueológicos e, no caso do Estado da Paraíba, ganha uma visibilidade maior em função do volume de achados encontrados", nos informa o pesquisador Carlos de Azevedo Netto. Segundo a bibliografia especializada, os litoglifos ("desenhos de pedra", em tradução livre) do Rio Araçagi, na Serra da Copaoba, configuram no primeiro exemplo de arte rupestre descrito na história do país. A colônia brasileira não contava com um século desde o seu achamento por Cabral quando, em 1598, o capitão-mor Feliciano Coelho de Carvalho, em andanças pela Capitania do Rio Paraíba, se deparou com as inscrições. As impressões deste capitão-mor são narradas em livro de 1618, de autoria de Ambrósio Fernandes Brandão:

"[...] aos 29 dias do mês de dezembro do ano de 1598, se achara junto a um rio chamado Arasoagipe, que, por ir então seco, demonstrava somente alguns poços de água, que o calor do verão não tinha ainda gastado, e que alguns soldados, que foram por ele abaixo, toparam nas suas fraldas com uma cova, da banda do poente, composta de três pedras, que estavam conjuntas umas com outras, capaz de se poderem recolher dentro quinze homens; a qual cova tinha de

¹⁸ MARTIN, Gabriela. Prehistoria del Nordeste de Brasil: Estado actual de la investigacion. **Archivo de Prehistoria Levantina**. Valencià, v. XVIII, tomo II, p. 49-82, 1988. Disponível em: http://www.museuprehistoriavalencia.es/web_mupreva_dedalo/publicaciones/18/es.

¹⁹ LOURDEAU, 2019, op. cit. Ver também: DA-GLORIA, Pedro. Ocupação inicial das Américas sob uma perspectiva bioarqueológica. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Belém, v. 14, n. 2, p. 429-458, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1981.81222019000200009.

²⁰ AZEVEDO NETTO, Carlos Xavier de. Andanças pelo Cariri paraibano: a arqueologia pioneira de Ruth Trindade de Almeida. **Revista Raízes**. Campina Grande, v. 40, n. 2, p. 175-190, jul./dez. 2020. Disponível em: http://raizes.revistas.ufcg.edu.br/index.php/raizes/article/view/649/605.







alto, para a banda do nascente, de sete a oito palmos, e da banda do poente, treze até quatorze palmos; e ali por toda a redondeza que fazia na face da pedra, se achavam umas molduras, que demonstravam na sua composição serem feitas artificialmente".²¹

Em seguida no relato o autor passa a descrever as figuras, usando termos como "moças", "rosas", "cruzes" e "caveiras", comparando o conjunto a um retábulo de Nossa Senhora do Rosário.²² A localização exata dessas gravuras foi verificada pela arqueóloga pioneira Ruth Trindade de Almeida, como sendo o atual sítio Itacoatiara Engenho das Pinturas.²³

A respeito das pesquisas de Ruth de Almeida na Paraíba e dos sítios pictóricos deste Estado, escreveu Suzana Monzon:

"No Estado de Paraíba, R. T. de Almeida realizou um inventário dos sítios de arte rupestre localizados na região de Cariris Velhos e Cariris da Paraíba. Foram encontrados 49 sítios, entre os quais 34 só com pinturas e 2 com pinturas e gravuras. As figuras pintadas são naturalistas e geométricas. R. T. de Almeida (1975)²⁴ afirma que há numerosos antropomorfos.

As figuras humanas, esquemáticas, têm o corpo retangular ou oval e os membros, esticados ou flexionados, em diferentes posições. São representados de frente e o movimento dos braços e das pernas lhes empresta um certo dinamismo. Uma grande figura rodeada de mãos pintadas, situada no sítio Balanço (município de Sumé) diferencia-se um pouco das outras. Ela está desenhada de frente, com os pés de perfil; tem sexo masculino e seu braço direito termina em quatro dedos.

²¹ BRANDÃO, Ambrósio Fernandes. **Diálogos das grandezas do Brasil**. Segundo a edição da Academia Brasileira, corrigida e aumentada com numerosas notas de Rodolfo Garcia e introdução de Jaime Cortesão. Brasília: Senado Federal, 2010. Diálogo primeiro, p. 70.

²² Para uma interpretação antiquada desses desenhos, ver: PEREIRA JUNIOR, José Anthero. Algumas itacoatiaras paraibanas. **Revista do Arquivo Municipal**. São Paulo, ano XII, v. CIII, p. 135-182, jun./jul. 1945. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=eYenP68jadMC&hl=pt-BR&pg=PA4#v=onepage&q&f=false; PEREIRA JUNIOR, José Anthero. Algumas notas sobre os litóglifos do Rio Araçuagipe, na zona da Serra de Cupaoba, e outros apontamentos. **Revista do Arquivo Municipal**. São Paulo, ano XII, v. CIV, p. 81-91, ago./set. 1945. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=eYenP68jadMC&hl=pt-BR&pg=PA4#v=onepage&q&f=false.

²³ De acordo com a autora: "No Município de Pilões, às margens do Araçaji foi localizado, no Engenho Pinturas (Pinturas de Baixo), sítio rupestre que se aproxima demasiadamente da descrição do cronista, feita há 380 anos". ALMEIDA, Ruth Trindade de. Um sítio arqueológico histórico. **Clio Revista de Pesquisa Histórica**. Recife, v. 3, n. 1, p. 61-63, 1980. Disponível em: https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistaclio/article/view/24654/19928. De acordo com a Base de Dados do IPHAN, as coordenadas deste sítio são: UTM 25M E 208242 N 9238121. Cf. **Sítios Arqueológicos registrados no SICG**. Disponível em: https://www.gov.br/iphan/pt-br/patrimonio-cultural/patrimonio-arqueologico.

²⁴ As informações a respeito das gravuras do rio Araçaí provavelmente se encontram no livro de Almeida, *A Arte Rupestre nos Cariris Velhos*, publicado em 1979 pela editora da UFPB. Não consegui localizar o trabalho para conferir se lá existe a localização exata deste sítio arqueológico. Atualmente, existem registrados pelo IPHAN uma grande quantidade de sítios arqueológicos pré-coloniais com gravuras rupestres na Paraíba, como se verá neste relatório.





Os motivos de Cariris Velhos são geralmente vermelhos e amarelos. Os brancos e os pretos são menos frequentes. A cabeça e o corpo são preenchidos e os membros executados com traços. O conjunto de figuras que aparece no sítio Castanho (município de Queimada) parece representar uma cena. A organização dos personagens em cenas não deve ser frequente nesta região, pois R. T. de Almeida não a menciona.

As figuras humanas de Cariris Velhos parecem não ser muito variadas do ponto de vista morfológico e técnico [...]".²⁵

As gravuras e pinturas rupestres da Paraíba foram classificadas pelos arqueólogos como pertencentes à Tradição Itacoatiara ("pedra pintada", em Tupi):26

"São exclusivamente sítios gravados nas imediações dos rios, e particularmente de cachoeiras, onde aproveitam o afloramento de rochas duras. Muitos dos blocos gravados costumam ser submersos pelas enchentes, fato este certamente desejado pelos autores pré-históricos.

[...] Na famosa 'pedra lavrada' de Ingá (PB), destacam-se sobretudo curvilineares de feição muito bonita".27

Esse estilo de trabalho rupestre, por sua associação com sítios líticos, é mais comumente associado aos grupos caçadores-coletores do que com os ceramistas/agricultores.

De acordo com a Base de Dados de Sítios Arqueológicos do IPHAN, existem atualmente registrados para o estado da Paraíba 296 sítios arqueológicos, entre pré-coloniais e históricos, dispersados por 76 municípios. Desses, 15 na Bacia do Litoral Sul:

Tabela 3.1 - Síntese dos sítios arqueológicos das bacias Litoral Sul registrados no IPHAN

Nome do sítio	Município	Bacia	Classificação
PB 0011 LA/UFPE	Alhandra	Litoral Sul	Sem classificação
PB 0012 LA/UFPE	Alhandra	Litoral Sul	Sem classificação
PB 0013 LA/UFPE	Alhandra	Litoral Sul	Sem classificação
PB 0024 LA/UFPE	Alhandra	Litoral Sul	Sem classificação
PB 0025 LA/UFPE	Alhandra	Litoral Sul	Sem classificação
Fazenda Fugida lote 45	Caaporã	Litoral Sul	Sem classificação

²⁵ MONZON, Susana. A representação humana na arte rupestre do Piauí: comparações com outras áreas. **Revista** Museu Paulista. São Paulo, XXVIII, 401-422, 1981/1982. Disponível http://etnolinguistica.wdfiles.com/local--files/biblio%3Amonzon-1982representacao/Monzon 1982 ARepresentHumanaArteRupestrePiaui.pdf.

dicao Itacoatiara na Paraiba Subtradicao Inga isbn978-85-912404-6-3%20%282%29.pdf.

²⁶ Uma tradição seria uma grande unidade regional de certo estilo artefactual. Cf. SANTOS, Juvandi de Souza. Estudos da Tradição Itacoatiara na Paraíba: Subtradição Ingá? Campina Grande: Cópias & Papéis, 2014. Disponível http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/13373/1/SANTOS_Juvandi_de_Souza_Estudos_da_Tra

²⁷ PROUS, André. **Arqueologia Brasileira**. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 1992. Capítulo XIV, p. 515.







Nome do sítio	Município	Bacia	Classificação
Ocorrência 13 - KM 318	Pedras de Fogo	Litoral Sul	Sem classificação
PB 0010 LA/UFPE	Pedras de Fogo	Litoral Sul	Sem classificação
Bahia	Pitimbu	Litoral Sul	Histórico
Caaporã PB-044	Pitimbu	Litoral Sul	Sem classificação
Engenho Tabu	Pitimbu	Litoral Sul	Sem classificação
Fazenda Fugida lote 34 (Sítio 06)	Pitimbu	Litoral Sul	Sem classificação
Fazenda Fugida lote 46 (Sítio 08)	Pitimbu	Litoral Sul	Sem classificação
Fazenda Souza lote 28 (Sítio 03)	Pitimbu	Litoral Sul	Sem classificação
Fazenda Taquara lote 99 (Sítio 04)	Pitimbu	Litoral Sul	Sem classificação

A localização de sítios arqueológicos se dá de acordo com uma série de fatores, dos quais se salientam as verbas para pesquisas existentes em instituições museológicas e de ensino superior, bem como a presença de profissionais qualificados e, mais recentemente, das exigências próprias da arqueologia de contrato. Portanto, essa breve quantificação de 38 sítios, de um universo de 269, não representa a totalidade do material arqueológico existente atualmente nas áreas em questão, mas sim apenas do que foi registrado até o momento. Destes 38, três são relacionados com pinturas e gravuras rupestres, e outros 2 com material cerâmico associado a indígenas agricultores da tradição Tupi-Guarani.²⁸

Se a bibliografia sobre a história indígena pré-colonial da Paraíba é rica em material sobre as pinturas e gravuras rupestres, o mesmo não pode ser tipo a respeito das tradições ceramistas, produzidas por indígenas agricultores principalmente do Tronco Linguístico Tupi-Guarani.

O Mapa Etno-Histórico de Curt Nimuentajú, produzido nos anos 1940, registra os seguintes grupos linguísticos ameríndios para o estado: no litoral, as famílias linguísticas Potiguara e Tobajara, do tronco Tupi; a língua isolada Sukuru;²⁹ e o povo extinto Kipéa-Kariri.³⁰

_

²⁸ Até o momento não foram registrados sítios sambaquis na Paraíba, lacuna destacada por alguns pesquisadores. Cfe. BRITO, Vanderley de; OLIVEIRA, Thomas Bruno. Cultura sambaquieira: uma lacuna na arqueologia paraibana. **Tarairiú – Revista Eletrônica do Laboratório de Arqueologia e Paleontologia da UEPB**. Campina Grande, ano III, v. 1, n. 5, p. 100-111, set./out. 2012.

²⁹ Sobre os Sukuru, também conhecidos como Xukuru, ver: https://pib.socioambiental.org/pt/Povo:Xukuru.

³⁰ De acordo com Carlos de Azevedo Netto: "A região dos Cariris recebeu esta denominação devido aos índios da nação Cariri que viviam naquela área desde tempos remotos até o início do século XVII. As informações sobre essas populações indígenas, consideradas "bárbaras" pelo elemento português, foram obtidas através de relatos de cronistas e missionários religiosos. Cariri é um termo de origem tupi, com variação do Kiri´ri, que significa "silencioso", "deserto", "ermo"; ou ainda "caatinga pouco áspera" [...]. Os Cariris foram ocupando aquela área a partir da bacia do rio Paraíba e de seus afluentes. Nestes locais foi desenvolvida a cultura do algodão de fibras longas. As práticas agrícolas desses povos já demonstravam ser predatórias da fauna e flora locais, pois as







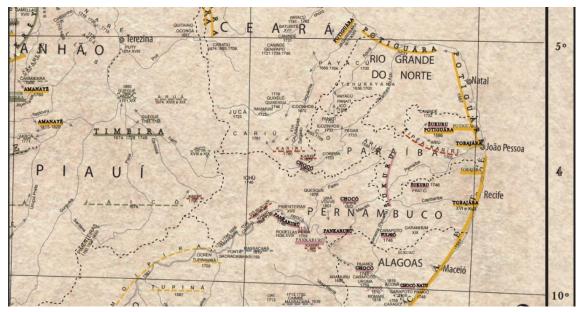


Figura 3.12 - : Detalhe do Mapa Etno-Histórico de Curt Nimuendaju. Fonte: Acervo Museu Paraense Emílio Goeldi.

O mapa de Nimuendajú condensa relatos históricos com as pesquisas do próprio autor em meio aos povos indígenas naquela primeira metade do século XX. Foi um exercício analítico de Curt em tentar mapear, através da linguística, a distribuição espacial de diferentes grupos, tanto naquele momento, como desde o século XVI. As informações que o autor aponta devem ser lidas juntamente com pesquisas científicas e com os dados arqueológicos para atingirem sentido mais amplo.

Com relação aos grupos do litoral, especificamente dos Potiguara, impera a ausência de maiores informações já apontada:

"Não abunda o interesse historiográfico pelos Potiguara – cujos últimos assumidos remanescentes provavelmente de um território cultural antes bem mais vasto vivem atualmente nos municípios de Baía da Traição, Marcação e Rio Tinto, no litoral setentrional da Paraíba nem sobre os seus espaços, culturas e gentes. Não existindo mesmo qualquer história publicada, ainda que remota, sobre os Potiguara, uma revisão da literatura histórica disponível fica obrigada a tentar compulsar algumas esparsas referências aos nossos índios em histórias gerais da Paraíba, em monografias de temas e espaços locais, a que se somam, muito mais

queimadas eram comuns no cultivo da roça de mandioca e/ou milho". Cf. AZEVEDO NETTO, Carlos Xavier de. Fragmentação da informação arqueológica no Estado da Paraíba: situação atual e perspectivas. In: AGUIAR, Rodrigo Luiz Simas de; OLIVEIRA, Jorge Eremites de; PEREIRA, Levi Marques (org.). Arqueologia, Etnologia e Etno-história em Iberoamérica: Fronteiras, Cosmologia, Antropologia em Aplicação. Dourados: Editora da UFGD, 2010. 319-351. Disponível

https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/bitstream/prefix/1016/1/arqueologia-etnologia-e-etno-historia-emiberoamerica-fronteiras-cosmologia-antropologia-em-aplicacao.pdf.







recentemente, algumas (poucas) dissertações académicas em sede de mestrados e doutoramentos estudando problemas e períodos da história paraibana". ³¹

No entanto, o povo Potiguara está intrinsecamente atrelado à história da Paraíba, existindo relatos históricos de sua presença no litoral desse estado desde os primórdios da invasão europeia. A própria origem do nome "Baía da Traição" estaria vinculada a essa etnia, dado pelos colonizadores em virtude de indígenas terem atraído marinheiros portugueses para a costa, consumindo-os em um ritual antropofágico.³²

Ademais, existem também outras parcialidades étnicas no estado. No Litoral Sul paraibano, especialmente nos municípios de Conde, Alhambra e Pitimbu, encontra-se o povo Tabajara, etnia minoritária no estado. Desde 2009 existe conflito entre esses indígenas e o grupo empresarial Elizabeth, interessado em instalar uma fábrica de cimento na região, projeto integrado a planos do governo do estado na constituição de um Polo Cimenteiro. Há também uma pequena aldeia Cariri ainda por ser reconhecida. Há também uma pequena aldeia Cariri ainda por ser reconhecida.

A toponímia da hidrografia do estado é fortemente marcada pela tradição indígena. Na região de estudo destacam-se:

- **Abiaí**: Ou de <u>apiahy</u> = rio dos homens/dos meninos; ou de <u>abiu+hy</u> = fruta aquosa, relativo ao abieiro (*Pouteria caimito*).³⁵
- **Gramame**: "<u>Gramama</u> [...] é derivado de guára-mâmo que significa: cerca, curral, rodeio, manga". ³⁶
- **Mamuaba**: $\underline{\text{Mamu}}_{\underline{a}} = \text{pirilampo}$, vagalume + $\underline{\text{aba}} = \text{lugar de.}^{37}$

³¹ SIMÕES, José Manuel da Silva. Espaço, história e memória: os Potiguara na Paraíba. Saeculum – Revista de História. João Pessoa, n. 35. p. 101-120, jul./dez. 2016. Disponível em: https://periodicos.ufpb.br/index.php/srh/article/view/31042/19593. Ver também: https://pib.socioambiental.org/pt/Povo:Potiguara.

³² PALITOT, op. cit., 2005, p. 5-6. Ver também: MOONEN, Frans; MAIA, Luciano Mariz (org.). **História dos Índios Potiguara:** 1984-1992 (Relatórios e Documentos). 2ª edição digital. Recife: [s. d.], 2008. Disponível em: http://www.dhnet.org.br/direitos/militantes/lucianomaia/moonen_1984_1992_indios_potiguaras.pdf.

As informações mais atuais encontradas sobre o conflito datam de 2013. Cf. http://mapadeconflitos.ensp.fiocruz.br/conflito/pb-indigenas-tabajara-lutam-por-regularizacao-de-territorio-tradicional/.

³⁴ TARGINO, Nadyele *et al.* Projeto Vidas Paralelas Indígenas: revelando o povo Potiguara da Paraíba, Brasil. **Tempus – Actas de Saúde Coletiva**, Brasília, v. 6, n. 1, p. 91-97, mar. 2012. Disponível em: https://www.tempusactas.unb.br/index.php/tempus/article/view/1100/992.

³⁵ ALMEIDA, Horácio de. **História da Paraíba**. Volume 1. João Pessoa: Editora da Universidade, 1978.

HERCKMAN, Elias. As Etymologias Indigenas. **Revista do Instituto Archeologico e Geographico Pernambucano**, Recife, tomo XI, n. 60, p. 30-36, dez. 1903. Disponível em: https://archive.org/details/revistadoinstit05perngoog/page/32/mode/2up?view=theater.

³⁷ CARVALHO, Moacyr Ribeiro de. **Dicionário de Tupi (antigo) - Português**. Salvador: [S. d.], 1987. Disponível em: http://etnolinguistica.wdfiles.com/local--files/biblio%3Acarvalho-1987-dicionario/Carvalho_1987_DicTupiAntigo-Port_OCR.pdf.







- **Pirpirituba**: "Corrupção de Piri-piri-tyba, juncal, junco abundante". 38
- **Tauá**: De Taguá = variedade de barro amarelo, argila.³⁹

3.3 Aspectos demográficos

3.3.1 Evolução dos municípios paraibanas

As Bacias do Litoral Sul ocupam parte ou totalmente o território de sete municípios, incluindo parte da capital, João Pessoa, fundada em 1585. Até 1900, apenas dois destes municípios existia, João Pessoa e Santa Rita. O grande aumento do número de municípios ocorreu entre 1950 e 1965.

Tabela 3.2 - Progressão do aumento de municípios paraibanos

Ano de referência	1900	1955	1960	1965	2000
Número de municípios novos	2	1	1	3	0
Número acumulado de municípios	2	3	4	7	7

O município de João Pessoa é o que gerou o maior número de municípios, quatro. Caaporã se origina de Pedras de Fogo, que por sua vez teve origem em Cruz do Espírito Santo.

Município	Ano criação	Município de origem
João Pessoa	1585	Capitania de Itamaracá
Alhandra	1959	João Pessoa
Caaporã	1963	Pedras de Fogo
Conde	1963	João Pessoa
Pedras de Fogo	1953	Cruz do Espírito Santo
Pitimbu	1961	João Pessoa
Santa Rita	1890	João Pessoa

3.3.2 Evolução da população

Os dados censitários do IBGE permitem avaliar esse cenário da distribuição da população entre o meio urbano e rural. Até o censo de 1980, a população rural era superior à urbana, mas a partir dessa data as taxas de crescimento da população rural passam a ser nula ou negativas, ficando muito abaixo das taxas da população urbana.

Tabela 3.3 - População urbana e rural do estado da Paraíba - Dados censitários do IBGE

Indicador	1960	1970	1980	1991	2.000	2.010
Danulaa aa uukana	605 905	1.002.42	1.449.20	2.052.06	2.447.21	2.838.67
População urbana	695.805	0	6	6	2	8

38 HERCKMAN, Elias. As Etymologias Indigenas. Revista do Instituto Archeologico e Geographico Pernambucano, Recife, tomo XI, n. 60, 30-36, dez. 1903. Disponível p. https://archive.org/details/revistadoinstit05perngoog/page/32/mode/2up?view=theater.

³⁹ CARVALHO, Moacyr Ribeiro de. **Dicionário de Tupi (antigo) - Português**. Salvador: [S. d.], 1987. Disponível em: http://etnolinguistica.wdfiles.com/local--files/biblio%3Acarvalho-1987dicionario/Carvalho_1987_DicTupiAntigo-Port_OCR.pdf.







População rural	1.295.34 0	1.380.04	1.321.14 0	1.149.04 8	996.613	927.850
População total	1.991.14 5	2.382.46	2.770.34 6	3.201.11	3.443.82 5	3.766.52 8
Taxa urbanização	35%	42%	52%	64%	71%	75%
Taxa anual crescimento população urbana		4%	8%	10%	15%	15%
Taxa anual crescimento população rural		1%	0%	-1%	-3%	-3%
Taxa anual crescimento população total		2%	3%	4%	6%	7%

3.3.3 População nas BHLS

Para a avaliação da população das BHLS foram utilizados os dados dos Censos Demográficos de 2000 e 2010. A estimativa do número total de pessoas residentes nas bacias considerou 100% da população urbana nos municípios com sede dentro da bacia, somada à porcentagem referente a sua área de contribuição na bacia, proporcional à população rural total do município. Já as estimativas de crescimento da população foram realizadas pelo método geométrico, considerando os valores calculados da população residente nos municípios inseridos nas bacias.

A **Tabela 3.4** apresenta a estimativa da projeção populacional para as BHLS no horizonte do Plano (20 anos), considerando a metodologia descrita acima. Estima-se que no ano de 2022, 24,9% da população da UPH Rio Gramame seja rural e 75,1% urbana. Na UPH Rio Abiaí, a população rural representa 28,3% do total, enquanto a urbana representa 71,7%. Para o horizonte de longo prazo dos PRHBHL, a estimativa é que na UPH Rio Gramame a população rural represente 15,7% do total, enquanto a urbana deve representar 84,3%. Já na UPH Rio Abiaí, a rural deverá representar 19,2% do total, e a urbana 80,8%.

Desse modo, nota-se que os municípios das bacias hidrográficas do Litoral Sul registraram um processo de urbanização crescente e em trajetória similar ao verificado no país. Certamente, um processo 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.







Tabela 3.4 - Projeção populacional das BHLS

Município	Sede Municipal	icipal Ano 2000		Ano 2010		Taxa de Crescimento		Ano 2022		Ano 2042	
1/2 u e.p.	inserida na UPH?	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana
	Rio Abiaí										
Alhandra	Sim	4.513	8.943	4.437	11.153	-0,17%	2,23%	4.348	14.537	4.203	22.610
Caaporã	Sim	6.486	11.936	2.806	17.548	-8,04%	3,93%	1.026	27.866	192	60.229
Conde	Não	2.966	0	3.336	0	1,18%	0,00%	3.840	0	4.857	0
Pedras de Fogo	Não	2.820	0	2.519	0	-1,12%	0,00%	2.200	0	1.755	0
Pitimbu	Sim	5.997	7.911	6.619	10.384	0,99%	2,76%	7.451	14.392	9.076	24.797
Total		22.782	28.790	19.717	39.085	-	-	18.865	56.795	20.083	107.636
]	Rio Gramame						
Alhandra	Não	2.458	0	2.417	0	-0,17%	0,00%	2.368	0	2.289	0
Conde	Sim	3.178	10.266	3.574	14.487	1,18%	3,50%	4.115	21.901	5.205	43.614
Cruz do Espírito Santo	Não	540	0	582	0	0,74%	0,00%	635	0	736	0
João Pessoa	Não	0	0	706	0	0,00%	0,00%	706	0	706	0
Pedras de Fogo	Sim	7.848	13.910	7.009	16.358	-1,12%	1,63%	6.120	19.871	4.882	27.480
Santa Rita	Não	2.187	0	2.361	0	0,77%	0,00%	2.588	0	3.017	0
São Miguel de Taipu	Não	12	0	13	0	1,07%	0,00%	15	0	18	0
Total		16.223	24.176	16.662	30.845	-	-	16.549	41.772	16.854	71.094

Fonte: Elaborado a partir dos Censos Demográficos IBGE 2000 e 2010



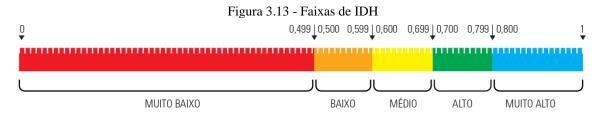


3.4 Desenvolvimento humano

A utilização de indicadores de desenvolvimento humano a fim de avaliar as condições de vida da população que habita os municípios das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul é fundamental para o conhecimento acerca da situação encontrada pela população local. O indicador mais comum utilizado é o "Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDH-M", que apresenta de forma simplificada informações de renda, longevidade e educação da população.

Publicado pela primeira vez em 1990 pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), a partir da perspectiva de Amartya Sem e Mahbub ul Haq de que as pessoas são a verdadeira "riqueza das nações", o IDH foi criado como alternativa às avaliações centradas em agregados macroeconômicos como Valor Adicionado, Produto Interno Bruto, Impostos e Subsídios etc. Dessa forma, o IDH coloca o ser humano como foco central, sem desprezar as variáveis econômicas, servindo como referência para o nível de desenvolvimento humano de determinado local.

Assim, o IDH sintetiza as informações sobre uma população em um número, através de um índice que varia entre 0 (valor mínimo) e 1 (valor máximo), sendo dividido em faixas que, como mostra a **Figura 3.13**, quanto mais alto o valor, maior é o desenvolvimento humano do local. A partir da faixa de IDH encontrada para o local, é possível fomentar políticas públicas que visam melhorar a situação encontrada pela população.



Fonte: PNUD, 2013.

Na sua composição, o IDHM resulta da média geométrica dos indicadores nas dimensões analisadas pelo PNUD, a saber: Renda (IDHM-R), obtido a partir da renda per capita da população, refletindo as possibilidades de desfrute de uma padrão de vida digno; Educação (IDHM-E), obtido a partir da frequência escolar de crianças e jovens e grau de alfabetização os adultos evidenciando assim as condições de acesso ao conhecimento e; Longevidade (IDHM-L), obtido a partir da Esperança de Vida ao nascer que revela a possibilidade de vida longa e saudável da população (PNUD, 2013).



O IDH dos 5.565 municípios brasileiros e suas agregações em Estados e Grandes Regiões foi publicado no Atlas de Desenvolvimento Humano em 2012, com a participação do IBGE, da Fundação José Pinheiro e do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Para isso, foram utilizados os dados do Censo de 2010, e aplicada a mesma metodologia para recalcular os IDH-M dos dois anos censitários anteriores (1991 e 2000), através de compatibilizações de áreas municipais a fim de respeitar as divisões ocorridas no período. Em função da inexistência de dados mais atualizados, os municípios que fazem parte das BHLS terão seus dados de desenvolvimento humano apresentados de forma comparativa entre os anos de 1991, 2000 e 2010.

O Estado da Paraíba no ano de 2010 ocupou a 23ª posição no ranking do IDHM, apenas a frente dos Estados do Pará, Piauí, Maranhão e Alagoas. Analisando as dimensões específicas, o Estado da Paraíba ocupa a 22ª colocação tanto em Longevidade como em Renda, enquanto em Escolaridade sua posição é a 24ª. Os valores apresentados para o Estado da Paraíba apresentam um cenário de preocupação, visto que o Estado ocupa posições baixas em todas as dimensões em relação aos demais estados brasileiros. A dimensão mais preocupante é a de Educação, em que o Estado ocupa a faixa de "Baixo", já que em Renda e Longevidade, as faixas encontradas são "Médio" e "Alto", respectivamente.

Em relação aos municípios que fazem parte das BHLS, é notória a discrepância entre os valores de IDH-M de João Pessoa, capital do Estado da Paraíba, com os demais municípios. Enquanto João Pessoa ocupa a liderança no ranking de IDH-M do Estado da Paraíba, os demais municípios ocupam posições diversas, mas com valores mais próximos entre si para todas as dimensões em relação aos da capital. Tal fato é possível de ser verificado analisando as dimensões do IDH-M, como por exemplo o IDHM-R, onde apenas João Pessoa ocupa a faixa de "Muito Alto", enquanto os demais municípios ocupam todos a faixa de "Alto". Além disso, analisando a dimensão IDHM-E, é possível verificar também o isolamento de João Pessoa na faixa de "Alto", enquanto os demais municípios se distribuíram nas faixas, sendo que 62,5% (5) deles se encontram na faixa de "Muito Baixo", o que é um fator preocupante. Por último, a IDHM-R também difere de forma significativa, visto que João Pessoa é o único município que apresenta faixa de "Alto", enquanto todos os outros se encontram na faixa "Baixo". A Figura 3.14 apresenta as quantidades totais dos municípios nas faixas de IDHM por dimensão, enquanto a Tabela 3.5 apresenta os valores individuais de cada município das BHLS.

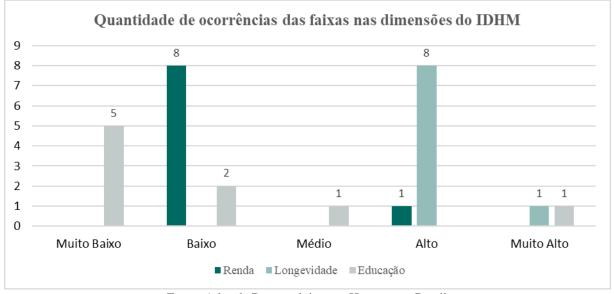
Figura 3.14 - Ocorrências das faixas nas dimensões do IDHM dos municípios da BHLS











Fonte: Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil

Tabela 3.5 - Indicadores de desenvolvimento humano dos municípios da BHLS

1 docta	- 111UI		acsen voi vi	incino numan		icipios da DIILS	
Municípios		IDHM		Ranking	I	Dimensões IDHM	2010
Withincipios	1991	2000	2010	Kalikilig	Renda	Longevidade	Educação
Brasil	0,493	0,612	0,727	-	0,739	0,816	0,637
Paraíba	0,382	0,506	0,658	23°	0,656	0,783	0,555
Alhandra	0,276	0,415	0,582	115°	0,544	0,778	0,465
Caaporã	0,278	0,407	0,602	69°	0,565	0,757	0,509
Conde	0,303	0,422	0,618	37°	0,591	0,797	0,5
Cruz do Espírito Santo	0,289	0,406	0,552	190°	0,531	0,778	0,408
João Pessoa	0,551	0,644	0,763	1°	0,77	0,832	0,693
Pedras de Fogo	0,303	0,401	0,59	99°	0,568	0,771	0,468
Pitimbu	0,276	0,429	0,57	150°	0,538	0,753	0,456
Santa Rita	0,367	0,472	0,627	22°	0,597	0,774	0,534
São Miguel de Taipu	0,235	0,374	0,548	201°	0,516	0,721	0,443

Fonte: Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil

Como a IDHM-R utiliza para o seu cálculo apenas dados da renda per capita da população, os Índice de Gini e o de Theil-L surgem como possibilidades de compreender a distribuição de renda da população, de modo a evidenciar as desigualdades presentes e os impactos da pobreza no município. Assim, o Índice de Gini indica a diferença entre os mais pobres e os mais ricos de uma população, através de um índice que varia entre 0 (perfeita distribuição de renda) e 1 (total concentração de renda, ou apenas um indivíduo com toda a renda). Já o Índice de Theil-L indica a desordem da distribuição de renda entre os grupos da população, através do cálculo do logaritmo neperiano entre as médias aritméticas e geométricas das rendas, excluindo as rendas nulas. Além disso, o Índice de Theil-L varia entre 0 (perfeita distribuição de renda) e infinito, aumentando o valor à medida que ocorre o aumento da desigualdade.





Analisando o período de 1991 a 2010 através do Índice de Gini, 44% dos municípios (4) apresentaram aumento de desigualdade, sendo que o município de Conde foi o que mais apresentou aumento (21%) e o município de Cruz do Espírito Santo o que apresentou o maior decréscimo (7%). Já em relação ao período de 2000 a 2010, apenas em 22% dos municípios (2) houve aumento de desigualdade, com destaque negativo para Pedras de Fogo, onde ocorreu o maior aumento (8%), e destaque positivo para Pitimbu, onde ocorreu o maior decréscimo (26%).

Observando os valores do Índice de Theil, é possível confirmar as conclusões obtidas com o Índice de Gini. Exemplo disso é o município de Pitimbu, que apresentou um importante decréscimo de desigualdade observado em ambos os índices. A **Tabela 3.6** apresenta os resultados dos valores do Índice de Gini e do Índice de Theil para os municípios da BHLS.

Tabela 3.6 - Indicadores de distribuição de renda dos municípios da BHLS

Municípios	Índ	ice de Thei	il-L	Índice de Gini		
Municipios	1991	2000	2010	1991	2000	2010
Brasil	0,78	0,76	0,68	0,63	0,64	0,6
Paraíba	0,46	0,48	0,48	0,51	0,53	0,50
Alhandra	0,39	0,41	0,38	0,48	0,52	0,45
Caaporã	0,34	0,42	0,42	0,44	0,51	0,47
Conde	0,3	0,54	0,49	0,43	0,56	0,52
Cruz do Espírito Santo	0,36	0,39	0,33	0,46	0,51	0,43
João Pessoa	0,72	0,71	0,72	0,62	0,62	0,62
Pedras de Fogo	0,49	0,4	0,52	0,54	0,49	0,53
Pitimbu	0,37	0,89	0,45	0,48	0,69	0,51
Santa Rita	0,38	0,38	0,38	0,47	0,48	0,46
São Miguel de Taipu	0,32	0,39	0,43	0,43	0,46	0,49

Fonte: Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil

3.5 Atividades econômicas e polarização regional

3.5.1 Atividades econômicas

De acordo com o Banco do Nordeste ⁴⁰a economia paraibana desenvolveu-se com base numa matriz primário-exportadora, seja quando se considera o painel das trocas internacionais seja no quadro inter-regional. Os dados apresentados na **Tabela 3.7**, em Reais do ano de 2000, confirmam esta configuração econômica estadual.

⁴⁰ TARGINO, Ivan *et al.* Desempenho da Economia Paraibana no Início do Século XXI. Revista Conjuntura Econômica – Edição especial de 15 anos. Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste – ETENE. Disponível em www.bnb.gov.br



Tabela 3.7 - Paraíba: Valor adicionado* por setores produtivos (1960 / 1990) (Em mil R\$)

	Agropecu	ária	Indústria		Serviços e comércio		Total	
Ano	R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$	%
1960	1.096.700,65	56,8	173.769,49	9,0	661.833,23	34,3	1.932 303,36	100
1969	925.724,46	46,7	180.577,71	9,1	877.181,57	44,2	1.983.483,73	100
1975	932.869,52	27,7	764.560,11	22,7	1.667.696,73	49,6	3.365.126,35	100
1980	880.502,27	17,7	1.318.514,15	26,5	2.767.851,55	55,7	4.966.867,97	100
1985	1.220.325,26	20,9	1.609.861,34	27,6	3.005.013,71	51,5	5.835.200,31	100
1990	1.124.015,23	15,3	1.875.437,63	25,6	4.336.024,93	59,1	7.335.477,80	100

Pelos dados, observa-se a perda relativa da agropecuária, embora os valores tenham se mantido com uma certa estabilidade, variando no torno de um bilhão de reais (base do valor: ano 2000). As atividades econômicas com características predominantemente urbanas (indústria e serviços e comércio) por outro lado aumentaram significativamente o valor e a participação. A indústria teve um aumento de dez vezes no período avaliado, enquanto os serviços e comércio aumentaram sete vezes o valor adicionado.

Na evolução da economia entre 2002 e 2016, o mesmo estudo conclui que:

- a) o setor industrial foi o que apresentou o melhor dinamismo, tendo concorrido, para tanto, a política mais agressiva do Governo Estadual, como já frisado anteriormente, bem como o dinamismo do segmento da construção civil estimulado pelo Programa Minha Casa Minha Vida, implantado pelo Governo Federal;
- b) o setor terciário definiu a trajetória do VAB estadual, mostrando, no entanto, uma evolução mais modesta, influenciada pelo menor dinamismo da administração pública cujo VAB cresceu apenas 29% no período;
- c) o setor agropecuário, desde 2011, registrou uma redução na sua contribuição para a economia estadual, reflexo da longa e severa seca que se abateu sobre o território estadual.

Os dados do IPEADATA permitem atualizar os dados até 2019, com os Valores Adicionados Brutos por setor desde 2015. Com esses dados pode-se avaliar que a economia paraibana representa entre 5% e 6% da economia da região Nordeste, sendo que essa participação é um pouco maior no setor terciário, com quase 7% de participação regional.

Tabela 3.8 - Setores econômicos

Setor econômico	Abrangênci a	2015	2016	2017	2018	2019
	Nordeste	29.783.587	27.489.454	30.366.659	31.757.626	30.683.982
Agropecuária	Paraíba	1.088.088	1.147.421	1.058.357	1.090.784	1.014.753
		3,65%	4,17%	3,49%	3,43%	3,31%
Indústria	Nordeste	102.301.87 0	98.056.249	96.934.162	98.575.144	96.395.187
	Paraíba	5.902.640	5.215.444	5.164.376	5.244.674	5.266.588







Setor econômico	Abrangênci a	2015	2016	2017	2018	2019
	PB/NE	5,77%	5,32%	5,33%	5,32%	5,46%
Com (mile)	Nordeste	70.984.605	69.197.108	71.135.396	69.678.300	69.182.522
Comércio e serviços	Paraíba	4.916.336	4.976.639	4.451.410	4.508.946	5.128.955
sei viços	PB/NE	6,93%	7,19%	6,26%	6,47%	7,41%
m . 1	Nordeste	203.070.06	194.742.81 1	198.436.21 7	200.011.07 0	196.261.69 1
Total	Paraíba	11.907.064	11.339.504	10.674.143	10.844.405	11.410.296
	PB/NE	5,86%	5,82%	5,38%	5,42%	5,81%

Neste período de análise, ao contrário do período anterior (2002 a 2016), a indústria perde importância e a agricultura variou entre 9 e 10% da economia estadual.

Setor	2015	2016	2017	2018	2019
Agropecuária	9,1%	10,1%	9,9%	10,1%	8,9%
Indústria	49,6%	46,0%	48,4%	48,4%	46,2%
Comércio e serviços	41,3%	43,9%	41,7%	41,6%	45,0%

O crescimento da indústria no período foi negativo. Os valores permitem verificar que o ano de 2015 representa um ponto de inflexão no crescimento, pois os valores de 2016 a 2019 sobre 2015 são sempre menores de 100%, enquanto os outros setores, revelando o impacto da crise econômica do período e a seca que teve em 2015 um ano crítico, na média oscilam entre estabilidade, no caso da agropecuária, e uma leve queda, no caso do setor de comércio e serviços.

	2016	2017	2018	2019
Agropecuária	105,45%	97,27%	100,25%	93,26%
Indústria	88,36%	87,49%	88,85%	89,22%
Comércio e serviços	101,23%	90,54%	91,71%	104,32%

Assim, a agropecuária teve uma redução significativa entre 1960 e 2019, passando de cerca de 60% para menos de 10% em 2019; a indústria passa de 9% para quase 50% no mesmo período e o setor terciário é o que teve menor variação na participação estadual, entre 34% e 46%, mas com redução de importância entre 1990 e 2019.

Esses valores significam que a análise dos usos de água deve considerar os usos industriais com uma metodologia robusta, pois a participação deste setor na atividade econômica pode ter uma representação significativa. Em termos de exportação, de acordo com o BNB, a indústria é a que responde pelo maior valor: Calçados de borracha ou plásticos, com parte superior em tiras





DIAGNÓSTICO DAS BACIAS 21001-ETP4-RP4-S-00-01

ou correias (36,8%), Álcool etílico não desnaturado com volume de teor alcoólico => 80% (13,1%), outros sucos de abacaxi, não fermentados (7,8%).

Do ponto de vista da agropecuária, as culturas temporárias são as mais importantes e, dentre elas, a cana-de-açúcar representa mais da metade do valor adicionado bruto, seguida do abacaxi. O grupo de culturas abacaxi, batata-doce, cana-de-acúcar, feijão, mandioca e milho soma quase 98% do VAB do setor agropecuário.

A pecuária, especialmente a bovinocultura, foi fortemente incentivada pela SUDENE nas décadas de 60 e 80, atingindo um pico em 1989, com quase 1,5 milhões de cabeças de bovinos. Nos últimos anos vem experimentando uma queda, sendo fortemente afetada pelos períodos de seca. Os bovinos têm maior importância na região de clima semiárido, sendo componente do sistema gado-algodão no Sertão e do sistema policultura-gado-algodão no Agreste. A baixa presença de bovinos nas regiões da Mata Paraibana e na Borborema está relacionada com a presença maior do setor canavieiro e das condições climáticas, respectivamente.

Tabela 3.9 - Valor das principais culturas temporárias, com base na Produção Agrícola Municipal de 2017 (fonte: Targino, et al., 2019)

	Principais culturas temporárias – Participação (%)							
Ano	Total (1.000 R\$ de 2016)	Abacaxi	Batata- doce	Cana- de- açúcar	Feijão	Mandioca	Milho	% Total
2000	1.078.389	20,96	2,94	33,40	17,81	5,81	8,47	89,39
2001	909.454	36,93	1,74	50,16	3,64	2,97	0,65	96,10
2002	965.409	25,96	2,32	38,21	13,68	6,20	7,27	93,63
2003	1.259.759	18,9	2,2	38,6	14,8	8,0	9,8	92,30
2004	1.132.756	22,94	3,26	39,35	12,60	7,46	4,43	90,05
2005	1.039.141	29,02	3,66	36,12	12,03	7,45	4,13	92,41
2006	1.272.114	21,94	2,79	37,60	16,74	5,07	8,68	92,82
2007	990.826	26,66	3,31	38,03	12,48	6,97	5,51	92,96
2008	1.104.276	21,57	3,60	30,10	18,77	8,06	8,09	90,19
2009	1.197.918	28,71	3,22	39,92	9,10	6,80	5,25	93,00
2010	951.634	35,39	3,73	45,24	2,82	8,00	0,84	96,02
2011	1.322.372	29,03	3,24	45,90	8,16	4,62	3,65	94,60
2012	1.084.288	38,47	2,21	48,81	0,97	6,18	0,55	97,19
2013	1.141.382	35,14	2,96	41,66	5,46	7,65	1,89	94,75
2014	1.094.274	33,56	2,94	47,49	3,46	6,74	1,91	96,10
2015	967.751	36,71	3,68	46,85	1,60	6,90	0,79	96,53
2016	1.159.164	27,70	3,21	55,98	2,83	6,83	0,99	97,55

Então, em relação ao setor primário, a bovinocultura terá maior importância nos municípios do Agreste paraibano e as culturas irrigadas de cana-de-açúcar e abacaxi, sendo que a primeira pode ser irrigada também com vinhoto, o que pode distorcer os dados censitários que não distinguem a irrigação com água ou efluente industrial.







3.5.2 Polarização regional

As cidades brasileiras e as suas relações com áreas urbanas próximas podem ser classificadas de acordo com os critérios apresentados pelo estudo do IBGE Arranjos Populacionais e Concentrações Urbanas do Brasil, de 2005. Os Arranjos Populacionais são definidos pela existência de movimentos pendulares para trabalho e estudo e/ou pela contiguidade da mancha urbanizada. No Estado da Paraíba, são apontados onze arranjos populacionais:

- Alagoa Nova/PB (Alagoa Nova, Matinhas);
- Caiçara Logradouro (Caiçara, Logradouro);
- Campina Grande (Campina Grande, Lagoa Seca, Massaranduba, Puxinanã, Queimadas);
- Cuité Nova Floresta (Cuité, Nova Floresta);
- Duas Estradas Serra da Raiz (Duas Estradas, Serra da Raiz);
- Guarabira (Cuitegi, Guarabira, Pilõezinhos);
- Itambé/PE Pedras de Fogo (Juripiranga, Pedras de Fogo, Camutanga (PE), Itambé (PE));
- Jacaraú (Jacaraú, Pedro Régis);
- João Pessoa (Bayeux, Cabedelo, Conde, Cruz do Espírito Santo, João Pessoa, Lucena, Santa Rita);
- Mamanguape Rio Tinto (Mamanguape, 9 Rio Tinto);
- Patos (Patos, Quixabá, Pombal, Pombal, São Domingos);
- Solânea Bananeiras (Bananeiras, Solânea).

A pesquisa Regiões de influência das cidades 2018 publicada pelo IBGE em 2020 apresenta a divisão das cidades brasileiras a partir das funções de gestão que exercem sobre outras cidades. Essas funções de gestão referem-se a atividades empresariais e gestão pública, determinando um grau de atratividade de algumas cidades sobre outras, permitindo definir uma zona de atratividade, que pode ou não ultrapassar os limites estaduais e regionais.

No primeiro nível da hierarquia encontram-se as regiões de influência das 15 Metrópoles. Essas são divididas em Grande Metrópole Nacional, papel que se restringe a São Paulo, e em Metrópole Nacional. No caso do estado da Paraíba, a metrópole nacional é Recife, Pernambuco.

O segundo nível são as Capitais Regionais, centros urbanos com alta concentração de atividades de gestão, mas com alcance menor em termos de região de influência em comparação com as Metrópoles. Em todo o País, 97 Cidades foram classificadas como Capitais Regionais. Essa







categoria apresenta três subdivisões: a) Capital Regional A - apresentam contingente populacional próximo entre si, variando de 800 mil a 1,4 milhão de habitantes em 2018. Todas se relacionam diretamente a Metrópoles; b) Capital Regional B - reúne 24 Cidades, geralmente, centralidades de referência no interior dos Estados, caracterizam-se por possuírem, em média, cerca de meio milhão de habitantes; e c) Capital Regional C - possui 64 Cidades, com média nacional de população das cidades dessa categoria é de 300 mil habitantes em 2018.

No terceiro nível estão os Centros Sub-Regionais, que soma 352 Cidades que possuem atividades de gestão menos complexas, com áreas de influência de menor extensão que as das Capitais Regionais. São também Cidades de menor porte populacional, com média nacional de 85 mil habitantes. Este nível divide-se em dois grupos: a) Centro Sub-Regional A - composto por 96 Cidades com média populacional de 120 mil habitantes; e b) Centro Sub-Regional B - formado por 256 Cidades, apresenta média nacional de 70 mil habitantes.

Os Centros de Zona são o quarto nível da hierarquia. Caracterizam-se por menores níveis de atividades de gestão, polarizando um número inferior de Cidades vizinhas em virtude da atração direta da população por comércio e serviços baseada nas relações de proximidade. São 398 Cidades com média populacional de 30 mil habitantes, subdivididas em dois conjuntos: a) Centro de Zona A - formado por 147 Cidades com cerca de 40 mil pessoas. Em termos de gestão do território, foram classificadas, em sua maioria, nos níveis 3 e 4; e b) Centro de Zona B - este subnível soma 251 Cidades, todas classificadas nos níveis 4 e 5 de gestão territorial. São de menor porte populacional que os Centros de Zona A (média inferior a 25 mil habitantes). Os Centros de Zona B são mais numerosos na Região Nordeste, onde localizam-se 100 das 251 Cidades nesta classificação.

Centros Locais compõem o último nível hierárquico. São Cidades que exercem influência restrita aos seus próprios limites territoriais, podendo atrair alguma população moradora de outras Cidades para temas específicos, mas não sendo destino principal de nenhuma outra Cidade. Simultaneamente, os Centros Locais apresentam fraca centralidade em suas atividades empresariais e de gestão pública, geralmente tendo outros centros urbanos de maior hierarquia como referência para atividades cotidianas de compras e serviços de sua população, bem como acesso a atividades do poder público e dinâmica empresarial. São a maioria das Cidades do País, totalizando 4 037 centros urbanos — o equivalente a 82,4% das unidades urbanas analisadas na presente pesquisa. A média populacional dos Centros Locais é de apenas 12,5 mil habitantes.

Recife é a região metropolitana nacional de interesse. Caracteriza-se por ser uma das redes mais populosas – com 24 milhões de habitantes, sendo a segunda maior após a rede de São Paulo,







totalizando 11,3% da população do País – e com grande número de Cidades – ao todo, 720 centros urbanos, segundo maior número após a rede de Belo Horizonte. Abrange uma profusão de centros de hierarquia intermediária, localizados desde o Estado do Rio Grande do Norte até Sergipe e a porção norte da Bahia, estendendo sua entrada a Cidades limítrofes do Estado do Ceará e Piauí, já no contato com a rede de Fortaleza.

A atração direta de Recife restringe-se às Cidades próximas e às Capitais Regionais como os Arranjos Populacionais de Natal/RN, João Pessoa/PB, Aracaju/SE e Petrolina/PE - Juazeiro/BA e dos Municípios de Caruaru (PE) e Garanhuns (PE).

Na Paraíba, os vínculos dos níveis intermediários se dão, em geral, para João Pessoa, e estas, em seguida, conectam-se com Recife. João Pessoa é caracterizada como Capital Regional B, enquanto Campina Grande é uma Capital Regional C.

Os Centros Sub-regionais paraibanos são Patos e Cajazeiras, no nível A, e Sousa e Guarabira, no nível B. Destes, só interessa o de Guarabira.

Por fim, o Centro de Zona A de interesse é o AP Mamanguape - Rio Tinto/PB e o Centro de Zona B é o AP Solânea - Bananeiras/PB.

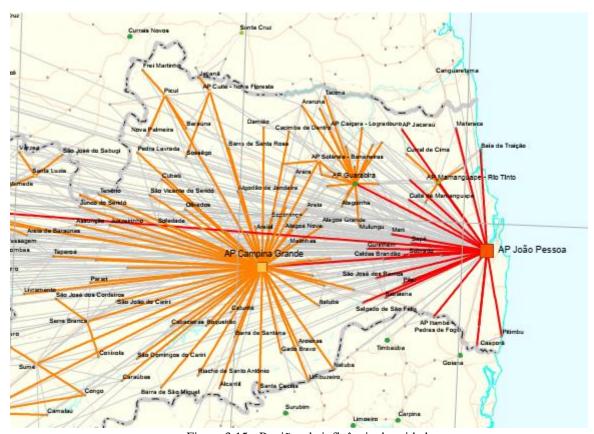


Figura 3.15 - Regiões de influência das cidades Fonte: IBGE





No entanto, de acordo com pesquisa de Lívia Miranda⁴¹ entre 2003 e 2013, foram criadas, por lei estadual ou decreto, treze "regiões metropolitanas" no estado da Paraíba. Destas, cinco apresentam Agrupamentos Populacionais: João Pessoa, Campina Grande, Mamanguape, Guarabira e Patos:

- 1. João Pessoa 723.515 habitantes
- 2. Campina Grande 385.213 habitantes
- 3. Barra de Santa Rosa 14.157 habitantes
- 4. Guarabira 55.326 habitantes
- 5. Patos 100.674 habitantes
- 6. Cajazeiras 58.446 habitantes
- 7. Esperança 31.095 habitantes
- 8. Piancó 15.465 habitantes
- 9. Araruna 18.879 habitantes
- 10. Itabaiana 24.481 habitantes
- 11. Mamanguape 42.303 habitantes
- 12. Sousa 65.803 habitantes
- 13. São Bento 30.879 habitantes

⁴¹ AS REGIÕES METROPOLITANAS DA PARAÍBA: CONTRADIÇÕES E INCONSISTÊNCIAS ENTRE INSTITUCIONALIDADES E O PLANEJAMENTO TERRITORIAL Lívia Izabel Bezerra de Miranda. artigo_liviamiranda_2015.pdf (observatoriodasmetropoles.net.br)





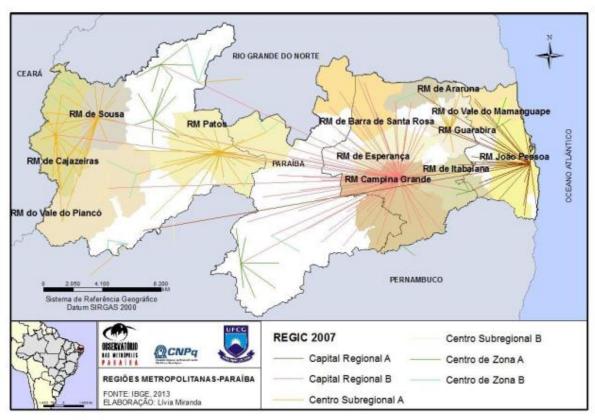


Figura 3.16 - Regiões metropolitanas criadas por leis estaduais na Paraíba⁴².

Destas, interessam as seguintes "Regiões Metropolitanas":

- RM de João Pessoa criada pela Lei LC nº 59 de 30 de dezembro de 2003, alterada pelas LC nº 90 de 23 de setembro de 2009 nº 93 de 11 de dezembro de 2011 2003, por iniciativa do Governador Cássio Cunha Lima. Abrange os municípios de João Pessoa (sede), Pedras de Fogo, Bayeux, Cabedelo, Conde, Cruz do Espírito Santo, Lucena, Mamanguape, Rio Tinto, Santa Rita, Alhandra, Caaporã e Pitimbu. Segundo o IBGE seria uma Capital Regional A e comporia um Arranjo Populacional;
- RM de Guarabira criada pela Lei nº 102 de 12 de julho de 2011, de autoria da Deputada Léa Toscano. Abrange os municípios de Guarabira (sede), Alagoinha, Araçagi, Belém, Borborema, Caiçara, Mulungu, Pilões, Pilõezinhos, Pirpirituba, Serra da Raiz, Sertõezinhos e Serreira. De acordo com o IBGE seria um Centro Sub-regional A e comporia um Arranjo Populacional;

⁴² **REGIÕES METROPOLITANAS NA PARAÍBA: INSTITUCIONALIDADES DISTANTES DAS FUNÇÕES PUBLICAS DE INTERESSE COMUM.** Lívia Izabel Bezerra de Miranda, Caroline Medeiros, Emizael Marcus da Silva. Universidade Federal de Campina Grande. Encontro Nacional da Rede de Observatório das Metrópoles. Natal, 2017.







- RM de Esperança criada pela Lei LC nº 106 de 08 de junho de 2012, de autoria do Deputado Arnaldo Monteiro. Envolve os municípios de Esperança (sede), São Sebastião de Lagoa de Roça, Alagoa Nova, Areial, Montadas, Pocinhos, Algodão de Jandaíra, Remígio e Areia. Pelo IBGE seria um Centro de Zona B.
- RM do Vale do Mamanguape criada pela Lei LC nº 116 de 21 de janeiro de 2013, de autoria da Deputada Léa Toscano. Engloba os municípios de Mamanguape (sede), Baia da Traição, Marcação, Mataraca, Cuité de Mamanguape, Curral de Cima, Pedro Régis, Jacaraú e Itapororoca. Pelo IBGE caracteriza-se como Centro de Zona A e possui um Arranjo Populacional; e
- RM de Itabaiana criada pela Lei LC nº 118 de 21 de janeiro de 2013, de autoria do Deputado João Gonçalves. Apresenta Itabaiana como sede e os municípios de Juarez Távora, Juripiranga, Gurinhém, Salgado de São Félix, Mogeiro, São José dos Ramos, São Miguel de Itaipu, Pilar, Caldas Brandão, Ingá e Riachão do Bacamarte. Pelo IBGE, seria um Centro de Zona A.

Esse processo de "criação de Regiões Metropolitanas" cessou após a promulgação do Estatuto da Metrópole (Lei Nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015), já que a maioria dessas treze regiões metropolitanas não apresenta características de metrópoles, sendo a designação legal de pouca ou nenhuma influência no cotidiano ou nos investimentos desses agrupamentos de municípios.

Por outro lado, para um Plano de Recursos Hídricos, as RM indicam, pela sede, quais são as cidades de interesse para a realização das audiências públicas de maior interesse, já que, mesmo que pequenas, são cidades que apresentam uma situação destacada em relação aos outros.







Saneamento básico e saúde pública

A caracterização do saneamento básico das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul engloba a análise dos sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem urbana dos municípios das bacias. Os itens a seguir apresentam um diagnóstico geral dos sistemas e serviços associados aos quatro eixos do saneamento, procurando destacar as deficiências do cenário atual que acarretam alterações na qualidade e na quantidade de água disponível para uso. A análise dos eixos do saneamento básico discutida nos itens adiante apresenta informações por município, de forma que, a avaliação por bacia deve considerar a porcentagem da área de cada localidade inserida nas bacias e a existência de sede municipal dentro dos seus perímetros (**Tabela 3.10**). Nesse método foram desconsiderados os municípios que possuem apenas uma pequena parte inserida nos limites das bacias do Litoral Sul - aqui considerado 10% da sua área total e sede municipal fora.

Tabela 3.10 - Relação dos municípios considerados para análise do Saneamento Básico em cada bacia

Bacia	Município	Área total do município (km²)	Percentual inserido na bacia (%)	Sede municipal na bacia?
	Alhandra	182,70	64,74%	Sim
	Caaporã	150,20	99,70%	Sim
Abiaí	Conde	172,80	48,25%	Sim
	Pedras de Fogo	405,10	23,60%	Sim
	Pitimbu	137,30	99,68%	Sim
Gramame	Alhandra	182,70	35,26%	Sim
	Conde	172,80	51,70%	Sim
	João Pessoa	211,30	25,87%	Não
	Pedras de Fogo	405,10	65,67%	Sim
	Santa Rita	728,40	14,23%	Não

Fonte: Acervo próprio, 2022.

A fim de caracterizar os municípios da bacia quanto aos quatro eixos do saneamento básico foram cruzadas as informações obtidas das distintas fontes de dados elencadas a seguir, com breve descrição apresentada nos parágrafos adiantes. Os Planos Municipais de Saneamento Básico dos municípios de João Pessoa e Pitimbu também foram consultados para realização do Diagnóstico. Não foi possível ter acesso ao Plano do município de Pitimbu e para as demais localidades o documento ainda não foi elaborado ou está em processo de elaboração, conforme IBGE (2017). Ademais, entre os municípios considerados na análise (**Tabela 3.10**) somente Alhandra, João Pessoa, Pitimbu e Santa Rita possuem Política Municipal de Saneamento Básico (IBGE, 2017).





- Abastecimento de água: SNIS Água e Esgoto (2020), Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (2017) e o Atlas Águas – Segurança Hídrica do Abastecimento Urbano (2021).
- Esgotamento sanitário: Censo Demográfico de 2010, SNIS Água e Esgoto (2020), Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (2017), Atlas Esgotos Despoluição de Bacias Hidrográficas (2017) e a Atualização da Base de Dados de Estações de Tratamento de Esgotos no Brasil (ANA, 2019).
- Manejo de resíduos sólidos: SNIS Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos (2020) e o Plano de Gestão de Resíduos Sólidos do Estado da Paraíba (SERHMACT, 2014).
- Drenagem e manejo de águas pluviais urbanas: SNIS Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas (2020).

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento reúne dados e informações de caráter institucional, administrativo, operacional, gerencial, econômico-financeiro, contábil e de qualidade sobre a prestação de serviços de água, de esgotos, de manejo de resíduos sólidos urbanos e de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. O SNIS é vinculado ao Ministério do Desenvolvimento Regional e está atualmente está dividido em três diagnósticos temáticos: Serviços de Água e Esgoto, Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos e Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas. Os Diagnósticos apresentam o cenário institucional do setor e informações concisas e visuais acerca dos serviços de saneamento no Brasil contemplando seus quatro componentes. As informações coletadas provêm de prestadores de serviços ou órgãos municipais encarregados da gestão dos serviços, sendo a base de dados totalmente pública. O último ano de referência com informações disponíveis até o presente momento é 2020, sendo esta a base utilizada para avaliação no presente documento.

A Pesquisa de Informações Básicas Municipais - MUNIC, realizada pelo IBGE desde 1999 em todas as municipalidades do País, efetua um levantamento pormenorizado de informações sobre a estrutura, a dinâmica e o funcionamento das instituições públicas municipais, em especial a prefeitura, compreendendo também diferentes políticas e setores que envolvem essa esfera da administração. A pesquisa, usualmente, traz um caderno suplementar que investiga temas específicos de forma mais detalhada, tendo sido contemplados em sua 15ª edição do levantamento, aspectos da gestão do saneamento básico - objeto da publicação "Aspectos gerais da gestão da política de saneamento básico" (2017), bem como informações sobre a oferta dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, cujos resultados foram obtidos em atividade integrada de coleta com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB. A PNSB



tem por objetivo investigar as condições de saneamento básico de todos os municípios brasileiros, através das atuações dos órgãos públicos e empresas privadas, permitindo uma avaliação sobre a oferta e a qualidade dos serviços prestados, além de possibilitar análises das condições ambientais e suas implicações diretas com a saúde e qualidade de vida da população.

Também sob responsabilidade execução e organização do IBGE, o Censo Demográfico reúne informações sobre os habitantes do território nacional a fim de identificar suas características e modo de vida. Tais dados servem como base para a formulação de políticas públicas e a tomada de decisões de investimentos da iniciativa privada ou de qualquer nível de governo. A coleta do Censo Demográfico é realizada em geral a cada 10 anos, por meio de entrevista presencial, aplicando-se o questionário ao máximo de pessoas possíveis, residentes no Brasil. O último Censo com dados disponíveis foi realizado em 2010, com um novo previsto para ocorrer em 2022. No presente trabalho, as informações do Censo foram usadas exclusivamente para caracterização da infraestrutura de esgotamento sanitário.

O Atlas Águas – Segurança Hídrica do Abastecimento Urbano publicado em 2021 pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) apresenta a atualização e aprimoramento das informações do Atlas Brasil – Abastecimento Urbano de Água (2010), a partir de informações dos prestadores de serviço de abastecimento de água e parceiros institucionais. O Atlas Águas parte da avaliação de todos os mananciais e sistemas de abastecimento urbano de água e indica soluções para as demandas atuais e futuras para os municípios brasileiros, considerando o horizonte de 2035. Apresenta ainda os investimentos necessários para o atendimento de 100% da população urbana do país, tanto para o componente de produção de água, que abrange desde a captação ao tratamento, como para o de distribuição de água.

Outro trabalho desenvolvido pela ANA – em parceria com o Ministério das Cidades, Ministério do Desenvolvimento Regional e a colaboração de representantes de órgãos federais, estaduais e municipais - e que será utilizado como fonte de dados para caracterização dos serviços de esgotamento sanitário das BHLS é o Atlas Esgoto - Despoluição de Bacias Hidrográficas (2017). A publicação contempla o diagnóstico da situação do esgotamento sanitário dos municípios brasileiros, com avaliação do impacto do lançamento das cargas efluentes nos corpos hídricos e proposta de ações na área, com foco no tratamento de esgotos, na proteção dos recursos hídricos, no seu uso sustentável para depuração de efluentes urbanos e na racionalização dos investimentos. Em 2019, diante da implantação e ampliação de diversos sistemas municipais de esgotamento sanitário no Brasil, foi publicada uma revisão do levantamento das Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs) municipais e a atualização dos





índices de esgotamento sanitário (Atualização da Base de Dados de Estações De Tratamento de Esgotos no Brasil – ANA, 2019).

3.6.1 Abastecimento de água

Com base em SNIS AE (2020), a **Tabela 3.11** apresenta os percentuais de atendimento de água registrados nos municípios que integram as bacias do Litoral Sul. 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 pelo IBGE. Considerando os municípios inseridos em cada bacia, os índices de atendimento médio total e urbano para as BHLS individualmente são apresentados no gráfico da **Figura 3.17**.

Tabela 3.11 - Índices de atendimento total e urbano de água nos municípios das BHLS.

Município	Operadora oficial	Índice de atendimento urbano de água (%)	Índice de atendimento total de água (%)
Alhandra	CAGEPA	100,00	81,92
Caaporã	CAGEPA/SAAE Caaporã	74,60	67,16
Conde	CAGEPA	84,80	57,41
Pedras de Fogo	CAGEPA	64,00	38,72
Pitimbu	CAGEPA	42,40	25,87
João Pessoa	CAGEPA	100,00	99,93
Santa Rita	CAGEPA	100,00	89,39

Fonte: SNIS, 2020.

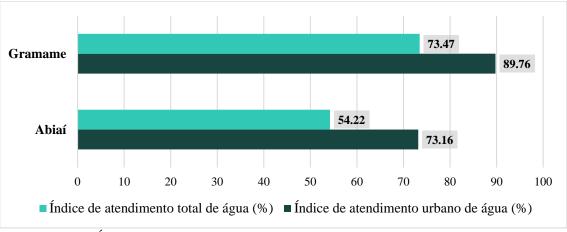


Figura 3.17 - Índices médios de atendimento total e urbano de água para as bacias do Litoral Sul. Fonte: SNIS, 2020.

Os índices de atendimento urbano e total das bacias do Litoral Sul são inferiores à média do estado da Paraíba (92,41% e 82,98%, respectivamente). Os resultados encontrados também são inferiores à média do Nordeste Brasileiro (89,66% e 74,94%, respectivamente, para atendimento urbano e total) com a única exceção do índice de atendimento urbano da bacia do Gramame que é levemente superior.



Entre os municípios da bacia do Rio Abiaí, apenas Alhandra atende 100% de sua população urbana, possuindo também a maior porcentagem de atendimento total (81,92%). Os piores índices são registrados para Pitimbu com 42,40% de atendimento urbano de água e 25,87% de atendimento total de água. Na bacia do Gramame, três dos cinco municípios considerados atendem integralmente suas respectivas populações urbanas (Alhandra, Santa Rita e João Pessoa). A capital do estado, João Pessoa, abrange ainda aproximadamente 100% de sua população total. Vale destacar que, conforme apresentado no PMSB de João Pessoa (2015), apesar do elevado índice de atendimento dos Sistemas de Abastecimento de Água do município, ainda se faz necessário estender as redes de abastecimento para as áreas periféricas da área urbana, assim como das zonas rurais do município. De tal forma, alguns programas, projetos e ações são definidos no Plano para solução dessa necessidade. Para os demais municípios da bacia, Pedras de Fogo e Conde possuem, respectivamente, para índice de atendimento urbano e total: 64% e 38,72%; 84,80% e 57,41%.

Como complementação dos dados de atendimento, buscou-se analisar a seguir as informações de consumo médio per capita de água, da tarifa média de água, do índice de perdas na distribuição e da extensão da rede de água existente. Esses dados são apresentados por município na **Tabela 3.12**. e com os resultados médios na **Figura 3.18**.

Tabela 3.12 - Informações de consumo e tarifa médios de água e índice de perdas dos municípios da BHLS.

Município	Município Consumo médio percapita de água água água		Índice de perdas na distribuição (%)	Extensão da rede de água (km)
Alhandra	113,40	4,75	43,42	22,39
Caaporã	92,40	3,99	56,99	38,34
Conde	90,20	4,65	74,91	25,83
João Pessoa	131,00	4,72	35,81	1034,51
Pedras de Fogo	96,00	4,23	53,10	16,64
Pitimbu	96,10	4,50	63,61	6,60
Santa Rita	98,10	4,42	49,16	131,04

Fonte: SNIS, 2020.





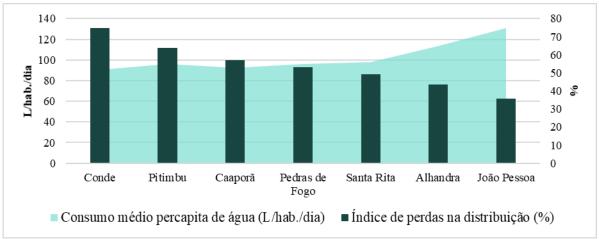


Figura 3.18 - Consumos médios per capita e perdas na distribuição de água registrados nos municípios da BHLS. Fonte: SNIS, 2020.

O consumo médio per capita de água para as bacias rio Abiaí e Gramame foram iguais a, respectivamente, 97,62 e 105,74 L/hab./dia. O maior consumo na bacia do rio Gramame se reflete tanto devido ao elevado valor associado ao município de João Pessoa de 131 litros por dia, por pessoa, sendo o maior valor registrado entre as localidades analisadas – apesar de ser inferior à média nacional de 152,13 L. Quando comparados com a média estadual de 102,36 L/hab./dia, Abiaí possui um consumo menor e o Gramame maior. Os menores valores de consumo por pessoa foram registrados para Conde (90,20 L/hab./dia) e Caaporã (92,40 L/hab./dia). O consumo médio de água por pessoa pode variar conforme a disponibilidade de água, a tarifa praticada, a eficiência dos equipamentos e das estruturas hidráulico-sanitárias, a administração do responsável pela prestação dos serviços, o nível socioeconômico da população, etc.

O município de Caaporã possui a menor tarifa média de água, equivalente a 0,26 R\$/m³ enquanto Alhandra e João Pessoa possuem as maiores tarifas sendo, respectivamente, 4,75 e 4,72 R\$/m³. A tarifa média por bacia é igual a: 4,42 R\$/m³ (Abiaí) e 4,55 R\$/m³ (Gramame). Estes valores são menores e iguais à média nacional (4,55 R\$/m³) e inferiores à média do estado da Paraíba (4,61 R\$/m³).

O índice de perda na distribuição é calculado com base na relação entre o somatório do volume de água produzido e importada subtraído o volume consumido e de serviço pela soma da água produzido e importada menos o consumo. O índice avalia em termos percentuais do volume de água produzido quanto é efetivamente consumido no sistema de abastecimento. Entre os municípios considerados, com exceção de João Pessoa, todos possuem perdas superiores à média estadual de 38,24%, com Conde, Pitimbu, Caaporã e Pedras de Fogo chegando a valores superiores a 50% -ou seja, para essas localidades, mais da metade do volume de água é perdida







na distribuição. Nesses municípios com valores altos de perdas é essencial que seja desenvolvido um gerenciamento apropriado em prol de sua minimização, as quais representam desperdício de recursos naturais, operacionais e de receitas. Os valores médios por bacias são de 58,41% (Abiaí) e 51,28% (Gramame).

A extensão da rede de abastecimento em operação varia enormemente entre os municípios analisados, de aproximadamente 1035 quilômetros para João Pessoa até apenas 7 quilômetros para Pitimbu. Quando avaliado por bacia, devido a influência desses valores na média aritmética, a bacia do rio Abiaí possui uma média atribuída de extensão da rede de 22 quilômetros enquanto o Gramame possui 246 quilômetros.

A Portaria 888, de 4 de maio de 2021, do Ministério da Saúde dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, na forma do Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017. A **Tabela 3.13** exibe os resultados relativos aos padrões de potabilidade da água para os municípios das BHLS (conformidade, conformidade parcial ou não conforme) e relação entre as amostras analisadas e fora do padrão para Cloro Residual. Segundo a Portaria de Potabilidade, após a etapa de desinfecção a água deve conter um teor mínimo de cloro residual livre na rede de distribuição de 0,2 mg/L.

Tabela 3.13 - Potabilidade da água dos municípios das bacias do Litoral Sul e avaliação para Cloro Residual.

Município	Atendimento da Portaria de Qualidade da Água	Amostras analisadas para Cloro Residual (amostras/ano)	Amostras analisadas FORA DO PADRÃO para Cloro Residual (amostras/ano)
Alhandra	Atende integralmente	468,00	0,00
Caaporã	N.I.	303,00	0,00
Conde	Atende integralmente	415,00	0,00
João Pessoa	Atende integralmente	3259,00	386,00
Pedras de Fogo	Atende integralmente	293,00	0,00
Pitimbu	Atende integralmente	157,00	0,00
Santa Rita	Atende integralmente	709,00	1,00

Fonte: SNIS, 2020.

Em síntese, para os resultados apresentados de potabilidade, todos dos municípios que forneceram informações de atendimento à Portaria declararam ter atendido integralmente aos padrões exigidos. Apenas o município de Caaporã não informou sobre o atendimento da Portaria de Qualidade da Água. Para as análises de cloro residual livre, de uma forma geral, os municípios com sede nas BHLS, não apresentam desconformidades quanto ao exigido – com destaque para João Pessoa com 12% das amostras analisadas para cloro residual no ano estando fora do padrão. Para a bacia do rio Abiaí, das amostras analisadas, nenhuma estava foram do



padrão, enquanto esse valor é igual a 12% para o Gramame por conta dos registros de João Pessoa.

O Atlas Águas (2021) elaborado pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) juntamente com os prestadores de serviços de abastecimento de água e parceiros institucionais, gerou, entre seus resultados, uma atualização do mapeamento dos mananciais e dos sistemas de abastecimento de água dos municípios brasileiros. Os sistemas são representados por meio de croquis que mostram o caminho da água dos mananciais (fontes de água como rios, reservatórios e poços) às cidades. Os croquis dos municípios integrantes das bacias do Litoral Sul podem ser verificados no link http://atlas.ana.gov.br.

Quanto aos mananciais, estes podem ser classificados em superficiais (rios, represas, açudes) ou subterrâneos (minas, poços, bateria de poços). Dentro das bacias do Litoral Sul, de acordo com ANA (2021), há 10 mananciais, dos quais 6 são subterrâneos e os demais superficiais. Para os mananciais superficiais, o tipo de tratamento adotado é o convencional (coagulação/floculação, decantação, filtração e desinfecção) enquanto para os mananciais subterrâneos, em metade adota-se desinfecção e em metade destes não há tratamento. Os pontos de captação superficiais são: a Barragem do Mato (rio Gramame) e os rios Abiaí-Papocas, Taperubu e Gramame.

A avaliação da vulnerabilidade dos mananciais do Atlas Águas (2021) foi estabelecida com base na projeção populacional e de demanda urbana de água para o ano de 2035 (**Tabela 3.14**) e em eventos hidrológicos críticos ocorridos nos últimos anos. O detalhamento das alternativas técnicas de oferta de água permanece - assim desenvolvido no Atlas Abastecimento Urbano de Água (2010), com a indicação de intervenções em mananciais e sistemas de produção até 2035, tendo sido agregadas estimativas de investimentos em distribuição de água, ações de controle de perdas e medidas voltadas à gestão.

A **Tabela 3.14** a seguir apresenta a demanda urbana atual (2020) e futura (projetado para 2035) de água para os municípios das BHLS, bem como a classificação dos mananciais dos municípios das BHLS com base em sua tipologia (superficial ou subterrâneo) e seu grau de vulnerabilidade (alta, média, baixa ou satisfatório). O grau de vulnerabilidade baseou-se na resiliência (dimensão do Índice de Segurança Hídrica), na relação demanda e disponibilidade (Grau de Atendimento à Demanda do manancial) e no porte do manancial. Na mesma tabela são mostrados ainda a classificação do sistema produtor no que diz respeito à avaliação da capacidade dos elementos principais do sistema para atendimento da demanda. O mapa da







Figura 3.19 exibe os pontos de captação das bacias e o grau de vulnerabilidade dos municípios inseridos na mesma.

Os resultados sintetizados expressam que nenhum dos municípios elencados possui manancial e sistema produtor plenamente satisfatórios. O município de São Miguel de Taipu (ocupando uma porção bem pequena da bacia do rio Gramame) detém de mananciais não vulneráveis, mas com necessidade de ampliação do sistema. Os demais municípios possuem algum grau de vulnerabilidade dos seus mananciais para atendimento da demanda projetada de água de 2035 – 3 deles com alta vulnerabilidade (Conde, Santa Rita e Cruz do Espírito Santo), 4 com média e 1 com baixo grau de vulnerabilidade (Alhandra, com necessidade de ampliação do sistema).







Tabela 3.14 - Demanda urbana atual (2020) e projetada (2035) de água e avaliação dos mananciais e sistemas produtores das BHLS.

Município	Demanda Urbana 2020 (L/s)	Demanda Urbana 2035 (L/s)	Manancial(is) de Abastecimento	Tipo Sistema(s)	Tipo Manancial(is)	Classificação Manancial	Classificação Sistema Produtor
Alhandra	35,15	37,93	Rio Taperubu / Subterrâneo	Isolado	Superficial / Subterrânea	Manancial com Baixa Vulnerabilidade	Ampliação do sistema
Caaporã	65,51	42,25	Subterrâneo	Isolado	Subterrânea	Manancial com Média Vulnerabilidade	Adequação do Sistema
Conde	52,54	44,09	Rio Abiaí - Papocas / Rio Gramame	Integrado	Superficial	Manancial com Alta Vulnerabilidade	Satisfatório
João Pessoa	2233,52	2329,29	Barragem Marés / Rio Abiaí - Papocas / Rio Gramame / Subterrâneo	Integrado / Isolado	Superficial / Subterrânea	Manancial com Média Vulnerabilidade	Ampliação do sistema
Pedras de Fogo	50,55	55,21	Barragem do Mato	Isolado	Superficial	Manancial com Média Vulnerabilidade	Satisfatório
Pitimbu	39,44	35,02	Subterrâneo	Isolado	Subterrânea	Manancial com Média Vulnerabilidade	Adequação do Sistema
Santa Rita	241,53	242,43	Rio Tibiri / Subterrâneo	Isolado	Superficial / Subterrânea	Manancial com Alta Vulnerabilidade	Adequação do Sistema
São Miguel de Taipu	10,94	11,36	Açude Acauã / Açude Acauã-Mirim / Rio Paraíba / Subterrâneo	Integrado / Isolado	Superficial / Subterrânea	Manancial Não Vulnerável	Ampliação do sistema
Cruz do Espírito Santo	22,83	17,45	Rio Obin	Isolado	Superficial	Manancial com Alta Vulnerabilidade	Ampliação do sistema

Fonte: ANA, 2021.





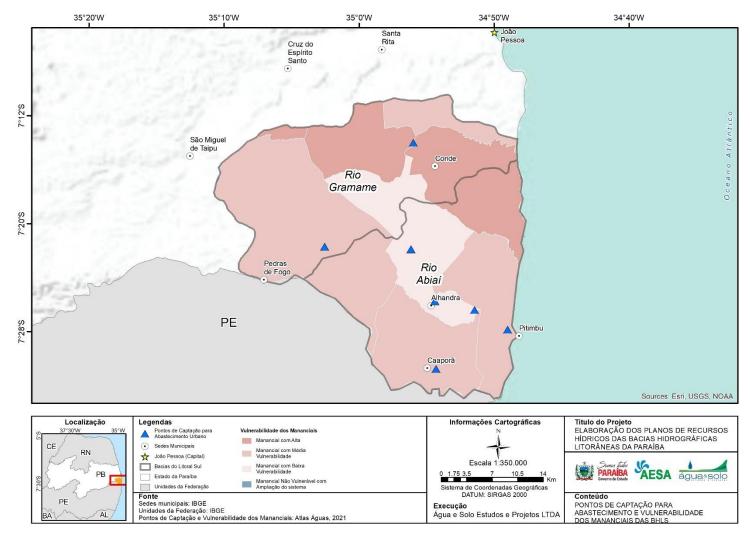


Figura 3.19 – Pontos de captação e classificação dos manancias BHLS quanto ao grau de vulnerabilidade. Fonte: ANA, 2021.









Uma vez analisado os dados da ANA (2021) e dos SNIS (2020), faz-se necessário a avaliação da intermitência no abastecimento ou racionamento de água nos municípios da bacia, informação que foi extraída da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. A parada temporária na distribuição de água é uma condição relativamente frequente nos sistemas de abastecimento de água ocasionado por problemas estruturais, operacionais ou em situações de escassez de água. Esta condição produz efeitos adversos, como deterioração da rede de abastecimento de água, perdas de água na forma de vazamentos e adaptações dos usuários do sistema que devem procurar medidas alternativas para captação de água.

Segundo IBGE (2017), dos 7 municípios das BHLS considerados na análise, apenas Pitimbu relatou problemas de intermitência no abastecimento ou necessidade de racionamento de água. Neste local, a intermitência ou racionamento ocorre todos os anos, na mesma época estando associado a deficiências na distribuição de água.

3.6.2 Esgotamento sanitário

De acordo com a Lei 14.026 de 2020 que atualiza o marco legal do saneamento básico, é possível definir esgotamento sanitário como constituído as atividades de disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias à coleta, ao transporte, ao tratamento e à disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até sua destinação final para produção de água de reuso ou seu lançamento de forma adequada no meio ambiente. Historicamente, durante muitos anos o Brasil destinou um baixo nível de investimentos em infraestrutura de esgotamento sanitário, gerando um déficit de coleta e tratamento ainda existente. Diante desse cenário, na perspectiva das diretrizes da Política Nacional de Recursos Hídricos - que busca garantir água em qualidade e quantidade adequadas ao usuário final - o déficit de coleta e tratamento de esgotos resulta em uma parcela significativa de carga poluidora chegando aos corpos d'água, causando implicações negativas aos usos múltiplos dos recursos hídricos. A situação para o estado da Paraíba é semelhante, com cerca de 44,58% de esgoto coletado (inferior à média nacional, porém superior ao resultado para a região Nordeste) e destes 71,78% tratado. Para as bacias do Litoral Sul, o panorama dos serviços e infraestrutura de esgotamento sanitário será discutido com base nos dados oriundos de fontes distintas, tais quais: o Censo Demográfico de 2010, o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2020), a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (2017), e as publicação da ANA Atlas Esgotos - Despoluição de Bacias Hidrográficas (2017) e Atualização da Base de Dados de Estações de Tratamento de Esgotos no Brasil (2019).





Em um primeiro momento, é necessário entender de maneira geral o destino dado aos esgotos sanitários gerados e se os mesmos atingem diretamente os corpos hídricos da região, com ou sem tratamento. Para isso, utilizou-se da informação do Censo Demográfico de 2010 da quantidade de domicílios particulares permanentes, agrupados por tipo de destino para o esgoto sanitário (**Tabela 3.15**). Diante dos resultados apresentados, o destino mais comum para o esgoto sanitário dos domicílios localizados em região urbana é a fossa rudimentar para a bacia do rio Abiaí e a rede geral de esgoto ou pluvial na bacia do Gramame (para a população rural da bacia, 77% dos domicílios destinam os esgotos para fossa sanitária). No todo, cerca de 4678 domicílios encaminhavam o esgoto diretamente para rios, lagos ou o mar, principalmente na bacia do rio Gramame. A **Figura 3.20** exibe as porcentagens médias por bacia hidrográfica associadas ao destino do esgoto sanitário, quando considerada a população total.

Tabela 3.15 - Quantidade de domícilio permanentes por tipo de destino do esgoto sanitário.

Bacia		Abiaí	, i	Gramame		
Dacia	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
Fossa rudimentar	20935	14496	6439	90944	82001	8943
Fossa séptica	4145	3185	960	39305	38361	944
Não tinham	1084	326	758	1851	990	861
Outro tipo	651	309	342	1408	938	470
Rede geral de esgoto ou pluvial	993	919	74	124483	124383	100
Rio, lago ou mar	23	17	6	4678	4670	8
Vala	494	139	355	2315	1989	326

Fonte: Censo Demográfico de 2010, IBGE.

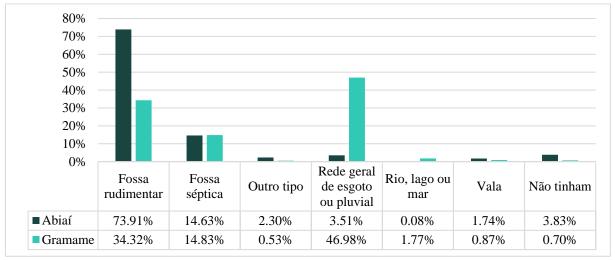


Figura 3.20 - Distribuição dos destinos para o esgoto domiciliar por bacia hidrográfica.

Os dados do SNIS são coletados anualmente junto aos municípios e aos prestadores de serviços de saneamento básico seguindo o cronograma de coleta de cada componente. Os formulários de preenchimento contêm informações de caráter institucional, administrativo, operacional,



gerencial, econômico-financeiro, contábil e de qualidade da prestação de serviços. No caso das bacias do Litoral Sul o preenchimento de formulário, no que diz respeito às informações de esgotamento sanitário, foi feito por 4 dos 7 sete municípios elencados nesta etapa de Diagnóstico. A **Tabela 3.16** abaixo exibe os resultados dos municípios que responderam ao formulário.

Tabela 3.16 - Dados de esgotamento sanitário para os municípios das BHLS que responderam o SNIS.

Município	Índice de coleta de esgoto (%)	Índice de tratamento de esgoto (%)	Índice de atendimento urbano de esgoto (%)	Índice de atendimento total de esgoto (%)	Tarifa média de esgoto (R\$/m³)	Extensão da rede de esgoto por ligação (m/lig.)	Quantidade de ligações ativas de esgotos (lig.)
Alhandra	9,03	100,00	11,41	7,07	4,41	6,10	412
João Pessoa	79,81	100,00	81,90	81,60	4,30	3,90	134736
Pedras de Fogo	10,24	100,00	6,56	3,97	3,94	5,51	322
Santa Rita	5,26	0,00	3,83	3,30	5,11	11,93	1425

Fonte: SNIS, 2020.

Conforme pode ser observado na tabela, três municípios dentre os quatro analisados tratam cerca de 100% do esgoto coletado. Os índices de coleta são menores ou iguais a 10% com exceção da capital do estado, João Pessoa, que coleta cerca de 80% do esgoto. O município de Santa Rita, que possui uma pequena parcela de sua área inserida nos limites da bacia do rio Gramame, coleta apenas 5,26% do esgoto, sem tratar o volume coletado.

A tarifa média de esgoto é de 4,44 R\$/m³, inferior à média do estado de 4,78 R\$/m³. O Índice de esgoto tratado referido à água consumida médio é de apenas 24,77%, quando desconsiderado o valor da capital do estado este resultado cai para 6,42%. O município de Santa Rita detém da maior extensão de rede de esgoto associada a cada ligação (11,93m) com apenas 1425 ligações. O menor número de ligações é observado para Pedras de Fogo, com 322, e o maior para João Pessoa (134.736 ligações).

O gráfico da **Figura 3.21** exibe a comparação entre esses municípios com o índice de atendimento urbano e total de esgoto. Destaca-se entre os resultados os municípios de Pedras de Fogo e Santa Rita com apenas 3,97% e 3,30% da população total sendo atendida. Como média geral, entre os municípios com dados elencados anteriormente, o índice médio de atendimento urbano de esgoto é de 25,93% e 23,99% para atendimento total – ambos os valores também abaixo da média estadual.





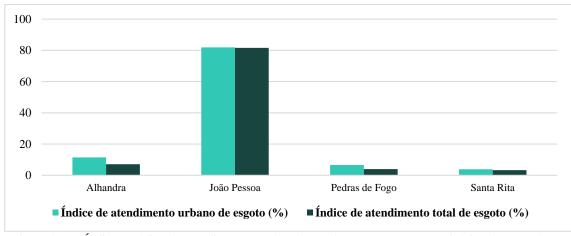


Figura 3.21 - Índices médios de atendimento total e urbano de esgoto para os municípios das BHLS que responderam o SNIS.

Fonte: SNIS, 2020.

Uma outra fonte de consulta, a publicação do Atlas Esgotos (ANA, 2017) apresenta para esses municípios a caracterização da situação de esgotamento sanitário (com a avaliação do impacto do lançamento das cargas efluentes nos corpos hídricos) e a proposta de ações na área, com foco no tratamento de esgotos, na proteção dos recursos hídricos, no seu uso sustentável para depuração de efluentes urbanos e na racionalização dos investimentos. A **Tabela 3.17** a seguir sintetiza os resultados encontrados para os municípios das BHLS segundo o Atlas Esgoto. Para os resultados apresentados por município é possível sintetizar a avaliação através dos seguintes pontos:

- João Pessoa trata 100% do esgoto coletado enquanto este valor é igual a 11,60% para Pedras de Fogo. Para os demais municípios, o índice de tratamento é igual a zero. De tal forma, dos setes municípios avaliados, apenas dois tratam alguma parcela dos esgotos.
- Apesar da solução individual representar uma parcela pequena de destinação e tratamento dos esgotos entre as localidades avaliadas, esses sistemas são representativos em Pedras de Fogo e Conde – valores superiores a 20%.
- Alhandra e Caaporã apresentam o pior cenário de destinação e tratamento do esgoto sanitário com cerca de, respectivamente, 86,01% e 84,84% do volume total não sendo coletado nem tratado.
- Somado todos os municípios, de acordo com as informações do Atlas Esgotos, cerca de 7957 quilogramas de carga de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) foram lançados em corpos hídricos, por dia, no ano de 2013. A DBO está associada com a quantidade de oxigênio necessária para degradar a matéria orgânica através da decomposição aeróbia realizada por microrganismos no meio aquático.







Somente o município de Pedras de Fogo requer uma atenção especial quanto à remoção de fósforo e nitrogênio devido ao impacto desses nutrientes nas captações de água para abastecimento público.







Tabela 3.17 - Síntese das principais informações para caracterização do esgotamente sanitário dos municípios das BHLS.

Vilinicinio	Sigla do	Parcela da Carga Lançada em 2013 sem	Atenção ao	Atenção ao	SEM CO		COM COLETA		
	Prestador	Coleta e sem Tratamento (Kg DBO/dia)	Fósforo	Nitrogênio	SEM TRATAMENTO	SOLUÇÃO INDIVIDUAL	SEM TRATAMENTO	COM TRATAMENTO	
Alhandra	PM	542,80	Não	Não	86,01%	10,92%	3,07%	0,00%	
Caaporã	SAAE	837,50	Não	Não	84,84%	9,65%	5,51%	0,00%	
Conde	PM	654,40	Não	Não	77,45%	21,47%	1,08%	0,00%	
João Pessoa	CAGEPA	0,00	Não	Não	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	
Pedras de Fogo	CAGEPA	607,70	Sim	Sim	66,28%	22,12%	0,00%	11,60%	
Pitimbu	PM	482,20	Não	Não	80,66%	17,31%	2,03%	0,00%	
Santa Rita	CAGEPA	4831,80	Não	Não	78,11%	15,09%	6,80%	0,00%	

Fonte: Atlas Esgotos, 2017.





Os gráficos das figuras abaixo exibem a relação entre o volume de esgoto coletado e não coletado (**Figura 3.22**) e a destinação para tratamento, solução individual ou não tratamento (**Figura 3.23**) por bacia hidrográfica. Em termos de coleta, a bacia do Abiaí apresenta os menores índices com apenas 4,66% do volume de esgoto gerado sendo coletado e 2,32% do esgoto sendo tratado. Os resultados são melhores para o Gramame (24,51% dos esgotos sendo coletados), devido à influência dos resultados associados à João Pessoa que possui 100% do esgoto sendo coletado e tratado segundo o SNIS (2020).

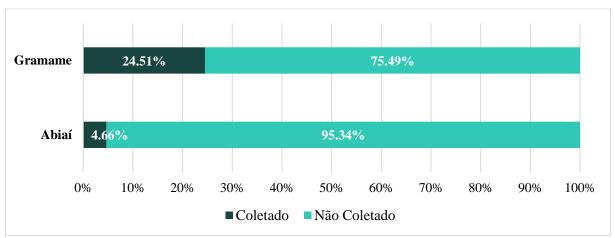


Figura 3.22 - Relação entre a parcela de esgotos coletado e não coletado por bacia hidrográfica. Fonte: SNIS, 2020.

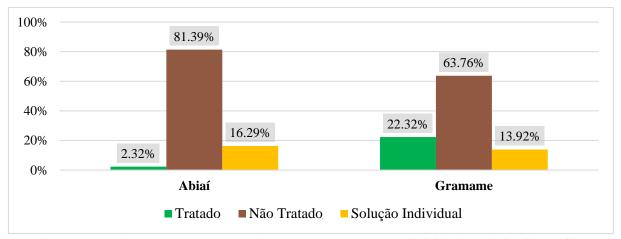


Figura 3.23 - Relação entre esgotos tratado, não tratado e por solução individual por bacia hidrográfica. Fonte: SNIS, 2020.

Além de traçar um diagnóstico e avaliação das condições atuais de atendimento por coleta e tratamento de esgotos urbano, o Atlas Esgotos estabelece ainda a análise do impacto dos lançamentos de esgotos nos corpos d'água receptores, do comprometimento das classes de enquadramento e avaliação da capacidade de diluição dos corpos hídricos do País; além da avaliação e proposição da eficiência de tratamento requerida por município para 2035 tendo em vista a contemplação da universalização do esgotamento sanitário nessas localidades até esse



ano. Em relação à capacidade de diluição dos corpos hídricos dos municípios das BHLS, com exceção dos municípios que se localizam no litoral das bacias (cuja capacidade de diluição é ilimitada devido à possibilidade de lançamento dos efluentes no mar), Pedras de Fogo, Alhandra, Caaporã e São Miguel do Taipu possuem uma capacidade ruim ou péssima de diluição. Neste caso, é possível o atendimento da classe 2 com 90 a 97% de remoção de carga orgânica, classe 3 com 90% de remoção da carga orgânica gerada ou, no caso da capacidade péssima, podendo atender somente classe 4.

Levando-se em consideração a caracterização do esgotamento sanitário levantado para os municípios brasileiros, a mesma publicação do Atlas Esgoto avalia ainda as eficiências de remoção de carga orgânica requeridas para a DBO, tendo como horizonte o ano de 2035. Esta avaliação teve baseou-se na modelagem matemática da qualidade da água e na interação entre os lançamentos de efluentes na bacia hidrográfica. Com base nesses resultados propôs-se alternativas técnicas em função da eficiência requerida classificando os municípios nas seguintes tipologias: (i) Solução com Tratamento Convencional: requer remoção de DBO entre 60% e 80%; (ii) Solução com Tratamento Avançado: requer remoção de DBO superior a 80%; (iii) Solução Complementar: requer solução complementar como busca de novo corpo receptor, disposição no solo ou reuso do efluente, em função do município apresentar baixa relação entre disponibilidade hídrica e carga orgânica lançada, sem influência de lançamentos a montante; (iv) Solução Conjunta: requer definição conjunta do nível de tratamento dos municípios da bacia, devido ao impacto de lançamento(s) a montante em município(s) a jusante; (v) Solução para o Semiárido: requer a priorização de processos com elevada remoção de microrganismos patogênicos ou reuso do efluente.

O mapa da **Figura 3.24** apresenta as alternativas técnicas propostas para os municípios das bacias do Litoral Sul em função da eficiência de remoção de DBO requerida. Como é possível observar, a maioria dos municípios requer a adoção de uma solução complementar, em função dessas localidades apresentarem baixa relação entre disponibilidade hídrica e carga orgânica lançada, sem influência de lançamentos a montante. A solução complementar pode envolver a busca de um novo corpo receptor, a disposição no solo ou reuso do efluente (ANA, 2017). Juntamente com as informações citadas anteriormente, também é representado no mapa da **Figura 3.24** a Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) em operação no município de Pedras de Fogo – sendo essa a única ETE existente nas bacias do Litoral Sul, de acordo com a ANA (2019). A ETE opera através de variações do sistema de lagoas (sistema australiano ou lagoa facultativa), possuindo uma remoção média projetada de DBO 5 dias, 20° C de 75%.







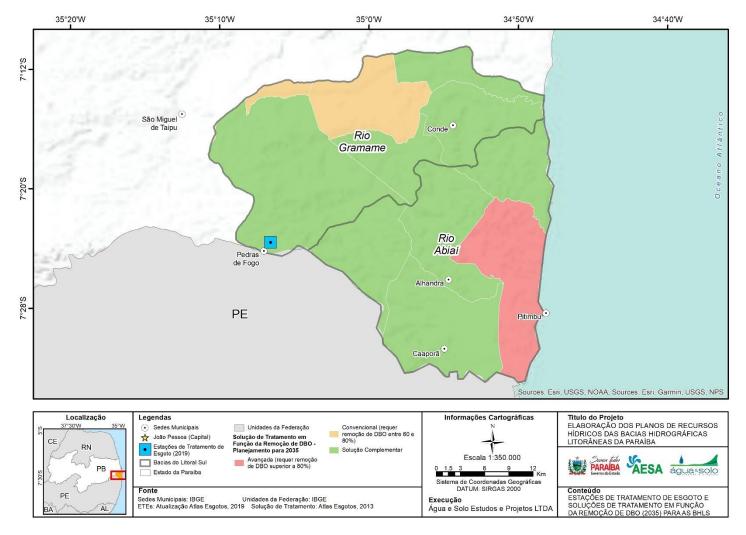


Figura 3.24 - ETEs e soluções de tratamento em função da remoção de DBO (horizonte para 2035) para as BHLS. Fonte: Atlas Esgotos, 2017.









3.6.3 Manejo de resíduos sólidos

De acordo com o estabelecido com a NBR 10004 de Classificação dos Resíduos Sólidos, estes podem ser definidos como qualquer resíduo nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Quando dispostos de forma inadequada, os resíduos representam fontes de contaminação potenciais de rios e aquíferos devido ao escoamento ou infiltração do chorume gerado durante o processo de decomposição da matéria orgânica. Além do comprometimento da qualidade da água, o contato da substância com a água para abastecimento ou irrigação pode acarretar problemas de saúde. O carreamento dos resíduos sólidos para os leitos dos corpos hídricos também pode propiciar um processo de assoreamento das seções canalizadas da rede de drenagem, diminuindo a capacidade de escoamento da água.

No ano de 2014, o estado da Paraíba publicou seu Plano Estadual de Resíduos Sólidos - PERS-PB a fim de estabelecer um conjunto de metas, orientações e instrumentos relacionados aos aspectos institucionais, ambientais, sanitários, econômicos, financeiros, sociais e normativos que devem nortear gestores públicos, estaduais e municipais, bem como o setor produtivo, na tomada de decisões e na formulação de programas e ações relativos à gestão e ao manejo dos resíduos sólidos no estado. O Plano, conforme previsto na Lei Nº 12.305/2010 tem vigência por prazo indeterminado e horizonte de 20 (vinte) anos, com atualização a cada 04 (quatro) anos. As metas estruturadas pelo Plano de (i) redução, reutilização, reciclagem e (ii) eliminação e recuperação de lixões, além de procurar cumprir as exigências legais, tem vistas a propiciar a melhoria da qualidade dos recursos hídricos e por isso são de importância no contexto do presente Plano de Recursos Hídricos.

A caracterização do manejo de resíduos sólidos das bacias do Litoral Sul baseou-se nos dados anuais do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), cujo último ano de referência considerado foi 2020 e no Diagnóstico dos Resíduos Sólidos na Paraíba apresentado no PERS. A **Tabela 3.18** a seguir apresenta os dados gerais de gestão dos resíduos sólidos nos municípios das BHLS quanto à existência de Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) e de coleta seletiva nos municípios, além da participação destes em consórcios intermunicipais. Vale destacar que entre os locais selecionados para análise, o município de Caaporã não apresentou dados nos SNIS quanto ao manejo de resíduos sólidos.





Tabela 3.18 - Informações a respeito da gestão de resíduos sólidos dos municípios das BHLS.

Município	Possui PMGIRS?	Existe coleta seletiva no município?	O município é integrante de algum CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL?	Os resíduos sólidos domiciliares e públicos coletados são enviados para outro município?	Município(s) de destino de RDO e RPU exportado*
Alhandra	Não	Não	Não	Sim	Caaporã/PB
Caaporã	N.I.	N.I.	N.I.	N.I.	N.I.
Conde	Não	Não	Sim	Sim	João Pessoa/PB
Pedras de Fogo	Não	Não	Não	Não	-
Pitimbu	Não	Não	Não	Não	=
João Pessoa	Sim	Sim	Não	Não	-
Santa Rita	Não	Sim	Sim	Não	=

*RDO: Resíduos Domiciliares; RPU: Resíduos Público.

Fonte: SNIS, 2020.

Entre os municípios analisados, somente João Pessoa possui Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. Além de traçar um diagnóstico da situação dos resíduos sólidos gerados nos municípios quanto a sua caracterização e manejo, o PMGIRS é um instrumento de planejamento, com horizonte de implantação de 20 anos, que tem como objetivo nortear os municípios a atenderem à Política Nacional de Resíduos Sólidos. O documento serve também como uma das condições necessárias para acesso aos recursos disponibilizados pela União, destinados ao gerenciamento de resíduos sólidos.

A coleta seletiva (coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição) é um importante instrumento para minimização e aproveitamentos dos resíduos gerados. No caso das BHLS, a coleta seletiva ocorre apenas em dois municípios. Quanto à participação dos municípios em consórcios intermunicipais regulamentado pela Lei nº 11.107/2005 que tenha entre suas atribuições específicas a gestão ou prestação de um ou mais serviços de manejo de RSU (serviços de coleta de resíduos domiciliares ou públicos, operações de aterro sanitário etc.), dois dos municípios das bacias do Litoral Sul integram algum consórcio intermunicipal. A coleta seletiva, bem como, a adoção de soluções consorciadas intermunicipais são quesitos tidos como prioritários no acesso aos recursos da União para desenvolvimento da área de resíduos sólidos. Nota-se ainda pelas informações da **Tabela 3.18** que somente Alhandra e Conde destinam seus resíduos domiciliares e públicos para outro município.

A **Tabela 3.19** evidencia as taxas de cobertura do serviço de coleta de resíduos domiciliares em relação à população total do município e a população urbana. Também são apresentadas



informações referentes à massa da resíduos domiciliares e públicos coletados em relação à população atendida.

Tabela 3.19 - Informações sobre a coleta de resíduos sólidos nos municípios das BHLS.

Município	Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação à população urbana (%)	Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação à população total do município (%)	Massa de RDO+RPU coletada per capita em relação à população total atendida (kg/hab./dia)
Alhandra	100,00	96,31	1,21
Caaporã	N.I.	N.I.	N.I.
Conde	95,68	92,76	1,88
Pedras de Fogo	100,00	100,00	0,52
Pitimbu	68,85	70,00	1,50
João Pessoa	100,00	100,00	0,91
Santa Rita	100,00	87,37	0,89

Fonte: SNIS, 2020.

A menor taxa de cobertura regular, em relação à população total, do serviço de coleta de resíduos domiciliares foi registrada para Pitimbu com 68,85%, enquanto Alhandra, Pedras de Fogo, João Pessoa e Santa Rita atendem integralmente a população urbana. Quando avaliado por bacia hidrográfica, a bacia do rio Abiaí apresenta cobertura de coleta para a população urbana igual a 91,13% e para o Gramame esse valor é equivalente a 99,14%. Em relação à população total, a taxa de cobertura para Abiaí e Gramame são, respectivamente: 89,77% e 95,29%. A massa média de resíduos coletados por habitante, por dia, é de 1,28 quilogramas para a bacia do rio Abiaí e 1,08 quilogramas para a bacia do rio Gramame.

De acordo com as informações levantadas em 2014 no processo de elaboração do PERS, para o estado da Paraíba, 91% dos municípios dispõem seus resíduos de forma inadequada em vazadouro a céu aberto (lixões). Os lixões, caracterizados pela disposição dos resíduos sobre um terreno sem qualquer cuidado ou técnica de proteção representam um sério risco de contaminação do solo, recursos hídricos e ar. O Marco Legal do Saneamento (Lei Nº 14.026/2020) estabeleceu um prazo para o fim dos lixões nos municípios brasileiros, que varia conforme a existência de Planos de Resíduos Sólidos e número de habitantes nas cidades. A **Tabela 3.20** reproduz as informações apresentados no PERS-PB com o recorte para os municípios das BHLS.

Tabela 3.20 - Formas de destinação final de alguns municípios pertencentes às BHLS.

Município	Tipos de Resíduos	Forma de Destinação Final
Caaporã	Domiciliar/RSS	Vazadouro a Céu Aberto /Empresa
João Pessoa	Domiciliar/Comercial/Público/Resíduo de Poda/RCC.	Aterro Sanitário
Pedras de Fogo	Domiciliar/Comercial/Público/Poda	Vazadouro a Céu Aberto
Santa Rita	Domiciliar/Comercial/Público/Poda	Aterro Sanitário







Município	Tipos de Resíduos	Forma de Destinação Final
Conde	Domiciliar/Comercial/Público/Poda/RCC/	Aterro Sanitário

Fonte: PERS-PB, 2014.

3.6.4 Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas

Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas podem ser definidos (com base na Lei Nº 14.026/2020) como as atividades, infraestrutura e instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas, contempladas a limpeza e a fiscalização preventiva das redes. O sistema de drenagem contempla pavimentação de ruas, implantação de redes superficial e subterrânea de coleta de águas pluviais e destinação final de efluentes. Com o processo de pavimentação e construção do espaço urbano as áreas passam por um processo de impermeabilização que provoca o aumento do escoamento superficial da água da chuva em detrimento da infiltração no solo. Nesse sentido, o gerenciamento adequado do sistema de drenagem desempenha um importante papel na redução de impactos ambientais que porventura também possam incidir sobre a população das cidades em fenômenos de alagamentos, inundações, processos erosivos e assoreamentos. Sob a ótica da bacia hidrográfica esses eventos podem levar a alterações como o incremento das vazões de pico dos corpos d'água, degradação da qualidade da água, geração de sedimentos.

O diagnóstico dos municípios das bacias do Litoral Sul quanto aos serviços e estruturas de drenagem e manejo das águas pluviais teve como fontes de consulta o Diagnóstico Temático de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas do SNIS (ano de referência de 2019) e a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (2008). A **Tabela 3.21** apresenta indicadores e informações selecionadas para a caracterização da drenagem pluvial urbana dos municípios das bacias do Litoral Sul. Dos 7 municípios totais que integram as bacias, 4 apresentaram informações.

Tabela 3.21 - Sistemas de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais nos municípios das BHLS.

Município	Crítico	Parcela de área urbana em relação à área total (%)	Parcela de Domicílios em Situação de Risco de Inundação (%)	Taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana (%)
Caaporã	Sim	66,59	0,00	3,20
Conde	Não	33,30	0,10	0,10
João Pessoa	Sim	80,06	1,70	27,30
Pedras de Fogo	Não	1,61	0,00	16,00

Fonte: SNIS, 2019.







Dentre os municípios da tabela acima nota-se que todos apresentam uma baixa parcela de domicílios em situação de risco de inundação. Como esperado, atribui-se à capital do estado, João Pessoa, a maior parcela de área urbana em relação à área total. Este município possui 27,30% de taxa de cobertura de vias públicas urbanas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana. Quanto à existência de áreas de alto e muito alto risco de movimentos de massas e enchentes decorrentes de eventos hidrológicos crítico (inundação, enxurrada, enchente ou alagamento), os municípios de Caaporã e João Pessoa relataram possuir áreas com essas características.

Outra fonte de dados consultada nesta caracterização é a PNSB (2008), com informações acerca do saneamento básico de acordo com a existência ou não de determinado parâmetro para os municípios brasileiros. Para mensurar a ineficiência do sistema de drenagem, selecionou-se os indicadores da base de dados do IBGE que são apresentados na **Tabela 3.22**. Entre os resultados apresentados na tabela-síntese, vale destacar que:

- Apenas o município de João Pessoa, entre os sete elencados possuem dispositivos de controle de vazão. Estes permitem a atenuação da energia das águas e o carregamento de sedimentos e outros detritos para os corpos receptores, hídricos ou não, onde há a disposição final dos efluentes da drenagem pluvial.
- Na maioria dos municípios a rede coletora é do tipo separadora quando os coletores para transporte de esgoto sanitário são separados das galerias pluviais.
- Os municípios, em geral, utilizam como corpos receptores do efluente oriundo da drenagem pluvial cursos d'água permanentes (86%) e o mar (29%).
- Os municípios declararam que as áreas sem infraestrutura de drenagem e em taludes e encostas sujeitas a deslizamento são os tipos de localidades mais encontradas no perímetro urbano susceptíveis a riscos.





Tabela 3.22 - Indicadores das características dos sistemas de drenagem dos municípios das BHLS.

Tabela 5.22 - Indicadores das características dos sistemas de dichagem dos municipios das BILES.											
		Rede coletora			Pontos de lançamento do efluente			Tipo de área de risco			
Município	Existência dos dispositivos de controle de vazão	Separadora	Unitária ou mista	Cursos d'água intermitentes	Lagoas	Mar	Áreas de baixio sujeitas a inundações e/ou proliferação de vetores	Áreas em taludes e encostas sujeitas a deslizamento	Áreas sem infraestrutura de drenagem	Áreas urbanas com formação de grotões, ravinas e processos erosivos crônicos	
Alhandra	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	
Caaporã	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	
Conde	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	
João Pessoa	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim	
Pedras de Fogo	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim	Não	
Pitimbu	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	
Santa Rita	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não	Sim	

Fonte: PNSB, 2008





3.6.5 Doenças de veiculação hídrica

Em sua essência, doenças de veiculação hídrica são aquelas causadas pela presença de microrganismos patogênicos na água. Estes patógenos podem ser bactérias (como a Salmonella), vírus (como o rotavírus) e parasitas (como a *Giardia lamblia*) que adentram no organismo humano por meio da ingestão, inalação ou pelo contato da água contaminada com a pele ou mucosas, além da ingestão de alimentos irrigados ou lavados com água contaminada. Entre as principais doenças relacionadas à poluição hídrica doméstica e à falta de condições adequadas de esgotamento sanitário, podem-se destacar: cólera, infecções gastrointestinais, febre tifóide, poliomielite, amebíase, esquistossomose e shigelose (SEROA DA MOTTA et al., 1994).

De acordo com dados levantados pelo DATASUS, fornecidos pela Secretaria de Saúde (SES) da Paraíba, no ano de 2020, o estado apresentou 3297 internações por doenças de veiculação hídrica. O gráfico da **Figura 3.25** exibe, de acordo com a mesma fonte de dados, o número total de internações por essas doenças registradas pela SES durante o período de 2010 a 2020 para os municípios do Litoral Sul com informações disponíveis.

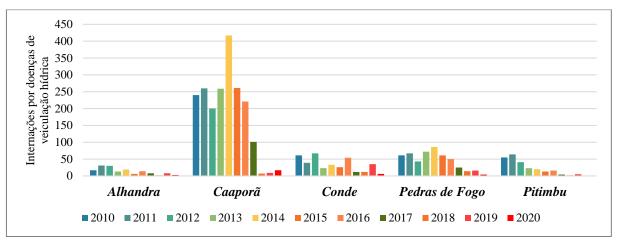


Figura 3.25 - Internações por doenças de veiculação hídrica em alguns dos municípios das BHLS.

O município de Caaporã apresentou a maior redução em relação ao número de internações relacionadas às doenças de veiculação hídrica de 240 casos registrados em 2010 para 17 em 2020 – apesar do ano de 2014 ter apresentado mais registros. No geral, houve uma diminuição gradual ao longo dos anos da quantidade de internações (apesar de alguns municípios terem oscilados dentro do período avaliado). O município de Alhandra manteve-se com o número de internações relativamente estável, porém baixos.





As taxas de incidência de internações por doenças associadas à falta de saneamento (por 10 mil habitantes) e as despesas com internações por essas doenças na população para os municípios de Caaporã, Conde, Alhandra, Pedras de Fogo e Pitimbu são, respectivamente: 7,74 (6.310 reais); 2,40 (5.627 reais); 1,52 (2.252); 1,40 (1.324); e zero.

Entre as doenças de veiculação hídrica elencadas, a esquistossomose é considerada um problema de saúde pública que acomete todo o Brasil, em especial a região Nordeste. No estado da Paraíba como um todo, a partir de informações fornecidas pelo Programa de Controle da Esquistossomose (PCE), o percentual de positividade aumentou significativamente de 5,15% em 2005 para 10,20% em 2014. Os municípios paraibanos inseridos nas BHLS em que houve aumento do percentual de não tratados por ausência ao longo do período de 2000 a 2014 foram Alhandra, Conde e Pitimbu. Entre os sete municípios de todo o estado com os piores resultados em relação a este percentual, três estão inseridos na região do Litoral Sul. Reforça-se deste modo a necessidade de políticas públicas mais incisivas no controle da doença e na qualidade da água para consumo humano nestas localidades. O gráfico da Figura 3.26 exibe o número de casos positivos de esquistossomose e a porcentagem de resultados positivos em relação ao número de testes realizados nos municípios das BHLS. Entre os caramujos capturados há uma predominância das espécies *Biomphalaria glabrata* e *Biomphalaria tenagophila*.

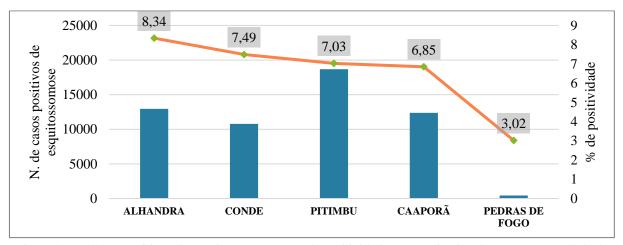


Figura 3.26 - Casos positivos de esquistossomose e % de positividade nos municípios das BHLS no período de 2000 a 2014.

No período analisado, as cidades paraibanas que apresentaram maior prevalência de casos registrados de esquistossomose (em % de positividade) foram Caaporã, Conde e Alhandra – todos estas inseridas nas bacias do Litoral Sul. Somados os registros dos cinco municípios destacados na **Figura 3.26**, o número de casos de outras doenças de veiculação hídrica, de 2000 a 2014, foram: *Ascaris lumbricoides* - Ascaríase (120925); Ancilostomídeos - Ancilostomíase



(186302); *Taenia sp* - Teníase (8347); *Trichuris trichiura* - Tricuríase (64430); *Enterobius vermicularis* - Oxiuríase (1846); *Strongyloides stercoralis* - Estrongiloidíase (83) e *Hymenolepis nana* - Himenolepíase (240).

3.7 Uso e ocupação do solo

A avaliação da cobertura e uso da terra foi feita utilizando-se a Coleção 6 do projeto MapBiomas, que cobre o período de 1985 - 2020 (publicada em agosto de 2021).

Os mapas de cobertura e uso da terra são mapas no formato matricial (pixel de 30x30m).

Para a obtenção dos mapas de uso e ocupação dos solos usou-se a tecnologia da plataforma *Google Earth Engine*, através do uso de scripts fornecidos pelo Projeto para facilitar acesso às coleções do MapBiomas. Foi usado o "User Toolkit" de cobertura e uso da terra, através do qual é possível fazer a exportação dos mapas referentes a cada bacia hidrográfica.

Foram utilizados mapas de uso e cobertura do solo do Brasil, recortados dentro dos limites das Bacias do Litoral Sul. Estes mapas foram baixados em formato .tif para uso em software de geoprocessamento, onde foi calculada a área de cada tipo de cobertura e uso da terra.

As imagens das cobertura e uso da terra são mostradas na **Figura 3.27** e **Figura 3.28**, utilizando os códigos de legenda referenciados pelo Projeto MapBiomas, que são mostrados na **Tabela 3.23**.

As quantificações das áreas ocupadas por cada cobertura e uso da terra são apresentadas individualmente para cada bacia hidrográfica.

Tabela 3.23 - Códigos das classes da legenda e paleta de cores utilizadas na Coleção 6 do MapBiomas.

COLEÇÃO 6	ID	Hexadecimal code	Cor
1. Floresta	1	129912	
1.1. Formação Florestal	3	006400	
1.2. Formação Savânica	4	00ff00	
1.3. Mangue	5	687537	
1.4. Restinga Arborizada (beta)	49	6b9932	
2. Formação Natural não Florestal	10	BBFCAC	
2.1. Campo Alagado e Área Pantanosa	11	45C2A5	
2.2. Formação Campestre	12	B8AF4F	
2.3. Apicum	32	968c46	
2.4. Afloramento Rochoso	29	665a3a	
2.5. Outras Formações não Florestais	13	f1c232	
3. Agropecuária	14	FFFFB2	
3.1. Pastagem	15	FFD966	
3.2. Agricultura	18	E974ED	







COLEÇÃO 6	ID	Hexadecimal code	Cor
3.2.1. Lavoura Temporária	19	D5A6BD	
3.2.1.1. Soja	39	e075ad	
3.2.1.2. Cana	20	C27BA0	
3.2.1.3. Arroz (beta)	40	982c9e	
3.2.1.4. Outras Lavouras Temporárias	41	e787f8	
3.2.2. Lavoura Perene	36	f3b4f1	
3.2.2.1. Café (beta)	46	cca0d4	
3.2.2.2. Citrus (beta)	47	d082de	
3.2.2.3. Outras Lavouras Perenes	48	cd49e4	
3.3. Silvicultura	9	ad4413	
3.4. Mosaico de Agricultura e Pastagem	21	fff3bf	
4. Área não Vegetada	22	EA9999	
4.1. Praia, Duna e Areal	23	DD7E6B	
4.2. Área Urbanizada	24	aa0000	
4.3. Mineração	30	af2a2a	
4.4. Outras Áreas não Vegetadas	25	ff3d3d	
5. Corpo D'água	26	0000FF	
5.1. Rio, Lago e Oceano	33	0000FF	
5.2. Aquicultura	31	02106f	
6. Não Observado	27	D5D5E5	

Fonte: MAPBIOMAS, 2021

A distribuição dos diferentes tipos de uso e cobertura do solo na Bacia do Rio Abiaí é quantificada na **Tabela 3.24** e apresentada na **Figura 3.27.** Já a distribuição dos diferentes tipos de uso e cobertura do solo na Bacia do Rio Gramame é quantificada na Tabela 3.25 e apresentada na Figura 3.28.

Tabela 3.24 - Distribuição dos diferentes tipos de uso e cobertura do solo na Bacia do Rio Abiaí

Tipo de uso e cobertura do solo	Área (km²)	Área (%)
1.1. Formação Florestal	82,621	14,11
1.2. Formação Savânica	0,366	0,06
1.3. Mangue	14,291	2,44
2.1. Campo Alagado e Área Pantanosa	11,052	1,89
3.1. Pastagem	16,419	2,80
3.2.1.2. Cana	71,935	12,28
3.4. Mosaico de Agricultura e Pastagem	357,193	60,99
4.1. Praia, Duna e Areal	0,876	0,15
4.2. Área Urbanizada	23,534	4,02
4.4. Outras Áreas não vegetadas	1,811	0,31
4.3. Mineração	1,697	0,29
5.2. Aquicultura	0,240	0,04
2.3. Apicum	0,133	0,02
5.1. Rio, Lago e Oceano	3,525	0,60
3.2.1.4. Outras Lavouras Temporárias	0,000	0,00
Total	585,693	100,00

Fonte: MAPBIOMAS, 2021







Tabela 3.25 - Distribuição dos diferentes tipos de uso e cobertura do solo na Bacia do Rio Gramame.

Tipo de uso e cobertura do solo	Área (km²)	Área (%)
1.1. Formação Florestal	84,487	14,33
1.2. Formação Savânica	1,500	0,25
1.3. Mangue	5,251	0,89
2.1. Campo Alagado e Área Pantanosa	4,879	0,83
3.1. Pastagem	34,659	5,88
3.2.1.2. Cana	68,026	11,54
3.4. Mosaico de Agricultura e Pastagem	357,175	60,58
4.1. Praia, Duna e Areal	0,081	0,01
4.2. Área Urbanizada	23,999	4,07
4.4. Outras Áreas não vegetadas	0,867	0,15
2.3. Apicum	0,097	0,02
5.1. Rio, Lago e Oceano	8,419	1,43
3.2.1.4. Outras Lavouras Temporárias	0,191	0,03
Total	589,632	100,00

Fonte: MAPBIOMAS, 2021







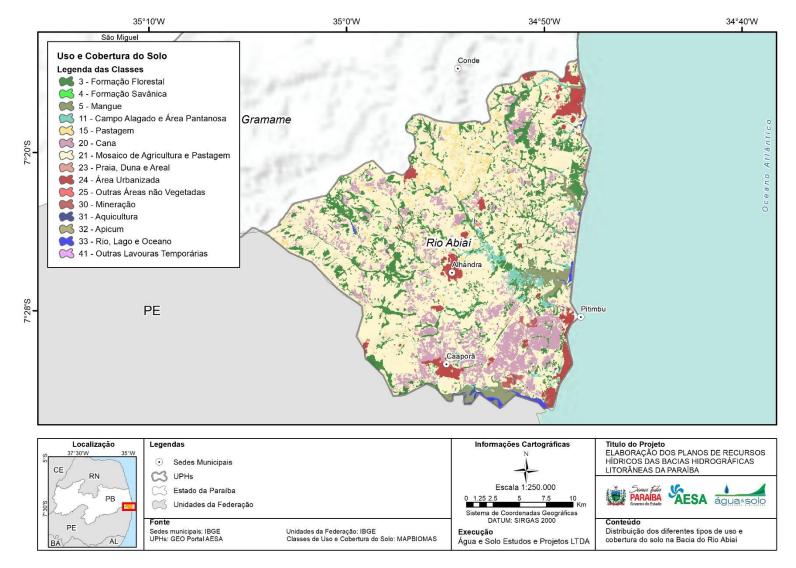


Figura 3.27 - Distribuição dos diferentes tipos de uso e cobertura do solo na Bacia do Rio Abiaí. Fonte: MAPBIOMAS, 2021.







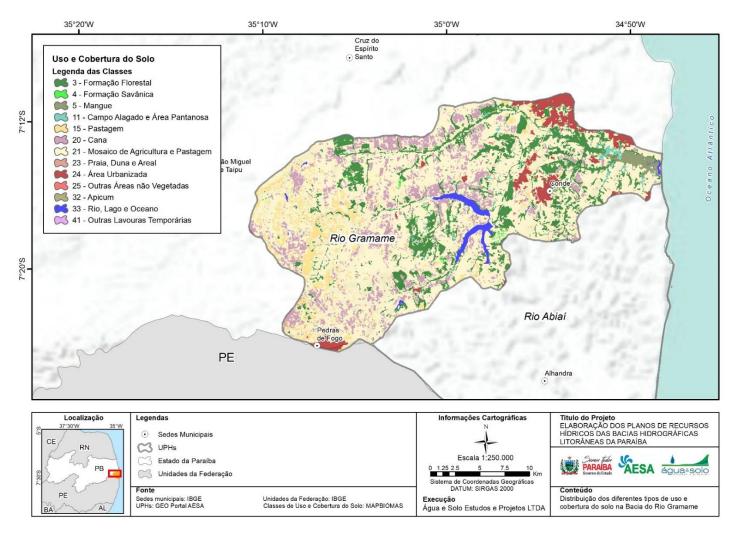


Figura 3.28 - Distribuição dos diferentes tipos de uso e cobertura do solo na Bacia do Rio Gramame. Fonte: MAPBIOMAS, 2021.









3.8 Áreas protegidas por lei

3.8.1 Unidades de Conservação

A definição de áreas naturais protegidas representa uma importante metodologia de conservação de biomas, ecossistemas e espécies de fauna e flora, tendo em vista que estabelece os limites e regulamentação de uso e ocupação do território. Elas englobam as Unidades de Conservação (UCs), mosaicos e corredores ecológicos. O processo de definição de áreas protegidas leva em conta as características socioambientais do local e os objetivos de manejo e gestão definidos conforme o nível de proteção almejado para cada localidade.

Para o levantamento das Unidades de Conservação existentes nas BHLS, foram consultados dados da SUDEMA, ICMBio e Instituto Socioambiental. A SUDEMA disponibilizou uma lista das UCs Estaduais sob sua responsabilidade. Para o caso das UCs Federais sob responsabilidade do ICMBio, consultou-se a página do ICMBio e a página do Instituto Socioambiental. Por fim, para as Reservas Particulares de Patrimônio Natural (RPPN), consultou-se o Sistema Informatizado de Monitoria de RPPN do ICMBio. O resultado do levantamento é apresentado na Tabela 3.26 e na Figura 3.29.







Tabela 3.26 - Áreas Naturais Protegidas da BHLS

Denominação	Área (ha)	Bioma	Município	Categoria	Responsável	Decreto de criação	Data criação	Plano de Manejo	Conselho Gestor
REx Acaú-Goiana	6.678	Mata Atlântica e Manguezal	Pitimbu, Caaporã (PB) e Goiana (PE)	Uso sustentável	Federal (ICMBio)	Decreto s/n	27/09/2007	Não	Sim
APA de Tambaba	11.500	Mata Atlântica	Conde, Alhandra e Pitimbu	Uso sustentável	Estadual (Sudema)	Decreto N° 22.882	25/03/2002	Sim	Sim

APA - Área de Proteção Ambiental; PE - Parque Estadual; PM - Parque Municipal; RVS - Refúgio de Vida Silvestre; REx - Reserva Extrativista.

Fonte: SUDEMA, Instituto Socioambiental, ICMBio e SIM RPP







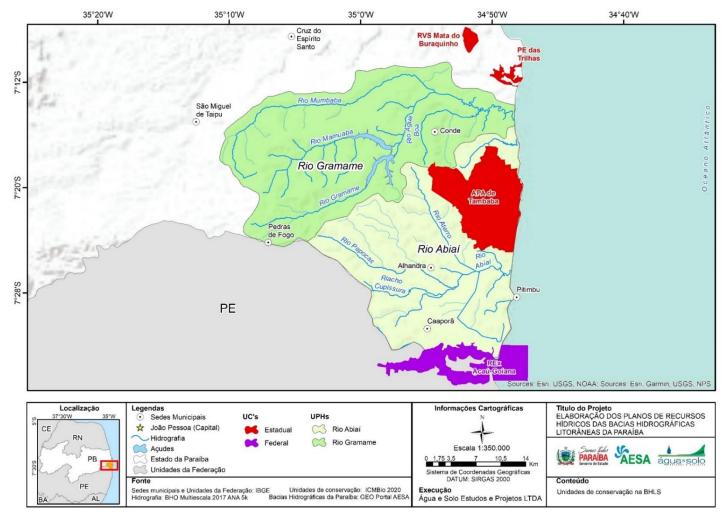


Figura 3.29 - Unidades de Conservação nas BHLS. Fonte: SUDEMA, Instituto Socioambiental, ICMBio e SIM RPP.





3.8.2 Terras indígenas e quilombolas

Em complemento ao item 3.2, complementam-se as informações acerca das Terras Indígenas.

De acordo com a publicação "Povos Indígenas da Paraíba" (Editora Grafset, S.I), no Litoral Sul da Paraíba se encontra o povo Tabajara, com uma população superior a 750 indígenas, distribuídos em 4 aldeias localizadas nas terras das antigas Sesmarias de Jacoca e Aratagui nos municípios de Conde, Alhandra e Pitimbu. Outra referência para identificação das terras indígenas é a publicação "A Paraíba nos 500 anos do Brasil/Anais do Ciclo de Debates do IHGP" (IHGP, 2000), que abordou, entre outros temas, as nações indígenas na Paraíba.

As informações a respeito das terras quilombolas nas bacias do Litoral Sul foram levantadas através de consulta aos dados da Secretaria da Mulher e da Diversidade Humana do Estado da Paraíba, com ano de base em 2012. Dentro do perímetro das bacias, há quatro comunidades quilombolas certificadas. Os respectivos municípios que ocupam e a denominação das comunidades são:

- Município de Conde: Comunidades Gurugi, Ipiranga e Mituaçu;
- Município de João Pessoa: Comunidades de Paratibe.

Os limites das comunidades Gurugi, Ipiranga e Mituaçu não constam na base de dados do INCRA, não sendo possível representá-las no mapa. As informações disponíveis sobre as comunidades quilombolas são apresentadas na **Tabela 3.27**. Já a **Figura 3.30** apresenta a localização das terras indígenas e comunidades quilombola, de acordo com as informações disponíveis.

Tabela 3.27 - Informações disponíveis sobre as comunidades quilombolas

Comunidade Quilombola	Unidade Federativa	Município	Situação Fundiária	População	Área (ha)
Paratibe	PB	João Pessoa	Não titulada	114 famílias	267,43
Mituaçu	PB	Conde	Não titulada	400 famílias	Sem informação
Gurugi	PB	Conde	Não titulada	Sem informação	Sem informação
Ipiranga	PB	Conde	Não titulada	Sem informação	Sem informação

Fonte: INCRA







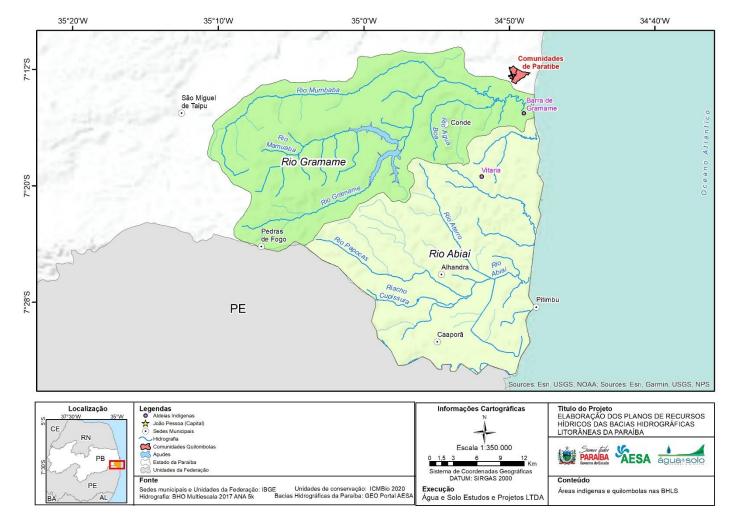


Figura 3.30 - Terras indígenas e quilombolas da BHLS. Fonte: FUNAI e INCRA.



HIDROGRÁFICAS







3.8.3 Potenciais Áreas de Preservação Permanente

Áreas de Preservação Permanente (APP) são áreas protegidas, que podem ser cobertas ou não por vegetação nativa, com a finalidade de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, buscando facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, além de proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. A vegetação contida dentro de uma APP deve ser mantida pelo proprietário, possuidor ou ocupante e a intervenção nessa área só ocorre em caso de utilidade pública, interesse social ou se a atividade for considerada de baixo impacto. Com base na Lei Nº 12651, de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012), que dispõe sobre a proteção nativa e estabelece o Novo Código Florestal Brasileiro, foram estabelecidas as áreas de preservação permanente localizadas na Bacia Hidrográfica do Litoral Sul. Abrangem as APP observadas na área de estudo:

- Conforme disposto no art 4°, parágrafo I, faixas marginais de cursos de água naturais, com base na largura da calha do leito regular destes;
- Conforme disposto no art 4°, parágrafo II, no entorno dos lagos e lagoas naturais;
- Conforme disposto no art 4°, parágrafo III, áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais;
- Conforme disposto no art 4°, parágrafo IV, áreas no entorno de nascentes;
- Conforme disposto no art 4°, parágrafo V, encostas ou partes destas com declividade superior a 45°;
- Conforme disposto no art 4°, parágrafo VII, manguezais;
- Conforme disposto no art 4°, parágrafo IX, áreas de topo de morro com altura superior a 100m e declividade média maior ou igual a 25°.

Os itens a seguir buscam quantificar, localizar e analisar as potencias Áreas de Preservação Permanente existentes nas bacias do Litoral Sul, à luz do estabelecido na Lei Nº 12651/2012.

3.8.3.1 Faixas marginais de cursos d'água naturais

A obtenção das Áreas de Preservação Permanente de faixas marginais de cursos d'águas naturais considerou a ordem de Strahler de hierarquização de bacias. O modelo de Strahler considera como rios de primeira ordem aqueles que não possuem nenhum tributário, conferindo o número 1 para os mesmos. São por evidência os rios que não encontraram com outro rio desde sua nascente. Sob a mesma lógica, os rios podem ter ordem 2 (com fluxo d'água um pouco maiores formado pela união de mais de um rio de primeira ordem), 3 ou 4 (principais rios da







bacia hidrográfica). A partir da realização de algumas amostragens de medição da largura dos rios em trechos específicos através de imagens de satélite, foram atribuídas as seguintes classes conforme a hierarquização dos rios: ordens 1, 2 e 3 correspondentes a rios com até 10 metros de largura; ordem 4 para rios entre 10 e 50 metros de largura; ordem 5 até às proximidades da foz do rio Gramame entre 50 e 200 metros e de 200 a 600 metros de largura no trecho final do rio Gramame. Conforme preconizado pela Lei Nº 12651/2012 as respectivas faixas de APP atribuídas às larguras dos cursos d'água são: 30 metros (inferior a 10 metros de largura), 50 metros (de 10 a 50 metros de largura), 100 metros (de 50 a 200 metros) e 200 metros (de 200 a 600 metros).

Uma vez definido o "buffer" correspondente à APP para cada largura de rio atribuída, o resultado foi comparado com o Mapa de Usos do Solo do Mapbiomas para o ano de 2021. A sobreposição das informações possui como objetivo não somente quantificar as APPs na Bacia do Litoral, como também fornecer indicativos dos conflitos existentes nessas regiões em específico.

Conforme a metodologia adotada, as Bacias do Litoral Sul somaram cerca de 5.201,4 hectares de APPs em faixas marginais de cursos d'água naturais. A **Figura 3.31** exibe o mapa com as áreas delimitadas e usos do solo nas APPs para o ano de 2021. Caracteriza-se como formação florestal 20,5% das áreas de APP. No entanto, mais da metade das áreas (62,58%) é composta por mosaico de agricultura e pastagem. Além disso, ainda se enquadram como atividade antrópica na região: cultivo de cana (2,98%), pastagem (0,52%), área urbanizada (0,4%) e mineração (0,02%). Pela visualização do mapa é possível notar a distribuição destas áreas antropizadas ao longo da Bacia do Litoral Sul. Dentro de toda a bacia é possível perceber mosaicos de agricultura e pastagem. No que concerne ao cultivo de cana, estes estão concentrados na região Sul da UPH Abiaí, próximo à sede municipal de Caaporã.





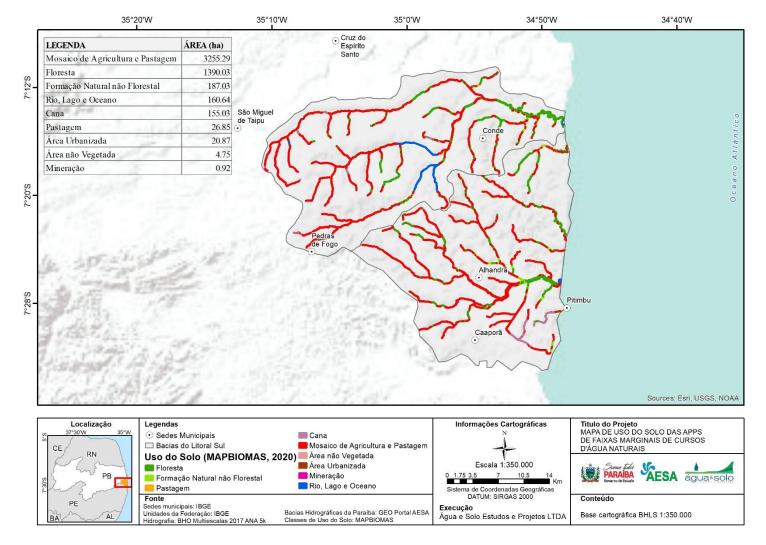


Figura 3.31 - Mapa de Uso do Solo das APPs de faixas marginais de cursos d'água naturais. Fonte: Acervo Próprio, 2022.









O gráfico da Figura 3.32 exibe a distribuição porcentual dos usos do solo nas APPs de faixas marginais de cursos d'água naturais na bacia rio Gramame. A ocupação por mosaicos de agricultura e pastagem ocupam cerca de 66,75% destas áreas, o equivalente a 1611,96 hectares. Em seguida apresentam-se as classes de formação florestal (548,66 hectares) e mangue (115,41 hectares). Os resultados dão indícios dos conflitos entre a delimitação das Áreas de Preservação Permanente e a expansão das atividades de agricultura e pastagem existentes. Ao todo, a bacia do rio Gramame conta com cerca de 2414,87 hectares de APPs de cursos hídricos.

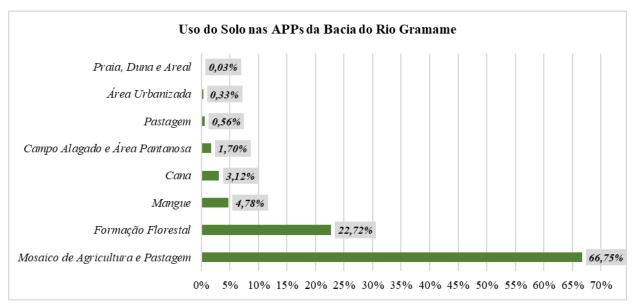


Figura 3.32 - Uso do Solo nas APPs da Bacia do rio Gramame

A Figura 3.33 apresenta a distribuição porcentual dos usos do solo nas APPs de faixas marginais de cursos d'água naturais na bacia rio Abiaí. O quadro apresentado nesta bacia é bastante semelhante ao do Gramame, uma vez que os mosaicos de agricultura e pastagem ocupam 62,58% das APPs. Do mesmo modo, apresentam-se em sequência formação florestal, compreendendo 19,72% da área (517,85 hectares) e áreas de mangue, com 7,91% (207,75). Ao todo, a bacia do rio Abiaí conta com cerca de 2625,89 hectares de APPs de cursos hídricos.







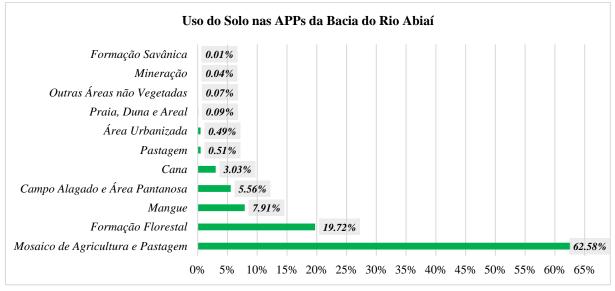


Figura 3.33 - Uso do Solo nas APPs da Bacia do rio Abiaí

3.8.3.2 Lagos e lagoas naturais e reservatórios

Para obter dados de área de preservação permanente de reservatórios e de lagos e lagoas naturais, foram utilizados dados de massas d'água, disponibilizados pela Agência Nacional de Águas. Do mesmo modo, nesse estudo foi realizada uma generalização e aplicação de uma única regra para os dois critérios de definição da área de preservação permanente: assumiu-se que os corpos d'água necessitavam de 30 metros de Área de Preservação Permanente, como afirmado no parágrafo II, alínea "b" do Código Florestal. Esse procedimento foi realizado devido ao fato de as áreas de preservação de reservatórios estarem diretamente ligadas ao licenciamento ambiental da obra hidráulica. Sendo assim, há a impossibilidade de precisar as extensões de Áreas de Preservação Permanente. Ademais, assumiu-se um valor mínimo para os lagos e lagoas, dado que a simplificação da estimativa de dados não acarreta prejuízo no produto final esperado. O mapa das possíveis áreas de APP no entorno de reservatórios e lagos e lagoas está na **Figura 3.34**.







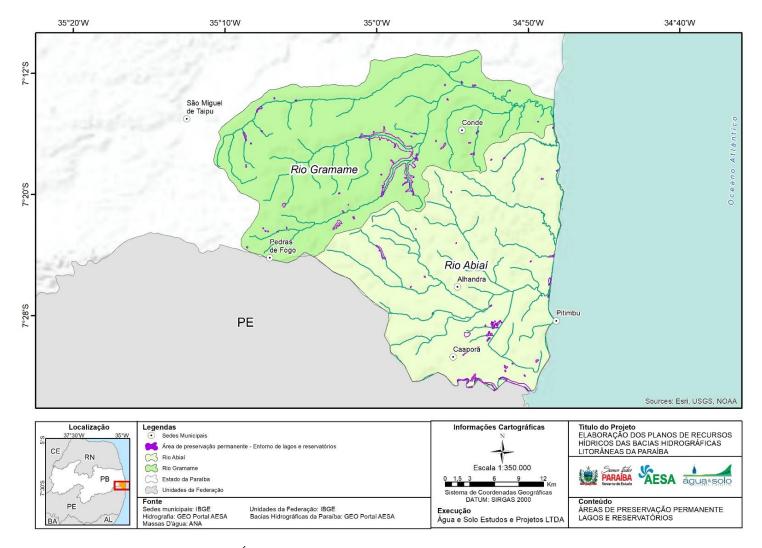


Figura 3.34 - Áreas de preservação permanente no entorno de lagos e reservatórios. Fonte: Acervo próprio, 2022.







3.8.3.3 Mangues e encostas

A partir do mapa de declividade da bacia hidrográfica do Litoral Sul, foi possível observar as áreas de preservação permanente enquadradas no art. 4°, parágrafo V. As áreas de declividade e topo de morro não foram identificadas na região. Para a definição da APP de mangues, que podem ser observadas na **Figura 3.35**, foram utilizados dados fornecidos pelo IBAMA.







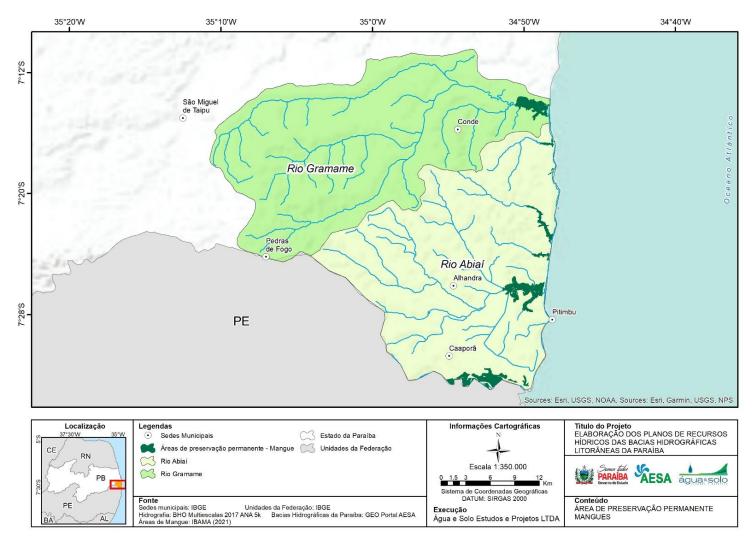


Figura 3.35 - Áreas de preservação permanente — Mangues. Fonte: Acervo próprio, 2022.





3.8.3.4 Nascentes

Conforme art. 3º da Lei 12.651, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, nascente é um afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água. Com base nisso, e sabendo da importância das nascentes para o desenvolvimento da região da Bacia do Litoral Sul, foi realizado levantamento de fontes de dados sobre nascentes para, posteriormente, realizar um plano de ações com enfoque na priorização de nascentes para recuperação.

As principais fontes utilizadas para obter o diagnóstico das nascentes foram o Cadastro Ambiental Rural (CAR), as nascentes geradas com base na localização das cabeceiras dos corpos hídricos, o "Relatório técnico de inspeção nas nascentes do rio Gramame dentro dos limites da usina BIOSEV – Município de Pedras de Fogo", realizado pela SUDEMA e, por fim, estudo realizado pelo Professor Pedro Lima, o qual foi fornecido à consultoria durante a Consulta Pública da Fase A. Ainda, foram utilizados dados do CENSO Agropecuário de 2017 para realizar uma análise quantitativa de existência de nascentes. Na Figura 3.36, é possível observar o mapa com as nascentes obtidas espacializadas. No CENSO, são informadas as nascentes "protegidas por matas" e "não protegidas por matas" existentes nos municípios. Esse quantitativo não está espacializado e, portanto, não foi incluído nos mapas. Ademais, esses dados correspondem a toda a área do município, e não apenas à área inserida na bacia hidrográfica. Na Tabela 3.28, podem ser observados os dados do CENSO.

Tabela 3.28 - Relação de nascentes informadas no CENSO Agropecuário

Município	CENSO Nascentes - protegidas por matas	CENSO Nascentes - não protegidas por matas	Total Nascentes CENSO
Alhandra	120	62	182
Caaporã	25	5	30
Conde	204	4	208
Cruz do Espírito Santo	32	27	59
João Pessoa	28	7	35
Pedras de fogo	343	100	443
Pitimbu	251	15	266
Santa Rita	65	38	103
São Miguel de Taipu	42	57	99

Fonte: CENSO Agropecuário, 2017



Destaca-se o município de Pedras de Fogo, que tem o maior número de nascentes registradas (443 nascentes), sendo praticamente 77,4% dessas protegidas por matas. Em seguida estão os municípios de Pitimbu (266 nascentes) e Conde (208 nascentes).

Em uma análise relacionada aos dados do Cadastro Ambiental Rural e das nascentes delimitadas a partir das cabeceiras de corpos hídricos, percebe-se que o registro de nascentes do CAR é deficitário, como pode ser visto na **Tabela 3.29**.

Tabela 3.29 - Relação de nascentes registradas no CENSO, no CAR e delimitadas

Município	Total Nascentes CENSO	CAR	Delimitadas
Alhandra	182	24	8
Caaporã	30	9	4
Conde	208	86	7
Cruz do Espírito Santo	59	20	0
João Pessoa	35	4	2
Pedras de fogo	443	96	24
Pitimbu	266	69	7
Santa Rita	103	21	3
São Miguel de Taipu	99	12	0

Fonte: CENSO Agropecuário, CAR e acervo próprio

Tendo em vista a necessidade de espacializar as nascentes para posterior elaboração do plano de recuperação, foi adotada uma metodologia de probabilidade de existência de nascentes. Para isso, foram utilizados dados de geologia, uso do solo e declividade.

O critério de declividade foi escolhido pois a topografia tem forte influência nos mecanismos de propagação do escoamento superficial e, em locais em que a declividade apresenta variações significativas, há maior chance de haver uma nascente. A geologia foi definida como critério haja vista que a unidade geológica é determinante para a ocorrência ou não da exfiltração da água. Por fim, o critério de uso do solo foi empregado para entender em quais regiões predominantemente se encontravam as nascentes.

Após a definição dos critérios de ocorrência das nascentes, entendeu-se que a generalização da existência das nascentes seria feita a partir dos dados fornecidos pelo CAR, por estarem distribuídos por todo o território analisado. Assim, foi feita a correlação dos pontos de existência de nascentes, geologia, declividade e uso do solo. Com essa correlação, foi possível entender em quais faixa de declividade, unidade geológica e tipo de uso do solo mais ocorriam as nascentes. Abaixo, nas **Tabela 3.30**, **Tabela 3.31** e **Tabela 3.32**, podem ser observadas as porcentagens obtidas.









Tabela 3.30 - Ocorrência de nascentes por grau de declividade

Graus de declividade	Quantidade de nascentes	%
0 - 3,030181556	26	10%
3,030181557 - 6,92612927	66	26%
6,926129271- 11,25496006	56	22%
11,25496007 - 16,01667394	45	18%
16,01667395 - 21,64415397	24	9%
21,64415398 - 28,13740016	16	6%
28,13740017 - 36,36217867	15	6%
36,36217867 - 48,91578797	4	2%
48,91578789 - 110,3851852	1	0%

Fonte: Acervo próprio, 2022

Tabela 3.31 - Ocorrência de nascentes por unidade geológica

Unidade geológica	Quantidade de nascentes	%
-	12	5%
Barreiras	198	78%
Beberibe	7	3%
Depósitos flúvio-marinhos	7	3%
Gramame	29	11%

Fonte: Acervo próprio, 2022

Tabela 3.32 - Ocorrência de nascentes por tipo de uso do solo

Uso do solo	Quantidade de nascentes	%
Cana	6	2%
Formação Florestal	140	55%
Mangue	4	2%
Mosaico de Agricultura e Pastagem	103	41%

Fonte: Acervo próprio, 2022

No que concerne ao uso do solo, é importante destacar que a existência de nascentes em regiões de Formação Florestal totaliza 55% das nascentes. Já no que diz respeito às áreas antropizadas, somam-se as porcentagens de uso para cana (2%) e mosaico de agricultura e pastagem (41%).

Utilizando como base essas tabelas, foram multiplicados e espacializados os critérios, afim de determinar áreas de maior probabilidade de ocorrência de nascentes. Assim foi realizada uma análise qualitativa das áreas, sendo possível determinar onde são os locais em que deve ser priorizada a recuperação. No mapa a seguir, podem ser observadas as áreas de probabilidade de ocorrência de nascentes.







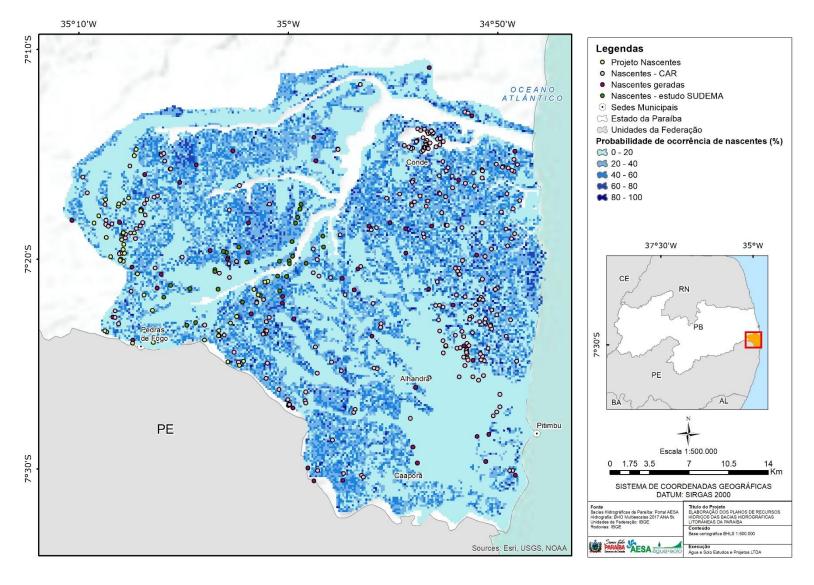


Figura 3.36 - Probabilidade de ocorrência de nascentes Fonte: Acervo próprio, 2022.







A partir do mapa apresentado, é possível observar os locais com maior probabilidade de existência de nascentes. Verifica-se regiões de maior probabilidade distribuídas principalmente ao longo dos municípios de Pedras de Fogo e Conde. Como reforçado pelos dados do CENSO Agropecuário, o município de Pedras de Fogo apresenta locais com diferente faixas de probabilidade de ocorrência de nascentes, inclusive entre 60 e 80% e entre 80% e 100%. Ademais, o município de Conde, que também foi destacado como local de predominância de registros no CENSO se mostra com probabilidade superior a 60% em algumas áreas, tendo trechos enquadrados nas faixas de 60 a 80% e 80% a 100%. Isso demonstra validação do método proposto, além de indicar os locais em que deve ser feito o acompanhamento das nascentes *in loco* para avaliar as condições destas e, portanto, definir a necessidade de recuperação ou não do local.









3.9 Atores das bacias

Para a identificação e levantamento preliminar dos atores sociais em recursos hídricos atuantes nas BHLS, foram consultadas duas fontes de informação. A primeira se refere ao estudo elaborado por Nunes (2017), cujo objetivo foi verificar em que medida há perspectivas de governança ambiental em torno das nascentes da Bacia do Rio Gramame, contando com a participação de diversos atores atuantes no Litoral Sul. A segunda fonte trata da relação de membros titulares e suplentes dos CBH-LS na Gestão 2017-2020 e na Gestão 2021-2024, publicadas em 08 de março de 2017 e 06 de março de 2020, respectivamente.

De acordo com Nunes (2017), os atores que participaram da sua pesquisa foram: Coordenadores do projeto de restauração das nascentes do rio Gramame, EMATER, IBAMA, Prefeitura Municipal de Pedras de Fogo, INCRA, SENAR-PB, Biosev S.A, CBH-LS, FAEPA, agricultores e comunitários da região das nascentes, além de representantes das escolas que fazem atos em defesa ou em prol da conservação das nascentes.

O CBH-LS é composto por 25 membros, sendo 1 do Poder Público Federal, 2 do Poder Público Estadual, 4 do Poder Público Municipal, 10 Usuários de Água e 8 da Sociedade Civil Organizada. As vagas possuem posição Titular e Suplente. Comparando-se a gestão atual e a anterior, verificam-se algumas mudanças nos membros eleitos. Em relação ao Poder Público Municipal, apenas as prefeituras de Cruz do Espírito Santo e São Miguel de Taipu não participaram como Titular ou Suplente em nenhuma das gestões. Já no Poder Público Estadual, na gestão anterior as vagas titulares eram ocupadas pela AESA e Defesa Civil Estadual, enquanto na gestão atual as vagas são ocupadas pela AESA e SEIRHMA. A vaga para Poder Público Federal é ocupada pela FUNASA, sendo essa a instituição representante na atual gestão do CBH-LS. No segmento Sociedade Civil Organizada, as instituições representadas nas duas gestões foram: ASPLAN, CREA-PB, FAEPA, IFPB e UFPB. Por fim, os Usuários de Água eleito como membros titulares ou suplentes em ambas as gestões foram: Agroindustrial Tabu S.A, Alpargatas S/A, CAGEPA, Coteminas S.A e Elizabeth Porcelanato LTDA.

A partir das fontes de informação apresentadas, elaborou-se a lista preliminar de atores sociais em recursos hídricos nas bacias do Litoral Sul, a qual é apresentada na Tabela 3.33. Ela é composta pelos atores citados em Nunes (2017) acrescidos das instituições, organizações e usuários da água representados na Gestão 2017-2020 e 2021-2024 do CBH-LS, além de uma indicação dos membros do CBH-LS. Portanto, estes são os atores alvos das atividades de mobilização social e que devem contribuir para a gestão de recursos hídricos no Litoral Sul.







Tabela 3.33 - Atores sociais em recursos hídricos nas BHLS

Atores sociais em recursos hídricos nas BHLS Atores sociais em recursos hídricos nas BHLS						
Agência Executiva de Gestão das Águas (AESA)	Instituto Federal da Paraíba (IFPB)					
Agro Industrial Tabu S/A.	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA)					
Alpargatas S/A	Jailson Galdino da Silva					
AMBEV S/A.	Lafargehoclim Brasil S.A.					
Assoc. dos Plantadores de Cana da Paraíba (ASPLAN)	Movimento SOS Rio Cuia					
Associação Comercial, Industrial e de Serviços do Conde	Prefeitura Municipal de Alhandra					
Associação Conde Orgânico	Prefeitura Municipal de Caaporã					
Associação dos Povos Indígenas do Litoral Sul da Paraíba	Prefeitura Municipal de Conde					
Biosev S/A.	Prefeitura Municipal de João Pessoa					
Centrais Elétricas da Paraíba S/A. (EPASA)	Prefeitura Municipal de Pedras de Fogo					
Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA)	Prefeitura Municipal de Pitimbu					
Companhia de Cimento da Paraíba (CCP)	Prefeitura Municipal de Santa Rita					
Congregação Holística da Paraíba – Escola Olho Vivo do Tempo	Refrescos Guararapes					
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia da PB (CREA-PB)	Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR)					
Coteminas S/A	Severina Zezita Souza de Matos					
Defesa Civil Estadual	Sindicato dos Produtores Rurais de Caaporã					
Edivânia da Silva Gomes	Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Caaporã					
Elizabeth Porcelanato Ltda	Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Pitimbu					
Empresa Paraibana de Extensão Rural e Regularização Fundiária (EMPAER)	Universidade Federal da Paraíba (UFPB)					
Federação da Agricultura e Pecuária da Paraíba (FAEPA-PB)	Usina Giasa LTDA					
Fundação Nacional de Saúde (FUNASA)	Instituto Federal da Paraíba (IFPB)					
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA)						
<u> </u>						

Fonte: Acervo próprio, 2022



4 Planos e programas existentes

De acordo com a Atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos, existem programas do Governo Federal que poderiam ser utilizados como fontes de recursos para ações de interesse da gestão de recursos hídricos:

No orçamento federal vinculado, principalmente, aos Ministérios da Integração Nacional, Meio Ambiente, Cidades e Saúde, há um elenco de dotações financeiras que, direta ou indiretamente, representam investimentos no setor hídrico, no plano da infraestrutura, da proteção da qualidade da água e do seu gerenciamento. Ao lado das ações direcionadas para o Estado da Paraíba, há um conjunto de ações gerais disponíveis para a captação de fontes nacionais e regionais, especificamente, para o Nordeste brasileiro. Essas fontes gerais poderão ser objeto de convênios específicos no âmbito do território paraibano. Nesse caso, os organismos estaduais do setor elaborarão os documentos necessários para obtenção desses recursos, programados no orçamento geral da União (OGU).

Embora essas dotações existam, se verifica que ou não têm metas claramente definidas para os anos de 2020, 2021 ou 2022, ou dependem de emendas individuais para sua efetivação, não correspondendo, portanto, a políticas públicas plenas. Para um plano de bacia, interessam as fontes de recursos que estejam vinculadas às ações que representem aumento da qualidade e quantidade dos recursos hídricos, a sustentabilidade de seu uso e o aumento da segurança hídrica na bacia.

Por exemplo, a utilização de águas residuárias em irrigação é uma iniciativa interessante para áreas sujeitas a estiagens severas e junto de cidades que tenham atendimento ao abastecimento por meio de adutoras, pois há uma certeza de existência de águas residuárias. Na descrição do programa, a área de abrangência é a Nordeste, com apenas cinco projetos como meta:

0301 - Sistemas implantados de reuso das águas residuárias para irrigação.

Momento: Revisão - Qualidade Ministério da Economia Mapeamento de Programas Integrantes da Lei Orçamentária de 2021 Secretaria Especial da Fazenda Secretaria de Avaliação de Políticas Públicas, Planejamento, Energia e Loteria Subsecretaria de Planejamento Governamental

Enunciado: Sistemas implantados de reuso das águas residuárias para irrigação.







Unidade responsável: Secretaria Nacional de Mobilidade e Desenvolvimento Regional e Urbano (SMDRU)

Quantitativo? Sim

Indicador: Quantidade de sistemas implantados de reuso das águas residuárias para irrigação.

Descrição do Indicador: Somatório de sistemas implantados de reuso das águas residuárias para irrigação.

Meta cumulativa. Linha de base: 0,0000

Data de referência da linha de base: 31/12/2020

Unidade de medida: Unidade.

Meta prevista para: 2020: 0,00 2021: 3,00 2022: 4,00 2023: 5,00

Regionalização do resultado: intermediário

Região: Região Nordeste

Meta prevista para: 2020: 0,00 2021: 3,00 2022: 4,00 2023: 5,00

Já na ação orçamentária de apoio a projetos e obras em áreas urbanas, há que se considerar que os recursos só serão liberados com emendas individuais:

Ação Orçamentária - Padronizada Multissetorial 10T2 - Apoio a Projetos e Obras de Reabilitação, de Acessibilidade e Modernização Tecnológica em Áreas Urbanas

Momento da ação: Lei + Créditos

Programa 2217 - Desenvolvimento Regional, Territorial e Urbano

Unidade Orçamentária Responsável: 93409 - Recursos sob Supervisão do Ministério do Desenvolvimento Regional - Administração Direta

Esfera: 10 - Orçamento Fiscal

Função: 15 - Urbanismo

Subfunção: 451 - Infraestrutura Urbana

Unidade Responsável: Secretaria Nacional de Desenvolvimento Regional e Urbano

Tipo de ação: Projeto

Origem: PLOA









Produto: Projeto apoiado

Descrição Apoio a estados, municípios e DF para intervenções estruturantes, na forma de projetos integrados, que promovam a melhoria de um perímetro urbano, previamente definido. (...)

Especificação do Produto Projetos técnicos e execução de obras de implantação, ampliação, restauração, reforma e/ou adaptação em um perímetro urbano definido, que atendam aos requisitos mínimos de infraestrutura básica, a saber:

(...) d) Infraestrutura urbana, de forma complementar, em até 40% do valor da obra, podendo ser efetuados os requisitos mínimos de infraestrutura básica como: i) solução de escoamento das águas pluviais; iii) solução de esgotamento sanitário; iv) abastecimento de água potável;

Ação de Insumo Estratégico Não

Regionalização na Execução Sim

Beneficiário População dos municípios beneficiados com projetos apoiados, incluídas pessoas com deficiência, idosas e com restrições de mobilidade. Tipo de implementação Direta Descentralizada

Implementação da Ação O Ministério do Desenvolvimento Regional apoiará municípios, estados, entidades metropolitanas e DF na elaboração e na implementação de projetos e obras de reabilitação urbana acessível por meio de ações de assistência técnica ou repasse de recursos. O apoio poderá ser viabilizado via contratação direta, cooperação técnica, execução descentralizada e outros tipos de transferências legais. O repasse de recursos poderá ser realizado por meio de seleção pública.

Participação social Sim Conselho Setorial

Detalhamento participação social Conselho Setorial Início da Ação 06/01/2020 Término da Ação 29/12/2023

Plano Orçamentário 0000 - Apoio a Projetos e Obras de Reabilitação, de Acessibilidade e Modernização Tecnológica em Áreas Urbanas - Despesas Diversas

Unidade Medida Produto

Plano Orçamentário EIND - Emenda Individual

Caracterização Emenda Individual



Considerando o caráter optativo destas fontes, fez-se a análise da relação dos recursos da União com os governos estadual e municipais, a partir da busca no Portal da Transparência.

Os convênios da União com os Estados representam a maior parte dos valores celebrados desde 1996, com 32% dos recursos, não se diferenciando dos convênios com os municípios (31%). A Paraíba ocupa a oitava posição (DF, CE, PE, SP, RJ, BA e AC são os primeiros) em relação a Convênios com Administrações Estaduais no valor celebrado (R\$ 3.558.681.314,69) com a União, considerando os valores acumulados desde 1996 e o sétimo lugar (DF, CE, PE, SP, RJ e BA são os primeiros) quanto aos valores liberados (R\$ 2.732.046.964,71).

Reduzindo o período de análise para o referente aos executivos atuais — janeiro de 2019 a julho de 2022 -, de acordo com o Portal da Transparência, a Administração Pública Estadual da Paraíba recebeu cerca de R\$ 19 bilhões. As transferências constitucionais e royalties somam valores mais importantes, da ordem de R\$ 18 bilhões no período, com destaque para às relacionadas ao Fundo de Participação de Estados e Municípios (FPE) e do FUNDEB, que representam cerca de 95% do total das transferências obrigatórias da União.

Já as transferências dos tipos Legais, Voluntárias e Específicas para o estado da Paraíba entre janeiro de 2019 e julho de 2022 para a Administração Pública Estadual somam cerca de R\$ 800 milhões. Dentre as destinações mais importantes estão a Infraestrutura e a Educação. O apoio ao desenvolvimento da Política Nacional de Recursos Hídricos recebeu cerca de R\$ 4,4 milhões e o saneamento cerca de R\$ 63 milhões.

Tabela 4.1 - Transferências constitucionais e royalties

Ação Orçamentária	Valor Transferido	Participação
00h6 - Transferência do imposto sobre operações financeiras incidentes sobre o ouro	R\$ 173.435	0,00%
00h6 - Transferência do imposto sobre operações financeiras incidentes sobre o ouro - IOF ouro	R\$ 597.045	0,00%
0547 - Transferências de cotas-partes da compensação financeira pela exploração de recursos minerais	R\$ 6.187.850	0,03%
0999 - Transferência de repartição da contribuição de intervenção no domínio econômico - CIDE combustíveis	R\$ 9.740.691	0,05%
099b - Transferência a estados, DF e municípios para compensação da isenção do ICMS aos estados exportadores	R\$ 12.147.575	0,07%
0046 - Transferência da cota-parte dos estados e DF exportadores na arrecadação do IPI	R\$ 12.808.516	0,07%
0999 - Recursos para a repartição da contribuição de intervenção no domínio econômico - CIDE-combustíveis	R\$ 29.110.854	0,16%
00rx - Transferência a estados, DF e municípios de parte dos valores arrecadados com os leiloes dos volumes excedentes	R\$ 51.962.680	0,28%
0a53 - Transferências das participações pela produção de petróleo e gás natural	R\$ 84.979.255	0,47%







Ação Orçamentária	Valor Transferido	Participação
0e36 - Complementação da União ao fundo de manutenção e desenvolvimento da educação básica e de valorização dos profissionais da educação – FUNDEB	R\$ 150.844.582	0,83%
0e25 - Auxílio financeiro aos estados, ao DF e aos municípios para o fomento das exportações	R\$ 448.104.511	2,46%
0c33 - Transferência ao fundo de manutenção e desenvolvimento da educação básica e de valorização dos profissionais da educação - FUNDEB	R\$ 508.789.187	2,79%
0c33 - Fundo de manutenção e desenvolvimento da educação básica e de valorização dos profissionais da educação - FUNDEB	R\$ 1.685.240.742	9,24%
0044 - Transferência ao fundo de participação dos estados e do DF – FPE	R\$ 3.489.382.839	19,13%
0044 - Fundo de participação dos estados e do DF - FPE	R\$ 11.752.981.884	64,42%
TOTAL (jan/2019-jul/2022)	R\$ 18.243.051.647	100,00%

Tabela 4.2 - Destinação das transferências legais, voluntárias e específicas

Setor	Valor transferido	Participação	Número de ações	s orçamentárias
Atividades econômicas	R\$ 3.217.176	0,41%	3	2,97%
Cultura	R\$ 37.132.142	4,74%	4	3,96%
Defesa Civil	R\$ 17.442.000	2,22%	1	0,99%
Desenvolvimento Sustentável	R\$ 3.080.650	0,39%	1	0,99%
Direitos humanos	R\$ 42.662.492	5,44%	19	18,81%
Educação	R\$ 238.529.368	30,42%	17	16,83%
Fiscalização	R\$ 12.309.054	1,57%	1	0,99%
Indefinido	R\$ 10.879.756	1,39%	5	4,95%
Infraestrutura	R\$ 285.043.791	36,36%	19	18,81%
Pesquisa	R\$ 3.452.638	0,44%	4	3,96%
Recursos Hídricos	R\$ 4.445.936	0,57%	1	0,99%
Saneamento	R\$ 63.006.294	8,04%	15	14,85%
Saúde	R\$ 28.170.718	3,59%	7	6,93%
Segurança alimentar	R\$ 34.655.856	4,42%	4	3,96%
Total (jan/2019-jul/2022)	R\$ 784.027.874	100,00%	101	100,00%

Das ações referentes ao saneamento, a maior parte foi direcionada para elaboração de planos e projetos de saneamento em municípios de médio porte. Na parte das obras, o porte de municípios muda, passando a dominar os com até 50.000 habitantes. Como a maior parte dos recursos se refere ao esgotamento sanitário, espera-se a melhoria futura da qualidade da água no Estado.



Tabela 4.3 - Resumo de programas

Descrição	Valor (R\$ 1000)	Participação (%)
Apoio a elaboração de planos e projetos de saneamento em municípios com população superior a 50 mil habitantes ou integrantes de regiões metropolitanas ou de regiões integradas de desenvolvimento	31.751	49,14%
Dessalinização de águas continentais e marinhas - programa Água doce e programa Doce mar	2.521	3,90%
Implantação de equipamentos e de tecnologia social de acesso a água para consumo humano e produção de alimentos	5.366	8,30%
Implantação do sistema integrado de abastecimento de água Camalau no estado da Paraíba	6.722	10,40%
Implantação, ampliação e melhoria de sistemas públicos de esgotamento sanitário em municípios com até 50.000 habitantes	977	1,51%
Implantação, ampliação e melhoria de sistemas públicos de esgotamento sanitário em municípios com até 50.000 habitantes, exclusive em regiões metropolitanas (RM) ou regiões integradas de desenvolvimento econômico (RIDE)	16.215	25,09%
Sistemas públicos de esgotamento sanitário em municípios das bacias receptoras do São Francisco com até 50.000 habitantes, exclusive de regiões metropolitanas ou integradas de desenvolvimento econômico (RIDE)	1.065	1,65%
Total	64.617	100%

De acordo com o PANORAMA DO SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL Visão estratégica para o futuro do saneamento básico no Brasil, as metas a serem atingidas pela Paraíba em relação ao abastecimento domiciliar com água, esgotamento sanitário domiciliar e coleta domiciliar de resíduos sólidos não atingirá a universalização até 2030, mas apresentará uma evolução significativa, especialmente do esgotamento sanitário.

Tabela 4.4 - Meta de implementação do saneamento básico

Tubela 11.1 Meta de implementação do sancamento basico												
Indicador	Ċ	lomicíli	centual los tota os por á	is	E1: percentual de domicílios totais servidos por esgotamento sanitário			do aten	micílio didos p	entual o s urban or cole s sólido	ios ta de	
Ano	2008	2015	2020	2030	2008	2015	2020	2030	2008	2015	2020	2030
Meta (%)	81	82	85	90	46	60	66	75	93	94	96	100

As informações do SNIS para 2020 mostram 83% das pessoas com abastecimento de água, 38% com rede coletora de esgoto e 98,4% com coleta de resíduos sólidos, sendo esse o único indicador a atingir ou superar as metas.







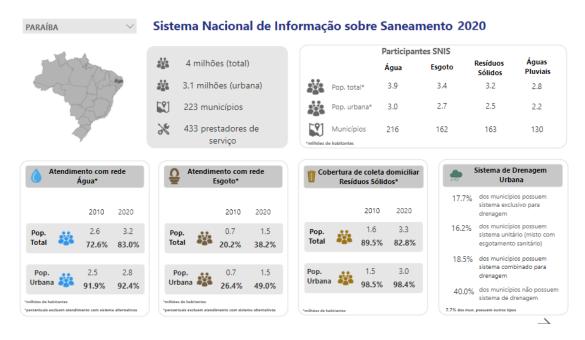


Figura 4.1 - Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento, 2020

Em relação aos planos municipais de saneamento básico, de acordo com o portal Águas e Saneamento (https://www.aguaesaneamento.org.br/), cerca de 68% dos municípios paraibanos não possuem plano municipal de saneamento, 19% estão com o plano em elaboração e apenas 13% possuem o plano.

Tabela 4.5 - Planos municipais de saneamento

Em elaboração	42	18,83%
Não	151	67,71%
Sim	30	13,45%
Total	223	100,00%

Fonte: Municípios e Saneamento | Instituto Água e Saneamento (aguaesaneamento.org.br)

Setenta e oito municípios possuem política municipal de saneamento, sendo que destes 24 não possuem plano e 29 ainda estão com o plano em elaboração.

Tabela 4.6 - Política municipal de saneamento

Em elaboração	29	37%
Sim	25	32%
Não	24	31%
Total	78	100%

Apenas três municípios paraibanos possuem plano, conselho municipal e fundo de saneamento: João Pessoa, Bom Jesus e Caturité.

Na BHLS são apenas três municípios (Conde, Pitimbu e João Pessoa) com PMSB, um em elaboração (Alhandra) e três sem plano (Caaporã, Pedras de Fogo e Santa Rita).







Tabela 4.7 - Plano municipal de saneamento básico nas BHLS

Em elaboração	1	14,29%
Não	3	42,86%
Sim	3	42,86%
Total	7	100,00%

Dos dois municípios que possuem PMSB e estão integralmente dentro das BHLS, Conde localiza-se na bacia do Gramame e Pitimbu na bacia do Abiaí. O município de Alhandra, com PMSB em elaboração localiza-se em Abiaí. Os municípios de João Pessoa e Santa Rita têm sede urbana fora dos limites das BHLS. Apesar dessa carência de planos, os municípios paraibanos têm poucos convênios diretamente com a União, com R\$ 21 milhões celebrados e R\$ 18 milhões liberados.

No setor infraestrutura, as ações orçamentárias de interesse com transferências legais, voluntárias e específicas são responsáveis por cerca de 90% do total de recursos liberados, sendo que a maior parte direcionado à construção do Canal Adutor Vertente Litorânea.

Tabela 4.8 - Ações orçamentárias

Tubela 1.0 Tigoes organientarius	
Ação orçamentária	Valor transferido
5900 - INTEGRACAO DO RIO SAO FRANCISCO COM AS BACIAS DOS RIOS JAGUARIBE, PIRANHAS-ACU E APODI (EIXO NORTE)	R\$ 12.396.860,10
14VI - IMPLANTACAO DE INFRAESTRUTURAS PARA SEGURANCA HIDRICA	R\$ 13.002.162,93
00T8 - APOIO A CONSTRUCAO DO CANAL ADUTOR VERTENTE LITORANEA	R\$ 21.040.000,00
12G7 - CONSTRUCAO DO CANAL ADUTOR VERTENTE LITORANEA COM 112,5 KM NO ESTADO DA PARAIBA	R\$ 207.822.944,17

No setor Recursos Hídricos, a ação IMPLEMENTACAO DA POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HIDRICOS alocou cerca de R\$ 4,4 milhões ao Governo estadual no período analisado, possivelmente relacionados aos programas PróGestão, PróComitês e Qualiágua da ANA. Sobre esses, na última reunião do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (31 de março de 2022) discutiram-se as metas de cooperação federativas:

Meta 1.1 – Integração dos Dados de Usuários de Recursos Hídricos - essa meta consiste no compartilhamento no âmbito do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), por meio do Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH). Durante o ano de 2021 a AESA regularizou 1793 usuários, emitindo suas respectivas outorgas no SIEGRH (Sistema de Informação Estadual de Gestão dos Recursos Hídricos). (...) Durante o ano de 2021, o Estado da Paraíba outorgou 833 captações de água subterrânea por poços;





- Meta 1.2 Capacitação em Recursos Hídricos Foram realizadas 97 capacitações, todas realizadas na modalidade educação à distância. Das 65 capacitações, 23 foram executadas pela AESA (através de recursos do PROGESTÃO e do PROCOMITÊS) e 42 executadas/ofertadas pela ANA; dos cursos executados pela AESA tivemos 676 capacitados, já dos cursos executados/ofertados pela ANA foram 1.239 inscritos, mas apenas com 538 capacitados/aprovados, totalizando 1.214 capacitados no ano 2020;
- Meta 1.3 Contribuição para Difusão do Conhecimento;
- Meta 1.4 Prevenção de Eventos Hidrológicos Críticos foi substituída pela operação e transmissão de dados de 70 reservatórios com índice médio de transmissão mensal maior ou igual a 80%. Geração de Boletins: Boletim diário de Precipitação: 252 boletins; Boletim diário de Previsão do tempo: 365 boletins; Boletim de Previsão Climática: 14 boletins; Boletim Hidrológico Diário: 252 boletins / Boletim Hidrológico Mensal: 12 boletins. Avisos Meteorológicos da Previsão da ocorrência de eventos extremos: 15 avisos meteorológicos acerca de previsão de condições de estado de tempo severo no estado da Paraíba. Boletim da Rede de Alerta: 252 boletins das condições hidrológicas de pontos de áreas de risco de inundação e caracterização de seca; Cotas de Atenção; Protocolo de Ação Rede de Alerta; Treinamento para os operadores da Sala de Situação julho 2022. Programa Qualiágua: 4 campanhas em 70 pontos, 15 parâmetros analisados; Monitor das Secas: 12 boletins; Boletim de acompanhamento das áreas de desenvolvimento do PISF: 04 boletins de monitoramento ambiental. Operação e transmissão de dados de 70 reservatórios com índice médio de transmissão mensal maior ou igual a 80%;
- Meta 1.5 Atuação para Segurança de Barragens Completude de dados das barragens cadastradas no Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB); Elaboração de Minuta que altera a Resolução AESA nº 02/2019, considerando a Lei Federal nº 14.066/2020 que alterou a Lei Federal nº 12.334/2010 (Política Nacional de Segurança de Barragens). Uso de DRONES: Planejamento e execução de projetos de fotogrametria com na coleta de imagens de altíssima resolução; Aquisição de novo equipamento com maior autonomia para os trabalhos de campo fiscalização e vistorias nas barragens; Difusão de conhecimento em Segurança de Barragens; Webinar (29/12); Avaliação do Plano Anual de Fiscalização 2021 (PAF 2021) e o Plano Anual de Fiscalização 2022 (PAF 2022): Execução de 100% do PAF 2021 31 barragens







inspecionadas; 4 campanhas fiscalizatórias, com previsão de 21 barragens/açudes vistoriados.

Pela informação da AESA, a Paraíba foi o único estado a cumprir 100% das metas federativas.

Por fim, dos valores recebidos por transferências legais, voluntárias e específicas pela Administração Estadual destaca-se o APOIO AO DESENVOLVIMENTO SUSTENTAVEL DE TERRITORIOS RURAIS que recebeu R\$ 3.080.650,30, sem discriminação de quais municípios.

A legislação de recursos hídricos estabelece a atuação conjunta das secretarias de governo, com a União e com os municípios:

- Art. 14 O Estado promoverá programas conjuntos com outros níveis de Governo, federal e municipal mediante convênios, com vistas a:
- I Identificação de áreas de proteção e conservação de águas de possível utilização para abastecimento das populações.
- II Implantação, conservação e recuperação das áreas de proteção permanente e obrigatória, nas Bacias Hidrográficas.
- III Tratamento de águas residuárias, efluentes e esgotos urbanos, industriais e outros, antes do lançamento nos corpos de água.
- IV Construção de barragens, transposição e reversão de águas interbacias.
- V Combate e prevenção das inundações, da erosão e o zoneamento das áreas inundáveis.
- VI Promoção de campanhas educativas visando o disciplinamento do uso dos Recursos Hídricos

Mas de acordo com a Atualização do Plano Estadual, as aplicações do Tesouro do Estado de interesse são localizadas basicamente na Secretaria de Estado da Infraestrutura, dos Recursos Hídricos e do Meio Ambiente - SEIRHMA, diretamente ou por meio de autarquias e fundos, com uma participação acessória da Secretaria do Estado de Desenvolvimento da Agropecuária e da Pesca:







4.1 Secretaria de Estado da Infraestrutura, dos Recursos Hídricos e do Meio Ambiente – SEIRHMA

4.1.1 Programa: Condições de Vida/5003

- Ação: Implantação de Sistemas de Esgotamento Sanitário Valor: R\$ 6.400.000,00
- Ação: Implantação e Recuperação e Ampliação de Sistemas de Abastecimento d'Água– Valor: R\$ 18.000.000,00
- Ação: Implantação, Recuperação e Gestão de Sistemas de Dessalinização Valor: R\$
 6.255.000,00
- Ação: Implantação de Sistemas de Abastecimento de Água e de Barreiros Âmbito do Programa Água Para Todos – Valor: R\$ 6.048.000,00
- Ação: Elaboração e Implantação do Plano Estratégico de Gestão de Unidades de Conservação da Natureza – Valor: R\$ 10.000,00
- Ação: Projeto, Construção, Implantação, Ampliação e Controle Operacional do Sistema de Esgotamento Sanitário – Valor: R\$ 48.668.500,00
- Ação: Projeto, Construção, Implantação e Controle Operacional do Sistema de Abastecimento d'Água – Valor: R\$ 33.743.500,00
- Ação: Combate à Desertificação Valor: R\$ 20.000,00
- Ação: Elaboração de Planos, Pesquisas, Projetos, Diagnósticos e Estudos em Meio
 Ambiente Valor: R\$ 200.000,00
- Ação: Implantação e Execução de Serviço de Assistência Técnica ao Pequeno Produtor
 Mineral Valor: R\$ 50.000,00
- Ação: Capacitação da SEIRHMA Valor: R\$ 20.000,00

4.1.2 - Programa: Infraestrutura Integrada, Diversificada e Dinâmica/5004

- Ação: Construção de Barragens e Açudes Valor: R\$ 14.600.000,00
- Ação: Construção de Adutoras Valor: R\$ 21.000.000,00
- Ação: Implantação do Canal Acauã/Araçagi Valor: R\$ 119.911.000,00
- Ação: Implantação e Recuperação de Poços Tubulares Valor: R\$ 3.070.000,00
- Ação: Gerenciamento e Planejamento da Execução da Obras de Infraestrutura Valor:
 R\$ 28.000,00
- Ação: Elaboração de Planos, Estudos e Projetos de Supervisão e Gerenciamento na Área de Recursos Hídricos – Valor: R\$ 6.900.000,00
- Ação: Reforma e Manutenção de Equipamentos Hídricos Valor: R\$ 2.222.989,00







4.2 Superintendência de Administração do Meio Ambiente – SUDEMA

4.2.1 - Programa: Condições de vida

- Ação: Cadastramento e Monitoramento dos Consumidores de Produtos e Subprodutos Florestais – Valor: R\$ 30.000,00
- Ação: Manejo Florestal Sustentável Valor: R\$ 20.000,00
- Ação: Fiscalização e Controle da Poluição e das Degradações Ambientais Valor: R\$
 800.000,00
- Ação: Educação Ambiental Valor: R\$ 255.000,00
- Ação: Monitoramento das Praias, dos Corpos de Água Superficiais e da Qualidade do Ar no Estado – Valor: R\$ 600.000,00
- Ação: Criação e Gerência de Áreas Protegidas Valor: R\$ 250.000,00
- Ação: Gerenciamento Costeiro Valor: R\$ 50.000,00
- Ação: Uso Alternativo do Solo Valor: R\$ 30.000,00
- Ação; Capacitação de Recursos Humanos da SUDEMA Valor: R\$ 100.000,00
- Ação: Cadastro Ambiental Rural (CAR) Valor: R\$ 30.000,00
- Ação: Regularização Ambiental (RA) Valor: R\$ 20.000,00

4.3 Companhia de Água e Esgotos do Estado da Paraíba

4.3.1 Programa: Condições de vida/5003

- Ação: Projeto, Construção, Implantação, Ampliação e Controle Operacional de Sistemas de Esgotamento Sanitário – Valor: R\$ 41.123.581,00
- Ação: Projeto, Construção, Implantação, Ampliação e Controle Operacional de Sistemas de Abastecimento d'Água – Valor: R\$ 77.071.677,00

4.3.2 Programa: Infraestrutura Integrada, Diversificada e Dinâmica/5004

Ação: Desenvolvimento da Gestão Operacional – Valor: R\$ 37.232.691,00 Agência
 Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba

4.3.3 Programa: Infraestrutura Integrada, Diversificada e Dinâmica/5004

- Ação: Implementação e Aprimoramento dos Instrumentos de Gestão dos Recursos
 Hídricos Valor: R\$ 100.000,00
- Ação: Projeto de Integração do Rio São Francisco Valor: R\$ 400.000,00







- Ação: Implementação da Política de Segurança de Barragens Valor: R\$ 1.000.000,00
- Ação: Inventário das Nascentes Valor: R\$ 100.000,00
- Ação: Modernização e Organização do Sistema de Informações de Recursos Hídricos
 Valor: R\$ 200.000,00

4.4 Secretaria do Estado de Desenvolvimento da Agropecuária e da Pesca

4.4.1 Programa: Economia Sustentável e Competitiva/5002

- Ação: Produção e Distribuição de Mudas Valor: R\$ 3.000,00
- Ação: Apoio às Atividades da Agricultura e da Pesca Valor: R\$ 13.000,00

4.5 Fundo Estadual de Meio Ambiente

4.5.1 Programa: Condições de vida/5003

Ação: Gerenciamento de Execução da Política de Meio Ambiente – Valor: R\$
 2.060.000,00

4.6 Fundo Estadual de Recursos Hídricos

4.6.1 Programa: Infraestrutura Integrada, Diversificada e Dinâmica

• Ação: Gerenciamento do Fundo Estadual de Recursos Hídricos – Valor: R\$ 60.000,00

A Lei 6308/96 criou o FERH – Fundo Estadual de Recursos Hídricos e estabeleceu a forma e as prioridades da aplicação de seus recursos.

- Art. 25 A aplicação de recursos do Fundo Estadual de Recursos Hídricos deverá ser orientada pela Política Estadual de Recursos Hídricos, baseada no Plano Estadual de Recursos Hídricos, devidamente compatibilizada com o Orçamento plurianual de Investimento e os recursos orçamentários do Estado destinados ao referido Fundo.
- § 1º As prioridades na aplicação dos recursos do FERH serão definidas pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos, em articulação com os Comitês de Bacia Hidrográfica, com base em estudos técnicos elaborados pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba AESA.
- § 2º Os recursos do FERH serão depositados obrigatoriamente em conta específica a ser aberta e mantida em instituição financeira oficial.
- § 3º Fica autorizada a aplicação financeira das disponibilidades do FERH em operações ativas, de modo a preservá-las contra eventual perda do poder aquisitivo da moeda.









§ 4º Os saldos verificados no final de cada exercício financeiro serão automaticamente transferidos para o exercício seguinte. (Artigo com redação determinada pelo Art. 4º da Lei n° 8.446/2007).

Art. 26. Os valores arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos serão obrigatoriamente depositados no Fundo Estadual de Recursos Hídricos e aplicados prioritariamente na bacia hidrográfica em que foram gerados, devendo ser utilizados:

I – no financiamento de estudos, programas, projetos e obras incluídos nos Planos de Recursos Hídricos;

II – no pagamento de despesas de implantação e custeio administrativo dos órgãos e entidades integrantes do Sistema Integrado de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos.

§ 1º A aplicação nas despesas previstas no inciso II deste artigo é limitada a 7,5% (sete e meio por cento) do total arrecadado.

§ 2º Os valores previstos no caput deste artigo poderão ser aplicados a fundo perdido em projetos e obras que alterem, de modo considerado benéfico à coletividade, a qualidade, a quantidade e o regime de vazão de um corpo de água.

De acordo com a AESA, os valores arrecadados com a cobrança de água bruta somam R\$ 21.641.121,44 entre 2015 e 2021.

Tabela 4.9 - Arrecadação com cobrança de água bruta

Ano	Total arrecadado (R\$)
2015	R\$ 408.634
2016	R\$ 735.821
2017	R\$ 787.390
2018	R\$ 747.308
2019	R\$10.306.616
2020	R\$4.906.809
2021	R\$3.748.510
Total	R\$ 21.641.088

Tabela 4.10 - Valores arrecadados ao FERH por bacia e por ano

Bacia	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total
Piranhas				3.377	173.350	147.560	106.261	430.549
Paraíba	141.033	240.519	349.734	283.029	5.184.032	2.063.897	1.517.554	9.779.799
Abiaí	66.127	97.470	102.844	95.773	435.637	390.097	291.093	1.479.042
Gramame	111.571	142.518	95.411	138.996	3.191.251	1.639.208	1.139.676	6.458.630
Miriri	40.310	142.518	145.562	143.780	173.197	197.756	242.214	1.085.336







Bacia	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total
Mamanguape	27.353	63.836	71.928	74.039	1.045.174	399.299	389.098	2.070.728
Camaratuba	15.175	37.862	17.369	6.404	75.698	50.486	47.586	250.581
Guaju	6.619	9.910	1.502	274	13.445	8.535	7.205	47.489
Curimataú	-	1.157	2.741	1.287	13.183	9.490	6.623	34.482
Jacu	445	30	281	75	1.312	403	582	3.128
Trairí			19	274	336	77	618	1.324
Total	408.634	735.821	787.390	747.308	10.306.616	4.906.809	3.748.510	21.641.088

A BHLS representa cerca de 37% do total. A bacia com maior arrecadação é a Gramame (30% do total), enquanto Abiaí corresponde a apenas 7%, coerente com as vazões calculadas e a dimensão das bacias.

Tabela 4.11 - Valores arrecadados pela cobrança de água bruta pela BHLS entre 2015 e 2021 (R\$ 1.000)

Ano	Abiaí	Gramame	BHLS
2015	66,13	11,57	77,7
2016	97,47	142,52	239,99
2017	102,84	95,41	198,25
2018	95,77	139	234,77
2019	435,64	3.191,25	3.626,89
2020	390,1	1.639,21	2.029,31
2021	291,09	1.139,68	1.430,77
Total	1.479,04	6.458,63	7.937,67

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. O valor de custeio administrativo, definido como 7,5% da cobrança também é uma constante, mas sem um produto direto para ser considerado. O Plano de Aplicação dos recursos do FERH para 2022 apresenta onze ações, totalizando R\$ 6.900.000,00.

Tabela 4.12 - Alocação de recursos do FERH entre 2018 e 2022 (R\$ 1.000)

Produtos	2018	2019	2020	2021	2022	Total	Participação
Nº1 - Criação e Funcionamento de Comitês de Bacias e Associações de Usuários de Água;		506,9	299,8	299,8	500,0	1.606,5	5,3%







Produtos	2018	2019	2020	2021	2022	Total	Participação
N°3 - Elaboração e Atualização de Planos Diretores de Bacias Hidrográficas.		3.802,1	1.949,0	1.949,0	1.300,0	9.000,1	29,8%
N°5 - Política de Cobrança pelo Uso de Água Bruta.	237,1	1.013,9	299,8	299,8	400,0	2.250,6	7,4%
Nº 6 - Sistema de Fiscalização do Uso de Água.		506,9	449,8	449,8	250,0	1.656,5	5,5%
Nº 8 − Monitoramento Hidrometeorológico					500,0	500,0	1,7%
Nº 9 – Monitoramento de Qualidade de água		506,9			250,0	756,9	2,5%
Nº 10 - Educação Ambiental para Proteção dos Recursos Hídricos.	653,7	2.534,7	449,8	449,8	300,0	4.388,0	14,5%
Nº 11 - Capacitação Técnica em Recursos Hídricos;	250,0	506,9	299,8	299,8	200,0	1.556,5	5,1%
Nº 15 - Macromedição de Água Bruta					200,0	200,0	0,7%
Nº 16 - Recuperação e Manutenção de Açudes;			1.799,1	899,5	1.350,0	4.048,6	13,4%
Nº 24 - Preservação Ambiental de Mananciais;				899,5	1.132,5	2.032,0	6,7%
Custeio Administrativo do Sistema	64,7	760,4	449,8	449,8	517,5	2.242,2	7,4%
Total	1.205,5	10.138,7	5.996,9	5.996,8	6.900,0	30.237,9	100%

Ao avaliar as propostas de aplicação e os valores arrecadados chega-se a uma discrepância: a partir de 2021, os valores não viabilizam os planos de aplicação, ao menos se utilizar os valores arrecadados no ano corrente. Para 2022, o planejamento é executar R\$ 6,9 milhões, sem a informação do valor a ser arrecadado. Se repetir o valor de 2021 e considerando o déficit de R\$ 1,7 milhões, o valor disponível seria de R\$ 2 milhões, ampliando o déficit orçamentário. Outra possibilidade a considerar é de que não tenham sido executadas ações planejadas para um ano, que são reprogramadas para o ano seguinte.

Tabela 4.13 - Fluxo de aplicação do FERH como programado

Ano	Total Arrecadado	Total Acumulado	Plano aplicação	Saldo
2015	R\$ 408.634	R\$ 408.634		R\$ 408.634
2016	R\$ 735.821	R\$ 1.144.454		R\$ 1.144.454
2017	R\$ 787.390	R\$ 1.931.845		R\$ 1.931.845
2018	R\$ 747.308	R\$ 2.679.153	R\$ 1.205.500	R\$ 1.473.653
2019	R\$ 10.306.616	R\$ 11.780.269	R\$ 10.138.700	R\$ 1.641.569
2020	R\$ 4.906.809	R\$ 6.548.378	R\$ 5.996.900	R\$ 551.478
2021	R\$ 3.748.510	R\$ 4.299.9881	R\$ 5.996.800	-R\$ 1.696.812







5 Aspectos institucionais e legais da gestão de recursos hídricos nas bacias

5.1 Estrutura geral do Governo Estadual

O atual Governo da Paraíba apresenta 25 secretarias de Estado, estabelecidas pela Medida Provisória 275 de 02 de janeiro de 2019:

- 1. Administração
- 2. Administração Penitenciária
- 3. Agricultura Familiar e Desenvolvimento do Semiárido
- 4. Casa Civil do Governador
- 5. Casa Militar do Governador
- 6. Comunicação Institucional
- 7. Controladoria Geral do Estado
- 8. Cultura
- 9. Desenvolvimento da Agropecuária e Pesca
- 10. Desenvolvimento e da Articulação Municipal
- 11. Desenvolvimento Humano
- 12. Educação e da Ciência e Tecnologia
- 13. Empreender
- 14. Secretaria de Fazenda
- 15. Secretaria de Governo
- 16. Infraestrutura, dos Recursos Hídricos e do Meio Ambiente
- 17. Juventude, Esporte e Lazer
- 18. Mulher e da Diversidade Humana
- 19. Orçamento Democrático
- 20. Planejamento, Orçamento e Gestão
- 21. Procuradoria Geral do Estado
- 22. Representação Institucional
- 23. Saúde
- 24. Segurança e Defesa Social
- 25. Turismo e Desenvolvimento Econômico







Além das secretarias, interessam diretamente duas instituições públicas: a AESA e a CAGEPA, ambas vinculadas à SEIRHMA, a primeira por ser parte do sistema estadual de recursos hídricos e a segunda por ser um usuário de água diferenciado quanto à sua importância para a população.

A AESA foi criada pela Lei nº 7.779, de 07/07/2005, sob a forma jurídica de uma Autarquia, com autonomia administrativa e financeira, vinculada então à Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos, do Meio Ambiente e da Ciência e Tecnologia – SERHMACT.

Os objetivos da AESA são o gerenciamento dos recursos hídricos subterrâneos e superficiais de domínio do Estado da Paraíba, de águas originárias de bacias hidrográficas localizadas em outros Estados que lhe sejam transferidas através de obras implantadas pelo Governo Federal e, por delegação, na forma da Lei, de águas de domínio da União que ocorrem em território do Estado da Paraíba.

A estrutura da AESA apresenta a Direção Superior e três diretorias com onze gerências, além de duas assessorias.

1. DIREÇÃO SUPERIOR

- 2. Diretor Presidente:
- 3. Diretor Administrativo e Financeiro;
- 4. Diretor de Gestão e Apoio Estratégico; e
- 5. Diretor de Acompanhamento e Controle.

6. ASSESSORAMENTO

- 7. Assessoria Jurídica; e
- 8. Assessoria Técnica.

9. ÁREA INSTRUMENTAL

- 10. Diretoria Administrativa e Financeira:
- 11. Gerência de Administração Geral;
- 12. Gerência de Recursos Humanos;
- 13. Gerência de Planejamento, Orçamento e Finanças;
- 14. Gerência de Cobrança; e
- 15. Gerência de Tecnologia da Informação.

16. ÁREA FINALÍSTICA

- 17. Diretoria de Acompanhamento e Controle:
- 18. Gerência de Monitoramento e Hidrometria;
- 19. Gerência de Operação de Mananciais; e
- 20. Gerência de Fiscalização.







21. Diretoria de Gestão e Apoio Estratégico:

- 22. Gerência de Outorga e Licença de Obras Hídricas;
- 23. Gerência de Cadastro; e
- 24. Gerências Regionais de Bacias Hidrográficas.

A Companhia de Água e Esgotos da Paraíba – CAGEPA é uma sociedade de economia mista por ações, das quais 99,98% das ações ordinárias pertencem ao Governo do Estado da Paraíba e 0,02% estão distribuídos em 471 sócios entre pessoas físicas e jurídicas. Tem como objetivo, planejar, executar e operar serviços de saneamento básico em todo o território do Estado da Paraíba, compreendendo a captação, adução, tratamento e distribuição de água e coleta, tratamento e disposição final dos esgotos, comercializando esses serviços e os benefícios que direta ou indiretamente decorrerem de seus empreendimentos, bem como quaisquer outras atividades correlatas ou afins, atuando em 200 sedes municipais e 24 distritos e povoados.

5.2 Sistema Estadual de Recursos Hídricos – SIGERH-PB

O Sistema Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba (SIGERH-PB) foi criado em 1996, pela Lei nº 6.308/96 - Estabelece a Política Estadual de Recursos Hídricos e cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

O Art 6° da Lei n° 6.308/96 estabeleceu o Sistema Integrado de Planejamento e Gerenciamento dos Recursos Hídricos – SIGERH-PB, as Instituições e suas respectivas funções de deliberação, coordenação, execução e participação.

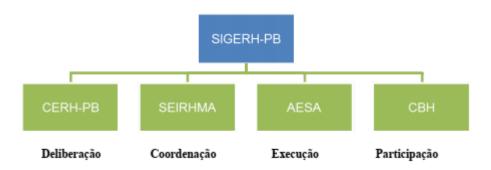


Figura 5.1 - Estrutura da SIGERH - PB

A legislação não estabelece a forma de coordenação da SEIRHMA, apenas que o titular da pasta é o presidente do CERH.







5.2.1 Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH)

O Conselho Estadual de O Conselho Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba é composto por (Lei 8.446, de 28/12/2007):

I – o(a) Secretário(a) de Estado da Infraestrutura, dos Recursos Hídricos e do Meio Ambiente - SEIRHMA, que o presidirá;

- II os Secretários de Estado ou seus substitutos legais:
 - a) do Planejamento e Gestão;
 - b) do Desenvolvimento da Agropecuária e da Pesca;
 - c) da Infraestrutura;
 - d) da Saúde;

III – um representante de cada um dos seguintes órgãos e entidades:

- a) Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba AESA;
- b) Superintendência da Administração do Meio Ambiente SUDEMA;
- c) Agência Estadual de Vigilância Sanitária da Paraíba AGEVISA;
- d) Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural da Paraíba EMATER;
- e) Companhia de Desenvolvimento de Recursos Minerais da Paraíba CDRM;
- f) Departamento Nacional de Obras Contra as Secas DNOCS;
- g) Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis IBAMA;

IV – um representante do Poder Público municipal e respectivo suplente, indicados pela
 Federação das Associações de Municípios da Paraíba – FAMUP;

V – um representante de cada um dos seguintes usuários e entidades representativas de usuários de recursos hídricos:

- a) Companhia de Água e Esgotos da Paraíba CAGEPA;
- b) Federação das Indústrias do Estado da Paraíba FIEP;
- c) Federação da Agricultura e Pecuária da Paraíba FAEPA;
- d) Associação de Plantadores de Cana da Paraíba ASPLAN;







e) SINDALCOOL – Sindicato da Indústria de Fabricação de Álcool no Estado da Paraíba;

VI – um representante de cada uma das seguintes organizações civis de recursos hídricos:

- a) Universidade Federal da Paraíba UFPB;
- b) Universidade Federal de Campina Grande UFCG;
- c) Universidade Estadual da Paraíba UEPB;
- d) Associação Brasileira de Recursos Hídricos ABRH;
- e) Associação Brasileira de Engenharia Sanitária ABES;

VII – um representante de cada um dos Comitês de Bacia Hidrográfica de rios de domínio estadual;

VIII – um representante das organizações não-governamentais com objetivos, interesses e atuação comprovada na área de recursos hídricos, com mais de um ano de existência legal, e seu suplente, escolhido em processo seletivo a ser coordenado pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH.

De acordo com a Lei 6308/96, compete ao CERH:

- Art. 10-A. Compete ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos:
- I analisar e aprovar a Política Estadual de Recursos Hídricos e acompanhar a sua execução;
- II analisar propostas de alteração da legislação pertinente a recursos hídricos e à
 Política Estadual de Recursos Hídricos;
- III aprovar o Plano Estadual de Recursos Hídricos, acompanhar a sua execução e determinar as providências necessárias ao cumprimento de suas metas;
- IV definir as prioridades de investimento de recursos financeiros relacionados com o Plano Estadual de Recursos Hídricos;
- V aprovar o relatório anual sobre a situação dos recursos hídricos do Estado da Paraíba;
- VI aprovar o enquadramento de corpos de água em classes de uso preponderante, com base nas propostas dos órgãos e entidades que compõem o Sistema Integrado de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- VII formular programas anuais e plurianuais de aplicação de recursos do Fundo Estadual dos Recursos Hídricos FERH;







VIII – estabelecer diretrizes complementares para implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos, aplicação de seus instrumentos e atuação do Sistema Integrado de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos;

IX – estabelecer os critérios gerais para a outorga de direitos de uso de recursos hídricos e para a cobrança por seu uso e definir os valores a serem cobrados;

X – deliberar sobre as acumulações, derivações, captações e lançamentos de pouca expressão, para efeito de isenção da obrigatoriedade de outorga de direitos de uso de recursos hídricos, com base nas propostas apresentadas pelos Comitês de Bacia Hidrográfica;

XI – estabelecer critérios e promover o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo:

XII – aprovar propostas de instituição dos Comitês de Bacia Hidrográfica e estabelecer critérios gerais para a elaboração de seus regimentos;

XIII – arbitrar, em segunda instância administrativa, os conflitos relacionados aos recursos hídricos;

XIV – deliberar sobre as questões que lhe tenham sido encaminhadas pelos Comitês de Bacia Hidrográfica;

XV – arbitrar os conflitos existentes entre Comitês de Bacia Hidrográfica;

XVI – instituir Câmaras Técnicas;

XVII – elaborar e submeter à aprovação do Governador do Estado o seu regimento interno;

XVIII – colaborar com o Governo do Estado na celebração de convênios e acordos com entidades nacionais e internacionais para o desenvolvimento do setor de recursos hídricos;

XIX – exercer as competências de comitê de bacia hidrográfica, nas bacias de rios estaduais enquanto estes não forem instituídos;

XX – estabelecer os mecanismos e regulamentos de reuso de águas servidas e de dessalinização de água salobra no âmbito do Estado da Paraíba;

XXI – incentivar e subsidiar todas as formas de acumulação de recursos hídricos destinado à produção de alimentos e à produção agroindustrial de bioenergia, respeitando as necessidades e as limitações dos setores produtivos e da agroindústria, de forma a garantir a sustentabilidade econômica. (Subseção criada pelo Art. 2º da Lei nº 8.446/2007).

Atualmente o CERH possui três Câmaras Técnicas, que tem o objetivo de subsidiar os Conselheiros nas decisões em plenário, nos assuntos a elas pertinentes:

- de Assuntos Legais e Institucionais e Integração de Procedimentos CTIL;
- de Gestão Integrada CTGI;







• de Temas Especiais – CTTE.

Os Comitês de Bacia (CBH) que participam do SIGERH-PB são:

- Litoral Sul (CBH-LS)
- Rio Paraíba (CBH-PB)
- Rio Piranhas-Açu (CBH-PPA)
- Litoral Norte (CBH-LN)

A Lei nº 7.779/05 criou a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. São competências da AESA:

Art. 5° Compete à AESA:

I – implantar e manter atualizado o *cadastro de usuários dos recursos hídricos* no Estado da Paraíba;

II – analisar, instruir processos e emitir parecer sobre a licença de obras hídricas e de outorga de direito de uso dos recursos hídricos em corpos hídricos de domínio do Estado e, mediante delegação expressa, em corpos hídricos de domínio da União, observada a respectiva legislação;

 III – desenvolver campanhas e ações que promovam a regularização de usos e usuários dos recursos hídricos;

IV – fiscalizar, com poder de polícia, a construção e as condições operacionais de poços, barragens e outras obras de aproveitamento hídrico, os usos dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos e da infraestrutura hídrica pública nos corpos de água de domínio estadual e, mediante delegação expressa, nos de domínio da União que ocorrem em território paraibano;

V – operar, manter e atualizar a rede hidrometeorológica do Estado;

VI – exercer as atividades de monitoramento e previsão do tempo e clima, monitoramento dos usos dos recursos hídricos e de variáveis hidrológicas dos mananciais superficiais e subterrâneos do Estado;

VII – implementar a *cobrança pelo uso dos recursos hídricos de domínio do Estado da Paraíba* e, mediante delegação expressa, de corpos hídricos de domínio da União, observado o disposto na respectiva legislação, bem como arrecadar e aplicar receitas auferidas pela cobrança;

VIII – exercer a gerência administrativa, orçamentária, financeira e patrimonial do Fundo Estadual de Recursos Hídricos – FERH, sob a supervisão do Conselho Estadual de Recursos Hídricos, devendo seu regulamento ser baixado por Decreto do Chefe do Poder Executivo Estadual;

HIDROGRÁFICAS





- IX definir as condições e operar a infraestrutura hídrica, visando a garantir o uso múltiplo dos recursos hídricos, conforme estabelecido nos planos de recursos hídricos das respectivas bacias hidrográficas;
- X fomentar e apoiar a criação de entidades de usuários de água e comitês de bacias hidrográficas;
- XI desenvolver ações de educação, capacitação e mobilização social, de conformidade com a sua área de abrangência;
- XII elaborar o Relatório Anual sobre a situação dos recursos hídricos do Estado; e
- XIII executar outras atividades correlatas.

Assim, a AESA é a responsável pela aplicação dos três instrumentos previstos na legislação estadual: Outorga de direitos de uso dos recursos hídricos; Cobrança pelo uso dos recursos hídricos; Rateio dos custos das obras de uso múltiplo.

A estrutura do SIGERH-PB e sua articulação com o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos foi apresentada na Atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos, de acordo com a figura a seguir.

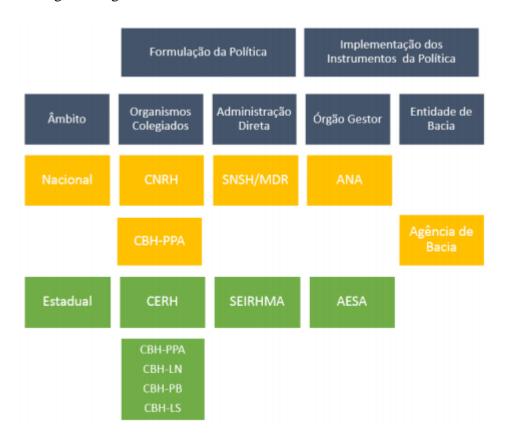


Figura 5.2 - Sistemas nacional e estadual de recursos hídricos

Em relação aos Comitês estaduais, de acordo com a legislação estadual:







Art. 10-B. Compete aos Comitês de Bacia Hidrográfica, no âmbito de sua área de atuação:

I – promover o debate das questões relacionadas a recursos hídricos e articular a atuação das entidades intervenientes;

II – arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos relacionados aos recursos hídricos;

III – aprovar o Plano de Recursos Hídricos da bacia, acompanhar a sua execução e sugerir as providências necessárias ao cumprimento de suas metas;

IV – propor ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos as acumulações, derivações, captações e lançamentos de pouca expressão, para efeito de isenção da obrigatoriedade de outorga de direitos de uso de recursos hídricos, de acordo com os domínios destes;

V – propor os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos, sempre com o propósito de responsabilizar e ampliar o universo de usuários sobre a importância dos mesmos, e sugerir os valores a serem cobrados com base em estudos de viabilidade econômico-financeira sobre o impacto de qualquer cobrança sobre as atividades e a competitividade do agronegócio e da agricultura familiar, assim como sobre a geração de empregos na região.". (Subseção criada pelo Art. 2º da Lei nº 8.446/2007).

Observa-se que o papel primeiro dos Comitês é a discussão dos temas e a articulação das entidades. As ações concretas são definidas no Plano de Recursos Hídricos da bacia, que será operacional a partir da AESA e dos recursos da cobrança, além das ações dos usuários e entidades articuladas.

A **Tabela 5.1** apresenta um resumo do arcabouço legal pertinente à gestão de recursos hídricos na Paraíba.

Tabela 5.1 - Resumo do arcabouço legal pertinente à gestão de recursos hídricosnaParaíba

Legislação Federal				
Dispositivo	Conteúdo			
Lei Federal nº 6.938/1981	Estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, constitui o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), institui o Cadastro de Defesa Ambiental e dá outras providências			
Lei Federal nº 7.661/1988	Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro			
Lei Federal nº 9.433/1997	Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos			
Lei Federal nº 12.334/2010	Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB)			
Decreto Federal nº 5.300/2004	Regulamenta a Lei 7.661/88 que trata do Gerenciamento Costeiro			
Resolução CNRH nº 17/2001	Dispõe que os Planos de Recursos Hídricos serão elaborados em conformidade com o disposto na Lei nº. 9.433, de 1997, observados os critérios gerais estabelecidos na mencionada Resolução			
Resolução CNRH nº 48/2005	Estabelece critérios para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos			
Resolução CNRH nº 91/2008	Dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos			
Resolução CNRH nº 92/2008	Estabelece critérios e procedimentos gerais para proteção e conservação das águas subterrâneas no território brasileiro			
Resolução CNRH nº 145/2012	Estabelece diretrizes para a elaboração de Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas e dá outras providencias			







	Legislação Federal
Dispositivo	Conteúdo
Resolução ANA nº 542/2004	Define usos insignificantes
Resolução CONAMA nº 237/1997	Dispõe sobre o prévio licenciamento ambiental para a localização, construção, instalação, ampliação, modificação e operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras, e de empreendimentos capazes causar degradação ambiental
Pasaluaña CONAMA nº 257/2005	Dispõe sobre o enquadramento de corpos hídricos em classes de uso
Resolução CONAMA nº 357/2005	· · · · · ·
D''4'	Legislação Estadual Conteúdo
Dispositivo	
Lei Estadual nº 6.308/1996	Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, suas diretrizes e dá outras providências
Lei Estadual nº 7.507/2003	Institui o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro do Estado da Paraíba
Lei Estadual nº 7.779/2005	Cria a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA) e dá outras providências
Lei Estadual nº 8.446/2007	Dá nova redação e acrescenta dispositivos à Lei nº 6.308, de 02 de julho de 1996, que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, e determina outras providências.
Decreto Estadual nº 18.378/1996	Dispõe sobre a Estrutura Organizacional Básica do Sistema Integrado de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências.
Decreto Estadual nº 19.258/1997	Regulamenta o controle técnico das obras e serviços de oferta hídrica e dá outras providências
Decreto Estadual nº 19.260/1997	Regulamenta a outorga do direito de uso dos recursos hídricos e dá outras providências
Decreto Estadual nº 27.561/2006	Institui o Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte
Decreto Estadual nº 27.562/2006	Institui o Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul
Decreto Estadual nº 31.215/2010	Regulamenta o Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FERH) e dá outras providências
Decreto Estadual nº 33.613/2012	Regulamenta a cobrança pelo uso da água bruta de domínio do Estado da Paraíba. prevista na Lei n° 6.308, de 02 de julho de 1996 e dá outras providências
Resolução CERH nº 01/2003	Estabelece diretrizes para a formação, instalação e funcionamento de Comitês de Bacias
Resolução CERH nº 02/2003	Estabelece a Divisão Hidrográfica do Estado
Resolução CERH nº 03/2003	Áreas de atuação dos Comitês
Resolução CERH nº 07/2009	Estabelece mecanismos, critérios e valores da cobrança pelo uso da água bruta de domínio do estado da Paraíba, a partir de 2008 e dá outras providências
Resolução CERH nº 08/2010	Estabelece critérios de metas progressivas obrigatórias de melhoria de qualidade de água para fins de outorga para diluição de efluentes em cursos de água de domínio do Estado da Paraíba
Deliberação CBH-LS nº 01/2008	Aprova a implementação da cobrança e determina valores da cobrança pelo uso dos Recursos Hídricos nas bacias hidrográficas do Litoral Sul, a partir de 2008 e dá outras providências
Deliberação CBH-LN nº 01/2008	Aprova a implementação da cobrança e determina valores da cobrança pelo uso dos Recursos Hídricos nas bacias hidrográficas do Litoral Norte, a partir de 2008 e dá outras providências

Por fim, a **Tabela 5.2** apresenta a indicação de páginas que apresentam maiores informações relacionadas aos aspectos institucionais e legais da gestão de recursos hídricos na Paraíba.







Tabela 5.2 - Páginas relacionadas aos aspectos institucionais e legais

Tema	Link		
Banco de Outorgas e Monitoramento da Qualidade da Água (AESA)	http://www.aesa.pb.gov.br:8080/aesa-relatorio/		
Canal de denúncias (AESA)	http://siegrh.aesa.pb.gov.br:8080/aesa-fiscalizacao/		
Sistema de Informações Geográficas de Recursos Hídricos (AESA)	http://siegrh.aesa.pb.gov.br:8080/aesa-sig/		
Sistema de Outorga (AESA)	http://siegrh.aesa.pb.gov.br:8080/aesa- outorga/		
Sistema de Operação de Mananciais (AESA)	http://siegrh.aesa.pb.gov.br:8080/aesa- operacao/		
Enquadramento (AESA)	http://www.aesa.pb.gov.br/aesa- website/documentos/enquadramento/		
Cobrança (AESA)	http://www.aesa.pb.gov.br:8080/aesa- outorga/publico/loginCobranca.xhtml		
Atas reunião CBH-LS	http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/comite-de-bacias/litoral-sul/		
Portal Águas da Paraíba (Comitês de Bacia Hidrográfica do Estado da Paraíba)	http://www.aguasdaparaiba.com.br/links.php		



HIDROGRÁFICAS

21001-ETP4-RP4-S-00-01



O levantamento da infraestrutura hídrica existente nas BHLS buscou identificar as obras existentes e previstas relacionadas à produção e distribuição de água para diferentes usos. As principais obras consideradas foram aquelas que modificam a quantidade e qualidade dos recursos hídricos de forma significativa nas bacias, como barragens, sistemas de abastecimento, canais de transposição e adutoras.

Em relação aos açudes inseridos nas BHLS, o levantamento foi feito a partir de informações da AESA-PB, do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB) e da Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA). Para o levantamento dos sistemas de abastecimento existentes nas BHLS foi consultado o Atlas Água (ANA, 2021).

Ao realizar as pesquisas e de acordo com a Atualização do PERH-PB, foi identificado somente um açude de maior importância na área das BHLS. Esse é o açude Gramame-Mamuaba, que fica localizado no município de Conde. Seu volume de armazenamento máximo é de aproximadamente 56.937.000 m³, sendo considerado como o único reservatório estratégico nas BHLS, por possuir capacidade de armazenamento superior a 10 hm³. Esse açude garante uma vazão regularizada de aproximadamente 2.646,39 L/s associada à garantia de 90%, de acordo com informações da Atualização do PERH-PB (AESA, 2021). Importante salientar que o PERH-PB define como reservatório estratégico aqueles com capacidade de armazenamento superior a 10 hm³ ou então aqueles que possuem ponto de captação para abastecimento público da CAGEPA.

Na **Tabela 6.1** está apresentada a relação cota x área x volume do açude Gramame-Mamuaba, enquanto na Tabela 6.2 são apresentadas as cotas e dimensões do reservatório. O mapa da Figura 6.1 apresenta o resultado do levantamento da infraestrutura hídrica com influência nas BHLS, contemplando o açude identificado, os pontos de captação para abastecimento urbano e o sistema de adutoras.





Tabela 6.1 - Relação cota x área x volume do açude Gramame-Mamuaba

Cota (m)	Área (m²)	Volume (m³)
17	0	0
18	104.049,0	20.000
19	208.098,0	85.000
20	437.859,0	299.000
21	667.620,0	722.000
22	914.124,5	1.442.000
23	1.160.629,0	2.537.000
24	1.657.749,0	4.048.000
25	2.154.869,0	6.122.000
26	2.650.610,5	8.945.000
27	3.146.352,0	11.964.000
28	3.717.510,0	15.454.000
29	4.288.668,0	19.721.000
30	4.931.510,5	23.305.000
31	5.574.353,0	28.646.000
32	6.285.896,0	34.651.000
33	6.997.439,0	41.238.000
34	7.775.214,5	48.492.000
35	8.552.990,0	56.937.000
36	9.271.156,2	65.885.000
37	10.015.815,5	75.764.000

Fonte: AESA

Tabela 6.2 - Dimensões do açude Gramame-Mamuaba

Características da Barragem				
Volume Máximo (m³)	56.937.000			
Comprimento (m)	1605			
Largura (m)	50			
Cota da soleira (m)	35			
Cota mínima (m)	17			
Cota do porão (m)	17			

Fonte: AESA







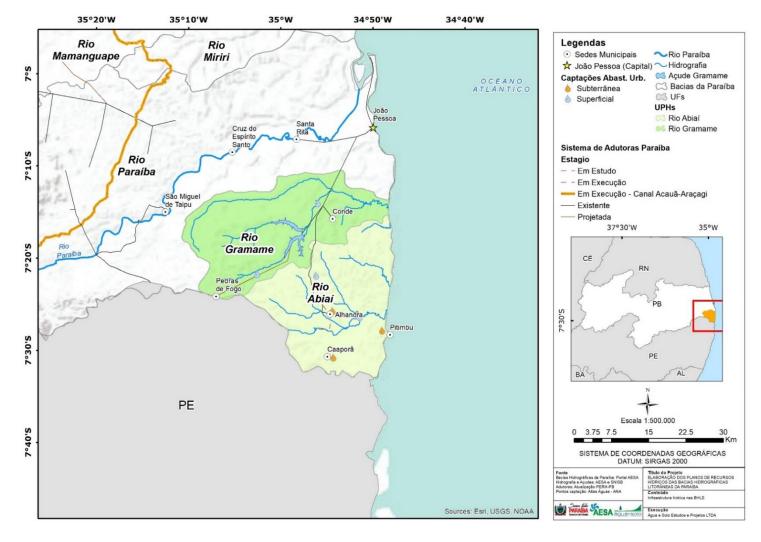


Figura 6.1 - Infraestrutura hídrica nas BHLS. Fonte: Acervo próprio, 2022.







Visando alinhar o desenvolvimento do PBHLS às ações em nível federal relacionadas à segurança hídrica, consultou-se o portfólio de intervenções previstas no Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH). Além disso, também foram verificadas as intervenções previstas no Atlas Águas, as quais complementam o PNSH, porém com enfoque no abastecimento urbano. As intervenções previstas no PNSH para as BHLS são apresentadas na **Tabela 6.3**, enquanto as intervenções previstas no Atlas Águas são apresentada na **Tabela 6.4**. Verifica-se que as intervenções previstas em ambas as fontes têm como objetivo evitar o colapso do Sistema Integrado de Gramame e reforçar o aporte hídrico aos municípios da Região Metropolitana de João Pessoa. Essas intervenções terão influência na Fase B (Cenarização) do PBHLS.

É importante destacar que está em andamento o Projeto de Segurança Hídrica da Paraíba (PSH-PB). O projeto ainda está em fase inicial, elaborando os termos para contratação de serviços. Todavia, seu desenvolvimento será acompanhado para manter o PBHLS atualizado.

Tabela 6.3 - Intervenções previstas no PNSH para as BHLS

Estudo/Projeto/Obra	Código PNSH	Situação atual				
Barragem Cupissura	PB-027	Com Estudo Complementar				
Sistema Adutor Abiaí-Papocas	PB-033	Em Obras				
Fonte: Plano Nacional de Segurança Hídrica, 2019						

Tabela 6.4 - Intervenções previstas no Atlas Águas para as BHLS

Estudo/Projeto/Obra	Código Atlas Águas	Situação atual
<u> </u>		,
Barragem Cupissura	PB-SE-BAR-003	Projeto Executivo a Iniciar
Sistema Adutor Abiaí-Papocas — Nova captação e Adutoras	PB-RM-AAB-008	Em Obras
Ampliação da ETA Gramame e reforço no sistema de distribuição das áreas de influência dos Reservatórios R1,R2, R6 e R11	PB-RM-ETA-004	Em Obras

Fonte: Atlas Águas, 2021

Além disso, é importante destacar que em razão da necessidade de garantir um fornecimento de água ao longo de todo o ano, uma solução historicamente adotada na região foi a construção de reservatórios artificiais, estruturas capazes de armazenar água no período chuvoso e transpor essa disponibilidade para os períodos mais secos. Essas estruturas essencialmente privadas ou comunitárias e geralmente de pequeno porte estão distribuídas ao longo de todas as BHLS. Reservatórios de pequeno porte podem ser definidos como aqueles que servem para assegurar o abastecimento durante a estação seca em um ano hidrológico, sendo pouco útil contra secas prolongadas, tendo assim um caráter intra-anual.

A fim de determinar a área de influência e a distribuição espacial dos pequenos reservatórios distribuídos na área de interesse, utilizou-se uma classificação não-supervisionada das massas d'água na região. O produto utilizado é denominado Dynamic World V1, desenvolvido por





Brown et al. (2022). O produto apresenta uma classificação do uso do solo baseada em um conjunto de imagens do satélite Sentinel-2, o qual apresenta uma resolução espacial de 10 metros. A partir dessa classificação foram estabelecidas as localizações e a área de cobertura dessas massas d'água. Em termos gerais, os reservatórios de pequeno porte apresentam uma área de cobertura de aproximadamente 10,69 km², representando 1,03% da área total das BHLS. A **Figura 6.2** exibe a localização da rede de pequenos reservatórios presentes nas BHLS e a **Tabela 6.5** a área superficial e o número de pequenos reservatórios identificados em cada bacia hidrográfica do Litoral Sul.

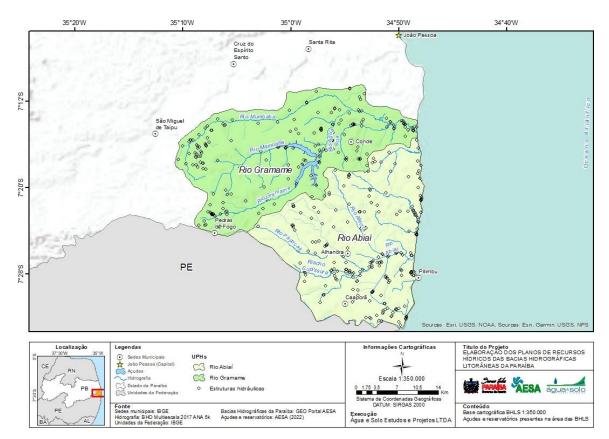


Figura 6.2 - Localização dos pequenos reservatórios presentes nas BHLS.

Tabela 6.5 - Área superficial e número de pequenos reservatórios por bacia hidrográfica.

Bacia Hidrográfica do Rio Gramame						
\acute{A} rea superficial (km²) \acute{A} rea total de cobertura dos reservatórios (km²) \acute{N} ° de reservatórios						
0,00 - 0,01	0,00 - 0,01 0,4					
0,01 - 0,10	0,5	23				
0,10 - 7,56	8,07	4				
	Bacia Hidrográfica do Rio Abiaí					
Área superficial (km²) Área total de cobertura dos reservatórios (km²) N° de reservatórios						
0,00 - 0,01	0,35	214				
0,01 - 0,10	26					
0,10 - 0,22	0,65	4				
Total geral 10,69 448						







Embora se tenha a consciência da numerosa presença de pequenos reservatórios nas regiões de estudo, é um grande desafio para os órgãos responsáveis gerir esses sistemas de recursos hídricos locais. Dentre os fatores que levaram a este cenário, pode-se destacar a pequena capacidade de armazenamento e a existência de uma grande quantidade e ampla distribuição no território, o que dificulta o monitoramento e, consequentemente, a sua gestão. Além disso, não há uma regra de operação conhecida e as estruturas hidráulicas podem ser rudimentares ou inexistentes. Assim, a compreensão da influência destes reservatórios na disponibilidade hídrica da bacia não é possível a partir de modelos hidrológicos que trabalhem na escala de um Plano de Recursos Hídricos, podendo ser proposto um levantamento mais detalhado para UPHs mais críticas ou com maior demanda, desde que levantadas as informações necessárias em campo.







Situação dos recursos hídricos – Águas superficiais e subterrâneas

Disponibilidade hídrica superficial

Para a avaliação da disponibilidade hídrica superficial, foram retomados os resultados do Estudo Hidrológico apresentado no Relatório Parcial 03 (RP3), sendo complementados com a influência do açude Gramame-Mamuaba.

É importante salientar que, na atualização do Estudo Hidrológico, foi identificada a necessidade da geração de pequenas sub-bacias na UPH do rio Abiaí. Estas sub-bacias não contribuem para o rio Abiaí, visto que os corpos hídricos desaguam direto no oceano e, portanto, sua modelagem hidrológica não influenciou a modelagem da bacia do rio Abiaí. Assim, as sub-bacias do domínio da UPH do rio Abiaí são analisadas de forma isolada para fins de modelagem.

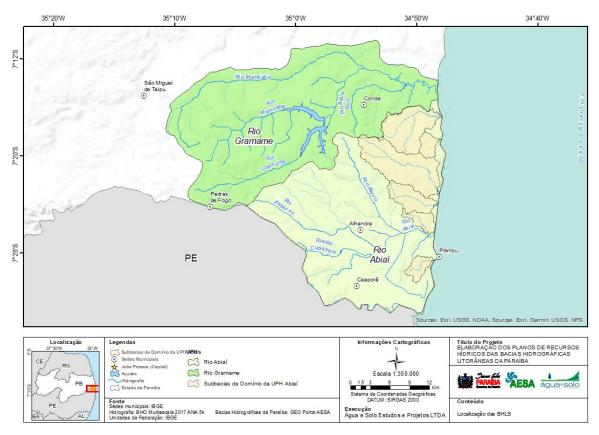


Figura 7.1 - Localização das BHLS e apresentação de seus principais cursos de água.

Bacia hidrográfica do rio Gramame

Os valores das vazões de permanência apresentados na Tabela 7.1 representam a disponibilidade de água superficial em cada sub-bacia da BH do rio Gramame para 80, 90 e 95% do tempo, sendo que as vazões de permanência de 90% que foram utilizadas para a realização do balanço hídrico. As vazões foram obtidas a partir da regionalização dos parâmetros do modelo hidrológico calibrado para a área costeira das Bacias Hidrográficas do



Litoral Sul (BHLS). O período considerado para a elaboração da série histórica de vazões simuladas para essas sub-bacias foi de janeiro de 1994 a dezembro de 2018, período em que muitas estações pluviométricas foram instaladas na região. Ressalta-se também que o único reservatório considerado nas simulações foi o Gramame-Mamuaba, sendo que, para fins de simulação, definiu-se uma condição inicial de armazenamento em que o reservatório se encontra com 50% de sua capacidade total.

Tabela 7.1 - Disponibilidade de água superficial em cada sub-bacia da hidrográfica do rio Gramame

Sub-bacia	Local	Área de drenagem (km²)	$Q_{80}({ m m}^3{ m /s})$	Q ₉₅ (m ³ /s)	$Q_{90}(m^3/s)$	Q _{90 específica} (m ³ /s.km ²)
SBGr1	Alto Gramame	124,49	0,669	0,534	0,612	0,0049
SBGr2	Rio Mamuaba	128,19	0,609	0,427	0,520	0,0041
SBGr3	Rio Mumbaba	168,61	0,466	0,343	0,402	0,0024
SBGr4	Médio Gramame	43,70	0,184	0,138	0,156	0,0036
SBGr5	Riacho Ipiranga	73,01	0,504	0,266	0,397	0,0054
SBGr6	Baixo Gramame	22,19	0,100	0,073	0,084	0,0038
SBGr7	Foz Gramame	11,47	0,051	0,037	0,043	0,0037

Fonte: Resultado das simulações hidrológicas

De maneira geral, a distribuição de água ao longo da bacia se mostrou semelhante, com maiores disponibilidades específicas da Q₉₀ nas bacias SBGr5 (Riacho Ipiranga) e SBGr1 (Alto Gramame). A sub-bacia que demonstrou menor disponibilidade específica de água foi a SBGr3 (Rio Mumbaba).

A **Figura 7.2** exibe de forma espacializada as disponibilidades específicas de água superficial em cada sub-bacia e a **Figura 7.3** apresenta a curva de permanência no exultório da bacia do rio Gramame.







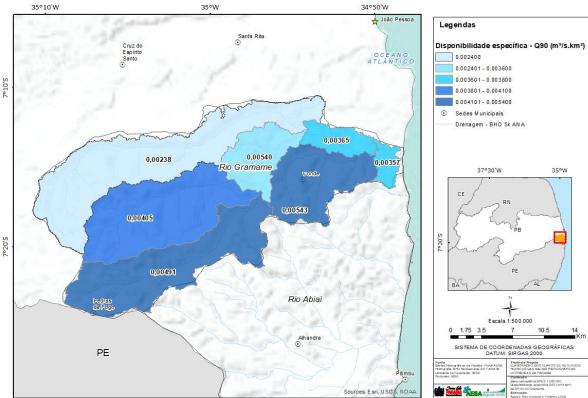


Figura 7.2 - Disponibilidade superficial específica de cada uma das sub-bacias do rio Gramame. Fonte: Acervo próprio, 2022.

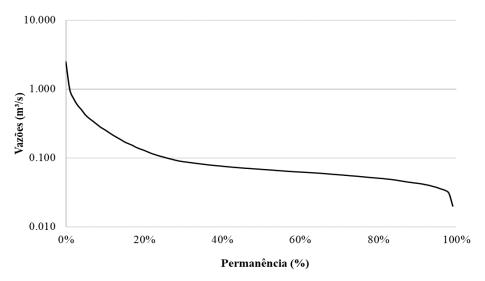


Figura 7.3 - Curva de permanência referente ao exultório da bacia hidrográfica do rio Gramame. Fonte: Resultado das simulações hidrológicas

7.1.2 Bacia hidrográfica do rio Abiaí

De acordo com informações que constam no Capítulo 5.1 do resumo expandido do PERH-PB, as disponibilidades das bacias dos rios Abiaí e Miriri foram estimadas considerando a mesma vazão específica obtida para o rio Gramame, devido à semelhança entre as bacias, possibilitando, assim, a regionalização das vazões. Portanto, as vazões foram obtidas a partir



da regionalização dos parâmetros do modelo hidrológico calibrado para a área costeira das BHLS. O período considerado para a elaboração da série histórica de vazões simuladas para essas sub-bacias foi de janeiro de 1994 a dezembro de 2018, período em que há uma maior quantidade de dados referentes às séries históricas de precipitação. A **Tabela 7.2** apresenta as disponibilidades hídricas para cada uma das sub-bacias do rio Abiaí. Como não há nenhum reservatório estratégico, ou seja, nenhum dos reservatórios dessa bacia possui volume igual ou superior a 10.000 hm³ e também não é fonte de abastecimento público da CAGEPA, nenhuma estrutura dessa natureza foi considerada nas simulações.

Tabela 7.2 - Disponibilidade de água superficial em cada sub-bacia da hidrográfica do rio Abiaí

Sub-bacia	Local	Área de drenagem (km²)	$Q_{80}(m^3/s)$	Q ₉₅ (m ³ /s)	$Q_{90} (m^3/s)$	Q _{90 específica} (m ³ /s.km ²)
SBAb1	Cupissura - PB	99,860	0,221	0,161	0,200	0,0020
SBAb2	Papocas	117,680	0,324	0,271	0,300	0,0025
SBAb3	Aterro	87,745	0,205	0,149	0,181	0,0021
SBAb4	Cupissura	45,421	0,070	0,051	0,063	0,0014
SBAb5	Alhandra	21,559	0,042	0,034	0,038	0,0018
SBAb6	Caaporã	55,551	0,131	0,069	0,114	0,0021
SBAb7	Médio Abiaí	8,948	0,019	0,014	0,018	0,0020
SBAb8	Baixo Abiaí	19,010	0,037	0,028	0,038	0,0020

Fonte: Resultado das simulações hidrológicas

As sub-bacias apresentaram disponibilidade de água superficial específica similar, indicando um balanço homogêneo ao longo da bacia. Contudo, nesse caso, a má distribuição de postos pluviométricos na região pode estar enviesando esse comportamento na simulação hidrológica. A **Figura 7.4** exibe as disponibilidades de água superficial de cada sub-bacia de forma espacializada e a **Figura 7.5** apresenta a curva de permanência referente ao exultório da bacia hidrográfica do rio Abiaí.







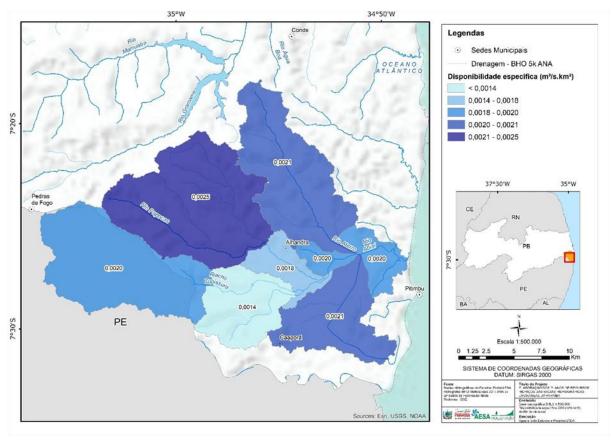


Figura 7.4 - Disponibilidade superficial específica de cada uma das sub-bacias do rio Abiaí. Fonte: Acervo próprio, 2022.

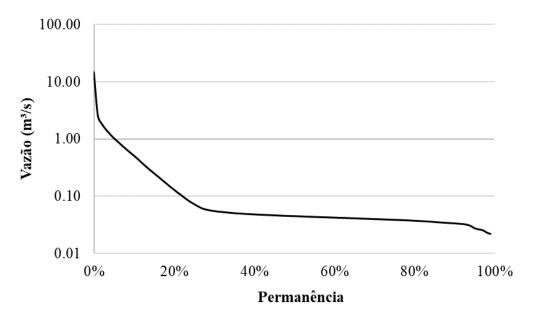


Figura 7.5 - Curva de permanência referente ao exultório da bacia hidrográfica do rio Abiaí. Fonte: Resultado das simulações hidrológicas







7.1.3 Sub-bacias do domínio da UPH do rio Abiaí

A **Tabela 7.3** apresenta os valores das Q₉₀ e Q₉₀ específica para as sub-bacias do domínio da UPH do rio Abiaí. Assim como no caso das bacias do rio Gramame e Abiaí, os valores das vazões de permanência apresentadas pela tabela foram obtidos a partir da regionalização dos parâmetros do modelo hidrológico. O período considerado para a elaboração da série histórica de vazões simuladas para essas foi de janeiro de 1994 a dezembro de 2018, período em que há uma maior quantidade de dados referentes às séries históricas de precipitação.

Tabela 7.3 – Disponibilidades hídricas das sub-bacias do domínio da UPH do rio Abiaí.

Sub-bacia	Área de drenagem (km²)	Q ₉₀ (m ³ /s)	Q90 específica (m³/s.km²)
Rio Guruji	41,22	0,260	0,0063
Centro Norte	8,07	0,057	0,0071
Rio Grau	60,77	0,436	0,0072
Centro Sul	20,56	0,155	0,0075
Sul	9,81	0,075	0,0076
Pitimbu	9,15	0,069	0,0075

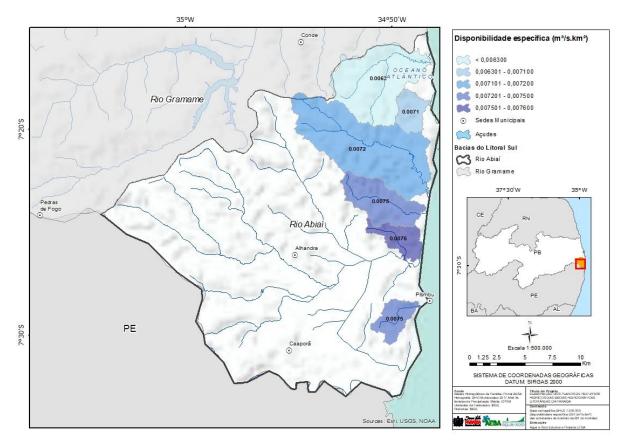


Figura 7.6. Disponibilidade específica média (m³/s.km²) para cada uma das sub-bacias do rio Abiaí.

Nas **Figura 7.7** a **Figura 7.12** estão apresentadas as curvas de permanência referentes à cada uma das sub-bacias do domínio da UPH do rio Abiaí.







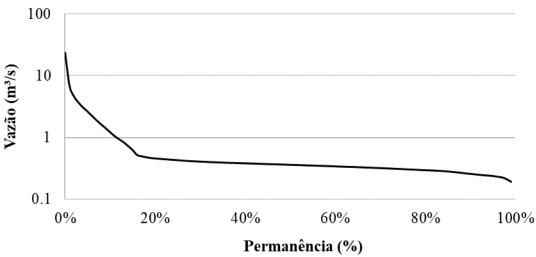


Figura 7.7 - Curva de permanência referente ao exutório da bacia hidrográfica do rio Guruji.

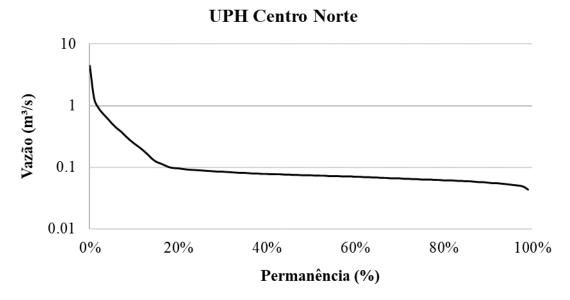


Figura 7.8 - Curva de permanência referente ao exutório da UPH Centro Norte.











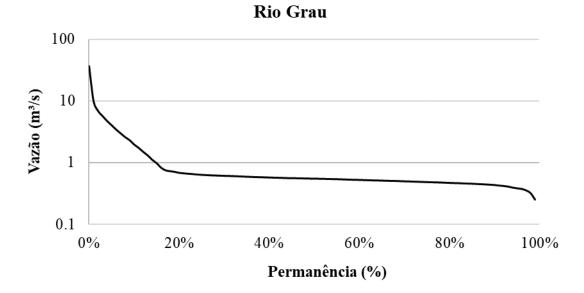


Figura 7.9 - Curva de permanência referente ao exutório da bacia hidrográfica do rio Grau.

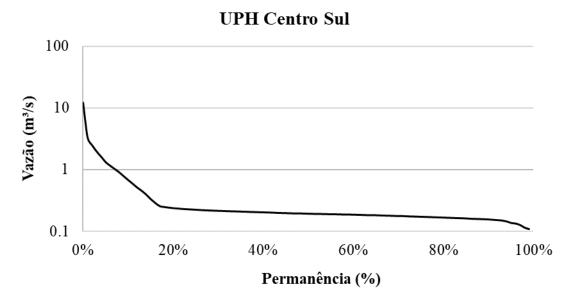


Figura 7.10 - Curva de permanência referente ao exutório da UPH Centro Sul.







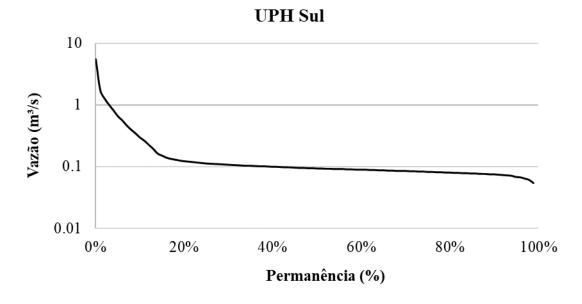


Figura 7.11 - Curva de permanência referente ao exutório da UPH Sul.

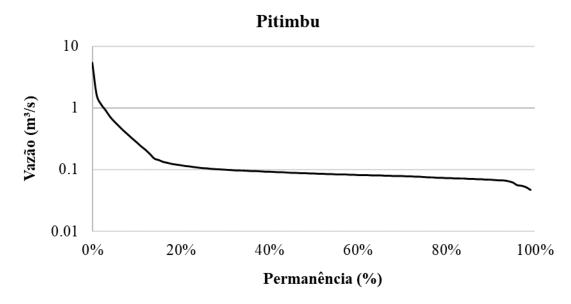


Figura 7.12. Curva de permanência referente ao exutório da bacia do rio Pitimbu

Monitoramento dos açudes e reservatórios pela AESA

No site da AESA-PB é possível acessar os dados referentes ao monitoramento dos açudes e reservatórios presentes no estado da Paraíba. Na área das bacias hidrográficas do Litoral Sul, apenas um açude é monitorado por essa agência, sendo ele, o açude Gramame-Mamuaba que fica localizado no município de Conde.

No site, existem dados mensais referentes ao volume desse reservatório desde agosto de 2012 até o presente (agosto de 2022). Os dados mensais fornecidos são referentes ao último dia de







cada mês. Além disso, também há informações sobre a afluência e a defluência mensal nesse local.

Já os dados diários referentes ao volume dos açudes são possíveis de serem obtidos somente para o último mês, ou seja, somente é possível acessar os dados diários dos últimos 30 dias até o momento presente. Entretanto, nesse caso, existem inconsistências significativas nos dados que impossibilitam uma aplicação mais assertiva no modelo hidrológico com resolução temporal diária. Além disso, ressalta-se a necessidade de expor informações acerca das questões estruturais dos reservatórios e vertedouros, bem como o estabelecimento dos critérios de operação. Por fim, comenta-se que as informações disponíveis são fundamentais e devem ser aprimoradas para que de fato integrem as tomadas de decisão acerca da disponibilidade dos recursos hídricos.

7.2 Disponibilidade hídrica subterrânea

A região das Bacias do Litoral Sul está localizada, a leste, sobre unidades litoestratigráficas da Bacia Sedimentar Paraíba e, a oeste, sobre rochas do embasamento cristalino da Província Borborema. Sobrepostas de maneira descontínua sobre esses distintos tipos litológicos ocorre a Formação Barreiras, e coberturas detríticas diversas, de pouca espessura, que funcionam principalmente como unidades de recarga.

Do ponto de vista hidrogeológico, na bacia sedimentar Paraíba encontram-se reservatórios de águas subterrâneas significativos, os quais são utilizados principalmente para abastecimento humano, enquanto o embasamento cristalino é composto por rochas duras, com baixa capacidade de armazenamento, pouca circulação e produção limitada de água subterrânea. Neste contexto foram estabelecidos para as Bacias do Litoral Sul dois grandes sistemas aquíferos: o Sistema Sedimentar Paraíba e o Sistema Cristalino.

O Sistema Aquífero Paraíba, composto por rochas sedimentares, com destaque para as Formações Beberibe e Barreiras, ocorre nos trechos do médio e baixo curso das bacias do Litoral Sul, próximo ao litoral, em região de clima úmido. O Sistema Aquífero Cristalino engloba as rochas antigas do embasamento cristalino, que afloram ao longo dos vales dos rios Mumbaba, Mamuaba e Gramame, a oeste, no alto curso da bacia do rio Gramame.

Na região do embasamento 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.







Apesar da importância desses mananciais da região litorânea, não se dispõem 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, recomendado ações de monitoramento, fiscalização e controle do uso dessas águas.

7.2.1 Análise de dados cadastrais e produtividade dos poços e dos sistemas aquíferos

A principal base de dados utilizada para caracterização das captações e do uso dos mananciais hídricos subterrâneos nas Bacias do Litoral Sul foi o cadastro de poços do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – SIAGAS, com um total de 305 poços, e o cadastro fornecido pela AESA com 181 poços.

Para fornecer um panorama das possibilidades de utilização das águas subterrâneas na região das bacias, as informações referentes a vazão de estabilização, vazão específica e o nível estático do poço foram espacializadas e agrupadas por unidade administrativa municipal.

Na apresentação dos dados, define-se:

- Vazão de estabilização: é a vazão firme obtida ao final do teste de bombeamento;
- Vazão específica ou capacidade específica: capacidade de produção dos poços em função do rebaixamento produzido: razão entre a vazão (m³/h) e o rebaixamento (m);
- Nível estático: é a profundidade da água no do poço em repouso medida em metros a partir do nível do solo.

A Vazão específica ou capacidade específica (Qs = m3 /h/m) fornece uma ideia do desempenho dos poços e, no seu conjunto, do potencial do sistema aquífero em função do volume extraído







pelos poços em funcionamento. A **Tabela 7.4** exibe os valores mínimos, médios e máximos para os parâmetros supracitados por município.

Tabela 7.4 - Vazões de estabilização mínimas, médias e máximas nos poços das BHLS por município (SIAGAS)

Municípi o	Vazão de estabilizaçã o Mínima (m³/h)	Vazão de estabilizaçã o máximas (m³/h)	Vazão de estabilizaçã o média (m³/h)	Vazões específica s mínimas (m³/h/m)	Vazões específica s máximas (m³/h/m)	Vazão específica s média (m³/h/m)	Númer o de Poços
Alhandra	3,990	6,980	5,485	0,289	0,162	0,226	13
Caaporã	1,800	14,400	6,180	0,072	1,370	0,533	4
Conde	-	-	0,55 *	-	-	1,100 *	60
Cruz do Espírito Santo	1,500	2,5	2,13	-	-	0,120 *	76
João Pessoa	4,960	113,14	38,22	0,320	42,2	6,070	23
Pedras de Fogo	-	-	-	-	-	-	35
Pitimbu	-	-	4,17	-	-	0,107 *	11
Santa Rita	0,380	19,8	6,12	0,363	4,76	1,690	58
São Miguel de Taipu	0,500	3,6	2,05	-	-	-	16

^{*}Medição única.

Estes poços cadastrados encontram-se distribuídos de forma heterogênea no território das bacias, função das demandas locais e das disponibilidades. Alguns municípios se destacam pela concentração de poços, a exemplo de Cruz do Espírito Santo (76), Conde (60) e Santa Rita (58).

Os poços com maior vazão média de estabilização estão situados nos municípios de João Pessoa (38,22 m³/h), com o máximo de 113,14 m³/h, possivelmente por serem poços mais profundos destinados a abastecimento humano e industrial. Estes poços estão situados próximo a região costeira captando água no Sistema aquífero Sedimentar (Formações Beberibe).

Os poços com menores vazões estão concentrados nos municípios de Conde, São Miguel de Taipu e Cruz do Espírito Santo, os dois últimos em áreas do embasamento cristalino.

A Vazão específica, definida como razão entre a vazão e o rebaixamento produzido no poço, fornece uma ideia da produtividade do sistema aquífero, que pode ser classificado conforme apresentado na **Tabela 7.5**.









Tabela 7.5 - Classes de produtividade dos poços (Correa et al., 2016)

Classe de Produtividade	Vazão de Referência (Qesp) m³/h/m
Fraca	< 0,5
Moderada	$0.5 \le Q_{esp} < 3.0$
Elevada	$3.0 \le Q_{esp} < 12.0$
Muito Elevada	≥ 12,0

A partir dos dados observados, conclui-se que a produtividade dos poços da bacia é caracterizada como fraca nos municípios de Alhandra, Cruz do Espírito Santo e Pitimbu, moderada Conde e Santa Rita, e elevada em João Pessoa.

As informações dos poços dos cadastros do SIAGAS, perfazendo um total de 305 poços, foram transportadas para um ambiente SIG, utilizando o registro de coordenadas, o que permitiu correlacionar a sua localização e respectivos dados cadastrais com regiões e atributos físicos da bacia, a exemplo da geologia, determinante na definição e delimitação dos diferentes sistemas aquíferos.

Estes poços foram classificados em função das litologias, dos domínios aquíferos e vazões de produção, dentre outros parâmetros que permitiram o reconhecimento e avaliações específicas sobre as características dessas captações e das águas delas derivadas.

Deve-se destacar que o cadastro de poços do SIAGAS reúne registros de dados dos poços quando da sua perfuração, não havendo informações das condições de uso atual. Assim, é possível que parte destes poços esteja fora de operação ou em regime de utilização distinto da sua capacidade definida pelos testes iniciais de vazão e qualidade.

Apesar da possibilidade de que esses poços não contemplem o universo de captações subterrâneas e que a maioria dos dados se refere à época de perfuração, quando foram feitos os testes hidrodinâmicos e de qualidade, o tratamento estatístico dos dados fornece um panorama das principais características quantitativas e do desempenho destas captações. Essas análises são feitas por sistema aquífero na tentativa de compor um panorama regionalizado das características principais e do que se pode esperar em termos de produção de água.

Os dados cadastrais dos poços indicam que o aquífero sedimentar na região do baixo curso apresenta a maior vazão de retirada, correspondente a 75 % da explotação potencial de águas subterrâneas da bacia. A **Tabela 7.6** apresenta as vazões por sistema aquífero nas Bacias do Litoral Sul.







Tabela 7.6 - Número de poços e vazões produzidas por Sistema Aquífero (SIAGAS)

Sistema Aquífero	Poços Perfurados	Vazão média (m³/h)	Vazão total (m³/dia)	Vazão total (%)
Sistema Paraíba	289	22,83	26.391,5	96,6
Sistema Cristalino	16	14,60	934,4	3,4
Total	305	-	27.325,88	100

A vazão total dada em m³/dia foi estimada considerando um bombeamento diário médio de 4 horas, e se presta, principalmente, para uma avaliação relativa entre Sistemas Aquíferos, desde quando não se conhece a situação atual dos poços, os equipamentos instalados e o regime efetivo de exploração.

A partir da espacialização dos dados dos poços produtivos, constatou-se que 94,8 % foram perfurados no Sistema Aquífero Sedimentar Paraíba, na porção média e inferior da bacia do rio Gramame e na bacia do rio Abiaí, em áreas mais populosas e de maior demanda, sobretudo no entorno da cidade de João Pessoa, onde as águas são captadas inclusive para abastecimento industrial.

O restante dos poços (5,2%) foi perfurado no terço superior da bacia do rio Gramame, em rochas fraturadas do embasamento cristalino. A **Tabela 7.7** apresenta a produtividades dos poços por sistema aquífero.

Tabela 7.7 - Vazões de estabilização mínimas, médias e máximas nos poços das BHLS por Sistema Aquífero

(SIAGAS)							
Sistema Aquífero	Vazão de estabiliza ção Mínima (m³/h)	Vazão de estabiliza ção máximas (m³/h)	Vazão de estabiliza ção média (m³/h)	Vazões específica s mínimas (m³/h/m)	Vazões específica s máximas (m³/h/m)	Vazão específica s média (m³/h/m)	Número de Poços
Sistema Paraíba	0,55	368	22,83	0,04	42,20	2,49	289
Sistema Cristalino	1,40	52	14,60	0,08	2,08	0,77	16

De acordo com as informações de produtividade dos poços e de vazões específicas, pode-se constar que o aquífero granular associado a Bacia Sedimentar Paraíba apresenta, em média, poços com produtividade moderada, embora localmente seja registrados poços de produtividade muito elevada, apresentado vazões de até 100 m³/h (excepcionalmente o poço tipo amazonas apresentou vazão de 368 m³/h). Por outro lado, o sistema aquífero associado ao embasamento cristalino apresenta, em média, baixa produção de água subterrânea, justificada pela baixa capacidade de armazenamento.







A **Figura 7.13** apresenta a distribuição espacial dos dados de capacidade específica (produtividade) dos poços no território das Bacias do Litoral Sul.







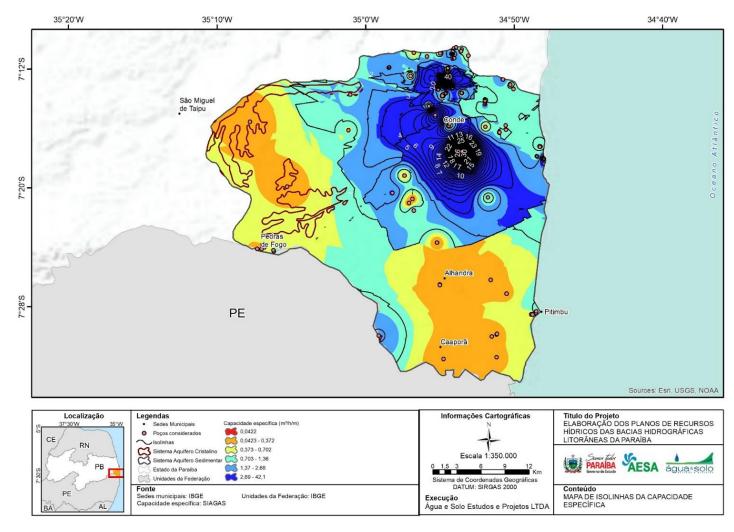


Figura 7.13 - Capacidade específica dos poços das BHLS. Fonte: Acervo próprio, 2022.









A Tabela 7.8 exibe a profundidade do nível da água dentro do poço, quando este está em condição de repouso. Os poços com N.A. médio mais profundos estão localizados nos municípios de Caaporã e Alhandra, enquanto os mais rasos ficam nos municípios de Cruz do Espírito Santo e Pedras de Fogo.

Tabela 7.8 - Níveis estáticos mínimos, médios e máximos dos poços das BHLS (SIAGAS).

Município	Nível mínimo (m)	Nível máximo (m)	Nível médio (m)	Número de Poços
Alhandra	2,00	60,00	27,59	55
Caaporã	20,00	37,00	28,50	2
Conde	0,51	85,00	19,77	110
Cruz do Espírito Santo	8,00	8,00	8,00	1
João Pessoa	0,60	45,00	22,88	43
Pedras de Fogo	3,00	70,00	10,90	53
Pitimbu	4,00	55,00	22,93	29
Santa Rita	3,75	41,00	16,16	12

Agrupando esses dados de nível estático por sistema aquífero temos os valores apresentados conforme Tabela 7.9.

Tabela 7.9 - . Níveis estáticos mínimos, médios e máximos dos poços das BHLS por sistema aquífero

Sistema Aquífero	Nível mínimo (m)	Nível máximo (m)	Nível médio (m)	Número de Poços
Sistema Paraíba	0,51	85,00	20,52	289
Sistema Cristalino	5,00	19,00	9,52	16

O sistema aquífero cristalino apresenta um nível estático médio de 9,52 metros enquanto no aquífero sedimentar o nível é de 20,52 metros.

No aquífero sedimentar a profundidade média é de 85,2 metros com 85 poços (33%) apresentando profundidade superior a 100 metros e 19 poços com profundidade superior a 200 metros. O poço mais profundo registrado no aquífero sedimentar atingiu a profundidade de 392 metros, no município de Pitimbu.

Os poços do Sistema Aquífero Cristalino apresentam profundidade média de em torno de 54,0 metros e apenas 02 poços (13%) apresentam profundidade superior a 60 metros. Em aquíferos cristalinos a pressão litostática a profundidades superiores a 60 metros promove o fechamento das fendas e fraturas da rocha, sendo pouco comum a presença de água além desta profundidade, exceto em estruturas de falhas regionais.



7.2.2 Reservas e Disponibilidade

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.

As reservas hídricas dos sistemas aquíferos são divididas em reservas permanentes e reservas renováveis. Em sistemas aquíferos livres, as reservas permanentes ou seculares correspondem ao volume de água armazenado abaixo do nível inferior da variação anual do freático, enquanto as reservas renováveis ou reguladoras correspondem ao volume de água armazenada acima do nível freático mínimo.

A variação do nível do freático ao longo do tempo é causada pela infiltração (recarga) de uma parcela da precipitação pluviométrica que incide sobre uma bacia hidrográfica, infiltra no solo e efetivamente chega aos aquíferos. Ao longo do ano hidrológico, parte desta recarga é restituída aos rios na forma de escoamento de base.

Assim, de forma genérica, a reserva renovável corresponde ao escoamento de base dos rios, ou seja, à contribuição do aquífero para os rios ao longo de um ano hidrológico. Segundo (ANA, 2007) o valor de escoamento básico de um rio pode ser considerado como o valor de recarga dos aquíferos de uma determinada bacia.

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.

Estudos pretéritos já abordaram a disponibilidade hídrica subterrânea abrangendo a região das Bacias do Litoral Sul.

O Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH, 2019) considera a existência de dois Sistemas Aquíferos para essa região das Bacias do Litoral Sul. O Sistema Aquífero Cristalino,





predominante na região mais a oeste, relacionado às rochas antigas do embasamento, e o Sistema Aquífero Paraíba-Pernambuco, na região litorânea, tendo como arcabouço as formações que compõem a bacia sedimentar Paraíba-Pernambuco.

Para o Aquífero Paraíba-Pernambuco os estudos do PERH (2019) definiram dois subsistemas: um sistema livre relacionado a sedimentos da Formação Barreiras e sedimentos arenosos recentes (aluviões, dunas e sedimentos de praia), podendo englobar também níveis superiores da Formação Gramame (calcários) e da Formação Beberibe (arenitos calcíferos); e outro sistema confinado, relacionado aos arenitos quartzosos e/ou calcíferos da Formação Beberibe/Itamaracá, cujas unidades confinantes podem ser a Formação Gramame (margas), níveis argilosos da base da Formação Barreiras ou argilas e folhelhos que ocorrem no topo de própria Formação Beberibe (Formação Itamaracá).

No cálculo das estimativas de disponibilidade hídrica subterrânea o PERH (2019) manteve os valores definidos pelo PERH (2006) calculado por sub-bacia hidrográfica conforme Tabela 7.10, justificando que não houve atualização da rede de monitoramento desde aquele período, ressaltando também a escassez de dados.

Tabela 7.10 - Valores de potencialidade e disponibilidade das águas subterrâneas (PERH, 2019/2006)

Sub-bacia	Potencial Subto (hm³/anc		Reserva Subterrânea	Sistema
	Subterrâneo	Ativado	Explorável (hm³/ano)	Aquífero
Rio Gramame	106,85	89,66	Não Exploráveis	Paraíba
Rio Abiaí	61,51	2,42	Não Exploráveis	Paraíba

O potencial subterrâneo foi calculado a partir das vazões de base dos rios que compõem a bacia hidrográfica instalada sobre os sistemas aquíferos responsáveis pelo escoamento de base. Já o Potencial Ativado expressa a capacidade máxima de exploração instalada, correspondente ao somatório das vazões de descarga anual feita pelos poços em operação em regime de bombeamento de 12 horas, durante todo o ano.

O Estudo de Caracterização e Verificação da Disponibilidade Hídrica da Vertente Litorânea do Estado da Paraíba (Costa et al, 2007), abrangendo apenas os aquíferos sedimentares da região costeira, concluiu pela baixa disponibilidade desses mananciais.

Avaliando a Potencialidade da exploração de água subterrânea na região da Bacia Paraíba a partir do escoamento de base dos rios, Costa et al (2007) encontrou o valor de 678,48 x 10⁶







m³/ano. Adicionalmente, utilizando uma taxa de infiltração efetiva de 15% do total precipitado sobre as zonas de recarga, encontrou o valor de 765 x 10⁶ m³/ano, o que perfaz uma diferença de 12,8% entre os dois métodos. Sendo conservador e admitindo uma margem de segurança, concluiu por um potencial estimado de 650 x 10⁶ m³/ano.

Deste valor, ainda segundo o autor, o percentual de 60% constitui a parcela disponível para uso preservando-se o retorno de parte da vazão de base para atendimento da vazão ecológica dos mananciais superficiais. Assim, com base no valor da reserva reguladora de 650 x 10⁶ m³/ano, a disponibilidade efetiva estimada seria de 390 x 10⁶ m³/ano ou 12,37 m³/s.

Costa et al (2007) estimou também as reservas permanentes do sistema semiconfinado utilizando dados de estudos geofísicos e dos poços que penetraram completamente o sistema aquífero, atingindo o embasamento cristalino. Essas estimativas levaram em consideração a geometria do aquífero, a qual foi compartimentada em blocos estruturais em função de condicionantes geológicos. Adotando dados de porosidade eficaz de 10%, coeficiente de armazenamento $(2x10^4)$ e carga hidráulica de 10 metros, chegou a um volume de $81,9 \times 10^9$ m³.

Costa et al (2007) considera ainda uma a disponibilidade instalada corresponde à descarga anual explorada pelos poços em operação existentes na bacia, em regime de bombeamento de 24/24 horas, e uma disponibilidade efetiva que corresponde àquela descarga anual efetivamente bombeada, conforme seja o regime de bombeamento praticado. Entretanto, a definição desses valores fica prejudicada em função da falta de um cadastro atualizado e da situação funcional dos mesmos.

7.2.3 Estimativa da Disponibilidade Hídrica

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.

Essa metodologia foi proposta por Costa (1998) para áreas da região Nordeste onde não se dispõe de dados suficientes e atualizados, e vem sendo utilizada em diversos estudos de âmbito regional.







As taxas de infiltração variam em função do tipo de solo, da topografia, dos índices de precipitação e intensidade das chuvas, do clima e da vegetação, dentre outros fatores que condicionam o movimento da água no solo, tanto superficial quanto subterrâneo.

Parte da água infiltrada no terreno retorna à superfície por efeito da evapotranspiração e parte se desloca para baixo, alcançando a zona saturada, onde se incorporam às reservas hídricas subterrâneas. Essa água infiltrada pode se deslocar lateralmente em direção à rede de drenagem, retornando à superfície como descarga de base dos mananciais hídricos superficiais.

Segundo Costa (2007) as taxas de infiltração efetiva para o sistema aquífero Paraíba têm estimativas que variam entre 10% e 30%, conforme cálculos apresentados no Relatório SUDENE/CONESP-OESA (1975). Ainda segundo Costa (2007) uma taxa de recarga variando entre 11% e 15% para o sistema aquífero Pernambuco-Paraíba é perfeitamente factível.

O Plano Diretor da Bacia do Rio Gramame (2000), conferiu à taxa um valor médio de 15%, aventando a hipótese de que ela pode variar entre os limites de 10% a 30% (Costa et al, 2007).

Na região da Bacia Paraíba Costa et al (2007) estimou a Reserva Renovável a partir do escoamento de base dos rios medido na rede hidrométrica local, como também estimou essas mesmas reservas a partir da infiltração de águas pluviais, adotando um percentual de 15% de infiltração efetiva, concluindo que ambas apresentam resultados aproximados com diferença em torno de 12.8%.

Para terrenos cristalinos com manto de intemperismo a Ana (2007) adota como valor de referência um percentual de infiltração efetiva de 4% do valor da precipitação.

Neste estudo as Reservas Reguladoras foram estimadas a partir da seguinte equação:

Reserva reguladora = $A \times P \times I \text{ (m}^3/\text{ano)}.$

Onde:

A =Área de recarga do aquífero (m^2);

P = Precipitação pluviométrica média anual na área de recarga (mm/ano);

I = Taxa efetiva de infiltração (taxa de recarga).

Foi adotada uma taxa de infiltração efetiva de 15% para o aquífero sedimentar e uma taxa de 4 % para o aquífero cristalino.

Este valor de disponibilidade hídrica estimado a partir da reserva renovável é conservador e está baseada no conceito de sustentabilidade do sistema, uma vez que não atinge as reservas









permanentes, caracterizando uma explotação passível de ser reposta ao longo de um período anual, ou plurianual quando considerados ciclos hidrológicos mais longos nos cálculos dos índices médios de precipitação.

Assim, em termos de disponibilidade, não se pode utilizar toda a reserva reguladora do sistema aquífero, tendo em vista a necessidade de manutenção das descargas de base para os mananciais superficiais.

Neste sentido, 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.

Estudos da ANA (2007) adotam como regra geral que as reservas explotáveis de um aquífero correspondem a 20% das reservas reguladoras, destacando que se trata de um valor conservador com intuito de preservar a restituição de vazões ecológicas aos mananciais superficiais.

Costa et al (2007) calculando as vazões de base mínimas para atendimento de demandas ecológicas nos períodos de estiagem adotou um valor de 60% para o percentual da reserva reguladora disponível para explotação.

Para as Bacias do Litoral Sul foi adotado como parcela passível de utilização o percentual de 60% das reservas renováveis estimadas.

A Tabela 7.11 apresenta os valores de Reserva Renovável e Disponibilidade Explotável por sistema aquífero nas Bacias do Litoral Sul.

Tabela 7.11 - Valores de Reserva Renovável e Disponibilidade das águas subterrâneas

Sub-bacia	Área de Recarga (Km²)		Reserva Reguladora (m³/ano)		Disponibili	idade (m³/ano)
	Cristalino	Sedimentar	Cristalino	Sedimentar	Cristalino	Sedimentar
Rio Gramame	74,70	514,90	$3,17 \times 10^6$	122,57 x 10 ⁶	1,90 x 10 ⁶	$73,54 \times 10^6$
Rio Abiaí	0,20	585,30	$8,50 \times 10^3$	139,33 x 10 ⁶	$5,10 \times 10^3$	$83,60 \times 10^6$
Total	74,90	1.100,20	3,18 x 10 ⁶	261,90 x 10 ⁶	1,91 x 10 ⁶	157,14 x 10 ⁶

A área de recarga de cada unidade aquífera foi obtida a partir do mapa hidrogeológico elaborado para este estudo, o qual mostra a delimitação dos sistemas aquíferos baseado na litologia.

A precipitação foi calculada a partir dos dados dos postos pluviométricos e sintetizadas como precipitação média anual.







A avaliação quantitativa das reservas de águas subterrâneas e da disponibilidade são dificultadas pela precariedade de dados e pela falta de programas sistemáticos de monitoramento dirigido a essa finalidade.

Assim, os valores apresentados neste estudo são estimativos, sendo necessário ampliar o conhecimento da bacia a partir de estudos específicos sobre mananciais hídricos subterrâneos, sobre a interação entres recursos hídricos superficiais e subterrâneos, bem como atividades de controle e monitoramento do uso desses mananciais.

7.3 Demandas hídricas

Para avaliar as 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.

Considerando que a outorga não apresenta um grau de cobertura suficiente para essa avaliação, o uso de indicadores sobre dados de população, de rebanhos, de áreas irrigadas e da produção industrial podem ser utilizados.

A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico vem desenvolvendo uma série de estudos sobre consumo de água no Brasil, apresentando indicadores que permitem estimar as retiradas e os consumos de água.

No Plano Estadual de Recursos Hídricos foram utilizados os coeficientes do Plano de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste do Brasil — PLIRHINE, que foi um estudo desenvolvido pela SUDENE e publicado em 1980.

Já na revisão do Plano, foram utilizadas duas referências da ANA: Água na Indústria: Uso e Coeficientes Técnicos (2017) e Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil (2019).

Para avaliar as demandas das bacias do Litoral Sul, foram levantados os dados necessários para aplicação das referências da ANA, tal como estavam na revisão do Plano Estadual, mantendo uma coerência para os diferentes instrumentos de planejamento.

Além disso, foi consultado o portal do SNIRH – Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos, mantido pela ANA. Assim, foram obtidas três bases de informações: cálculo com dados levantados e coeficientes da ANA, revisão do Plano Estadual e dados retirados do SNIRH.

Os dados mais difíceis de serem encontrados são os referentes à indústria, já que os índices utilizados dependem do tipo de indústria e do número de funcionários. Para realizar os cálculos,







foram utilizados os dados do portal de licenciamento ambiental. Foram levantadas as licenças para a atividade industrial e estimado o número de funcionários pelo porte de empreendimento. Para as atividades CNAE que não possuíam índices de consumo, foram utilizados os tipos mais similares.

Esse procedimento, no entanto, gerou discrepâncias significativas com os valores constantes na revisão do Plano Estadual.

Da mesma forma, os dados censitários sobre irrigação não guardaram coerência com a revisão do Plano Estadual, nem com o SNIRH.

Assim, abandonou-se a proposta inicial de cálculo e fez-se a comparação entre o Plano revisado e o SNIRH. Verificou-se que as diferenças entre as duas bases mostram valores menores para o consumo industrial na revisão do Plano do que no SNIRH. Como relatado, a indústria teve uma redução da atividade, o que poderia explicar esse menor valor. Comparando os valores municipais, três dos sete municípios têm valores maiores pelo SNIRH em comparação com a revisão do Plano Estadual.

Considerando essas discrepâncias e a existência de projeções de demanda para o período até 2040, decidiu-se adotar os dados do SNIRH para definir a demanda do plano.

O SNIRH apresenta os dados na forma de gráfico com a porcentagens de cada uso e o uso total, em m³/s. Para o estado da Paraíba no corrente ano de 2022, a retirada total é 23,29 m³/s e o consumo total é 15,39 m³/s. A irrigação é o uso mais significativo, com 63,2% do consumo.







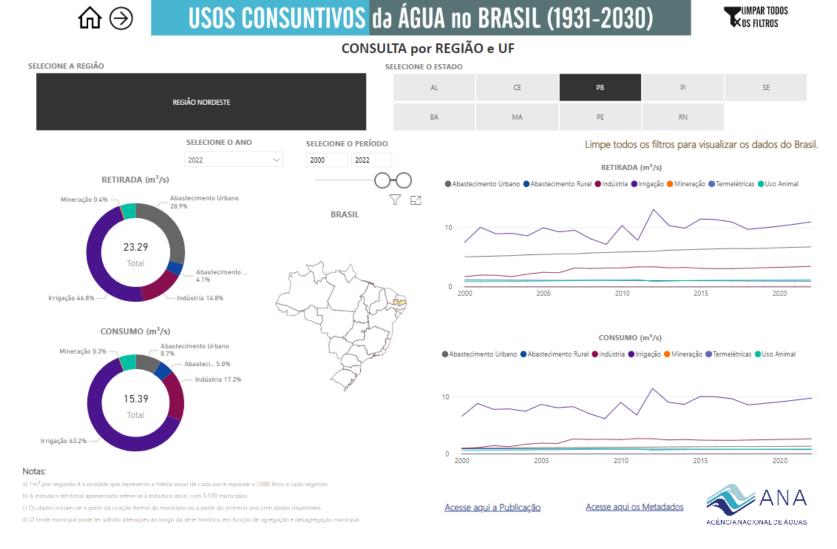


Figura 7.14 - Consumo de água em 2022 segundo o Portal do SNIRH.







Os valores foram levantados para todos os municípios 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. A BD Usos foi lançada recentemente, em 2019.





*Dados mais detalhados sobre Evaporação Líquida vão de 2001 a 2019



Figura 7.15 - Usos setoriais da água - retirada méda anual.







Com os dados capturados por município, foram geradas as tabelas a seguir.

Tabela 7.12 - Participação de cada uso de água na retirada total de água (SNIRH, ano de referência 2022)

Município	Abast. Urbano	Abast. Rural	Indústria transformação	Mineração	Agricultura irrigada	Dessedentação Animal
Alhandra	24,40%	5,40%	9,70%	0,00%	58,80%	1,80%
Caaporã	9,60%	0,41%	70,30%	0,20%	19,30%	0,20%
Conde	47,70%	7,20%	3,60%	0,00%	39,20%	2,18%
João Pessoa	91,60%	0,20%	7,70%	0,00%	0,00%	0,00%
Pedras de Fogo	9,80%	2,20%	56,90%	0,30%	29,70%	1,20%
Pitimbu	36,50%	7,50%	7,60%	6,70%	41,30%	0,50%
Santa Rita	14,80%	1,60%	57,00%	0,00%	26,30%	0,30%

Tabela 7.13 - Valores de retirada de água, em litros por segundo

Município	Abast. Urbano	Abast. Rural	Indústria transform.	Mineração	Agric. irrigada	Dessed. animal	Total
Alhandra	31,72	7,02	12,61	-	76,44	2,34	130,13
Caaporã	59,52	2,54	435,86	1,24	119,66	1,24	620,06
Conde	57,24	8,64	4,32	-	47,04	2,62	119,86
João Pessoa	2.015,20	4,40	169,40	-	-	-	2.189,00
Pedras de Fogo	47,04	10,56	273,12	1,44	142,56	5,76	480,48
Pitimbu	45,63	9,38	9,50	8,38	51,63	0,63	125,13
Santa Rita	207,20	22,40	798,00	-	368,20	4,20	1.400,00

A partir destas tabelas foi possível calcular as retiradas e os consumos de água nos municípios das BHLS. Foi acrescentado o uso da aquicultura com os dados constantes na revisão do Plano Estadual, já que esse uso não consta do Portal do SNIRH.

Inicialmente, destaca-se que os usos mais importantes nos municípios analisados são o consumo humano e a indústria de transformação, que somam cerca de 82% do total. O uso da agricultura irrigada ocupa uma posição intermediária, enquanto os demais usos ficam abaixo de 2%.

Tabela 7.14 Heas totais

	Abast. Urbano	Abast. Rural	Indústria transform.	Minera ção	Agricultura irrigada	Dessedentação Animal	Aquicul tura	Total
Consumo Total (l/s)	493	13	1.476	11	644	13	16	2.667
Participação	18,48%	0,49%	55,36%	0,41%	24,16%	0,50%	0,60%	
Retirada total (l/s)	2.464	65	1.703	11	806	17	16	5.081
Participação	48,49%	1,28%	33,52%	0,22%	15,85%	0,33%	0,31%	100,0 0%







Os usos de água considerados rurais (abastecimento rural, mineração, agricultura irrigada, dessedentação animal e aquicultura) foram ponderados pela área ocupada pelo município na bacia. Os usos considerados *urbanos* foram o abastecimento urbano e a indústria.

Tabela 7.15 - Usos por município

	Retirada (l/s)		Consu	mo ((l/s)
Município	Abiaí	Gramame	Abiaí	Gramame
Alhandra	99,88	30,25	58,99	22,72
Caaporã	622,54	-	490,82	-
Conde	28,13	91,70	20,00	36,62
Pedras de Fogo	37,84	425,44	28,84	326,46
Pitimbu	124,90	-	69,24	-
João Pessoa	-	1,28	-	0,37
Santa Rita	-	57,96	-	44,81
Total	913,28	606,64	667,89	430,98

Observa-se que os municípios de Caaporã (45%) e Pedras de Fogo (32%) são dos que apresentam os maiores consumos de água. Juntos, representam quase 77% do consumo total.

Analisando a relação entre consumo e retirada, verifica-se que as duas bacias têm comportamento muito semelhante, com um consumo médio de 72% da retirada.

Na comparação entre as bacias, a do Abiaí é a de maior expressão, com 61% da vazão de consumo das BHLS.

Tabela 7.16 - Comparação entre bacias

Índice	Abiaí	Gramame	Média
Consumo/retirada	73%	71%	72%
Sobre o consumo da BHLS	61%	39%	100%

Os usos da água na bacia do rio Abiaí mostram o predomínio da indústria de transformação (59%), sendo a agricultura irrigada (33%) o segundo uso mais importante, mostrando o perfil mais urbano da bacia.

Tabela 7.17 - Usos da bacia do rio Abiaí

Uso da água	Abast. Urbano	Abast. Rural	Ind. transf.	Minera ção	Agric. irrigada	Dessed. Animal	Aquicult ura	Total
Consum o (l/s)	27,37	4,62	397,06	9,92	221,27	4,80	2,85	667,8 9
Participa ção	4,1%	0,7%	59,4%	1,5%	33,1%	0,7%	0,4%	100,0 %

Para a bacia do Gramame o uso industrial é o predominante, com cerca de 90% da vazão de consumo estimada, seguida do abastecimento urbano, sendo os usos rurais de baixa expressão.







Tabela 7.18 - Usos da bacia do rio Gramame

Uso da água	Abast. Urbano	Abast. Rural	Ind. transf.	Minera ção	Agric. irrigada	Dessed. Animal	Aquicult ura	Total	
Consum o (l/s)	20,856	3,641	240,540	0,946	0,946	0,946	0,946	268,8 20	
Participa ção	7,8%	1,4%	89,5%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	100%	

7.4 Usos múltiplos e conflitos existentes

Para auxiliar a compreender os usos da água existentes nas BHLS, foi consultado o banco de outorgas da AESA e consideradas as orientações recebidas dos membros do CBH-LS e GET. Já para a discussão quanto aos conflitos existentes, foi consultado um estudo da UFPB e o canal de denúncias da AESA, além dos conflitos identificados durante o reconhecimento de campo e a elaboração de um formulário de participação pública.

7.4.1 Usos da água identificados no banco de outorgas

A **Figura 7.16** apresenta a espacialização dos usos da água identificados nas bacias, de acordo com a finalidade dos cadastros apresentadas no banco de outorgas da AESA. Além disso, a foz do Rio Gramame e a foz do Rio Abiaí são conhecidas por atividades de turismo, destacando-se a Praia da Barra do Gramame e a Praia da Barra do Abiaí.

O banco de outorgas considerado contemplou as informações registradas até 31/01/2022, considerando as outorgas que estavam cadastradas como "vigente" e também as cadastradas como "vencidas". Tratando-se da água superficial, verifica-se que o uso para irrigação predomina na UPH do Rio Abiaí com 92,3% das outorgas. Na UPH do Rio Gramame, o uso para irrigação também predomina, com 77,2% das outorgas, seguido do uso industrial (8,7%) e do uso para lançamento de efluentes (7,5%). Já para as águas subterrâneas, na UPH do Rio Abiaí predomina o uso para abastecimento público (47,5%), seguido do uso industrial (27,12%) e do abastecimento rural (14,1%). Na UPH do Rio Gramame, o uso industrial predomina com 49,0% das outorgas, seguido do uso para abastecimento público (34,4%).







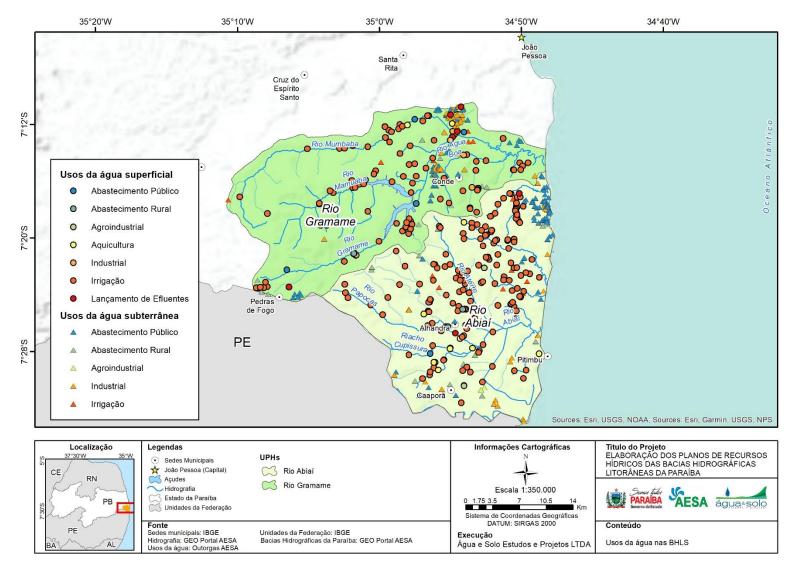


Figura 7.16 - Usos da água nas BHLS. Fonte: Acervo próprio, 2022.





7.4.2 Conflitos pelo uso da água

A seguir são discutidas as fontes consultadas para discussão sobre os conflitos pelo uso da água.

7.4.2.1 Proposta para o diagnóstico ambiental das Bacias do Gramame e do Abiaí, Litoral Sul da Paraíba.

A "Proposta para o Diagnóstico Ambiental das Bacias do Gramame e do Abiaí, Litoral Sul da Paraíba" (UFPB, 2018) é um documento que apresenta uma base de dados bastante completa sobre os principais problemas que interferem na qualidade das águas das bacias hidrográficas dos Litoral Sul.

O documento aborda três subprojetos de estudo, sendo eles: Estudo de Uso e Ocupação do Solo; Caracterização Física e Química da Água e do Sedimento; Fitoplâncton no reservatório do Gramame-Mamuaba com ênfase nas cianobactérias e detecção de cianotoxinas e agrotóxicos em peixes.

Em relação ao "Estudo de Uso e Ocupação do Solo", o trabalho desenvolvido mostra que as bacias do Rio Gramame e Rio Abiaí estão submetidas a uma forte pressão antrópica, tendo a maioria das regiões ocupadas por culturas e cana-de-açúcar, enquanto a vegetação nativa representa uma área pequena nas duas bacias. O principal problema evidenciado pelo estudo do uso e ocupação do solo foram as APPs degradadas, uma vez que existem descontinuidade das matas ciliares ao longo dos rios e nas cabeceiras dos mesmos, o que configura o descumprimento do Código Florestal.

No subprojeto "Caracterização Física e Química da Água e do Sedimento", a análise do Índice de Qualidade da Água (IQA) evidenciou a influência negativa da liberação de efluentes das indústrias no curso do Rio Gramame, através do aporte advindo do riacho Mussuré, que recebe efluentes da zona industrial de João Pessoa. O IQA é diretamente afetado nas regiões a jusante do local onde ocorre liberação de efluente industrial. A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), que pode ser atribuída a presença de matéria orgânica de esgotos industriais na água, foi o parâmetro mais afetado por esse ocorrido. Tal problemática configura um conflito pelo uso da água, visto que usos a jusante dos lançamentos podem ser impactados pela alteração da qualidade da água.

Tratando-se do subprojeto "Fitoplâncton no reservatório do Gramame-Mamuaba com ênfase nas cianobactérias e detecção de cianotoxinas e agrotóxicos em peixes", foram analisadas as espécies de fitoplanctons presentes no reservatório Gramame-Mamuaba, revelando a presença





dominante de cianobactérias, com inúmeras espécies potencialmente toxigênicas em densidades elevadas. A proliferação dessas espécies pode estar associada a diversas problemáticas ambientais. As atividades agrícolas desenvolvidas na região contribuem com o aumento das entradas de nutrientes no reservatório, em função do uso de fertilizantes químicos, podendo aumentar os níveis de eutrofização do sistema. Adicionalmente, cultivos de peixe desenvolvido diretamente no reservatório e a prática da agricultura familiar em suas margens contribuem para a degradação do reservatório.

7.4.2.2 Canal de Denúncias AESA

A AESA disponibiliza em seu site um canal para cadastro de denúncias anônimas sobre o uso irregular da água no estado da Paraíba. No site estão disponíveis 194 denúncias do período de 2017 a 2020. Das 194 denúncias, 53 foram apuradas e as outras 141 foram descartadas por falta de informações acerca do ocorrido ou por não terem relação com as competências da AESA. Das 53 denúncias apuradas pela AESA, 9 não apresentaram irregularidade. As denúncias que apresentam alguma irregularidade são divididas em sete tipos: construção ou reforma de barragem sem a devida licença (1); deixar expirar o prazo de validade da outorga, sem solicitar a devida renovação ou prorrogação (2); execução de obra ou serviço para utilização dos recursos Hídricos, sem a respectiva outorga (3); iniciar a implantação ou implantar qualquer empreendimento, ou serviço de interferência hídrica, sem a devida licença (4); perfurar poços ou manter em funcionamento tal corpo hídrico, sem a devida autorização (5); utilizar os Recursos Hídricos de domínio estadual, ou quando delegado, os de domínio federal, sem a devida licença (6); outros (7).

Alguns municípios presentes nas BHLS totalizam 32% das denúncias apuradas pela AESA, sendo eles: Cruz do Espírito Santo, João Pessoa e Santa Rita. O município que recebeu o maior número de denúncias foi João Pessoa, com 14 denúncias, seguido de Cruz do Espírito Santo, com 2, e Santa Rita, com somente uma denúncia. É possível que as denúncias de João Pessoa estejam relacionadas à bacia do Rio Paraíba, mas como o site não disponibiliza as coordenadas específicas, optou-se por considerá-las na presente análise.

Apenas 2 das 17 denúncias das apuradas nas BHLS não apresentaram irregularidades. O tipo "Utilizar os Recursos Hídricos de domínio estadual, ou quando delegado, os de domínio federal, sem a devida licença" foi a irregularidade mais recorrente nas BHLS, com o somatório de 12 denúncias. A **Tabela 7.19** apresenta as denúncias por tipo de irregularidade nas BHLS e a







Tabela 7.20 apresenta a distribuição das denúncias que apresentam irregularidade por município nas BHLS.

Tabela 7.19 - Denúncias por tipo de irregularidade nas BHLS

Apresenta Irregularidade	Tipo de Irregularidade	Número de denúncias
Não		2
	Execução de obra ou serviço para utilização dos recursos Hídricos, sem a respectiva outorga (3)	1
Sim	Perfurar poços ou manter em funcionamento tal corpo hídrico, sem a devida autorização (5)	2
	Utilizar os Recursos Hídricos de domínio estadual ou quando delegado os de domínio federal, sem a devida licença (6)	12

Fonte: AESA, 2022

Tabela 7.20 - Distribuição das denúncias que apresentam irregularidade por município nas BHLS

Município	Número de denúncias que apresentam irregularidade	Tipos de Irregularidade
Cruz do Espírito Santo	2	(6), (6)
João Pessoa	12	(3), (5), (5), (6), (6), (6), (6), (6), (6), (6), (6
Santa Rita	1	(6)

Fonte: AESA, 2022

7.4.2.3 Reconhecimento de campo

Durante a Etapa 2 dos PRHBHL, foi realizada atividade de reconhecimento de campo, onde foi possível identificar potenciais conflitos pelo uso da água, sendo eles:

• Antropização das nascentes do Rio Gramame

Ocorrem plantações de cana-de-açúcar e pastagem no entorno das nascentes, ocorrendo também atividade pecuária. Também há áreas de assentamento próximas das nascentes onde é desenvolvida agricultura familiar.

Existência de barramentos em afluentes próximos às nascentes do Rio Gramame

Os barramentos são utilizados para a atividade de piscicultura, o que pode estar prejudicando a alimentação do rio Gramame e reservatório a jusante.

• Degradação do entorno do reservatório Gramame-Mamuaba

Há relatos de plantação de cana-de-açúcar no entorno do reservatório, o que pode estar contribuindo para o seu assoreamento e reduzindo a sua alimentação.









DIAGNÓSTICO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS

Distrito Industrial e Riacho Mussuré

O riacho Mussuré recebe o lançamento de esgotos domésticos, tratados e não tratados, além de lançamentos de efluentes industriais, visto que cruza o Distrito Industrial de João Pessoa. Verificou-se que a qualidade da água no rio Mumbaba é alterada após receber as águas do riacho Mussuré, impactando também a qualidade da água do Rio Gramame. Tal situação pode prejudicar usos à jusante, conforme discutido anteriormente. Cabe salientar que em 2015 foi firmado o "Termo de Mútua Cooperação Técnica, Científica e Operacional para controle da emissão de efluentes industriais na bacia hidrográfica Gramame-Mumbaba, da qualidade da água e da preservação dos ecossistemas", que teve como um de seus resultados o diagnóstico citado no item 7.4.2.1. Também ao longo das reuniões com o CBH-LS e o GET, foi reforçado que este é um ponto crucial no que diz respeito aos conflitos pelo uso da água nas BHLS. Desse modo, é importante reforçar campanhas de fiscalização, além de acompanhar a renovação das outorgas e o atendimento das condicionantes ambientais dos empreendimentos ali localizados. Os programas da Fase C relacionados à qualidade da água deverão dar especial atenção a esta região da bacia.

Presença de "pastas" (macrófitas) no Rio Gramame

Após a confluência entre o rio Mumbaba e rio Gramame, verificou-se uma grande quantidade de macrófitas. Como o rio Gramame não apresenta essas macrófitas em seus trechos a montante da confluência com o rio Mumbaba, acredita-se que o rio Mumbaba possa carregar nutrientes e carga orgânica a este trecho do rio Gramame, isto por conta da influência do riacho Mussuré. Além disso, também pode ocorrer aporte de nutrientes por contribuição difusa, proveniente da fertilização de culturas plantadas ao longo da bacia. Segundo relatos de moradores da Comunidade de Mituaçú, as "pastas" (nome popular das macrófitas) interferem na atividade pesqueira da comunidade e travessia de barcos.

7.4.2.4 Percepções do meio social sobre os principais problemas na bacia do Litoral Sul

Com o intuito de construir um diagnóstico que refletisse os saberes, as preocupações e as demandas da população sobre os recursos hídricos da região, foi realizada uma atividade de mobilização por meio de formulários.

Um questionário foi aplicado por meio da ferramenta *Google Forms*, que permitiu a elaboração de um banco de dados e o levantamento de informações. O formulário propôs uma lista de possíveis problemas que ocorram no Litoral Sul e no Litoral Norte da Paraíba. O participante









deveria selecionar aqueles que acontecem em cada bacia e que impactam de maneira significativa os seus recursos hídricos, podendo selecionar quantas opções desejasse. Caso um problema não estivesse listado, o participante poderia selecionar a opção "Outros" e relatar o problema. Preferencialmente, a comunidade do Litoral Norte deveria indicar problemas no Litoral Norte, enquanto a comunidade do Litoral Sul deveria indicar problemas no Litoral Sul. Porém, contribuições de uma região para a outra também foram aceitas.

Neste processo, as BHLS foram separadas nas UPHs já estabelecidas nas análises anteriores. A divisão tem o intuito de permitir que as respostas ao formulário reflitam os saberes e demandas específicas de cada região. Foram obtidas 15 participações por meio do formulário no total. A UPH Rio Gramame obteve 11 respostas, assim como a UPH Rio Abiaí.

A seguir, na **Tabela 7.21**, os resultados da pesquisa são apresentados individualmente por UPH. O objetivo era compreender, a partir da percepção do meio social, quais os problemas mais representativos em cada uma das regiões prospectadas. Todavia, o formulário teve pouca aderência, trazendo pequena contribuição para o Plano até o momento. De qualquer forma, os problemas que obtiveram valor igual ou acima de 50% das respostas em todas as UPHs são destacados em negrito na Tabela 7.21.

Tabela 7.21 - Resumo dos principais problemas citados nas respostas ao formulário nas BHLS por UPH.

Principais problemas		Abiaí	Rio Gramame		
Trincipais problemas	Abs.	%	Abs.	%	
APPs degradadas	8	72,7	10	90,9	
Assoreamento dos rios	7	63,6	10	90,9	
Atividade pecuária	2	18,2	2	18,2	
Baixa oferta de água	1	9,1	3	27,3	
Baixa vazão dos poços artesianos	0	0	0	0	
Barragens ilegais	3	27,3	2	18,2	
Captação de água irregular / Uso de bombas	4	36,4	6	54,5	
Carcinicultura	1	9,1	1	9,1	
Conflitos pelo uso da água	1	9,1	5	45,5	
Deficiência nos serviços de abastecimento de água	2	18,2	2	18,2	
Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário	5	45,5	7	63,6	
Deficiência nos serviços de manejo de resíduos sólidos	5	45,5	7	63,6	
Deficiência nos serviços de drenagem urbana	4	36,4	6	54,5	
Dejetos dos animais	5	45,5	6	54,5	
Demandas hídricas muito grandes	1	9,1	4	36,4	
Desmatamento	9	81,8	10	90,9	
Desperdício de água	3	27,3	5	45,5	
Degradação das nascentes	8	72,7	8	72,7	
Desvio do percurso de rios	1	9,1	2	18,2	
Dificuldade de obtenção da outorga	0	0	1	9,1	
Erosão	6	54,5	9	81,8	
Estiagem	2	18,2	2	18,2	
Expansão agrícola desordenada (cana-de-açúcar)	5	45,5	6	54,5	









Duin sin sign wellsman		Abiaí	Rio Gramame	
Principais problemas	Abs.	%	Abs.	%
Expansão agrícola desordenada (outras culturas)	3	27,3	6	54,5
Extinção de peixes	2	18,2	2	18,2
Extração de areia	2	18,2	2	18,2
Extração de madeira	2	18,2	3	27,3
Falhas na gestão de recursos hídricos	2	18,2	3	27,3
Falta de acesso à irrigação	0	0	0	0
Falta de ações de Educação Ambiental	9	81,8	6	54,5
Falta de ações de preservação ambiental	8	72,7	6	54,5
Falta de água na zona rural	1	9,1	1	9,1
Falta de assistência do órgão gestor de recursos hídricos	1	9,1	2	18,2
Falta de fiscalização	3	27,3	4	36,4
Falta de iniciativa governamental	2	18,2	4	36,4
Falta de investimentos em infraestrutura	2	18,2	3	27,3
Falta de investimentos em gestão	1	9,1	2	18,2
Falta de orientação aos produtores rurais	1	9,1	2	18,2
Faltam estruturas de armazenamento de água	2	18,2	1	9,1
Impunidade de crimes ambientais	2	18,2	3	27,3
Má gestão pública	1	9,1	3	27,3
Mineração	1	9,1	1	9,1
Óleo de embarcações	0	0	0	0
Pesca predatória	0	0	2	18,2
Poços artesianos sem manutenção	1	9,1	1	9,1
Poluição hídrica	5	45,5	6	54,5
Queimadas	3	27,3	2	18,2
Uso abusivo de agrotóxicos	6	54,5	7	63,6
Uso do solo de forma incorreta	5	45,5	6	54,5
Vetores de doenças	1	9,1	3	27,3
Não há problemas	0	0	0	0
Outros	2	18,2	2	18,2

Fonte: Formulário

Foram indicados como "outros" os seguintes problemas na UPH Rio Gramame: Falha na gestão dos recursos hídricos, Piscicultura, Outorga para lançamento de efluentes e fiscalização e expansão urbana desordenada. Já na UPH Rio Abiaí, foram indicados os seguintes problemas: mudanças no uso do solo, saneamento, piscicultura, outorga para lançamento de efluentes e fiscalização e expansão urbana desordenada.

A interpretação das respostas deve ser realizada conforme o seguinte exemplo:

Para a UPH Rio Abiaí, das 11 respostas registradas, 9 (81,8%) indicaram que "Desmatamento" e "Falta de ações de Educação Ambiental" são alguns dos principais problemas na UPH, 8 (72,2%) indicaram que "APPs degradadas", "Degradação das nascentes" e "Falta de ações de preservação ambiental" também representam principais problemas na UPH.







O Comitê de Bacias Hidrográficas do Litoral Sul (CBH – LS) realizou uma reunião ordinária para debater sobre o formulário indicado acima, no dia 03/05/2022. Na tabela abaixo, é possível observar o que foi levantado pelo Comitê.

Tabela 7.22 - Principais problemas citados pelo CBH		tas ao formulário
Principais problemas	Rio Abiaí	Rio Gramame
APPs degradadas	X	X
Assoreamento dos rios	X	X
Atividade pecuária	X	X
Baixa oferta de água	X	X
Baixa vazão dos poços artesianos		
Barragens ilegais	X	X
Captação de água irregular / Uso de bombas	X	X
Carcinicultura	X	X
Conflitos pelo uso da água	X	X
Deficiência nos serviços de abastecimento de água	X	X
Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário	X	X
Deficiência nos serviços de manejo de resíduos sólidos	X	X
Deficiência nos serviços de drenagem urbana	X	X
Dejetos dos animais	X	X
Demandas hídricas muito grandes		X
Desmatamento	X	X
Desperdício de água	X	X
Degradação das nascentes	X	X
Desvio do percurso de rios	X	X
Dificuldade de obtenção da outorga	21	71
Erosão	X	X
Estiagem	X	X
Expansão agrícola desordenada (cana-de-açúcar)	X	X
	X	X
Expansão agrícola desordenada (outras culturas)	X	X
Extinção de peixes	X	
Extração de areia		X
Extração de madeira	X	X
Falhas na gestão de recursos hídricos	X	X
Falta de acesso à irrigação	37	¥7
Falta de ações de Educação Ambiental	X	X
Falta de ações de preservação ambiental	X	X
Falta de água na zona rural		
Falta de assistência do órgão gestor de recursos	X	X
hídricos		
Falta de fiscalização	X	X
Falta de iniciativa governamental	X	X
Falta de investimentos em infraestrutura	X	X
Falta de investimentos em gestão	X	X
Falta de orientação aos produtores rurais	X	X
Faltam estruturas de armazenamento de água		
Impunidade de crimes ambientais	X	X
Má gestão pública	X	X
Mineração	X	X
Óleo de embarcações		
Pesca predatória		
Poços artesianos sem manutenção	X	X
Poluição hídrica	X	X
Queimadas	X	X
Uso abusivo de agrotóxicos	X	X
Uso do solo de forma incorreta	X	X







Principais problemas	Rio Abiaí	Rio Gramame
Vetores de doenças		X

Fonte: Formulário

Ademais, foram levantados pelo CBH – LS outros problemas identificados na região. São eles: "Piscicultura", "Outorga para lançamento de efluentes e fiscalização" e "Expansão urbana desordenada", para ambas UPHs.

7.4.2.4.1 Consulta pública

No dia 14/09/2022, foi realizada a 1ª consulta pública para apresentação do diagnóstico. Para aqueles que estavam presentes, foi aplicado o mesmo formulário apresentado acima. Foram obtidas 15 respostas e abaixo, na tabela, podem ser observadas as respostas dadas acerca dos principais problemas perceptíveis na região das Bacias do Litoral Sul.

Tabela 7.23 - Respostas do formulário na Consulta Pública

Principais problemas	Absoluto	%
APPs degradadas	9	60%
Assoreamento dos rios	12	80%
Atividade pecuária	1	7%
Baixa oferta de água	5	33%
Baixa vazão dos poços artesianos	4	27%
Barragens ilegais	4	27%
Captação de água irregular / Uso de bombas	8	53%
Carcinicultura	5	33%
Conflitos pelo uso da água	7	47%
Deficiência nos serviços de abastecimento de água	7	47%
Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário	10	67%
Deficiência nos serviços de manejo de resíduos sólidos	10	67%
Deficiência nos serviços de drenagem urbana	5	33%
Dejetos dos animais	5	33%
Demandas hídricas muito grandes	11	73%
Desmatamento	7	47%
Desperdício de água	14	93%
Degradação das nascentes	3	20%
Desvio do percurso de rios	1	7%
Dificuldade de obtenção da outorga	7	47%
Erosão	10	67%
Estiagem	4	27%
Expansão agrícola desordenada (cana-de-açúcar)	11	73%
Expansão agrícola desordenada (outras culturas)	12	80%
Extinção de peixes	11	73%
Extração de areia	4	27%
Extração de madeira	10	67%
Falhas na gestão de recursos hídricos	10	67%
Falta de acesso à irrigação	9	60%
Falta de ações de Educação Ambiental	7	47%
Falta de ações de preservação ambiental	2	13%
Falta de água na zona rural	0	0%
Falta de assistência do órgão gestor de recursos hídricos	2	13%
Falta de fiscalização	1	7%







Principais problemas	Absoluto	%
Falta de iniciativa governamental	6	40%
Falta de investimentos em infraestrutura	6	40%
Falta de investimentos em gestão	7	47%
Falta de orientação aos produtores rurais	11	73%
Faltam estruturas de armazenamento de água	5	33%
Impunidade de crimes ambientais	3	20%
Má gestão pública	5	33%
Mineração	8	53%
Óleo de embarcações	7	47%
Pesca predatória	8	53%
Poços artesianos sem manutenção	9	60%
Poluição hídrica	12	80%
Queimadas	1	7%
Uso abusivo de agrotóxicos	5	33%
Uso do solo de forma incorreta	4	27%
Vetores de doenças	4	27%

Dentre as problemáticas, destacam-se "Assoreamento dos rios", "Degradação das nascentes" e "Falta de ações de preservação ambiental", que foram citadas por 80% ou mais participantes da consulta.

O Anexo II apresenta as contribuições registradas na Consulta Pública.

7.5 Fontes de poluição

Na **Figura 7.17** estão apresentadas as potenciais fontes de poluição das BHLS. Destacam-se as atividades industriais e de transformação, localizadas principalmente no distrito industrial de João Pessoa, e as atividades de extração e beneficiamento nos trechos mais a montante da bacia do Rio Abiaí. As informações foram obtidas através do Portal Nacional de Licenciamento Ambiental (PNLA).









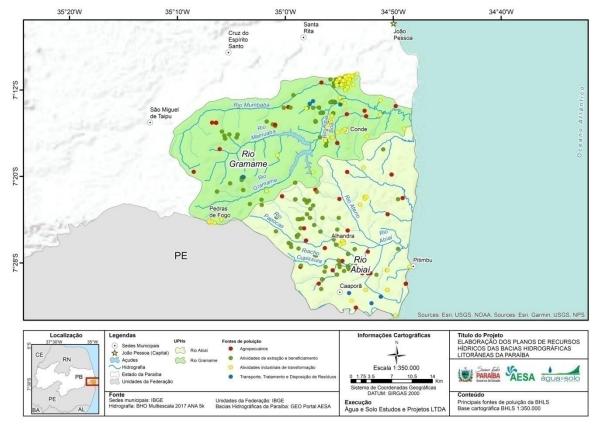


Figura 7.17 - Principais fontes de poluição das BHLS. Fonte: Acervo próprio, 2022.

7.6 Qualidade das águas superficiais

Rede de monitoramento

A análise da qualidade das águas superficiais nas bacias do Litoral Sul contou com as informações disponibilizadas por três fontes de dados distintas: a Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA), a Agência Executiva de Gestão das Águas (AESA) e a Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA). A Tabela 7.24 elenca as fontes de dados utilizadas para avaliação da qualidade das águas superficiais, os respectivos pontos monitorados divididos conforme o local (ambiente lêntico e lótico), o número de amostras e os parâmetros analisados.

Tabela 7.24 - Pontos e parâmetros de monitoramento analisados pelas fontes de dados elencadas

	Fonte de Dados	Pontos de monitoramento	Número de amostras	Intervalo de datas	Parâmetros analisados
				2018	Condutividade Elétrica, Temperatura da água, Temperatura do ar, Oxigênio dissolvido, pH, Turbidez.
	AESA	- 1 em reservatórios	58	2019	Condutividade Elétrica, Fósforo total, Nitrato, Nitrogênio amoniacal, Ortofosfato dissolvido, Oxigênio dissolvido, pH, Temperatura da água, Temperatura do ar, Turbidez.
	ALSA	- 5 em rios TOTAL: 6		2020	Alcalinidade total, Cloreto total, Clorofila a, Condutividade Elétrica, Fósforo total, IET, Nitrato, Nitrogênio amoniacal, Ortofosfato dissolvido, Oxigênio dissolvido, pH, Temperatura da água, Turbidez.
				2021	Alcalinidade total, Cloreto total, Clorofila a, Condutividade Elétrica, Escherichia coli, Fitoplâncton quantitativo, Fósforo total, Nitrato,







Fonte de Dados	Pontos de monitoramento	Número de amostras	Intervalo de datas	Parâmetros analisados
				Nitrogênio amoniacal, Ortofosfato dissolvido, Oxigênio dissolvido, pH, Sólidos dissolvidos totais, Sólidos em suspensão totais, Temperatura da água, Temperatura do ar, Turbidez.
CAGEPA	- 6 em reservatórios - 2 em ETAs - 5 em rios TOTAL: 13	513	2007, 2014 - 2018	2,4-D + 2,4,5-T, Alaclor, Aldicarbe + Aldicarbesulfona + Aldicarbesulfóxido, Aldrin + Dieldrin Atrazina, Carbendazim+Benomil, Carbofurano, Clordano (Cis + Trans), Clorpirifos+Clorpirifos oxon, DDT + DDD + DDE, Diuron, Endossulfan (a, β e Sais), Endrin, Glifosato + AMPA, Lindano (gama HCH), Mancozebe, Metamidofós, Metolacloro, Molinato, Parationa Metilica, Pendimetalina, Permetrina, Profenofos, Simazina, Sulfato, Tebuconazol, Terbufos, Trifluralina.
SUDEMA	- 1 em reservatório - 32 em rios TOTAL: 33		2006 - 2021	Coliformes fecais, Condutividade, Cor, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Oxigênio Dissolvido, pH Salinidade, Sólidos Dissolvidos Totais, Temperatura, Turbidez.

Conforme apresentado na tabela acima, apesar do número de amostras ser relativamente grande para as bacias do Litoral Sul, a região – bem como o estado da Paraíba como um todo – não dispõe de uma rede de monitoramento das águas superficiais consolidada e padronizada. A AESA (com atendimento ao Programa de Estímulo à Divulgação de Dados de Qualidade de Água QUALIÁGUA de iniciativa da Agência Nacional de Águas) vem expandindo o número de parâmetros analisados. Os dados oriundos da Agência estão concentrados nos anos mais recentes (2018 a 2021).

A SUDEMA possui o maior número de amostras consideradas, com período relativamente abrangente de avaliação. Contudo, de acordo com os dados disponibilizados, o órgão realiza o monitoramento apenas em ambientes lóticos (rios e riachos). As análises da CAGEPA, por sua vez, não apresentam coordenadas geográficas para a maioria dos pontos de coleta, com dados não georreferenciados, sendo a localização relacionada apenas ao nome do curso d'água avaliado.

A rede de monitoramento existente nas BHLS 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 região do baixo Gramame, com maior concentração na região próxima à foz da bacia. 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 Sul 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







DIAGNÓSTICO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS 21001-ETP4-RP4-S-00-01

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 BHLS. 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.

A **Tabela 7.25** apresenta os pontos de monitoramento que foram avaliados, bem como o número de coletas realizado em cada ponto e o período das análises. Já a **Figura 7.18** apresenta a distribuição espacial dos pontos de amostragem nas BHLS. Destaca-se novamente que algumas das informações referentes às análises realizadas pela CAGEPA não possuíam o ponto exato onde as amostras foram coletadas.







Tabela 7.25 - Pontos de monitoramento de qualidade das águas das BHLS.

Responsável	Código da estação	Corpo hídrico	Lat.	Long.	N° campanhas	Data 1ª campanha	Data última campanha
AESA-PB	39081150	Riacho Pitimbu	-7,488111	-34,817667	14	23/03/2018	12/5/2021
AESA-PB	39035000	Rio Goiana	-7,535028	-34,889309	16	27/09/2017	12/5/2021
AESA-PB	39081120	Rio Abiaí	-7,43797	-34,84809	14	23/03/2018	12/5/2021
AESA-PB	39084080	Rio Gramame	-7,28524	-34,96227	16	27/09/2017	13/05/2021
AESA-PB	39081072	Rio Gramame	-7,33298	-34,99385	14	16/03/2018	21/05/2021
AESA-PB	39081080	Rio Mamuaba	-7,279143	-35,04309	14	20/03/2018	21/05/2021
SUDEMA	BAR01	Rio Gramame	-7,291111	-34,96137	26	12/1/2006	13/11/2008
SUDEMA	AB01	Rio Abiaí	-7,430751	-34,867827	99	31/01/2006	9/11/2021
SUDEMA	AB02	Rio Abiaí	-7,432433	-34,837491	100	31/01/2006	9/11/2021
SUDEMA	AB03	Rio Abiaí	-7,434361	-34,836847	103	31/01/2006	9/11/2021
SUDEMA	BA00	Rio Boa Água	-7,239219	-34,879867	106	12/1/2006	17/11/2021
SUDEMA	BA01	Rio Boa Água	-7,262587	-34,923704	108	12/1/2006	17/11/2021
SUDEMA	Gal. Cagepa	Rio Gramame	-7,212139	-34,905361	2	26/08/2020	16/12/2020
SUDEMA	GI01	Rio Gurugí	-7,277218	-34,802118	106	10/1/2017	9/11/2021
SUDEMA	GR01	Rio Gramame	-7,218107	-34,917061	102	12/1/2006	16/12/2020
SUDEMA	GR02	Rio Gramame	-7,213278	-34,846472	14	25/08/2016	16/12/2020
SUDEMA	GR03	Rio Gramame	-7,211990	-34,907394	94	12/1/2006	16/12/2020
SUDEMA	GR04	Rio Gramame	-7,218384	-34,878722	92	12/1/2006	16/12/2020
SUDEMA	GR05	Rio Gramame	-7,229301	-34,862144	93	12/1/2006	16/12/2020
SUDEMA	GR06	Rio Gramame	-7,228401	-34,841172	92	12/1/2006	16/12/2020
SUDEMA	GR07	Rio Gramame	-7,237222	-34,805852	92	12/1/2006	16/12/2020
SUDEMA	GRN1	Rio Gramame	-7,247778	-34,807361	11	16/03/2017	23/10/2019







Responsável	Código da estação	Corpo hídrico	Lat.	Long.	N° campanhas	Data 1ª campanha	Data última campanha
SUDEMA	GRN2	Rio Gramame	-7,236000	-34,843528	17	16/03/2017	16/12/2020
SUDEMA	GRN3	Rio Gramame	-7,213278	-34,913139	11	21/11/2017	27/08/2020
SUDEMA	GRN4	Rio Gramame	-7,247778	-34,807361	14	21/03/2017	27/08/2020
SUDEMA	GRN5	Rio Gramame	-7,216689	-34,915750	14	21/03/2017	27/08/2020
SUDEMA	GRN6	Rio Gramame	-7,212139	-34,905361	13	21/11/2017	27/08/2020
SUDEMA	GU01	Rio Graú	-7,387500	-34,803528	106	11/1/2006	9/11/2021
SUDEMA	MB01	Rio Mumbaba	-7,198609	-34,922673	109	12/1/2006	17/11/2021
SUDEMA	MB02	Rio Mumbaba	-7,208203	-34,909324	108	12/1/2006	17/11/2021
SUDEMA	MB03	Rio Mumbaba	-7,211980	-34,907756	109	12/1/2006	17/11/2021
SUDEMA	MS00	Riacho Mussuré	-7,186090	-34,902433	108	12/1/2006	17/11/2021
SUDEMA	MS01	Riacho Mussuré	-7,186186	-34,903456	108	12/1/2006	17/11/2021
SUDEMA	MS01A	Riacho Mussuré	-7,187210	-34,907109	95	12/1/2006	14/08/2018
SUDEMA	MS02	Riacho Mussuré	-7,197101	-34,913587	107	12/1/2006	17/11/2021
SUDEMA	MS03	Riacho Mussuré	-7,200357	-34,919729	109	12/1/2006	17/11/2021
CAGEPA	-	Açude Gramame Mamuaba	-7,228401	-34,841172	2	31/05/2016	15/12/2017

Fonte: AESA, CAGEPA e SUDEMA







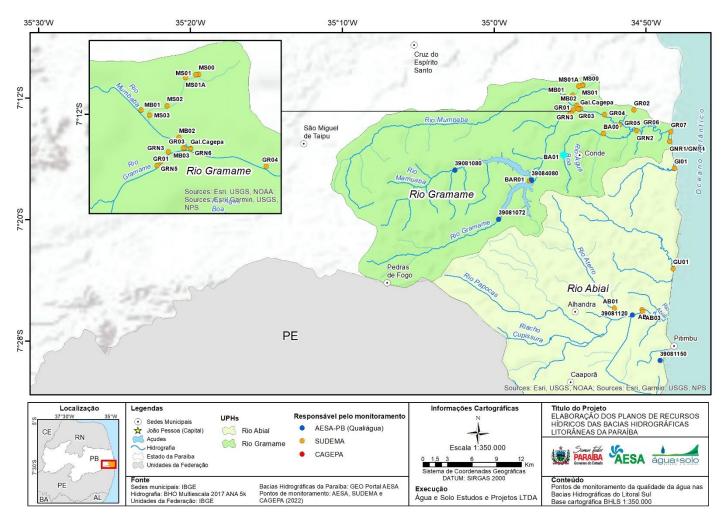


Figura 7.18 - Pontos de monitoramento da qualidade da água nas BHLS. Fonte: Acervo próprio, 2022.







7.6.2 Índice de Qualidade das Águas (IQA)

O Índice de Qualidade das Águas (IQA) possui como objetivo fornecer um resultado que possibilite avaliar a qualidade da água bruta para abastecimento público, após tratamento. Os parâmetros utilizados no cálculo do IQA são em sua maioria indicadores de contaminação causada pelo lançamento de esgotos domésticos. Devido a isso, a utilização do índice em outros contextos de avaliações possui limitações.

No Brasil, o IQA foi adaptado e desenvolvido primeiramente pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) em 1975, a partir de um estudo realizado em 1970 pela *National Sanitation Foundation* dos Estados Unidos. Nas décadas seguintes, outros estados brasileiros adotaram este mesmo IQA, que hoje é o principal indicador de qualidade da água utilizado no Brasil (ANA, 2020). O IQA CETESB é composto por nove parâmetros com seus respectivos pesos, que foram fixados em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água. O índice é calculado pelo produto ponderado das qualidades de água correspondentes às variáveis que integram o índice conforme a **Equação 1** abaixo.

Equação 1

$$IQA = \prod_{i=1}^{n} q_i^{w_i}$$

Em que:

IQA = Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;

qi = qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva "curva média de variação de qualidade", em função de sua concentração ou medida e;

wi = peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade.

Os pesos adotados podem ser distintos conforme a referência bibliográfica considerada. Para a Agência Nacional de Águas (2012), tais parâmetros e seus respectivos pesos são: Oxigênio Dissolvido (0,17); Coliformes Termotolerantes (0,15); pH (0,12); Demanda Bioquímica de Oxigênio (0,10); Temperatura da Água (0,10); Nitrogênio Total (0,10); Fósforo Total (0,10); Turbidez (0,08); e Resíduo Total (0,08). A partir do resultado obtido por meio do produto ponderado dos parâmetros, os valores são classificados em faixas de qualidade que adotam a seguinte distribuição: 79-100 (ótima), 51-79 (boa), 36-51 (razoável), 19-36 (ruim), 0-19 (péssima).*



DIAGNÓSTICO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS 21001-ETP4-RP4-S-00-01

Os dados de qualidade das águas superficiais conforme as três fontes disponíveis no estado da Paraíba - CAGEPA, SUDEMA e AESA – são insuficientes para o cálculo do Índice de Qualidade das Águas nas bacias no Litoral Sul. Para as fontes de dados elencadas não há monitoramento de todos os parâmetros necessários para o cálculo do índice e há uma dificuldade em integrar os resultados dos distintos bancos de dados haja em vista que os pontos se diferem substancialmente em sua localização. Para os dados da AESA, referentes aos do programa QUALIÁGUA, por exemplo, apesar de existirem dados de monitoramento para os parâmetros oxigênio dissolvido, *Escherichia coli*, temperatura, pH, fósforo, turbidez e sólidos totais não há registros de DBO e nitrogênio total. Até o ano de 2022, a Rede Nacional de Qualidade da Água não contava com nenhuma estação de monitoramento das águas superficiais nas bacias do Litoral Sul.

Por outro lado, o Plano Estadual de Recursos Hídricos do estado da Paraíba (2019) elencou as águas na bacia do Gramame com qualidade boa (IQA médio de 70,23) para o período entre 2007 e 2017. A bacia registrou valores mínimo e máximo de IQA CETESB respectivamente iguais a 54 (boa) e 81 (ótima). O índice não foi calculado para a bacia do rio Abiaí. Em geral, para as BHs/SBHs analisadas no estado da Paraíba, todas as bacias apresentaram médias de IQA correspondentes à qualidade boa. Apesar disso, vale ressaltar que a qualidade das águas superficiais é variável, dependente de fatores como sazonalidade e efeito de fontes poluidoras difusas e pontuais que provocam características físico-químicas distintas entre os corpos hídricos de uma mesma localidade.

7.6.3 Índice de Estado Trófico (IET)

A eutrofização é o crescimento excessivo de plantas aquáticas a níveis tais que sejam considerados como causadores de interferências com os usos desejáveis do corpo d'água (THOMANN & MUELLER, 1987). A principal causa da ocorrência da eutrofização é o nível excessivo de nutrientes no corpo d'água, principalmente nitrogênio e fósforo. Os principais impactos à qualidade da água associados com a eutrofização são: a presença de algas nocivas, o crescimento excessivo de macrófitas e consequente perda de transparência e o baixo nível de oxigênio dissolvido diante da produção excessiva de matéria orgânica.

O Índice do Estado Trófico (IET) busca classificar o nível de eutrofização da água, ou seja, avalia sua qualidade quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas ou ao aumento da infestação de macrófitas aquáticas. No presente projeto, o índice foi determinado a partir dos dados de concentração de fósforo total,







em μg/L, de reservatórios e rios monitorados pela AESA no período de 2019 a 2021. Os reservatórios considerados e seus respectivos municípios são os açudes Araçagi (Itapororoca), Nova Camará (Alagoa Nova) e Saulo Maia (Areia). Para o cálculo do IET foi utilizada a metodologia proposta por Lamparelli (2004), sendo estabelecida para ambientes lênticos e lóticos pela **Equação 2** a seguir.

Equação 2

Ambientes lênticos – reservatórios

$$IET (PT) = 10 \times \left(6 - \left(\frac{1,77 - 0,42 \times \ln PT}{\ln 2}\right)\right)$$

Ambientes lóticos – rios e riachos

$$IET (PT) = 10 \times \left(6 - \left(\frac{0.42 - 0.36 \times \ln PT}{\ln 2}\right)\right) - 20$$

Em aue:

PT = concentração de fósforo total expresso em μg/L.

Os valores do IET são classificados segundo classes de estado tróficos, apresentadas **Tabela 7.26**, juntamente com suas características.

Tabela 7.26 - Classe de estado trófico e suas características principais.

	140014 / 120	Classe de estado troneo e suas características principais.						
Valor do IET	Classes de Estado Trófico	Características						
IET ≤ 47	Ultraoligotrófico	Corpos d'água limpos, de produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que não acarretam em prejuízos aos usos da água.						
$47 < IET \le 52$	Oligotrófico	Corpos d'água limpos, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água, decorrentes da presença de nutrientes.						
52 < IET ≤ 59	Mesotrófico	Corpos d'água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.						
59 < IET ≤ 63	Eutrófico	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, com redução da transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água decorrentes do aumento da concentração de nutrientes e interferências nos seus múltiplos usos.						
63 < IET ≤ 67	Supereutrófico	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem com frequência alterações indesejáveis na qualidade da água, como a ocorrência de episódios florações de algas, e interferências nos seus múltiplos usos						
IET > 67	Hipereutrófico	Corpos d'água afetados significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, com comprometimento acentuado nos seus usos, associado a episódios florações de algas ou mortandades de peixes, com consequências indesejáveis para seus múltiplos usos, inclusive sobre as atividades pecuárias nas regiões ribeirinhas.						

Fonte: CETESB (2007); LAMPARELLI (2004).

A **Tabela 7.27** apresenta a média do IET por estação de monitoramento da AESA de acordo com o ano de análise e a estação climática (Chuva, Seca ou Não Informada). As médias dos índices para os reservatórios apontaram características de meio mesotrófico a eutrófico, indicativos de corpos d'água com produtividade intermediária e alta em relação às condições normais. O rio Gramame foi classificado como eutrófico na altura do município de Pedras de Fogo, assim como o Rio Goiana. Os rios Mamuaba e Abiaí possuem características de corpos



d'água mesotrófico. O Riacho Pitimbu possui características de corpo d'água limpo, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água, decorrentes da presença de nutrientes.

Tabela 7.27 - Índice de Estado Trófico para os pontos de monitoramento da AESA, conforme ano e estação climática.

Código da Estação	Corpo d'água	2019	2020	2021	Média Geral
	AMBIENTES LÊNTIC	OS			
39084080	Açude Gramame - Mamoaba	64,61	54,75	49,83	56,99
	AMBIENTES LÓTICO	S			
39035000	Rio Goiana	65,11	58,99	61,02	61,77
39081072	Rio Gramame - Pedras de Fogo	63,62	58,36	55,54	59,50
39081080	Rio Mamuaba	58,39	50,16	48,88	52,80
39081120	Rio Abiaí - Pitmbu	61,55	50,31	49,96	54,30
39081150	Riacho Pitimbu	56,44	45,59	48,77	50,40
	Ultraoligotrófico				
	Oligotrófico				
	Mesotrófico				
	Eutrófico				
	Supereutrófico				

O Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba (2019), elenca a partir de dados provenientes da SUDEMA, no período de 2006 a 2017 os seguintes valores de IET para a bacia do rio Gramame: 66,87 (média), 56,82 (mínimo), 94,77 (máximo) e 58,27 (variância). A bacia apresentou a maior variância entre aquelas analisadas. Os valores encontrados apresentam características de meio supereutrófico, ou seja, com elevada carga de nutrientes. De forma geral, as águas superficiais monitoradas do estado da Paraíba apresentam condições hipereutróficas (57%) e supereutróficas (42%).

7.6.4 Balneabilidade

A balneabilidade é a qualidade das águas destinadas à recreação de contato primário, sendo este entendido como um contato direto e prolongado com a água (natação, mergulho, esquiaquático), onde a possibilidade de ingerir quantidades apreciáveis de água é elevada (CETESB, 2007). Considerando que a saúde e o bem-estar humano podem ser afetados pelas condições de balneabilidade, a Resolução CONAMA N° 274/00 estabelece critérios técnicos para a avaliação da balneabilidade das praias brasileiras.

Segundo a Resolução as águas são consideradas próprias quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver: no máximo 250 coliformes fecais ou 200 *Escherichia coli* ou 25 enterococos por







100 mililitros (excelente); no máximo 500 coliformes fecais ou 400 *Escherichia coli* ou 50 enterococos por 100 mililitros (muito boa); no máximo 1.000 coliformes fecais ou 800 *Escherichia coli* ou 100 enterococos por 100 mililitros (satisfatória). Por outro lado, as águas são consideradas impróprias quando no trecho avaliado, for verificada alguma uma das seguintes ocorrências:

- (i) não atendimento aos critérios estabelecidos para as águas próprias;
- (ii) valor obtido na última amostragem for superior a 2500 coliformes fecais ou 2000 Escherichia coli ou 400 enterococos por 100 mililitros;
- (iii) incidência elevada ou anormal, na região, de enfermidades transmissíveis por via hídrica, indicada pelas autoridades sanitárias;
- (iv) presença de resíduos ou despejos, sólidos ou líquidos, inclusive esgotos sanitários, óleos, graxas e outras substâncias, capazes de oferecer riscos à saúde ou tornar desagradável a recreação;
- (v) pH < 6.0 ou pH > 9.0 (águas doces), à exceção das condições naturais;
- (vi) floração de algas ou outros organismos, até que se comprove que não oferecem riscos à saúde humana;

A avaliação da balneabilidade nas BHLS foi realizada através do levantamento e sistematização dos relatórios de monitoramento de balneabilidade emitidos no período de 2019 a 2021 pela SUDEMA. Nos relatórios não há distinção entre a qualidade das águas consideradas próprias (em excelente, muito boa ou satisfatória) ou apresentação da ocorrência pela qual as águas foram consideradas impróprias. A **Tabela 7.28** abaixo apresenta o número de registros de águas impróprias nas praias monitoradas pela SUDEMA localizadas na região das bacias do Litoral Sul.

Como é possível notar, há uma maior concentração de registros de praias consideradas impróprias para banho no município de Pitimbu. A praia de Maceió, especificamente, em frente a desembocadura do riacho Engenho Velho destaca-se como a localidade com maior quantidade de notificações de águas impróprias para balneabilidade. No ano de 2021, dos 52 relatórios de monitoramento nesta localidade, 48 notificaram como "imprópria". Outros pontos também de interesse devido ao número de notificações em desconformidade para balneabilidade são a praia da Guarita e de Ponta dos Coqueiros, ambos em frente a desembocadura da Lagoa.







Tabela 7.28 - Síntese dos relatórios de balneabilidade da SUDEMA para as praias das BHLS com registros de "Imprópia".

			·	2021		2020		2019	
Município	Praia	Local	Estação	N. de Registros	%	N. de Registros	%	N. de Registros	%
João Pessoa	Barra do Gramame	Em frente a desembocadura do Rio Gramame	6.09	0	0%	0	0%	2	6%
Conde	Amor	Em frente a desembocadura do Rio Gurugi	07.00A	0	0%	0	0%	0	0%
Conde	Jacumã	Em frente a desembocadura do maceió de Jacumã	7.01	0	0%	0	0%	0	0%
Conde	Carapibús	No final da Rua Maria Carmelita Vasconselos	7.00	0	0%	0	0%	0	0%
Conde	Tabatinga	-	07.01A	0	0%	0	0%	0	0%
Conde	Coqueirinho	-	7.02	0	0%	0	0%	0	0%
Conde	Tambaba	-	7.03	0	0%	0	0%	0	0%
Conde	Barra do Graú	Foz do Rio Graú	7.04	0	0%	0	0%	0	0%
Pitimbu	Bela	Em frente ao Maceió de Praia Bela	08.00A	1	2%	0	0%	1	3%
Pitimbu	Barra do Abiaí	Foz do Rio Abiaí	08.00B	0	0%	0	0%	0	0%
Pitimbu	Pitimbú	No final da Rua da Paz	8.00	0	0%	0	0%	7	22%
Pitimbu	Maceió	Em frente a desembocadura do riacho Engenho Velho	8.01	48	92%	4	10%	20	63%
Pitimbu	Guarita	Em frente a desembocadura da Lagoa	8.02	12	23%	0	0%	12	38%
Pitimbu	Azul/Santa Rita	Em frente as galerias de águas pluviais	8.03	0	0%	0	0%	6	19%
Pitimbu	Coqueiros	No final da Rua Almirante Tamandaré	8.04	12	23%	0	0%	6	19%
Pitimbu	Ponta dos Coqueiros	Em frente a desembocadura da Lagoa	08.04A	6	12%	0	0%	12	38%



7.6.5 Classificação dos corpos d'água

A classificação dos corpos d'água das BHLS, a fim de determinar seus possíveis usos, foi realizada por meio da Resolução CONAMA nº 357/2005, que "dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências". Desta forma, foi possível classificar os corpos de água de acordo com sua salinidade, dividindo-os em águas doces, salobras ou salinas, sendo que, para cada uma dessas classificações, há um conjunto de parâmetros que definirá seu enquadramento. Os usos permitidos para as águas doces e águas salobras estão apresentados nas **Figura 7.19** e **Figura 7.20**, respectivamente.

Usos das águas doces		Especial	1	2	3	4
Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas	A TOP OF THE PROPERTY OF THE P	Mandatório em UCs de Proteção Integral				
Proteção das comunidades aquáticas	X		Mandatório em terras indígenas			
Recreação de contato primário	æ					
Aquicultura	ည ည					
Abastecimento para consumo humano	B	Após desinfecção	Após tratamento simplificado	Após tratamento convencional	Após tratamento convencional ou avançado	
Recreação de contato secundário	1					
Pesca	₽₽					
Irrigação	P		Hortaliças consumidas cruas e frutas inseridas com película	Hortaliças, frutíferas, parques, jardins, campos de esportes	Culturas arbóreas e forrageiras	
Dessedentação de animais	Re I					
Navegação						
Harmonia paisagística	\$38¢					

Figura 7.19 - Usos das águas doces permitidos de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005.





Usos das águas salobras		Especial	1	2	3
Preservação do equilíbrio natural das comunidades e dos ambientes aquáticos	A T	Mandatório em UCs de Proteção Integral			
Proteção das comunidades aquáticas					
Abastecimento para consumo humano			Após tratamento convencional ou avançado		
Irrigação	Sp		Hortaliças		
Recreação	*		Contato primário	Contato secundário	
Aquicultura e pesca	₽₽			Pesca	
Navegação					
Harmonia paisagística	9380				

Figura 7.20 - Usos das águas salobras permitidos de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005.

Como base para a determinação da qualidade das águas das BHLS foram utilizados os dados provenientes das estações de monitoramento da qualidade da água da SUDEMA e AESA – elencadas anteriormente em **Rede de monitoramento**. Os valores dos parâmetros para cada um dos pontos de amostragem e em cada uma das amostras foram comparados com os padrões de qualidade da água presentes na Resolução CONAMA N° 357/2005 com a diferenciação entre águas doces, salobras e salinas. Os parâmetros utilizados para a classificação com base no disposto na Resolução foram: coliformes fecais (org/100mL) ou *Escherichia coli* (org/100mL), Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L), Fósforo total (mg/L), Nitrogênio amoniacal (mg/L), Oxigênio Dissolvido (mg/L) e Turbidez (NTU). A análise foi realizada de forma separada para o período seco (sem chuvas recorrentes) relativos aos meses de agosto a janeiro e período chuvoso. Nas **Tabela 7.29** e **Tabela 7.30**, respectivamente para os período seco e chuvoso, estão apresentados a frequência de cada classe para os parâmetros elencados referente em cada agrupamento de estações com disponibilidade de dados. Os agrupamentos das estações foram feitos conforme a proximidade destes pontos e o trecho de rio ou açude analisado.







Tabela 7.29 - Enquadramentos das estações em classes, conforme o parâmetro avaliado para o período CHUVOSO.

PARÂMETRO	ESTAÇÃO	Curso D'água	Classificação	CLASSE I	CLASSE II	CLASSE III	CLASSE IV	Fora do limite das Classes
	39084080/BAR01	Barragem de Gramame	Águas Doces	33%	33%	33%	0%	0%
	MS01A/MS01/MS00/MS02	Riacho Mussuré	Águas Doces	28%	22%	19%	0%	30%
	39081150	Riacho Pitimbu	Águas Salobras	100%	0%	0%	0%	0%
	39081120/AB03/AB02	Rio Abiai	Águas Salobras	87%	11%	2%	0%	0%
	AB01	Rio Abiai	Águas Doces	55%	41%	5%	0%	0%
	BA01	Rio Boa Água	Águas Doces	42%	34%	16%	0%	8%
	GR05/BA00	Rio Boa Água	Águas Doces	44%	36%	17%	0%	3%
	39035000	Rio Goiana	Águas Doces	67%	0%	33%	0%	0%
	39081072	Rio Gramame	Águas Doces	67%	33%	0%	0%	0%
	GR02	Rio Gramame	Águas Doces	0%	17%	67%	0%	17%
CF (org/100mL) /	GR04	Rio Gramame	Águas Doces	23%	47%	26%	0%	5%
E.coli (org/100mL)	GR07	Rio Gramame	Águas Salinas	90%	5%	0%	0%	5%
	GRN1/GRN4	Rio Gramame	Águas Doces	0%	56%	31%	0%	13%
	GRN2/GR06	Rio Gramame	Águas Doces	43%	45%	8%	0%	4%
	GRN3	Rio Gramame	Águas Doces	67%	17%	17%	0%	0%
	GRN5/GR01	Rio Gramame	Águas Doces	23%	46%	20%	0%	11%
	GRN6/Cagepa/MB03/GR03	Rio Gramame	Águas Doces	12%	37%	31%	0%	20%
	GU01	Rio Graú	Águas Salobras	90%	8%	0%	0%	2%
	GI01	Rio Gurugí	Águas Salobras	60%	33%	6%	0%	0%
	39081080	Rio Mamuaba	Águas Doces	50%	50%	0%	0%	0%
	MB01/MS03	Rio Mumbaba	Águas Doces	25%	37%	20%	0%	18%
	MB02	Rio Mumbaba	Águas Doces	10%	36%	36%	0%	18%
	39084080/BAR01	Barragem de Gramame	Águas Doces	89%	11%	0%	0%	0%
	MS01A/MS01/MS00/MS02	Riacho Mussuré	Águas Doces	79%	15%	3%	0%	3%
	AB01	Rio Abiai	Águas Doces	93%	2%	5%	0%	0%
	BA01	Rio Boa Água	Águas Doces	83%	15%	0%	0%	2%
DDO (/L)	GR05/BA00	Rio Boa Água	Águas Doces	87%	8%	5%	0%	0%
DBO (mg/L)	GR02	Rio Gramame	Águas Doces	83%	0%	17%	0%	0%
	GR04	Rio Gramame	Águas Doces	79%	21%	0%	0%	0%
	GRN1/GRN4	Rio Gramame	Águas Doces	100%	0%	0%	0%	0%
	GRN2/GR06	Rio Gramame	Águas Doces	96%	4%	0%	0%	0%
	GRN3	Rio Gramame	Águas Doces	83%	17%	0%	0%	0%







PARÂMETRO	ESTAÇÃO	Curso D'água	Classificação	CLASSE I	CLASSE II	CLASSE III	CLASSE IV	Fora do limite das Classes
	GRN5/GR01	Rio Gramame	Águas Doces	85%	11%	4%	0%	0%
	GRN6/Cagepa/MB03/GR03	Rio Gramame	Águas Doces	69%	21%	9%	0%	1%
	MB01/MS03	Rio Mumbaba	Águas Doces	96%	2%	2%	0%	0%
	MB02	Rio Mumbaba	Águas Doces	85%	10%	4%	0%	0%
	39084080/BAR01	Barragem de Gramame	Águas Doces	25%	25%	0%	0%	50%
	39081150	Riacho Pitimbu	Águas Salobras	80%	0%	0%	0%	20%
Eásforo total (ma/L)	39081120/AB03/AB02	Rio Abiai	Águas Salobras	71%	0%	0%	0%	29%
Fósforo total (mg/L)	39035000	Rio Goiana	Águas Doces	0%	0%	57%	0%	43%
	39081072	Rio Gramame	Águas Doces	0%	0%	57%	0%	43%
	39081080	Rio Mamuaba	Águas Doces	0%	0%	67%	0%	33%
	39084080/BAR01	Barragem de Gramame	Águas Doces	100%	0%	0%	0%	0%
	39081150	Riacho Pitimbu	Águas Salobras	100%	0%	0%	0%	0%
Nitrogênio	39081120/AB03/AB02	Rio Abiai	Águas Salobras	100%	0%	0%	0%	0%
amoniacal (mg/L)	39035000	Rio Goiana	Águas Doces	100%	0%	0%	0%	0%
	39081072	Rio Gramame	Águas Doces	100%	0%	0%	0%	0%
	39081080	Rio Mamuaba	Águas Doces	100%	0%	0%	0%	0%
	39084080/BAR01	Barragem de Gramame	Águas Doces	75%	19%	0%	6%	0%
	MS01A/MS01/MS00/MS02	Riacho Mussuré	Águas Doces	10%	6%	10%	26%	47%
	39081150	Riacho Pitimbu	Águas Salobras	14%	14%	57%	0%	14%
	39081120/AB03/AB02	Rio Abiai	Águas Salobras	10%	19%	35%	0%	35%
	AB01	Rio Abiai	Águas Doces	9%	2%	4%	37%	48%
	BA01	Rio Boa Água	Águas Doces	10%	2%	0%	22%	67%
	GR05/BA00	Rio Boa Água	Águas Doces	8%	3%	2%	36%	51%
	39035000	Rio Goiana	Águas Doces	22%	22%	33%	22%	0%
OD (mg/L)	39081072	Rio Gramame	Águas Doces	56%	11%	0%	33%	0%
	GR02	Rio Gramame	Águas Doces	33%	50%	0%	0%	17%
	GR04	Rio Gramame	Águas Doces	5%	11%	27%	43%	14%
	GR07	Rio Gramame	Águas Salinas	67%	21%	9%	0%	2%
	GRN1/GRN4	Rio Gramame	Águas Doces	50%	19%	19%	13%	0%
	GRN2/GR06	Rio Gramame	Águas Doces	24%	2%	11%	31%	31%
	GRN3	Rio Gramame	Águas Doces	100%	0%	0%	0%	0%
	GRN5/GR01	Rio Gramame	Águas Doces	46%	26%	21%	4%	4%
	GRN6/Cagepa/MB03/GR03	Rio Gramame	Águas Doces	29%	15%	27%	25%	4%







PARÂMETRO	ESTAÇÃO	Curso D'água	Classificação	CLASSE I	CLASSE II	CLASSE III	CLASSE IV	Fora do limite das Classes
	GU01	Rio Graú	Águas Salobras	64%	22%	14%	0%	0%
	GI01	Rio Gurugí	Águas Salobras	51%	35%	10%	0%	4%
	39081080	Rio Mamuaba	Águas Doces	38%	13%	25%	13%	13%
	MB01/MS03	Rio Mumbaba	Águas Doces	27%	21%	10%	4%	38%
	MB02	Rio Mumbaba	Águas Doces	17%	13%	30%	40%	0%
	39084080/BAR01	Barragem de Gramame	Águas Doces	100%	0%	0%	0%	0%
	MS01A/MS01/MS00/MS02	Riacho Mussuré	Águas Doces	79%	0%	13%	0%	8%
	AB01	Rio Abiai	Águas Doces	88%	0%	5%	0%	7%
	BA01	Rio Boa Água	Águas Doces	85%	0%	10%	0%	4%
	GR05/BA00	Rio Boa Água	Águas Doces	81%	0%	14%	0%	5%
	39035000	Rio Goiana	Águas Doces	56%	0%	44%	0%	0%
	39081072	Rio Gramame	Águas Doces	67%	0%	22%	0%	11%
	GR02	Rio Gramame	Águas Doces	67%	0%	17%	0%	17%
Turbidez (NTU)	GR04	Rio Gramame	Águas Doces	83%	0%	15%	0%	3%
	GRN1/GRN4	Rio Gramame	Águas Doces	75%	0%	13%	0%	13%
	GRN2/GR06	Rio Gramame	Águas Doces	84%	0%	12%	0%	4%
	GRN3	Rio Gramame	Águas Doces	83%	0%	17%	0%	0%
	GRN5/GR01	Rio Gramame	Águas Doces	66%	0%	30%	0%	4%
	GRN6/Cagepa/MB03/GR03	Rio Gramame	Águas Doces	64%	0%	27%	0%	8%
	39081080	Rio Mamuaba	Águas Doces	88%	0%	13%	0%	0%
	MB01/MS03	Rio Mumbaba	Águas Doces	71%	0%	23%	0%	6%
	MB02	Rio Mumbaba	Águas Doces	67%	0%	24%	0%	8%







Tabela 7.30 - Enquadramentos das estações em classes, conforme o parâmetro avaliado para o período SECO.

PARÂMETRO	ESTAÇÃO	Curso D'água	Classificação	CLASSE I	CLASSE II	CLASSE III	CLASSE IV	Fora do limite das Classes
	39084080/BAR01	Barragem de Gramame	Águas Doces	38%	63%	0%	0%	0%
	MS01A/MS01/MS00/MS02	Riacho Mussuré	Águas Doces	37%	30%	11%	0%	23%
	39081150	Riacho Pitimbu	Águas Salobras	100%	0%	0%	0%	0%
	39081120/AB03/AB02	Rio Abiai	Águas Salobras	93%	7%	0%	0%	0%
	AB01	Rio Abiai	Águas Doces	65%	33%	0%	0%	2%
	BA01	Rio Boa Água	Águas Doces	57%	30%	9%	0%	4%
	GR05/BA00	Rio Boa Água	Águas Doces	43%	35%	12%	0%	11%
	39035000	Rio Goiana	Águas Doces	100%	0%	0%	0%	0%
	39081072	Rio Gramame	Águas Doces	0%	100%	0%	0%	0%
	GR02	Rio Gramame	Águas Doces	0%	63%	25%	0%	13%
CF (org/100mL) /	GR04	Rio Gramame	Águas Doces	22%	43%	22%	0%	13%
E.coli (org/100mL)	GR07	Rio Gramame	Águas Salinas	93%	4%	0%	0%	2%
	GRN1/GRN4	Rio Gramame	Águas Doces	22%	33%	33%	0%	11%
	GRN2/GR06	Rio Gramame	Águas Doces	53%	38%	6%	0%	4%
	GRN3	Rio Gramame	Águas Doces	20%	80%	0%	0%	0%
	GRN5/GR01	Rio Gramame	Águas Doces	35%	42%	19%	0%	4%
	GRN6/Cagepa/MB03/GR03	Rio Gramame	Águas Doces	22%	41%	25%	0%	13%
	GU01	Rio Graú	Águas Salobras	98%	2%	0%	0%	0%
	GI01	Rio Gurugí	Águas Salobras	89%	5%	4%	0%	2%
	39081080	Rio Mamuaba	Águas Doces	100%	0%	0%	0%	0%
	MB01/MS03	Rio Mumbaba	Águas Doces	32%	42%	12%	0%	14%
	MB02	Rio Mumbaba	Águas Doces	20%	37%	30%	0%	13%
	39084080/BAR01	Barragem de Gramame	Águas Doces	93%	7%	0%	0%	0%
	MS01A/MS01/MS00/MS02	Riacho Mussuré	Águas Doces	69%	22%	9%	0%	0%
	AB01	Rio Abiai	Águas Doces	96%	4%	0%	0%	0%
	BA01	Rio Boa Água	Águas Doces	80%	18%	0%	0%	2%
DD0 (// //)	GR05/BA00	Rio Boa Água	Águas Doces	82%	16%	1%	0%	1%
DBO (mg/L)	GR02	Rio Gramame	Águas Doces	75%	25%	0%	0%	0%
	GR04	Rio Gramame	Águas Doces	77%	21%	2%	0%	0%
	GRN1/GRN4	Rio Gramame	Águas Doces	100%	0%	0%	0%	0%
	GRN2/GR06	Rio Gramame	Águas Doces	89%	7%	0%	0%	4%
	GRN3	Rio Gramame	Águas Doces	100%	0%	0%	0%	0%







PARÂMETRO	ESTAÇÃO	Curso D'água	Classificação	CLASSE I	CLASSE II	CLASSE III	CLASSE IV	Fora do limite das Classes
	GRN5/GR01	Rio Gramame	Águas Doces	86%	5%	7%	0%	2%
	GRN6/Cagepa/MB03/GR03	Rio Gramame	Águas Doces	64%	21%	14%	0%	0%
	MB01/MS03	Rio Mumbaba	Águas Doces	80%	14%	4%	0%	2%
	MB02	Rio Mumbaba	Águas Doces	60%	30%	9%	0%	0%
	39084080/BAR01	Barragem de Gramame	Águas Doces	0%	0%	0%	0%	100%
	39081150	Riacho Pitimbu	Águas Salobras	100%	0%	0%	0%	0%
Eásforo total (ma/L)	39081120/AB03/AB02	Rio Abiai	Águas Salobras	80%	0%	0%	0%	20%
Fósforo total (mg/L)	39035000	Rio Goiana	Águas Doces	0%	40%	0%	0%	60%
	39081072	Rio Gramame	Águas Doces	0%	60%	0%	0%	40%
	39081080	Rio Mamuaba	Águas Doces	0%	83%	0%	0%	17%
	39084080/BAR01	Barragem de Gramame	Águas Doces	100%	0%	0%	0%	0%
	39081150	Riacho Pitimbu	Águas Salobras	100%	0%	0%	0%	0%
Nitrogênio	39081120/AB03/AB02	Rio Abiai	Águas Salobras	100%	0%	0%	0%	0%
amoniacal (mg/L)	39035000	Rio Goiana	Águas Doces	100%	0%	0%	0%	0%
	39081072	Rio Gramame	Águas Doces	100%	0%	0%	0%	0%
	39081080	Rio Mamuaba	Águas Doces	100%	0%	0%	0%	0%
	39084080/BAR01	Barragem de Gramame	Águas Doces	100%	0%	0%	0%	0%
	MS01A/MS01/MS00/MS02	Riacho Mussuré	Águas Doces	11%	2%	11%	28%	49%
	39081150	Riacho Pitimbu	Águas Salobras	57%	14%	0%	0%	29%
	39081120/AB03/AB02	Rio Abiai	Águas Salobras	21%	42%	25%	0%	12%
	AB01	Rio Abiai	Águas Doces	11%	4%	11%	55%	19%
	BA01	Rio Boa Água	Águas Doces	18%	2%	0%	35%	45%
	GR05/BA00	Rio Boa Água	Águas Doces	10%	4%	5%	42%	39%
	39035000	Rio Goiana	Águas Doces	57%	0%	29%	14%	0%
OD (mg/L)	39081072	Rio Gramame	Águas Doces	29%	14%	29%	14%	14%
	GR02	Rio Gramame	Águas Doces	63%	38%	0%	0%	0%
	GR04	Rio Gramame	Águas Doces	13%	6%	13%	54%	15%
	GR07	Rio Gramame	Águas Salinas	81%	8%	4%	0%	6%
	GRN1/GRN4	Rio Gramame	Águas Doces	33%	44%	0%	22%	0%
	GRN2/GR06	Rio Gramame	Águas Doces	20%	6%	6%	50%	19%
	GRN3	Rio Gramame	Águas Doces	100%	0%	0%	0%	0%
	GRN5/GR01	Rio Gramame	Águas Doces	49%	25%	14%	8%	3%
	GRN6/Cagepa/MB03/GR03	Rio Gramame	Águas Doces	33%	18%	23%	21%	4%







PARÂMETRO	ESTAÇÃO	Curso D'água	Classificação	CLASSE I	CLASSE II	CLASSE III	CLASSE IV	Fora do limite das Classes
	GU01	Rio Graú	Águas Salobras	64%	27%	5%	0%	4%
	GI01	Rio Gurugí	Águas Salobras	53%	31%	11%	0%	5%
	39081080	Rio Mamuaba	Águas Doces	75%	13%	0%	13%	0%
	MB01/MS03	Rio Mumbaba	Águas Doces	41%	9%	4%	4%	42%
	MB02	Rio Mumbaba	Águas Doces	22%	22%	24%	29%	4%
	39084080/BAR01	Barragem de Gramame	Águas Doces	100%	0%	0%	0%	0%
	AB01	Rio Abiai	Águas Doces	88%	0%	8%	0%	4%
	BA01	Rio Boa Água	Águas Doces	89%	0%	7%	0%	4%
	GR05/BA00	Rio Boa Água	Águas Doces	92%	0%	8%	0%	0%
	39035000	Rio Goiana	Águas Doces	71%	0%	14%	0%	14%
	39081072	Rio Gramame	Águas Doces	86%	0%	14%	0%	0%
	GR02	Rio Gramame	Águas Doces	63%	0%	38%	0%	0%
	GR04	Rio Gramame	Águas Doces	94%	0%	6%	0%	0%
Turbidez (NTU)	GRN1/GRN4	Rio Gramame	Águas Doces	67%	0%	33%	0%	0%
	GRN2/GR06	Rio Gramame	Águas Doces	89%	0%	7%	0%	4%
	GRN3	Rio Gramame	Águas Doces	60%	0%	40%	0%	0%
	GRN5/GR01	Rio Gramame	Águas Doces	79%	0%	19%	0%	2%
	GRN6/Cagepa/MB03/GR03	Rio Gramame	Águas Doces	78%	0%	19%	0%	3%
	39081080	Rio Mamuaba	Águas Doces	100%	0%	0%	0%	0%
	MB01/MS03	Rio Mamuaba	Águas Doces	86%	0%	11%	0%	4%
	MB02	Rio Mamuaba	Águas Doces	89%	0%	9%	0%	2%
	MS01A/MS01/MS00/MS02	Riacho Mussuré	Águas Doces	86%	0%	3%	0%	11%









Quando avaliado de forma comparativa o resultado do enquadramento considerando o período chuvoso e seco, é possível notar que no geral a distribuição entre as classes I, II, III e IV é relativamente semelhante. No período chuvoso, no entanto, há uma maior quantidade de valores de concentrações que ficaram fora dos limites estabelecidos na Resolução (acima do estabelecido na Resolução na maioria dos casos). Em uma avalição geral, os parâmetros coliformes fecais, fósforo total, OD e turbidez apresentaram uma frequência menor de resultados na Classe I no período chuvoso em comparação ao seco. Esta relação é inversa apenas para a DBO. O nitrogênio amoniacal manteve-se em 100% das amostras enquadradas em Classe I tanto no período seco quanto chuvoso.

Em relação aos pontos de monitoramento, as estações que apresentaram maior recorrência de parâmetros na Classe I foram as de código de identificação 39081150, GR07 e GU01, localizadas respectivamente no Riacho Pitimbu, Rio Gramame e Rio Graú. De acordo com a porcentagem de salinidade destas estações as águas nestes segmentos de rio podem ser consideradas: salobras (39081150 e GU01) e salinas (GR07). Para a estação 39081150 apesar desta possuir aproximadamente 100% das amostras de coliformes, fósforo e nitrogênio amoniacal na Classe I, 29% (período seco) e 14% (chuvoso) das avaliações ficaram acima dos limites atribuídos às classes para OD.

Em relação às piores qualidades da água, ou seja, aquelas estações com maiores frequências na Classe IV, estão MB02 no Rio Mumbaba e conjunto de estações no encontro dos rios Mumbaba e Gramame (pontos GRN6/Cagepa/MB03/GR03). Para estes pontos, os parâmetros turbidez e DBO se mostram os mais restritivos.

Os valores acima discutidos e elencados nas Tabela 7.29 e Tabela 7.30 são sintetizados na forma de seis mapas, um para cada parâmetro avaliado, apresentados no Anexo I- Mapas de frequência de classes da qualidade da água nas BHLS. Nos mapas, foram associados gráficos de pizza para cada estação exibindo a distribuição de recorrência das classes para este ponto de monitoramento.

As campanhas de análise de qualidade das águas realizadas pela CAGEPA analisaram a presença de compostos orgânicos nas águas da barragem Gramame-Mamuaba. Os compostos que foram analisados e que estão citados na Resolução CONAMA nº 357/2005 são os que seguem: 2,4-D + 2,4,5-T, Aldrin + Dieldrin, Atrazina, DDT + DDD + DDE, Endrin, Glifosato + AMPA, Simazina, Trifluralina, Alacloro, Clordano (Cis + Trans), Endossulfan (a, β e Sais),



Lindano (gama HCH), Metolacloro, Parationa Metílica, Sulfato, Heptacloro Epoxido, Hexaclorobenzeno, Metoxicloro e Pentaclorofenol.

Os resultados relativos às análises realizadas pelas duas campanhas de amostragem da CAGEPA apresentaram valores abaixo dos limites de quantificação dos métodos utilizados para a análise dos compostos avaliados. À exceção foi o sulfato que foi detectado em uma das campanhas de amostragem com uma concentração de 3,56 mg/L, valor que se encontra abaixo do limite permitido para enquadrar o curso de água como sendo de Classe 1.

É importante ressaltar que o limite de quantificação dos métodos que foram utilizados para avaliar os parâmetros Paration ($LQ = 0.05 \, \mu g/L$), Heptacloro ($0.015 \, \mu g/L$), Heptacloro epoxido ($LQ = 0.005 \, \mu g/L$) e Pentaclorofenol ($0.02 \, \mu g/L$) são superiores aos limites estabelecidos na Resolução n° 357/05 para enquadrar o curso de água como sendo de Classe 1, ao considerar os valores limites apresentados pela " $Tabela \, II - Classe \, I - \acute{A}guas \, Doces$ ". Isso quer dizer que, apesar do resultado do ensaio ser "menor que o limite de quantificação do método", não necessariamente o curso de água vai estar enquadrado na Classe 1. Entretanto, para fins de simplificação, foi considerado que esse ponto de amostragem pode ser enquadrado na Classe 1, já que os valores de todos os outros parâmetros ficaram dentro dos limites máximos estabelecidos pela Resolução n° 357/05.

Visando fornecer subsídios ao balanço hídrico qualitativo e se alinhar à metodologia adotada para a avaliação da disponibilidade hídrica nas BHLS, também foram atribuídas classes para cada sub-bacia proposta no Estudo Hidrológico. A divisão em sub-bacias parte da suposição para efeito de simplificação - que a partir das concentrações registradas nas estações de monitoramento, os cursos d'águas contidos na mesma sub-bacia possuem uma mesma Classe de enquadramento. A **Tabela 7.31** apresenta a classe atribuída a cada sub-bacia com base no parâmetro que apresentou a pior classe ao avaliar os dados apresentados anteriormente.

Cabe salientar que para as sub-bacias onde não foram verificados pontos de monitoramento, nenhuma Classe foi atribuída. Além disso, é importante destacar que essa informação não representa uma proposta de enquadramento dos corpos d'água para as BHLS, pois, são várias as sub-bacias em que não há a presença de nenhum ponto de amostragem de qualidade da água e poucas campanhas foram realizadas. Isso demonstra a falta de abrangência geográfica e temporal dos dados de qualidade da água para as BHLS. Por esse motivo, os dados apresentados nas **Tabela 7.29**, **Tabela 7.30** e **Tabela 7.31** devem ser utilizados apenas como uma síntese da



HIDROGRÁFICAS 21001-ETP4-RP4-S-00-01







qualidade atual das águas nas BHLS, servindo como subsídio para uma futura proposta de enquadramento.

Tabela 7.31 - Classes das sub-bacias das BHLS

UPH	Sub-bacia	Local	Classe	Ponto de amostragem	Parâmetro com pior classe
	SBGr1	Alto Gramame	4	39081072	Fósforo Total
	SBGr2	Rio Mamuaba	1	39081080	
	SBGr3	Rio Mumbaba	4	MB03	CF
Rio Gramame	SBGr4	Médio Gramame	4	GRN5	CF
	SBGr5	Riacho Ipiranga	4	BA00	Oxigênio Dissolvido
	SBGr6	Baixo Gramame	4	GR05	Sólidos Dissolvidos Totais, Oxigênio Dissolvido e CF
	SBGr7	Foz Gramame	4	GRN4	CF
	SBAb3	Aterro	4	AB01	Oxigênio Dissolvido
Rio Abiaí	SBAb8	Baixo Abiaí	4	39081120	Sólidos Dissolvidos Totais; Cloretos
UPH da BH do Abiaí	SBPitimbu	-	2	39081150	Oxigênio Dissolvido
	SBGrau	-	2	GU01	CF
	SBNorte	-	2	GI01	CF

A falta de dados de monitoramento da qualidade água principalmente na região da bacia do Abiaí compromete a avaliação do quadro atual das BHLS por completo. A ausência de um levantamento de dados contínuo é especialmente mais notável para o Abiaí, com a falta de informações nas seguintes sub-bacias: SBAb1 e SBAb4 (Cupissura), SBAb2 (Papocas), SBAb5 (Alhandra), SBAb6 (Caaporã) e SBAb7 (Médio Abiaí).

Nos próximos parágrafos do texto estão apresentados alguns pontos relevantes sobre as classes de enquadramento apresentadas pelas estações de monitoramento e pelas sub-bacias. A Figura 7.21 relaciona a classe determinada por meio do ponto de amostragem com as Fontes de poluição e com o cadastro de outorgas da AESA-PB (Tabela 7.32). É válido ressaltar que foram considerados apenas os cadastros de outorgas vigentes no período em que o presente estudo foi desenvolvido.

Primeiramente, com relação às sub-bacias do Abiaí, percebe-se a falta de pontos de amostragem de qualidade da água, já que seis das oito sub-bacias não foram classificadas devido à falta de dados. A SBAb3 e a SBAb5 ficaram enquadradas como Classe 4 de acordo com os dados









HIDROGRÁFICAS

provenientes do monitoramento, sendo que os parâmetros que apresentaram pior classificação foram, respectivamente, oxigênio dissolvido (SBAb3) e os sólidos suspensos totais e o cloreto (SBAb5). Essas sub-bacias apresentam como principais fontes de poluição as atividades industriais de transformação e de extração e beneficiamento. Com relação ao cadastro de outorgas nessa bacia, a maior parte deles se refere às atividades de irrigação. De acordo com o enquadramento de 1988, as cabeceiras dos rios da bacia hidrográfica do Abiaí estavam classificadas como Classe 1 e as regiões intermediárias até a foz como Classe 2.

Com relação às sub-bacias do Gramame, seis sub-bacias foram classificadas como Classe 4, sendo que o pior parâmetro em quatro das sub-bacias foram os coliformes fecais. A maior parte das fontes de poluição dessa bacia estão localizadas nas sub-bacias SBGr3, SBGr4 e SBGr5 e são referentes a atividades industriais de transformação, ao transporte, tratamento e disposição de resíduos e a serviços agropecuários. Novamente, a maior parte dos cadastros de outorga é referente às atividades de irrigação, mas há um número considerável de outorgas relacionadas ao lançamento de efluentes, estando cadastrados na área das sub-bacias SBGr1, SBGr3 e SBGr5. Assim como na bacia do Abiaí, as cabeceiras dos rios do Gramame estão classificadas como Classe 1 no enquadramento de 1988 e seu trecho intermediário como Classe 2. Apenas próximo à foz que o rio foi classificado como Classe 3 de acordo com a resolução de 1988.

Através das análises realizadas foi percebido que as UPHs da bacia hidrográfica do Abiaí possuem poucos cadastros de outorga e poucas fontes de poluição, sendo que todas elas foram classificadas como Classe 2.

Por fim, é válido destacar que as BHLS são caracterizadas por possuírem fontes difusas de poluição que podem interferir na qualidade de água dos rios dessas bacias hidrográficas. Essas fontes de poluição são mais difíceis de serem controladas por não terem um ponto específico para o lançamento dos efluentes. No caso das BHLS as fontes de poluição difusa são referentes principalmente às atividades relacionadas à agricultura/irrigação em que há a presença de agrotóxicos. Alguns desses compostos são monitorados nos pontos de amostragem de qualidade da água, mas, pelo clima quente e pela alta incidência solar na Paraíba, muitos desses compostos podem sofrer transformações químicas e acabar tornando-se um metabólito mais tóxico que o original. Para esses compostos que sofreram degradação, muitas vezes não há legislação específica para determinar os limiares de qualidade da água.







Tabela 7.32. Número total de fontes de poluição e cadastro de outorgas em cada sub-bacia.

Sub-bacia	Área (km²)	N° de fontes de poluição	N° de cadastros de outorgas	N° fontes de poluição/Área	N° cadastros de outorga/Área	Classe
SBAb1	99,86	1	0	0,010	0,000	2
SBAb2	117,68	73	13	0,620	0,110	2
SBAb3	87,745	10	20	0,114	0,228	4
SBAb4	45,421	26	7	0,572	0,154	2
SBAb5	21,559	18	9	0,835	0,417	2
SBAb6	55,551	47	7	0,846	0,126	2
SBAb7	8,948	4	4	0,447	0,447	2
SBAb8	19,01	1	0	0,053	0,000	4
SBGr1	124,49	32	24	0,257	0,193	4
SBGr2	128,19	36	10	0,281	0,078	1
SBGr3	168,61	112	21	0,664	0,125	4
SBGr4	43,7	48	8	1,098	0,183	4
SBGr5	73,01	47	15	0,644	0,205	4
SBGr6	22,19	2	2	0,090	0,090	4
SBGr7	11,47	2	1	0,174	0,087	4
SBPitimbu	9,15	0	4	0,000	0,437	2
SBSul	9,81	0	1	0,000	0,102	2
SBCentro Sul	20,56	1	2	0,049	0,097	2
SBGrau	60,77	5	25	0,082	0,411	2
SBCentro Norte	8,07	0	0	0,000	0,000	2
SBNorte	41,22	3	26	0,073	0,631	3







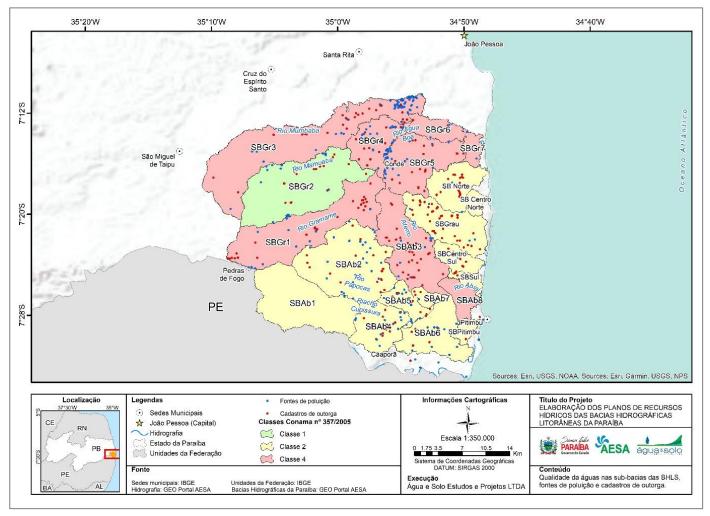


Figura 7.21. Qualidade da água das sub-bacias do Litoral Sul, cadastros de outorga da AESA-PB e fontes de poluilção. Fonte: Acervo próprio, 2022.









É válido ressaltar a necessidade de realizar um novo enquadramento para os cursos de água das BHLS haja vista que o único enquadramento existente foi realizado em 1988 e está descrito pela Resolução COPAM nº 11/88. Além disso, sugere-se que seja analisada a salinidade da água nos pontos de amostragem visto a proximidade das BHLS com o Oceano Atlântico e devido ao fato de que o conhecimento da salinidade é indispensável para realizar o enquadramento dos corpos de água.

Por fim, reforça-se a necessidade de um monitoramento contínuo e que contemple espacialmente a maioria das sub-bacias de interesse. Além disso, destaca-se a necessidade de recorrente atualização dos cadastros de outorgas e fontes poluidoras. A partir de um monitoramento mais robusto e a identificação de potenciais fontes poluidoras a gestão e controle dos aspectos relacionados a qualidade de água podem ser mais assertivos.

7.7 Qualidade das águas subterrâneas

A qualidade da água subterrânea é influenciada por fatores naturais e/ou antropogênicos. As características químicas naturais da água são definidas pelo contato da mesma com a rocha aquífera, enquanto as de origem antrópica são função da interferência humana sobre o ambiente, sendo que ambas podem restringir ou mesmo inviabilizar o uso dessas águas para determinados usos.

A avaliação da qualidade das águas subterrâneas das Bacias do Litoral Sul - BHLS foi feita a partir de análises químicas de poços no banco de dados da AESA (182 poços), da CAGEPA (15 poços) e também dados de análises químicas de 35 poços listados no Estudo de Caracterização e Verificação da Disponibilidade Hídrica da Vertente Litorânea do Estado da Paraíba (COSTA et al., 2007).

O estado da Paraíba não dispõe de uma rede de monitoramento de águas subterrâneas consolidada, também não existe padronização dos parâmetros analisados e as coletas são de datas muito distintas. Adicionalmente, parte das análises não apresenta coordenadas geográficas dos pontos de coleta, não permitindo o georreferenciamento dos dados, sendo possível relacionar apenas ao município.

A Tabela 7.33 apresenta os parâmetros obtidos por rede de monitoramento de águas subterrâneas na área das BHLS.







Tabela 7.33 - Parâmetros obtidos por rede de monitoramento

Parâmetro	Número de amostra s	Interval o de datas	Parâmetros analisados
AESA	117	2018 a 2022	Temperatura, pH, Condutividade elétrica, Sólidos totais dissolvidos, Bicarbonato, Carbonato, Cálcio, Magnésio, Sódio, Potássio, Cloreto, Sulfato, Dureza total, Ferro total, fluoreto, Nitrato, Nitrito, Coliformes totais, Coliformes fecais.
CAGEPA	17	1015 a 2021	Temperatura, pH, Cor aparente, Turbidez, Alcalinidade em hidróxidos, Alcalinidade em carbonatos, Alcalinidade em bicarbonatos, Alcalinidade total, Dióxido de carbono, Oxigênio consumido, Cloretos, Dureza total, Dureza em cálcio, Dureza em magnésio, Condutividade, Sólidos dissolvidos totais, Salinidade, Coliformes totais, E. Coli ou termotolerantes.
COSTA et al (2007)	35	2007	pH, Dureza, Bicarbonato, Carbonato, Alcalinidade total, Condutividade Elétrica, Sólidos totais dissolvidos, Cálcio, Magnésio, Sódio, Potássio, Ferro total, Cloreto, Sulfato, Nitrato e Nitrito.

A partir do levantamento de dados se constatou a necessidade de concepção e operacionalização de uma rede de monitoramento de poços que seja bem distribuída espacialmente, georreferenciada e padronizada.

Além da deficiência da rede de monitoramento em termos de abrangência espacial e temporal, a quantidade de análises químicas e bacteriológicas é limitada, não sendo analisados dados mais abrangentes que reflitam possibilidades de contaminações antrópicas tais com compostos das séries nitrogenadas, compostos orgânicos diversos e parâmetros microbiológicos, bem como aqueles específicos que pode refletir contaminação por esgotos domésticos e industriais, lixões e aterros sanitários, postos de combustível, cemitérios, dentre outros. Da mesma forma, contaminações pelo uso de agrodefensivos em áreas de forte atividade agrícola, sobretudo áreas de agricultura irrigada, bem como em áreas industriais, somente podem ser identificadas e monitoradas a partir de análises físico-químicas específicas.

Assim, para que se tenha um conhecimento atualizado sobre a qualidade das águas subterrâneas nos sistemas aquíferos das bacias é necessário o desenvolvimento de estudos hidrogeológicos específicos e a implantação e operacionalização de uma rede de monitoramento de qualidade, além de inventário de possíveis fontes de contaminação. Esta rede deve subsidiar o enquadramento das águas subterrâneas conforme a Resolução CONAMA nº 396/2008 que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas.









De acordo com a Resolução CONAMA nº 396/2008, o processo de enquadramento das águas subterrâneas deve ser fundamentado a partir da análise de inúmeros parâmetros, constando no mínimo os Sólidos Totais Dissolvidos, Coliformes Termotolerantes e Nitrato. Contudo, a Resolução estabelece que os parâmetros a serem selecionados para subsidiar o enquadramento deverão ser escolhidos em função dos usos preponderantes, das características hidrogeológicas e hidrogeoquímicas, das fontes de poluição e outros critérios técnicos específicos a serem definidos.

Considerando o montante de 206 poços do cadastro do SIAGAS e da AESA que trazem informações sobre a finalidade do uso da água, constatou-se que nas Bacias do Litoral Sul as águas subterrâneas são utilizadas preponderantemente para abastecimento público (45,6%), uso industrial (35,4%), abastecimento rural (10,7%), dentre outros. A **Figura 7.22** mostra a distribuição percentual de tipo de uso da água subterrânea nas BHLS.

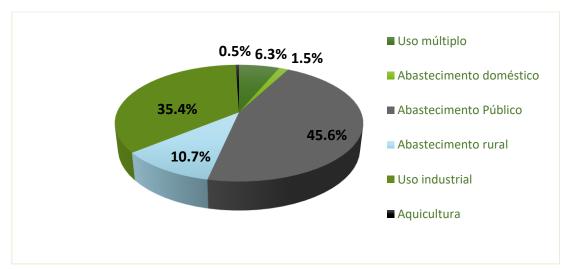


Figura 7.22 - Tipo de uso da água nas BHLS.

Na avaliação qualitativa das águas subterrâneas foram feitas classificações quanto a: (i) tipologia hidroquímica através do diagrama de PIPER; (ii) índices SAR (Razão de Adsorção de Sódio) que define a prestabilidade das águas para irrigação e (iii) limites máximos permitidos para qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

7.7.1 Caracterização Hidroquímica

O Diagrama de PIPER (1944) é um dos instrumentos mais utilizados para a classificação da tipologia hidroquímica das águas, estabelecendo tipos hidroquímicos em função do balanço e prevalência de cátions e ânions maiores. Ele permite a distinção de grupos hidroquímicos quando se quer analisar um conjunto de amostras.



A tipologia hidroquímica estabelece uma relação entre os cátions (Na+, K+, Ca2+, Mg2+) e ânions (Cl-, SO42-, HCO3- e CO32-) principais, em termos de miliequivalência, ressaltando aqueles predominantes. Em termos práticos essa tipologia de cátions e ânios predominantes reflete a influência de fatores ambientais na composição da água, entre eles o tipo de rocha aquífera, o volume de recarga, o tempo de residência das águas e o clima.

Uma dificuldade para a aplicação desse método é a falta de abrangência e a má qualidade das análises químicas. Quando adequadas, as amostras de água devem apresentar a concentração total de cátions aproximadamente igual à concentração de ânions (ambos expressos em meq/L), considerando a premissa de que as águas naturais são eletricamente neutras. Entretanto, nem todos os elementos são analisados nas amostras e, quando os teores dos elementos analisados são baixos, o erro associado à metodologia de medição aplicada a cada um deles pode superar um erro máximo admissível no fechamento do balanço iônico.

Erros analíticos que impedem o fechamento do balanço iônico ocorrem também em função de falhas nos procedimentos de coleta, demora na realização das análises, armazenamento inadequados, falha na execução da técnica laboratorial, dentre outros. Adicionalmente, quando as águas são pouco mineralizadas, pequenos erros analíticos podem representar diferenças significativas no balanço iônico, inviabilizando a utilização da amostra.

A área de ocorrência do sistema aquífero cristalino corresponde apena a 6,4 % do território da bacia, sendo encontrados poucos poços nesse sistema. Após a verificação do balanço iônico não foram obtidas análises químicas válidas para poços situados no aquífero cristalino.

A partir da plotagem das amostras validadas pelo balanço iônico obteve-se a representação gráfica no Diagrama de PIPER, permitindo uma análise visual comparativa para a composição das diversas amostras de água.

Na aplicação do Diagrama de Piper para caracterização da tipologia hidroquímica foi utilizado o software QUALIGRAF da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME, 2014). Trata-se de um programa de acesso livre, que auxilia na interpretação dos resultados e gera um produto gráfico.

De acordo com a metodologia de Piper (1944), quando um cátion ou ânion representa mais de 50% do conteúdo iônico total, a água é classificada por esta espécie predominante ou, quando não identificada uma prevalência, a água é classificada pelos dois mais abundantes. Na figura do diagrama, o campo central, localizado entre os dois triângulos, é utilizado para representar o caráter químico total da água.







A **Figura 7.23** apresenta o Diagrama de Piper para as amostras do Sistema Aquífero Sedimentar Paraíba.







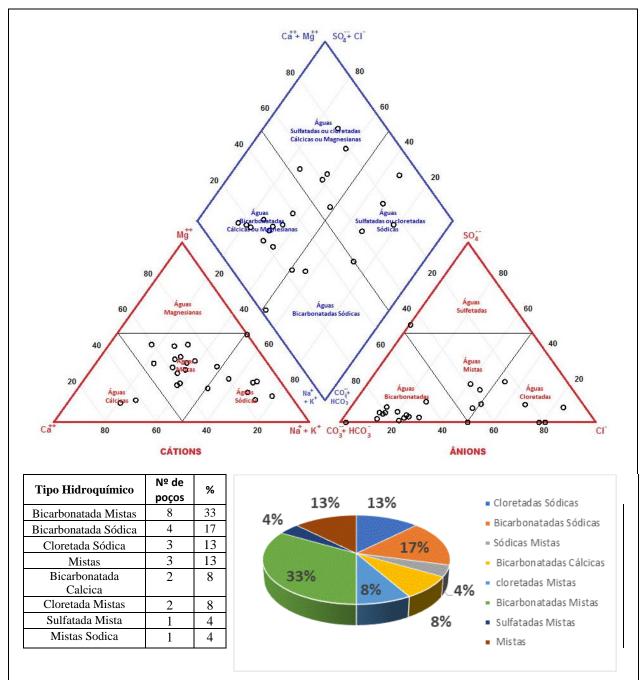


Figura 7.23 - Diagrama de PIPER para o Sistema Aquífero Cristalino na BHLS.

Constata-se que as águas dos poços localizados no sistema aquífero sedimentar foram classificadas em sua maioria como bicarbonatadas (58%), sendo 57% mistas, 29% sódicas e 14% cálcicas. Quanto aos cátions a maioria das amostras foram caracterizadas como mistas e secundariamente sódicas.

Valores elevados de cálcio e de bicarbonatos refletem litologias de rochas calcárias, podendo estar relacionado à ocorrência da Formação Gramame.







7.7.2 Qualidade da água para uso na irrigação

Na determinação da qualidade da água para irrigação foi utilizada a classificação proposta pelo *United States Salinity Laboratory* (USSL), baseada na razão de adsorção de sódio (*SAR – Sodium Adsorption Ratio*) e na concentração de íons de sais dissolvidos aferido pela condutividade elétrica da água. Este índice composto pelas letras C e S, indica na letra C a concentração de íons de sais dissolvidos e na letra S o risco de sodificação do solo (quantidade de sódio que pode ser adsorvido pelo solo).

Para fins de diagnóstico, a classificação do USSL define as seguintes classes de águas:

Quanto ao perigo de salinização:

- C1 Águas com baixa salinidade. Condutividade entre 100 e 250 micromhos/cm, que corresponde aproximadamente a 64 e 160 mg/l de sólidos dissolvidos. Pode ser usada na maioria das lavouras e em quase todos os solos, com pequeno risco de salinização, salvo se a permeabilidade do solo for extremamente baixa.
- C2 Águas com salinidade média. Condutividade entre 250 e 750 micromhos/cm, correspondendo aproximadamente a 160 e 480 mg/l de sólidos dissolvidos, pode ser utilizada em solos que apresentem lixiviação moderada. As plantas com baixa tolerância salina podem ser cultivadas sem risco.
- C3 Águas com salinidade alta. Condutividade elétrica entre 750 e 2.250 micromhos/cm, correspondendo a 480 e 1.440 mg/l de sólidos dissolvidos, não pode ser usada em solos de drenagem deficiente. Se presta para culturas com boa tolerância salina.
- C4 Águas com salinidade extremamente alta. Condutividade elétrica entre 2.250 e 5.000 micromhos/cm, correspondendo aproximadamente a 1.440 e 3.200 mg/l de sólidos dissolvidos, geralmente não são utilizadas para irrigação, salvo os casos de plantas com alta resistência salinas em solos bastante permeáveis e abundantemente irrigados.
- C5 Águas com salinidade extremamente alta. Condutividade elétrica entre 2.250 e 5.000 micromhos/cm, correspondendo aproximadamente a 1.440 e 3.200 mg/l de sólidos dissolvidos, geralmente não são utilizadas para irrigação, salvo os casos de plantas com alta resistência salinas em solos arenosos permeáveis e abundantemente irrigados.

Quanto ao perigo de sodificação









- S1 Água com baixa proporção de sódio e que pode ser usada em quase todos os tipos de solo sem riscos de acumulação de quantidades nocivas de sódio permutável. Faz-se ressalva apenas às lavouras muito sensíveis ao sódio.
- S2 Água com proporção média de sódio e risco em condições de lixiviação deficiente em terrenos de textura fina com elevada capacidade de troca catiônica. Pode ser usada em solos orgânicos ou de textura grossa com boa permeabilidade.
- S3 Água com proporção elevada de sódio e que pode conduzir a quantidades perigosas de sódio permutável na maior parte dos solos, aceitável apenas em condições de boa drenagem, presença de matéria orgânica e lixiviação intensa.
- S4 Água com proporção muito elevada de sódio, geralmente é inadequada para irrigação, exceto quanto a salinidade é muito baixa. Podem ser utilizadas em solos extremamente drenados e ricos em carbonatos.

O programa QUALIGRAF (FUNCEME, 2014), utilizado para a classificação hidroquímica e que gerou os Diagramas de Piper, também foi utilizado para a classificação com base no índice SAR para irrigação. A Figura 7.24 apresenta o diagrama de classificação da água subterrânea em relação aos riscos de salinização e sodificação para o Sistemas Aquífero Sedimentar Paraíba.

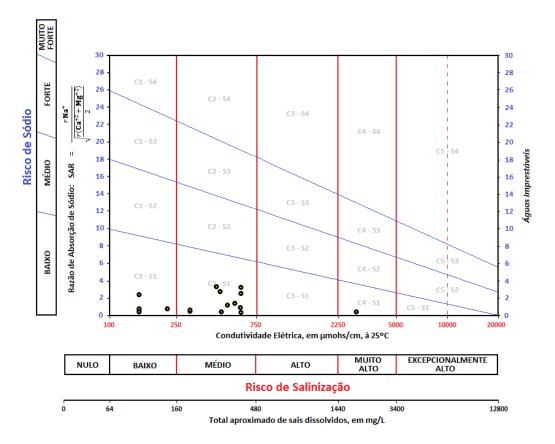


Figura 7.24- Diagrama de classificação de índice SAR – Aquífero Sedimentar.





A **Tabela 7.34** apresenta a tipificação, o número de amostras e o percentual de ocorrência do índice SAR por sistema aquífero.

Tabela 7.34 - Índice SAR no Sistema Aquifero Sedimentar Paraíba

Sistema Aquífero	Sedimentar				
Índice SAR	Número de amostras	%			
C0 - S1	4	17			
C1 - S1	7	29			
C2-S1	12	50			
C4 - S1	1	4			

As águas do aquífero sedimentar apresentam, de forma genérica, salinidade média e baixo risco de sodificação. A classe mais representativa foi a C2-S1 em 50% das amostras. Apenas uma amostra apresentou riscos de salinização elevado.

O aquífero cristalino, em áreas de menor precipitação, tende a apresentar águas com quantidades mais elevadas de sódio, e que podem conduzir a acumulações deste elemento na maior parte dos solos, com risco de intoxicação das plantas. Água com proporção elevada de sódio e salinidade alta são inadequadas para irrigação

7.7.3 Potabilidade da água para consumo humano

A avaliação da possibilidade de uso das águas para consumo humano foi realizada a partir de comparação entre os resultados das análises químicas do banco de dados da AESA e da CAGEPA, com os Valores Máximos Permitidos (VPM) para diversos parâmetros estabelecidos pela Resolução Conama nº 396/2008 e Portarias nº 2.914/2011 e nº 05/2017 do Ministério da Saúde. A Portaria nº 05 de 28 de setembro de 2017 que trata do controle e da vigilância da qualidade da água para consumo humano e de seu padrão de potabilidade, ratifica e complementa a Portaria nº. 2.914/2011 e em seus anexos estabelece teores máximos para substância que representem risco para a saúde humana.

Cabe ressaltar que essas análises são limitadas e faltam dados que reflitam possíveis contaminações por atividades antrópicas, a exemplo de contaminações por agrodefensivos, derivados de combustíveis, dentre outros. Portanto, esta avaliação está limitada aos parâmetros analisados, sendo insuficiente para refletir a qualidade das águas frente a ocupação antrópica das bacias, sobretudo da região costeira. Faltam dados de íons de elementos menores tais como os metais pesados: Arsênio, Chumbo, Zinco, Cobre e Mercúrio, entre outros, bem como compostos orgânicos diversos relacionados a agroquímico e combustíveis, além de indicadores







microbiológicos. Para tanto, entende-se a necessidade de realizar um plano de ações detalhado para a otimização desse sistema de monitoramento, em produto posterior.

Nos cadastros da AESA e CAGEPA não foram obtidos dados de qualidade para poços localizados no aquífero cristalino.

Os números e resultados das amostras bem como os valores máximos permitidos para o sistema aquífero sedimentar são apresentados na **Tabela 7.35**.

Tabela 7.35 - Resultados estatísticos da qualidade da água - Aquífero Sedimentar Paraíba (AESA/CAGEPA)

Tabela 7.35 - Resultado	os estatisticos	s da quandad	e ua agua – F	Aquileto Seul	iliciliai Fara	iba (ALSA/C	AGEFA)
Parâmetro	Número de poços	Valor Mínimo	Valor Médio	Valor Máximo	VMP	Número Poços > VMP	% Poços > VMP
Temperatura (°C)	65	22	26,25	34	-	-	-
pН	101	4,4	6,71	8,57	6,0-9,5-	25	25%
Cor Aparente (uH)	15	1	6,51	50,80	15	1	7%
Turbidez (uT)	15	0,1	1,68	8,4	5	1	7%
Condutividade Elétrica (μS/cm)	57	37	333,68	930	-	-	-
Alcalinidade Total mg/L CaC03	15	0,03	159,85	354,20	-	-	-
Salinidade ppt	15	0,03	0,16	0,29	-	-	-
STD (mg/L)	53	27,9	230,26	838	1000	1	2%
Cálcio (mg/L)	56	0,85	47,97	197,60	-	-	-
Magnésio (mg/L)	58	0,69	37,22	170	-	-	-
Sódio (mg/L)	11	4,82	35,44	106	200	0	0%
Potássio (mg/L)	5	1,90	15,77	64	-	-	-
Cloreto (mg/L)	97	5,1	143,5	264	250	1	1%
Carbonato (mg/L)	17	0	0,55	4,9	-	-	-
Bicarbonato (mg/L)	35	4,0	110,09	354,2	-	-	-
Sulfato (mg/L)	9	1,9	11,63	22	250	-	-
Dureza total (mg/l)	93	4,9	88,23	257	500	0	0
Dióxido de Carbono (mg/L)	15	8,8	30,6	112,3	-	-	-
Oxigênio Consumido (mg/L)	15	0	2,72	12,4	-	-	-
Nitrito (mg/L)	16	0	0,02	0,1	1	0	0%
Nitrato (mg/L)	28	0,01	2,04	10,60	10	1	4%
Fluoreto (mg/L)	4	0,09	0,37	1,18	1,5	0	0%
Ferro (mg/L)	26	0,01	6,36	100	0,3	6	23%
Coliformes Fecais NMP/ 100 mi	18	0	34,46	325,50	ausente	5	28%
Coliformes totais NMP/ 100 mi	32	0	153,22	2419,20	ausente	25	78%
Coliformes termotolerantes NMP/ 100 mi	-	-	-	-	ausente	-	-







*Valores Máximos Permitidos em relação à Portaria nº 2.914/2011, Portaria de consolidação MS nº 5/2017 e Resolução CONAMA nº 396/2008.

A avaliação dos resultados das análises químicas das amostras coletadas no aquífero sedimentar com relação aos valores máximos permitidos para consumo humano (Portaria n° 2914/2011 do Ministério da Saúde) apresentaram resultados analíticos superiores aos VMP nos seguintes parâmetros e respectivos percentuais: Coliformes totais (78%), Coliformes fecais (28%), pH (25%), Ferro (23%), cor aparente (7%), Turbidez (7%), Nitrato (4%), STD (2%) e Cloreto (1%).

Destaca-se a presença de coliformes totais em 25 das 32 amostras, e de coliformes fecais em 5 das 18 amostras analisadas no sistema aquífero sedimentar, indicando contaminação por esgotos e dejetos animal e humano.

Teores elevados de Ferro (23%) podem estar associado a processos naturais de decomposição de rochas ricas em minerais ferro-magnesianos, ou a matérias de revestimento do poço e equipamentos de bombeio.

As águas subterrâneas se apresentaram ácidas (pH< 6) em 25 % das amostras.

A salinidade das águas pode ser mensurada pelos teores de sólidos totais dissolvidos, cloreto e condutividade elétrica. A resolução Conama nº 396/08 estabelece o limite de 500 mg/L de Resíduos Totais para água doce, sendo que, acima deste valor as águas podem ser classificadas como salobras ou salinas. De 53 poços que apresentaram análise de teores de resíduos totais (STD), 50 apresentaram valores inferiores a 500 mg/L.

Os valores médios para Resíduos Totais Dissolvidos, Cloreto e Dureza foram respectivamente de 230,3 mg/L, 36,3 mg/L e 88,2 mg/L, permitindo classificar as águas como doces.

7.8 Balanço hídrico quali-quantitativo

O balanço hídrico quantitativo é definido a partir da diferença entre a disponibilidade hídrica e a demanda total de água proveniente das atividades consuntivas presentes na bacia. De maneira prática, o balanço expõe as condições de oferta e demanda hídrica, em diferentes regiões da bacia, face às atividades desenvolvidas em cada região da área de interesse.

As atividades consuntivas consideradas para o balanço foram: abastecimento urbano e rural, indústria, dessedentação animal, agricultura, irrigação e aquicultura. Sendo a demanda total definida a partir do somatório de todas as demandas que consomem os recursos hídricos na área de interesse, conforme descrito na seção "7.3 Demandas Hídricas". Nesse caso, para o balanço, a disponibilidade hídrica superficial se refere à vazão com 90% de permanência (Q90).



Para a definição da disponibilidade hídrica foi aplicado um modelo hidrológico distribuído por sub-bacias. Assim, os balanços hídricos apresentados se referem ao volume de água produzido em cada sub-bacia subtraído dos consumos provenientes das atividades consuntivas existentes na área específica. Assim, no presente relatório é feita uma primeira análise em que se identifica o balanço hídrico considerando apenas as vazões produzidas e consumidas em cada sub-bacia. Na segunda análise é feita a transferência dos excessos hídricos de cada sub-bacia para a jusante, a fim de espacializar a disponibilidade hídrica ao longo das BHLS. Destaca-se que somente os excessos hídricos são transferidos, uma vez que não há sentido físico em transferir déficits, considerando que a falta de água verificada em uma sub-bacia não é transferida para a sub-bacia de jusante. Para o caso das sub-bacias do domínio da UPH do rio Abiaí, não há balanço acumulado, tendo em vista que estas desaguam direto no oceano e não contribuem para a bacia do Abiaí.

Para o balanço hídrico qualitativo foram cruzadas as informações obtidas nos itens 7.4.1 e 7.4.2 buscando identificar se a qualidade das águas superficiais nas BHLS atende ao uso mais restritivo identificado, segundo as classes da Resolução CONAMA nº 357/2005. Entende-se que uma sub-bacia atende a qualidade requerida se ela foi classificada em uma classe igual ou superior àquela exigida pelo uso mais restritivo identificado. Para fins conceituais, entende-se que a Classe 1 é superior às Classes 2, 3 e 4. A Classe 2 inferior à Classe 1 e superior às Classes 3 e 4, seguindo a mesma lógica para as Classes 3 e 4.

7.8.1 Balanço hídrico da bacia hidrográfica do rio Gramame

A Tabela 7.36 apresenta o balanço hídrico quantitativo para a bacia hidrográfica do rio Gramame e exibe a disponibilidade hídrica superficial de cada uma das sub-bacias que foram consideradas pelo modelo hidrológico. Conforme exposto na seção anterior, primeiramente foi determinado o balanço hídrico a partir da subtração da disponibilidade hídrica de cada uma das sub-bacias pelas demandas existentes na sub-bacia. A coluna de consumo total representa todas as retiradas de água em cada sub-bacia e a coluna do balanço hídrico representa a vazão total remanescente na sub-bacia considerada.

É válido ressaltar que os valores apresentados pela **Tabela 7.36** não consideraram a disponibilidade de águas subterrâneas, ou seja, os balanços hídricos que estão expostos apresentam apenas a disponibilidade de água superficial na bacia.







Tabela 7.36 - Balanço hídrico por sub-bacia do rio Gramame

Sub-bacia	Local	Área de drenagem (km²)	Q90 (m ³ /s)	Consumo total (m³/s)	Balanço hídrico (m³/s)
SBGr1	Alto Gramame	124,49	0,612	0,0791	0,53
SBGr2	Rio Mamuaba	128,19	0,52	0,0736	0,45
SBGr3	Rio Mumbaba	168,61	0,402	0,0706	0,33
SBGr4	Médio Gramame	43,7	0,156	0,0034	0,15
SBGr5	Riacho Ipiranga	73,01	0,397	0,0148	0,38
SBGr6	Baixo Gramame	22,19	0,084	0,0018	0,08
SBGr7	Foz Gramame	11,47	0,043	0,0019	0,04

Fonte: Acervo próprio, 2022

A partir do balanço, percebe-se que, considerando vazões de permanência Q₉₀, nenhuma das sub-bacias do rio Gramame apresentou déficit hídrico. Ao avaliar cada uma das sub-bacias individualmente, pode ser percebido que o Alto Gramame (SBGr1) é a bacia com maior disponibilidade hídrica, enquanto o menor valor foi obtido para a Foz Gramame (SBGr7).

Na **Tabela 7.37** está apresentado o balanço hídrico acumulado em cada sub-bacia, ou seja, para o cálculo da disponibilidade foi considerada não somente a vazão produzida na sub-bacia, mas também os excessos hídricos provenientes das sub-bacias de montante.

Tabela 7.37 - Balanço hídrico acumulado por sub-bacia (Gramame)

Sub-bacia	Local	Área de drenagem (km²)	Consumo total (m³/s)	Q ₉₀ acumulada (m³/s)	Balanço hídrico acumulado (m³/s)
SBGr1	Alto Gramame	124,49	0,127	0,612	0,533
SBGr2	Rio Mamuaba	128,19	0,124	0,520	0,446
SBGr3	Rio Mumbaba	168,61	0,127	0,402	0,331
SBGr4	Médio Gramame	43,7	0,017	1,135	1,132
SBGr5	Riacho Ipiranga	73,01	0,03	0,397	0,382
SBGr6	Baixo Gramame	22,19	0,004	1,547	1,545
SBGr7	Foz Gramame	11,47	0,004	1,971	1,969

Fonte: Acervo próprio, 2022

Novamente, nenhuma das sub-bacias apresentou déficit hídrico. Dessa maneira, o balanço hídrico considerando o exultório da bacia do rio Gramame é de aproximadamente 1,969 m³/s.



Em relação ao aspecto qualitativo, a **Figura 7.25** apresenta o cruzamento entre os usos identificados na bacia do rio Gramame e as classes atribuídas a cada sub-bacia. Não foram identificadas UCs de Proteção Integral na UPH Rio Gramame, então não há necessidade de Classe Especial em nenhuma sub-bacia. No caso das BHLS, o tratamento da água para abastecimento público é feito é realizado pelo método convencional, portanto, nas sub-bacias onde esse uso ocorre, a classificação requerida é a Classe 2. Em relação ao uso de irrigação, considerou-se que os pontos no cadastro de outorga se referem à irrigação de culturas arbóreas ou forrageiras (Classe 3) ou então à irrigação de hortaliças e frutíferas (Classe 2). Desse modo, adotando uma metodologia mais conservadora, nas sub-bacias onde o uso para irrigação ocorre, a classificação requerida é a Classe 2.

A **Tabela 7.38** resume o balanço qualitativo das sub-bacias da UPH Rio Gramame. Verifica-se que apenas as sub-bacias referentes ao Alto Gramame e ao Rio Mamuaba atendem à classe requerida. No entanto, como o banco de outorgas não informa qual a cultura é irrigada em cada caso, é possível que este balanço qualitativo tenha obtido resultados muito conservadores. Desse modo, para futuras atividades relacionadas ao enquadramento de corpos d'água, sugerese que sejam verificados e confirmados cada caso.

Tabela 7.38 - Balanço hídrico qualitativo por sub-bacia (Gramame)

Sub-bacia	Local	Classe	Uso mais restritivo	Classe requerida	Avaliação
SBGr1	Alto Gramame	Classe 2	Abastecimento público, irrigação e aquicultura	Classe 2	Atendido
SBGr2	Rio Mamuaba	Classe 2	Irrigação	Classe 2	Atendido
SBGr3	Rio Mumbaba	Classe 3	Abastecimento público, irrigação e aquicultura	Classe 2	Não atendido
SBGr4	Médio Gramame	Classe 3	Irrigação	Classe 2	Não atendido
SBGr5	Riacho Ipiranga	Classe 3	Irrigação	Classe 2	Não atendido
SBGr6	Baixo Gramame	Classe 3	Irrigação	Classe 2	Não atendido
SBGr7	Foz Gramame	Classe 3	Irrigação	Classe 2	Não atendido

Fonte: Acervo próprio, 2022







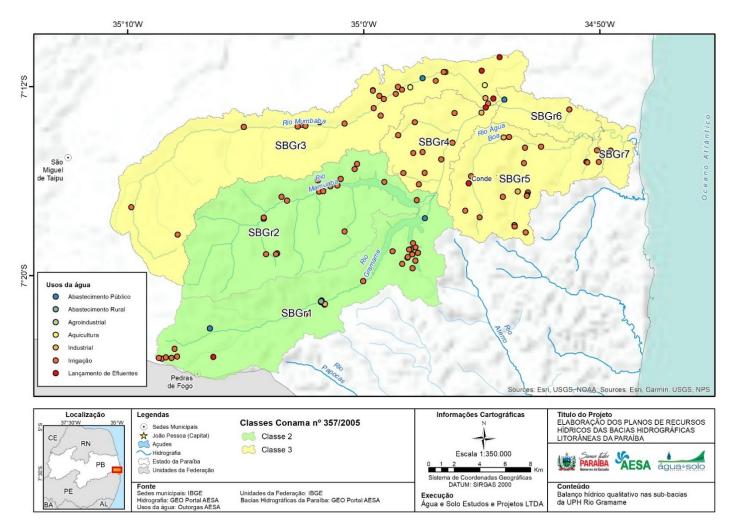


Figura 7.25 - Balanço hídrico qualitativo nas sub-bacias da UPH Rio Gramame Fonte: Acervo próprio, 2022







7.8.2 Balanço hídrico da bacia hidrográfica do rio Abiaí

A **Tabela 7.39** apresenta o balanço hídrico para a bacia hidrográfica do rio Abiaí. Assim como apresentado para a bacia do rio Gramame, em uma primeira análise o balanço hídrico foi realizado considerando apenas a disponibilidade e as demandas existentes em cada uma das sub-bacias. É válido ressaltar que os dados apresentados não consideraram a disponibilidade de águas subterrâneas.

Tabela 7.39 - Balanco hídrico por sub-bacia do rio Abiaí

Sub-bacia	Local	Área de drenagem (km²)	Q90 (m ³ /s)	Consumo total (m³/s)	Balanço hídrico (m³/s)
SBAb1	Cupissura - PB	99,86	0,2	0,0102	0,1898
SBAb2	Papocas	117,68	0,3	0,0522	0,2478
SBAb3	Aterro	87,745	0,181	0,0322	0,1488
SBAb4	Cupissura	45,421	0,063	0,1483	-0,0853
SBAb5	Alhandra	21,559	0,038	0,0504	-0,0124
SBAb6	Caaporã	55,551	0,114	0,1338	-0,0198
SBAb7	Médio Abiaí	8,948	0,018	0,0033	0,0147
SBAb8	Baixo Abiaí	19,01	0,038	0,0096	0,0284

Fonte: Acervo próprio, 2022

No caso das sub-bacias do rio Abiaí, foi constatado que três (SBAb4, SBAb5 e SBAb6) das oito sub-bacias analisadas possuem déficit hídrico, ou seja, as demandas de água na área são superiores à disponibilidade. Entretanto, ao analisar o balanço hídrico acumulado (**Tabela 7.40**), somente a sub-bacia de Caaporã (SBAb6) continuou apresentando déficit hídrico. Ressalta-se que esse déficit é observado considerando as disponibilidades hídricas com permanência de 90% no tempo, dessa maneira indica uma maior necessidade de incorporação de limites de uso na área de influência. Da mesma maneira, nessas sub-bacias com déficit hídrico se indica a necessidade de uma maior gestão integrada entre a gestão das águas subterrâneas e superficiais.







Tabela 7.40 - Balanço hídrico acumulado por sub-bacia (Abiaí)

Sub-bacia	Local	Área de drenagem (km²)	Consumo total (m³/s)	Q ₉₀ acumulada (m³/s)	Balanço hídrico acumulado (m³/s)
SBAb1	Cupissura - PB	99,86	0,0102	0,2000	0,1898
SBAb2	Papocas	117,68	0,0522	0,3000	0,2478
SBAb3	Aterro	87,745	0,0322	0,1810	0,1488
SBAb4	Cupissura	45,421	0,1483	0,2528	0,1045
SBAb5	Alhandra	21,559	0,0504	0,3903	0,3398
SBAb6	Caaporã	55,551	0,1338	0,1140	-0,0198
SBAb7	Médio Abiaí	8,948	0,0033	0,3578	0,3545
SBAb8	Baixo Abiaí	19,01	0,0096	0,5413	0,5318

Fonte: Acervo próprio, 2022

De maneira similar à bacia do Rio Gramame, a **Figura 7.26** apresenta o cruzamento entre os usos identificados na bacia do rio Abiaí e as classes atribuídas a cada sub-bacia. Também não foram identificadas UCs de Proteção Integral na UPH Rio Abiaí, então não há necessidade de Classe Especial em nenhuma sub-bacia. Ademais, aplicam-se as mesmas considerações informadas no balanço qualitativo da bacia do Rio Gramame.

A **Tabela 7.41** resume o balanço qualitativo das sub-bacias da UPH Rio Abiaí. Verifica-se que todas as sub-bacias atendem à classe requerida. Apenas na sub-bacia SBAb1 não foram identificados os usos da água e por isso a avaliação não foi realizada.

Tabela 7.41 - Balanço hídrico qualitativo por sub-bacia (Abiaí)

Sub-bacia	Local	Classe	Uso mais restritivo	Classe requerida	Avaliação
SBAb1	Cupissura - PB	Classe 2	Não identificado	Não identificado	-
SBAb2	Papocas	Classe 2	Irrigação e aquicultura	Classe 2	Atendido
SBAb3	Aterro	Classe 2	Irrigação	Classe 2	Atendido
SBAb4	Cupissura	Classe 2	Abastecimento público, irrigação e aquicultura	Classe 2	Atendido
SBAb5	Alhandra	Classe 2	Abastecimento público, irrigação e aquicultura	Classe 2	Atendido
SBAb6	Caaporã	Classe 2	Irrigação	Classe 2	Atendido
SBAb7	Médio Abiaí	Classe 2	Irrigação	Classe 2	Atendido







Sub-bacia	Local	Classe	Uso mais restritivo	Classe requerida	Avaliação
SBAb8	Baixo Abiaí	Classe 2	Irrigação	Classe 2	Atendido

Fonte: Acervo próprio, 2022







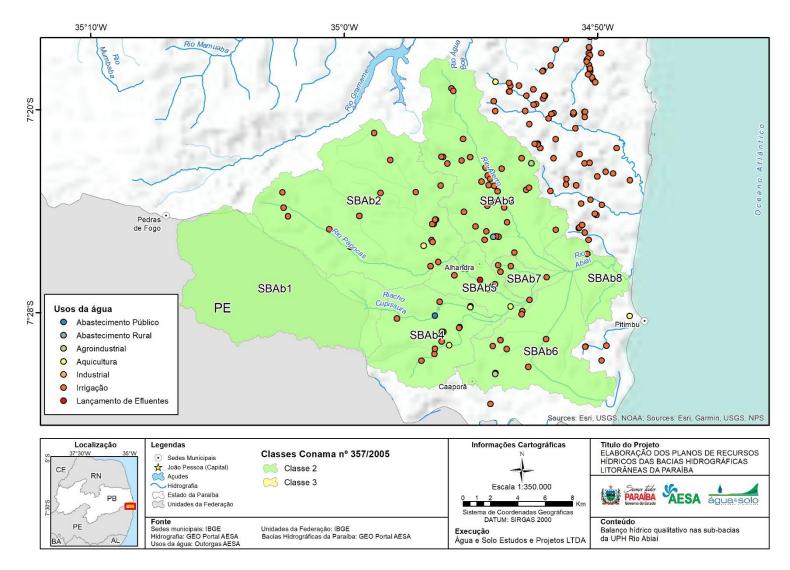


Figura 7.26 - Balanço hídrico qualitativo nas sub-bacias da UPH Rio Abiaí. Fonte: Acervo próprio, 2022.



7.8.3 Balanço hídrico das sub-bacias do domínio da UPH do rio Abiaí

A **Tabela 7.42** apresenta o balanço hídrico para as sub-bacias do domínio da UPH do rio Abiaí. O balanço hídrico foi realizado considerando apenas a disponibilidade e as demandas existentes em cada uma das sub-bacias. É válido ressaltar que os dados apresentados não consideraram a disponibilidade de águas subterrâneas.

Tabela 7.42 - Balanço hídrico por sub-bacia do domínio da UPH do rio Abiaí

Sub-bacia	Área de drenagem (km²)	Q ₉₀ (m ³ /s)	Consumo (m³/s)	Balanço (m³/s)
Rio Guruji	41,22	0,26	0,005	0,255
Centro Norte	8,07	0,057	0,001	0,056
Rio Grau	60,77	0,436	0,019	0,417
Centro Sul	20,56	0,155	0,010	0,145
Sul	9,81	0,075	0,005	0,070
Pitimbu	9,15	0,069	0,005	0,064

Verifica-se que nenhuma das sub-bacias analisadas possuem déficit hídrico, ou seja, a disponibilidade hídrica é superior às demandas.







Áreas Degradadas e Situações Emergenciais

Potenciais Áreas Degradadas

Compreende-se por áreas degradadas aquelas que após a ocorrência de distúrbios tiveram a vegetação e seus meios de regeneração bióticos suprimidos. Diante desta condição, estas áreas tendem a apresentar baixa resiliência, isto é, o seu retorno ao estado anterior à alteração pode não ocorrer ou ser extremamente lento, sendo necessária a intervenção (CARPENEZZI et al., 1990). Deste modo, a degradação de uma área pode ser verificada quando a vegetação e a fauna são reduzidas ou eliminadas, a camada de solo fértil é perdida ou removida e a vazão e a qualidade ambiental dos corpos d'águas são alterados.

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI - Normalized Difference Vegetation *Index*), permite caracterizar e quantificar parâmetros biofísicos em áreas vegetadas. O índice é resultado da combinação do nível de reflectância em imagens de satélites nas bandas do vermelho e do infravermelho próximo. Entre as variáveis que podem afetar os valores do NDVI têm-se: a arquitetura do dossel, as características químicas das folhas, o substrato e a presença de água. Tais agentes interferem na assinatura espectral da vegetação modificando a reflectância dos alvos sobre a superfície. Assim sendo, o comportamento distinto de absorção da luz no comprimento de onda correspondente ao vermelho entre plantas e solo seco exposto, permite a utilização do NDVI como medida de diferenciação dessas áreas.

A avaliação das áreas degradadas potenciais nas BHLS foi realizada através da combinação entre os mapas de uso do solo da região e o cálculo do NDVI, ambos com resolução de 30 metros oriundos de imagens do satélite LANDSAT. Devido à dificuldade de aquisição de imagens com baixa cobertura de nuvens para a região de estudo, foi realizada uma composição dos arquivos relativos a um ano completo (de janeiro a dezembro). Com a adoção dessa medida, a quantidade de quadrantes da imagem sem dados foi reduzida substancialmente.

Para mapeamento e quantificação das potenciais áreas degradadas das bacias, foram definidas três classes de aspectos ambientais de enquadramento dos valores de NDVI, conforme metodologia adaptada de Wanderer (2017). As classes foram calculadas conforme os valores de NDVI máximo, médio, mínimo e o desvio-padrão para as BHLS. A fim de estabelecer uma comparação na evolução destas áreas o mesmo procedimento foi adotado para os anos de 2014 e 2021. A **Tabela 8.1** abaixo expõe os intervalos das classes para os anos de análise. As classes I, II e III são correspondentes, respectivamente, às superfícies que não possuem cobertura







vegetal significativa (área degradada, corpos d'água ou solo exposto), às áreas de pastagem e campos e às regiões com densa cobertura vegetal.

Tabela 8.1 - Valores de NDVI de definição de classes de cobertura do solo obtido para as BHLS.

Classes	Valores do interv	valo (metodologia)	Valores do intervalo (2014)	Valores do intervalo (2021)
I	mínimo	média - desvio padrão	-3,2857 - 0,4579	-3,5555 - 0,4353
II	média – desvio padrão	média + desvio padrão	0,4579 - 0,8153	0,4353 - 0,7999
III	média + desvio padrão	máximo	0,8153 - 3,2353	0,7999 - 2,0526

Os pontos enquadrados como Classe I foram sobrepostos com áreas consideradas antropizadas segundo o mapa de uso e cobertura do solo do MapBiomas para os anos de 2014 e 2021. As áreas consideradas antrópicas correspondem à: pastagem, cultivo de cana e outras lavouras temporárias, mosaicos de usos para agropecuária, áreas urbanizadas, mineração, outras áreas não vegetadas e aquicultura. Os mapas das **Figura 8.1** e **Figura 8.2** apresentam, os resultados obtidos para o ano de 2014 e 2021, respectivamente.

A avaliação dos resultados alcançados deve considerar dois aspectos principais que limitam o grau de certeza associado às regiões elencadas como áreas degradas. Os resultados de NDVI são sensíveis ao teor de umidade e água na superfície do terreno. Assim, em anos mais secos – como foi o ano de 2014 para a região nordeste como um todo, em comparação ao ano de 2021 – os valores de NDVI tendem a ser menor.







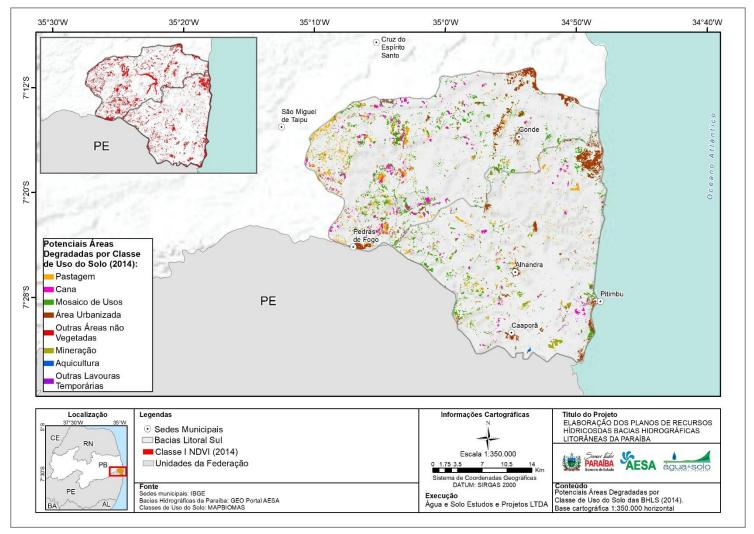


Figura 8.1 - Potenciais áreas degradadas por classe de uso do solo nas BHLS em 2014. Fonte: Acervo próprio, 2022.







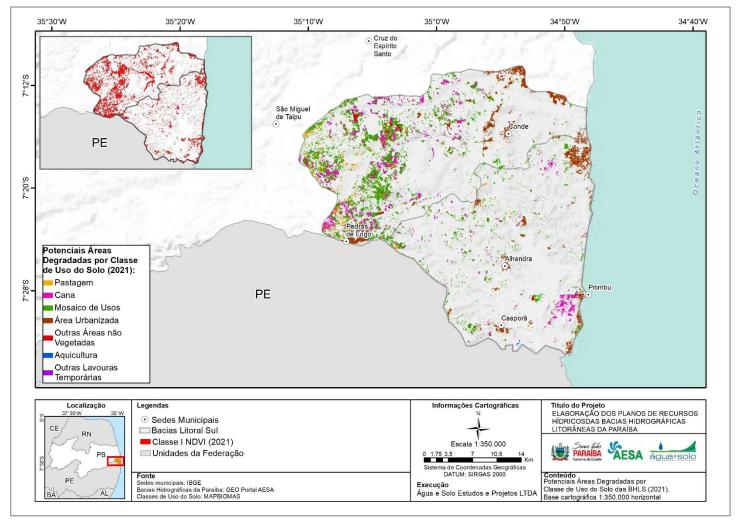


Figura 8.2 - Potenciais áreas degradadas por classe de uso do solo nas BHLS em 2021. Fonte: Acervo próprio, 2022.







É possível notar através dos mapas das Figura 8.1 e Figura 8.2 que:

- (i) Houve um aumento considerável das áreas degradadas em potenciais na comparação 2014 a 2021 na porção do alto da bacia do rio Gramame. Este acréscimo foi especialmente maior para as classes de mosaico de usos e cultivo de cana.
- (ii) Em todos os centros urbanos dos principais municípios das BHLS é possível observar uma expansão das áreas urbanas (este tipo de classe de uso do solo está associado a um menor valor de NDVI). Esta diferença também é perceptível na região metropolitana de João Pessoa inserida na bacia do rio Gramame.
- (iii) O município de Pitimbu, então em 2014 com um baixo quantitativo de áreas degradadas potenciais associadas ao cultivo de cana, apresentou uma expansão dessas áreas.
- (iv) Enquanto em 2014 foram obtidas algumas áreas em potencial de degradação ambiental associadas à silvicultura, em 2021 não houve essa quantificação.
- (v) Houve uma diminuição considerável das áreas de pastagem identificadas como em potencial degradação ambiental na comparação de 2014 para 2021.

Os resultados demonstram à vulnerabilidade das regiões do alto Gramame do município de Pitimbu ao processo de degradação ambiental e desertificação. No comparativo dos anos, as áreas associadas ao cultivo de cana tiveram um aumento considerável, assim como a outras culturas (mosaico de usos). As informações apresentadas, contudo, devem servir apenas como subsidio à identificação das áreas degradadas, a serem de fato assim caracterizadas com e elaboração de um estudo mais aprofundado e registros *in loco*.

A **Tabela 8.2** abaixo contém o quantitativo de potenciais áreas degradadas por classe de uso do solo nos anos de 2014 e 2021. Mesmo o ano de 2014 tendo sido mais seco e consequentemente com menor NDVI associado que afeta os resultados levantados, percentualmente houve um aumento relativo às potenciais áreas degradadas em regiões de mosaico de usos, cana e outras áreas não vegetadas, outras lavouras temporárias e silvicultura.

Tabela 8.2 - Quantitativo de potenciais áreas degradadas por classe de uso do solo nas BHLS.

Classes de Use de Colo	2014		2021	
Classes de Uso do Solo	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Mosaico de Usos	4553,70	38,27%	8294,30	51,53%
Pastagem	2783,75	23,39%	1024,24	6,36%
Área Urbanizada	2501,55	21,02%	2973,86	18,47%
Cana	1826,73	15,35%	3185,44	19,79%
Mineração	159,84	1,34%	187,49	1,16%
Outras Áreas não Vegetadas	41,44	0,35%	385,50	2,39%







Classes de Use de Cala	2014		2021	
Classes de Uso do Solo	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Aquicultura	17,07	0,14%	10,47	0,07%
Não observado	14,92	0,13%	2,90	0,02%
Outras Lavouras Temporárias	0,98	0,01%	20,52	0,13%
Silvicultura	-	-	12,45	0,08%

Quando avaliadas as áreas degradadas inseridas em Áreas de Preservação Permanente de faixas marginais de cursos d'águas – definidas conforme metodologia descrita no – são totalizados cerca de 93 hectares. Tais áreas estão distribuídas ao longo das bacias do Gramame e Abiaí, com alguns pontos de maior concentração como no rio Mumbaba, riacho Coqueirinho, riacho Gavião, riacho Santa Cruz, riacho Utinga e riacho Engenho Velho.

O Censo Agropecuário realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística possui como objetivo retratar a realidade do Brasil Agrário, considerando suas interrelações com atores, cenários, modos e instrumentos de ação. O Censo Agropecuário mais recente disponível data do ano de 2017. Para o período de referência - no qual foram relacionados todos os dados sobre propriedade, produção, área, volume de trabalho durante o ano, etc. - adotou-se o intervalo de 1 de outubro de 2016 a 30 de setembro de 2017.

A Figura 8.2 contém os valores em hectares das áreas informadas no Censo Agropecuário como (i) pastagens plantadas em más condições e (ii) lâmina d'água, tanques, lagos, açudes, área de águas públicas para aquicultura, de construções, benfeitorias ou caminhos, de terras degradadas e de terras inaproveitáveis. As pastagens em más condições podem ser definidas como uma área com acentuada diminuição da produtividade agrícola ideal, diminuição na capacidade de suporte ideal, podendo ou não ter perdido a capacidade de manter produtividade biológica (acumular biomassa) significativa (DIAS-FILHO, 2012). A capacidade de suporte ideal, por sua vez, é aquela que maximiza o ganho de peso por animal e por área, sem comprometer a produtividade e a capacidade de recuperação da pastagem.

Tabela 8.3 - Relação entre áreas em más condições, degradadas e inaproveitáveis para os municípios das BHLS (em hectares).

Município	Bacia	Pastagens plantadas em más condições	Pastagens plantadas em más condições/em boas condições	Lâmina d'água, tanques, lagos, açudes, área de águas públicas para aquicultura, de construções, benfeitorias ou caminhos, de terras degradadas e de terras inaproveitáveis (% em relação à área total)
Alhandra	Abiaí	11	0.06	841 (7%)
Caaporã	Abiaí	-	-	1851 (16%)
Pitimbu	Abiaí	-	-	265 (5%)
Conde	Gramame	30	0.10	922 (13%)
Pedras de Fogo	Gramame	177	0.22	528 (2%)







O município de Pedras de Fogo apresentou um valor de 177 hectares de pastagens em más condições em relação a 796 hectares em boas condições. Em seguida nesta relação aparecem Conde e Alhandra.

Apesar do item que quantifica as terras degradadas e impróprias também levar em consideração massas d'água no geral (lâmina d'água, tanques, lagos, açudes, área de águas públicas para aquicultura), os valores informados fornecem uma estimativa dessas áreas prioritárias para recuperação. Nesse sentido, percentualmente, os municípios que apresentaram maior relação destas áreas em relação à área total dos estabelecimentos foram Caaporã e Conde. Em valores absolutos, os maiores quantitativos estão associados as mesmas localidades.

No Censo Agropecuário de 2006 (em que os registros de terras degradadas e terras impróprias tinham seus tópicos próprio), os municípios das BHLS que registraram os maiores valores de terras degradadas foram Pitimbu (128 ha) e Conde (63 ha). Em termos de terras inaproveitáveis para agricultura ou pecuária (pântanos, areais, pedreiras, etc.), os maiores quantitativos também estão em Pitimbu e Conde.

8.2 Situações emergenciais

A partir da elaboração do diagnóstico para as BHLS, as ações emergenciais que podem ser indicadas são:

- Intensificação da rede de monitoramento hidroclimatológico a existência de uma única estação climatológica e localizada fora da bacia, numa região urbanizada e no litoral permite uma avaliação exploratória das condições da evapotranspiração, afetando as análises realizadas. Uma rede de estações climatológicas compactas permitirá uma avaliação mais apurada no futuro;
- Intensificação da rede de monitoramento fluviométrico o uso de modelos permite a estimativa de vazões superficiais e, com esses dados, uma compreensão do comportamento dos componentes do ciclo hidrológico e da avaliação da segurança hídrica. No entanto, são valores obtidos por ajustes e calibrações que dependem da existência de dados reais de qualidade. Se esses forem inexistentes, insuficientes ou inconsistentes, os resultados da modelagem serão de qualidade adequados para o planejamento, mas inadequados para a gestão dos recursos hídricos. Assim, é necessário instalar e manter uma rede de monitoramento fluviométrico com densidade adequada para essas bacias;



DIAGNÓSTICO DAS BACIAS

21001-ETP4-RP4-S-00-01





adequado para a gestão dos recursos hídricos;



- Atualização do cadastro de usos de água as demandas de águas foram estimadas com base em metodologias consolidadas, mas, mesmo assim, são valores estimativos. As informações disponíveis nos bancos de dados de outorga apresentam um número menor de usuários de água do que seria coerente com os valores estimados pela metodologia da ANA, baseada em dados secundário. Assim, não são suficientes para o uso mais eficiente dos modelos hidrológicos preditivos de quantidade e qualidade da água, definição de zonas de mistura de efluentes, estimativa da classe de qualidade da água, etc. A atualização do cadastro pode ser realizada por campanhas de coleta de informações, mas essas são iniciativas custosas e demoradas. A implantação de sistemas de cadastro dos usos que permita a informação por parte dos usuários das vazões requeridas e das atualizações desses usos pode gerar um banco de dados mais
- Acoplamento do monitoramento dos reservatórios à gestão dos recursos hídricos superficiais – o monitoramento dos reservatórios já é realizado pela AESA, mas não são claras as regras de operação deles. Também se verificou a dificuldade de acesso a algumas obras, pela precariedade das estradas. Assim, embora estratégicos, os reservatórios de maior porte devem ser encarados como obras que devem obedecer à Lei de Segurança de Barragens, que inclui regras claras de operação e acesso constante às obras;
- Consolidação do banco de dados de informações hidrológicas se observa que existem dados técnicos de qualidade sobre recursos hídricos que poderiam estar consolidados em banco de dados de acesso aos diferentes atores institucionais. Dentre esses dados, destacam-se os referentes aos poços tubulares e os de qualidade de água.
- Harmonização do Plano de Segurança Hídrica com o Plano de Recursos Hídricos - a execução concomitante desses planos deve ser considerada uma oportunidade e não um desafio para a gestão. É necessário alinhar os parâmetros, os indicadores e a base de planejamento dos planos para otimizar a aplicação de recursos e reduzir a chance de conflitos entre as metas dos dois instrumentos de planejamento, ressaltando o caráter estrategicamente superior do plano de recursos hídricos por orientar a aplicação dos instrumentos previstos na legislação.
- Incorporação dos cenários de mudanças climáticas os cenários de mudanças climáticas situações desfavoráveis, especialmente na recarga das águas subterrâneas. Eventos como a recente seca prolongada observada na região nordeste podem afetar a







disponibilidade hídrica. Assim, ações como preservação das áreas de recarga, o incentivo ao reuso de água, ao aumento da eficiência do uso da água e o monitoramento dos aquíferos dentro de um planejamento global que inclua os cenários de mudanças climáticas gerará um arcabouço mais sólido para a gestão integrada dos recursos hídricos.

Essas ações emergenciais, que necessitam ser mantidas ao longo do tempo para gerar séries longas para permitir análises mais confiáveis, já estão sendo parcialmente apoiadas pelos recursos do FERH. As ações 6 - Sistema de Fiscalização do Uso de Água; 8 – Monitoramento Hidrometeorológico; 9 – Monitoramento de Qualidade de água; e 15 - Macromedição de Água Bruta são exemplos dessa atuação, mas os valores são alocados para todo o Estado, não permitindo uma ação mais focada nas BHLS.



9 Conclusões: Análise integrada

A fim de sintetizar as informações apresentados ao longo deste Diagnóstico, a análise integrada e contextualizada, a seguir apresentada, considera os diagnósticos dos meios físico, biótico, socioeconômico e cultural e repercute os resultados dos balanços hídricos em quantidade e em qualidade na cena atual. As informações são resumidas sobre a forma de mapas acompanhados por uma breve descrição das principais informações apresentadas. A análise integrada considera o confronto entre as informações elaboradas pelo meio técnico, com as percepções do meio social, obtidas nas mobilizações sociais realizadas no processo de elaboração do presente Plano de Bacia Hidrográfica. As informações aqui apresentadas de forma sucinta buscam trazer uma análise retrospectiva e uma avaliação da conjuntura atual, que serão úteis tanto para este diagnóstico quanto para a elaboração de cenários, a ser realizada na próxima fase de Prognóstico.

9.1 Socioeconomia

No que diz respeito à socioeconomia das bacias do Sul é apresentado a seguir um resumo do que constou no Capítulo 3 de Caracterização socioeconômica deste relatório, com ênfase no histórico de desenvolvimento humano da região, nas principais atividades econômicas, nas problemáticas de saneamento básico e no uso e ocupação do solo.

9.1.1 Índice de Desenvolvimento Humano

O estado da Paraíba possui um dos menores IDH-M do Brasil. A dimensão mais preocupante é a de Educação, onde o Estado ocupa a faixa de "Baixo", já que em Renda e Longevidade as faixas encontradas são "Médio" e "Alto", respectivamente. No estado, os municípios do Litoral tendem a apresentar um IDH-M mais elevado em comparação à porção interiorana. De forma geral, é perceptível uma redução do IDH-M no estado à medida que se adentra o continente e os índices de precipitação diminuem. A **Figura 9.1** apresenta os valores de IDH dos municípios pertencentes às bacias do Litoral Sul. Os municípios que apresentam os menores valores de IDH na região são Miguel de Taipu, Conde e Caaporã. O município de João Pessoa, capital do estado, destaca-se à parte dos demais com alto valor de IDH.







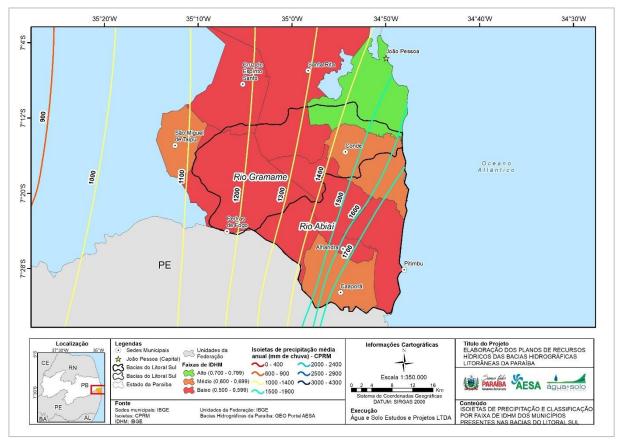


Figura 9.1 - Isoietas de precipitação e classificação por faixa de IDHM dos municípios nas BHLS.

9.1.2 Saneamento Básico

No que tange o abastecimento de água, os índices de atendimento urbano e total das bacias do Litoral Sul são inferiores à média do estado da Paraíba (92,41% e 82,98%, respectivamente). Os resultados encontrados também são inferiores à média do Nordeste Brasileiro (89,66% e 74,94%, respectivamente, para atendimento urbano e total) com a única exceção do índice de atendimento urbano da bacia do Gramame que é levemente superior.

O consumo médio per capita de água para as bacias rio Abiaí e Gramame foram iguais a, respectivamente, 97,62 e 105,74 L/hab./dia. O maior consumo na bacia do rio Gramame se reflete tanto devido ao elevado valor associado ao município de João Pessoa de 131 litros por dia, por pessoa, sendo o maior valor registrado entre as localidades analisadas – apesar de ser inferior à média nacional de 152,13 L. Para os resultados apresentados de potabilidade, todos dos municípios que forneceram informações de atendimento à Portaria declararam ter atendido integralmente aos padrões exigidos. Apenas o município de Caaporã não informou sobre o atendimento da Portaria de Qualidade da Água.

Os mananciais nas BHLS foram classificados quanto ao grau de vulnerabilidade, expresso pela resiliência (dimensão do Índice de Segurança Hídrica), na relação demanda e disponibilidade





(Grau de Atendimento à Demanda do manancial) e no porte do manancial. Os resultados sintetizados expressam que nenhum dos municípios elencados possui manancial e sistema produtor plenamente satisfatórios. O município de São Miguel de Taipu (ocupando uma porção bem pequena da bacia do rio Gramame) detém de mananciais não vulneráveis, mas com necessidade de ampliação do sistema. Os demais municípios possuem algum grau de vulnerabilidade dos seus mananciais para atendimento da demanda projetada de água de 2035 – 3 deles com alta vulnerabilidade (Conde, Santa Rita e Cruz do Espírito Santo), 4 com média e 1 com baixo grau de vulnerabilidade (Alhandra, com necessidade de ampliação do sistema). A **Figura 9.2** exibe os pontos de captação das bacias e o grau de vulnerabilidade dos municípios inseridos na mesma.

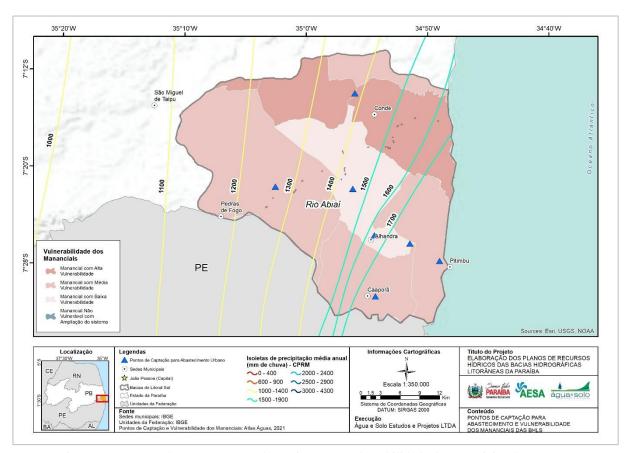


Figura 9.2 - Pontos de captação para abastecimento e vulnerabilidade dos manaicias das BHLS.

Para o atendimento dos sistemas de esgotamento sanitário a avaliação dos municípios das BHLS revelou como o destino mais comum para o esgoto sanitário dos domicílios localizados em região urbana a fossa rudimentar para a bacia do rio Abiaí e a rede geral de esgoto ou pluvial na bacia do Gramame (para a população rural da bacia, 77% dos domicílios destinam os esgotos para fossa sanitária). Os dados demonstram ainda que como média geral, entre os municípios das BHLS, o índice médio de atendimento urbano de esgoto é de 25,93% e 23,99% para







atendimento total – ambos os valores também abaixo da média estadual. Os municípios de Pedras de Fogo e Santa Rita possuem apenas 3,97% e 3,30% da população total sendo atendida

9.1.3 Uso e cobertura do solo

A avaliação da cobertura e uso da terra foi feita utilizando-se a Coleção 6 do projeto MapBiomas, que cobre o período de 1985 a 2020. As imagens dos cobertura e uso da terra são mostradas nas **Figura 9.3** e **Figura 9.4**.

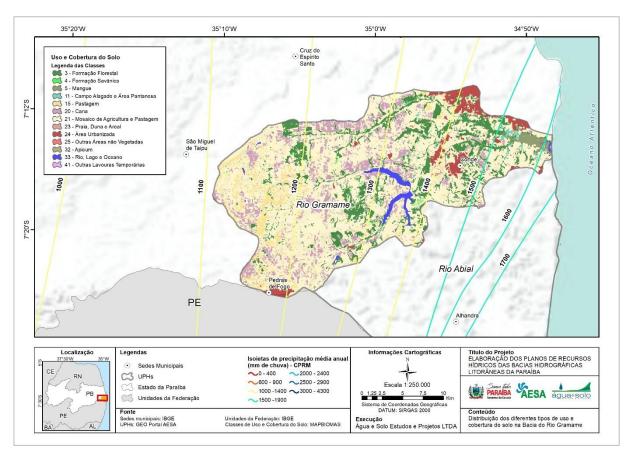


Figura 9.3 - Uso e cobertura do solo na bacia do Rio Gramame (2020).

Na bacia do rio Gramame, observa-se a predominância na paisagem de atividades de agricultura e pastagem com cerca de 357 km² equivalentes a 61% da extensão da BH. Ao longo de toda a extensão do rio Gramame o uso do solo é predominante para atividades de agricultura (em especial o cultivo de cana) e pastagem, com alguns poucos fragmentos florestais. A bacia também possui uma grande concentração de área urbanizada em seu extremo nordeste, abarcando a região metropolitana de João Pessoa. As áreas urbanizadas também se concentram nas sedes municipais de Pedras de Fogo e Conde. Na comparação histórico nota-se uma perda das áreas de pastagem somente para o cultivo de cana e mosaicos de agricultura e pastagem no geral.







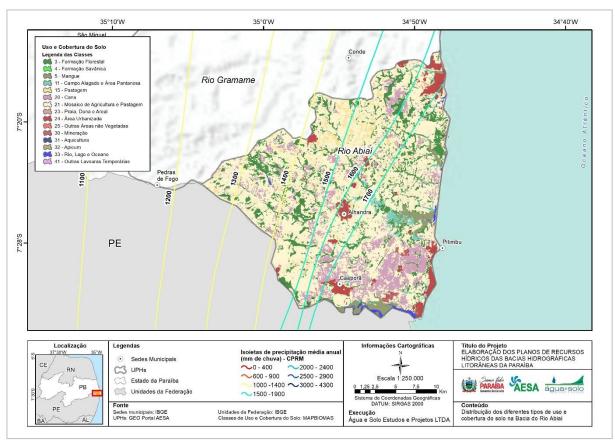


Figura 9.4 - Uso e cobertura do solo na baca do Rio Abiaí (2020).

Na bacia do Abiaí o tipo de uso e cobertura do solo mais predominante também são os mosaicos de agricultura e pastagem, ocupando uma área de cerca de 357km² equivalente a 60,58% da bacia. Ao longo da última década, houve uma expansão considerável da malha urbana dos municípios da Bacia, principalmente aqueles mais próximos ao litoral como em Pitimbu. Além disso, no comparativo com o ano de 2010, a atividade de pastagem cedeu nos últimos anos alguns de seus espaços para os mosaicos de agricultura e pastagem. O cultivo de cana, por sua vez, manteve-se como uma atividade bastante representativa nas BHLS particularmente aglomerada entre Caaporã e Pitimbu. As áreas de formações florestais e savânicas são pouco significativas.

9.2 APPs e potenciais áreas degradadas

Em relação à avaliação da concentração de áreas degradadas potenciais nas BHLS, houve um aumento considerável das áreas degradadas em potenciais na comparação 2014 a 2021 na porção do alto da bacia do rio Gramame. Este acréscimo foi especialmente maior para as classes de mosaico de usos e cultivo de cana. Além disso, em todos os centros urbanos dos principais municípios das bacias é possível observar uma expansão das áreas urbanas. Esta diferença



também é perceptível na região metropolitana de João Pessoa inserida na bacia do rio Gramame. O município de Pitimbu, então em 2014 com um baixo quantitativo de áreas degradadas potenciais associadas ao cultivo de cana, apresentou uma expansão dessas áreas. Também na avaliação comparativa entre 2014 e 2021 é notável uma diminuição considerável das áreas de pastagem identificadas como em potencial degradação ambiental. Neste sentido, os resultados demonstraram a vulnerabilidade das regiões do alto Gramame e do município de Pitimbu ao processo de degradação ambiental e desertificação.

Quando avaliadas as áreas degradadas inseridas em Áreas de Preservação Permanente de faixas marginais de cursos d'águas foram totalizados cerca de 93 hectares. Tais áreas estão distribuídas ao longo das bacias do Gramame e Abiaí, com alguns pontos de maior concentração como no rio Mumbaba, riacho Coqueirinho, riacho Gavião, riacho Santa Cruz, riacho Utinga e riacho Engenho Velho. Em relação à proteção e recuperação de nascentes, cabe destacar os municípios de Pedras de Fogo e Conde, que registraram maior número no CAR e apresentam maior probabilidade de ocorrência dessas APPs.

9.3 Disponibilidade hídrica

9.3.1 Superficial

A análise da disponibilidade hídrica superficial recupera os resultados da avaliação da situação atual dos recursos hídricos nas BHLS, em termos de quantidade e qualidade, além dos usos da água e possíveis conflitos existentes apresentado no capítulo "Situação dos recursos hídricos — Águas superficiais e subterrâneas". A Figura 9.5 exibe a disponibilidade de produção de água específica de cada sub-bacia (Q90) na região da bacia do rio Gramame. De maneira geral, a distribuição de água ao longo da bacia se mostrou semelhante, com maiores disponibilidades específicas da Q90 nas bacias SBGr5 (Riacho Ipiranga) e SBGr1 (Alto Gramame). A sub-bacia que demonstrou menor disponibilidade específica de água foi a SBGr3 (Rio Mumbaba).

A partir do balanço, percebe-se que, considerando vazões de permanência Q90, nenhuma das sub-bacias do rio Gramame apresentou déficit hídrico. Ao avaliar cada uma das sub-bacias individualmente, pode ser percebido que o Alto Gramame (SBGr1) é a bacia com maior disponibilidade hídrica, enquanto o menor valor foi obtido para a Foz Gramame (SBGr7). Dessa maneira, o balanço hídrico considerando o exultório da bacia do rio Gramame é de aproximadamente 1,969 m³/s.







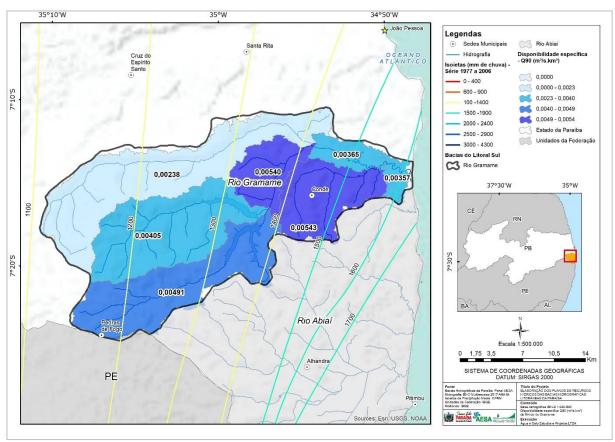


Figura 9.5 - Isoietas de precipitação e disponibilidade específica Q90 (m³/s.km²) na bacia do rio Gramame.

O mapa da **Figura 9.6**, por sua vez, exibe a disponibilidade de produção de água específica de cada sub-bacia (Q90) na região da bacia do rio Abiaí. As sub-bacias apresentaram disponibilidade de água superficial específica similar, indicando um balanço homogêneo ao longo da bacia. Contudo, nesse caso, a má distribuição de postos pluviométricos na região pode ter enviesando esse comportamento na simulação hidrológica.







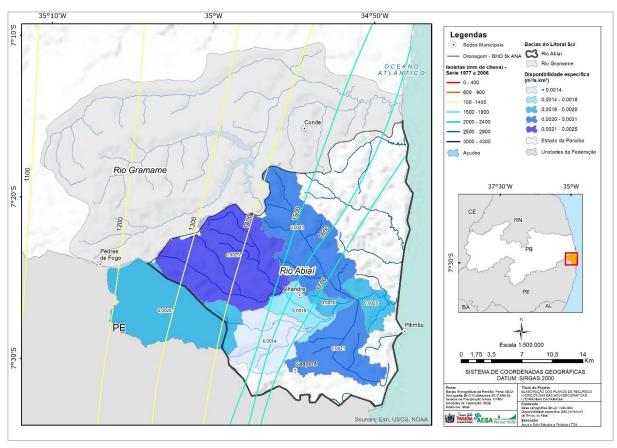


Figura 9.6 - Isoietas de precipitação e disponibilidade específica Q90 (m³/s.km²) na bacia do rio Abiaí..

O mapa da **Figura 9.7** apresenta a distribuição da disponibilidade hídrica frente aos consumos de água (em L/s) registrados por município. Observa-se que os municípios de Caaporã (45%) e Pedras de Fogo (32%) são dos que apresentam os maiores consumos de água. Juntos, representam quase 77% do consumo total. Analisando a relação entre consumo e retirada, verifica-se que as duas bacias têm comportamento muito semelhante, com um consumo médio de 72% da retirada. Na comparação entre as bacias, a do Abiaí é a de maior expressão, com 61% da vazão de consumo das BHLS.

Os usos da água na bacia do rio Abiaí mostram o predomínio da indústria de transformação (59%), sendo a agricultura irrigada (33%) o segundo uso mais importante, mostrando o perfil mais urbano da bacia. Para a bacia do Gramame o uso industrial é o predominante, com cerca de 90% da vazão de consumo estimada, seguida do abastecimento urbano, sendo os usos rurais de baixa expressão.







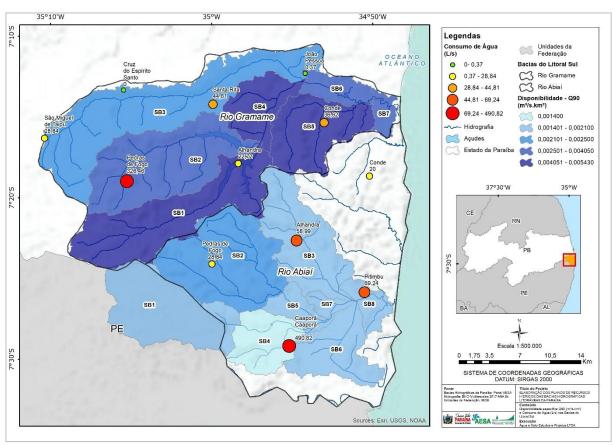


Figura 9.7 - Disponibilidade hídrica específica Q90 (m³/s.km²) e consumo de água (L/s) nas BHLS.

Já as sub-bacias do domínio da UPH rio Abiaí não apresentaram déficits hídricos. São regiões com maior índice de chuvas e menor consumo de água.

Em relação ao aspecto qualitativo foi realizado no item de "Balanço hídrico quali-quantitativo" o cruzamento entre os usos identificados nas BHLS e as classes atribuídas a cada sub-bacia. Considerando a classe requerida para cada sub-bacia conforme a atividade predominante, verifica-se que apenas as sub-bacias referentes ao Alto Gramame e ao Rio Mamuaba atendem à classe requerida. No entanto, como o banco de outorgas não informa qual a cultura é irrigada em cada caso, é possível que este balanço qualitativo tenha obtido resultados muito conservadores.

A rede de monitoramento da qualidade da água existente nas BHLS é deficiente em termos de cobertura espacial, abrangência temporal e adoção de metodologias em comum. Tal questão compromete a avaliação da qualidade da água na região principalmente na bacia do rio Abiaí. Nas BHLS, os pontos de análise encontram-se em sua grande maioria concentrados no baixo Gramame. 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 Sul paraibano. A partir de um monitoramento mais robusto e a







identificação de potenciais fontes poluidoras, a gestão e controle dos aspectos relacionados a qualidade de água podem ser mais assertivos.

Diante dos resultados apresentados, é válido ressaltar a necessidade de realização de um novo enquadramento para os cursos de água das BHLS haja vista que o único enquadramento existente foi realizado em 1988, descrito pela Resolução COPAM nº 11/88. Além disso, sugerese que seja analisada a salinidade da água nos pontos de amostragem visto a proximidade das BHLS com o Oceano Atlântico e devido ao fato de que o conhecimento da salinidade é indispensável para o enquadramento dos corpos de água.

9.3.2 Subterrânea

Os poços cadastrados nas BHLS encontram-se distribuídos de forma heterogênea no território, em função das demandas locais e das disponibilidades (**Figura 9.8**). Alguns municípios se destacam pela concentração de poços, a exemplo de Cruz do Espírito Santo (76), Conde (60) e Santa Rita (58). Os poços com maior vazão média de estabilização estão situados nos municípios de João Pessoa (38,22 m³/h), com o máximo de 113,14 m³/h, possivelmente por serem poços mais profundos destinados a abastecimento humano e industrial. Estes poços estão situados próximo a região costeira captando água no Sistema aquífero Sedimentar (Formações Beberibe). Os poços com menores vazões estão concentrados nos municípios de Conde, São Miguel de Taipu e Cruz do Espírito Santo, os dois últimos em áreas do embasamento cristalino.







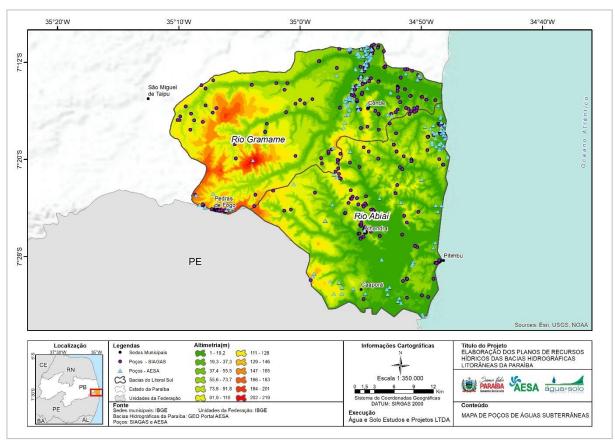


Figura 9.8 - Mapa de poços de águas subterrâneas nas BHLS.

A partir dos dados observados, conclui-se que a produtividade dos poços da bacia é caracterizada como fraca nos municípios de Alhandra, Cruz do Espírito Santo e Pitimbu, moderada Conde e Santa Rita, e elevada em João Pessoa

Ademais, constatou-se que 94,8 % foram perfurados no Sistema Aquífero Sedimentar Paraíba, na porção média e inferior da bacia do rio Gramame e na bacia do rio Abiaí, em áreas mais populosas e de maior demanda, sobretudo no entorno da cidade de João Pessoa, onde as águas são captadas inclusive para abastecimento industrial. O restante dos poços (5,2%) foi perfurado no terço superior da bacia do rio Gramame, em rochas fraturadas do embasamento cristalino.

A **Figura 9.9** apresenta a distribuição espacial dos dados de capacidade específica (produtividade) dos poços no território das Bacias do Litoral Sul. Pode-se constar que o aquífero granular associado a Bacia Sedimentar Paraíba apresenta, em média, poços com produtividade moderada, embora localmente seja registrados poços de produtividade muito elevada, apresentado vazões de até 100 m³/h (o poço tipo amazonas apresentou vazão de 368 m³/h). Por outro lado, o sistema aquífero associado ao embasamento cristalino apresenta, em média, baixa produção de água subterrânea, justificada pela baixa capacidade de armazenamento.







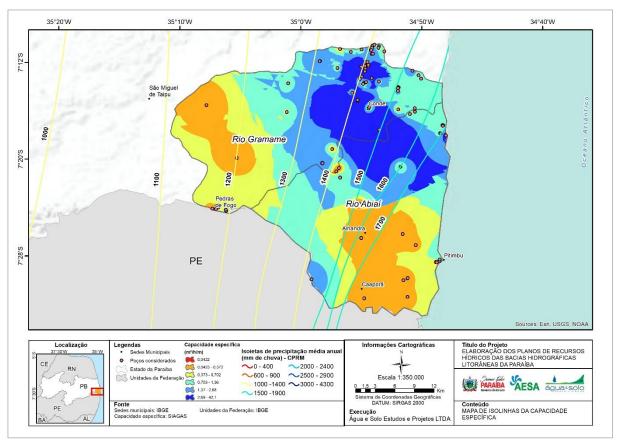


Figura 9.9 - Mapa de isolinhas da capacidade específica nas BHLS.

9.4 Avaliação integrada

A análise diagnóstica das BHLS resulta em bacias com demandas próximas ou superiores às capacidades superficiais, cabendo destacar que a região metropolitana de João Pessoa importa água das bacias do Litoral Sul para abastecimento humano e a grande participação da indústria de transformação no consumo de água. Em termos de qualidade de água, por vezes esta não atende às necessidades dos usos de irrigação de hortaliças e aquicultura, o que deve orientar a atualização do Enquadramento dos Corpos d'água, que após atualizado, terá impacto na Outorga pelo Uso da Água. Os parâmetros de qualidade que mais influenciam negativamente são os coliformes totais e o oxigênio dissolvido, indicando contaminação por esgoto ou efluentes da exploração pecuária.

O diagnóstico indica que os corpos hídricos que mais merecem atenção para atividades de recuperação de mata ciliar (faixas marginais de corpos hídricos) são: rio Mumbaba, riacho Coqueirinho, riacho Gavião, riacho Santa Cruz, riacho Utinga e riacho Engenho Velho. Em relação à recuperação de nascentes, o diagnóstico indica especial atenção às regiões dos municípios de Pedras de Fogo e Conde.







O papel estratégico das BHLS no atendimento à capital e à região metropolitana deve ser ressaltado, especialmente no cenário de crescimento dessas regiões e de sua urbanização, o que resulta em aumento previsível da demanda hídrica. A exploração do aquífero Paraíba é alta em relação à explotação potencial de águas, indicando uma possível situação de colapso no futuro.

Considerando a participação dos usos industriais e o abastecimento urbano e os níveis de comprometimento das vazões superficiais e da explotação potencial das águas subterrâneas, as bacias BHLS apresentam um quadro de possível restrição de usos rurais para equilibrar a demanda com a oferta, o que poderia ser realizado pela maior hierarquização dos usos industriais em relação aos de irrigação ou por indução de pagamento por serviços ambientais ou ecossistêmicos.

Como resultado a ser destacado nesse diagnóstico, o grau de vulnerabilidade dos mananciais para o abastecimento urbano, desconsiderando São Miguel de Taipu pela baixa participação na área da bacia e sede fora das BHLS, é alto em 38% dos municípios, média em 50%, baixa em apenas um município, Alhandra. Considerando que estão na região da Mata Paraibana e sobre os aquíferos mais produtivos, reduzir essa vulnerabilidade para assegurar esse uso prioritário definido na legislação deve ser um dos principais objetivos do Plano de Recursos Hídricos.







10 Referências Bibliográficas

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. 2006. **Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba**. João Pessoa, PB.

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. 2021. **Atualização Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba**. João Pessoa, PB.

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Atualização Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba**. Relatório Parcial 02B (RP02-B). 573p

AMARAL, B. S. D.; DANTAS, J. C.; SILVA, R. M.; CARVALHO NETO, J. F.. **Variabilidade espacial da erosividade das chuvas no Estado da Paraíba**. Revista Brasileira de Geografia Física, 7(4), 691-701.

AMARAL, B. S. D. Análise espacial das perdas de solo no estado da Paraíba. 2016.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Atlas Águas: Segurança Hídrica no Abastecimento Urbano**. ANA, 2021. Acessado em 28 de dezembro de 2021 através do link:

https://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/storymaps/stories/1d27ae7adb7f4baeb224d5893cc2173 0

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Atlas Brasil: Abastecimento Urbano de Água**. ANA, 2011. Acessado em 28 de dezembro de 2021 através do link: 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 Hidrográfica**s. ANA, 2017a. Acessado em 28 de dezembro de 2021 através do link: https://www.snirh.gov.br/agua-esgoto/esgoto-tabs/informacoes

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Atlas Irrigação: Uso da Água na Agricultura Irrigada**, 2ª edição. Brasília: ANA, 2021. 130 p.: il. ISBN: 978-65-88101-10-0.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Manual de Usos Consuntivos da Água**. Brasília: ANA, 2019

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. **Portal Hidroweb**. Acessado em 28 de dezembro de 2021 através do link: http://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Água na Indústria: Uso e Coeficientes Técnicos**. Brasília: ANA, 2017.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Nota Técnica nº 56/2015/SPR 04 de dezembro de 2015. Atualização da base de demandas de recursos hídricos no Brasil**. 2015.

ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; BASTOS, E. A.; BARROS, A. H. C.; SILVA, C. O. da; GOMES, A. A. N. Classificação climática e regionalização do semi-árido do Estado do Piauí sob cenários pluviométricos distintos. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 36, n. 2, p. 143-151, maio/ago. 2005.







ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Sistema de Informações Geográficas do Setor Elétrico**. Acessado em 28 de dezembro de 2021 através do link: https://sigel.aneel.gov.br/portal/home/index.html

ANM. Agência Nacional de Mineração. **Sistema de Informações Geográficas da Mineração**. Acessado em 28 de dezembro de 2021 através do link: https://geo.anm.gov.br/portal/apps/webappviewer/index.html?id=6a8f5ccc4b6a4c2bba79759 aa952d908

ARAGÃO, J.O.R. 1976. **Um Estudo da Estrutura das Perturbações Sinóticas no Nordeste do Brasil**. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). Instituto de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 51p.

ATLASBR. **Atlas de Desenvolvimento Humano**. Acessado em 28 de dezembro de 2021 através do link: http://atlasbrasil.org.br/

BARBOSA, J. E. L.; WATANABE, T.; PAZ, R. J. (Orgs). **A Bacia do Rio Gramame: Biodiversidade, Uso e Conservação**. Campina Grande: EDUEPB, 2009. 217 p. ISBN 978-85-7879-025-7

BARROS, A. H. C.; ARAÚJO FILHO, J. C. de; SILVA, A. B. da; SANTIAGO. G. A. C. F. **Climatologia do Estado de Alagoas**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento n. 211. Recife: Embrapa Solos, 2012. 32p.

BAZZANO, M.G.P.; ELTZ, F.L.F.; CASSOL, E.A. **Erosividade e características hidrológicas das chuvas de Rio Grande (RS)**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 34, n.3, p. 235-244. 2010.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo.** 7. ed. São Paulo: Editora Ícone. 1990.

BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C. **Métodos silviculturas para recuperação de nascentes e recomposição de matas ciliares**. Simpósio Nacional sobre Recuperação de Áreas Degradadas: água e biodiversidade. Anais, p. 120-144. Belo Horizonte, MG, 2002.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Institui o novo Código Florestal Brasileiro...

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o Marco Legal do Saneamento Básico.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. CPRM. **Geologia e recursos minerais do Estado da Paraíba**. Recife: CPRM, 2002.142p.

CARPANEZZI, A. A et al. Especies pioneiras para recuperacao de areas degradadas: a observacao de laboratorios naturais. 1990, Anais.. São Paulo: Sbs-Sbef, 1990. . Acesso em: 10 nov. 2022.

CAVALCANTE, J. S. I.; ALOUFA, M. A. I. **Gerenciamento Costeiro Integrado no Brasil: uma análise qualitativa do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro**. Revista Eletrônica do Programa de Mestrado em Desenvolvimento Regional da universidade do Contestado. p. 89-107. dez 2018.

CEPA. Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina. **Avaliação do projeto de microbacias – componente estradas. Florianópolis, SC**. 1999.

CERH. Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba. **Resolução nº 02 de novembro de 2003**. Estabelece a Divisão Hidrográfica da Paraíba.







CERH. Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba. **Resolução nº 03 de novembro de 2003**. Define as áreas de atuação dos Comitês.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo: 2006. São Paulo: CETESB, 2007. Série Relatórios.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. 2005. **Resolução CONAMA nº** 357/2005.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 274 de 29 de novembro de 2000**. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras.

CPRM. **Geodiversidade do Estado da Paraíba / Programa Geologia do Brasil**. Organização Fernanda Soares de Miranda Torres [e].Edlene Pereira da Silva – Recife: CPRM, 2016.

CPRM. **Mapa Hidrogeológico do Estado da Paraíba**, CPRM, 2019. Projeto Disponibilidade Hídrica do Brasil. Escala 1:500.000.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Atlas Pluvioétrico do Brasil**. Disponível em: http://www.cprm.gov.br/publique///Mapas-e-Publicacoes/Atlas-Pluviometrico-do-Brasil-1351.html.

D'ANGIOLELLA, G. L. B; VASCONCELLOS, V.L. D. **BHÍDRICO GD 4.0-2004: Planilha eletrônica para cálculo do balanço hídrico climatológico**. Revista Bahia agrícola, v.6, n.3, nov. 2004.

DIAS-FILHO, M. B.. **Formação e manejo de pastagens**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2012.

DOLL, P; FLORKE, M. Global-Scale Estimation of Diffuse Groundwater Recharge. Environmental Science, Geography. 2005.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5ª edição EMBRAPA. 2018.

FERREIRA, A. G.; MELLO, N. G. DA S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região nordeste do Brasil e a influência dos oceanos pacífico e atlântico no clima da região. Revista Brasileira de Climatologia, v. 1, n. 1, 2005.

FILHO, H.; FARIAS, T.; SANTOS, A.; SANTOS, M.; BEZERRA, C.; MELO, J. **Composição florística da mata ciliar no baixo rio Gramame, Paraíba, Brasil**. Biotemas, 28 (3): 23-36, junho de 2015. ISSNe 2175-7925.

FRANCISCO, P. R. M.; MEDEIROS, R. M. de; SANTOS, Djail. **Balanço Hídrico** Climatológico para a Capacidade de Campo de 100 mm — Estado da Paraíba. Ed. EDUFCG. 1.a Edição Campina Grande-PB, 2018.

FRANCISCO, P. R.; SANTOS, D. Classificação climática de köppen e thornthwaite para o estado da paraíba. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, Maceió – AL, ago. 2018.

FURRIER, M.; ARAUJO, M. E; MENESES, L. F. Geomorfologia e Tectônica da Formação Barreiras no Estado da Paraíba. Geol. USP Sér. Cient., v. 6, n. 2, p.61-70. 2006.

GOMES, H. P. Engenharia de Irrigação: Hidráulica dos sistemas pressurizados Aspersão e Gotejamento. 3. Ed. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba. 412p.1999.







GOVERNO DA PARAÍBA. 2005. Lei nº 7.779, de 07 de julho de 2005. **Criação da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba**. João Pessoa, PB

GRAFSET. **Povos Indígenas da Paraíba**. Editora Grafset. Acessado em 07 de abril de 2022 através do link: https://editoragrafset.com/povos-indigenas-paraiba2/

HASTENRATH, S.; HELLER, L. 1977. **Dynamics of Climatic Hazards in Northeast Brazil**. Quarterly Journal Royal Meteorological Society. 103, 77-92.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Base Cartográfica Contínua do Brasil, escala 1:250.000 – Versão 2021**. Acessado em 28 de dezembro de 2021 através do link: https://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/bases_cartograficas_continuas/bc250/versao2021/informacoes_tecnicas/bc250_documentacao_tecnica.pdf

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cadastro Central de Empresas 2019**. Acessado em 28 de dezembro de 2021 através do link: https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/cempre/quadros/brasil/2019

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017**. Acessado em 28 de dezembro de 2021 através do link: https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2000**. Acessado em 28 de dezembro de 2021 através do link: https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-demografico/demografico-2000/inicial

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. Acessado em 28 de dezembro de 2021 através do link: https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-demografico/demografico-2010/inicial

IBGE. Instituto Brasileiro de Geográfia e Estatística. Folha SB 24/25 Jaguaribe/Natal. **Levantamento de Recursos Naturais, v. 23. Projeto Radambrasil. Escala 1:250.000.** 1981.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Geomorfologia**. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. – 2. ed. - Rio de Janeiro : IBGE, 2009. 182 p. – (Manuais técnicos em geociências, ISSN 0103-9598; n. 5

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **MUNIC - Pesquisa de Informações Básicas Municipais, Suplemento de Saneamento Básico**. Acessado em 28 de dezembro de 2021 através do link: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/protecao-social/19879-suplementos-munic2.html?edicao=28201&t=sobre

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Pecuária Municipal 2020**. Acessado em 28 de dezembro de 2021 através do link: https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2020. IBGE, 2020a

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **PNSB - Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. Acessado em 28 de dezembro de 2021 através do link: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/meio-ambiente/9073-pesquisa-nacional-de-saneamento-basico.html?=&t=sobre

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal 2020**. Acessado em 28 de dezembro de 2021 através do link: https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas. IBGE, 2020b







IHGP. Instituto Histórico e Geográfico Paraibano. **A Paraíba nos 500 anos do Brasil/Anais do Ciclo de Debates do IHGP**. I 99p IHGP. Anais do Ciclo de Debates sobre a Paraíba na Participação dos 500 anos de Brasil. João Pessoa. Secretaria de Educação e Cultura do Estado. 414p. 2000.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas do Brasil 1981 - 2010**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: https://portal.inmet.gov.br/normais.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Sixth Assessment Report. Working Group I – The Physical Science Basis**. Regional fact sheet – Central and South America. 2022.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. Klimate der Erde. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wallmap 150cmx200cm.

KOUSKY, V.E. 1979. **Frontal influences on northeast Brazil**. Monthly Weather Review. 107, 1140-1153.

KOUSKY, V.E.; GAN, M.A. Upper tropospheric cyclonic vortices in the tropical South Atlantic. 1981. Tellus 36, 538-551.

LAMPARELLI, M. C. **Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo:** avaliação dos métodos de monitoramento. São Paulo : USP/ Departamento de Ecologia., 2004. 235 f. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, 2004.

LOMBARDI NETO, F. & MOLDENHAUER, W.C. Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com as perdas de solo em Campinas (SP). Bragantia, Campinas, 51(2):189-196, 1992.

MAIA, F. J. F; RAMOS, I. A. O caráter mediador dos pareceres e das recomendações do Ministério Público Federal e Estadual dos litígios socioambientais do Gramame-PB. Revista Argumentum - Marília/SP, V. 21, N. 1, pp. 251-273, Jan.-Abr.2020

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. Irrigação: Princípios e métodos. 3. Ed. Viçosa: Ed, UFV. 355p. 2009.

MOORE, I. E.; BURCH, G. Physical basis of the length-slope factor in the Universal Soil Loss Equation. Soil Society of America Journal, v.50, p.1294 – 1298, 1986.

NUNES, E. M. Perspectivas de governança de recursos hídricos na bacia do Rio Gramame, Paraíba. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente - UFPE). 148 p. Recife, 2017.

OLIVEIRA, G.C.; FERNANDES FILHO, E.I. **Metodologia para delimitação de APPs em topos de morros segundo o novo Código Florestal brasileiro utilizando sistemas de informação geográfica**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto,16. Foz do Iguaçu, PR, Brasil. 13 a 18 de Abril de 2013.INPE. Anais, p 4443 — 4450. Disponível em http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p0938.pdf.

OLIVEIRA, P. T. S.; RODRIGUES, D. B. B.; ALVES SOBRINHO, T.; PANACHUKI, E. **Processo analítico hierárquico aplicado a vulnerabilidade natural a erosão**. Geociências, v. 28, n. 4, p. 417-424. 2009

PARAÍBA/UFPB. Atlas Geográfico do Estado da Paraíba. João Pessoa. Grafset. 1985.

PNSH. **Plano Nacional de Segurança Hídrica**. ANA. Brasília, 2019. Acessado em 28 de dezembro de 2021 através do link: https://arquivos.ana.gov.br/pnsh/pnsh.pdf







PROJETO MAPBIOMAS. Coleção 6 da Série Anual de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do Brasil, acessado em 20 de novembro de 2021 através do link: https://mapbiomas.org/

RAMOS, T. P. A.; ROCHA, Y. G. P. C.; SILVA, L. O.; COSTA, S. Y. L.; FERREIRA, P. H. P. Continental fishes from the Tambaba Environmentally Protected Area, Paraíba State, Brazil. Papéis Avulsos de Zoologia, 2019; v.59: e20195950

RODRIGUES, C. M. S. Planejamento e Gestão Ambiental do Distrito Industrial de João Pessoa-PB: Análise Crítica. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente - UFPE). 215 p. Recife, 2012.

RODRIGUES, S.; SALIMON, C.; VITAL, S. Fragmentação florestal na Área de Proteção Ambiental de Tambaba, Paraíba, Brasil. Pesquisa e Ensino em Ciências Exatas e da Natureza. 2017. ISSN 2526-8236.

ROLIM, G.S., CAMARGO, M.B.P., LANIA, D.G., MORAES, J.F.L. 2007. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. Bragantia 66, 711-720. http://dx.doi.org/10.1590/S0006-

SÁ, Marcos Aurélio Carolino de et al. **Estimativa da erodibilidade pela desagregação por ultra-som e atributos de solos com horizonte B textural**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 39, p. 691-699, 2004.

SEROA DA MOTTA, R.; MENDES, A. P.; MENDES, F. E.; YOUNG, C. E. F. **Perdas e serviços ambientais do recurso água para uso doméstico**. Pesquisa e Planejamento Econômico, Rio de Janeiro, v. 24, n. 1, p. 35-72, 1994.

SILVA, Alexandre Marco da. **Rainfall erosivity map for Brazil**. Catena, v. 57, n. 3, p. 251-259, 2004.

SILVA, R. M.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; SANTOS, C. A. G. Integration of GIS and remote sensing for estimation of soil loss and prioritization of critical sub-catchments: a case study of Tapacurá catchment. Natural Hazards, v. 62, n. 6, p. 953-970. 2012

SNIS. **Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento**. Acessado em 28 de dezembro de 2021 através do link: http://www.snis.gov.br/

SNISB. **Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens**. Acessado em 28 de dezembro de 2021 através do link: https://www.snisb.gov.br/

STEIN, D. P.; DONZELLI, P. L.; GIMENEZ, A. F. PONÇANO, W. L. LOMBARDI NETO, F. 1987. **Potencial de erosão laminar, natural e antrópico na Bacia do Peixe-Paranapanema**. Anais do IV Simpósio Nacional de Controle de Erosão. Marília, SP. P. 105-135.

SUDEMA. Superintendência de Administração do Meio Ambiente (2019). **Área de Proteção Ambiental (APA) de Tambaba**. Disponível em: http://sudema.pb.gov.br/unidades-deconservação-1/apa-tambaba (Acessado em: 02/12/2021).

THIESSEN, A. H. **Precipitation averages for large areas.** Monthly Weather Review, v. 39, n.7, p. 1082-1089, 1911.

THOMANN, R.V.; MUELLER, J.A.. Principles of Surface Water Quality Modeling and Control. Harper-Collins, New York, 644 p. 1987.







THORNTHWAITE, C. W. & MATHER, J. R. **The water balance**. Publications in Climatology. 104 p. New Jersey, Drexel Inst. of Technology, 1955.

THORNTHWAITE, C.W. An approach towards a rational classification of climate. Geographical Review, London, v.38, p.55-94, 1948.

TREWARTHA, G.T. An Introduction to Climate. New York: McGraw-Hill, 1954. 402p.

UFPB. Universidade Federal da Paraíba. Proposta para o Diagnóstico Ambiental das Bacias do Gramame e Abiaí, Litoral Sul do Estado da Paraíba - Relatório Técnico Final. 141p. 2018.

WANDERER, C., A. **IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS POR MEIO DO ÍNDICE DE DIFERENÇA NORMALIZADA DA VEGETAÇÃO (NDVI)**. Centro Universitário de Brasília. Brasília, 2017.

WISCHMEIER, W. H. SMITH D. D. Use and misuse of the universal soil-loss equation. Journal of soil and Water Conservation. US Department of Agriculture Handbook, n.537, 58 p. 1978.

YAMAZAKI, Y.; RAO, V.B. 1977. **Tropical cloudiness over the South Atlantic Ocean**. Journal of the Meteorological Society of Japan. 55, 205-207.

ZEPKA, G. S. **Análise do balanço hídrico para a cidade de Pelotas**. Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Meteorologia. RS. In: XII Congresso Brasileiro de Meteorologia. 7, 2002, Foz de Iguaçu-PR. Anais. Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 1 CD-ROM. Foz do Iguaçu, 2002.







11 Anexos

11.1 Anexo I- Mapas de frequência de classes da qualidade da água nas BHLS







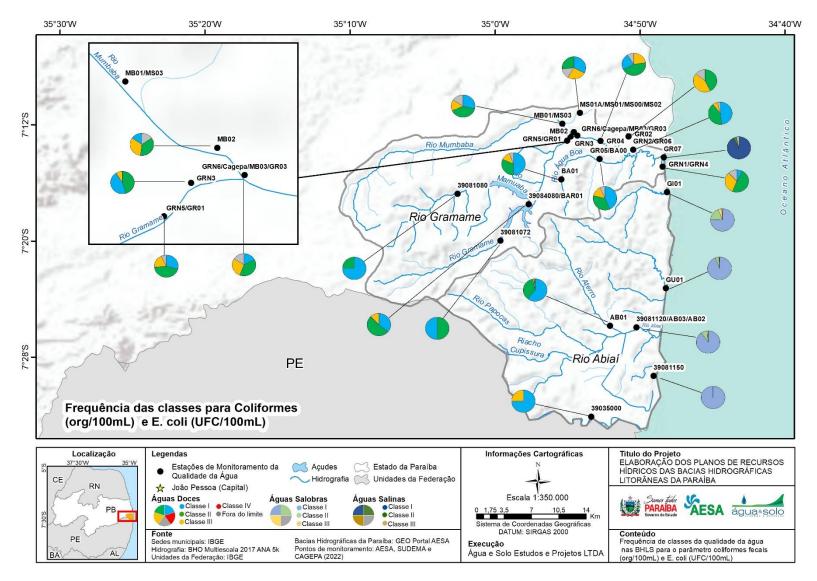


Figure 11.1 - Frequência de classes da qualidade da água nas BHLS para o parâmetro CF e Escherichia Coli.







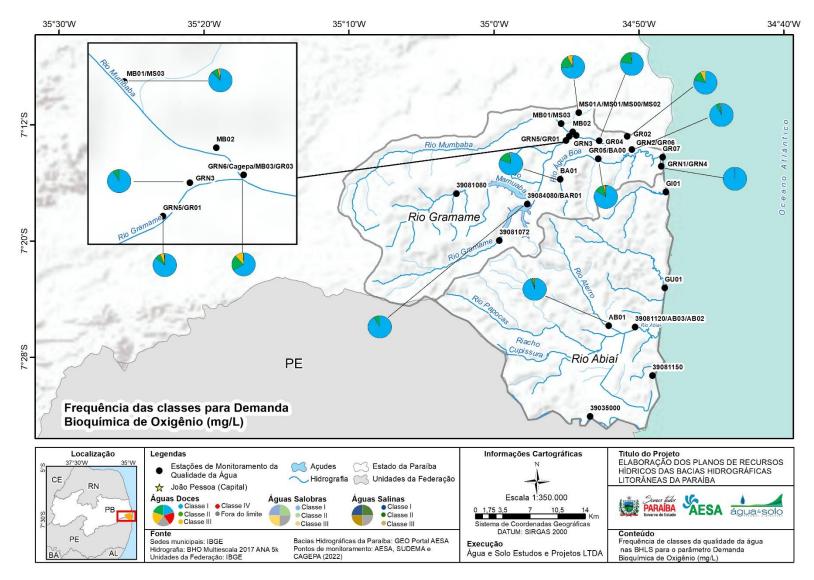


Figure 11.2 - Frequência de classes da qualidade da água nas BHLS para o parâmetro DBO.







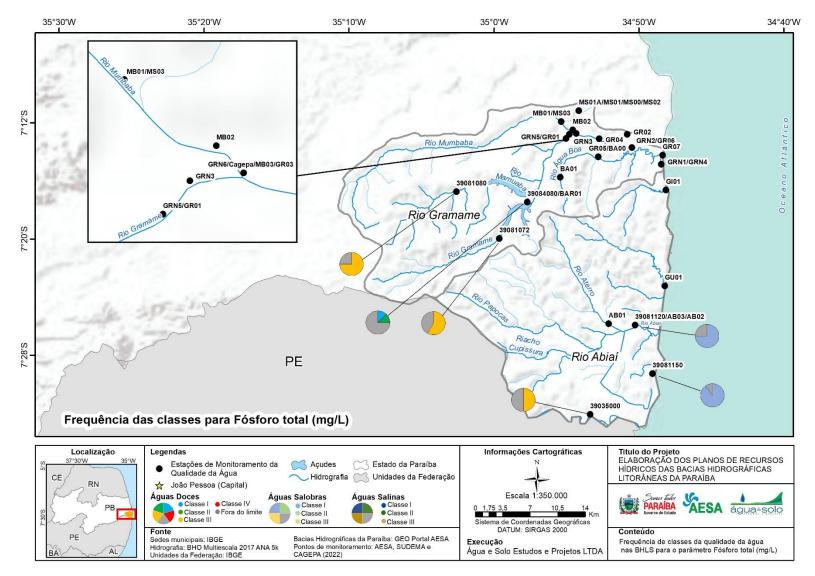


Figure 11.3 - Frequência de classes da qualidade da água nas BHLS para o parâmetro Fósforo total.







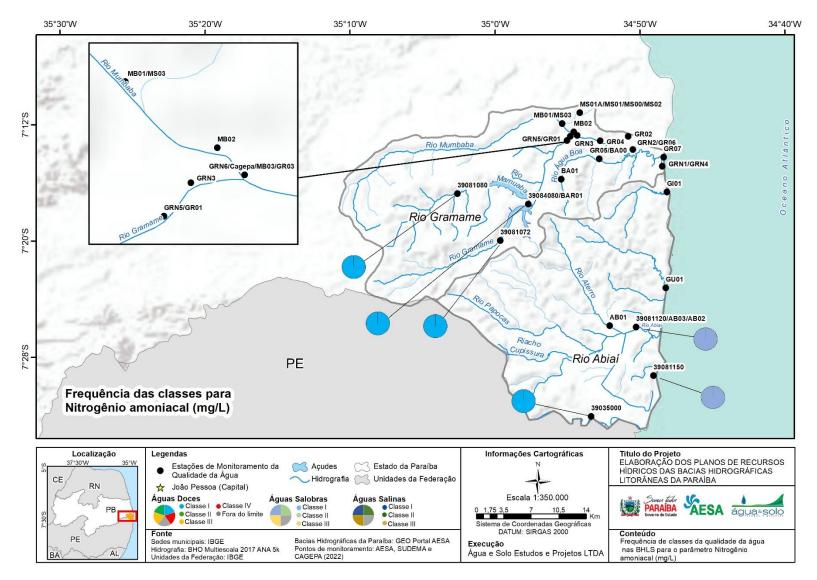


Figure 11.4 - Frequência de classes da qualidade da água nas BHLS para o parâmetro Nitrogênio amoniacal.







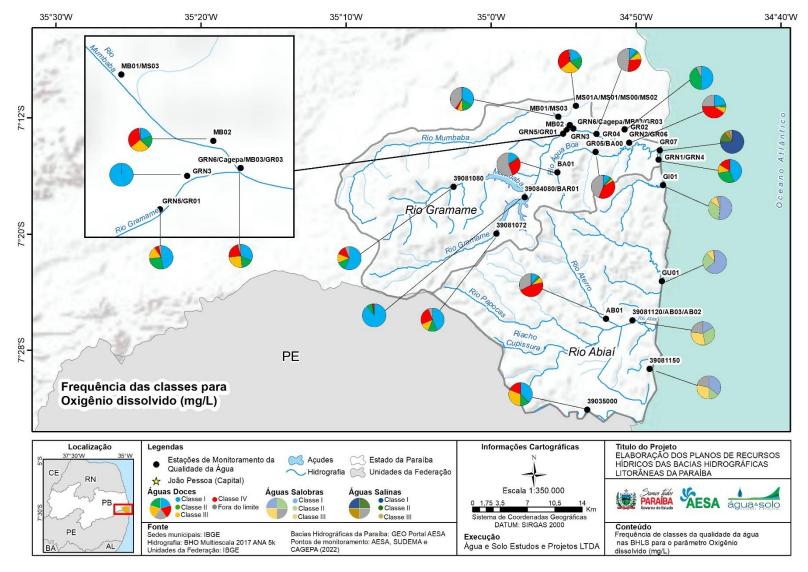


Figure 11.5 - Frequência de classes da qualidade da água nas BHLS para o parâmetro Oxigênio Dissolvido.







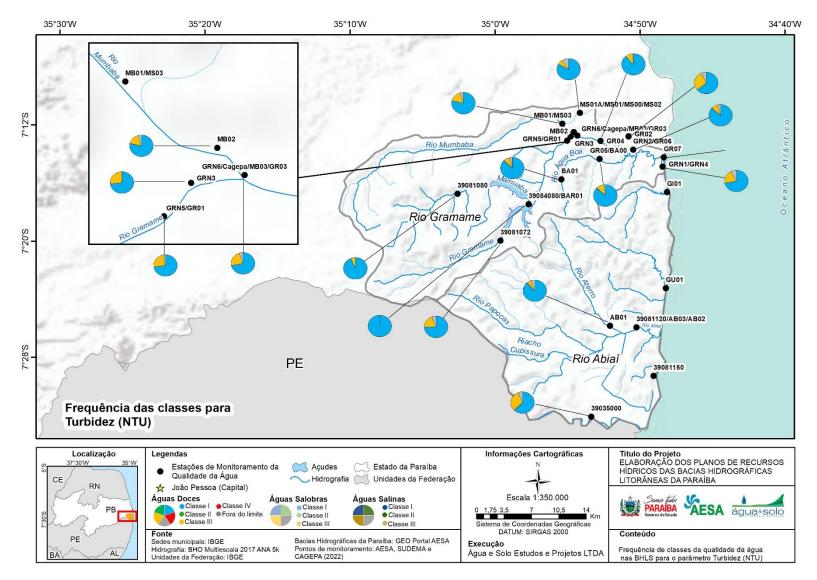


Figure 11.6 - Frequência de classes da qualidade da água nas BHLS para o parâmetro Turbidez.







11.2 Anexo II- Formulários de contribuição da Primeira Consulta Pública







CONSULTA PÚBLICA

	Formulário de manifestação
NOME:	and the second s
ASSOCIAÇÃO/Ć	DRGÃO/EMPRESA:
TELEFONE:	
E-MAIL:	
(X) 14/09/2022 - () 16/09/2022 - MAMANGUAPE	- AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE
Pales	t talend to the state of the st
D. C	esta contemplada a influência do
1 0	oiana que separa a taranha de Ternam
600,0	Poiava que se para a Pararba de Pernama no Longo do município de Caapora PB
Mos Ries	1 Comment day viagenity existan
100 Page	de Cappora, georréférencia dos Como poss isites?
Construa	1 UsuE HICEUM 1
ri beivince	
m do	us para participarem do recompos
yar can	Ciffe (.
- CONTROL OF CONTROL O	

20	
-	
E SANGER	







Principais problemas relacionados aos recursos hídricos Nome: Altredo Neto

() Expansão agrícola desordenada

() Faita de água na zona rural

(cana-de-açúcar)

TELEFONE(081) 989904449	
E-MAIL: amesmeto @hatrail. com	SSOCIAÇÃO POR GRESA:
(X) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA () 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉC MAMANGUAPE	A DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
() APPs degradadas (CDP) and (CDP) and (CDP)	() Falta de ações de Educação Ambiental
(x) Assoreamento dos rios	
() Atividade pecuária	ambiental 39AUDMAMA
(X) Baixa oferta de água	() Falta de fiscalização
(X) Baixa vazão de poços artesianos	() Falta de iniciativa governamental
() Barragens ilegais	Falta de investimentos em gestão
() Captação de água irregular/Uso de	() Falta de orientação aos produtores
bombas	rurais
(X) Carnicicultura	(X) Falta estruturas de armazenamento
() Conflitos pelo uso da água	de água
() Deficiência nos serviços de	() Impunidade de crimes ambientais
abastecimento de água	() Má gestão pública
(X) Deficiência nos serviços de	() Mineração
esgotamento sanitário	() Óleo de embarcações
(x) Deficiência nos serviços de	() Pesca predatória
drenagem urbana	() Poços artesianos sem manutenção
(X) Dejetos dos animais	() Poluição hídrica
() Demandas hídricas muito grandes	(x) Queimadas
() Desmatamento	(x) Uso abusivo de agrotóxicos
() Desperdício de água	() Uso do solo de forma incorreta
(X) Degradação das nascentes	() Vetores de doenças
() Desvio do percurso de ríos	() Estiagem
() Dificuldade de obtenção da outorga	(X) Expansão agrícola desordenada
(X) Frosão	(outras culturas)

Plano das Bacias Hidrográficas Litorâneas da Paraíba

(X) Extração de areia

() Falhas na gestão de recursos hidricos







OUI OUBIT				
Ficha de ava	liação	باللوا		
QUANTO AO CONTEÚDO	BOM	REGULAR	RUIM	
EXPOSIÇÃO DO TEMA	X			
TEMPO PARA CONSULTA PÚBLICA	×			
COMENTÁRIOS	×			
QUANTO AOS CONSULTORES	ВОМ	REGULAR	RUIM	
CLAREZA AO TRANSMITIR O ASSUNTO	X			
TIRARAM AS DÚVIDAS DOS PARTICIPANTES	X			
UTILIZARAM RECURSOS DE FORMA CRIATIVA		X		
(MAPAS, POWER POINT, ETC)				
COMENTÁRIOS				
CONSIDERAÇÕES GERAIS		SIM	NÃO	
ESSA CONSULTA FOI IMPORTANTE PARA SUA CO	OMUNIDA		NAO	
O ESPAÇO FÍSICO DA CONSULTA PÚBLICA FOI SA				
COMUNICAÇÃO E MOBILIZAÇÃO				
COMO SOUBE DA CONSULTA PÚBLICA?				
REDES SOCIAIS OUTR	O:			
MOBILIZADOR (A)				
COMITÊ				
CARRO DE SOM				







CONSULTA PÚBLICA

Formulário de manifestação

NOME: RENATA SILVA

ASSOCIAÇÃO/ÓRGÃO/EMPRESA: ECÍT RENATO RIBEIRO COUTINHO (ALHANDRA)
TELEFONE: 81 995112084

E-MAIL: renata priscila Qyahoo com. br.

(x) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO () 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE

Brante da crise elimotica é uraente e importante que o plano

das bacias hidrográficas aponte projecto	es de cenários futuros
se a crist se acentuar e apresente prop	iostas de adaptação e
mitigação dos efeitos da erise clima	tica.
Estames de no exposto na aprisentação	
ponto das hacias hidrográficas a situ	ação e entica ou mui-
to eritica, assim, pa i possivil purcebu	que populações dessa
localidade já estão ou intrarão em	situação de vulnerabili-
dade. É preciso pensar em estratígio	
consuvincia com a nova realidade climá	tica, visto que as projectos
futuras indicam o adensamento popul	
demandos de uso da água.	
(x) Poluição hidrica) Dejetos ados animals
e vollage (K.) (M.) (M.) (M.) (M.) (M.) (M.) (M.) (M	Describe and a resembles
The second second second section of the second seco	
그는 그를 하는 것이 없는 그는 그는 그를 하는 그를 하는 것이다.	andr advocyent at all all the body
124 CH 1 2 2 CH	

Plano das Bacias Hidrográficas Litorâneas da Paraíba









Principais problemas relacionados aos recursos hídricos

NOME: RENATA SILVA TELEFONE: 81 99511 2084

E-MAIL: renata_prisala@ youhoo.com. br

Problemas observado

(X) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO

- () 16/09/2022 AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL ECIT DE
- MAMANGUAPE
- (x) APPs degradadas
- () Assoreamento dos rios
- () Atividade pecuária
- () Baixa oferta de água
- () Baixa vazão de poços artesianos
- () Barragens ilegais
- () Captação de água irregular/Uso de
- () Carnicicultura
- () Conflitos pelo uso da água
- (X) Deficiência nos serviços de abastecimento de água
- (⋈ Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário
- (v) Deficiência nos serviços de drenagem urbana
- (x) Dejetos dos animais
- () Demandas hídricas muito grandes
- (x) Desmatamento
- () Desperdício de água
- (<) Degradação das nascentes
- () Desvio do percurso de rios
- () Dificuldade de obtenção da outorga
- () Erosão
- (x) Expansão agrícola desordenada (cana-de-açúcar)
- () Falta de água na zona rural

- (x) Falta de ações de Educação Ambiental
- (火) Falta de ações de preservação ambiental
- (X) Falta de fiscalização
- (x) Falta de iniciativa governamental
- (X) Falta de investimentos em gestão
- (Falta de orientação aos produtores
- (X) Falta estruturas de armazenamento de água
- (x) Impunidade de crimes ambientais
- () Má gestão pública
- () Mineração
- () Óleo de embarcações
- () Pesca predatória
- (') Poços artesianos sem manutenção
- (x) Poluição hídrica
- (Queimadas
- (x) Uso abusivo de agrotóxicos
- () Uso do solo de forma incorreta
- (vetores de doenças
- () Estiagem
- (X) Expansão agrícola desordenada (outras culturas)
- () Extração de areia
- (x) Falhas na gestão de recursos hídricos

Plano das Bacias Hidrográficas Litorâneas da Paraíba







Ficha de a	valiação		
QUANTO AO CONTEÚDO EXPOSIÇÃO DO TEMA TEMPO PARA CONSULTA PÚBLICA COMENTÁRIOS	ВОМ	REGULAR	RUIM
QUANTO AOS CONSULTORES CLAREZA AO TRANSMITIR O ASSUNTO TIRARAM AS DÚVIDAS DOS PARTICIPANTES UTILIZARAM RECURSOS DE FORMA CRIATIV. (MAPAS, POWER POINT, ETC) COMENTÁRIOS		REGULAR	RUIM
CONSIDERAÇÕES GERAIS CESSA CONSULTA FOI IMPORTANTE PARA SUA DESPAÇO FÍSICO DA CONSULTA PÚBLICA FO		E? 💉	NÃO X
COMUNICAÇÃO E MOBILIZAÇÃO			
OMO SOUBE DA CONSULTA PÚBLICA?			
MOBILIZADOR (A) COMITÊ	JTRO:		
CARRO DE SOM			







Formulário de manif	
NOME: OTOPIEL PERROZA DE ALENCAR	- especialistic de la Michael (
ASSOCIAÇÃO/ÓRGÃO/EMPRESA: CAGEPA	
TELEFONE: (83) 988760418	
E-MAIL: Otomill@ cagepa.Pb. Gov.bn.	
 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUC) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA EST MAMANGUAPE 	AÇÃO DE PEDRAS DE FOGO 'ADUAL - ECIT DE
Ismaidins	Briguage pecualia
() Faita de fiscalização	e rolly an in isio rejecti
- Ichamena gola geritare et elle I ()	Palla Varianda da propinsi a canada da c
de (1 Falta de onentacão aos produtores	i del avelogiments L'antècan de agua imperiant l'an
nurals:	zenton
O) Faits earnitha de annazenaniento	PATH COUNTRY
ac D ₂ 000 en la company de company en la co	all and look of the control of the
() Má sestão pública	iastecimento de éeua
() Mineração) Dericiencia nos serviços de
() Oleo de embarcações	consumes amountable
() Dance salacismos com manufescão	Waster and the same and the sam
() Poliulção hidrica) Deseros dos animals
les () Quelmadas	erang sahum asahbirt asixre, med (
	21 - 21 - 21 - 21

Plano das Bacias Hidrográficas Litorâneas da Paraíba









Principais problemas relacionados aos recursos hídricos

NOME: OTOMIEL PODROZA DE MODICAN.
TELEFONE: (83) 98876-0418

E-MAIL: Otomil@ cage po. Pb. Gov. 61

- (🄀 14/09/2022 AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
- () 16/09/2022 AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL ECIT DE MAMANGUAPE
- (X) APPs degradadas
- (x) Assoreamento dos rios
- () Atividade pecuária
- (X) Baixa oferta de água
- () Baixa vazão de poços artesianos
- (Barragens ilegais
- (X) Captação de água irregular/Uso de bombas
- (X) Carnicicultura
- (>) Conflitos pelo uso da água
- () Deficiência nos serviços de abastecimento de água
- () Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário
- () Deficiência nos serviços de drenagem urbana
- () Dejetos dos animais
- (x) Demandas hídricas muito grandes
- (X) Desmatamento
- () Desperdício de água
- (X) Degradação das nascentes
- () Desvio do percurso de rios
- () Dificuldade de obtenção da outorga
- () Erosão
- (cana-de-acúcar)
- () Falta de água na zona rural

- Falta de ações de Educação Ambiental
- (x) Falta de ações de preservação
- ambiental
- (A) Falta de fiscalização
- () Falta de iniciativa governamental
- (A) Falta de investimentos em gestão
- Falta de orientação aos produtores rurais
- Falta estruturas de armazenamento de água
- (x) Impunidade de crimes ambientais
- () Má gestão pública
- () Mineração
- () Óleo de embarcações
- () Pesca predatória
- () Poços artesianos sem manutenção
- () Poluição hídrica
- () Queimadas
- HUSO abusivo de agrotóxicos
- () Uso do solo de forma incorreta
- () Vetores de doenças
- **AT**Estiagem
- M Expansão agrícola desordenada
- (outras culturas)
- Extração de areia
- () Falhas na gestão de recursos hídricos

Plano das Bacias Hidrográficas Litorâneas da Paraíba







CONSULTA PÚBLICA

Ficha de ava	liação	12		
QUANTO AO CONTEÚDO EXPOSIÇÃO DO TEMA	ВОМ	REGULAR	RUIM	
TEMPO PARA CONSULTA PÚBLICA COMENTÁRIOS		4		
QUANTO AOS CONSULTORES	вом	REGULAR	RUIM	
CLAREZA AO TRANSMITIR O ASSUNTO	4			
TIRARAM AS DÚVIDAS DOS PARTICIPANTES UTILIZARAM RECURSOS DE FORMA CRIATIVA				
(MAPAS, POWER POINT, ETC)		+		
COMENTÁRIOS				
				+
CONSIDERAÇÕES GERAIS		SIM	NÃO	
ESSA CONSULTA FOI IMPORTANTE PARA SUA CO				
O ESPAÇO FÍSICO DA CONSULTA PÚBLICA FOI SA	TISFATÓI	RIO?	(
COMUNICAÇÃO E MOBILIZAÇÃO				
COMO SOUBE DA CONSULTA PÚBLICA?				
REDES SOCIAIS OUTR	0:			
MOBILIZADOR (A)				
COMITÊ				











CONSULTA PUBLICA

For	mulário de m	anifestação	
NOME: Wordce Medeir	os de Ociveira	ATTINITE AN ORDANIAN A	
ASSOCIAÇÃO/ÓRGÃO/EMI			
TELEFONE: 987523	448		
E-MAIL: Ward ce ociveir	a (a) (a) (12, 16, 60)	v. 61	
() 16/09/2022 - AUDITÓR	IO DA SECRETARIA DE IO DA ESCOLA TÉCNIV	EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE 1 VA ESTADUAL - ECIT DE	FOGO
se michniñ se orde	(-) Falta de dinerre	eb ostfineligenii kuga eb	
s de armazenamento	for Fairs estruitura	THE STATE OF THE S	200-001
	suns eb	5095 di cerraleo	patification
s crimes ambientals	eb ababirrugmi (-)	sh zogivnez son ni	STEIGHT I
CINDERSON OF THE PROPERTY OF STATE	nnd ogisa8 #W ()	suge 90 on	emeureds.
PASTURE PARTY OF THE PASTURE OF THE	erkea sk salčiji	- EUkeeştvisse dan bij	regied ()
There is a second second second	i 1 Pesca predata	Silvarina esta esta	
ros sem manuvenção	[] Pocos artesian	a Brigini	A MANGGASAN
E.	mouraeyareny j	cos anancia	diseaso (
. What is the set	h marin and the factor	a. Sung all bit element and	
Alb nevel where a	biologico sp. 17 1	Albaga Sudanasa	
	Constitution (· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	2016-01/1
		25. 38 ml az 36 c	- 0-4 C-0 ()
	-95		MACHINE AND
cV, 15011 (1505)			
		Primary salietati etaa tamal	
		Line of the line o	

Plano das Racias Hidrográficas Litorâneas da Darasha







Principais problemas relacionados aos recursos hio.

NOME: TELEFONE: E-MAIL: 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO () 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE Falta de ações de Educação Ambiental APPs degradadas Falta de ações de preservação (A) Assoreamento dos rios ambiental () Atividade pecuária Falta de fiscalização ★ Baixa oferta de água () Falta de iniciativa governamental () Baixa vazão de poços artesianos ★ Falta de investimentos em gestão Barragens ilegais Falta de orientação aos produtores Captação de água irregular/Uso de bombas Falta estruturas de armazenamento Carnicicultura de água Conflitos pelo uso da água Impunidade de crimes ambientais () Deficiência nos serviços de () Má gestão pública abastecimento de água () Mineração () Deficiência nos serviços de () Óleo de embarcações esgotamento sanitário () Pesca predatória () Deficiência nos serviços de () Poços artesianos sem manutenção drenagem urbana () Poluição hídrica () Dejetos dos animais () Queimadas Demandas hídricas muito grandes Uso abusivo de agrotóxicos Desmatamento () Uso do solo de forma incorreta () Desperdício de água (-) Vetores de doenças Degradação das nascentes Estiagem () Desvio do percurso de rios ★ Expansão agrícola desordenada () Dificuldade de obtenção da outorga

() Erosão

★ Expansão agrícola desordenada (cana-de-açúcar)

() Faita de água na zona rural

(outras culturas)

₩ Extração de areia

() Falhas na gestão de recursos hídricos

Plano das Bacias Hidrográficas Litorâneas da Paraíba







CONSULIA PUBLICA
Formulário de manifestação NOME: Fedro Lusortouro ASSOCIAÇÃO/ÓRGÃO/EMPRESA: — 77 65 FF
(*) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO (*) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE MAM
esporantenus santanu () Ovo de empanações () o celebrações ()
diseasgem Lovace () Popper arter to community () Dependent of the community of the commun







CONSULTA PÚBL

NOME: FORD CRI 1405 TYPENDE CRI 1405 TYP	Principais problemas relacio	nados aos recursos hídricos
E-MAII: Jahre of Leuri dalse. Job Jok do (1) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO (1) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE (A) APPS degradadas (A) Assoreamento dos rios (B) Atividade pecuária (B) Baixa orate de água (B) Baixa vazão de poços artesianos (B) Captação de água irregular/Uso de (C) Carnicicultura (C) Carnicicultura (C) Deficiência nos serviços de (C) Pesca predatória (C) Deficiência nos serviços de (C) Deficiência nos serviços d		
E-MAII: Jednove a Lour de La EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO () 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO () 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE APPS degradadas ASSOR APPS de FOGO () AFILta de ações de Educação Ambiental ASSOR APPS de gradação de preservação APPS de gradação de preservação APPS de gradação de preservação APPS de gradação de agua ASSOR APPS de FOGO () Falta de ações de Fos e rios ambientais APPS de gradação da sa produtores APPS de gradação da sonascentes APPS de gradação da sonascentes APPS de gradação da sonascentes APPS de gradação da coutorga APPS de grada	00000016	ABBOTACÃO/ÓRGÁDIEMPRESA:
 National de la participa de la p	1 -1	esp bhopse he
() 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE APPS degradadas () Assoreamento dos rios () Atividade pecuária () Baixa oferta de água () Baixa vazão de poços artesianos () Baixa vazão de poços artesianos () Captação de água irregular/Uso de bombas () Carnicicultura () Falta de iniciativa governamental () Falta de iniciativa governamental () Falta de investimentos em gestão () Falta de investimentos em gestão () Falta de orientação aos produtores rurais () Carnicicultura () Falta estruturas de armazenamento de água () Deficiência nos serviços de abastecimento de água () Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário () Deficiência nos serviços de drenagem urbana () Degicos dos animais () Demandas hídricas muito grandes () Desmatamento () Desperdício de água () Uso do solo de forma incorreta () Desvio do percurso de rios () Desvio do percurso de rios () Expansão agrícola desordenada () Expansão agrícola desordenada () Extração de areia	portion of some of	asa. po gove bil
MAMANGUAPE APPs degradadas Assoreamento dos rios Assoreamento de água A		
APPs degradadas Assoreamento dos rios Assoreamento de água Baixa oferta de água Baixa vazão de poços artesianos Assoreamento de água Baixa vazão de poços artesianos Assoreamento de água Captação de água irregular/Uso de bombas Captação de água irregular/Uso de bombas Conflitos pelo uso da água Deficiência nos serviços de de água Deficiência nos serviços de despotamento de água Deficiência nos serviços de despotamento as anitário Deficiência nos serviços de derenagem urbana Dejetos dos animais Desmatamento Desmadas hídricas muito grandes Desmatamento Degradação das nascentes Degradação das nascentes Desvio do percurso de rios Estaiagem Desmasão agrícola desordenada Erosão Extração de areia Assoreamento de água Assoreamento de fica de iniciativa governamental Assorbacterimenta Assorbacterimentos de rios de iniciativa governamental Assorbacterimental Assorbacterimenta Assorbacterimentos Assorbacterimento		CNIVA ESTADUAL - ECIT DE
 ♠ Assoreamento dos rios ♠ Atividade pecuária ♠ Baixa oferta de água ♠ Baixa vazão de poços artesianos ♠ Barragens ilegais ♠ Captação de água irregular/Uso de bombas ♠ Carnicicultura ♠ Conflitos pelo uso da água ♠ Deficiência nos serviços de desgotamento sanitário ♠ Deficiência nos serviços de drenagem urbana ♠ Demandas hídricas muito grandes ♠ Desmatamento ♠ Desmatamento ♠ Desmatação da sonascentes ♠ Desvio do percurso de rios ♠ Desvio do percurso de rios ♠ Estração de areia 		934-0000 40-0000 tella - 5505/60(4)
() Atividade pecuária () Baixa oferta de água () Baixa vazão de poços artesianos () Barragens ilegais () Falta de iniciativa governamental () Falta de investimentos em gestão () Falta de orientação aos produtores () Falta de investimentos em gestão () Falta de investimentos ()		
() Baixa oferta de água () Baixa vazão de poços artesianos () Falta de iniciativa governamental () Falta de investimentos em gestão () Falta de orientação aos produtores bombas () Carnicicultura () Falta de orientação aos produtores rurais () Falta de orientação aos produtores rurais () Falta de orientação aos produtores rurais () Falta estruturas de armazenamento de água () Deficiência nos serviços de abastecimento de água () Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário () Deficiência nos serviços de drenagem urbana () Dejetos dos animais () Dejetos dos animais () Demandas hídricas muito grandes () Desmatamento () Desmatamento () Desperdício de água () Desperdício de água () Desvio do percurso de rios () Desvio do percurso de rios () Dificuldade de obtenção da outorga () Expansão agrícola desordenada () Extração de areia		
() Baixa vazão de poços artesianos () Falta de iniciativa governamental () Falta de investimentos em gestão () Captação de água irregular/Uso de bombas () Carnicicultura () Falta de orientação aos produtores rurais () Carnicicultura () Falta estruturas de armazenamento de água () Impunidade de crimes ambientais () Má gestão pública () Míneração esgotamento sanitário () Óleo de embarcações () Pesca predatória () Pesca predatória () Pojetos dos animais () Pojetos dos animais () Poluição hídrica () Queimadas () Uso abusivo de agrotóxicos () Uso do solo de forma incorreta () Desvio do percurso de ríos () Dificuldade de obtenção da outorga () Expansão agrícola desordenada () Expansão agrícola desordenada () Extração de areia		
★ Barragens ilegais ★ Falta de investimentos em gestão ★ Captação de água irregular/Uso de bombas () Falta de orientação aos produtores () Carnicicultura () Falta estruturas de armazenamento ★ Conflitos pelo uso da água () Falta estruturas de armazenamento () Deficiência nos serviços de abastecimento de água () Impunidade de crimes ambientais () Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário () Má gestão pública () Deficiência nos serviços de drenagem urbana () Pesca predatória () Dejetos dos animais () Poços artesianos sem manutenção () Dejetos dos animais () Poluição hídrica () Desmatamento () Uso abusivo de agrotóxicos ★ Desmatamento () Uso abusivo de agrotóxicos ★ Desperdício de água () Uso do solo de forma incorreta ★ Desvio do percurso de rios () Estiagem () Deificuldade de obtenção da outorga () Expansão agrícola desordenada () Expansão agrícola desordenada () Extração de areia		
() Falta de orientação aos produtores bombas rurais () Carnicicultura () Falta estruturas de armazenamento () Conflitos pelo uso da água () Deficiência nos serviços de abastecimento de água () Impunidade de crimes ambientais () Deficiência nos serviços de () Mineração () Deficiência nos serviços de () Mineração () Deficiência nos serviços de () Pesca predatória () Dejetos dos animais () Poços artesianos sem manutenção () Dejetos dos animais () Poluição hídrica () Demandas hídricas muito grandes () Uso abusivo de agrotóxicos () Desperdício de água () Uso do solo de forma incorreta () Desvio do percurso de rios () Estiagem () Dificuldade de obtenção da outorga () Expansão agrícola desordenada () Extração de areia		
bombas () Carnicicultura () Falta estruturas de armazenamento () Conflitos pelo uso da água () Deficiência nos serviços de abastecimento de água () Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário () Deficiência nos serviços de drenagem urbana () Dejetos dos animais () Dejetos dos animais () Demandas hídricas muito grandes () Desmatamento () Desmatamento () Uso abusivo de agrotóxicos () Desperdício de água () Vetores de doenças () Desvio do percurso de rios () Dificuldade de obtenção da outorga () Expansão agrícola desordenada () Extração de areia		
() Carnicicultura () Falta estruturas de armazenamento () Conflitos pelo uso da água () Deficiência nos serviços de abastecimento de água () Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário () Deficiência nos serviços de drenagem urbana () Dejetos dos animais () Demandas hídricas muito grandes () Desmatamento () Desmatamento () Desperdício de água () Uso do solo de forma incorreta () Desvio do percurso de rios () Dificuldade de obtenção da outorga () Expansão agrícola desordenada () Extração de areia		
() Deficiência nos serviços de abastecimento de água () Má gestão pública () Míneração () Míneração () Míneração () Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário () Óleo de embarcações () Pesca predatória drenagem urbana () Poços artesianos sem manutenção () Dejetos dos animais () Poluição hídrica () Queimadas () Desmatamento () Uso abusivo de agrotóxicos () Desperdício de água () Uso do solo de forma incorreta () Desvio do percurso de rios () Estiagem () Expansão agrícola desordenada () Extração de areia		
() Deficiência nos serviços de abastecimento de água () Má gestão pública () Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário () Óleo de embarcações () Deficiência nos serviços de drenagem urbana () Poços artesianos sem manutenção () Dejetos dos animais () Poluição hídrica () Queimadas () Desmatamento () Uso abusivo de agrotóxicos () Desperdício de água () Uso do solo de forma incorreta () Desvio do percurso de rios () Estiagem () Expansão agrícola desordenada () Expansão agrícola desordenada () Extração de areia		
abastecimento de água () Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário () Deficiência nos serviços de drenagem urbana () Dejetos dos animais () Demandas hídricas muito grandes () Desmatamento () Desperdício de água () Desperdício de água () Desvio do percurso de rios () Dificuldade de obtenção da outorga () Expansão agrícola desordenada () Extração de agua () Extração de areia		
() Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário () Óleo de embarcações () Deficiência nos serviços de drenagem urbana () Poços artesianos sem manutenção () Dejetos dos animais () Poluição hídrica () Demandas hídricas muito grandes () Queimadas () Uso abusivo de agrotóxicos () Desperdício de água () Uso do solo de forma incorreta () Degradação das nascentes () Vetores de doenças () Desvio do percurso de rios () Estiagem () Expansão agrícola desordenada () Expansão agrícola desordenada () Extração de areia		
esgotamento sanitário () Óleo de embarcações () Deficiência nos serviços de drenagem urbana () Poços artesianos sem manutenção () Dejetos dos animais () Poluição hídrica () Demandas hídricas muito grandes () Queimadas () Uso abusivo de agrotóxicos () Uso do solo de forma incorreta () Desperdício de água () Uso do solo de forma incorreta () Desvio do percurso de rios () Desvio do percurso de rios () Dificuldade de obtenção da outorga () Expansão agrícola desordenada () Expansão agrícola desordenada () Extração de areia		
() Deficiência nos serviços de drenagem urbana () Poços artesianos sem manutenção () Dejetos dos animais () Poluição hídrica () Queimadas () Queimadas () Queimadas () Uso abusivo de agrotóxicos () Uso do solo de forma incorreta () Degradação das nascentes () Vetores de doenças () Desvio do percurso de rios () Expansão agrícola desordenada () Expansão agrícola desordenada () Extração de areia		
drenagem urbana () Poços artesianos sem manutenção () Dejetos dos animais () Poluição hídrica () Queimadas () Queimadas () Uso abusivo de agrotóxicos () Uso do solo de forma incorreta () Degradação das nascentes () Desvio do percurso de rios () Dificuldade de obtenção da outorga () Expansão agrícola desordenada () Expansão agrícola desordenada () Extração de areia	-	-
 () Dejetos dos animais () Demandas hídricas muito grandes () Queimadas () Desmatamento () Uso abusivo de agrotóxicos () Uso do solo de forma incorreta () Degradação das nascentes () Desvio do percurso de rios () Dificuldade de obtenção da outorga () Expansão agrícola desordenada () Expansão agrícola desordenada () Extração de areia 		100 1 Person 1 Perso
 () Demandas hídricas muito grandes () Queimadas () Uso abusivo de agrotóxicos () Desperdício de água () Uso do solo de forma incorreta () Degradação das nascentes () Vetores de doenças () Desvio do percurso de rios () Estiagem () Expansão agrícola desordenada () Expansão agrícola desordenada () Extração de areia 		
 ✓ Desmatamento ✓ Desperdício de água ✓ Degradação das nascentes ✓ Desvio do percurso de rios ✓ Dificuldade de obtenção da outorga ✓ Erosão ✓ Expansão agrícola desordenada ✓ Expansão de areia ✓ Extração de areia 	···· · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
 ☼ Desperdício de água ☼ Degradação das nascentes () Vetores de doenças ⓒ Estiagem () Expansão agrícola desordenada ⓒ Expansão agrícola desordenada () Expansão de areia 		
 ☼ Degradação das nascentes () Desvio do percurso de rios () Dificuldade de obtenção da outorga () Expansão agrícola desordenada () Expansão agrícola desordenada () Expansão de areia 		
() Desvio do percurso de rios () Estiagem () Dificuldade de obtenção da outorga () Expansão agrícola desordenada () Expansão agrícola desordenada () Extração de areia	The state of the s	A CONTRACT CONTRACTOR
() Dificuldade de obtenção da outorga () Expansão agrícola desordenada () Expansão agrícola desordenada () Extração de areia		
() Expansão agrícola desordenada () Extração de areia		
() Expansão agrícola desordenada () Extração de areia		
	(cana-de-açúcar)	S Falhas na gestão de recursos hídricos
() Falta de água na zona rural		, ,







zosiabili zoza Formulário de manifestação lo 19 zilogismis NOME: maria Betania Silva dos Santos ASSOCIAÇÃO/ÓRGÃO/EMPRESA: ALA TELEFONE: 83 99908-1827 E-MAIL: letanig @ aesa. pl. gov. br (X) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO () 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE



(cana-de-açúcar)

() Falta de água na zona rural







5

CONCE	A I OPPION
Principais problemas relac	ionados aos recursos hídrico
NOME:	OME. July State La
TELEFONE:	
E-MAIL:	
(*) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETA () 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA T MAMANGUAPE	RIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO FÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE
(X) APPs degradadas	() Falta de ações de Educação Ambiental
(x) Assoreamento dos rios	() Falta de ações de preservação
() Atividade pecuária	ambiental
() Baixa oferta de água	() Falta de fiscalização
() Baixa vazão de poços artesianos	() Falta de iniciativa governamental
⋈ Barragens ilegais	() Falta de investimentos em gestão
⟨	() Falta de orientação aos produtores
bombas	rurais
() Carnicicultura	() Falta estruturas de armazenamento
() Conflitos pelo uso da água	de água
⋈ Deficiência nos serviços de	() Impunidade de crimes ambientais
abastecimento de água	() Má gestão pública
Deficiência nos serviços de	() Mineração
esgotamento sanitário	() Óleo de embarcações
Deficiência nos serviços de	() Pesca predatória
drenagem urbana	(x) Poços artesianos sem manutenção
() Dejetos dos animais	() Poluição hídrica
() Demandas hídricas muito grandes	() Queimadas
(X) Desmatamento	() Uso abusivo de agrotóxicos
() Desperdício de água	() Uso do solo de forma incorreta
(>) Degradação das nascentes	() Vetores de doenças
() Desvio do percurso de rios	() Estiagem
() Dificuldade de obtenção da outorga	() Expansão agrícola desordenada
() Erosão	(outras culturas)
() Expansão agrícola desordenada	() Extração de areia

Plano das Racias Hidrográficas Litorâneas da Davalha

() Falhas na gestão de recursos hídricos







Por Formulário de mar	ifestação
NOW - MALL OF EARMAN DIROTT	
ASSOCIAÇÃO/ÓRGÃO/EMPRESA: CHP. ESCOLA V	VA 6 Who DOVEMPO
TELEFONE: 9 8639-3650	
E-MAIL: IVANILDO@ elhodotempo.org. br	
LA INCHIVA ESTADUAL - SCIT DE	
(y) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE ED () 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA I MAMANGUAPE	UCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO ESTADUAL - ECIT DE
· Aspecto antropologico/social: A	importancia da moli azaco
round poura charact do plano	Le bacios.
· Re berentios como agents po	itipatino na ricupiració
de noscentes (PSA).) Captê jão de água irregular/Uso de
· Durinos usos sociais dos rivos a	la lana ludrografica o
and the fact of the sum as a sention of the sum as a s	
() Imquaidade de comes ambientais	de Belicianos servicos de
() Má gestão pública	
() Mineração) Deficiencia nos servicos de
(J) Oled de émbarações	Granius santanio
() Pocos allesianes esta manufencio	j sumernu gʻosna
— (x) Poluīcās hildrica	-) Dereus dos animals
(J) Quelmadas — «Nessas supraessisporpa	-) Demandas historas muitos granules
THE REPORT OF BUILDING STORES	OMPRICERISELL (
4 44 8	
	W. C. Carlotte and C. Carlotte
	ran assaulse con a factor the short of a C. (
	2000m









NOME:

TELEFONE:

E-MAIL:

- (≫) 14/09/2022 AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
- () 16/09/2022 AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL ECIT DE MAMANGUAPE
- (x) APPs degradadas
- (x) Assoreamento dos rios
- () Atividade pecuária
- () Baixa oferta de água
- () Baixa vazão de poços artesianos
- () Barragens ilegais
- (>) Captação de água irregular/Uso de bombas
- () Carnicicultura
- (➣) Conflitos pelo uso da água
- () Deficiência nos serviços de abastecimento de água
- (y) Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário
- (≠) Deficiência nos serviços de drenagem urbana
- (>) Dejetos dos animais
- (>) Demandas hídricas muito grandes
- (>) Desmatamento
- (») Desperdício de água
- (b) Degradação das nascentes
- (x) Desvio do percurso de rios
- () Dificuldade de obtenção da outorga
- (x) Erosão
- (4) Expansão agrícola desordenada (cana-de-açúcar)
- () Falta de água na zona rural

- () Falta de ações de Educação Ambiental
- (a) Falta de ações de preservação ambiental
- () Falta de fiscalização
- () Falta de iniciativa governamental
- () Falta de investimentos em gestão
- () Falta de orientação aos produtores rurais
- () Falta estruturas de armazenamento de água
- () Impunidade de crimes ambientais
- () Má gestão pública
- () Mineração
- (x) Óleo de embarcações
- () Pesca predatória
- () Poços artesianos sem manutenção
- (×) Poluição hídrica
- (د) Queimadas
- (×) Uso abusivo de agrotóxicos
- () Uso do solo de forma incorreta
- () Vetores de doenças
- () Estiagem
- () Expansão agrícola desordenada (outras culturas)
- (y) Extração de areia
- (*) Falhas na gestão de recursos hídricos







Formulário de manifestação

NOME: bracano allerto brin Fell	medical electric access to amo
ASSOCIAÇÃO/ÓRGÃO/EMPRESA: USINA GIASA	
TELEFONE: (83) 3651-1152 / 98847-7107	
E-MAIL: luciono. fillo @ gioso.com.lar	
in i	
(>≥ 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE ED () 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA : MAMANGUAPE	OUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO ESTADUAL - ECIT DE
ambiental	. Breaded Speprod (
M) said de lecalização	Printer or responsible
(a) Falta da Investimani na em destão	i Ramarones il sopre
(,) Falta de orientação aos produktres) Captação de águali regular/Uso de
rurais e l'una entre entre entre la company	zedanc
(c) Faila estruturas de armazenamento	ร์สานการ พ.ศ. ฮา
eletroidore seminado do abeliquido A	sh socione and innantial
() Má gestão pública	rasuecimento de Agua
ošyeraniki ()) Deficiênds das servicas de
() Cleo de embarcações	off-office (directles)
entianios igraes ()	are acquiride ech manteneren.
* () Potuicão hidaca	alamins autosofico (
() Queimadas evera escalation () Termendes hilddessmutte grandes
ALEX REPORTED THE DESCRIPTION OF THE PROPERTY	Sweet Townson Conference (
comeconicos en la compania de la co	







NOME: bucione Alberto - Usina Giósa

TELEFONE: (3) 36511152 E-MAIL: luciono. filho @ gioso . con M

- 14/09/2022 AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
 16/09/2022 AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL ECIT DE
- MAMANGUAPE
- ♠ APPs degradadas
- Assoreamento dos rios
- () Atividade pecuária
- ⋈ Baixa oferta de água
- () Baixa vazão de poços artesianos
- () Barragens ilegais
- (x) Captação de água irregular/Uso de bombas
- () Carnicicultura
- (X) Conflitos pelo uso da água
- () Deficiência nos serviços de abastecimento de água
- () Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário
- () Deficiência nos serviços de drenagem urbana
- () Dejetos dos animais
- () Demandas hídricas muito grandes
- (Desmatamento
- () Desperdício de água
- (x) Degradação das nascentes
- (x) Desvio do percurso de rios
- () Dificuldade de obtenção da outorga
- () Erosão
- () Expansão agrícola desordenada (cana-de-acúcar)
- () Falta de água na zona rural

- (x) Falta de ações de Educação Ambiental
- (x) Falta de ações de preservação ambiental
- (x) Falta de fiscalização
- (v) Falta de iniciativa governamental
- (M) Falta de investimentos em gestão
- (x) Falta de orientação aos produtores rurais
- (x) Falta estruturas de armazenamento de água
- M Impunidade de crimes ambientais
- () Má gestão pública
- () Mineração
- () Óleo de embarcações
- () Pesca predatória
- () Poços artesianos sem manutenção
- () Poluição hídrica
- () Queimadas
- () Uso abusivo de agrotóxicos
- () Uso do solo de forma incorreta
- () Vetores de doenças
- () Estiagem
- () Expansão agrícola desordenada
- (outras culturas)
- () Extração de areia
- () Falhas na gestão de recursos hídricos









ASSOCIAÇÃO/ÓRGÃO/EMPRESA:	
TELEFONE:	
E-MAIL:	
≫ 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA D	DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
) 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCN	IVA ESTADUAL - ECIT DE
MAMANGUAPE	
16XI Coldma	susceq shopwile
O Falla de liscalização	heighte on its land aviet
(Halta de Investimentos em gestão	
() Falta de orientação aos produtores	Commission die servicimentalista Ascorte
rufals III	Seciel Security Securit
CTOURSHIMSTERMINE OF STRUCTURE ()	
CONTRACTOR OF CO	A Car Illustración apordurágica .
() impunidade de cumes ambientais	l Deficiênda pos sebucos de
() Wineracab	ostediniento de agua. Filetto énico nos servicos de
250040 habiths ab asiO ()	SPERS Z PREBUSES
y	
() Porros adecianos sem manutenção	e dechi i megene
() Poluicão hidrica) Ostetos dos animais
() Duelmadas (Nonella ell'alchiatem el	Figure 25 million as million and a
The state of the s	
a del	









NOME: Handersson Ventous de STUVE

TELEFONE:

E-MAIL:

(*) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
() 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE
MAMANGUAPE

- () APPs degradadas
- () Assoreamento dos rios
- () Atividade pecuária
- () Baixa oferta de água
- () Baixa vazão de poços artesianos
- () Barragens ilegais
- () Captação de água irregular/Uso de bombas
- () Carnicicultura
- () Conflitos pelo uso da água
- () Deficiência nos serviços de abastecimento de água
- () Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário
- () Deficiência nos serviços de drenagem urbana
- () Dejetos dos animais
- () Demandas hídricas muito grandes
- () Desmatamento
- () Desperdício de água
- () Degradação das nascentes
- () Desvio do percurso de rios
- () Dificuldade de obtenção da outorga
- () Erosão
- (cana-de-açúcar) Expansão agrícola desordenada •
- Falta de água na zona rural

- (X) Falta de ações de Educação Ambiental
- (x) Falta de ações de preservação ambiental
- (X) Falta de fiscalização »
- () Falta de iniciativa governamental
- (X) Falta de investimentos em gestão.
- (X) Falta de orientação aos produtores rurais
- () Falta estruturas de armazenamento de água
- () Impunidade de crimes ambientais
- () Má gestão pública
- () Mineração
- () Óleo de embarcações
- () Pesca predatória
- () Poços artesianos sem manutenção
- () Poluição hídrica
- () Queimadas
- () Uso abusivo de agrotóxicos
- () Uso do solo de forma incorreta
- () Vetores de doenças
- () Estiagem
- () Expansão agrícola desordenada

(outras culturas)

- () Extração de areia
- (x) Falhas na gestão de recursos hídricos

Diana des Resies Hidrográficas Litorâneas da Paraíba







Formulário de manife	estação e a la para la la composição de la
NOME: CARLA MIRELLY C. DUARTE DOS SAN	TOS WILLIAM STATE SUNDA
ASSOCIAÇÃO/ÓRGÃO/EMPRESA: ECIT PREF OSV	ALDO PESSOA
TELEFONE: 83 99157 - 8856	
E-MAIL: CARLA. DUARTE1@ PROFESSOR . PB.GOV	BR SOUGHA SESSION
() 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCA () 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTA MAMANGUAPE	AÇÃO DE PEDRAS DE FOGO ADUAL - ECIT DE
neheciasa id an saofie an anea (a)	- SOLVEDO OXIGERIZA E
05763162(191646131)	BEIGHT STRAIG CONTRACT
- Is tripme motion events in the cited (1)	analume amount de mardane
() Falta de investimentos em sestão	elegeli zriese nga (*)
s de (x) Falta de orientação aos produtores	Capráção de água irresularitha
rurais	aedmod
() Falta esti ciuras de armaxenamento ro	- Jesumananes (-)
A Immunidade da crimes ambientais	all all all and a super
(a) Má pestão pública	enazeninento de áuna
() Mineração	(a) Daffciência nos serviços de
2969 ko kaline 96 6910 ()	or Edward Street Addition
e initiabo na eserá ()	- i dirempirine zon wonillono (.)
OFT CAN TOTAL STATE STATE TO THE CONTRACT OF T	sastyvasy root
A SINGLE AND STATE OF A STATE OF	- 216711195 200 2071194 1 1
and the second s	
N. N. Destroy before	









NOME: CARLA MIRELLY C. DUARTE DOS SANTOS

TELEFONE: 83 99157 - 8856

E-MAIL: CARLA. DUARTEI@ PROFESSOR, PB. 60V. BR

- (×) 14/09/2022 AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
- () 16/09/2022 AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL ECIT DE MAMANGUAPE
- () APPs degradadas
- ★ Assoreamento dos rios
- () Atividade pecuária
- () Baixa oferta de água
- () Baixa vazão de poços artesianos
- () Barragens ilegais
- () Captação de água irregular/Uso de bombas
- (X) Carnicicultura
- () Conflitos pelo uso da água
- () Deficiência nos serviços de abastecimento de água
- (x) Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário
- Deficiência nos serviços de drenagem urbana
- () Dejetos dos animais
- Demandas hídricas muito grandes
- Desmatamento
- Desperdício de água
- (X) Degradação das nascentes
- Desvio do percurso de rios
- () Dificuldade de obtenção da outorga
- ⋈ Erosão
- Expansão agrícola desordenada (cana-de-açúcar)
- Falta de água na zona rural

- Falta de ações de Educação Ambiental
- ★ Falta de ações de preservação
- ambiental
- () Falta de iniciativa governamental
- () Falta de investimentos em gestão
- ➢ Falta de orientação aos produtores rurais
- () Falta estruturas de armazenamento de água
- Má gestão pública
- () Mineração
- () Óleo de embarcações
- () Pesca predatória
- () Poços artesianos sem manutenção
- () Poluição hídrica
- Queimadas
- (*) Uso abusivo de agrotóxicos
- () Uso do solo de forma incorreta
- () Vetores de doenças
- () Estiagem
- ⋈ Expansão agrícola desordenada

(outras culturas)

- () Extração de areia
- Falhas na gestão de recursos hídricos







Por Formulário de l	manifestação de la
NOME: EDIELSON NUNES RES SANTOS	allabe
ASSOCIAÇÃO/ÓRGÃO/EMPRESA: PREFEITUR	A MUNICIPAL OF ALHANDRA
TELEFONE: 33 - 991963906	
E-MAIL: EDIEL SONNUNES DIGOTALL. COM	
CHIVA ESTADUAL - EQUI DE	
 (∞) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA () 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCI MAMANGUAPE 	
() Falta de ações de preservação	() Assoreamento das rias -
SUGESTAD QUENTO DA VISITA A	UMA BACIA CONTIDAR OS MOMBROS
DO COMITE PARA D ACOMPANHAMITO A	9 /1817A1
Falta de investimentos em sestão	().Barragens llegals
	(-).Captăção de água irregular/Uso de
rurais" reference, en en en electronic	Louise
() i alia estrulucis de arma enamento :)	() Cathickenions
A June midade de mimas ambientais	(y con an each an an each an an each an
() Má pestão pública	abastecimento.de ŝesa
oš,stemik ()	() Defičiéncia nos servaços pe
() Oleg de emparçações	esgovingato satiliaro
() Fescu predatária	(c) Dejidênda nas egriças de
(a) Dopos artes anos sara manulanção	enegh unanemah,
California de la la constitución de la constitución	() Deptito upo allittacio. (1 Demografie finalcio se conitto grandes.
- U. BODIOTOME PL GWALGASTAN (T. F.	Silveres Silveres (1)









NOME:

TELEFONE:

E-MAIL:

- () 14/09/2022 AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
- () 16/09/2022 AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL ECIT DE MAMANGUAPE
- (X) APPs degradadas
- (X) Assoreamento dos rios
- (x) Atividade pecuária
- () Baixa oferta de água
- () Baixa vazão de poços artesianos
- () Barragens ilegais
- (🔾) Captação de água irregular/Uso de bombas
- () Carnicicultura
- () Conflitos pelo uso da água
- (X) Deficiência nos serviços de abastecimento de água
- (X) Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário
- (X) Deficiência nos serviços de drenagem urbana
- () Dejetos dos animais
- () Demandas hídricas muito grandes
- () Desmatamento
- () Desperdício de água
- (X) Degradação das nascentes
- () Desvio do percurso de rios
- () Dificuldade de obtenção da outorga
- () Erosão
- (X) Expansão agrícola desordenada (cana-de-açúcar)
- () Falta de água na zona rural

- Falta de ações de Educação Ambiental
- ★ Falta de ações de preservação ambiental
- (X) Falta de fiscalização
- Falta de iniciativa governamental
- (X) Falta de investimentos em gestão
- A Falta de orientação aos produtores rurais
- () Falta estruturas de armazenamento de água
- M Impunidade de crimes ambientais
- () Má gestão pública
- () Mineração
- () Óleo de embarcações
- () Pesca predatória
- Poços artesianos sem manutenção
- () Poluição hídrica
- () Queimadas
- (>) Uso abusivo de agrotóxicos
- (Y) Uso do solo de forma incorreta
- ∨ Vetores de doenças
- () Estiagem
- () Expansão agrícola desordenada
- (outras culturas)
- () Extração de areia
- Falhas na gestão de recursos hídricos







Formulário de manifestação NOME: SALATIEL DIAS DA SILVA ASSOCIAÇÃO/ÓRGÃO/EMPRESA: SEIRHMA TELEFONE: (81) 99460-0030 E-MAIL: salatiel. silva@seirhma.pb.gov. br (X) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO () 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE STORY OF THE STORY O









NOME:

TELEFONE:

E-MAIL:

- (X) 14/09/2022 AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
- () 16/09/2022 AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL ECIT DE MAMANGUAPE
- () APPs degradadas
- (x) Assoreamento dos rios
- () Atividade pecuária
- (x) Baixa oferta de água
- (x) Baixa vazão de poços artesianos
- () Barragens ilegais
- () Captação de água irregular/Uso de bombas
- () Carnicicultura
- (x) Conflitos pelo uso da água
- (x) Deficiência nos serviços de abastecimento de água
- (x) Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário
- (x) Deficiência nos serviços de drenagem urbana
- (x) Dejetos dos animais
- () Demandas hídricas muito grandes
- (x) Desmatamento
- (x) Desperdício de água
- (x) Degradação das nascentes
- () Desvio do percurso de rios
- () Dificuldade de obtenção da outorga
- (x) Erosão
- (x) Expansão agrícola desordenada (cana-de-acúcar)
- (x) Falta de água na zona rural

- (x) Falta de ações de Educação Ambiental
- (x) Falta de ações de preservação ambiental
- (x) Falta de fiscalização
- () Falta de iniciativa governamental
- (x) Falta de investimentos em gestão
- (x) Falta de orientação aos produtores rurais
- (x) Falta estruturas de armazenamento de água
- () Impunidade de crimes ambientais
- () Má gestão pública
- () Mineração
- () Óleo de embarcações
- () Pesca predatória
- (x) Poços artesianos sem manutenção
- (x) Poluição hídrica
- (x) Queimadas
- (x) Uso abusivo de agrotóxicos
- (x) Uso do solo de forma incorreta
- () Vetores de doenças
- () Estjagem
- () Expansão agrícola desordenada
- (outras culturas)
- (x) Extração de areia
- (x) Falhas na gestão de recursos hídricos









CONSULTA PÚBLICA

Formulário de mani NOME: FOLIX FUNLIA de S ASSOCIAÇÃO/ÓRGÃO/EMPRESA: Empan P TELEFONE: 98890-2550	
E-MAIL:	
14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDU () 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ES MAMANGUAPE	ICAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO STADUAL - ECIT DE
lamedina	Allundade dischiana
(Č) Falta de Hacalização	sugá eh anello ayitat t
() Falta de iniciativa governamental _{PALID}	Solejanie stood en sees sylea (
I Haita de Investimentos em statad	glegal anegal see (
La la constituit de la	
() Falta estruturas de armazenamento v	<u>Campagallura</u>
de Agua — company de la compan) Conflitos neso uso do ápisa. *
() Impunidade de crimes ambientais) percentili nos sentigoses
copromisi (
() Ólatikambaragas	
() Pesca predatória	<u>) Deribér, a nos servicos de</u>
(*) Potos anesianos sem manuterição	SEED WITTERS
a de la companya de l	
and the property of the proper	









TATA	MF.
NO	

TELEFONE:

E-MAIL:

- (△) 14/09/2022 AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO
- () 16/09/2022 AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL ECIT DE MAMANGUAPE
- () APPs degradadas
- (x) Assoreamento dos rios
- () Atividade pecuária
- () Baixa oferta de água
- ⋈ Baixa vazão de poços artesianos
- () Barragens ilegais
- ∠ Captação de água irregular/Uso de bombas
- () Carnicicultura
- (X) Conflitos pelo uso da água
- Deficiência nos serviços de abastecimento de água
- Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário
- (Deficiência nos serviços de drenagem urbana
- () Dejetos dos animais
- () Demandas hídricas muito grandes
- (Desmatamento
- Desperdício de água
- (X) Degradação das nascentes
- () Desvio do percurso de rios
- Dificuldade de obtenção da outorga
- (C) Erosão
- Expansão agrícola desordenada (cana-de-açúcar)
- () Falta de água na zona rural

- () Falta de ações de Educação Ambiental
- () Falta de ações de preservação ambiental
- Falta de fiscalização
- () Falta de iniciativa governamental
- () Falta de investimentos em gestão
- () Falta de orientação aos produtores
- () Falta estruturas de armazenamento de água
- () Impunidade de crimes ambientais
- () Má gestão pública
- () Mineração
- () Óleo de embarcações
- () Pesca predatória
- Poços artesianos sem manutenção
- Poluição hídrica
- (A) Queimadas
- Uso abusivo de agrotóxicos
- W Uso do solo de forma incorreta
- () Vetores de doenças
- **Estiagem**
- (x) Expansão agrícola desordenada (outras culturas)
- Extração de areia
- () Falhas na gestão de recursos hídricos







CONSULTA PÚBLICA

Formulário de me	anifestação de alegado
NOME: Willipsed Thaison Souzo	i des Sontes
ASSOCIAÇÃO/ÓRGÃO/EMPRESA: ÉCIT PREF	OSVALDO PESSOA SEECT
TELEFONE: (83) 98497 - 8359	EMANIE - day of the second
E-MAIL: Well web. sontos @ escal	a. Job. gov. lon
E-MAIL: 00 CCC 1522 . Colored	MAROS (N. OROMODA - SSLEYAVEL)
() 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE () 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIV	EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO A ESTADUAL - ECIT DE
MAMANGUAPE	
amblental.	wastrangensimman()
oeberman op eneg (1)	nose vic in che i che i ()
- latingman reversible place as as a late ()	- Panalaghi, angun na na ratu masi (-)
GSZ99 INS ZOTIONI LOVE IN THE TOTAL OF THE TAIL OF T	V Caracke Santa cana areas il and large etc.
FUEL STREET	() Calmodal on again in eguno cospanya
- (-) halla estruturas de amazenamento	
(.) Impunidade de comes ambientais.	. a Deiročnus sensuska
() Wá gestőn pública	abassiedineoso de signa
() Mineração) Deficiência nos serviços de
* C.O. Bellutelle bildnes	T Danier and Apr. animals
CA Control Call Call Call Call Call Call Call Ca	Care especial and a second
ear of to the about the second of the second	sa.
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	All the second s
	<u> </u>
5	
	A STATE OF THE STA









NOME Willister Thairm Souga dos Sentos TELEFONE: (83) 98197-8359 E-MAIL: Wllisses. sontos Qescola. por gos. on

- (X) 14/09/2022 AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOG
- () 16/09/2022 AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL ECIT DE MAMANGUAPE
- (x) APPs degradadas
- (X) Assoreamento dos rios
- () Atividade pecuária
- () Baixa oferta de água
- (x) Baixa vazão de poços artesianos
- () Barragens ilegais
- () Captação de água irregular/Uso de bombas
- () Carnicicultura
- () Conflitos pelo uso da água
- (x) Deficiência nos serviços de abastecimento de água
- (X) Deficiência nos serviços de esgotamento sanitário
- (x) Deficiência nos serviços de drenagem urbana
- () Dejetos dos animais
- () Demandas hídricas muito grandes
- (x) Desmatamento
- (x) Desperdício de água
- (x) Degradação das nascentes
- () Desvio do percurso de rios
- () Dificuldade de obtenção da outorga
- (T) Erosão
- (x) Expansão agrícola desordenada (cana-de-açúcar)
- () Falta de água na zona rural

- (x) Falta de ações de Educação Ambiental
- (X) Falta de ações de preservação ambiental
- (x) Falta de fiscalização
- (x) Falta de iniciativa governamental
- (x) Falta de investimentos em gestão
- () Falta de orientação aos produtores rurais
- (x) Falta estruturas de armazenamento de água
- () Impunidade de crimes ambientais
- (x) Má gestão pública
- () Mineração
- (X) Óleo de embarcações
- (x) Pesca predatória
- (x) Poços artesianos sem manutenção
- (X) Poluição hídrica
- (人) Queimadas
- (x) Uso abusivo de agrotóxicos
- (K) Uso do solo de forma incorreta
- (x) Vetores de doenças
- (K) Estiagem
- (x) Expansão agrícola desordenada
- (outras culturas)
- () Extração de areia
- (A) Falhas na gestão de recursos hídricos







zonibili zoza Formulário de manifestação o pala por

NOME: Camila de Melo veri Correlconte Romos
ASSOCIAÇÃO/ÓRGÃO/EMPRESA: Escola Caidada Integral Maria Leins TELEFONE: (83) 987412658

E-MAIL: camila. melo 63 Ogmail. com

(×) 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PEDRAS DE FOGO () 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA TÉCNIVA ESTADUAL - ECIT DE MAMANGUAPE

Sugestões e possibilidades:
- Em Cooperaçae com a prefituras municipais
que integram as bacias hidrográficas em questão, promo
Ver o reflorestamento da Mata Poisiar mão pó mas adja ein-
Cias dos principais rios das Bocias, como também dos rios
secundários ou afluentes que Compose Toda a rede de drena-
gem da lacia, pois acredito, a partir dos estudos gá reali-
Zado que a regetação nativa e o uso racional dos solos
é impresendível para a manutenção dos vios, envitando
Com isso o assoniamento, a enosão em encortas, e o lixiri-
amento en mas sonesser sonos (1)
- "Me perguntaram Certa vez: por que o açude da minha
mae está secando e não Consegue vieter a água Como antes,
então suspondi, após uma los observada no entorno:
Porque toda a Cobertura vegetal poi retinada e com ino
Os processos erosivos se acentuam."
- As Comunidades excolares podem estar mais
engajadas em relação ao Consumo Consciente
da água em ambiente doméstico e escolar.
- Desenvolver a reflorestamento visando e ecetu-
Plano das Bacias Hidrográficas Literâneas da Parales
Plano das Bacias Hidrográficas Litorâneas da Paraiba









05

Principais problemas relaci	ionados aos recursos hídricos
TELEFONE:	
E-MAIL;	
 () 14/09/2022 - AUDITÓRIO DA SECRETAI () 16/09/2022 - AUDITÓRIO DA ESCOLA T MAMANGUAPE 	
() APPs degradadas	★ Falta de ações de Educação Ambiental
() Assoreamento dos rios	(x) Falta de ações de preservação
() Atividade pecuária	ambiental
() Baixa oferta de água	() Falta de fiscalização
() Baixa vazão de poços artesianos	() Falta de iniciativa governamental
() Barragens ilegais	() Falta de investimentos em gestão
() Captação de água irregular/Uso de	Falta de orientação aos produtores
bombas	rurais
(x) Carnicicultura	Falta estruturas de armazenamento
() Conflitos pelo uso da água	de água
() Deficiência nos serviços de	() Impunidade de crimes ambientais
abastecimento de água	() Má gestão pública
	() Mineração
esgotamento sanitário	() Óleo de embarcações
Deficiência nos serviços de	() Pesca predatória
drenagem urbana	(x) Poços artesianos sem manutenção
Dejetos dos animais	⋈ Poluição hídrica
(x) Demandas hídricas muito grandes	() Queimadas
() Desmatamento	(x) Uso abusivo de agrotóxicos
(X) Desperdício de água	(X) Uso do solo de forma incorreta
(A) Degradação das nascentes	() Vetores de doenças
() Desvio do percurso de rios	() Estiagem
() Dificuldade de obtenção da outorga	★ Expansão agrícola desordenada
() Erosão	(outras culturas)

Plano das Bacias Hidrográficas Litorâneas da Paraíba

☼ Extração de areia

() Falhas na gestão de recursos hídricos

() Expansão agrícola desordenada

(cana-de-açúcar) () Falta de água na zona rural