

Secretaria de Estado do Planejamento
e das Finanças – SEPLAN

Projeto Macrozoneamento Ecológico-Econômico da Bacia Hidrográfica do Piranhas-Açu/RN



*Produto R-07
Proposta técnica preliminar do
Macrozoneamento da bacia
do Piranhas-Açu
Novembro 2019*



RIO GRANDE DO NORTE

cobrape



00	19/11/2019	Minuta de Entrega	COB	LGC	LGC	RFT
Revisão	Data	Descrição Breve	Por	Superv.	Aprov.	Autoriz.

Elaboração Projeto Macrozoneamento Ecológico-Econômico da Bacia hidrográfica do Piranhas-Açu / RN - (Projeto Macrozoneamento Bacia Piranhas-Açu Sustentável - MZPAS)

R07

VERSÃO PRELIMINAR DA PROPOSTA TÉCNICA DE MACROZONEAMENTO DA BACIA DO PIRANHAS-AÇU

Elaborado por:
Equipe Técnica da COBRAPE

Supervisionado por:
Luis Gustavo Christoff

Aprovado por:
Luis Gustavo Christoff

Autorizado por:
Rafael Fernando Tozzi

Revisão

Finalidade

Data

00

3

Novembro/2019

Legenda Finalidade: [1] Para Informação [2] Para Comentário [3] Para Aprovação



COBRAPE – CIA BRASILEIRA DE PROJETOS E EMPREENDIMENTOS

Rua Fradique Coutinho, 212 - 7º, 9º e 10 andares, conjuntos 71, 72 e 73; 91, 92, 93, 94 e 95; 101, 102, 103 e 104, Pinheiros – São Paulo/SP
CEP 05416-000
Tel (11) 3897-8000
www.cobrape.com.br

ELABORAÇÃO

COBRAPE – CIA BRASILEIRA DE PROJETOS E
EMPREENDIMENTOS



cobrape

DIRETORIA

Alceu Guérios Bittencourt

COBRAPE Cia. Brasileira de Projetos e Empreendimentos

COORDENAÇÃO EXECUTIVA

Luis Gustavo Christoff

Engenheiro Civil – Mestre em Gestão Urbana, Especialista em gestão ambiental e sustentabilidade

EQUIPE CHAVE

Carlos Eduardo Curi Gallego

Coordenador Geral

Christian Taschelmayer

Coordenador do SIG e de Geoprocessamento

Michela Rosane Cavilha Scupino

Especialista em SIG

Wagner Nogueira

Especialista em Banco de Dados

Rafael Fernando Tozzi

Especialista em Recursos Hídricos

Robson Klisiowicz

Engenheiro Sanitarista /ou Ambiental

Regina Maria Martins Araújo

Arquiteta e Urbanista

Daniel Thá

Economista

Eliete Tedeschi

Bacharel em Direito

Luis Eduardo Gregolin Grisotto

Biólogo ou Ecólogo

Luiza Boechat de Brito Barbosa

Geógrafo

Mauricio Marchand Kruger

Geólogo

Andrei Stevanni Goulart Mora

Sociólogo

Paulo Cesar Arns

Especialista em planejamento participativo e análise social

EQUIPE DE APOIO

Andreia Schypula

Engenheira Civil

Bruna Kiechaloski Miró Tozzi

Engenheira Civil – Mestre em Recursos Hídricos

Carlos Verdini Clare

Arquiteto e Urbanista

Giovanna Reinehr Tiboni

Engenheira Civil

Luciana Crivelare Gomes Carvalho

Geógrafa, mestre em Engenharia Urbana, Especialista em Análise Ambiental e Gestão do território

Murilo Nogueira

Engenheiro Civil

Rodolpho Humberto Ramina

Engenheiro Civil – Mestre em engenharia e doutor em meio ambiente

Sabrina Batista de Almeida

Engenheira Sanitarista e Ambiental

Talita Domingues Vespa

Arquiteta e Urbanista

Renan José Alberton Disner

Estagiário de Engenharia Ambiental

DIAGRAMAÇÃO, EDITORAÇÃO E ARTE FINAL

Cristine de Noronha

Designer gráfica

Alessandra Gava

Designer gráfica

APRESENTAÇÃO

O presente documento corresponde ao “*Produto 07 – Versão preliminar da proposta técnica do Projeto Macrozoneamento Ecológico-Econômico da Bacia hidrográfica do Piranhas-Açu / RN – Emissão Inicial*” relativo ao Contrato RN Sustentável 126/2018, celebrado entre a Secretaria de Estado do Planejamento e das Finanças (SEPLAN) e a Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos (COBRAPE). A contratação faz parte do Projeto Integrado de Desenvolvimento Sustentável do Rio Grande do Norte, concebido com o propósito de contribuir para reverter o cenário de baixo dinamismo socioeconômico do estado e apoiar ações de modernização da gestão do setor público.

O contrato visa à elaboração do Projeto Macrozoneamento Ecológico-Econômico da Bacia hidrográfica do Piranhas-Açu / RN - (Projeto Macrozoneamento Bacia Piranhas-Açu Sustentável - MZPAS). O Termo de Referência, parte integrante do contrato, estabelece os seguintes produtos a serem desenvolvidos:

Produto 01 – Roteiro Metodológico;

Produto 02 – Contextualização da bacia do Piranhas-Açu;

Produto 03 – Apresentação e aprovação do Projeto Conceitual, Projeto Lógico e o Projeto Físico do Banco de Dados;

Produto 04 – Documento Síntese e 1º Caderno de Trabalho;

Produto 05 – Relatório das Oficinas para conclusão do Diagnóstico;

Produto 06 – Implementação e apresentação do SIG – Versão Beta;

Produto 07 – Versão preliminar da proposta técnica do MZPAS;

Produto 08 – Relatório das Oficinas para discussão da proposta técnica do MZPAS;

Produto 09 – Implementação e apresentação do SIG – Versão Final;

Produto 10 – Relatório de treinamento operacional do sistema;

Produto 11 – Proposta Final do MZPAS e Minuta da norma de implantação;

Produto 12 – Elaboração da cartilha para implantação do MZPAS.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	4
1. INTRODUÇÃO	17
2. INTEGRAÇÃO DOS ESTUDOS ANTERIORES	19
3. PROGNÓSTICO	23
3.1. Base metodológica.....	26
3.1.1. Cenários prospectivos como insumos ao planejamento territorial	26
3.1.2. Cenários de contraste ecológico-econômico.....	27
3.1.3. Base metodológica espacial	28
3.1.4. Base espacial de partida (cena atual).....	34
3.2. Condicionantes das dinâmicas socioeconômicas e ambientais.....	38
3.2.1. Dinâmicas econômicas, demográficas e condições de vida.....	38
3.2.2. Planos e políticas públicas.....	38
3.2.2.1. Projeto Integrado de Desenvolvimento Sustentável do Rio Grande do Norte (Projeto RN Sustentável)	39
3.2.2.2. Plano Estratégico dos Eixos Integrados de Desenvolvimento.....	41
3.2.2.3. Diagnóstico e Planejamento Estratégico para o Desenvolvimento de Atividades Produtivas Agrícolas do Rio Grande do Norte.....	44
3.2.2.4. Atlas para a Promoção do Investimento Sustentável no Rio Grande do Norte	47
3.2.2.5. Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca	51
3.2.2.6. Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação.....	51
3.2.2.7. Projeto Caatinga Potiguar.....	52
3.2.2.8. Plano Nacional de Áreas Protegidas	53
3.2.3. Planos, declarações e investimentos privados.....	53
3.2.3.1. Plano Estratégico de Desenvolvimento Econômico do Rio Grande do Norte	53
3.2.3.2. Declaração do Semiárido	56
3.2.3.3. Empreendimentos em processo de licenciamento junto ao Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente	57
3.3. Condicionantes ambientais	59
3.3.1. Análise territorial de serviços ecossistêmicos de retenção de sedimentos	61
3.3.1.1. Metodologia de aplicação do modelo de perda de solo	63
3.3.1.2. Aplicação do modelo de perda de solo para a BHPA em dois anos distintos (2008 e 2017).....	76

3.3.1.3.	Aplicação do modelo de perda de solo com imposições conservacionistas para a BHPA.....	77
3.3.1.4.	Resultados de perda de solo na BHPA.....	81
3.3.2.	Alterações na geografia hídrica da bacia hidrográfica dos rios Piranhas-Açu.....	84
3.3.2.1.	Barragem de Oiticica e Eixo de Integração do Seridó.....	85
3.3.2.2.	Projeto de Integração do Rio São Francisco.....	86
3.3.3.	Análise das mudanças do clima na BHPA.....	88
3.3.3.1.	Variáveis climáticas regionalizadas pelos modelos Eta-HadGEM2 e Eta-MIROC5.....	90
3.3.3.1.	Variáveis climáticas em cenários consensuais de clima (FGV, 2018) 106	
3.3.4.	Cenários de alterações do clima e seus efeitos no balanço hídrico .	112
3.3.4.1.	Barragem de Oiticica e Eixo de Integração do Seridó.....	113
3.3.4.2.	Barragem de Oiticica e Eixo de Integração do Seridó e Projeto de Integração do Rio São Francisco.....	116
3.3.5.	Alterações climáticas e o avanço marítimo.....	119
3.3.6.	Condicionantes ambientais agregadas.....	122
3.4.	Cenários socioeconômicos prospectivos.....	124
3.4.1.	Base conceitual e quantitativa para a conformação dos cenários socioeconômicos.....	124
3.4.1.1.	Conjuntura econômica de contorno.....	124
3.4.1.2.	Projeções macroeconômicas.....	128
3.4.1.3.	Projeções demográficas.....	134
3.4.2.	Cenários para as atividades produtivas.....	135
3.4.2.1.	Agricultura irrigada.....	136
3.4.2.2.	Aquicultura.....	139
3.4.2.3.	Geração de energias renováveis.....	142
3.4.2.4.	Atividades de mineração.....	146
3.4.2.5.	Atividade salineira.....	148
3.4.2.6.	Agricultura familiar.....	149
3.4.2.7.	Pecuária.....	153
3.4.2.8.	Infraestrutura urbana e industrial.....	156
3.4.3.	Metodologia de combinação e espacialização dos cenários socioeconômicos agregados.....	161
3.4.3.1.	Combinação dos cenários socioeconômicos.....	161
3.4.3.2.	Espacialização dos cenários nas células de análise.....	162

3.4.4.	Resultados dos cenários socioeconômicos.....	164
3.4.4.1.	Cenário PISF- EMAS- AFAM-.....	165
3.4.4.2.	Cenário PISF- EMAS- AFAM+.....	167
3.4.4.3.	Cenário PISF+ EMAS+ AFAM-.....	169
3.4.4.4.	Cenário PISF+ EMAS+ AFAM+	171
3.5.	Cenários ambientais prospectivos.....	173
3.5.1.	Base conceitual e quantitativa para a conformação dos cenários ambientais	173
3.5.2.	Cenário normativo menos restritivo.....	173
3.5.3.	Cenário normativo mais restritivo.....	176
3.6.	Cenários prospectivos socioeconômicos e ambientais.....	179
3.6.1.	Cenário Normativo Menos Restritivo x Cenário PISF- EMAS- AFAM-	179
3.6.2.	Cenário Normativo Menos Restritivo x Cenário PISF- EMAS- AFAM+	182
3.6.3.	Cenário Normativo Menos Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM-	184
3.6.4.	Cenário Normativo Menos Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM+	186
3.6.5.	Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF- EMAS- AFAM-.	188
3.6.6.	Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF- EMAS- AFAM+	190
3.6.7.	Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM-	192
3.6.8.	Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM+	194
3.6.9.	Leitura integrada dos resultados dos cenários.....	196
4.	PROPOSTA DO MACROZONEAMENTO.....	197
4.1.	Análise institucional.....	197
4.2.	Definição das Zonas Preliminares	202
4.2.1.	Bases teóricas e metodológicas	202
4.2.2.	Princípios norteadores para a gestão territorial da BHPA	204
4.2.3.	Proposição das unidades de intervenção.....	206
4.2.4.	Nomenclatura	210
4.2.5.	Geração da carta de subsídio à gestão territorial da BHPA	211
4.3.	Definição das Diretrizes Gerais Preliminares	212
5.	RESULTADOS DO MZEE PIRANHAS-AÇU.....	215
5.1.	Zoneamento ecológico-econômico.....	215

5.1.1.1. Zonas ecológico-econômicas	218
5.1.1.2. Identificação de áreas prioritárias para gestão de conflitos e oportunidades de conservação	225
5.2. Diretrizes gerais	228
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	233

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 – Relação entre Índice de Aridez com o Grau de Susceptibilidade à Desertificação.....	24
Quadro 3.2 – Uso do solo por UPH na BHPA.....	31
Quadro 3.3 – Resultado tabular de uso e ocupação do solo na Cena Atual e comparação com os mapeamentos de 2008 e 2017 (MAPBIOMAS) .	35
Quadro 3.4 – Produção atual e prevista para o estado do Rio Grande do Norte pelos produtos estratégicos do Plano Eixos Integrados de Desenvolvimento	42
Quadro 3.5 – Produção atual e prevista para 2035 no cenário otimista “Um Pacto pelo Mais RN” para o estado do RN (FIERN, 2014)	55
Quadro 3.6 – Tipologia dos empreendimentos com solicitação de licenciamento junto ao IDEMA nos municípios do MZPAS.....	57
Quadro 3.7 – Municípios na BHPA que mais concentram empreendimentos com Licença de Operação emitida junto ao IDEMA entre jan/2018 e ago/2019.....	58
Quadro 3.8 – Fatores de Erodibilidade (Fator K).....	66
Quadro 3.9 – Uso do Solo e suas respectivas áreas	70
Quadro 3.10 – Tabela Biofísica com fatores C, P e retenção de sedimentos.....	73
Quadro 3.11 – Evolução de macro-categorias de uso e ocupação do solo entre 2008 e 2017	76
Quadro 3.12 – Áreas de Preservação Permanente e frações preservadas.....	77
Quadro 3.13 – Áreas sob Índice de Fragilidade Ambiental alto e muito alto e frações preservadas.....	78
Quadro 3.14 – Simulações de modificação na cobertura e uso do solo para modelar a perda de solo via SDR/InVEST	80
Quadro 3.15 – Variação nas áreas de cobertura de vegetação nativa	80
Quadro 3.16 – Comparação entre os resultados de Perda de Solo (ton/ano)	83
Quadro 3.17 – Pontos de análise para os modelos climáticos	91
Quadro 3.18 – Demandas hídricas tendenciais projetadas por FGV (2018), por setor usuário, nos municípios potiguares da BHPA	113
Quadro 3.19 – Déficits esperados em 50% do tempo no abastecimento de água sob cenários de mudanças do clima na porção potiguar da BHPA com a Barragem de Oiticica e Eixo de Integração do Seridó (FGV, 2018)..	114
Quadro 3.20 – Déficits esperados em 50% do tempo no abastecimento de água sob cenários de mudanças do clima na porção potiguar da BHPA com a Barragem de Oiticica, Eixo de Integração do Seridó e operação do PISF para todos os usuários com descarga máxima de 54 m ³ /s (FGV, 2018)	116

Quadro 3.21 – Projeções de área ocupada pela agricultura irrigada (ha).....	138
Quadro 3.22 – Projeções de área ocupada pela carcinicultura (ha).....	141
Quadro 3.23 – Projeções de instalação de usinas geradoras de energia eólica.....	142
Quadro 3.24 – Projeções de instalação de usinas geradoras de energia fotovoltaica	144
Quadro 3.25 – Projeções de área ocupada pela mineração (ha)	147
Quadro 3.26 – Projeções de área ocupada pela atividade salineira (ha).....	148
Quadro 3.27 – Projeções de área ocupada pela agricultura familiar (ha).....	152
Quadro 3.28 – Efeitos da crise hídrica de 2012 na pecuária da Bacia	154
Quadro 3.29 – Projeções do rebanho de bovinocultura de corte (animais)	154
Quadro 3.30 – Projeções do rebanho de bovinocultura de leite (animais).....	155
Quadro 3.31 – Projeções do rebanho ovinocaprino (animais).....	156
Quadro 3.32 – Projeções de área ocupada pela infraestrutura urbana, industrial e infraestrutura econômica (ha)	159
Quadro 3.33 – Cenários mais e menos intensivos por atividade produtiva	161
Quadro 3.34 – Combinações resultantes para os cenários socioeconômicos	162
Quadro 3.35 – Cenário PISF- EMAS- AFAM-	165
Quadro 3.36 – Cenário PISF- EMAS- AFAM+	167
Quadro 3.37 – Cenário PISF+ EMAS+ AFAM-.....	169
Quadro 3.38 – Cenário PISF+ EMAS+ AFAM+.....	171
Quadro 3.39 – Cenário Normativo Menos Restritivo	174
Quadro 3.40 – Cenário Normativo Mais Restritivo	177
Quadro 3.41 – Cenário Normativo Menos Restritivo x Cenário PISF- EMAS- AFAM-	179
Quadro 3.42 – Cenário Normativo Menos Restritivo x Cenário PISF- EMAS- AFAM+	182
Quadro 3.43 – Cenário Normativo Menos Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM-	184
Quadro 3.44 – Cenário Normativo Menos Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM+	186
Quadro 3.45 – Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF- EMAS- AFAM- ..	188
Quadro 3.46 – Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF- EMAS- AFAM+ .	190
Quadro 3.47 – Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM-	192
Quadro 3.48 – Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM+	194
Quadro 4.1 – Papel dos órgãos gestores face ao MZPAS	199
Quadro 4.2 – Sistema de classificação de zonas ecológico-econômicas	207
Quadro 4.3 – Definição das zonas ecológico-econômicas	209
Quadro 5.1 – Extensão territorial das unidades – área (km ²)	216

Quadro 5.2 – Extensão territorial das unidades do Nível III (classes) por domínios geo-socioambientais	217
Quadro 5.3 – Distribuição das áreas nas zonas ecológico-econômicas nível IV (ha)	218
Quadro 5.4 – Distribuição das áreas nas zonas ecológico-econômicas nível III (ha)	221
Quadro 5.5 – Distribuição das áreas nas zonas ecológico-econômicas nível II (ha)	223
Quadro 5.6 – Áreas prioritárias para gestão de conflitos e oportunidades de conservação (ha)	225
Quadro 5.7 – Diretrizes gerais do MZEE Piranhas-Açu	229

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Municípios pertencentes ao MZPAS	18
Figura 2.1 – Linha de Trabalho	19
Figura 2.2 – Itens correlacionados com as matrizes SWOT	20
Figura 2.3 – Zoneamento de convergência	21
Figura 2.4 – Carta de subsídio à gestão territorial da BHP: zonas ecológico-econômicas nível I	22
Figura 3.1 – Base de análise georreferenciada	29
Figura 3.2 – Uso do solo por UPH na BHPA	32
Figura 3.3 – Ilustração do cubo	33
Figura 3.4 – Cena atual, ou cenário de partida	37
Figura 3.5 – Hipsometria na BHPA	64
Figura 3.6 – Erodibilidade do solo na BHPA	67
Figura 3.7 – Erosividade na BHPA	69
Figura 3.8 – Uso do Solo na BHPA	71
Figura 3.9 – Bacias Hidrográficas e Hidrografia na BHPA	75
Figura 3.10 – Pontos de análise dos modelos climáticos	92
Figura 3.11 – Simulação de temperatura a 2 metros no RCP 4.5 referente ao Ponto 1	93
Figura 3.12 – Simulação de temperatura a 2 metros no RCP 4.5 referente ao Ponto 2	93
Figura 3.13 – Simulação de temperatura a 2 metros no RCP 4.5 referente ao Ponto 3	94
Figura 3.14 – Simulação de temperatura a 2 metros no RCP 8.5 referente ao Ponto 1	94
Figura 3.15 – Simulação de temperatura a 2 metros no RCP 8.5 referente ao Ponto 2	95

Figura 3.16 – Simulação de temperatura a 2 metros no RCP 8.5 referente ao Ponto 3	95
Figura 3.17 – Simulação da precipitação anual no RCP 4.5 referente ao Ponto 1	96
Figura 3.18 – Simulação da precipitação anual no RCP 4.5 referente ao Ponto 2	96
Figura 3.19 – Simulação da precipitação anual no RCP 4.5 referente ao Ponto 3	96
Figura 3.20 – Simulação da precipitação anual no RCP 8.5 referente ao Ponto 1	97
Figura 3.21 – Simulação da precipitação anual no RCP 8.5 referente ao Ponto 2	97
Figura 3.22 – Simulação da precipitação anual no RCP 8.5 referente ao Ponto 3	98
Figura 3.23 – Sazonalidade anual das precipitações pelo modelo MIROC para o Ponto 1	98
Figura 3.24 – Sazonalidade anual das precipitações pelo modelo MIROC para o Ponto 2	99
Figura 3.25 – Sazonalidade anual das precipitações pelo modelo MIROC para o Ponto 2	99
Figura 3.26 – Sazonalidade anual das precipitações pelo modelo HADGEM para o Ponto 1	100
Figura 3.27 – Sazonalidade anual das precipitações pelo modelo HADGEM para o Ponto 2	100
Figura 3.28 – Sazonalidade anual das precipitações pelo modelo HADGEM para o Ponto 3	101
Figura 3.29 – Simulação do número de dias consecutivos sem chuva no RCP 4.5 para o Ponto 1	101
Figura 3.30 – Simulação do número de dias consecutivos sem chuva no RCP 4.5 para o Ponto 2	102
Figura 3.31 – Simulação do número de dias consecutivos sem chuva no RCP 4.5 para o Ponto 3	102
Figura 3.32 – Simulação do número de dias consecutivos sem chuva no RCP 8.5 para o Ponto 1	103
Figura 3.33 – Simulação do número de dias consecutivos sem chuva no RCP 8.5 para o Ponto 2	103
Figura 3.34 – Simulação do número de dias consecutivos sem chuva no RCP 8.5 para o Ponto 3	103
Figura 3.35 – Simulação da intensidade do vento em 100 metros no RCP 4.5 referente ao Ponto 1	104
Figura 3.36 – Simulação da intensidade do vento em 100 metros no RCP 4.5 referente ao Ponto 2	104
Figura 3.37 – Simulação da intensidade do vento em 100 metros no RCP 4.5 referente ao Ponto 3	105
Figura 3.38 – Simulação da intensidade do vento em 100 metros no RCP 8.5 referente ao Ponto 1	105

Figura 3.39 – Simulação da intensidade do vento em 100 metros no RCP 8.5 referente ao Ponto 2	106
Figura 3.40 – Simulação da intensidade do vento em 100 metros no RCP 8.5 referente ao Ponto 3	106
Figura 3.41 – Precipitação anual no cenário de mudança do clima Árido (mm)	109
Figura 3.42 – Precipitação anual no cenário de mudança do clima Extremos (mm) .	110
Figura 3.43 – Precipitação anual no cenário de mudança do clima Moderado (mm)	111
Figura 3.44 – Distribuição anual da precipitação nos cenários de mudança do clima (mm)	111
Figura 3.45 – Déficits esperados em 50% do tempo no abastecimento de água sob cenários de mudanças do clima na porção potiguar da BHPA com a Barragem de Oiticica e Eixo de Integração do Seridó (FGV, 2018)..	115
Figura 3.46 – Déficits esperados em 50% do tempo no abastecimento de água sob cenários de mudanças do clima na porção potiguar da BHPA com a Barragem de Oiticica, Eixo de Integração do Seridó e operação do PISF para todos os usuários com descarga máxima de 54 m ³ /s (FGV, 2018)	118
Figura 3.47 – Área de inundação decorrente do avanço marítimo	121
Figura 3.48 – Condicionantes ambientais identificadas.....	123
Figura 3.49 – Projeções para o PIB dos municípios potiguares da BHPA (R\$, mil) ..	132
Figura 3.50 – Projeções para o VAB de Serviços dos municípios potiguares da BHPA (R\$, mil)	132
Figura 3.51 – Projeções para o VAB Industrial dos municípios potiguares da BHPA (R\$, mil)	133
Figura 3.52 – Projeções para o VAB Agropecuário dos municípios potiguares da BHPA (R\$, mil)	133
Figura 3.53 – Projeções agregadas para a população dos municípios potiguares da BHPA segundo regionalização das projeções estaduais do IBGE ...	135
Figura 3.54 – Projeções Tendenciais para o PIB dos municípios potiguares da BHPA capturando os efeitos da crise hídrica (R\$, mil)	137
Figura 3.55 – Projeções de área ocupada pela agricultura irrigada (ha)	139
Figura 3.56 – Projeções de área ocupada pela carcinicultura (ha).....	141
Figura 3.57 – Projeções de instalação de usinas geradoras de energia eólica	143
Figura 3.58 – Projeções de instalação de usinas geradoras de energia fotovoltaica.	145
Figura 3.59 – Projeções de área ocupada pela mineração (ha)	148
Figura 3.60 – Projeções de área ocupada pela atividade salineira (ha)	149
Figura 3.61 – Projeções de área ocupada pela agricultura familiar (ha).....	153
Figura 3.62 – Projeções de área ocupada pela bovinocultura de corte (ha).....	155
Figura 3.63 – Projeções de área ocupada pela pecuária de leite e ovinocaprinocultura (ha)	156

Figura 3.64 – Projeções para a população dos municípios potiguares da BHPA segundo regionalização das projeções estaduais do IBGE (habitantes)	157
Figura 3.65 – Projeções para o VAB Industrial (R\$, mil)	158
Figura 3.66 – Projeções para o VAB Serviços (R\$, mil)	158
Figura 3.67 – Cenário de infraestrutura	160
Figura 3.68 – Cenário PISF- EMAS- AFAM-	166
Figura 3.69 – Cenário PISF- EMAS- AFAM+	168
Figura 3.70 – Cenário PISF+ EMAS+ AFAM-	170
Figura 3.71 – Cenário PISF+ EMAS+ AFAM+	172
Figura 3.72 – Cenário Normativo Menos Restritivo	175
Figura 3.73 – Cenário Normativo Mais Restritivo	178
Figura 3.74 – Cenário Normativo Menos Restritivo x Cenário PISF- EMAS- AFAM- ..	181
Figura 3.75 – Cenário Normativo Menos Restritivo x Cenário PISF- EMAS- AFAM+ ..	183
Figura 3.76 – Cenário Normativo Menos Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM- ..	185
Figura 3.77 – Cenário Normativo Menos Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM+	187
Figura 3.78 – Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF- EMAS- AFAM-	189
Figura 3.79 – Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF- EMAS- AFAM+ ..	191
Figura 3.80 – Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM- ..	193
Figura 3.81 – Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM+ ..	195
Figura 4.1 – Diagrama de identificação de vulnerabilidades e potencialidades	198
Figura 4.2 – Diagrama de identificação de vulnerabilidades e potencialidades	203
Figura 4.3 – O ciclo da gestão de riscos e de desastres	206
Figura 4.4 – Esquema de nomenclaturas	210
Figura 4.5 – Nomenclaturas das zonas	211
Figura 4.6 - Estrutura do mapa estratégico	214
Figura 5.1 – Carta de subsídio à gestão territorial da BHP: zonas ecológico-econômicas nível IV	220
Figura 5.2 – Carta de subsídio à gestão territorial da BHP: zonas ecológico-econômicas nível III	222
Figura 5.3 – Carta de subsídio à gestão territorial da BHP: zonas ecológico-econômicas nível II	224
Figura 5.4 – Áreas prioritárias para gestão de conflitos e oportunidades de conservação	227

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANA	Agência Nacional de Águas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANM	Agência Nacional de Mineração
AOGCM	Modelos de Circulação Geral Atmosférica / Oceânica
ASA	Articulação do Semiárido
APCB	Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade
BHPA	Bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu - RN
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CNI	Confederação Nacional da Indústria
CONABIO	Comissão Nacional de Biodiversidade
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
EE	Estação Ecológica
EMATER	Instituto de Assistência Técnica e Extensão Rural
FIERN	Federação das Indústrias do Rio Grande do Norte
FLONA	Floresta Nacional
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
GTZ	Cooperação Técnica Alemã
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
IDEMA	Instituto de Defesa do Meio Ambiente
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IFA	Índice de Fragilidade Ambiental
IGARN	Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte
IICA	Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IVS	Índice de Vulnerabilidade Social
MacroZEE	Macrozoneamento Ecológico Econômico
MCG	Modelos Climáticos Globais

MDA	Ministério do Desenvolvimento Agrário
MDIC	Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços
MIN	Ministério da Integração Nacional
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério de Minas e Energia
MZPAS	Projeto Macrozoneamento Bacia Piranhas-Açu Sustentável
PAA	Programa de Aquisição de Alimentos
PAM	Produção Agrícola Municipal
PDET	Programa de Disseminação das Estatísticas do Trabalho
PEV	Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura
PIB	Produto interno bruto
PISF	Projeto de Integração do Rio São Francisco
PNAE	Programa Nacional de Alimentação Escolar
PNM	Plano Nacional de Mineração
PPA	Plano Plurianual
PPM	Pesquisa Pecuária Municipal
PROINF Rurais	Ação de Apoio a Projetos de Infraestrutura e Serviços em Territórios Rurais
PRONAF	Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar
PRONAT Rurais	Programa Nacional de Desenvolvimento Sustentável de Territórios Rurais
RAIS	Relação Anual de Informações Sociais
RCP	<i>Representative Concentration Pathways</i>
RPPN	Reserva Particular do Patrimônio Natural
SEMARH	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos
SIN	Sistema Interligado Nacional
SRHU	Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano
UNCCD	Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação
UC	Unidade de Conservação
UPH	Unidade de Planejamento Hidrológico
VAB	Valor Adicionado Bruto
ZEE	Zoneamento Ecológico-Econômico

1. INTRODUÇÃO

O Zoneamento Ecológico-econômico (ZEE) é um dos instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente, estabelecido pelo Decreto Nº 4.297/2002. Tem como objetivo organizar as decisões dos agentes públicos e privados quanto a planos, programas, projetos e atividades que utilizem de forma direta ou indireta os recursos naturais, assegurando a plena manutenção do capital e dos serviços ambientais dos ecossistemas.

Compreende-se que o Macrozoneamento Ecológico Econômico detém como lógica ordenadora a de proteger o meio ambiente concomitante ao desenvolvimento, considerando a melhoria das condições de vida da população e a redução dos riscos de perda do patrimônio natural (MMA, 2006).

Dessa forma, é um instrumento de organização territorial a ser seguido em diferentes planos, obras e atividades com o intuito de garantir a sustentabilidade ambiental e a melhoria das condições de vida da população. Da mesma forma ocorre com o definido na Política Estadual de Meio Ambiente do Rio Grande do Norte.

O MZEE Piranhas-Açu define “zonas”, ou áreas específicas em que a implantação de planos, obras e atividades públicas e privadas exijam medidas e padrões de proteção ambiental específicos. O objetivo do MZEE é, portanto, assegurar a qualidade ambiental, dos recursos hídricos, do solo e a conservação da biodiversidade, garantindo o desenvolvimento sustentável e a melhoria das condições de vida da população. Isso é feito contemplando a importância ecológica, as limitações e fragilidades dos ecossistemas, e a partir daí estabelecendo vedações, restrições e alternativas de exploração do território e determinando, quando for o caso, inclusive o incentivo à localização adequada de atividades produtivas.

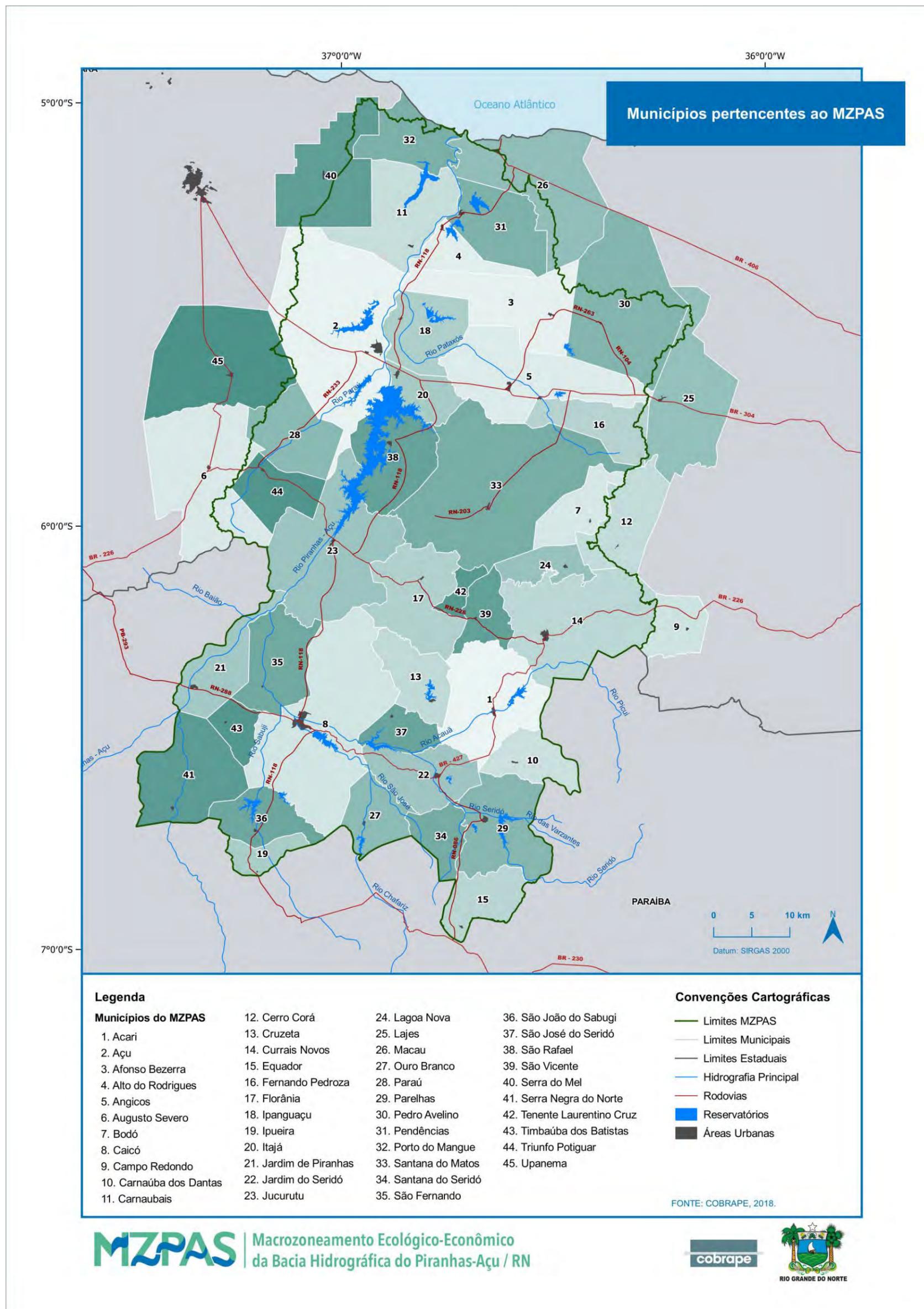
Por sua dimensão territorial e foco geográfico, o MZEE Piranhas-Açu tem uma estreita relação com a gestão de recursos hídricos. Por isso, o ponto de partida para a elaboração do mesmo foi o Plano de Recursos Hídricos Piancó-Piranhas-Açu elaborado recentemente pela Agência Nacional de Águas, premissa esta que também está disposta nos Termos de Referência do presente MZEE.

Nesta fase de prognóstico se busca a definição de unidades de intervenção, bem como a delimitação preliminar das zonas e a discussão das diretrizes gerais e específicas. É a partir desta fase que os atores sociais, de posse do diagnóstico, definirão os pactos de uso dos recursos, em quais áreas e em quais condições.

O prognóstico parte da elaboração de cenários com a finalidade de simular situações, vislumbrar soluções e orientar a escolha de possíveis alternativas para a definição das unidades de intervenção. Os cenários, que devem ser construídos em conjunto com os atores envolvidos, contribuem também para identificar necessidades de novas informações, pesquisas, proposição de ações e articulações político-institucionais para a execução do ZEE.

Dessa forma, a Figura 1.1 indica toda a extensão territorial que abrange o MZPAS, que envolve a composição de 45 municípios, aliada às Unidades de Planejamento Hídrico (UPHs).

Figura 1.1 – Municípios pertencentes ao MZPAS



FONTE: COBRAPE, 2019.

2. INTEGRAÇÃO DOS ESTUDOS ANTERIORES

Para que o Zoneamento Ecológico-Econômico tenha êxito em sua finalidade principal de conciliação entre os aspectos socioeconômicos e ambientais de uma região é necessário que seja cumprida uma linha de trabalho que envolva diferentes etapas articuladas entre si, conforme indica a Figura 2.1.

Figura 2.1 – Linha de Trabalho



FONTE: COBRAPE, 2019.

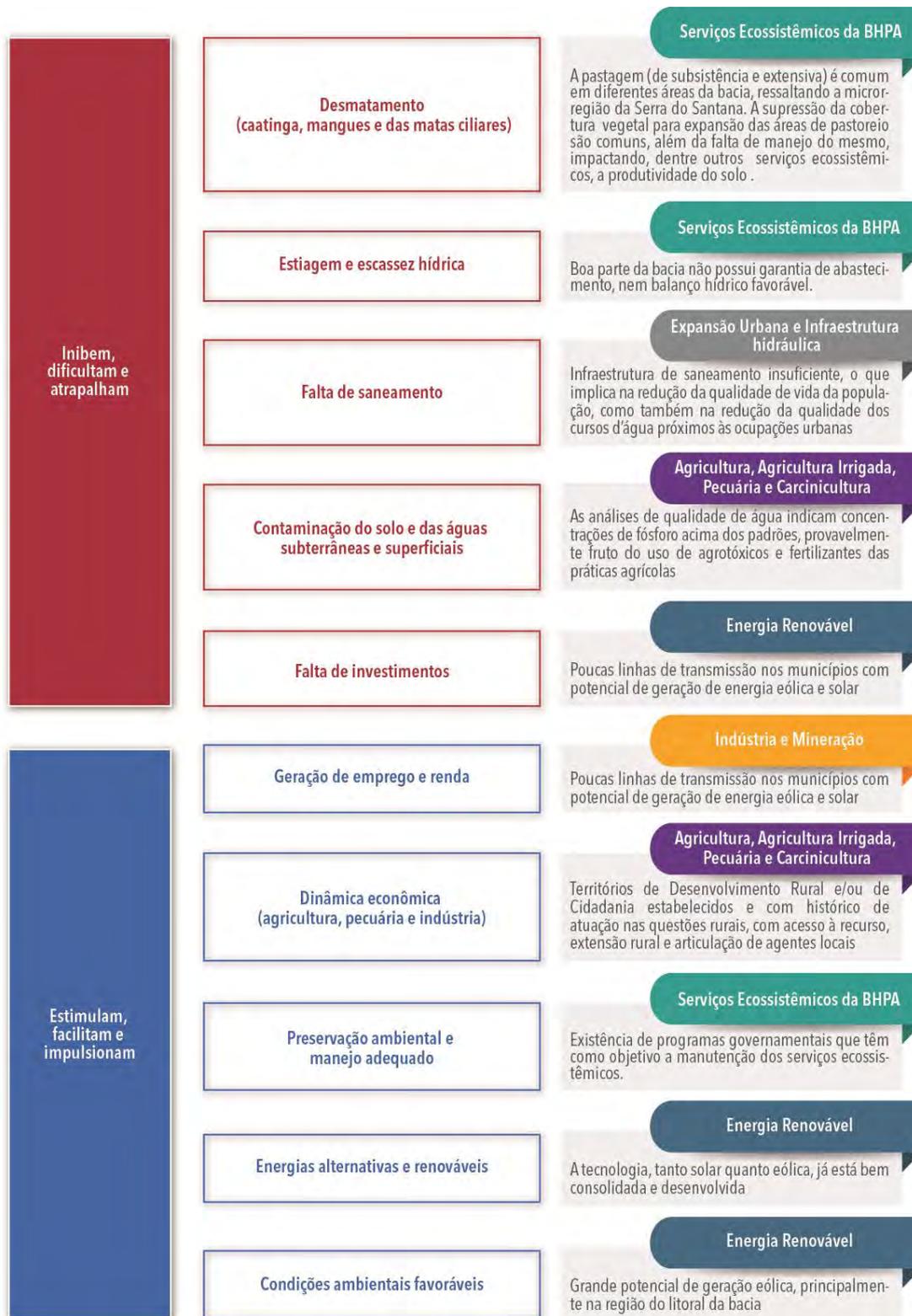
De maneira inicial, é fundamental que haja um entendimento aprofundado de toda a envoltória da realidade local. Dessa forma, a coleta e estruturação dos dados secundários permitiu o desenvolvimento de uma avaliação diagnóstica da Bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu e apresentada no *Produto 02 – Contextualização da bacia do Piranhas-Açu*.

Os principais aspectos analisados neste produto, sobretudo àqueles que tangem a dinâmica econômica e ecológica da região, foram compilados e articulados de forma a compor uma base estrutural para a avaliação integrada dos cinco temas prioritários elencados como primordiais para a bacia, sendo eles definidos como: (i) serviços ecossistêmicos da bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu; (ii) indústria e mineração; (iii) agricultura, agricultura irrigada, pecuária e carcinicultura; (iv) expansão urbana e infraestrutura hidráulica; (v) energia renovável. Assim, foi possível a identificação, sob a ótica da metodologia SWOT, das principais forças, fraquezas, oportunidades e ameaças de cada um dos eixos prioritários elencados. Toda essa etapa do trabalho foi descrita no *Produto 04 – Documento Síntese e 1º Caderno de Trabalho*.

Toda a ambientação e descrição diagnóstica abrangeu os indicadores técnicos avaliados, no entanto, para que o ZEE seja fidedigno à realidade, é fundamental a participação social efetiva e contribuição dos *stakeholders* por meio de oficinas de planejamento. Essa metodologia permite que todos os atores possam validar as informações diagnósticas apresentadas, de forma a fazer as inferências necessárias, incluindo suas percepções próprias. Conforme apresentado no *Produto 05 – Relatório das Oficinas para conclusão do Diagnóstico*, as contribuições realizadas durante a primeira etapa das oficinas foram elencadas de forma que os principais tópicos

discutidos durante os eventos foram cruzados com a matriz SWOT desenvolvida no P04, conforme apresentado na Figura 2.2.

Figura 2.2 – Itens correlacionados com as matrizes SWOT

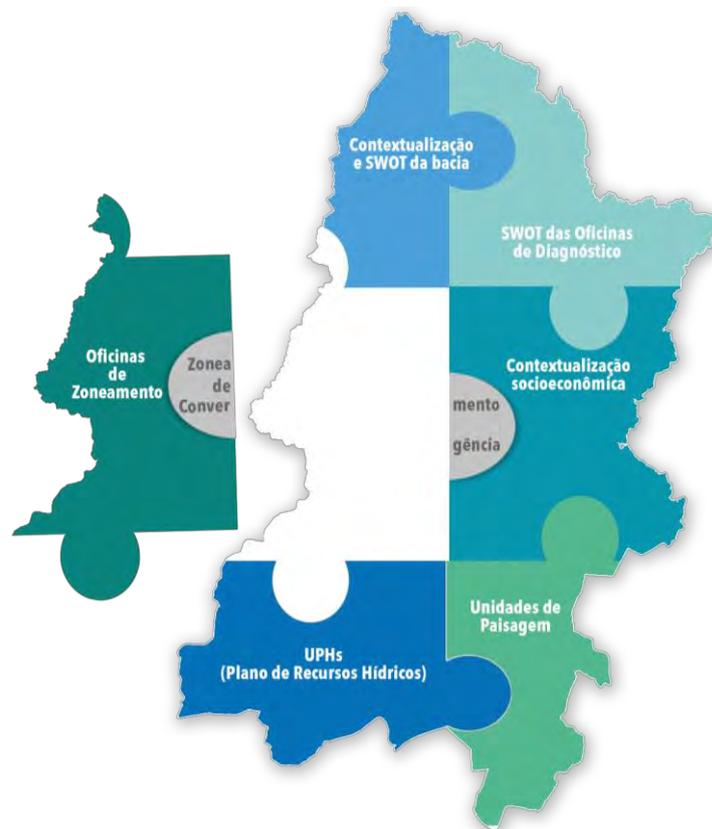


FONTE: COBRAPE, 2019.

Dado todo o exposto, a presente etapa de construção de cenários prospectivos, conforme apresentado no *Produto R-01 – Roteiro Metodológico*, foi desenvolvida como resultado agregado de todas as etapas anteriores descritas. De maneira inicial, a COBRAPE propôs que para o desenvolvimento do zoneamento o primeiro nível de análise (Nível I) fossem utilizadas as Unidades de Planejamento Hídrico (UPHs), apresentadas no Plano de Recursos Hídricos da Bacia hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu (ANA, 2016). Este apresenta uma divisão da BHPA, em sua porção potiguar, em oito unidades: Bacias Difusas do Baixo Açu; Espinharas; Médio Piranhas Paraibano; Médio Piranhas Paraibano/Potiguar; Médio Piranhas Potiguar; Paraú; Pataxó; e Seridó.

No entanto, após a elaboração do *Produto 02 – Contextualização da bacia do Piranhas-Açu*, do *Produto 04 – Documento Síntese e 1º Caderno de Trabalho*, e de posse dos resultados das Oficinas Regionais do Diagnóstico, esta divisão foi substituída por seis domínios, definidos como Zoneamento de Convergência, os quais se tiveram como ponto de partida as UPHs, porém levaram em consideração as potencialidades e fragilidades identificadas na análise SWOT apresentada na contextualização da bacia, aliada à análise SWOT proveniente das Oficinas Regionais, e considerando a variável econômica, além da delimitação de Unidades de Paisagem, proposta por Diniz e Oliveira (2018), conforme apresentado na Figura 2.3.

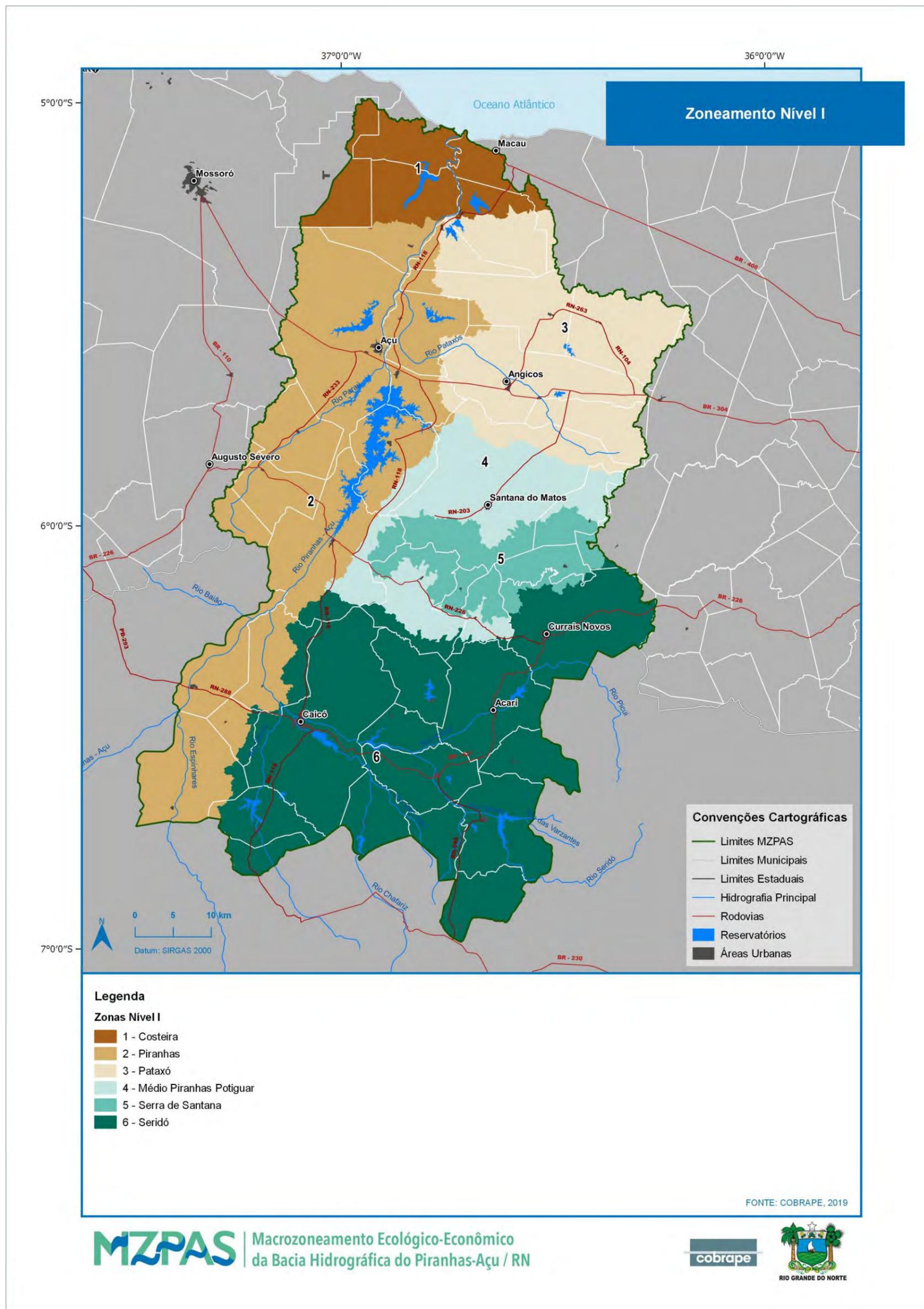
Figura 2.3 – Zoneamento de convergência



FONTE: COBRAPE, 2019.

A análise e cruzamento destas variáveis culminou em 6 (seis) domínios de partida, intitulados de macrozonas, apresentados na Figura 2.4.

Figura 2.4 – Carta de subsídio à gestão territorial da BHP: zonas ecológico-econômicas nível I



FONTE: COBRAPE, 2019.

3. PROGNÓSTICO

Como já foi discutido no *Produto 04 - Documento Síntese e 1º Caderno de Trabalho*, sobretudo no item referente à Análise de Riscos Ambientais, as condições hídricas e climáticas têm relação direta com o desenvolvimento socioeconômico de uma região e contribuem com a qualidade de vida da sociedade. Nesse sentido, as particularidades do Rio Grande do Norte fazem com que a região seja palco de eventos extremos como secas, o que resulta em constante degradação do solo e acentuação dos processos de desertificação do estado, principalmente do núcleo do Seridó.

O clima no Nordeste é o conjunto de uma dinâmica que envolve diversas variáveis, como: (i) a umidade trazida do Oceano Atlântico por conta das temperaturas da lâmina de água de superfície; (ii) fenômenos como El Niño, que resultam, em geral, em precipitações menores do que a média histórica; (iii) frentes frias do sul do país; (iv) Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), sendo que esta atua no sentido de transferir calor e umidade dos níveis inferiores da atmosfera das regiões tropicais para os níveis superiores da troposfera e para médias e altas latitudes. Esse cenário climático resulta em altas temperaturas médias e significativa variabilidade de chuvas, o que confere à região um tipo climático predominantemente semiárido.

Segundo Campos (2014), o primeiro registro de seca no Brasil data do século XVI e estima-se que aproximadamente cinco mil indígenas tenham se deslocado do sertão em direção ao litoral. Mais especificamente no Nordeste, foram registradas secas em diversos momentos da história, sendo que se observa que a ciclicidade do fenômeno corresponde a dez anos, aproximadamente. Durante o período de 1877 a 1879, houve grandes impactos no contingente populacional da região e também na dinâmica pecuária, com fortes reduções dos rebanhos bovinos.

Além de soluções de infraestrutura inspiradas nas práticas utilizadas nos Estados Unidos e na Austrália como por exemplo a construção de açudes, a conjuntura de subumidade e semiaridez nordestina é constantemente abordada em discussões regionais, nacionais e até mesmo internacionais (CGEE, 2016).

Nesse sentido, ressalta-se que a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, também conhecida como Eco-92 ou Rio 92, consolidou e aprovou cinco documentos ligados ao ambiente: Carta da Terra, Convenção do Clima, Convenção da Biodiversidade, Declaração de Princípios sobre Florestas e Agenda 21. Esta última, define o termo desertificação como: “a degradação do solo em áreas áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultante de diversos fatores, inclusive de variações climáticas e de atividades humanas” (ONU, 1994).

Conti (2008) ressalta que a desertificação pode ser entendida, preliminarmente, como um conjunto de fenômenos que conduz determinadas áreas a se transformarem em desertos ou a eles se assemelharem. Guarduño (1992) refere-se à desertificação como o empobrecimento de ecossistemas áridos e semiáridos, também de alguns úmidos, causado pelo impacto das atividades do homem; é um processo de mudança que leva à redução da produtividade, a alterações na biomassa e na diversidade das formas de vida, à degradação acelerada do solo e ao aumento dos riscos inerentes à ocupação da terra pelo homem.

Além das conceituações teóricas, em 1992 a ONU, por meio do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), estipulou indicadores que possibilitassem na avaliação da susceptibilidade à desertificação de uma região. O Índice de Aridez (IA), calculado pela razão entre a precipitação média anual e evapotranspiração potencial determina quatro classes de climáticas que implicam em diferentes graus de susceptibilidade à desertificação, como indica o Quadro 3.1.

Quadro 3.1 – Relação entre Índice de Aridez com o Grau de Susceptibilidade à Desertificação

Índice de Aridez (IA)	Classe climática	Susceptibilidade à desertificação
0,05 – 0,20	Árido	Muito alta
0,21 – 0,50	Semiárido	Alta
0,51 – 0,65	Subúmido seco	Moderada
Acima de 0,65	Subúmido úmido	Não susceptível

FONTE: COBRAPE, 2019.

Segundo a análise de Lucena *et. al* (2018), em um ano considerado “normal” pelo método dos quartis, 25% dos municípios do estado do Rio Grande do Norte possuem precipitações médias anuais inferiores a 603,3 mm. Os autores ainda analisaram os dados históricos de precipitação e evaporação do município de Caicó de 1996 a 2013 e as respectivas médias anuais foram de 638,1 e 3.098,3 mm. Tais valores mostram que, em média, anualmente a quantidade de água evaporada é 5 vezes maior que a quantidade de água precipitada em Caicó.

O mesmo estudo ainda considerou uma série histórica de 2003 a 2013 para a análise do Índice de Aridez e a média desse parâmetro para o município foi de 0,41 (clima semiárido e com alta susceptibilidade à desertificação). É válido destacar que o ano de 2009 e 2012 foram os mais atípicos da série, sendo seus IAs equivalentes a 0,68 (subúmido úmido e não susceptível à desertificação) e 0,11 (árido e muito alta susceptibilidade à desertificação), respectivamente. Em 2009 observou-se que o evento de La Niña do ano anterior interferiu na precipitação do primeiro semestre de 2009, de modo que o mês de fevereiro apresentou dados pluviométricos superiores em comparação com dos anos anteriores. Por outro lado, em 2012 a posição anômala da ZCIT mais ao norte contribuiu para os baixos índices de precipitação na região nordestina.

Além desses fatores exógenos à BHPA, ações antrópicas podem acelerar a tendência da região aos processos de desertificação. Como apontado na primeira rodada das Oficinas Regionais e descrito no *Produto 05 – Relatório das Oficinas para conclusão do Diagnóstico*, práticas de desmatamento e queimadas mostram-se como agentes principais dessa problemática.

Cita-se ainda as alterações nos padrões de uso e ocupação do solo da região, sobretudo quanto ao uso de argila de açude para fins ceramistas. Este, além de contribuir para a degradação do solo, gera conflitos em áreas de vazante dos reservatórios com outros usos como a produção de hortifrutigranjeiros e de capim para o gado. Estes conflitos são ainda mais acentuados em épocas de crise hídrica, momentos em que os volumes de água estão abaixo do normal (MMA, 2019).

Na região do Seridó, principal polo ceramista do estado, a superexploração do solo acarreta no comprometimento dos recursos hídricos em quantidade e qualidade, além de implicar na redução da diversidade biológica, da cobertura vegetal e da fertilidade do solo. Em termos ambientais, essa degradação é ainda mais evidenciada pelos processos de erosão e salinização dos solos, além de implicarem na produção de sedimentos, já quanto aos aspectos socioeconômicos, esse cenário tem consequências diretas na produtividade agrícola e na geração de emprego e renda.

É válido reforçar que, esse panorama demandou do poder público federal e estadual um conjunto de ações para a elaboração de projetos e implementação de planos de ação para contornar os efeitos da seca, como: (i) emergenciais (Operação Vertente e Perfuração de Poços); (ii) Programas de acesso à água (Água Doce e Água para Todos); (iii) Plano Emergencial de Segurança Hídrica (França e Moreno, 2017).

A Operação Vertente, uma das alternativas emergenciais, é um programa de distribuição de água por carros-pipa para municípios considerados em nível crítico de abastecimento. Nas edições de 2016 e 2017, 8 municípios foram contemplados no programa: Acari, Bodó, Caicó, Carnaúba dos Dantas, Currais Novos, Jardim de Piranhas, Lagoa Nova e Timbaúba dos Batistas. Estes municípios são pertencentes às microrregiões do Seridó Oriental e Serra de Santana. A Operação Vertente III contribuiu para o abastecimento dos municípios da região Alto Oeste do estado (Paraná, Pilões e São Miguel), nenhum destes pertencem aos limites do MZPAS.

Quanto à segunda ação emergencial, referente à perfuração de poços, cita-se que durante o período de janeiro de 2015 a dezembro de 2016 foram perfurados no estado do Rio Grande do Norte mais de 1,2 mil poços como parte de uma estratégia para contornar os problemas enfrentados pela seca. Foram priorizadas as perfurações nas zonas urbanas dos municípios, de forma a contornar situações de colapso.

O Programa Água Doce (PAD), por sua vez, objetiva implantar sistemas de dessalinização de águas salinas e salobras em comunidades rurais. No total do estado, foram implantados sistemas em 28 municípios do estado. Além desses, o governo ainda mantém outros 136 dessalinizadores, no entanto estes não possuem tanques de evaporação do concentrado salino, sendo o concentrado reaproveitado pelas próprias comunidades na dessedentação dos animais.

O Programa Água para Todos (PAT) tem por objetivo implantar sistemas alternativos de abastecimento e construir barreiros em comunidades rurais. Estão sendo implantados 145 sistemas de abastecimento e 57 barreiros em 50 municípios do Rio Grande do Norte.

Por fim, o Plano Emergencial de Segurança Hídrica conta com ações de magnitudes distintas, a citar:

- Perfuração de poços profundos em aquíferos com quantidade e qualidade de água constante (Açu e Barreiras), sendo definidas 6 baterias de poços, cada uma com média de 6 poços, destinados ao abastecimento de adutoras novas e existentes e caminhões-pipa;
- Implantação de adutoras para distribuição de água captada em baterias de poços profundos previstas, sendo definidas cinco adutoras: Baía Formosa,

Afonso Bezerra Angicos, Afonso Bezerra Pendências, Açú e Sítio Carrasco Mossoró;

- Distribuição alternativa de água potável por meio de caminhão-pipa nas áreas de nível crítico e colapso. Esta etapa prevê assistência humanitária por meio da contratação de serviço no fornecimento de água tratada transportada em caminhão-pipa geomonitorado para 34 municípios, para um horizonte de 180 dias;
- Implantação de sistemas de abastecimento de água com dessalinização e aproveitamento dos rejeitos, por meio da implantação de Sistema Simplificado de Abastecimento de Água com dessalinizador, com a finalidade de obtenção de água potável proveniente de poços existentes na região do cristalino para abastecimento de carro-pipa e disponibilização para as comunidades difusas;
- Distribuição de forragem e ração animal para subsistência dos rebanhos; ação prevê a aquisição e distribuição de volumoso (silagem de milho ou sorgo) e concentrado (torta de caroço de algodão) para alimentação animal voltada aos rebanhos leiteiros do estado para o atendimento de produtores rurais fornecedores do programa do leite, contemplando 153 municípios.

Dado todo o exposto, é fundamental destacar que a conjuntura atual do estado já indica a existência de processos de degradação ambiental em diferentes escalas e a tendência prospectiva é que de sua acentuação, apesar das tentativas de mitigação de seus efeitos. Assim, a delimitação de contornos espaciais ambientais foi traçada nas etapas seguintes da elaboração dos cenários, de forma que esta variável fosse, posteriormente, articulada com os cenários tendenciais de desenvolvimento da região da BHPA.

3.1. Base metodológica

3.1.1. Cenários prospectivos como insumos ao planejamento territorial

Os processos de decisão em ambientes de gestão territorial, como é o caso de um Zoneamento Ecológico-econômico, se caracterizam pela sua inerente complexidade e imprevisibilidade, exigindo uma abordagem metodológica que seja capaz de combinar uma quantidade de dados muito grande para produzir imagens prospectivas coerentes olhando para um horizonte que pode ou não ser pré-determinado. Os cenários são ferramentas de planejamento utilizadas para dar coerência a uma série de elementos difusos procurando extrair deles orientações para a proposição de ações, ou decisões de gestão, que contemplem de alguma forma o que pode vir a acontecer no futuro.

A abordagem metodológica prospectiva adotada neste MZEE utiliza cenários como instrumentos para ordenar as percepções acerca dos ambientes (contexto) nos quais as decisões de gestão territorial devem ser tomadas, reduzindo a variabilidade das possibilidades ao explicitar a imprevisibilidade inerente ao contexto. Segundo esta metodologia, os cenários não procuram reduzir a variabilidade projetando uma realidade “mais provável”. Ao contrário, ao explicitar e articular a imprevisibilidade, eles representam “futuros alternativos possíveis” (ou plausíveis) e, por isso mesmo, são ferramentas apropriadas para processos de planejamento de longo prazo, que envolvem grandes incertezas e medidas de grande impacto econômico, social e/ou ambiental.

Trabalhar com cenários, nesse contexto, é produzir insumos fundamentais ao planejamento estratégico, como bem definido por Buarque (2003): “Estudos prospectivos constituem parte importante do processo de planejamento, na medida em que oferecem uma orientação para as tomadas de decisões sobre iniciativas e ações para a construção do futuro almejado pela sociedade e pelas empresas.”

A linha de conduta da metodologia de perscrutação do futuro é baseada na percepção de que esta é uma prática de construção social, onde diversas questões se equilibram no território em análise, cujas próprias dinâmicas naturais dificultam ou exacerbam o resultado dessa constante inter-relação. A metodologia, observados nas etapas anteriores de elaboração do presente instrumento, e foi concebida de forma a permitir a tomada de decisões estratégicas para a gestão territorial da bacia do rio Piranhas-Açu, o que a caracteriza como um processo de planejamento territorial estratégico utilizando cenários prospectivos.

No entanto, esse processo de planejamento não tem a pretensão de prever o futuro e nem de eclipsar ou substituir a responsabilidade dos órgãos gestores municipais, estaduais e federais em sua tomada de decisões. Os cenários podem subsidiar essas decisões fornecendo informações essenciais de forma coerente e sintética, mas as decisões não são simuladas nos cenários. Na realidade, tais decisões dependem de objetivos e de metas que não foram estabelecidas anteriormente aos cenários, mas o serão depois deles, nas etapas subsequentes do MZEE.

Ou seja, tem-se nos cenários a articulação de possibilidades de futuro alternativas para o território analisado para, em decorrência delas, conformar ações que podem ou não ir de encontro aos achados nos cenários, mas já fruto de planejamento deliberado dos gestores rumo à ação. É bom ter sempre em perspectiva que a definição de cenários não esgota nem encerra o processo de planejamento, mas é somente um passo intermediário na busca de uma “estratégia robusta” – aquela que define decisões a tomar contemplando todos os cenários como igualmente possíveis, ou seja, equiprováveis.

Os cenários aqui definidos são tão somente algumas das combinações possíveis de tendências e percepções, aquelas que parecem hoje as mais plausíveis ou mais importantes. Idealmente, o processo de elaboração de cenários e a revisão periódica de suas implicações sobre as estratégias de gestão devem ser continuados, de forma a poder sempre instruir e informar um processo de decisão racional e competente. Importante reforçar a característica espacial dos cenários, que em seu contraste focaliza porções do território mais propensas à um perfil ou outro de desenrolar, seja ele salientado pelas condições ambientais, seja pelas perspectivas de desenvolvimento econômico.

3.1.2. Cenários de contraste ecológico-econômico

Os cenários do MZEE procuram identificar e caracterizar situações de risco no equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e social da população da bacia do Piranhas-Açu e a capacidade de suporte do ambiente natural para proporcionar, de maneira sustentável, esse desenvolvimento.

No âmbito deste MZEE, a elaboração dos cenários foca na identificação do equilíbrio (ou “balanço”) entre o ritmo de exploração dos recursos naturais e o ritmo de reposição desses recursos, ou seja, da sua capacidade de suporte. Os cenários intentam identificar tanto aquelas situações que podem indicar uma superexploração dos recursos naturais causada por padrões inadequados de desenvolvimento econômico em relação ao ritmo natural de reposição, como também situações que podem trazer uma redução na disponibilidade natural desses mesmos recursos, ou o seu comprometimento, causado por fatores como mudanças climáticas.

Os riscos inerentes ao avanço dos ritmos de exploração e utilização dos recursos naturais na bacia em descompasso com sua capacidade de suporte, permitem identificar e caracterizar quais elementos dos estudos de diagnóstico necessitam de maiores enfoques de ação. Tão importante quanto, permitem identificar aonde essa ação se faz mais prioritária. Os estudos prospectivos procuram avaliar as possíveis trajetórias a partir dessa “cena atual”, ou “cenário de partida” articulando projeções e simulações das demandas sobre os recursos naturais ou sobre a sua disponibilidade, com base em informações específicas.

Como forma de articular a visão prospectiva do ritmo de exploração dos recursos naturais, são identificadas diversas situações de contorno econômico e populacional, descrita anteriormente. Já para a compreensão dos limites de suporte da bacia hidrográfica potiguar dos rios Piranhas-Açu, identificam-se as condições ambientais que lhe dão contorno, com ênfase nos riscos de desertificação e os riscos hídricos advindos das mudanças do clima (item 3.3). Dos cruzamentos entre as variantes socioeconômicas e ambientais é que resultam os cenários.

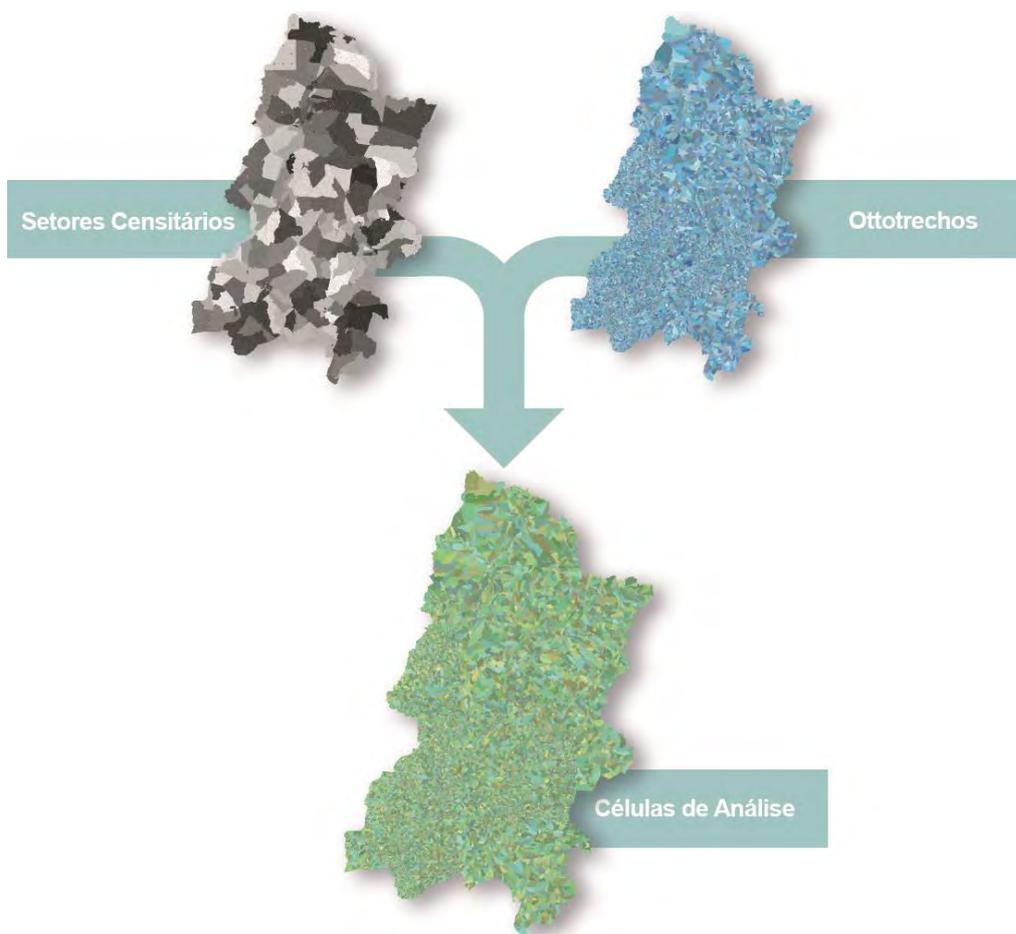
Uma vez que o objetivo dos cenários é apresentar os contrastes da ocupação possível na porção norte riograndense da BHPA, seu horizonte temporal é único e equivalente a 20 anos (ou seja, em 2039). Essa opção metodológica difere da comumente observada em estudos de planejamento que definem recortes de curto, médio e longo prazo, uma vez que as situações limites são aquelas que subsidiarão a construção das diretrizes e desenhos das zonas, objetivo final do instrumento em constructo.

3.1.3. Base metodológica espacial

A elaboração da contextualização da bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu, em sua porção potiguar, contemplou um conjunto muito extenso de dados proveniente de estudos e projetos desenvolvidos ao longo de décadas por uma multiplicidade de agentes, com metodologia e propósitos setoriais diferentes em escalas e focos também distintos. Com o intuito de subsidiar e facilitar as diversas análises sobre as variáveis que permeiam a bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu, além de espacializar as informações provenientes dos diversos estudos da região, foi estabelecida uma base georreferenciada, com o objetivo de alimentar um banco de dados, facilitando a análise da interação entre os diversos vetores de desenvolvimento da BHPA.

Esta base georreferenciada foi construída a partir do cruzamento dos perímetros dos ottotrechos, presentes na bacia, com os perímetros dos setores censitários municipais, disponibilizados pelo IBGE (Censo Demográfico de 2010), resultando em 19.799 células de análise, como mostrado na Figura 3.10. Este cruzamento foi feito utilizando o software ESRI ArcGIS®, por meio da função intersect.

Figura 3.1 – Base de análise georreferenciada



FONTE: COBRAPE, 2019.

O cruzamento destas variáveis torna as análises territoriais mais pontuais e concisas, visto que apresenta as características demográficas e hídricas dentro de uma mesma divisão territorial. A elaboração dos cenários do ZEE da bacia dos rios Piranhas-Açu articula em nível de célula, portanto, uma grande quantidade de informações, mantendo assim sua expressão territorial. Os próximos itens do presente capítulo apresentam a forma de articulação de variáveis como o uso do solo, perfil do solo, hipsometria, atividades econômicas e diversos outros.

O modelo de organização dos dados aqui utilizado é conhecido tecnicamente como um OLAP (On Line Analytical Processing), que é uma maneira de organizar grandes quantidades de informação relacional que permita realizar pesquisas e gerar relatórios de maneira rápida e eficiente. Nos bancos de dados OLAP as informações são organizadas pelo nível hierárquico de detalhe, usando categorias pertinentes em cada caso; a um conjunto de níveis que compreenda um aspecto do banco de dados é dado o nome de “dimensão”. Os bancos de dados OLAP são também chamados de “cubos”¹ (Figura 3.3) porque combinam diversas dimensões (níveis), como por exemplo a estrutura territorial brasileira (municípios, regiões imediatas, regiões intermediárias e unidades da federação), ou as sub-bacias e bacias hidrográficas

¹ Mais apropriadamente, “hipercubos”, onde cada face do cubo é um outro cubo, recursivamente.

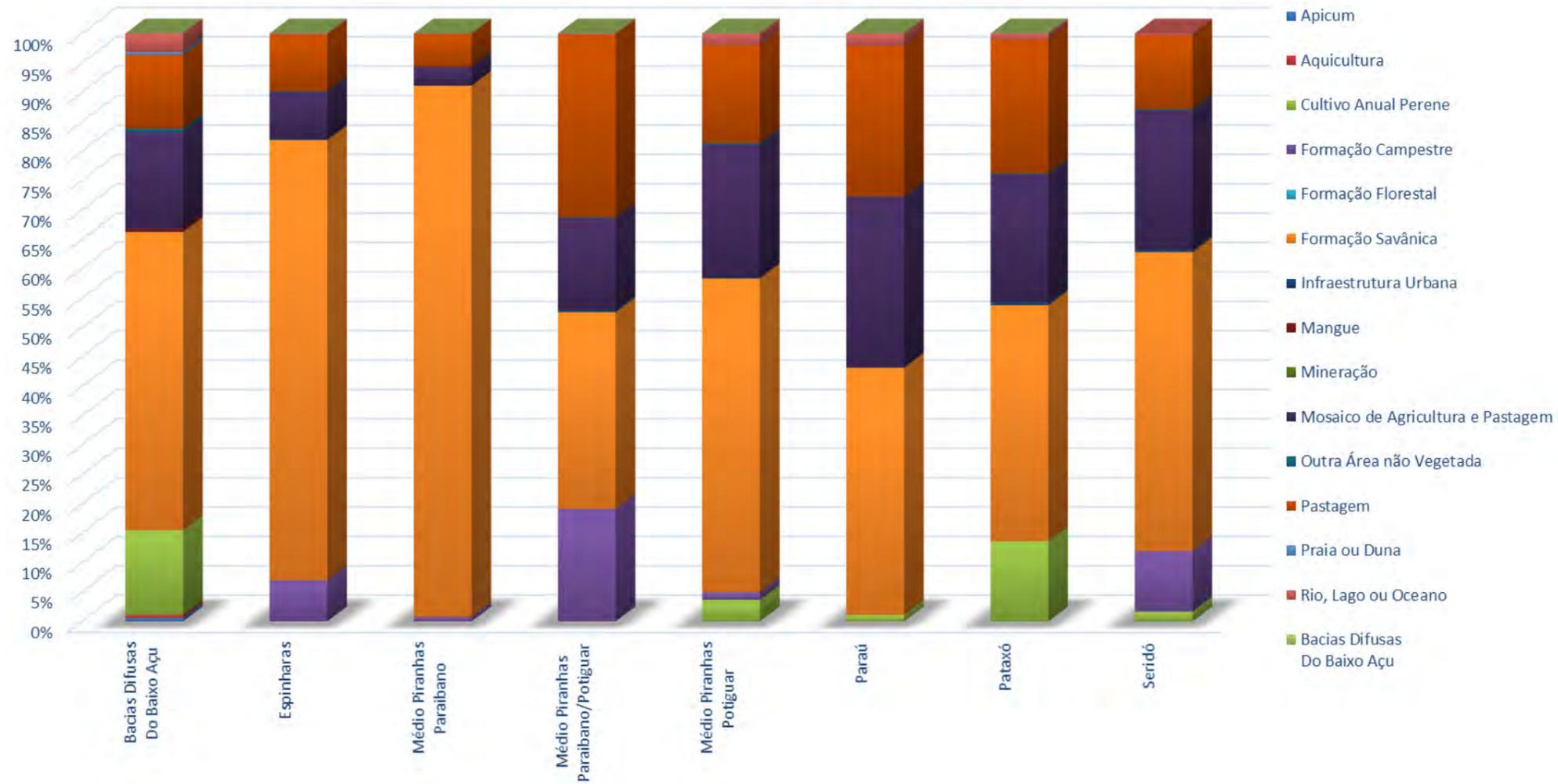
codificadas (“ottobacias”). O Quadro 3.2 ilustra um exemplo da forma de organização dos dados, utilizando a base de análise para mostrar a espacialização do uso e cobertura da terra na BHPA, agregadas por Unidades de Planejamento Hídrico (UPHs). Na sequência, a Figura 3.2 complementa a informação detalhada de uso do solo por UPH.

Quadro 3.2 – Uso do solo por UPH na BHPA

Unidades de Planejamento Hídrico (UPHs)	Uso do Solo 2017 - Área (Km²)														
	Apicum	Aquicultura	Cultivo Anual Perene	Formação Campestre	Formação Florestal	Formação Savânica	Infraestrutura Urbana	Mangue	Mineração	Mosaico de Agricultura e Pastagem	Outra Área não Vegetada	Pastagem	Praia ou Duna	Rio, Lago ou Oceano	Total
Bacias Difusas Do Baixo Açu	21,00	18,97	526,44	0,00	0,00	1.857,94	3,92	19,91	0,14	597,49	21,18	458,75	18,27	115,91	3.659,92
Espinharas	0,00	0,00	0,00	28,67	0,10	308,20	0,67	0,00	0,00	32,90	0,47	39,29	0,00	1,24	411,53
Médio Piranhas Paraibano	0,00	0,00	0,00	0,42	0,00	49,40	0,00	0,00	0,00	1,75	0,01	3,04	0,00	0,07	54,69
Médio Piranhas Paraibano/Potiguar	0,00	0,00	0,00	94,75	0,00	165,82	2,10	0,00	0,00	76,97	0,64	153,74	0,00	1,25	495,27
Médio Piranhas Potiguar	0,00	0,00	128,48	44,56	0,11	1.864,66	3,95	0,00	0,00	790,89	9,32	582,32	0,00	69,79	3.494,09
Paraú	0,00	0,00	10,54	0,00	0,01	409,13	0,93	0,00	0,00	282,18	0,55	249,26	0,00	20,59	973,18
Pataxó	0,00	0,00	265,81	0,00	0,00	786,99	10,04	0,00	0,00	426,21	2,73	445,71	0,00	20,01	1.957,49
Seridó	0,00	0,00	106,16	665,58	0,05	3.287,63	25,05	0,00	0,12	1.534,31	12,66	810,61	0,00	20,73	6.462,90
Total	21,00	18,97	1.037,42	833,98	0,27	8.729,76	46,66	19,91	0,26	3.742,69	47,56	2.742,71	18,27	249,60	17.509,06

FONTE: COBRAPE, 2019, com base em MAPBIOMAS, 2017.

Figura 3.2 – Uso do solo por UPH na BHPA



FONTE: COBRAPE, 2019, com base em MAPBIOMAS, 2017.

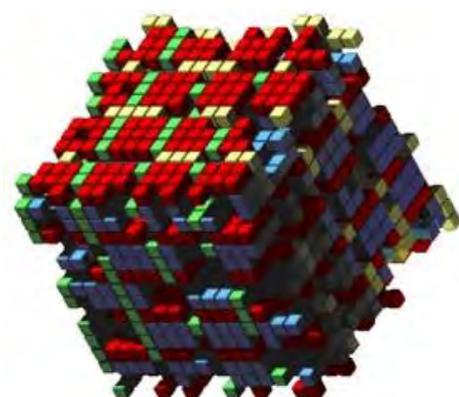
Para todas as 19.799 células de análise há um código único com informações básicas na ordem administrativa (município, estado, região imediata etc.), e de ordem hidrológica (otobacias, nome do curso d'água etc.), e que, quando cruzadas com informações diversas, como o uso e ocupação da terra exemplificado no Quadro 3.1, permitem identificar mais precisamente as características de cada região estudada. Cada uma das quase 20 mil células se torna, assim, uma unidade territorial de análise distinta.

Esta metodologia permite agregar as informações em diferentes níveis de resolução superiores e correlacionar as informações em unidades de planejamento que atendam a regionalizações particulares empregadas por diversas agências públicas ou empresas privadas que atuam na região. Isso facilita o diálogo entre os diversos agentes, permitindo a construção de quadros referenciais comuns em um tempo relativamente pequeno. Além da vantagem intrínseca à descrição das informações administrativas e hidrográficas, outro ganho importante da utilização das células como unidades de planejamento é a manutenção de um nível de detalhamento equivalente na delimitação das próprias zonas ecológico-econômicas.

Assim, no modelo aqui utilizado para a organização das informações, todos os dados e as análises são baseadas em áreas elementares, chamadas de células. As células são codificadas de acordo com sua posição nas dimensões do “cubo” (Figura 3.3). Os dados sobre padrões de uso do solo, topografia (altitudes médias e declividades médias), população, densidades demográficas, além de diversas outras variáveis são projetados nessas células por georreferenciamento. As células, por sua vez, foram organizadas em tabelas com seus atributos, e essas tabelas articuladas em bancos de dados relacionais, com interfaces entre diversos sistemas de processamento dessas informações, alguns de georreferenciamento, outros de simulação e outros de visualização, montados com o objetivo de responder a perguntas pertinentes à análise desejada.

Nestas células de análise, todas as variáveis estudadas, de qualquer aspecto, sejam físico, biótico ou institucional, podem ser analisadas mais precisamente, sendo o conjunto de todas as variáveis estudadas compondo um grande banco de dados otocodificado e georreferenciado.

Figura 3.3 – Ilustração do cubo



FONTE: COBRAPE, 2019.

A montagem do banco de dados georreferenciado permitiu, tanto na elaboração do diagnóstico quanto no prognóstico, a análise integrada de todas as variáveis envolvidas na construção do trabalho, subsidiando a montagem do “quebra-cabeças” que deu origem às zonas ecológico-econômicas, considerando a metodologia explicitada no Item 4.2 – Definição das Zonas Preliminares.

3.1.4. Base espacial de partida (cena atual)

Conforme exposto no “*Produto 04 – Documento Síntese e 1º Caderno de Trabalho*”, o mapeamento do uso do solo da porção norte riograndense da BHPA é bastante sensível aos desígnios da natureza - em períodos secos, a diferença que a acumulação da água faz é notável, haja vista a comparação entre as categorias de uso do solo do mapeamento de 2008 e 2017. A diferença de leituras do perfil de uso e ocupação do solo não apenas se dá por diferenças na cobertura dos corpos d’água, mas também no uso antrópico que se faz do bioma Caatinga em resposta às tais variações ambientais.

Há, adicionalmente, uma sequência desconhecida de erros na forma de classificação dos mapeamentos de uso e ocupação do solo, especialmente para usos não típicos como infraestruturas industriais de pequena escala, que podem causar modificações nos resultados de um ano contra o outro. Diversos desses erros são classificados pelo MAPBIOMAS como “outra área não vegetada”, pois os algoritmos reconhecem a impossibilidade de se tratar de uma área natural, porém ao mesmo tempo não conseguem realizar a classificação em uma das categorias de uso antrópico.

Para contornar as questões levantadas e criar uma representação a mais próxima possível de um ano climático típico para a BHPA, e adicionalmente, para minimizar os erros de mapeamento e de precisão comentados, realiza-se uma sequência de cálculos que conformam um uso do solo, hipotético, que é considerado então como o ponto de partida para os cenários, doravante denominado de “cena atual”.

Essa sequência é operada diretamente no cubo (apresentado no item anterior) ao nível de célula. Reforça-se que as células podem ser compreendidas como as menores unidades territoriais de análise. Os passos adotados são os seguintes:

- São identificados os valores máximos entre os mapeamentos hidrológicos da ANA com aqueles da classe “rio, lago ou oceano” dos mapeamentos MAPBIOMAS 2008 e 2017 (MB-08 e MB-17), criando assim um valor para a ocupação do solo “água” que contempla tanto as nuances dos remansos dos reservatórios maiores e da malha hidrológica, como os açudes de pequeno porte;
- São considerados os valores máximos das classes “apicum”, “mangue”, “praia ou duna” dos mapeamentos MB-08 e MB-17. Essas áreas são ambientalmente intocáveis e, portanto, são consideradas “travadas” na articulação dos cenários;
- São considerados os valores máximos da classe “infraestrutura” dos mapeamentos MB-08 e MB-17;
- São considerados os valores máximos da classe “mineração” dos mapeamentos MB-08 e MB-17;
- É considerado o valor da classe “aquicultura” do mapeamento MB-17;

- É adicionada a classe “salinas” ao mapeamento MB-17, fruto de mapeamento Cobrape (2018);
- A classe “outra área não-vegetada” do MB-17 é considerada como erro de mapeamento e, portanto, não é articulada nos cenários, permanecendo “travada”;
- Considera-se como “vegetação natural” a somatória das áreas mapeadas pelo MB-17 nas classes “formação savânica”, “formação campestre” e “formação florestal”;
- É realizado complemento ao mapeamento MB-17 na classe “cultivo anual perene” com base no mapeamento da ANA de áreas irrigadas, no âmbito do Atlas de Irrigação (ANA, 2018). A classe “cultivo anual perene”, devidamente majorada, passa a ser denominada de “agricultura”;
- As áreas de agricultura irrigada, majoradas para a classe “cultivo anual perene”, são cedidas por outras classes com o seguinte ordenamento de prioridades: 1º pelas áreas da classe “mosaico de agricultura e pastagem”, caso essas não sejam suficientes, 2º pelas áreas da classe “pastagem” e, caso ainda não sejam suficientes, 3º pelas áreas de vegetação natural;
- Após a cessão de áreas para majorar a classe “agricultura”, as classes “mosaico de agricultura e pastagem” e “pastagem” são somadas e denominadas de “pecuária”.

Uma vez que os cálculos acima descritos são realizados diretamente nas células de análise, torna-se impossível gerar uma figura com esse “novo” uso do solo, pois as informações são tabuladas nas áreas das células, mas não em sua expressão geográfica dentro de suas próprias áreas. Não obstante, o Quadro 3.3 apresenta em forma tabular os resultados obtidos (agregados para a área da bacia).

Quadro 3.3 – Resultado tabular de uso e ocupação do solo na Cena Atual e comparação com os mapeamentos de 2008 e 2017 (MAPBIOMAS)

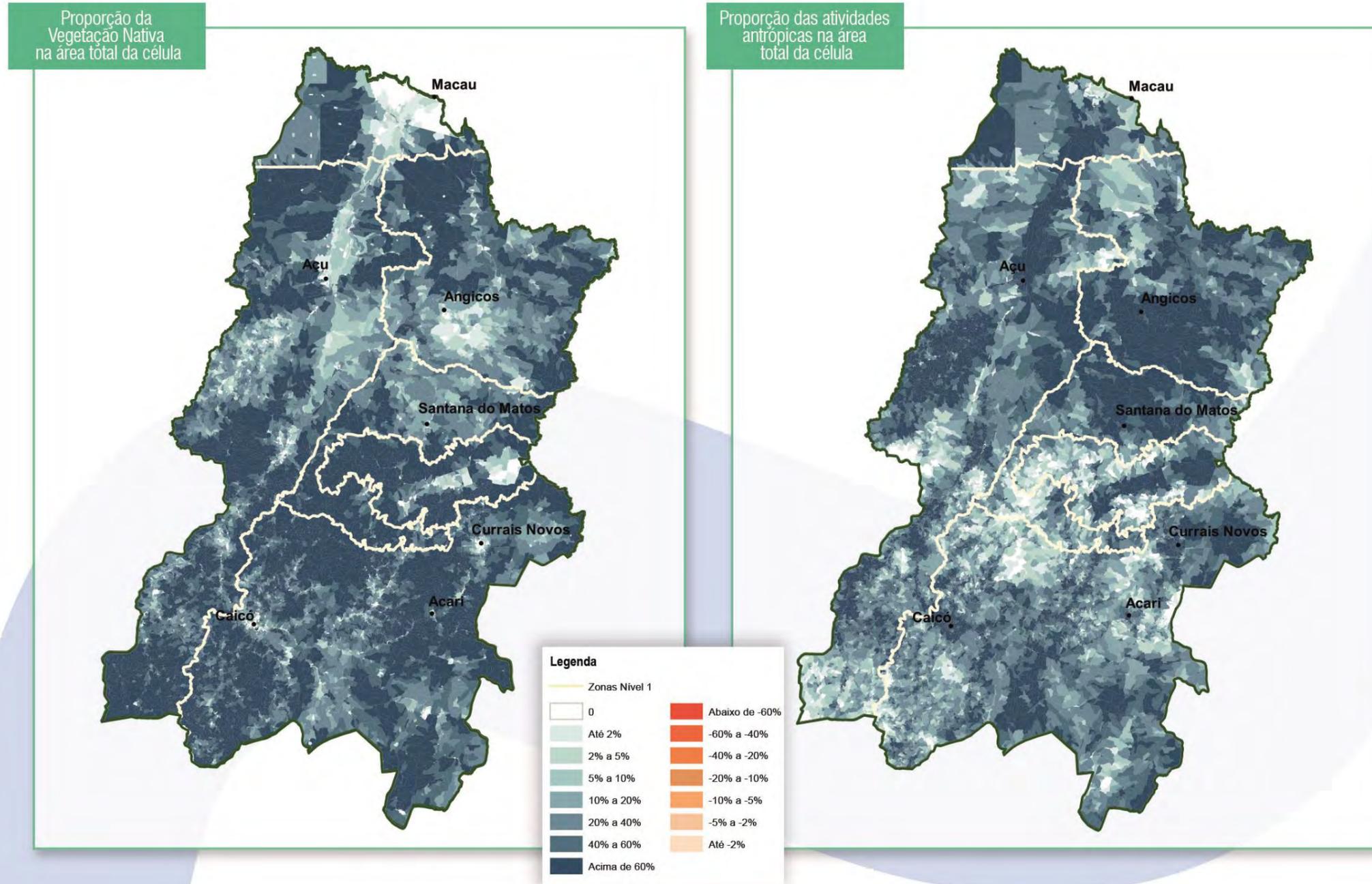
Classes na Cena Atual	Área em hectares		
	2008	2017	Cena Atual
Total	1.750.906	1.750.906	1.750.906
Água (rio, lago, oceano)	62.214	24.960	61.907
Mangue, Apicum, Praia ou Duna	6.534	5.918	7.100
Outra área não vegetada	9.559	4.756	1.946
Infraestrutura	4.770	4.666	5.380
Mineração	9	26	26
Salinas	0	0	273
Aquicultura	1.965	1.897	1.869
Vegetação Natural	998.838	956.401	949.574
Pecuária (Mosaico de agricultura e pastagem e Pastagem)	590.251	648.540	612.231

Classes na Cena Atual	Área em hectares		
	2008	2017	Cena Atual
Agricultura	76.766	103.742	110.599

FONTE: COBRAPE (2019), com base em MAPBIOMAS 2008 e 2017.

A configuração da classificação do uso do solo na Cena atual passa a ser, doravante, aquela de referência para a sobreposição dos cenários. A Figura 3.4 apresenta o resultado obtido, ao nível de células, para a proporção da vegetação nativa em relação à área total da célula (figura da esquerda) e o indicador equivalente para a somatória das atividades antrópicas (figura da direita). Nota-se, claramente, que as cores mais intensas em um são acompanhadas por cores menos intensas no outro, representando - grosso modo - os compromissos entre a conservação e as atividades produtivas. As células de cores menos intensas representam células onde não há predomínio de um uso sobre o outro. É justamente no balanço entre esses dois temas que são desenvolvidos os cenários e, subseqüentemente, a delimitação das zonas ecológico-econômicas.

Figura 3.4 – Cena atual, ou cenário de partida



FONTE: COBRAPE, 2019.

3.2. Condicionantes das dinâmicas socioeconômicas e ambientais

Elaborar e analisar cenários implica em aceitar que não existem certezas no futuro, bem como elementos localizados em um espaço geográfico; o futuro é uma prática de construção social, com um sem-fim de transferências de material, de informação e de energia, que exigem a análise de dinâmicas que podem (“devem”) levar os desenrolares demográficos e econômicos para um ou outro lado.

Ao comentar a importância das dinâmicas para as modernas relações em rede, Castells (1999, p. 436) afirma que “a nossa sociedade está construída em torno de fluxos: fluxos de capital, fluxos de informação, fluxos de tecnologia, fluxos de interação organizacional, fluxos de imagens, sons e símbolos”. Mais do que apenas um elemento da organização social, os fluxos seriam a expressão dos processos que dominam a vida política, econômica e simbólica. São os fluxos, justamente, que o Macrozoneamento Ecológico-Econômico intenta como instrumento de planejamento, nortear.

Santos (1997, p. 236) também se refere a um espaço de dinâmicas e fluxos que não abrangeria todo o espaço, mas sim comporia um “subsistema, formado por pontos ou, no máximo, linhas e manchas, onde o suporte essencial são os artefatos destinados a facilitar a fluidez e autorizar o movimento dos fatores essenciais da economia globalizada”.

A importância da inspeção dessas dinâmicas se manifesta quando se analisa uma característica central das questões relevantes observadas na BHPA: a dinâmica das atividades primárias, que surge de uma intensa superposição de dinâmicas regionais e globais e das suas interações com dinâmicas locais naturais (água, relevo, solo, ar) e de infraestrutura econômica construída.

3.2.1. Dinâmicas econômicas, demográficas e condições de vida

O produto anterior da consultoria, “*Produto 02 – Contextualização da bacia do Piranhas-Açu*”, aborda em perspectiva diagnóstica as dinâmicas econômicas, demográficas e de condições de vida. Os dados daquela análise, embora não sejam replicados aqui, são devidamente considerados na conformação das dinâmicas que condicionam o presente estudo.

De forma análoga, as análises produzidas e apresentadas no “*Produto 04 – Documento Síntese e 1º Caderno de Trabalho*” também são devidamente consideradas como componentes do extenso rol de informações componentes dos cenários.

3.2.2. Planos e políticas públicas

Uma das formas de se perscrutar as dinâmicas que conformarão o território da bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu é por meio dos planos e políticas públicas em andamento ou, ainda, em avançado grau de planejamento. Listam-se abaixo os mais relevantes instrumentos que estão a modificar ou pretendem modificar as dinâmicas locais, sendo que o extenso conjunto abaixo listado foi abordado e descrito de forma sucinta no “*Produto 02 – Contextualização da bacia do Piranhas-Açu*”.

A nível federal, foram identificadas as seguintes políticas públicas: Estatuto da Metrópole (Lei nº 13.089/15); Plano Nacional de Recursos Hídricos; Programa Água Para Todos; Programa Água Doce; Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PAN-Brasil); Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/10); Plano Nacional de Resíduos Sólidos; Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro; Política Nacional de Planejamento Regional; Política Nacional de Desenvolvimento Urbano; Política Agrícola; Plano Nacional sobre Mudança do Clima; Política Energética e Mineral; Plano Nacional de Áreas Protegidas (PNAP), que estabelece a identificação de Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade (Portaria MMA nº 463/2018); e Plano Brasil Sem Miséria.

Já a nível estadual e municipal, foram identificadas as seguintes políticas: Política Estadual de Recursos Hídricos; Plano Estadual de Recursos Hídricos; Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Piancó-Piranhas-Açu; Programa Água Azul; Mensagem Governamental nº 027/2015; Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação (PAE/RN); Lei de Combate à Desertificação do Rio Grande do Norte (Lei nº 10.154/2017); Protocolo de Preparação para as Secas no Nível de Bacia – Piancó-Piranhas-Açu; Política Estadual do Meio Ambiente (LC nº 272/2004); Plano de Gestão Ambiental Compartilhada; Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Norte (PERS-RN); Plano Estadual de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Norte (PEGIRS); Planos Intermunicipais de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Norte (PIRS); Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro; Zoneamento Ecológico-econômico Costeiro; Projeto Integrado de Desenvolvimento Sustentável do Rio Grande do Norte (Projeto RN Sustentável); Plano de Desenvolvimento Territorial Rural Sustentável do Seridó (PTDRS-Seridó); Atlas para a Promoção do Investimento Sustentável no Rio Grande do Norte; Projeto Caatinga Potiguar; Diagnóstico e Planejamento Estratégico para o Desenvolvimento de Atividades Produtivas Agrícolas do Rio Grande do Norte; Projeto Sustentabilidade e Desenvolvimento Urbano nas Cidades de Porte Médio do Semiárido Potiguar (PROEXT – UFRN); Plano Estratégico dos Eixos Integrados de Desenvolvimento do Rio Grande do Norte; Plano de Micrologística do Transporte de Cargas do Rio Grande do Norte; Plano de Energia Elétrica do Rio Grande do Norte.

Alguns dos instrumentos de planejamento listados trazem perspectivas quantitativas e de modificação de perfil produtivo de interesse para a formação dos cenários, sendo esmiuçados em suas características para embasarem a conformação dos próximos itens do estudo.

3.2.2.1. Projeto Integrado de Desenvolvimento Sustentável do Rio Grande do Norte (Projeto RN Sustentável)

O Projeto RN Sustentável, atualmente Projeto Governo Cidadão – Desenvolvimento e Sustentabilidade, se caracteriza por ser multissetorial e integrado, e tem como meta contribuir com as mudanças no cenário socioeconômico do Rio Grande do Norte, por meio da implementação de ações articuladas destinadas a reverter o quadro de baixo dinamismo do estado. Tem como foco a redução das desigualdades regionais, assim como o apoio às ações de modernização da gestão pública para prestação de serviços de forma mais eficaz, buscando a melhoria da qualidade de vida da população.

Seus três eixos estratégicos são: desenvolvimento regional sustentável; melhoria dos serviços públicos e melhoria da gestão do setor público. Tem como principais objetivos (i) aumentar a segurança alimentar, o acesso à infraestrutura produtiva e o acesso a mercados para a agricultura familiar; (ii) melhorar o acesso e a qualidade dos serviços da educação, da saúde e da segurança pública; e (iii) melhorar os sistemas de controle de despesas públicas, dos recursos humanos e da gestão de ativos físicos, no contexto de uma abordagem de gestão baseada em resultados.

Dentre as diversas ações do Projeto Governo Cidadão que tem impacto direto nas dinâmicas da bacia hidrográfica dos rios Piranhas-Açu, destacam-se dois que são conduzidos no âmbito do subcomponente 1.2 (Investimentos em Inclusão Produtiva, Social e Ambiental): (i) apoio às cadeias produtivas locais, voltadas à agricultura familiar; e (ii) o Projeto Piloto de Combate à Desertificação do Seridó².

Segundo o Projeto, seu apoio se dá nas ações de fortalecimento e consolidação dos empreendimentos dos agricultores familiares e suas organizações. Exemplos diretos da recepção desse apoio no território de estudo são as agroindústrias familiares de processamento de castanha de caju no município de Lagoa Nova e as queijarias familiares do Seridó. Através de subsídios focados na melhoria e no aumento da produção, produtividade, e na inserção dos produtos no mercado, o Projeto visa possibilitar o aumento da participação dos agricultores familiares nos elos de maior valor agregado das cadeias produtivas (produção agrícola e não agrícola), de forma econômica, social e ambientalmente sustentável.

Já o Piloto de Combate à Desertificação do Seridó se dá no âmbito do apoio à promoção de boas práticas ambientais com ênfase na sustentabilidade, segurança alimentar, na convivência com o semiárido e preservação do meio ambiente. Sua forma de execução é a partir da implantação de unidades demonstrativas de tecnologias e aprendizagens de convivência sustentável com a semiaridez nos municípios de Parelhas, Equador e Carnaúba dos Dantas. O objetivo é a implementação de ações adaptadas à seca, voltadas para redução e mitigação dos efeitos da degradação em terras susceptíveis à desertificação.

Especificamente, o Piloto promove o fomento à implantação de unidades demonstrativas de: (i) sistemas de captação e manejo de águas (pluviais, subterrâneas e superficiais) com vista a segurança hídrica; (ii) reúso de efluentes domésticos para auxiliar na recuperação de áreas degradadas por meio da produção de forragem; (iii) reúso de efluentes domésticos em quintais produtivos em unidades familiares rurais; (iv) sistema de manejo sustentável da Caatinga para o uso múltiplo³; (v) práticas de manejo e conservação de solo, recuperação de áreas de preservação permanente, apoio ao estabelecimento de áreas de reserva legal e fortalecimento de sistemas agroflorestais; e (vi) apoio ao processo de capacitação do público de agricultores familiares para gestão das unidades demonstrativas implantadas no piloto.

A escalabilidade das ações apoiadas pelo Projeto RN Sustentável e sua continuidade em fornecer apoio financeiro para tal, são fatores que alteram as perspectivas para a

² O citado projeto foi recentemente reconhecido como um dos mais relevantes no País para a inserção da agricultura familiar no mercado de produção de alimentos com sustentabilidade ambiental. Disponível em: <http://www.msustentavel.rn.gov.br/?pg=noticias&id=1422>

³ Oferta de serviços ambientais, cultivo de água, utilização de produtos não madeireiros para fins de identificação e extração de produtos bioativos, oferta de pasto apícola e alimentos para fauna.

agricultura familiar no território em questão. Afinal, os projetos apoiados pressupõem intervenções cujo objetivo é justamente o de garantir a sustentabilidade em termos ambientais e sociais.

Adicionalmente, destaca-se o papel integrador e articulador do Projeto RN Sustentável junto à vários programas e projetos do Governo Federal, Estadual e Municipais, voltados à inclusão econômica e social, incluindo a descentralização da gestão local por meio dos territórios rurais (trabalhados pelo Governo Federal) e territórios da cidadania.

3.2.2.2. *Plano Estratégico dos Eixos Integrados de Desenvolvimento*

Um deles é o Plano Estratégico dos Eixos Integrados de Desenvolvimento do estado, que aborda cinco os eixos: a Micrologística do Transporte de Cargas; o Desenvolvimento Industrial; a Energia Elétrica; as Telecomunicações e a Tecnologia da Informação; e o Capital Humano. Este Plano, concluído recentemente (2017), passa a ter importante papel como orientador de investimentos no estado, na medida em que aponta as ações necessárias para garantir o desenvolvimento em cada eixo por meio de detalhamentos que se expandem por todo o território do estado do Rio Grande do Norte.

Especificamente quanto ao âmbito de influência no MZPAS, apontam-se abaixo os planejamentos logísticos, que são abordados no caderno de transportes (a partir da página 121). Desconsiderando-se os projetos de adequação e manutenção viárias, as seguintes implantações rodoviárias deverão ocorrer no território:

- Implantação e pavimentação da rodovia BR-107/RN com a federalização da RN-118 (rodovia que corta a área da bacia no sentido norte-sul);
- Implantação e pavimentação da rodovia BR-401/RN com a federalização da RN-221 (rodovia que corta a área litorânea do estado todo, transpassando a bacia no sentido leste-oeste);
- Construção da BR-110 entre Janduís (entroncamento BR-226) e Serra Negra do Norte (divisa RN/PB);
- Adequação da BR-226 de Currais Novos/RN até Florânia/RN e implantação de Florânia/RN até a divisa CE/RN;
- Implantação e pavimentação BR-104 entre Lajes e Cerro Corá;
- Duplicação da BR-304 no trecho entre Mossoró e Macaíba, cortando a área de estudo (Açu), obra em parte justificada pelo incremento de volume da fruticultura irrigada, fábricas de cimento e cerâmica;
- Implantação e pavimentação da RN-016, entre Carnaubais e Serra do Mel (conhecida como estrada do mel) e depois no trecho entre Serra do Mel e Mossoró (conhecida como estrada do caju).

Já as estruturas ferroviárias previstas são:

- Ligação ferroviária entre Açu e Mossoró;
- Ligação ferroviária entre Jucurutu e Porto do Mangue;
- Recuperação do antigo trecho ferroviário Natal-Afonso Bezerra e novo trecho até Mossoró (ferrovia do Sal).

Ainda em termos de logística e suas estruturas, citam-se como planejados:

- Novo terminal TCLD no porto de Porto do Mangue;
- Ampliação dos dolphins de atracação no porto de Areia Branca (terminal salineiro localizado offshore e fora da bacia, porém que a influencia por conta da possibilidade de expansão que abre para o escoamento da produção salineira);
- Gasoduto Açú-Seridó, com trajeto preliminar que liga as cidades de Macau-Jucurutu-Caicó-Currais Novos⁴.

No caderno de Desenvolvimento Industrial do Plano Estratégico dos Eixos Integrados de Desenvolvimento, são priorizados para fomento, dentre um conjunto de 12 produtos, os 5 que mais detém potencial para crescer no Rio Grande do Norte. São eles: (i) artefatos têxteis (exceto vestuário); (ii) peixes congelados (exceto filés); (iii) crustáceos; iv) fruta irrigada; e v) granito.

O Plano identificou também as principais cadeias produtivas do estado e selecionou as 8 de maior relevância, onde algumas possuem também destaque no âmbito do trabalho do MZPAS. São elas: pesca, aquicultura e produtos do pescado; agricultura; extração e refino de sal; extração de pedra, areia e argila; têxtil, artigos do vestuário e calçado; fabricação de máquinas e equipamentos; fabricação de produtos cerâmicos; e fabricação de bebidas.

Quadro 3.4 – Produção atual e prevista para o estado do Rio Grande do Norte pelos produtos estratégicos do Plano Eixos Integrados de Desenvolvimento

Produto	Produção Atual (Ton)	Produção Projetada para 2026 (Ton)	Diferença de Produção (Ton)	Crescimento Anual Projetado
Bebidas	632.069	839.125	+207.056	2,9%
Cana-de-açúcar	3.977.815	4.952.478	+974.663	2,2%
Cimento	1.634.558	2.236.364	+601.806	3,2%
Combustíveis Líquidos	1.430.847	1.288.266	-142.581	-1,0%
Fruta tropical	835.522	1.076.217	+240.695	2,6%
Petróleo	2.919.605	2.628.674	-290.931	-1,0%
Gás natural	348.727	227.561	-121.166	-4,2%
Granito	47.471	1.076.217	+1.028.746	36,6%
Máquinas e aparelhos elétricos	0	70.874	+70.874	-
Peixes e Crustáceos	45.398	121.232	+75.834	10,3%
Produtos Cerâmicos	1.812.717	4.555.344	+2.742.627	9,7%
Produtos Têxteis	225.754	432.778	+207.024	6,7%
Sal	6.845.193	9.422.550	+2.577.357	3,2%

FONTE: Adaptado de Eixos Integrados de Desenvolvimento, Micrologística do Transporte de Cargas, 2017.

⁴ Nota-se que o Rio Grande do Norte é atualmente abastecido pelos gasodutos Nordesteão (424 km), Gasfor (382 km) e Açú-Serra do Mel (31,4 km). O estado não tem terminal GNL e não há previsão de produção de gás.

Cabe aqui evidenciar que, no setor das máquinas e equipamentos, destacou-se a importância dos equipamentos das energias renováveis, nomeadamente eólica e solar fotovoltaica. Foram também identificados como de relevância os setores do petróleo e gás natural e o dos biocombustíveis que ficaram fora do estudo pela sua especificidade no que diz respeito sua organização intrínseca.

O Quadro 3.4 apresenta os volumes de produção atual e projetados para os principais produtos do Rio Grande do Norte, e evidencia a queda projetada na produção de petróleo e gás natural pelo exaurimento das reservas, notadamente as localizadas onshore na área de influência do MZPAS. Ao mesmo tempo, o quadro apresenta as expectativas para o crescimento dos setores priorizados para o fomento industrial, especificamente o de aquicultura e produtos do pescado (crescimento esperado de 10% ao ano); agricultura de frutas tropicais (crescimento previsto de 2,6% ao ano); extração e refino de sal (crescimento previsto de 3,2% ao ano); extração de pedra (36,6% ao ano de crescimento previsto); têxtil (6,7% de crescimento previsto ao ano); e fabricação de produtos cerâmicos (expectativa de 8,7% de crescimento ao ano). A concretização dessas expectativas de crescimento industrial certamente implicará em crescimento econômico em municípios da bacia hidrográfica em questão, e devem ser, portanto, consideradas nos cenários.

O Plano, especificamente quanto ao desenrolar das energias renováveis no estado do Rio Grande do Norte, traça algumas ponderações de relevância, destacadas a seguir. A capacidade instalada do Rio Grande do Norte atingiu 3,61 GW em novembro de 2016, sendo 14,1% de usinas térmicas (32 UTEs, sendo 87,5% delas movidas a óleo diesel), 85,9% de usinas eólicas (114 EOLs) e 1,1 MW (0,03%) de usinas fotovoltaicas (2 UFVs).

As usinas eólicas são as mais numerosas, e começaram a se instalar no estado em 2007. A partir de 2014, passam a ocupar posição de destaque na matriz energética do RN, quando o percentual de participação da fonte atingiu o patamar de 76,11%. A relação das eólicas no estado do RN representou em 2015 40,8% do Nordeste e 31% do total instalado no país.

Devido à instalação das fontes de geração renováveis, especificamente a eólica, a geração de energia elétrica cresceu no estado a uma taxa de 50,4% entre 2014 e 2015, mesmo período em que a geração de energia no Brasil e no Nordeste apresentaram decréscimo. Especificamente em relação à região Nordeste, nota-se a preeminência do Rio Grande do Norte como receptor de investimentos em usinas eólicas pois entre 2011 e 2015, teve sua participação da capacidade instalada mais do que duplicada em relação à da região.

A maior fração das usinas eólicas está localizada na região de João Câmara; já o restante das eólicas, tanto instaladas como com potencial de instalação, se localiza em grande parte na área da bacia hidrográfica dos rios Piranhas-Açu, com destaque para as regiões imediatas de Açu e Currais Novos.

O Plano dos Eixos Integrados de Desenvolvimento destaca que o estado do Rio Grande do Norte apresenta excelente potencial para a geração de energia elétrica por meio das fontes renováveis eólica e solar, reforçando o anseio por atração de indústrias de equipamentos para essas fontes.

Ademais, a análise aposta pelo citado documento permite concluir que o estado não tem previsão de déficit de capacidade de abastecimento de energia elétrica para novas instalações industriais, sendo que esse deixa de ser, portanto, um potencial elemento restritivo para as perspectivas do setor industrial. O fornecimento firme de energia elétrica é condição para a instalação de diversos empreendimentos industriais, e sua garantia passa a ser um ativo.

Segundo as projeções do Plano, o consumo de energia elétrica no estado continuará a crescer acima do que a média brasileira e a do Nordeste, com destaque para as regiões imediatas de Caicó e Currais Novos que, segundo o Plano, “deverão ter um crescimento do consumo de energia elétrica industrial acentuado pela instalação de novas indústrias que têm um grande consumo de eletricidade.” (página 23 do caderno de Energia Elétrica).

3.2.2.3. Diagnóstico e Planejamento Estratégico para o Desenvolvimento de Atividades Produtivas Agrícolas do Rio Grande do Norte

O Diagnóstico e Planejamento Estratégico para o Desenvolvimento de Atividades Produtivas Agrícolas do Rio Grande do Norte é publicação recente (RN, 2016) do Governo do Estado que enfoca a inclusão produtiva dos estabelecimentos da agricultura familiar e dos trabalhadores rurais por meio de cadeias produtivas. O documento se coloca como de alta relevância no âmbito do presente MZEE uma vez que se trata de um território eminentemente rural, como já fora extensamente abordado nos relatórios de Contextualização e Síntese.

A referida publicação aborda diversos arranjos produtivos locais (APLs), contextualizando-os e permitindo concluir perspectivas para suas dinâmicas, elemento que a torna de bastante pertinência para o desenvolvimento dos cenários deste MZEE. Os arranjos abaixo apresentados são aqueles com relevância para a ambiência em estudo, e perpassam: a cajucultura, a fruticultura, o leite e derivados, a ovinocaprinocultura, a piscicultura e pesca.

Cajucultura

Na cajucultura, a agricultura familiar tem organizações próprias para a cadeia de comercialização das castanhas, sendo que tanto o segmento patronal quanto o familiar apresentam perda recente de produtividade, por motivos tecnológicos e climáticos. No estado do Rio Grande do Norte foi registrado decréscimo nas quantidades de amêndoas de castanha de caju no período de 2011 a 2016.

Essa queda da produção da cajucultura, segundo RN (2016), se deve ao longo período de estiagem, mas também à falta de investimentos na renovação dos pomares e ao ataque de pragas e doenças que dizimou aproximadamente 60% dos pomares do estado. Estas condições adversas reduziram drasticamente a produção, produtividade e a qualidade da matéria-prima, mas podem e devem ser revertidas mediante a retomada de investimentos e regularizações climáticas.

Nesse sentido, destacam-se os cultivos na Serra de Santana, que tendem a crescer por conta do microclima que a diferencia. A demanda pela castanha, no entanto, é claramente crescente e apresenta boas possibilidades de expansão para mercados internos e também externos.

O estudo que trabalhou com o APL da cajucultura no estado identificou quatro territórios como sendo os maiores produtores de amêndoas: Açú-Mossoró, Sertão do Apodi, Seridó e Mato Grande. Destes, dois tem inserção direta no território do MZEE.

Fruticultura

O estudo em comento (RN, 2016) identifica que, salvo em exceções como na região do Baixo Açú e em distritos de irrigação, a fruticultura também se concentra em áreas que coincidem com a forte presença da agricultura familiar. Torna-se interessante notar que diversos pomares em pequenas propriedades rurais compõem parte da estratégia de adaptação ao semiárido que implica em diversificação de cultivos, estes por vezes aguçados com água de reservação de chuva ou de poços rasos.

Como produto de exportação, o estudo cita o potencial do cultivo do abacaxi, banana, coco, mamão, manga, melancia, melão e uva de mesa como tendo os maiores potenciais no estado do Rio Grande do Norte. O potencial de desenvolvimento do mercado da fruticultura é muito grande, pois embora o Brasil ainda enfrente barreiras no mercado internacional provocadas por tarifas e restrições fitossanitárias, a participação nacional no mercado de frutas é ainda irrisória⁵.

O estado do Rio Grande do Norte se beneficia de fatores como incidência solar, temperatura e solos propícios, além da privilegiada proximidade com os mercados americano e europeu, sendo capaz de transportar em apenas nove dias um produto para a Europa. Existem, porém, pontos fracos como pouca pesquisa em variedades, pouco beneficiamento e padronização de produtos, assim como uso inadequado de produtos fitossanitários.

Leite e derivados

Na produção de leite e derivados, existe uma efetiva concentração na agricultura familiar, que participa com 50% do valor da produção de derivados. Ademais, o crescimento da produção brasileira de leite de vaca coincide com o período de crescimento econômico e maior distribuição de renda, com o aumento consequente de consumo nas classes que não tinham acesso a produtos de maior valor agregado, como iogurtes e queijos.

No Rio Grande do Norte, segundo RN (2016), a atividade leiteira geralmente é praticada pela agricultura familiar com características de pouco emprego tecnológico, tais como manejo reprodutivo, alimentar e mesmo sanitário. Outra fração da produção é conduzida por empreendimentos de médios e grandes criadores, que adotam um padrão de produção que lhes permite maior competitividade. A comercialização do leite ocorre de diferentes formas, sendo elas: (i) direto ao consumidor final; (ii) para um intermediário que geralmente realiza a coleta; (iii) para queijeiras artesanais; (iv) em programas de compras governamentais; ou ainda para (v) laticínios que beneficiam o produto.

O crescimento do consumo de derivados de leite elevou também o consumo de queijos artesanais, notadamente o tradicional queijo de manteiga e queijo coalho. As queijarias artesanais, no entanto, têm seus mercados consumidores restritos, pois

⁵ O Brasil, em 2013, participou com apenas 0,09% do mercado mundial de coco e com 6,9% do mercado de banana. Apesar de o país ser o segundo maior produtor mundial de mamão, a sua participação no mercado externo de frutas frescas foi, em 2013, de apenas 4% (RN, 2016).

raramente contam com padrões de gestão e de qualidade de produção suficientes para a obtenção de selos de inspeção estadual e federal. Segundo RN (2061), houve crescimento na indústria de laticínios para além do mercado institucional (compras governamentais), contudo, ainda se observa uma distância em relação aos padrões observados na indústria de laticínios nos estados vizinhos da Paraíba e Ceará.

Uma das fraquezas do setor, identificadas por RN (2016), é o baixo nível de adoção de práticas de preservação de alimentos em previsão de estiagem (silagem), bem como de adoção de técnicas de manejo e enriquecimento da Caatinga, fato que tem relação direta com o instrumento MZEE.

Ovinocaprinocultura

Na atividade de ovinocaprinocultura, assim como na cadeia produtiva do leite e seus derivados, há nítido predomínio da agricultura familiar. Não obstante, RN (2016) destaca um emergente setor empresarial em rápida expansão, especialmente na ovinocultura, onde existe déficit de oferta de produtos de carne, leite e derivados.

O referido estudo cita que a demanda pela carne pode ser mais bem trabalhada, com inserção no mercado institucional, nos circuitos curtos de comercialização e no mercado varejista, para um público com menor poder aquisitivo. A formação de alianças entre produtores familiares e não familiares, prestadores de serviços, inclusive abatedouros, embora em estágio inicial, apresentam potencial de acesso ao mercado, que se apresenta crescentemente exigente.

O principal canal de comercialização dos caprinos e ovinos no estado é a venda de animais vivos a intermediários, que por sua vez revendem aos marchantes, antes de chegar aos consumidores finais. Inobstante as possibilidades de incremento do setor para geração de maior valor agregado concomitante a melhores padrões sanitários e de qualidade do produto, ainda prevalece o abate clandestino de animais, realizado por marchantes que detêm os canais de escoamento do produto. Nos abatedouros clandestinos, não há qualquer tipo de fiscalização ou controle sanitário.

O desafio que a cadeia produtiva enfrenta, conforme RN (2016), é o de ampliar a penetração e a participação do leite de cabra no mercado privado (pois no institucional, é garantido). Esse incremento pode ser realizado nos nichos de mercado que demandam o leite de cabra e seus derivados por orientação médica ou pelo refino e sabor único de seus queijos especiais.

Tratam-se de estratégias que poderão suplantar a atual alta dependência das compras institucionais. A junção de diversos fatores faz com que a ovinocaprinocultura seja uma cadeia produtiva com alto potencial, pois congrega: demanda não atendida, existência de raças locais reconhecidas, tradição regional de consumo, e mecanismos de melhoria dos sistemas produtivos.

Piscicultura e pesca

Na piscicultura, o relatório em comento (RN, 2016), cita que existem condições favoráveis à sua expansão por agricultores familiares nos territórios selecionados, pois a atividade ainda é emergente, mas tem fortes sinergias com as outras cadeias, deixando antecipar forte dinâmica de inclusão nos sistemas de produção integrados,

especialmente com adequação dos requisitos sanitários às particularidades das agroindústrias familiares.

A espécie mais produzida no estado é a tilápia, que é criada em tanques rede no reservatório de Umarí, município de Upanema (tangente à bacia do Piranhas-Açu, mas com maior fração de área no território do Sertão do Apodi. Os tanques rede ainda são incipientes no estado, e a produção em tanques escavados depende, claramente, da disponibilidade hídrica que não é firme, haja vista a crise hídrica que acometeu a região desde 2012. Nota-se que a produção em tanques escavados no apresenta-se como proeminente no município de Caicó, sendo este o principal produtor de pescado nessa modalidade no Rio Grande do Norte (RN, 2016).

Já quanto à pesca artesanal, ainda predomina a informalidade e o emprego de baixas tecnologias associadas às diversas etapas da cadeia produtiva. Predominam questões em aberto quanto aos padrões sanitários e ambientais da pesca nos reservatórios. A relação com o mercado é caracterizada pela presença de intermediários.

3.2.2.4. Atlas para a Promoção do Investimento Sustentável no Rio Grande do Norte

O Atlas para a Promoção do Investimento Sustentável no Rio Grande do Norte é fruto de estudos detalhados, por parte do Governo do Estado, para algumas zonas homogêneas norte riograndenses, cada qual abordada em um caderno. Dentre os recortes que mantêm sobreposições com o território em estudo estão a Zona Homogênea Mossoroense (RN, 2005), Zona Homogênea Caicó, Currais Novos e Serras Centrais (RN, 2009) e Zona Homogênea do Litoral Norte (RN, 2011).

Desenvolvido por meio do Instituto de Defesa do Meio Ambiente (IDEMA), da Secretaria Estadual do Planejamento e Finanças (SEPLAN), Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos e Agência de Fomento do Rio Grande do Norte (AGN), o Atlas se configura como um documento de caráter informativo, no qual foram utilizados dados e informações de diversos órgãos e instituições do setor público e privado, como também das prefeituras dos municípios que integram as regiões abordadas.

O estudo contém informações sobre situações geográfica e demográfica, aspectos físicos, indicadores econômicos, educação, ciência e tecnologia, meio ambiente, infraestrutura econômica e de serviços, setores produtivos, condições da demanda, principais cadeias produtivas, projeções de custos, serviços do governo e áreas potenciais de investimento, com o objetivo de instrumentalizar a tomada de decisão dos empreendedores que buscam estabelecer-se na região.

No âmbito do MZPAS, estas informações são importantes para a elaboração dos cenários e, portanto, são apresentadas a seguir, de forma resumida, por atividade econômica em seus destaques nos municípios de interesse para este produto.

Atividade salineira

A atividade salineira se concentra no litoral norte, e o produto é comercializado pelo Terminal Salineiro de Areia Branca, ilha artificial em mar aberto, distante 14 milhas da cidade de Areia Branca e 28 milhas de Macau, com uma área de aproximadamente 15 mil m² e capacidade para estocar 100 mil toneladas de sal a granel. O Porto-Ilha,

como é conhecido, é responsável pelo embarque do sal produzido nas salinas de Macau, além das de Galinhos, Grossos, Mossoró e Areia Branca. A indústria salineira tem uma particular importância no Rio Grande do Norte, sendo responsável à época de elaboração do Atlas, pela geração de cerca de 12.000 empregos diretos e 60.000 indiretos (RN, 2011).

Ovinocaprinocultura

A região Central Cabugi, parte da Zona Homogênea do Litoral Norte (RN, 2011), apresenta-se como altamente propícia à criação de caprinos e ovinos de origem nativa. Os municípios dessa região são Angicos, Afonso Bezerra, Fernando Pedrosa, Lajes e Pedro Avelino, todos com clima semiárido, vegetação típica de caatinga, usada como pastagem natural e solos com alta fertilidade natural.

Além dos fatores naturais, agrega-se a eles, o associativismo / cooperativismo representado pela APASA - Associação dos Pequenos Produtores Agropecuários do Sertão de Angicos, pela ACOSC - Associação dos Criadores de Ovinos e Caprinos do Sertão do Cabugi e COPASA - Cooperativa dos Pequenos Agropecuaristas do Sertão de Angicos (RN, 2011). O maior destaque dessa atividade fica por conta do leite de cabra por ser um produto de alto valor nutricional, seguido pela extração de peles animais, consideradas as melhores do mundo.

Carcinicultura

A atividade de carcinicultura no Rio Grande do Norte teve início nos anos 70 com a implantação do “Projeto Camarão”, pelo Governo do Estado, e nos anos 90 foi introduzida a espécie *Litopenaeus vannamei*, que apresentou adaptabilidade e boa produtividade, fazendo com que o estado despontasse como um dos principais produtores nacionais.

O litoral norte do estado oferece condições, segundo o Atlas (RN, 2011), excepcionais para a produção de camarão em cativeiro: temperatura média anual de 27°C, boa salinidade, insolação elevada, água rica em nutrientes e terras impermeáveis e planas. Segundo o levantamento, que precede tanto a chegada da doença da mancha branca como a própria crise hídrica, a cadeia produtiva da carcinicultura precisaria ser apoiada com tecnologia para garantir a sustentabilidade ambiental de sua produção. A atividade gerava à época 2.436 empregos diretos.

Mineração

Entre a grande diversidade de bens minerais existentes nas Zonas Homogêneas Caicó, Currais Novos e Serras Centrais, segundo RN (2009), podem-se destacar os metais ferrosos como as principais ocorrências, principalmente pela grande quantidade de tungstênio (na scheelita), sendo o Rio Grande do Norte o principal produtor nacional. Em segundo lugar estão os metais não ferrosos e semimetais, com ocorrências de tântalo (na columbita-tantalita) e berílio (no berilo). As gemas também ganham destaque principalmente pelas ocorrências de águas marinhas e as turmalinas de diferentes cores, além das rochas e minerais industriais, notavelmente aqueles associados aos pegmatitos, com destaque para o caulim e o feldspato.

Quando da publicação do Atlas, que data de uma década, deu-se destaque para a produção de minério de ferro no município de Jucurutu, que nesse interim sofreu uma

queda brusca de sua atividade, mas apresenta potencial de retomada. O aumento da produção de minério de ferro estava vinculado - em situação que permanece válida atualmente - com uma série de medidas, dentre elas: a modernização do processo produtivo e a ampliação da infraestrutura de escoamento, com implantação de mineroduto da mina até um terminal de granéis sólidos em Porto do Mangue, distando cerca de 180 km. Além do minério de ferro em Jucurutu, o Atlas (RN, 2009) cita outras áreas com potencialidades para sua exploração no Seridó, tais como: Bloco Cruzeta; Bloco Equador; e Bloco São Mamede.

O Atlas destaca, ainda o arranjo produtivo do pegmatito, que começava à época a dar sinais de revitalização, sobretudo com a retomada da exploração e exportação da scheelita. Trata-se de uma riqueza mineral ímpar que pode ter sua exploração realizada, até certo ponto, de forma mais descentralizada por meio de associações, como a Associação dos Mineradores de Ouro Branco, Associação dos Mineiros de Parelhas, Cooperativa dos Mineradores de Parelhas, Associação dos Pequenos Mineradores de Equador, Cooperativa dos Mineradores de Parelhas e Cooperativa dos Mineradores Potiguares (RN, 2009).

A região do Seridó ainda conta com a produção do caulim, bastante concentrada no município de Equador, que dispunha de 10 empresas (RN, 2009). Estima-se que a exploração e produção de caulim seja responsável pela geração de 200 empregos diretos e a ocupação de 400 garimpeiros.

Potencial turístico

O Atlas (RN, 2009) destaca que a região do Seridó possui muito alto potencial turístico, o que favorece a criação de novas oportunidades de investimento na região voltados a tal aproveitamento. O documento cita, ainda, que o Plano de Desenvolvimento Integrado de Turismo Sustentável - PDITS⁶ prevê o processo de interiorização das atividades turísticas, com investimento nos principais municípios.

Bordados e indústria têxtil

O Atlas destaca que no Seridó existiam 18 associações de bordadeiras, correspondendo a 1.620 associados, grande parte concentrada no município de Timbaúba dos Batistas (RN, 2009).

Jardim de Piranhas se destaca na confecção de tecido, panos de prato, redes e outros artigos. De acordo com as informações do Atlas (RN, 2009), 4 mil pessoas estavam ocupadas no município em 250 pequenas empresas têxteis, representando uma terça-parte da população de Jardim de Piranhas. A meta dos produtores era o desenvolvimento da capacidade de exportação, bem como de construção de um centro de beneficiamento de tecido e uma lagoa de tratamento para evitar a poluição do rio Piranhas, para permitir o desenvolvimento sustentável com ganho de escala. A implementação do centro de beneficiamento não ocorreu, mas sabe-se que muitas tecelagens contam com sistemas individuais de tratamento.

Outro destaque do Atlas é para o setor de bonelaria, que é tida como uma indústria seca, pois não depende de captação de quantidades significativas de água. Segundo o Atlas (RN, 2009), o setor empregava mais de 2.000 pessoas e produzia mais de 1

⁶ O PDITS foi elaborado pelo Governo do Estado em 1998, com o objetivo de definir uma estratégia para o desenvolvimento de sua atividade turística no Estado e orientar a aplicação dos recursos do PRODETUR.

milhão e 500 mil bonés por mês, sendo que as 60 empresas que compunham a cadeia estavam concentradas nos municípios de Caicó, Serra Negra do Norte e São José do Seridó.

Leite e derivados

O Atlas (RN, 2009) destaca, também, que a região do Seridó conta com uma forte tradição leiteira e tem uma extensa pauta de produtos artesanais, dentre os principais: queijo de manteiga, queijo de coalho, nata e manteiga de garrafa.

Produção cerâmica

O Atlas (RN, 2009) traz o Polo Cerâmico do Seridó como um importante setor econômico para a região. Na época, era constituído por 82 empresas. Embora diversas das empresas efetuem o plantio da algaroba para fazer face à necessidade do consumo de lenha, além de utilizarem a ventuinha nos fornos de queima do produto (processo que reduz em 37% o consumo de lenha), a adoção de tais práticas não é universal. O Atlas cita que o ideal seria a substituição da lenha pelo gás natural, que seria possível com a implantação do gasoduto Açú-Seridó.

A produção cerâmica do Seridó respondia, em 2009, por cerca de 63% do total do estado, empregando contingente de 2,6 mil trabalhadores. As cerâmicas do Seridó consumiam, mensalmente, cerca de 69 mil ton de argila, 42 mil m³ de lenha e 1 milhão de quilowatts de energia (RN, 2009).

Fruticultura no Seridó

A agricultura irrigada praticada no Seridó, segundo o Atlas (RN, 2009), está basicamente restrita aos 3 perímetros irrigados do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas - DNOCS, localizados um no município de Cruzeta e os outros dois em Caicó. O sistema de irrigação da maior parte dos lotes é por gravidade, correspondendo a uma área de 273 ha; outros 109 ha eram dotados do sistema de aspersão. O perímetro irrigado do Sabugi em Caicó é o maior da região e lá era produzido banana, cana-de-açúcar, capim e sorgo, além de cultivos de subsistência (RN, 2009).

O Atlas destaca que a fruticultura de sequeiro tem despontado na região do Seridó, no alto da Serra de Santana, como um novo segmento econômico, notadamente com as culturas como o maracujá, a graviola, a pinha, o caju, a manga e a goiaba.

Fruticultura no litoral

Segundo o Atlas (RN, 2005 e RN, 2011), a fruticultura irrigada se apresenta como o principal eixo econômico da região do Baixo Açú, pois traz uma combinação propícia de baixa e irregular pluviometria, alta luminosidade, baixa umidade relativa do ar, terras férteis e planas, disponibilidade hídrica e energia. Essa combinação cria as condições favoráveis ao desenvolvimento da agricultura irrigada, eficiente e competitiva.

O Atlas destaca que a região é a maior produtora e exportadora de melão do país, e também se destaca na produção de banana, manga, mamão e melancia. Conta, ainda, com a prática de uma agricultura intensiva que faz uso de modernas técnicas de irrigação, capazes de propiciar mais de uma safra por ano.

3.2.2.5. Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca

O Programa foi elaborado no início dos anos 2000, pelo MMA, em atendimento a um compromisso assumido pelo governo brasileiro na Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (CCD), se caracteriza como um instrumento que norteia a implementação de ações para o controle e combate à desertificação. Seu principal objetivo é o estabelecimento de diretrizes e instrumentos legais e institucionais que permitam otimizar a formulação e execução de políticas públicas e investimentos privados nas Áreas Suscetíveis à Desertificação, no âmbito do combate à desertificação, da mitigação dos efeitos da seca e da promoção do desenvolvimento sustentável.

Na esfera do Programa Nacional, foram elaborados panoramas de desertificação de 9 estados brasileiros, entre eles, o Rio Grande do Norte. Dentre os assuntos abordados no panorama do RN, estão: antecedentes, caracterização do território, áreas susceptíveis à desertificação - notadamente a região do Seridó - e políticas públicas de combate à desertificação.

O Programa (MMA, 2005) apresenta o instrumento Zoneamento Ecológico-Econômico como potencial articulador de políticas públicas no intuito de se definirem as áreas a preservar, a conservar e a desenvolver (página 58). Mencionam-se, também, os fatores que fazem do Seridó uma área suscetível à desertificação, quais sejam: adoção de técnicas de corte raso da vegetação, uso do fogo para manejo da vegetação, cultivo intensivo do algodão até o final da década de 70, pastoreio excessivo, demanda de madeira nativa para o abastecimento industrial (polos de cerâmicas, carvoarias, polos gesseiros e caieiros) e para o consumo interno (lenha para energia). Essas práticas, realizadas sem o devido respeito à reposição dos recursos naturais, alteraram a composição florística e a estrutura da vegetação original. Os solos rasos e pedregosos, por sua vez, trazem alta capacidade de erosão.

3.2.2.6. Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação

O Programa foi elaborado, em 2010, coordenado pela SEMARH, com o objetivo de definir ações concretas de combate, mitigação e adaptação dos efeitos da desertificação e da seca. Aborda os principais aspectos relacionados à erradicação da pobreza, aumento de produtividade nas áreas susceptíveis à desertificação (ASD) e mitigação dos efeitos da seca. Destaca-se aqui a importância deste programa no âmbito do MZPAS, pois sua área objeto de estudo encontra-se na região semiárida, afetada diretamente pelos efeitos da desertificação.

O PAE (RN, 2010) apresenta propostas e ações estabelecidas em um processo participativo entre os diversos atores sociais, bem como recomendações, estratégias e proposições para a continuidade das articulações institucionais e parcerias construídas para a etapa de implementação.

Segundo o PAE (RN, 2010), 6 municípios se encontram em avançado estágio de degradação dos solos: Parelhas, Equador e Carnaúba dos Dantas (além dos paraibanos Várzea, Santa Luzia e São José do Sabugi. A identificação dos municípios de Carnaúba dos Dantas, Parelhas e Equador foi estabelecida a partir da intensidade

do desmatamento e da erosão decorrente do processo de produção de cerâmica e mineral, considerando o caráter da atividade, que agrega o impacto de retirada do barro das margens de rios, e a destruição da cobertura vegetal para obtenção de lenha a ser usada como fonte energética.

O PAE (RN, 2010) enfoca a necessidade de adoção de estratégias de estocagem e gestão dos recursos como água, alimentos e sementes, das tecnologias sociais e da criação com enfoque nas raças mais adaptadas, que possibilitam uma convivência produtiva, digna e sustentável com a semiaridez promovendo a segurança alimentar, hídrica e energética das famílias e dos agentes econômicos.

Colocam-se, conclusivamente, evidências suficientes para se propor medidas que enfrentem de imediato os processos de desertificação e que revertam o acelerado processo histórico de abandono das vocações agrícolas nos ambientes rurais das ASD. O que se nota é a necessidade de mudar o paradigma de ocupação dos ecossistemas mais frágeis e no uso de seus recursos, considerando os fatores naturais como o potencial de produção de riquezas e os fatores sociais como o elemento de controle e indução do sistema produtivo. Esse equilíbrio, que não é fácil de ser atingido, pois demanda compromissos, é o objetivo fim do presente MZEE.

Nota-se relevante a promulgação recente da Lei nº 10.154/2017 que institui a Política Estadual de Combate à Desertificação, de maneira a encontrar mecanismos e estudos que visam a contenção do processo de desertificação, bem como recuperar áreas que já se encontram sofrendo essas consequências. Em 13 artigos, a lei trata desde o fomento às ações de conscientização sobre os riscos do problema, até a divisão de responsabilidades para a fiscalização e realização de iniciativas de combate ao processo.

3.2.2.7. *Projeto Caatinga Potiguar*

O projeto Caatinga Potiguar, desenvolvido pela Wildlife Conservation Society e pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (WCS & UFRN, 2015), tem como objetivo central a promoção do estabelecimento de novas unidades de conservação na caatinga potiguar. Entre os seus objetivos específicos, o que se relaciona mais diretamente ao macrozoneamento que será desenvolvido no âmbito do MZPAS, é o que trata da seleção das principais áreas prioritárias para criação de novas Unidades de Conservação na Caatinga norte riograndense.

Os demais objetivos específicos do projeto são: aumentar o nível de conhecimento sobre a biodiversidade das áreas prioritárias através de levantamentos de campo; compreender como os atores sociais utilizam os recursos providos pela biodiversidade norte riograndense e como eles responderiam às ações de conservação através de mapeamentos participativos e análises socioecológicas; promover a divulgação da importância da biodiversidade da Caatinga potiguar e da urgência das ações de conservação para a sua manutenção para gerações futuras; e estabelecer parcerias e estimular a criação de mecanismos inovadores que promovam o estabelecimento de ações de conservação da biodiversidade nas Áreas Prioritárias.

3.2.2.8. Plano Nacional de Áreas Protegidas

É no âmbito do Plano Nacional de Áreas Protegidas (PNAP) que se estabelece a identificação de Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade (Portaria MMA nº 463/2018). A identificação dessas áreas no bioma Caatinga ocorreu durante os anos 2014 e 2015, a partir de um processo participativo, que contou com a presença de representantes de diversos órgãos federais (MMA, ICMBio, IBAMA, IBGE), Secretarias do Meio Ambiente de 10 estados brasileiros, Universidades Federais, Estaduais e outros órgãos de pesquisa, além de ONGs nacionais e internacionais.

Segundo MMA⁷, a definição de áreas prioritárias se baseia na metodologia de Planejamento Sistemático da Conservação, processo onde é realizada, de forma simultânea, a coleta e o processamento de informações espaciais sobre a ocorrência de espécies e ecossistemas, custos e oportunidades para a conservação. “O trabalho é complementado e validado por meio de consultas, em oficinas, a especialistas e representantes de diversos setores. É um processo contínuo de busca de subsídios e validação de resultados, que resulta na construção do mapa das áreas e definição de ações prioritárias para conservação da biodiversidade em todos os grandes biomas e na Zona Costeira e Marinha, além de um banco de dados com informações sobre as áreas.” (MMA, 2019)

As Áreas e Ações Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade (APCB) são um instrumento de política pública que visa a orientação da tomada de decisão, de forma objetiva e participativa, sobre o planejamento e a implementação de medidas adequadas à conservação, à recuperação e ao uso sustentável de ecossistemas (MMA, 2019). As áreas identificadas como APCB devem ser manejadas de forma a considerar a biodiversidade, com implicações para a criação de unidades de conservação (UC), o licenciamento de atividades potencialmente poluidoras, a fiscalização, o fomento ao uso sustentável e a regularização ambiental.

3.2.3. Planos, declarações e investimentos privados

No âmbito dos planos, declarações e investimentos privados, destacam-se os três descritos a seguir, identificados como conformadores do futuro prospectivo do território analisado.

3.2.3.1. Plano Estratégico de Desenvolvimento Econômico do Rio Grande do Norte

O Projeto Mais RN, elaborado pelo FIERN (Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Norte), tem na publicação do Plano Estratégico de Desenvolvimento Econômico do Rio Grande do Norte (FIERN, 2014) a proposição de estratégias de longo prazo (horizonte de 2016 a 2035) para o desenvolvimento econômico do estado. As estratégias se desdobram em ações para setores prioritários; mapeia oportunidades de investimentos e negócios para o setor privado; propõe uma agenda de iniciativas públicas capazes de impactar positivamente a competitividade sistêmica

⁷ Disponível em: <http://areasprioritarias.mma.gov.br/oque-e>

do Rio Grande do Norte; e compartilha uma estimativa do montante de investimento necessário para o alcance das metas estratégicas.

O plano apresenta a proposta de ações indicativas para 10 subsetores produtivos prioritários, sendo eles: energia elétrica, têxtil e confecções, mineração, portos, parques tecnológicos, serviços avançados, turismo, fruticultura, pecuária, pesca e aquicultura. Segundo o documento, estão identificadas 403 oportunidades de negócios em 15 segmentos, que representariam, caso abraçadas, um crescimento de 5% do PIB do Estado, em cinco anos.

A partir das estratégias estruturantes para incrementar a competitividade sistêmica do estado, merecem destaque algumas tendências principais elencadas (FIERN, 2014). O enfoque aqui dado é específico no âmbito do MZPAS, pois as estratégias são condicionantes potenciais para os cenários.

Uma importante tendência destacada por FIERN (2014), é o aproveitamento dos ativos minerais (com potencial de exploração por no mínimo de 20 anos). Corroborando os dados trazidos pelo Projeto dos Eixos Integrados de Desenvolvimento (RN, 2017), a economia norte riograndense tende a se especializar na indústria extrativa e nas primeiras etapas de agregação de valor aos produtos primários de minério de ferro e de minerais especiais, inserindo cadeias produtivas locais nas regionais, nacionais ou internacionais. Embora a estrutura produtiva e a pauta exportadora continuem a apresentar predomínio de produtos de baixo valor agregado, há oportunidades para agregação tecnológica ou de valor aos recursos naturais hoje comercializados.

Há também forte tendência de se majorarem a exploração dos ativos naturais energéticos renováveis, notadamente a incidência solar e os fortes e constantes ventos. Segundo FIERN (2014), a energia eólica entrará definitivamente na matriz energética. Outro setor que tende a crescer é o da aquicultura. Dada a expectativa de maior disponibilidade localizada de recursos hídricos, prevê-se também uma forte expansão da fruticultura irrigada.

Já quanto ao petróleo e gás natural, embora em progressivo declínio de produção, continuarão a ser relevantes na economia potiguar (FIERN, 2014). O documento cita que a abundância de recursos paisagísticos se traduz em importante ativo turístico, que tende a ser crescentemente valorizado na medida em que forem adequadamente conservados e geridos.

O documento concede que o estado continuará a sofrer concorrência com estados vizinhos pela atração de investimentos estruturantes tanto públicos como privados. Outra conclusão de FIERN (2014), é que o meio ambiente potiguar continuará a sofrer pressões antrópicas provenientes “da urbanização e dos setores de mineração, aquicultura, agricultura, óleo e gás, energia eólica, extrativismo vegetal e turismo”. Ao citar que há tendência de acirramento da regulação, fiscalização e gestão de conflitos ambientais visando conciliar a conservação ambiental e com o crescimento econômico, o documento corrobora com a necessidade de aplicação de instrumentos de ordenamento como o MZEE ora em elaboração.

O Plano traça alguns cenários e os analisa (FIERN, 2014), quantificando de forma prospectiva os incrementos produtivos em setores-chave, como inda o Quadro 3.5.

Nota-se que o cenário “escolhido” para a construção da visão de futuro para 2035 é o denominado “Um Pacto pelo Mais RN”, no qual o Rio Grande do Norte consegue alcançar uma mudança positiva de qualidade e o Brasil um crescimento sustentado⁸.

Quadro 3.5 – Produção atual e prevista para 2035 no cenário otimista “Um Pacto pelo Mais RN” para o estado do RN (FIERN, 2014)

Produto	Situação Atual	Situação Projetada para 2035	Diferença em 20 Anos	Cresc. Anual Projetado
PIB (R\$ bilhões/Ano)	41,8	108,9	+67,1	4,9%
Energia Eólica (GW De Cap. Instalada)	2,3	13,9	+11,6	9,4%
Energia Solar (MW De Cap. Instalada)	1,0	2.000	+1.999	46,2%
Gás Natural (milhões de m ³ /Ano)	546	357	-189	-2,1%
Minério De Ferro (milhões ton/ano)	0,5	8,4	+7,9	15,2%
Sal (milhões de ton/ano)	5,6	8,2	+2,6	1,9%
Turismo (milhões pessoas/ano)	1,2	3,2	+2,0	5,0%
Fruticultura (milhões ton/ano)	0,9	3,0	+2,1	6,2%
Fruticultura (mil ha)	50,6	134,6	+84,0	5,0%
Carcinicultura (mil ton/ano)	18	95	+77	8,7%
Piscicultura (mil ton/ano)	8	551	+543	23,6%
Pesca (mil ton/ano)	24	204	+180	11,3%
Peças Cerâmicas (bilhões de peças/ano)	1,3	3,3	+2,0	4,8%
Confecção (milhões de peças/ano)	6,8	37,9	+31,1	9,0%
Alimentos e Bebidas (R\$ bilhões/ano)	2,1	6,1	+4,0	5,5%

FONTE: Adaptado de Plano Estratégico de Desenvolvimento Econômico do Rio Grande do Norte FIERN (2014).

O Quadro 3.5 traz as perspectivas sob um cenário bastante otimista, que congrega uma vasta conjunção de elementos positivos para o desenvolvimento econômico do Rio Grande do Norte. Algumas observações que se fazem pertinentes. Uma delas é sobre a produção de petróleo onshore, que ocorre na área de influência do MZEE e é decadente devido à exaustão dos poços: novas tecnologias poderão prolongar a exploração em poços maduros, como por meio da injeção de vapor para recuperação de maiores frações de gás natural. Justamente por essa estratégia (suposta por

⁸ São diversos os pressupostos que conformam tal cenário, como a concretização de investimentos estruturantes, realização de reforma tributária, dentre diversos outros cujos pormenores são encontrados em FIERN (2014).

FIERN, 2014), a produção de gás natural deverá aumentar até 2020 para 661 milhões de m³/ano, atingindo um pico de produção de 664 milhões de m³/ano em 2025, para então decair para 480 milhões de m³/ano em 2030 e finalmente chegar em 2035 nos 357 milhões de m³/ano reportados no quadro.

A exploração de minério de ferro, cuja previsão é de aumentar 15% ao ano durante os 20 anos projetados, depende da criação de soluções logísticas para o escoamento da produção, que é o principal gargalo, em parceria com o setor privado e compradores internacionais (corroborando as conclusões de RN, 2009).

A produção da fruticultura, que se apresenta em 6,2% ao ano, considera a disponibilidade hídrica aumentada pela finalização e operacionalização da transposição das águas do rio São Francisco. Nota-se que o crescimento previsto para a produção da fruticultura ultrapassa aquele de acréscimo de área plantada, revelando a projeção de ganhos de produtividade.

Já quanto à projeção de incremento das peças cerâmicas, que também se apresenta como bastante intensa (4,8% ao ano), o documento (FIERN, 2014) destaca que o setor hoje apresenta no agregado baixa produtividade, mão de obra desqualificada, e uso de energia poluente e produtos de qualidade inferior dos concorrentes. O crescimento projetado, nesse caso, pressupõe o contorno de tais pontos negativos.

Para que as projeções de longo prazo possam ser concretizadas, FIERN (2014) aponta as seguintes necessidades: (i) incremento da base tecnológica, que hoje tem insuficiente integração entre o mercado e os centros de pesquisa e universidades; (ii) maior pesquisa, desenvolvimento e inovação; (iii) maior acesso ao crédito e ao financiamento para incentivar a industrialização; (iv) aumento na cobertura de educação profissional, principalmente para jovens entre 15 e 24 anos; e (v) aprimoramento nos serviços de saúde.

Quanto aos investimentos e aprimoramentos das competências necessárias para viabilizar o cenário quanto aos recursos naturais, FIERN (2014) destaca as necessidades em: (i) linhas de transmissão, torres, tecnologia, conhecimento e tecnologia ambiental; (ii) exploração continental e marítima para a energia eólica; (iii) maior segurança regulatória para as energias renováveis; (iv) infraestrutura logística de alta capacidade integrada nacional e internacionalmente; (v) infraestrutura de irrigação, armazenamento e escoamento da produção; e (vi) tecnologia em agronomia e genética.

Especificamente quanto à implantação prospectiva de uma linha férrea interiorana, tal como mencionada no Projeto dos Eixos de Desenvolvimento (RN, 2017), FIERN (2014) traz a conclusão de que não há viabilidade para tal, em cenário de 4 anos de obras de implantação e 35 anos de operação, pois o custo seria de R\$ 1 a R\$ 3 bilhões, sendo viabilizado apenas na melhor das conjunturas dos cenários.

3.2.3.2. Declaração do Semiárido

A Declaração do Semiárido, de 1999, é documento da sociedade civil, elaborado por organizações da Articulação no Semiárido - ASA⁹, que apõe ideias e proposições que

⁹ A ASA é um fórum que engloba cerca de mil entidades da sociedade civil organizada com atuação no semiárido.

orientam a ação das organizações não-governamentais e comunitárias de base, cuja relação com a desertificação é bastante intensa. Nessa declaração, são reconhecidos a importância e os valores do semiárido, afirmando a confiança na viabilidade potencial de implementação de um processo de desenvolvimento sustentável fundado nas seguintes ideias-chave: (i) quebra do monopólio da terra, água e meios de produção; (ii) manejo sustentável dos ecossistemas; (iii) atuação da sociedade civil; (iv) educação e resgate da identidade cultural; e (v) informação.

A Declaração do Semiárido recomenda, também, um conjunto de medidas práticas e de políticas públicas que devem ser adotadas para o alcance desses objetivos, a serem consubstanciadas em um Programa de Convivência com o Semiárido. Esse programa estaria fundado em dois pilares básicos, onde se destacam: (i) a conservação, o uso sustentável e a recomposição ambiental dos recursos naturais; e (ii) a quebra do monopólio de acesso terra, água e a outros meios de produção.

Por estar alinhado às estratégias de convívio harmônico com os limites da ambiência, a Declaração do Semiárido se apresenta como norteador de políticas como o MZEE. A Declaração (ASA, 1999) traz, ainda, 6 componentes principais do plano de convivência com o semiárido, quais sejam: (i) convivência com as secas; (ii) orientação dos investimentos no sentido da sustentabilidade; (iii) fortalecimento da sociedade civil; (iv) inclusão de mulheres e jovens no processo de desenvolvimento; (v) preservação, reabilitação e manejo controlado dos recursos naturais; e (vi) financiamento do Programa de Convivência com o Semiárido.

importante salientar o grau de aderência dessas propostas ao texto da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (CCD), principalmente no que se refere ao fato de tais propostas partirem de organizações da sociedade civil de um país, onde, até muito recentemente, o tema da “desertificação” era totalmente marginal ou relegado a alguns poucos setores acadêmicos.

3.2.3.3. Empreendimentos em processo de licenciamento junto ao Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente

O Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente - IDEMA é a entidade executora da Política Estadual de Meio Ambiente, que foi por sua vez instituída pela Lei Complementar nº 272/2004.

Em consulta aos registros de novas solicitações de licenciamento nos municípios pertencentes à porção norte riograndense da bacia hidrográfica dos rios Piranhas-Açu, nota-se que a maior parte deles tem como tipologia a geração de energia elétrica e infraestruturas complementares, como visualiza-se no Quadro 3.6. Em segundo, encontram-se as atividades de carcinicultura, com 28% das novas solicitações; em terceiro, a agricultura irrigada (18%). As indústrias ceramistas também despontam como intensidade, representando 12% das solicitações.

Quadro 3.6 – Tipologia dos empreendimentos com solicitação de licenciamento junto ao IDEMA nos municípios do MZPAS

Tipologia	Quantidade de empreendimentos	Participação percentual da tipologia
Agricultura irrigada	25	18,1% (do total)

Tipologia	Quantidade de empreendimentos	Participação percentual da tipologia
Agricultura não irrigada	2	1,4% (do total)
Bovinocultura e bubalinocultura	1	0,7% (do total)
Carcinicultura	39	28,3% (do total)
Extração de sal marinho (salinas)	4	2,9% (do total)
Fabricação de artigos de barro cozido e de material cerâmico	16	11,6% (do total)
Sistemas de geração de energia elétrica - Total	51	37,0% (do total)
Sistemas de geração de energia elétrica - Unidade de Geração Fotovoltaica	11	21,6% (do total de sistemas de geração de energia)
Sistemas de geração de energia elétrica - Unidade de Geração Eólica	37	72,5% (do total de sistemas de geração de energia)
Sistemas de geração de energia elétrica - Subestação	2	3,9% (do total de sistemas de geração de energia)
Sistemas de geração de energia elétrica - Linha de Transmissão	1	2,0% (do total de sistemas de geração de energia)
Total	138	100%

FONTE: Adaptado de IDEMA, em consulta ao sistema CERBERUS (2019).

A solicitação de licenças ambientais serve como indicador dos desenrolares atuais dos investimentos privados em atividades com alto potencial poluidor, compondo o rol de informações pertinentes aos elementos condicionantes para a elaboração dos cenários.

Além da análise das principais tipologias de empreendimentos, pode-se verificar pela base de empreendimentos com licenciamento ambiental, aonde no território os empreendimentos mais se concentram. A partir dos dados da quantidade de licenças operacionais emitidas (LO) no período de janeiro de 2018 até agosto de 2019 para o total de municípios componentes da BHPA, verifica-se que 30% se concentram no município de Açu, e outros 16% nos municípios de Alto do Rodrigues e Upanema. No compêndio do total de licenças emitidas, os cinco principais municípios receptores de empreendimentos com licenças de operação representam 56% do total, como visualiza-se no Quadro 3.7.

Quadro 3.7 – Municípios na BHPA que mais concentram empreendimentos com Licença de Operação emitida junto ao IDEMA entre jan/2018 e ago/2019

Município	Quantidade de Licenças Operacionais Emitidas	Participação do Município no Total de Licenças na BHO
-----------	--	---

Município	Quantidade de Licenças Operacionais Emitidas	Participação do Município no Total de Licenças na BHO
Açu	59	29,5%
Alto do Rodrigues	16	8,0%
Upanema	16	8,0%
Macau	12	6,0%
Parelhas	9	4,5%
Currais Novos	8	4,0%
Caicó	7	3,5%
Pendências	7	3,5%
Serra do Mel	7	3,5%
Itajá	5	2,5%
Carnaúba dos Dantas	4	2,0%
Carnaubais	4	2,0%
Cruzeta	4	2,0%
Lagoa Nova	4	2,0%
Demais municípios	38	19,0%
Total	200	100%

FONTE: Adaptado de IDEMA, em consulta ao sistema CERBERUS (jan/2018 a ago/2019).

3.3. Condicionantes ambientais

Uma vez que o presente instrumento de planejamento trata diretamente do ordenamento do uso e da ocupação do solo, a junção dos processos de desertificação com o potencial ciclo vicioso promovido pelas mudanças do clima se torna o preponderante para o olhar futuro que este território deverá ter para garantir a harmonia dos usos ecológicos e econômicos.

FGV (2018)¹⁰ investigou o valor econômico da perda relacionada à escassez hídrica oriunda do período da estiagem marcante dos últimos anos, iniciada em 2012. De acordo com a metodologia adotada, o valor das perdas da crise hídrica, ocorrida no período entre junho de 2012 e junho de 2017, foi auferido como aquele correspondente à produção que não pôde ser realizada em decorrência da circunstância de restrição de oferta dos recursos hídricos. Esta valoração capta os valores auferidos pelo usuário direto das águas, representando assim um valor mínimo

¹⁰ O relatório de Caracterização do Risco Climático Total da Bacia Baseada em Setores Usuários Referente à Seca Atual e Recente pode ser acessado no seguinte endereço eletrônico: <http://mediadrawer.gvces.com.br/acb-2018/original/relatorio-de-caracterizacao-do-risco-climatico-total-da-bacia-baseado-em-setores-usuarios-referente-a-seca-atual-e-recente.pdf>

para as perdas ocorridas. Os principais resultados, referentes à disponibilidade hídrica reduzida frente a um cenário hipotético na ausência de escassez foram:

- As perdas econômicas no período foram de mais de R\$ 3 bilhões, equivalentes a 3% do PIB da bacia;
- A indústria teve quase 40% de sua demanda hídrica projetada não atendida no período;
- O setor industrial respondeu por quase metade (49%) das perdas, devido ao maior valor agregado de sua produção;
- A dessedentação animal foi o segundo uso economicamente mais afetado (21% das perdas totais), a despeito de sua prioridade de atendimento;
- A Irrigação respondeu por 62% do déficit total, decorrentes do não atendimento de cerca de 20% de sua demanda (a maior demanda dentre todos os setores usuários).

O estudo também inferiu quais seriam as perdas econômicas de segunda ordem, ou seja, aquelas que consideram a reposição ou substituição hipotética da água ou dos bens e serviços que com ela seriam produzidos. Mediante essa técnica, desvendou-se um valor 6,6 vezes maior do que aquele correspondente às perdas de primeira ordem (aproximadamente R\$ 21 bilhões, ou 20% do PIB da bacia).

Com a estimativa do custo da crise pelos dois métodos distintos, tem-se um leque de R\$ 3,14 a R\$ 20,69 bilhões de custos ao longo dos cinco anos atingidos pela restrição hídrica. Anualmente, portanto, a crise configura-se para a BHPA como um custo (médio) que varia de R\$ 0,62 a R\$ 4,14 bilhões.

De Nys et al. (2016), utilizam metodologia econométrica para inferir os custos econômicos impostos pela mesma crise de 2012 sob as atividades agropecuárias. Segundo as estimativas dos autores, o impacto global estimado da seca durante o período 2012-2014 é de cerca de 20% das receitas normais de produção agrícola (resultado médio nos locais afetados, não específicos à Bacia hidrográfica em tela). Pela metodologia desenvolvida por FGV (2018), nota-se que a perda estimada de R\$ 237 milhões para a agricultura representa o equivalente a 22,5% do valor da atividade (a preços de mercado), atestando-se a coerência dos resultados produzidos por ambos estudos.

Os achados de De Nys et al. (2016) e de FGV (2018) sublinham a fragilidade hídrica que condiciona o desenvolvimento dos municípios na bacia hidrográfica dos rios Piranhas-Açu. Afinal, a imposição de perdas econômicas pelo período de escassez recente revela a dependência das atividades produtivas à disponibilidade hídrica.

A bacia em tela apresenta, assim, uma suscetibilidade considerável quanto aos riscos climáticos, devendo as perdas calculadas com os efeitos secundários dos eventos de escassez acumulados ao longo dos próximos cinquenta anos representar mais de R\$ 55 bilhões sem as mudanças climáticas (FGV, 2018). Com os cenários de mudanças climáticas que, embora não se saibam quais serão, certamente virão a ocorrer, as perdas de segunda ordem poderão ser de R\$ 100 a R\$ 137 bilhões em 50 anos (FGV, 2018).

Conforme abordado pelo capítulo de análise de riscos ambientais ("*Produto 04 – Documento Síntese e 1º Caderno de Trabalho*"), a materialização dos riscos se dá na

interseção entre os riscos de escassez hídrica (majorados pela concretização das projeções de alterações nas normais climáticas) e os riscos de desertificação (majorados pelo uso e ocupação do solo de forma desordenada).

Os itens abaixo apresentam três análises que dão contorno aos riscos identificados: (i) o primeiro deles aborda a produção de sedimentos na bacia e a qualidade da proteção da vegetação nativa em locais estratégicos como potencial redutor de tais efeitos; (ii) o segundo apresenta as alterações na geografia hídrica antevista, que intentam justamente contornar a situação de fragilidade encontrada; e por fim, (iii) apresentam-se cenários de mudanças climáticas que consideram as modificações hídricas antevistas.

3.3.1. *Análise territorial de serviços ecossistêmicos de retenção de sedimentos*

Em nível territorial, o potencial de geração de serviços ecossistêmicos está relacionado com a manutenção dos fluxos de produção, em termos quantitativos e qualitativos. A intervenção humana no território tem potencial de afetar estes fluxos, causando variações consideráveis, dependendo da escala geográfica e limites do território - uma bacia hidrográfica, uma sub bacia, um corredor de biodiversidade em uma propriedade rural, um corredor internacional de biodiversidade e assim por diante.

Os ecossistemas têm seus fluxos de serviços determinados naturalmente influenciados por elementos endógenos à unidade de estudo e/ou exógenos, e de mesmo modo, podem ser afetados pela intervenção humana inserida no contexto de estudo ou exercida externamente, como por exemplo, as mudanças climáticas globais. O conjunto destes fatores pode ser objeto de análise e mapeamento, com foco nas potencialidades e fragilidades naturais associadas a setores produtivos específicos. A análise territorial que utiliza como base de dados o meio biofísico e os serviços ecossistêmicos associados a seus grandes temas - geologia, pedologia etc. - pode caracterizar e avaliar as modificações causadas pela intervenção humana em diversas dimensões, incluindo energia renovável, indústria e mineração, patrimônio físico e cultural, agricultura, irrigação, pecuária, silvicultura, expansão urbana e saneamento e hidrovias.

Estas dimensões de intervenção, analisadas com referência ao potencial natural de geração de serviços ecossistêmicos, indicam o nível de conformidade dos usos atuais. Este nível de conformidade pode ser mensurado utilizando indicadores de potencial instalado de geração de energia elétrica, solar e eólica, a produção de minerais não-metálicos e metálicos, locais para ecoturismo e educação, produção e filtragem de água e esgoto, controle de erosão e recuperação de áreas degradadas, aptidão agrícola, potencial madeireiro e não-madeireiro, regulação do clima, pesca e aquicultura, e aspectos relacionados com a biodiversidade, incluindo os corredores ecológicos, provisão de habitats e polinização, recursos genéticos, os medicamentos bioquímicos naturais e farmacêuticos.

Os aspectos de potencialidade e fragilidade natural são caracterizados e espacializados geograficamente, podendo ser aplicados sobre o mapa de usos atuais para facilitar o entendimento de como se integram. Por exemplo, a produção de alimentos e o potencial para geração de energia hidroelétrica nas condições climáticas atuais, ou como as feições geológicas locais fazem do território um local mais atrativo

para turistas. Aspectos legais como reserva legal, APPs, áreas degradadas e unidades de conservação integram e convivem nestes mesmos territórios, transformando a análise dessa integração uma necessidade de planejamento.

Para atender esta demanda de planejamento, foram desenvolvidas ferramentas de análise de dados e cenários territoriais, entre elas o InVEST (*Integrated valuation of ecosystem services and tradeoffs*). A ferramenta foi desenvolvida pelo Projeto Capital Natural (*Natural Capital Project*) em colaboração com a Plataforma de Fundos de Água da América Latina (parceria envolvendo a ONG TNC, o BID, GEF e FEMSA), com o objetivo de integrar os serviços ecossistêmicos nas tomadas de decisão sobre investimentos.

O InVEST é um conjunto de modelos de uso livre, executado em qualquer sistema operacional *Windows* e opera na escala de bacia hidrográfica independentemente do tamanho, desde que existam dados disponíveis de uso e ocupação do solo, clima, solos, topografia e demandas de serviços. Fruto de um processo de desenvolvimento extensivo, o formato das entradas de dados está baseado em ampla experiência e testes em um conjunto com diversos fundos hídricos em operação.

Os resultados extraídos podem ser utilizados para a estruturação dos investimentos em serviços ecossistêmicos, já que o sistema busca maximizar o retorno e os custos-benefícios dos serviços ecossistêmicos através de duas saídas principais: uma carteira de investimentos e um conjunto de cenários de usos do solo que representam o portfólio implementado no panorama atual. A ferramenta produz ainda vários mapas pontuais de saída intermediária, que podem auxiliar na interpretação dos resultados e ajudar a compreender por que algumas áreas são selecionadas para determinadas atividades sobre outras. Em suma, trata-se de um software de análise integrada de territórios, com foco em Bacias Hidrográficas.

Na primeira etapa, organizam-se em nível de bacia hidrográfica os dados sobre os fatores que influenciam a erosão e retenção, apresentando as áreas de fragilidade. Em seguida, o sistema é alimentado com uma listagem e mapeamento de atividades recomendadas, e seus respectivos níveis, que têm por finalidade melhorar o desempenho do objetivo desejado (nesse caso o controle de erosão), sendo fixadas novamente sobre a base de dados geográficos. Finalmente o modelo InVEST é utilizado para avaliar o potencial de melhoria dos serviços ecossistêmicos e controle da erosão em toda a bacia, indicando as regiões mais adequadas para implantação de um sistema de pagamentos por estes serviços ecossistêmicos, que então gerará os melhores resultados em termos de custo benefício.

A versão atual do InVEST (3.7.0) comporta os modelos referentes a estimativa da quantidade de carbono armazenada em determinada região florestal e também na região costeira, identifica a vulnerabilidade costeira, indica os potenciais locais de ninhos dos polinizadores, estima a produção pesqueira, analisa os riscos e a qualidade do habitat, estima a produção da aquicultura para peixes marinhos, estima o potencial eólico e marítimo para geração de energia, a produção de água para energia hidroelétrica, avalia a qualidade da paisagem, o potencial erosivo da bacia hidrográfica e o fluxo de nutrientes nos corpos hídricos.

3.3.1.1. Metodologia de aplicação do modelo de perda de solo

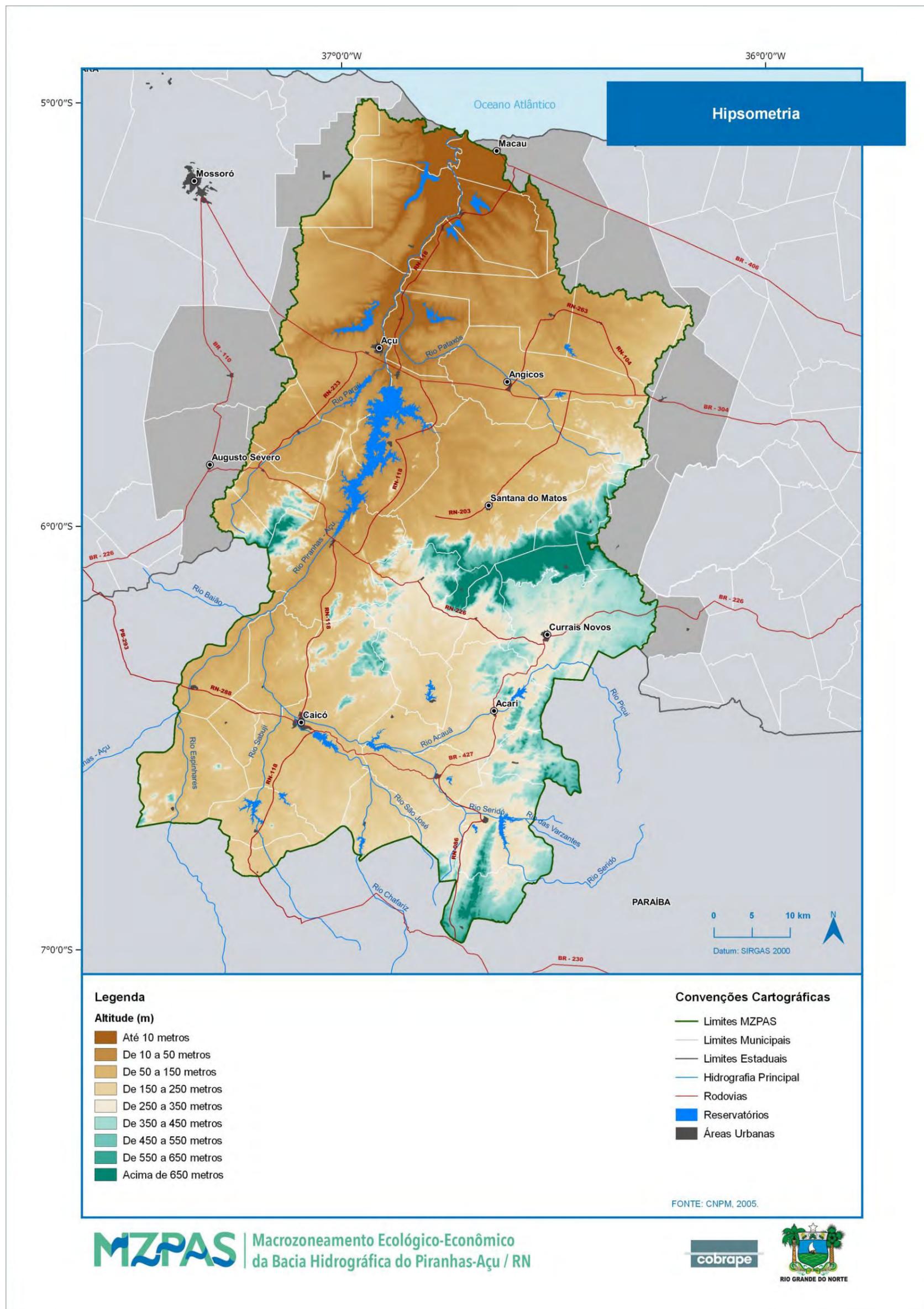
O modelo SDR permite mapear as áreas com potencial erosivo na bacia hidrográfica e consequentemente avaliar a retenção destes sedimentos nos corpos hídricos e reservatórios de abastecimento e geração de energia. Inicialmente o sistema calcula a perda anual de solo através da Equação de Perda de Solo Universal Revisada (RUSLE) e posteriormente os sedimentos em retenção. A questão da retenção e perda de solo está atrelada a impactos positivos e negativos aos usuários da bacia hidrográfica, como perda de fertilidade do solo e capacidade de retenção de água e nutrientes prejudicando os agricultores; aumento dos custos para tratamento de água para abastecimento; aumento dos sólidos em suspensão em corpos hídricos prejudicando o ecossistema aquático; reservatórios assoreados diminuindo a vida útil, entre outros.

Para geração dos resultados, este modelo necessita dos dados de entrada referente ao Modelo Digital de Elevação (DEM), Índices de Erosividade e Erodibilidade, Uso do Solo, Bacia hidrográfica e Hidrografia, Tabela Biofísica e parâmetros de acumulação de fluxo, relação entre conectividade hidrológica e taxa de perda de solo, e valor máximo que o pixel pode atingir com a retenção de sedimentos.

Modelo Digital de Elevação

Devido ao seu tamanho, o limite do MZPAS apresenta as mais variadas condições de relevo, geomorfológicas, geológicas, entre outras, que determinam as altitudes do terreno em relação ao nível do mar. Por ser uma região costeira ao norte do MZPAS, a área de estudo apresenta altitudes até 250 metros em sua maior evidenciando uma morfologia plana, sendo as regiões da Serra do Santana, sudoeste do Reservatório Ribeiro Gonçalves e sul do Núcleo de Desertificação do Seridó as áreas com alturas acima de 650 metros. O mapa de hipsometria foi obtido através de dados do CNPM (2005) utilizado neste produto e também no *Produto 05 - Relatório das Oficinas para conclusão do Diagnóstico*. É importante ressaltar que o arquivo de entrada para o DEM deve obrigatoriamente ser do tipo *raster*. A Figura 3.5 apresenta a hipsometria da área de interesse.

Figura 3.5 – Hipsometria na BHPA



FONTE: CNPM, 2005.

Erodibilidade

Segundo a definição aplicada no estudo “Avaliação da Suscetibilidade Natural Erosão dos Solos da Bacia do Olaria – DF”, publicado pela EMBRAPA em 2001, a erodibilidade está ligada diretamente às propriedades inerentes do solo, ou seja, ela representa como ele se comporta em relação a ação da água, resultando na determinação de características como a velocidade de infiltração, a permeabilidade, a capacidade total de armazenamento de água, como resiste às forças de dispersão, ao salpico, à abrasão e ao transporte por meio do escoamento. (EMBRAPA, 2001).

No âmbito da área de estudo, não foram encontrados estudos que correspondessem à sua área total, sendo a única correlação possível realizada por tipo de solo, adotando-se os valores calculados em outros locais.

A principal fonte do fator de erodibilidade foi a “Vulnerabilidade natural: A perda de solo da bacia do rio Carinhanha (MG/BA) usando uma abordagem qualitativa da equação universal de perda de solos”, produzido por Borges *et al.* (2003). O rio Carinhanha é afluente direto do rio São Francisco e promove a divisa dos estados de Minas Gerais e Bahia. O estudo concluiu que a área possuía uma baixa taxa de erosão por possuir boas condições de cobertura vegetal natural. No entanto, o prognóstico para a bacia era pessimista frente ao avanço do desmatamento.

O segundo estudo mais utilizado foi a “Análise do Grau de Erodibilidade e Perdas de Solo na Bacia do Rio Capiá baseado em SIG e Sensoriamento Remoto” produzido por Silva, Paiva e Santos (2009) para a bacia do Rio Capiá, localizada entre os estados de Pernambuco e Alagoas, cuja área é de 2.636 km², e afluente direto do rio São Francisco. Neste Caso, os resultados mostraram que 24% da bacia apresentou alta suscetibilidade à erosão e 65% da área da bacia apresentou perda anual de solo entre 0 e 30 ton/ha/ano.

A terceira principal fonte de informações foi o “Levantamento de informações e estruturação de um banco dados sobre a erodibilidade de classes de solos no estado de São Paulo”, elaborado por Silva & Alvares (2005). O objetivo deste trabalho é realizar a compilação de diversos estudos que apresentam valores do fator K diferentes e conseqüentemente estruturar um banco de dados para o Estado de São Paulo.

Por fim, ainda faltavam os respectivos fatores para os solos Gleissolo Sálico Sódico, Latossolo Amarelo Eutrófico e Chernossolo Rêndzico Órtico encontrados na área. Para suprir essas informações, foram adotados os fatores apresentados por Conceição (2014), Moraes & Sales (2017) e Cunha, Junior e Pedrotti (2019), respectivamente. O primeiro apresentou, em 2014, o estudo “Metodologia para identificação de áreas prioritárias para redução da erosão hídrica em bacias de mananciais de abastecimento público do Paraná: Estudo de caso Bacia do Passaúna” com objetivo de identificar áreas prioritárias para redução e controle dos processos erosivos na Bacia do Passaúna, no Paraná, utilizando ainda a ferramenta de modelagem InVEST. Assim também Moraes & Sales (2017) estimou o potencial erosivo dos solos na Bacia hidrográfica do Alto Gurguéia, no Piauí, com o estudo intitulado “Estimativa do Potencial Natural de Erosão dos Solos da Bacia hidrográfica do Alto Gurguéia, Piauí-Brasil, com uso de Sistema de Informação Geográfica”. Por fim Cunha, Junior e Pedrotti (2019) no trabalho “Erodibilidade dos solos do entorno do

reservatório da barragem Jaime Umbelino de Souza, São Cristóvão, Sergipe” realizaram análises do assoreamento no reservatório de armazenamento de água em Sergipe.

A composição de valores de erodibilidade utilizadas na modelagem está apresentada por tipo de solo no Quadro 3.8.

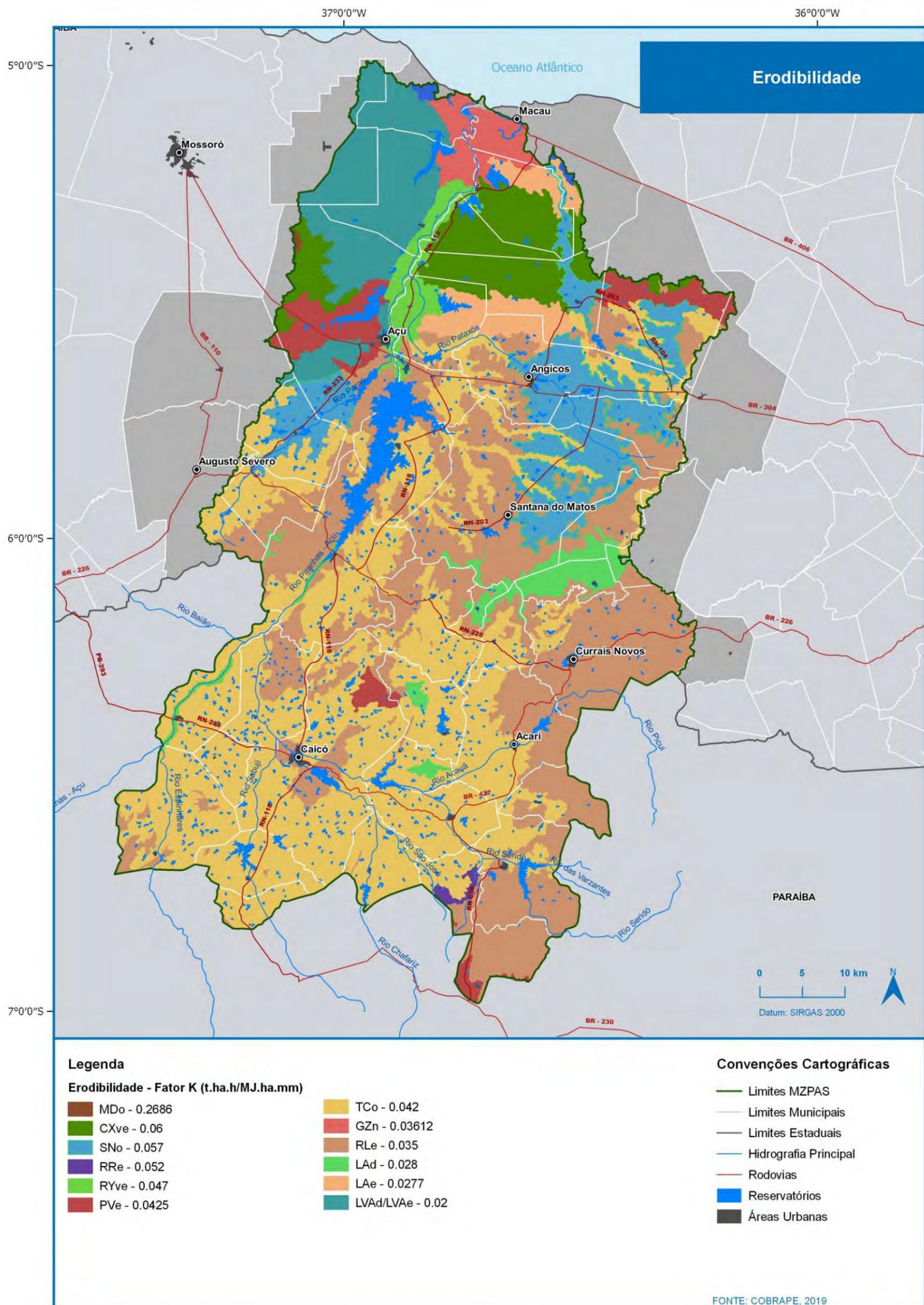
Quadro 3.8 – Fatores de Erodibilidade (Fator K)

Solo	Símbolo	Fator Adotado	Fonte
Argissolo Vermelho Eutrófico	PVe	0,0425	SILVA & ALVARES (2005)
Cambissolo Haplicos Ta Eutrófico	CXve	0,06	BORGES et. al (2003)
Chernossolo Rêndzico Órtico	MDo	0,2686	CUNHA, JUNIOR e PEDROTTI (2019)
Gleissolo Sáfico Sódico	GZn	0,03612	CONCEIÇÃO (2014)
Latossolo Amarelo Eutrófico	LAe	0,0277	MORAIS E SALES (2017)
Latossolos Amarelo Distroficos	LAd	0,028	BORGES et. al (2003)
Latossolos Vermelho-Amarelo Distroficos	LVAAd	0,02	BORGES et. al (2003)
Latossolos Vermelho-Amarelo Eutroficos	LVAe	0,02	BORGES et. al (2003)
Luvissolos Cromicos Orticos	TCo	0,042	SILVA, PAIVA e SANTOS (2009)
Neossolos Fluvicos Ta Eutroficos	RYve	0,047	BORGES et. al (2003)
Neossolos Litolicos Eutroficos	RLe	0,035	SILVA & ALVARES (2005)
Neossolos Quartzarenicos Orticos	RQo	0,0078	BORGES et. al (2003)
Neossolos Regolíticos Eutroficos	RRe	0,052	SILVA, PAIVA e SANTOS (2009)
Planossolos Natricos Orticos	SNo	0,057	SILVA, PAIVA e SANTOS (2009)

FONTE: COBRAPE, 2019.

Através do mapa de Tipos de Solo apresentado no *Produto 05 - Relatório das Oficinas para conclusão do Diagnóstico*, em formato *shapfile*, foi adicionado os valores de erodibilidade supracitados e convertidos para o formato *raster* por obrigatoriedade do software, conforme Figura 3.6.

Figura 3.6 – Erodibilidade do solo na BHPA



MZPAS | Macrozoneamento Ecológico-Econômico da Bacia Hidrográfica do Piranhas-Açu / RN

cobrape



FONTE: COBRAPE, 2019.

MZPAS | Macrozoneamento Ecológico-Econômico da Bacia Hidrográfica do Piranhas-Açu / RN

cobrape

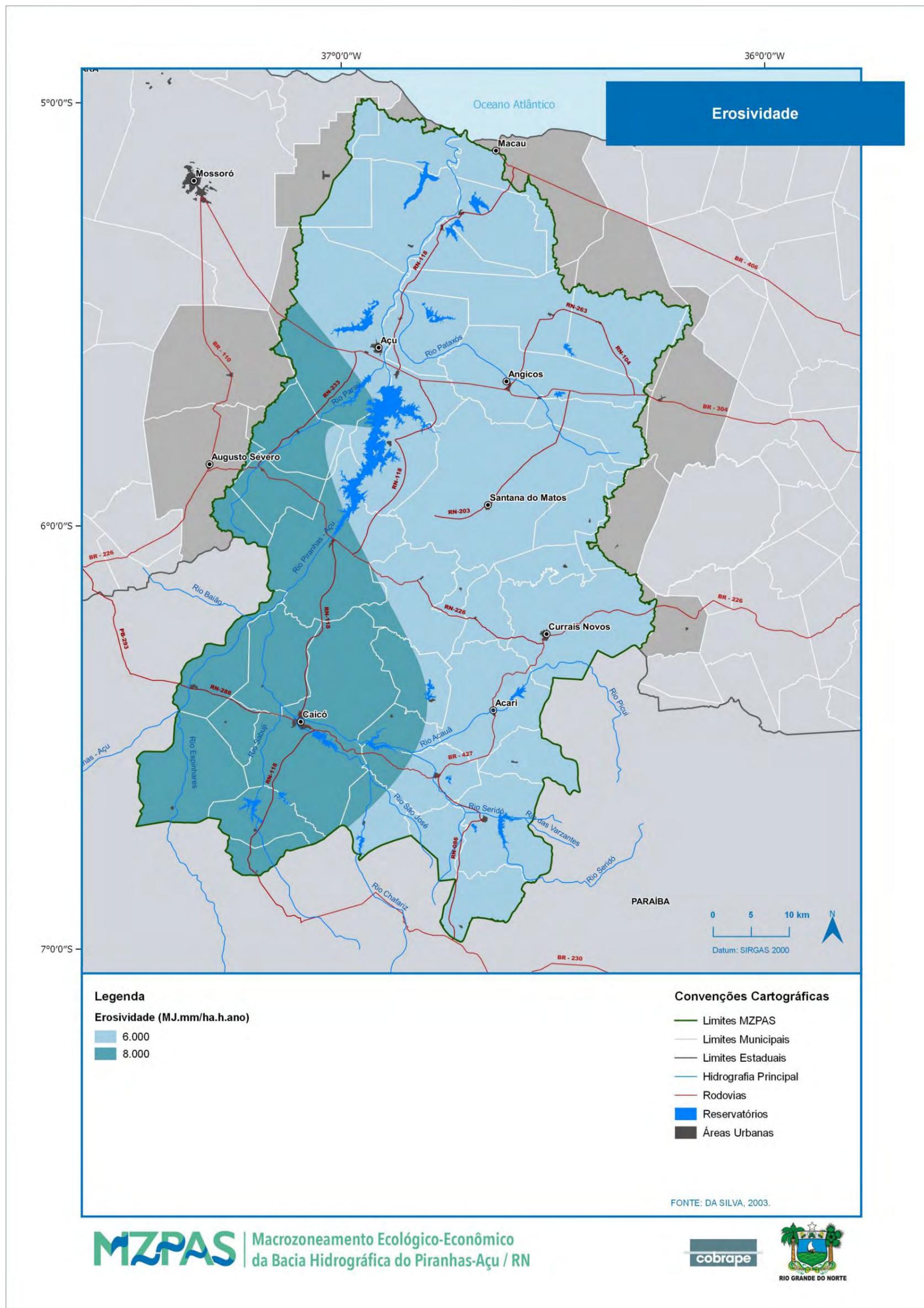


Erosividade

De acordo com a definição dada no estudo “Avaliação da Suscetibilidade Natural à Erosão dos Solos da Bacia do Olaria – DF”, publicado pela EMBRAPA em 2001, a erosividade é produto de da energia cinética total da chuva e sua intensidade máxima em trinta minutos. Esse somatório representa um termo de interação que mede o efeito de como a erosão por impacto e a turbulência se combinam com a enxurrada para transportar as partículas de solo desprendidas. (EMBRAPA, 2001).

Em outras palavras, da Silva (2003) conceitua erosividade como a capacidade potencial da precipitação da chuva em causar perda de solo. A erosividade pode ser quantificada pelo cálculo do fator R da equação universal de perda do solo (EUPS), do inglês *Universal Soil Loss Equation* (USLE). Em seu estudo, da Silva pesquisou a distribuição espacial da erosividade causada pelas chuvas anuais no Brasil. Para cada região brasileira, foi utilizada uma equação regionalizada baseada em registros pluviométricos obtidos a partir de 1600 estações meteorológicas. O autor utilizou um sistema de informação geográfica (GIS) para interpolar os valores e gerar um mapa, conforme Figura 3.7, que mostra as variações espaciais da erosividade. A região Norte apresentou os maiores valores anuais, enquanto a região Nordeste apresentou os menores, onde a faixa de menor expressão se sobrepõe sobre o Rio Grande do Norte. O mapa foi georreferenciado e recortado para o limite do MZPAS, de tipo *raster*, para utilização no processo de modelagem efetuado pelo INVEST no modelo SDR.

Figura 3.7 – Erosividade na BHPA



FONTE: DA SILVA, 2003.

Uso do solo

Com uma área de mais de 1,7 milhões de hectares, os padrões de uso e ocupação do solo passam a ser determinantes para a caracterização dos tipos de conflitos que podem ser antecipados na bacia.

Com isso, foram mapeadas 15 classes de Uso e Ocupação do Solo: Formação Florestal, Formação Savânica, Mangue, Formação Campestre, Apicum, Pastagem, Cultivo Anual Perene, Mosaico de Agricultura e Pastagem, Praia ou Duna, Infraestrutura Urbana, Outra Área não Vegetada, Mineração, Aquicultura, Salinas e Rio, Lago ou Oceano, conforme pode ser observado na Figura 3.8.

O mapeamento foi elaborado utilizando os dados fornecidos pelo Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil (MAPBIOMAS), através de um arquivo *raster*, onde o *download* foi realizado através do site do MAPBIOMAS. Em relação à formação florestal, savânica e campestre, visto que a Bacia se encontra totalmente inserida no bioma Caatinga, subentende-se que essas formações se referem à Caatinga. Para as salinas, as áreas foram delimitadas através da comparação com imagens de satélite disponíveis.

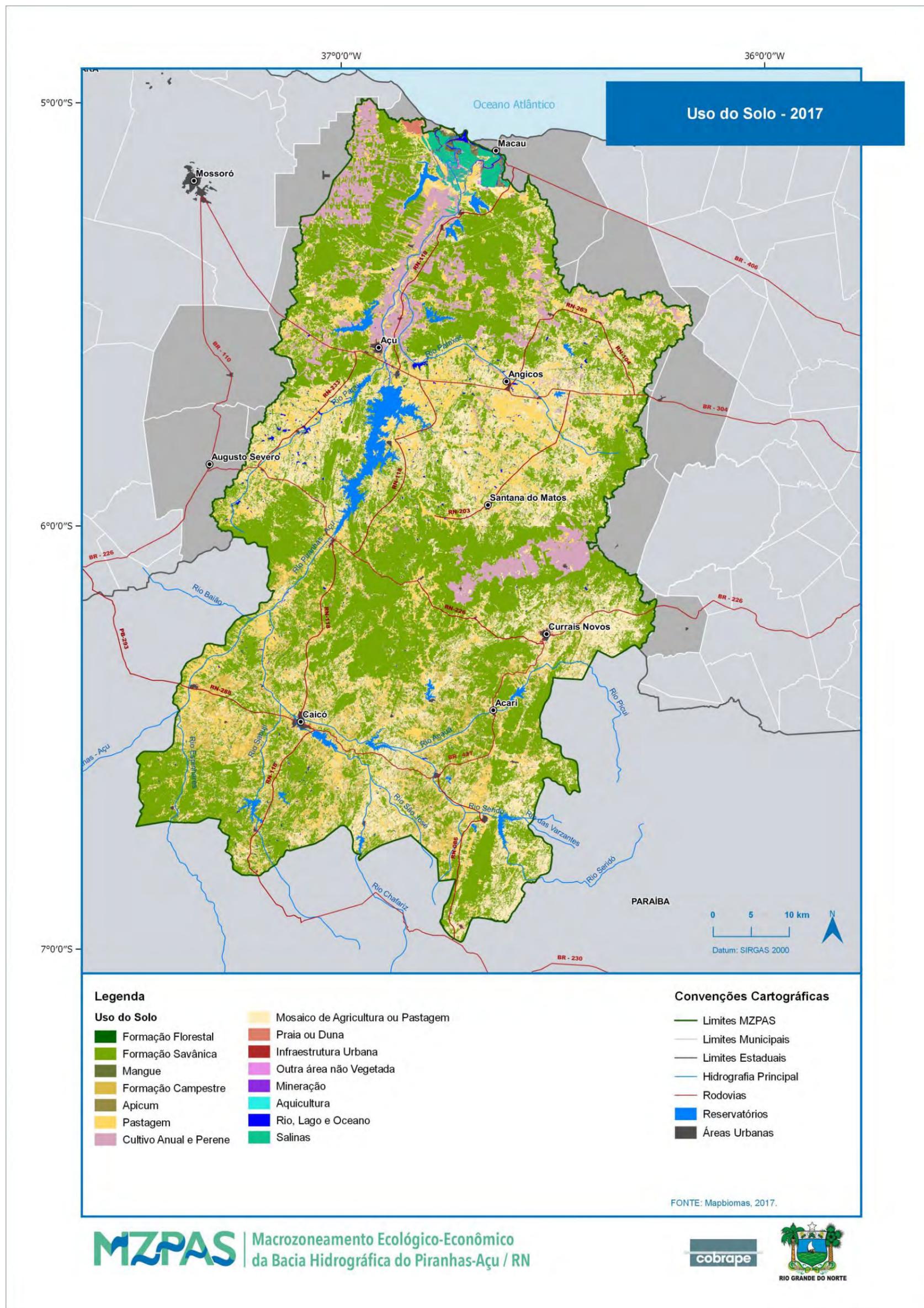
Apresentam-se na Quadro 3.9 e na Figura 3.8 os dados tabulares e o mapeamento (respectivamente) do uso do solo referente ao ano de 2017 como exemplo dos passos metodológicos necessários para a aplicação do modelo SDR do InVEST. O uso do solo foi, na aplicação do modelo, alterado para simular diferentes configurações de uso do solo, conforme se descreve em detalhes no item subsequente.

Quadro 3.9 – Uso do Solo e suas respectivas áreas

Uso	Área (km ²)	Área (%)
Formação Florestal	0,27	0,0%
Formação Savânica	8.729,44	49,9%
Mangue	18,33	0,1%
Formação Campestre	833,98	4,8%
Apicum	16,64	0,1%
Pastagem	2.741,67	15,7%
Cultivo Anual Perene	1.036,86	5,9%
Mosaico de Agricultura e Pastagem	3.727,12	21,3%
Praia ou Duna	18,24	0,1%
Infraestrutura Urbana	46,66	0,3%
Outra Área não vegetada	44,08	0,3%
Mineração	0,26	0,0%
Aquicultura	2,33	0,0%
Salinas	119,86	0,7%
Rio, Lago ou Oceano	173,37	1,0%
Total	17.509,11	100,0%

FONTE: Elaborado pela COBRAPE (2019), com base no MAPBIOMAS, 2017.

Figura 3.8 – Uso do Solo na BHPA



FONTE: MAPBIOMAS, 2017.

Parâmetros

Os parâmetros necessários para realização da estimativa de perda de solo no modelo SDR são: *Threshold flow accumulation*, Parâmetro k de Borselli, Parâmetros IC_0 de Borselli e $SDR_{máx}$.

O primeiro parâmetro foi obtido através da densidade da rede de drenagem, sendo o valor mínimo da razão entre o valor total da extensão dos rios e a área da bacia em que estes rios estão inseridos (AZEVEDO, 2017). O valor mínimo encontrado foi de 188, este que foi inserido no modelo.

Para os demais parâmetros, como não há valores de referência específicos para a região de interesse, foi utilizado as constantes apresentadas no manual do próprio InVEST, assim como no estudo de Azevedo (2017), sendo estes 2, 0.5 e 0.8 respectivamente.

Os parâmetros de Borselli correspondem as constantes de calibração do modelo que determinam as relações entre a conectividade hidrológica (fator de conexão do uso da terra com o corpo hídrico) e a taxa de perda de solo que atinge o corpo hídrico. Por fim, o parâmetro $SDR_{máx}$ corresponde ao valor máximo de sedimentos que cada pixel analisado possa atingir.

Tabela biofísica

O mapa de uso do solo é convertido em formato *raster* e para cada uso é conferida uma numeração denominada “lucode” que será atrelada a esta Tabela Biofísica. Nela, a ordem dos campos deve seguir o padrão pré-estabelecido orientado pelo manual do modelo. Cada uma das referidas colunas representa uma característica das classes dispostas no uso do solo, onde podem ser utilizados coeficientes padrão apresentados pelo modelo, ou medidos em específico para a bacia estudada.

Necessariamente esta tabela deverá conter quatro colunas, com denominação padrão do modelo, para ser inserida no software, sendo elas:

- *usle_c*: valor numérico decimal entre 0 a 1 que expressa o fator C para cada classe de uso do solo no qual refere-se a proteção do solo, ou seja, quanto maior o valor, menor será o potencial de proteção.
- *usle_p*: valor numérico decimal entre 0 a 1 que expressa o fator P para cada classe de uso do solo no qual refere-se a perda de solo relacionando a práticas de conservação, ou seja, quanto maior o valor, maior será o potencial de perda de solo.
- *sedret_eff*: valor numérico decimal entre 0 a 1 que expressa o potencial de retenção de sedimentos para cada classe de uso do solo no qual refere-se a capacidade da cobertura vegetal reter os sedimentos, ou seja, quanto maior o valor, maior a capacidade de retenção.
- *lucode*: código numérico único para cada classe de uso do solo.
- LULC (opcional): descrição da classe de uso do solo.

As duas principais fontes de informação quanto aos valores do fator C e P foram as de Conceição (2014), a mesma utilizada para os fatores de erodibilidade, e da Silva, Polisel e Vieira (2016) no artigo “Avaliação da perda de solos na Microbacia hidrográfica Lajeado dos Fragosos – Município de Concórdia – SC” o qual teve por

objetivo estimar a perda de solos através dos modelos do InVEST, obtendo valores superiores a 17 toneladas hectare ano.

Ainda para o uso do solo referente a outra área não vegetada, além do fator de retenção de sedimentos utilizado por Silva, Polisele e Vieira (2016) inserido nesta classe, utilizou-se para os fatores conservacionistas e de proteção o estudo de Azevedo (2017) intitulado “Calibração, validação e aplicação do modelo InVEST para a estimativa de benefícios aos serviços ecossistêmicos na Bacia do Ribeirão Piriripau (DF/GO)”.

O Quadro 3.10 apresenta os valores utilizados para cada classe de uso do solo correspondente as práticas de conservação, proteção e retenção de sedimentos, assim como o código estabelecido anteriormente.

Quadro 3.10 – Tabela Biofísica com fatores C, P e retenção de sedimentos

lucode	LULC	usle_c	usle_p	sedret_eff	Fonte
3	Formação Florestal	0,001	1	0,88	SILVA, POLISELI, VIEIRA (2016)
4	Formação Savânica	0,01	1	0,77	SILVA, POLISELI, VIEIRA (2016)
5	Mangue	1	0	0,8	CONCEIÇÃO (2014)
12	Formação Campestre	0,01	1	0,77	SILVA, POLISELI, VIEIRA (2016)
15	Pastagem	0,4	1	0,5	CONCEIÇÃO (2014)
19	Cultivo Anual Perene	0,2	0,5	0,77	SILVA, POLISELI, VIEIRA (2016)
21	Mosaico de Agricultura e Pastagem	0,4	1	0,5	CONCEIÇÃO (2014)
23	Praia ou Duna	1	0	0,01	CONCEIÇÃO (2014)
24	Infraestrutura Urbana	0,9	0	0,05	CONCEIÇÃO (2014)
25	Outra Área não Vegetada	0,25	1	0,11	AZEVEDO (2017); SILVA, POLISELI, VIEIRA (2016)
30	Mineração	1	0	0,05	CONCEIÇÃO (2014)
31	Aquicultura	0	1	1	SILVA, POLISELI, VIEIRA (2016)
32	Apicum	1	0	0,01	CONCEIÇÃO (2014)
33	Rio, Lago ou Oceano	0	1	1	SILVA, POLISELI, VIEIRA (2016)
2	Salinas	0	1	1	SILVA, POLISELI, VIEIRA (2016)

FONTE: COBRAPE, 2019.

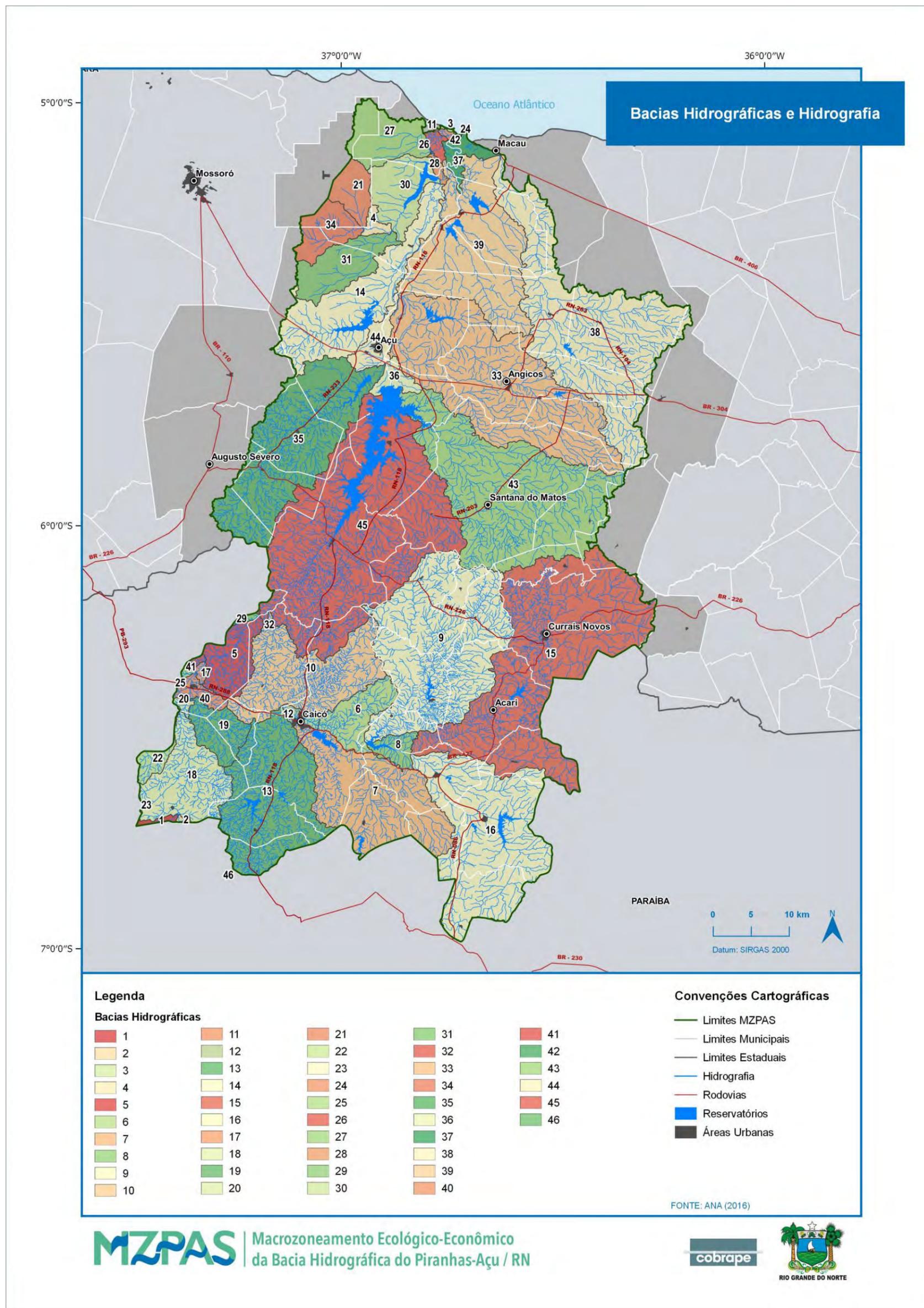
Bacia hidrográfica e hidrografia

As bacias de contribuição utilizadas para a modelagem foram as de nível 5, segundo a classificação Otto Pfafstetter, resultando em 46 unidades hidrográficas inseridas dentro do limite do MZPAS com 17.509 km² de área de drenagem. As unidades hidrográficas de maior área de contribuição correspondem aos corpos hídricos do rio Piranhas-Açu, rio Acauã, rio Santana, Riacho do Tapuio e rio Cabugi com aproximadamente 42% da área de drenagem das bacias hidrográficas do MZPAS.

A Figura 3.9 apresenta estas 46 bacias hidrográficas de interesse inseridas no software. Para o *shapefile* em questão, foi adicionada uma coluna em sua tabela de

atributos intitulada “ws_id”, por obrigatoriedade, que corresponde a um único código para cada bacia hidrográfica a qual será correspondida aos resultados intermediários e finais.

Figura 3.9 – Bacias Hidrográficas e Hidrografia na BHPA



FONTE: ANA, 2016.

3.3.1.2. Aplicação do modelo de perda de solo para a BHPA em dois anos distintos (2008 e 2017)

Como forma de se investigar a produção de sedimentos da BHPA, foram realizadas algumas aplicações do modelo InVEST para a BHPA, todas respeitando os passos metodológicos expostos no item precedente, variando-se apenas os dados de entrada referentes ao uso e ocupação do solo.

Duas dessas aplicações foram realizadas com base nos mapeamentos do MAPBIOMAS referentes aos anos de 2008 e de 2017. A escolha desses dois recortes temporais intenta comparar a produção de sedimentos na bacia em situações distintas de disponibilidade hídrica, haja vista que o ano de 2008 foi um ano de pluviosidade normal, com o uso do solo refletindo claramente essa configuração em relação às massas d'água presentes, como se observa no Quadro 3.11.

Quadro 3.11 – Evolução de macro-categorias de uso e ocupação do solo entre 2008 e 2017

Recortes territoriais	Classes	Área em km ²	
		2008	2017
Total da porção potiguar da BHPA	Rio, lago ou oceano	622,14	249,60
	Usos naturais	10.053,72	9.622,92
	Usos agropecuários	6.689,82	7.541,79
	Outros usos não naturais	143,38	94,48
Região Imediata de Açú	Rio, lago ou oceano	370,36	216,47
	Usos naturais	3.559,21	3.489,49
	Usos agropecuários	3.526,93	3.760,75
	Outros usos não naturais	53,84	43,57
Região Imediata de Caicó	Rio, lago ou oceano	208,50	26,17
	Usos naturais	3.961,65	3.757,49
	Usos agropecuários	1.819,91	2.237,83
	Outros usos não naturais	67,42	35,85
Região Imediata de Currais Novos	Rio, lago ou oceano	35,87	3,52
	Usos naturais	2.097,57	1.923,93
	Usos agropecuários	817,42	1.029,65
	Outros usos não naturais	20,38	14,09

FONTE: COBRAPE, 2018, com base em MAPBIOMAS 2008 e 2017.

3.3.1.3. Aplicação do modelo de perda de solo com imposições conservacionistas para a BHPA

Já as quatro outras aplicações do módulo SDR do InVEST na BHPA foram realizadas com base em usos do solo hipoteticamente alterados de forma a simular medidas mais restritas de conservação ambiental. Não se trata, claramente, de estratégia recomendada de modificação de uso do solo, mas tão somente se conforma um exercício de simulação com vistas a avaliar o potencial de redução dos intensos processos verificados de produção de sedimentos mediante restrições de ocupação.

Senão, vejamos: o Quadro 3.12 revela que a contabilização das APPs conforme reza a Lei de Proteção à Vegetação Nativa (LPVN, Lei Federal nº 12.651/2012) e sem considerar exceções devido ao porte das propriedades rurais¹¹, se traduz em um total de 119,62 mil ha da BHP que deveria ser dedicada exclusivamente à conservação (ou seja, 6,8% da área total da bacia em sua porção norte riograndense). Dessa quantidade de APP, no entanto, revela-se pelo uso do solo de 2017 do MAPBIOMAS, que apenas 51% estão de fato preservadas. Essa fração é menor na macrozona Pataxó e maior na macrozona Serra de Santana.

Quadro 3.12 – Áreas de Preservação Permanente e frações preservadas

Zonas Nível I	APP “cheia”		APP com aplicação da “escadinha”	
	Área total (ha)	Fração com vegetação nativa	Área total (ha)	Fração com vegetação nativa
Costeira	4.519	55,3%	557	45,3%
Médio Piranhas Potiguar	11.318	49,4%	1.866	53,1%
Pataxó	14.310	38,5%	2.438	41,4%
Piranhas	38.019	49,9%	6.656	56,3%
Seridó	45.270	53,0%	9.006	59,9%
Serra de Santana	6.183	77,3%	1.263	80,7%
Total	119.618	51,3%	21.785	57,0%

FONTE: COBRAPE, 2018, com base em MAPBIOMAS 2017.

Segundo a LPVN, no entanto, as pequenas propriedades rurais, assim determinadas por conterem área inferior à 4 módulos fiscais, são desobrigadas da recuperação e

¹¹ Conforme o citado diploma legal, as APP são definidas como: (i) As faixas marginais de qualquer curso d'água natural, desde a borda da calha do leito regular, com distância de 30 metros, para os cursos d'água de menos de 10 metros de largura; (ii) As áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de: 100 metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 metros; e 30 metros, em zonas urbanas; (iii) As áreas no entorno dos reservat rios d'água artificiais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento; (iv) As áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água, qualquer que seja a sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 metros; (v) As encostas ou partes destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive; (vi) As bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 metros em projeções horizontais; (vii) No topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 metros e inclinação média maior que 25, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo está definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação; e (viii) As áreas em altitude superior a 1.800 metros, qualquer que seja a vegetação.

manutenção de 30 metros de APP hídrica para os cursos d'água de menos de 10 metros de largura, de acordo com o dispositivo conhecido como “escadinha”. Uma vez que a grande maior parte das propriedades da BHPA são menores que 4 módulos fiscais, caracterizando assim pequenas propriedades, realizou-se mapeamento das APP com essa faixa de preservação ao longo dos cursos d'água, mantendo-se os demais elementos da legislação (tais como a proteção de 50 metros no entorno de nascentes). Uma vez que não se trabalhou ao nível de propriedade rural, a imposição da “escadinha” ocorreu de forma linear par quaisquer corpos d'água com largura inferior a 10 metros. Segundo esse novo mapeamento, também apresentado no Quadro 3.12, a área total sob APP na BHPA passa a ser de 21,78 mil ha (1,2% da cobertura total da área). Ao se considerar essa restrição nas APP, apenas 57% da área estaria preservada.

Para a formação dos hipotéticos usos do solo conservacionistas para simulação de perda de solo, que então se comparam aos resultados obtidos com o uso do solo de 2008 e de 2017, são realizadas as seguintes imposições considerando as APP:

- Áreas de Preservação Permanente (APP): para toda a base mapeada como APP “cheia”, simula-se o uso do solo como vegetação de formação savânica, independente a cobertura e uso do solo que de fato esteja mapeado;
- Áreas de Preservação Permanente (APP): para toda a base mapeada como APP com aplicação da “escadinha”, simula-se o uso do solo como vegetação de formação savânica, independente a cobertura e uso do solo que de fato esteja mapeado.

Além das APP, outro mapeamento de interesse foi o que identificou a susceptibilidade à perda de recursos ambientais, conforme fora apresentado no “*Produto 04 – Documento Síntese e 1º Caderno de Trabalho*” e posteriormente refinado no “*Produto 05 – Relatório das Oficinas para conclusão do Diagnóstico*”. De interesse para o presente exercício estão as áreas de classe 4 e 5, ou seja, que apresentam Índice de Fragilidade Ambiental (IFA) alto ou muito alto (respectivamente).

Quadro 3.13 – Áreas sob Índice de Fragilidade Ambiental alto e muito alto e frações preservadas

Zonas Nível I	Índice de Fragilidade Ambiental Alto (classe 4)		Índice de Fragilidade Ambiental Muito Alto (classe 5)	
	Área total (ha)	Fração com vegetação nativa	Área total (ha)	Fração com vegetação nativa
Costeira	33.529	36,4%	80	6,4%
Médio Piranhas Potiguar	78.095	55,4%	10.286	7,5%
Pataxó	214.980	49,6%	19.506	11,2%
Piranhas	133.407	52,1%	3.212	17,4%
Seridó	191.784	61,2%	405	0,1%
Serra de Santana	17.476	67,5%	348	13,6%

Zonas Nível I	Índice de Fragilidade Ambiental Alto (classe 4)		Índice de Fragilidade Ambiental Muito Alto (classe 5)	
	Área total (ha)	Fração com vegetação nativa	Área total (ha)	Fração com vegetação nativa
Total	669.271	55,0%	33.838	10,5%

FONTE: COBRAPE, 2018, com base em MAPBIOMAS 2017.

As áreas de muito alta fragilidade ambiental representam 1,9% do total da área da BHPA, sendo que sua maior concentração se dá na macrozona Pataxó. Já as áreas com alto índice de fragilidade ambiental representam 38,2% da área total da bacia, e se espalham de forma mais homogênea nas macrozonas. Não obstante, apresentam concentração, igualmente, na macrozona Pataxó.

Nota-se que o uso antrópico sob as áreas de muito alta fragilidade ambiental é intenso, restando apenas 10% da vegetação nativa. Já quanto às áreas de alta fragilidade ambiental, o uso antrópico é menos intenso, mas também bastante notável, com 55% de cobertura de vegetação nativa.

Para realizar a simulação de perda de solo mensurar via InVEST e seu modelo SDR, com a imposição de uma situação hipotética conservacionista, adotou-se a seguinte imposição para além da conservação das APP: realizou-se nova imposição em relação às áreas de muito alto e alto índice de fragilidade ambiental.

- Áreas com muito alto Índice de Fragilidade Ambiental (IFA classe 5): para toda a base mapeada como tal, simula-se o uso do solo como vegetação de formação savânica, independente a cobertura e uso do solo que de fato esteja mapeado;
- Áreas com alto Índice de Fragilidade Ambiental (IFA classe 4): para toda a base mapeada como tal, simula-se a imposição de uma área de preservação de ao menos 20% em cada uma das unidades de análise territorial (células, conforme descrição da base metodológica de análise, item 3.1.3), garantindo-se assim o coeficiente recomendado de Reserva Legal¹² nas áreas com alto índice de fragilidade ambiental.

Como visto no Quadro 3.12, as áreas de IFA classe 4 ocupam uma fração significativa da BHPA, representando 38,2% de sua área total. Para não realizar uma simulação de intervenção irreal, aplicou-se mecânica de exclusão da imposição da área mínima de vegetação nativa de 20% em cada célula com índice de fragilidade ambiental alto quando essa apresentava características propícias à agricultura e ao pastoreio.

Para fins de identificação dessas áreas, desenvolveu-se um índice de propensão à agricultura e à pecuária graduado em 3 classes. Esse índice é resultado da consideração conjunta da menor declividade e dos mais propensos solos. O ranking é calculado com base na multiplicação entre a nota de declividade (menor que 3, 14%, 3; até 8,9%, 2, até 20,4%, 1; 0) e qualidade do solo (graduado de 1 a 5, sendo que o Latossolo é 5, Neossolo flúvico é 4, Cambissolo e Argissolo é 3, Gleissolo, Neossolo

¹² O termo “recomendado” é aqui utilizado uma vez que, tal como a regra da “escadinha” desobriga a recuperação e manutenção de APP em pequenas propriedades rurais (menores que 4 MF), a LPVN desobriga a recuperação de Reserva Legal para esse perfil de proprietário, que pode declarar qualquer remanescente vegetal (no limite, sendo esse remanescente uma única árvore) como reserva legal.

quartzarônico e Planossolo é 2; e Chernossolo é 1). Caso a multiplicação (nota) seja acima de 10, a propensão é máxima; acima de 6, a propensão é média; acima de 2, a propensão é baixa; e caso a nota seja menor do que 2, não há propensão para a agricultura e a pecuária (não há).

Certamente, as áreas mais propensas para a agricultura e pecuária já são as que estão mais ocupadas com essas atividades, senão vejamos: a área total sob índice 1 (propensão máxima para a agricultura e pecuária) é de 308 mil ha (17,6% do total da BHPA), sendo que 25% está ocupado atualmente com agricultura e outros 20% com pecuária, restando nessas áreas 159 mil ha de vegetação nativa. Já sob índice 2 (propensão média), a área total é de 279 mil ha (15,9% do total), e 54% dela está ocupada com agricultura e pecuária (essa representando por 84% do uso). Já a área sob índice de propensão baixo à agricultura e pecuária é de 127 mil ha (7,3% do total da BHPA), e abriga 44% de atividades antrópicas. Uma fração de 59% do total da BHPA é classificada como não propensa para a atividade agrícola, conforme esperado dada a estrutura dos solos e das declividades acentuadas em grandes porções de seu território. Todos os resultados acima são calculados com base nas unidades territoriais de análise denominadas de células, conforme descrito no item 3.1.3.

O resultado da imposição de restrição à ocupação de APP e de áreas com alto e muito alto índice de fragilidade ambiental permitiu simular 4 usos do solo distintos para a BHPA, conforme Quadro 3.14.

Quadro 3.14 – Simulações de modificação na cobertura e uso do solo para modelar a perda de solo via SDR/InVEST

	Área de Preservação Permanente		Índice de Fragilidade Ambiental	
	“Cheia”	Com aplicação da “escadinha”	Alto	Muito Alto
Uso do solo 2017	X	-	X	X
	-	X	X	X
Uso do solo 2008	X	-	X	X
	-	X	X	X

FONTE: COBRAPE, 2018, com base em MAPBIOMAS 2017.

Uma vez que as simulações permitem alterar o uso do solo, calculados por células, podem-se identificar as regiões que mais precisariam crescer vegetação nativa (abrindo mão, portanto, de usos agropecuários) para se adequarem às imposições conservacionistas ora simuladas. O Quadro 3.15 permite identificar que a macrozona Pataxó é aquela que mais teria que crescer vegetação nativa, seguida da macrozona Médio Piranhas Potiguar.

Quadro 3.15 – Variação nas áreas de cobertura de vegetação nativa

Zonas Nível I	Mapeamento de uso do solo base de 2008 e APP “cheia”	Mapeamento de uso do solo base de 2017 e APP “cheia”

	Área hipotética coberta com vegetação nativa (ha)	Varição na cobertura da vegetação nativa em relação ao uso do solo efetivo	Área hipotética coberta com vegetação nativa (ha)	Varição na cobertura da vegetação nativa em relação ao uso do solo efetivo
Costeira	50.146	0,0%	42.595	0,0%
Médio Piranhas Potiguar	91.150	6,4%	95.869	17,6%
Pataxó	152.129	17,8%	155.576	15,2%
Piranhas	266.401	3,1%	264.849	3,4%
Seridó	330.697	2,6%	296.907	3,7%
Serra de Santana	73.347	1,4%	73.044	2,3%
Total	963.870	5,0%	928.840	6,4%

* com (i) imposição de APP “cheia”, (ii) imposição de preservação das áreas com IFA classe 5; e (iii) preservação mínima de 20% nas áreas de IFA classe 4, excetuando-se as de mais alto potencial agrícola

FONTE: COBRAPE, 2018, com base em MAPBIOMAS 2017.

3.3.1.4. Resultados de perda de solo na BHPA

Investimentos conservacionistas (aporte de infraestrutura natural) em bacias hidrográficas podem ajudar a prevenir processos erosivos do solo, melhorar a qualidade da água a jusante, reduzir o custo do tratamento de água de abastecimento e, conseqüentemente, evitar gastos com a saúde. Nota-se, no entanto, que o modelo InVEST não pode sugerir ou priorizar atividades que ajam sobre o assoreamento dentro de canais, uma vez que essas dinâmicas não estão inclusas no sistema. Contudo, o controle destes processos busca evitar a deposição dos sedimentos nesses corpos hídricos, que por sua vez podem reduzir a capacidade de armazenamento, encurtando a sua vida útil ou aumentando o custo de manutenção (como dragagem).

O cruzamento de todas as entradas definidas (item 3.3.1.1) resultou em *rasters* e *shapefiles* intermediários e finais cujo resultado é apresentado por pixel e por bacia hidrográfica. Contudo, a análise doravante será baseada no resultado total de perda de solo de modo a identificar as perdas totais por bacia hidrográfica uma vez que esta pode ser considerada uma unidade de planejamento ideal para o âmbito do instrumento em tela.

Perda de solo atual (uso do solo 2017)

Na primeira simulação, foi realizado o cruzamento das entradas utilizando como base de uso do solo atual do MZPAS segundo MAPBIOMAS 2017. Esta simulação será a base da perda de solo modelada para as bacias hidrográficas de interesse para

posterior comparação com alterações no uso do solo enfatizando com as áreas de preservação permanente.

As bacias hidrográficas que apresentaram perda de solo acima de 4 ton/ano estão localizadas na região leste, nordeste, sudeste e central em relação ao limite do MZPAS que correspondem as unidades hidrográficas de número 15, 33, 38, 43 e 45. Esses resultados têm relação com o tipo de solo e atividades de agricultura e pastagem nestas regiões que contribuem com os processos erosivos uma vez que em sua maior parte não possuem vegetação favorecendo assim a produção sedimentos e conseqüentemente não há a retenção destes. Além disso, a baixa precipitação na região favorece o não carreamento por aspectos hídricos evitando assim a erosão laminar, contudo beneficia a geração de sedimentos.

O resultado geral para o uso do solo atual, baseado no MAPBIOMAS 2017, apresentou o valor de 40,85 ton/ano para toda a área do MZPAS. Santos (2010) realizou a modelagem da produção de sedimentos na bacia hidrográfica do rio Potengi, leste do estado do Rio Grande do Norte, utilizando o modelo SWAT com parâmetros semelhantes aos utilizados nestes processamentos. A área de contribuição da bacia do rio Potengi possui 4.100 km², aproximadamente 20% da área do MZPAS.

Os resultados trazidos por Santos (2010) foram gerados com base em 3 cenários de referência sendo o primeiro enfatizando em áreas de uso exclusivamente agrícola, o segundo em áreas de pastagem e o último alterando áreas de agropecuária para vegetação densa. Como o esperado, o cenário com vegetação densa apresentou menor perda de solo com valor máximo de 0,03 ton/ano e com o maior valor de 5,12 ton/ano para o cenário de áreas de agricultura.

Em 2016, Amaral (2016) realizou estudo sobre a perda de solo para todo o estado da Paraíba, sul do limite do MZPAS, com dimensão aproximada de 56,44 mil km². O resultado obtido apresentou valores acima de 50 ton/ano, sendo a maior parte das regiões com valores entre as faixas de classificação de 30 a 60 ton/ano.

Os resultados de Santos (2010) e Amaral (2016) apontam a consistência, portanto, dos resultados obtidos pela aplicação do InVEST. Ademais, reforçam o caráter de severa perda de solo que é imposto pelas condições naturais e usos antrópicos desta região semiárida, não à toa inclusa no rol de áreas suscetíveis à desertificação.

Perda de solo em 2008

Na segunda simulação, foi realizado o cruzamento das mesmas entradas-base que para a primeira simulação, alterando-se apenas o uso do solo para aquele referente ao ano de 2008 (também com base em MAPBIOMAS). Nesta simulação, os resultados obtidos por bacia hidrográfica apresentaram perda de solo acima de 4 ton/ano correspondendo as mesmas da primeira simulação. O resultado geral para este uso do solo apresentou o valor total de 40,39 ton/ano para o MZPAS. Este resultado é singelamente inferior ao obtido pela simulação com o uso do solo do ano de 2017, como era por se esperar. Uma vez que houve ligeira alteração na cobertura vegetal entre os dois anos, tendo a vegetação natural sido diminuída em cerca de 4,3%, nota-

se aderência nos resultados que indicam correlação direta entre as áreas naturais e uma maior capacidade de retenção de sedimentos.

Assim como no item anterior, os resultados têm relação com o tipo de solo, atividades agropastoris e baixa precipitação, favorecendo a produção de sedimentos e consequentemente, os processos erosivos que culminam no assoreamento da hidrografia e de seus cruciais reservatórios. Como já citado, esta deposição de sedimentos encarece os investimentos quanto ao tratamento de água para abastecimento e encurta a vida útil dos reservatórios.

Comparação entre as simulações e com imposições conservacionistas

Além das simulações de base para o ano de 2008 e 2017, foram obtidos resultados realizando alterações no uso do solo em ambos os anos de acordo com as premissas apostas no item anterior (3.3.1.3). O Quadro 3.16 apresenta, além dos valores obtidos para os anos de 2008 e 2017, as simulações com alteração de APP com aplicação da “escadinha” e APP “cheia”, além da porcentagem de redução através da proteção destas áreas.

Quadro 3.16 – Comparação entre os resultados de Perda de Solo (ton/ano)

Ano	Uso do solo original	Incremento nas Áreas de Preservação Permanente + Áreas com Alto e Muito alto Índice de Fragilidade Ambiental			
		APP com aplicação da “escadinha”		APP “cheia”	
		ton/ano	var. %	ton/ano	var. %
2008	40,39	37,92	6,12%	34,5	14,58%
2017	40,85	39,12	4,24%	36,6	10,40%

FONTE: COBRAPE, 2019.

As regiões que apresentaram as diferenças na perda do solo correspondem, por certo, àquelas com as maiores incidências de áreas de proteção permanente. A diferença de uso do solo do ano de 2008 para o ano de 2017 sem alterações quanto às áreas de preservação permanente corresponde a um pequeno número percentual de 0,01%, aproximadamente 0,46 ton/ano para todo o limite do MZPAS.

Os resultados da análise realizada permitem inferir que a variação de vegetação nativa ocorrida entre 2008 e 2017, de -4,3%, alteraram apenas em uma pequena fração a produção de sedimentos total, uma vez que tal perda de vegetação se deu de forma dispersa no território. Por outro lado, a conservação de áreas prioritárias para a conservação, que são as APP (inclusive por determinação legal) e as áreas de índice de fragilidade ambiental alto e muito alto, é capaz de produzir resultados significativos na retenção de sedimentos.

A imposição conservacionista para o uso do solo de 2017 montou em um incremento de 6,4% na cobertura de vegetação nativa, que é equivalente à promoção da restauração de 55,86 mil ha. Embora essa quantidade de reflorestamento não seja

trivial, tem-se como contrapartida uma redução mais do que proporcional na redução da produção de sedimentos, de 10,4%. Torna-se importante ressaltar a importância da conservação e recuperação de áreas estratégicas como instrumento de gestão da paisagem visando a retenção de sedimentos produzidos pelos processos erosivos.

Não obstante o resultado com a hipotética imposição conservacionista seja interessante, ao revelar que há um potencial ganho em serviços ambientais mais do que proporcional à área que se necessita recuperar, a quantidade de sedimentos que ainda chegariam aos corpos d'água (entre 34,5 e 36,6 ton/ano) corroboram com a fragilidade ambiental da região, que sofre com os processos - lentos porém inexoráveis - de desertificação.

3.3.2. Alterações na geografia hídrica da bacia hidrográfica dos rios Piranhas-Açu

Como denotado nos parágrafos iniciais desse item, a restrição hídrica atual é fator limitante para o desenvolvimento de diversos segmentos produtivos na BHPA. Mais ainda, a fragilidade hídrica impõe insegurança de abastecimento para setores usuários atendidos com prioridade, como o humano e o de dessedentação animal. Diversas obras hidráulicas, assim, não apenas conformaram a geografia dessa região semiárida como permitiram o desenvolvimento e a permanência de populações e de empreendimentos produtivos em diversos locais adversos.

A bacia hidrográfica dos rios Piancó-Piranhas-Açu, incluindo-se nessa definição sua porção paraibana, segundo estudo da FGV (2018), se aproxima rapidamente do limite de sua capacidade de reservação por vias tradicionais. Essa conclusão é chegada após simulações com e sem a influência das mudanças do clima para os próximos 50 anos resultaram em um enchimento apenas parcial (20%) do reservatório de Serra Negra (capacidade de 508,5 hm³). Esse novo reservatório, em conjunto com o Eixo Espinharas de adução de água, distribuiria água para a sub-bacia do Espinharas com foco no abastecimento urbano e industrial. A área de contribuição do reservatório, no entanto, provou não ser capaz de prover a disponibilidade de água suficiente para a reservação necessária, salvo quanto simulado com apenas 20% de sua capacidade (FGV, 2018).

Outra medida testada que provou não agregar benefícios líquidos à bacia foi a de ampliação da capacidade de reservação de água em açudes de terceira ordem na porção paraibana da BHPA. A construção de 14 novos açudes e ampliação de outros 2, trariam maior regularização intra-anual, porém o que se mostrou com as simulações realizadas é que essas novas implantações não são suficientes para reservar maiores volumes (agregados) de água na bacia. Em assim o sendo, a mesma água que já estaria reservada passaria a ser represada em novos locais para que sua distribuição pudesse ser otimizada, mas foi o que não se observou na simulação. Enquanto déficits de transposições e de atividades industriais caíram, os de abastecimento urbano, da população rural e também de dessedentação animal, aumentaram. Estes aumentos se deram de forma pontual na bacia, mas de forma que sua tradução econômica implica em benefícios globais negativos (FGV, 2018).

Duas medidas infraestruturais que estão em andamento, no entanto, provaram ser efetivas em suas capacidades de abatimento de déficits hídricos. São elas a barragem

de Oiticica, em conjunto com o eixo de integração do Seridó, e a transposição das águas do rio São Francisco. Ambas são detalhadas abaixo em suas considerações no âmbito deste MZEE.

3.3.2.1. Barragem de Oiticica e Eixo de Integração do Seridó

A barragem de Oiticica possui capacidade estimada de 524,4 hm³ e já se encontra em fase de conclusão. O reservatório contempla, para justificativa de sua criação, o abastecimento de um eixo de integração para a distribuição de suas águas pela região do Seridó. As cidades diretamente beneficiadas pela medida são: Caicó, São José do Seridó, Cruzeta, Acari, Carnaúba dos Dantas, Jardim do Seridó, Ouro Branco, São João do Sabugi e São Fernando (FGV, 2018).

Segundo FGV (2018), a simulação dos benefícios da inclusão da barragem de Oiticica e do eixo de integração do Seridó (com adução das águas da nova barragem até as sedes urbanas dos municípios contemplados) na geografia hídrica da porção potiguar considerou os seguintes pontos: (i) o eixo de integração é composto por uma rede de adutoras que levam a água da nova barragem até as sedes urbanas dos municípios abrangidos; (ii) partiu-se, para desenho deste eixo de integração a partir das informações contidas no Detalhamento das Propostas de Intervenções para Compor o PNSH (ANA, 2014, apud FGV, 2018); (iii) o eixo de integração atende os seguintes setores usuários: a) abastecimento urbano; e b) indústrias; iv) o eixo foi concebido com um trecho principal que parte do novo reservatório de Oiticica, no município de Jucurutu, passando em seu percurso pelas cidades de Caicó, São José do Seridó, Cruzeta, Acari, Carnaúba dos Dantas, Jardim do Seridó, Ouro Branco e São João do Sabugi. Por fim, garante o abastecimento do município de São Fernando, localizado a jusante do açude Itans, que seria nesse caso reforçado em sua disponibilidade hídrica.

Para todos os municípios contemplados, considerou-se uma redistribuição de suas fontes hídricas para abastecimento urbano e industrial na proporção de 2,0 vezes o déficit hídrico máximo do município, perfazendo o novo reservatório uma fonte de segurança hídrica. Há, assim, a redistribuição de fontes de abastecimento que atualmente dependem exclusivamente de reservatórios de pequeno porte. Segundo FGV (2018), a extensão das adutoras deve ser de cerca de 184 km (distância entre as sedes urbanas de cada um dos municípios contemplados), com uma estimativa de vazão máxima de 0,45 m³/s para o sistema adutor.

Estudos em andamento para a atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Norte, contratado pela SEMARH, reforçam que o denominado “Projeto Seridó” será constituído de sistemas adutores dimensionados para atendimento das populações urbanas com segurança hídrica até o ano de 2070. Ainda que o grau de detalhamento não seja definitivo, tem-se como certa a configuração dos seguintes sistemas:

- Sistema Adutor Seridó Norte: Armando Ribeiro Gonçalves - Currais Novos / Nova Serra de Santana / Derivação para Cruzeta (voltado ao suprimento hídrico de várias sedes municipais da porção norte do Seridó a partir do manancial Armando Ribeiro Gonçalves);

- Sistema Oiticica - Caicó - Passagem das Traíras (destinado à complementação do suprimento hídrico de Caicó e Jardim do Seridó, fará uso das águas represadas pela represa de Oiticica, atualmente em construção);
- Sistema Carnaúba dos Dantas - São João do Sabugi - Ipueira (sistema adutor que, centrado na barragem de Carnaúba, possibilitará a liberação das águas do reservatório Santo Antônio para fins agrícolas, salvo quando em períodos de escassez);
- Sistema Esguicho - Ouro Branco (sistema desenhado para atender apenas uma sede municipal, com captação na barragem de Esguicho);
- Ramal de derivação para Serra Negra do Norte (mediante uso do flange destinado à derivação de água para Serra Negra do Norte da Adutora Manuel Torres).

O “Projeto Seridó” traz uma inovação de planejamento hídrico que prevê a destinação de 3 reservatórios de porte regional para, de forma exclusiva e à exceção de situações de crise, garantir o suprimento hídrico de perímetros de irrigação a eles associados. São eles os reservatórios de Itans, Cruzeta e Santo Antônio. Já a utilização dos demais reservatórios (Passagem das Traíras, Gargalheiras, Boqueirão de Parelhas, Caldeirão de Parelhas, Dourado, Carnaúba e Esguicho) passa a ser, em contrapartida, dedicada ao abastecimento humano.

3.3.2.2. *Projeto de Integração do Rio São Francisco*

O Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF) se apresenta como estruturante para a geografia hídrica de suas bacias receptoras. Concebido para direcionar, em caráter contínuo, uma vazão de 26,4 m³/s para o agreste e sertão dos estados do nordeste setentrional, poderá vir a fornecer até 127 m³/s em momentos de abundância no reservatório de Sobradinho ou ainda sob situações emergenciais nas bacias receptoras.

Projetado em dois eixos, Norte e Sul, o conjunto de reservatórios, canais, adutoras e estações elevatórias chega, agora, à sua fase final de implantação e início de operação. Isso irá requerer significativo esforço de governança e integração operacional, uma vez que as bases e acordos de gestão compartilhada estão em processo de delineamento.

De acordo com o exposto no PRH-Piancó Piranhas-Açu (ANA, 2016), as águas do rio São Francisco terão três portas de entrada na bacia do rio Piranhas-Açu. A primeira delas é por meio de um canal de derivação que desemboca no rio do Peixe, afluente direto do rio Piranhas-Açu. A segunda é por meio de um ramal direto para o Açude Engenheiro Ávidos, o qual se localiza no eixo do rio Piranhas-Açu, na porção Paraibana. A terceira entrada, também pelo estado da Paraíba, é por meio do Ramal do Piancó, realizando o deságue no riacho do Calote, e seguindo até o rio Piancó. Todas estas três situações têm como destino final a porção potiguar da bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu, beneficiando deste modo os municípios que sofrem com os eventos de estiagens extremas.

Embora as obras do Eixo Norte estivessem, ainda em 2016, com 95% de conclusão, nota-se a ausência de regras operacionais claramente definidas, fazendo com que a

consideração do PISF no presente MZEE seja diferente daquela observada pela barragem de Oiticica e do eixo de integração do Seridó. Afinal há incertezas sobre a forma de demanda e de utilização das águas.

O extenso estudo apresentado por FGV (2018) realizou diversas simulações para a entrada e uso das águas do rio São Francisco na BHPA, sendo que uma delas - que é contrastada frente aos cenários de mudanças do clima no próximo item (3.3.3), adota como pressuposto-chave a operação do PISF exclusivamente em caráter de necessidade, ou seja, não são previstas vazões contínuas, e as entradas do PISF atendem às demandas não supridas pela disponibilidade hídrica local, que a cada momento de simulação e a cada cenário climático (realizada sob base mensal e em horizonte de cinquenta anos) são identificadas.

Segundo FGV (2018), essa operação otimizada permite que as infraestruturas hídricas atuem em conjunto, pois a água que adentra a bacia não apenas supre a demanda de seus usuários, mas também enche os reservatórios quando pertinente, permitindo maior conectividade entre eles. A operação do PISF mediante seu acionamento pontual intenta viabilizar uma alocação inteligente da água. Dada as capacidades de transferência da infraestrutura construída, bem como dos padrões de repartimento de água estabelecidos entre as regiões contempladas, a bacia de interesse poderia receber um montante de até 16,3 m³/s, e em situações críticas, as vazões liberadas de forma emergencial poderiam, em função do reservatório que recebe a água de entrada da transposição, equivaler a 54,53 m³/s (FGV, 2018).

Os resultados da simulação de FGV (2018) para o PISF em 50 anos, como apenas descrito, apresenta os seguintes resultados, reforçando-se tratar de uma simulação que inclui a porção paraibana da BHPA: a vazão máxima requerida é de 51,7 m³/s, e a permanência dessa vazão máxima é de 40%. Isso mostra que, com as premissas adotadas de se trazer água com grandes níveis de perdas em trânsito, o uso em caráter “emergencial” é descaracterizado, pois há demanda por grandes volumes de água em ritmos quase que contínuos. Como a simulação trazida por FGV (2018) é de base mensal, em 61% dos meses no intervalo de 50 anos futuros houve alguma demanda do PISF. Outra forma de se observar a recorrência da “emergência” é por meio da vazão média que seria de 28,64 m³/s.

O custo estimado por FGV (2018) para a adução do volume de cerca de 44,55 mil hm³, seria de R\$ 1,15 bilhões (custo de uso da água apenas). Uma vez que se traz esse fluxo financeiro de desembolsos para o presente, mediante a taxa de desconto adotada no estudo de FGV (2018) de 5,64% ao ano, obtêm-se o VPL (valor presente líquido) de R\$ 283 milhões. Este é o valor que se espera desembolsar, em valores atuais, para a solução simulada do PISF.

Caso esse custo seja comparado com a quantidade de benefícios (custos evitados) que gera ao longo do tempo, trazidos a valor presente, ter-se-ia uma razão de custo-benefício de 0,09, ou seja, uma medida extremamente custo-benéfica. Essa razão pressupõe que aos custos de adução de água do PISF não sejam adicionados os custos da obra. Caso esse seja o caso, a razão de custo-benefício passaria a ser de 0,40, uma vez que os mesmos benefícios estariam sendo contrastados com um custo

de R\$ 1,30 bilhão (já rateando os custos de implementação do PISF para a bacia do Piranhas-Açu.

É importante ressaltar que as simulações de FGV (2018) partem do pressuposto de que haverá disponibilidade ilimitada de águas no rio São Francisco, o que está longe de ser factível em um cenário em que o próprio São Francisco venha a sofrer com menores disponibilidades devido à combinações de fatores como uso excessivo, gestão voltada ao setor elétrico e os próprios impactos das mudanças do clima. A demanda por volumes elevados, que em alguns casos atingem frequentemente o limite de recebimento da bacia, descaracteriza a natureza emergencial das vazões, e assim o são devido às perdas em trânsito que ocorrem no trajeto das águas da transposição. A bacia do Piancó-Piranhas-Açu detém suas mais altas demandas nas proximidades do litoral, local oposto à entrada de água do PISF na bacia, que se dá pelo reservatório de Engenheiro Ávidos, o que implica em altos índices de perdas para atendimento dos usuários ao longo deste trajeto.

3.3.3. Análise das mudanças do clima na BHPA

A Organização Meteorológica Mundial reportou em seu 25º relatório sobre o Estado Global do Clima (WMO, 2019) que os últimos quatro anos tiveram as temperaturas médias do planeta mais altas dos registros históricos, o que por consequência gerou inúmeras perdas, especialmente relacionadas a eventos extremos, que afetaram diretamente 62 milhões de pessoas, das quais 35 milhões por enchentes. Segundo o dito estudo, os furacões Florence e Michael, junto com o ciclone Mangkhut, mataram mais de 230 pessoas e causaram prejuízos de mais de US\$ 50 bilhões. Já as ondas de calor e os incêndios florestais na Europa, nos EUA e Japão duraram mais do que duravam entre 1986 e 2008 e mataram mais de 1.600 pessoas, além de causar prejuízos de quase US\$ 24 bilhões. O relatório ainda atribuiu ao clima a migração de mais de 2 milhões de pessoas, gerando significativos impactos (WMO, 2019).

Já o estudo do *Institute for Public Policy Research* (IPPR, 2019) adverte que as “ameaças causadas pelo homem ao clima, à natureza e à economia apresentam um risco de colapso sistêmico comparável ao da crise financeira de 2008, uma vez que a combinação do aquecimento global com perda da fertilidade do solo, perda de polinizadores, lixiviação química e acidificação dos oceanos está criando um 'novo domínio de risco', que vem sendo subestimado pelos formuladores de políticas, embora possa representar a maior ameaça na história humana”.

O efeito deletério das mudanças do clima na Bacia hidrográfica dos Rios Piranhas-Açu foi identificado, no “*Produto 04 – Documento Síntese e elaboração do 1º Caderno de Trabalho*”, como sendo de extrema gravidade, fazendo-se uso para tal conclusão dos resultados de abrangente e recente estudo na região produzido pelo Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas com o apoio da Agência Nacional de Águas (FGV, 2018). Eis que o fenômeno das mudanças climáticas é global e afeta o clima terrestre como um todo e de forma indissociável.

A investigação da variabilidade climática futura demanda, assim, modelos que consideram o clima de todo o globo – os Modelos de Circulação Geral Atmosférica / Oceânica (AOGCM na sigla em inglês), ou simplesmente Modelos Climáticos Globais

(MCG). Esses modelos incluem em suas variáveis os diferentes contextos de emissões antropogênicas de gases de efeito estufa, para além da circulação geral atmosférica. A escala de trabalho destes modelos, como seu próprio nome indica, é global e não se podem deles derivar projeções locais sem inferir em potenciais incertezas. Para se chegar das mudanças climáticas globais para aquelas regionais, como no caso da bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu, tem-se a necessidade de regionalização de modelos climáticos a fim de reduzir em escala espacial e temporal seus resultados.

Para compor as projeções dos dados climáticos, foram utilizados como base os cenários 4.5 e 8.5 do 5º Relatório Especial do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC - AR5), denominados *Representative Concentration Pathways* (RCPs), ou “Caminhos Representativos de Concentração”. Estes cenários objetivam direcionar as modelagens com intuito de facilitar a compreensão dos resultados por parte do público em geral.

Os RCPs são cenários que descrevem as trajetórias alternativas das emissões de dióxido de carbono e o resultado da concentração atmosférica destes gases dos anos de 2000 a 2100. Eles representam quatro cenários diferentes baseados em diferentes hipóteses sobre população, crescimento econômico, consumo e fontes de energia e o uso do solo ao longo deste século. Os cenários são nominados de acordo com o nível de “radiação forçada” ou ainda “forçante radioativa” produzidos por cada um, medidos em Watts por metro quadrado (W/m^2). A escala de projeções vai de $2.6 W/m^2$ (cenário otimista) a $8.5 W/m^2$ (cenário pessimista). O cenário atual é de $2.2 W/m^2$, logo, se o pico chegasse a apenas $2.6 W/m^2$, seria um futuro razoável.

- RCP 2.6: Neste cenário, o mais otimista, o crescimento da radiação atingiria seu pico no meio do século e depois recuaria.
- RCP 4.5: Representa um cenário menos pessimista, indicando picos de emissão de dióxido mais controlados e com potencial de redução. Este cenário leva em consideração crescimento populacional e econômico não tão acentuados. Logo, demonstra como o sistema climático tende a se estabilizar antes de 2100 frente às componentes antrópicas associadas a esta forçante radioativa.
- RCP 6.0: Neste caso também haveria uma estabilidade do aumento de radiação, porém ocorreria apenas em 2100. Tanto neste RCP quanto no 4.5 a estabilidade seria pela diminuição na emissão de gases de efeito estufa.
- RCP 8.5: Mais pessimista, refere-se à estabilização da forçante radioativa de $8.5 W/m^2$ apenas no ano de 2100, considerando as maiores emissões de gases de efeito estufa. É sugerido por meio deste cenário um crescimento populacional contínuo e baixo desenvolvimento tecnológico associado à grande dependência de combustíveis fósseis, o que levaria às maiores emissões de dióxido de carbono.

Os principais cenários, otimista e pessimista, gerados pelos modelos e ora analisados são os RCPs 4.5 e 8.5, visto que há uma descrença na comunidade internacional que

seja possível manter o 2.6 como o mais otimista, visto o estágio atual das negociações para conter as mudanças do clima no nível global.

Realiza-se, no presente item, 2 análises complementares de variações possíveis para variáveis climáticas-chave sob as tendências de modificações no clima global. A primeira dessas análises (item 3.3.3.1) é realizada sob os resultados de dois MCG, enquanto que a segunda análise (item 3.3.3.1) descreve os resultados de metodologia de cenários consensuais de clima trazidos por FGV (2019). O intuito de se ter ambas análises é fornecer uma base analítica robusta para comparar resultados e averiguar tendências, refinando a compreensão sobre as repercussões antevistas para essa significativa ameaça. A comparação entre os resultados obtidos pelos dois itens subsequentes é apresentada ao final do segundo.

3.3.3.1. Variáveis climáticas regionalizadas pelos modelos Eta-HadGEM2 e Eta-MIROC5

Essa análise compreende uma série histórica de dados sobre as variáveis climáticas de precipitação e temperatura, compreendida entre 1965 e 2005 para a região, além das projeções fornecidas por 2 modelos climáticos globais diferentes, quais sejam: o inglês Eta-HadGEM2 - ES e o japonês Eta-MIROC5, por meio dos quais o modelo regional Eta, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), é correlacionado, produzindo uma versão regionalizada para Brasil. A versão do Eta utilizada possui resolução de 20 km, tendo sido adaptada para os estudos dos cenários de mudanças climáticas, enquanto os MCGs operam em uma escala de 200 km.

É importante ressaltar que o exercício realizado para a simulação das condições climatológicas da região no futuro não busca acertar a precisão dos números e prever com exatidão os valores de precipitação ou temperatura no futuro – não se trata, afinal, de previsão. Há uma imprevisibilidade muito grande atrelada ao clima, além das inerentes questões de compatibilidades de escala quando são lidas tendências de nível global, como dados e metodologias diferenciadas em cada modelo e para cada escala. Não obstante, o objetivo é detectar as tendências possíveis que estes modelos podem indicar.

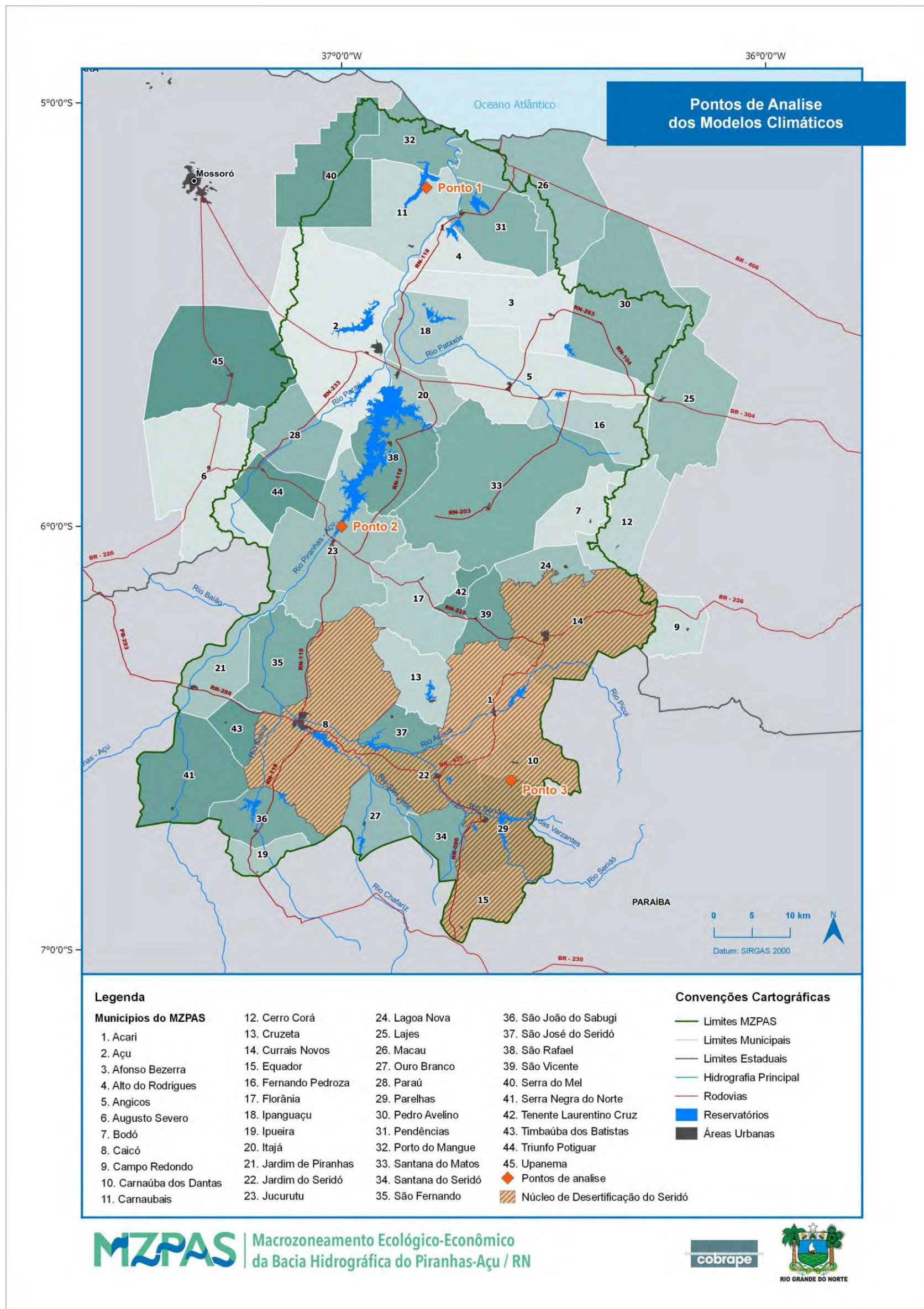
Para a análise foram identificados três pontos distribuídos dentro do limite do MZPAS, conforme a Quadro 3.8 e Figura 3.10 com suas respectivas coordenadas geográficas. Para cada ponto foram analisadas as variáveis climáticas referentes ao *número máximo de dias consecutivos sem chuva no ano*, *precipitação total anual*, *temperatura do ar a 2 metros* e *intensidade do vento a 100 metros de altura*. Os dados de cada variável foram representados através de gráficos para os cenários RCP 4.5 e RCP 8.5, resultando em 24 gráficos gerados.

Quadro 3.17 – Pontos de análise para os modelos climáticos

Ponto	Latitude	Longitude	Região
1	-5,2	-36,80	Região norte do município de Carnaubais, próximo a Lagoa Lagamar
2	-6,0	-37,00	Região norte da área urbana de Jucurutu, abaixo do Reservatório Armando Ribeiro Gonçalves
3	-6,6	-36,60	Região norte do município de Parelhas, acima do Reservatório Boqueirão de Parelhas

FONTE: COBRAPE, 2019.

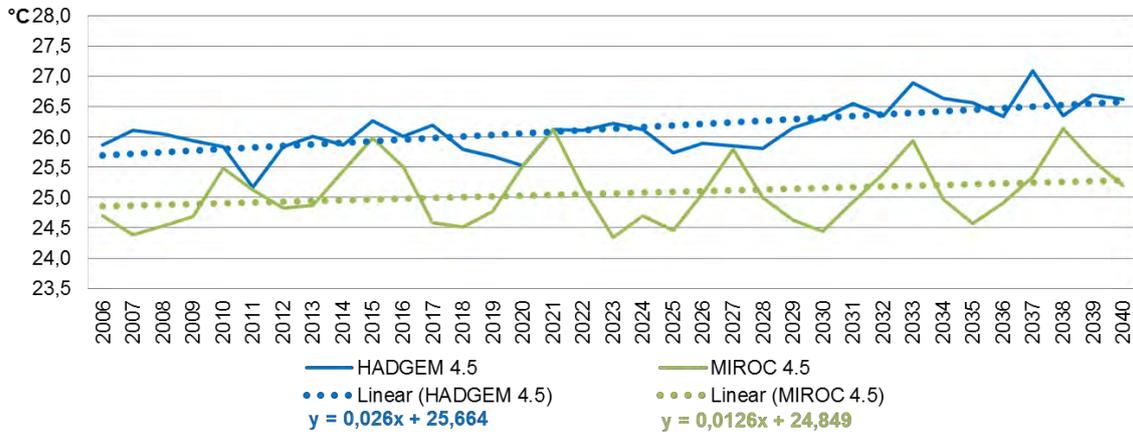
Figura 3.10 – Pontos de análise dos modelos climáticos



FONTE: COBRAPE, 2019.

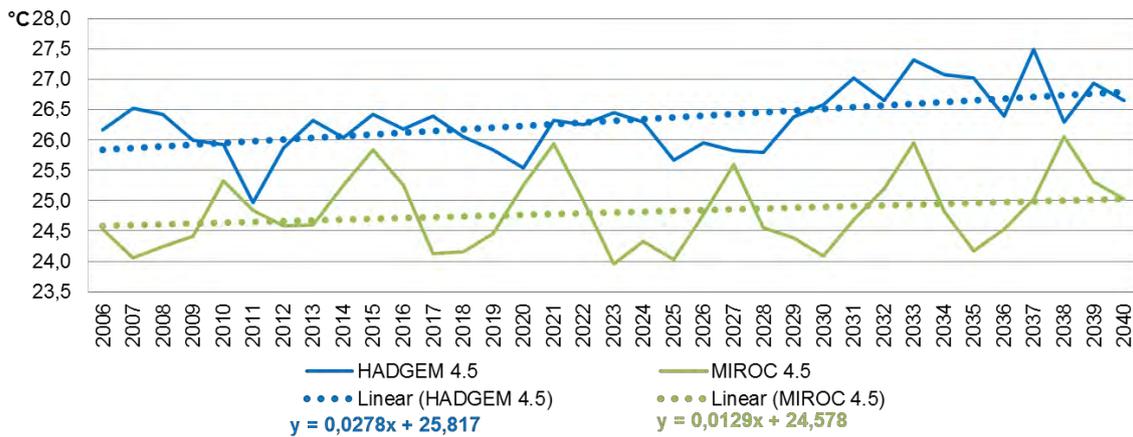
Atualmente, a variável climática de maior evidência se refere à temperatura e seu aumento gradual. Como esperado, no cenário RCP 4.5, os modelos projetam um aumento anual na temperatura média variando de 0,0124°C a 0,0278°C, sendo a maior taxa referente ao modelo climatológico Eta-HadGEM2 correspondente ao Ponto 2 (Figura 3.12). Abaixo estão os gráficos correspondentes a cada ponto analisado.

Figura 3.11 – Simulação de temperatura a 2 metros no RCP 4.5 referente ao Ponto 1



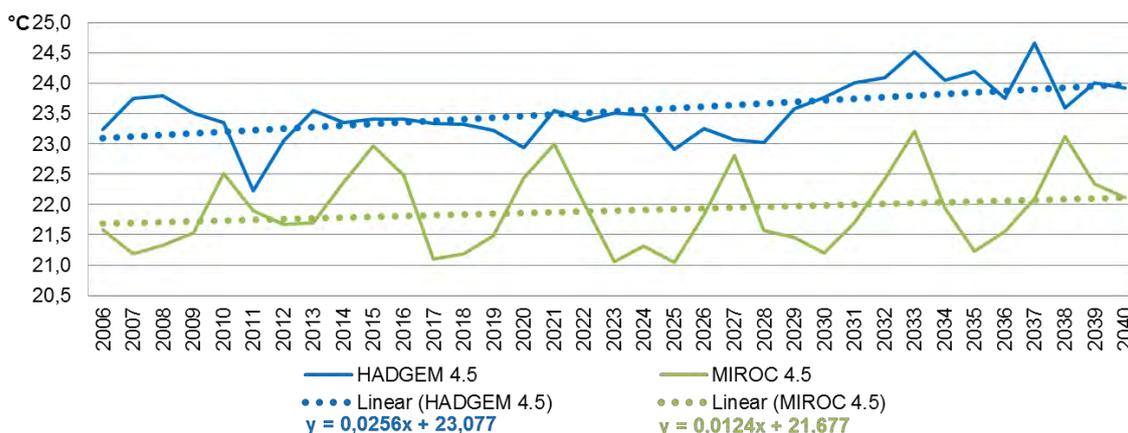
FONTE: INPE, 2019.

Figura 3.12 – Simulação de temperatura a 2 metros no RCP 4.5 referente ao Ponto 2



FONTE: INPE, 2019.

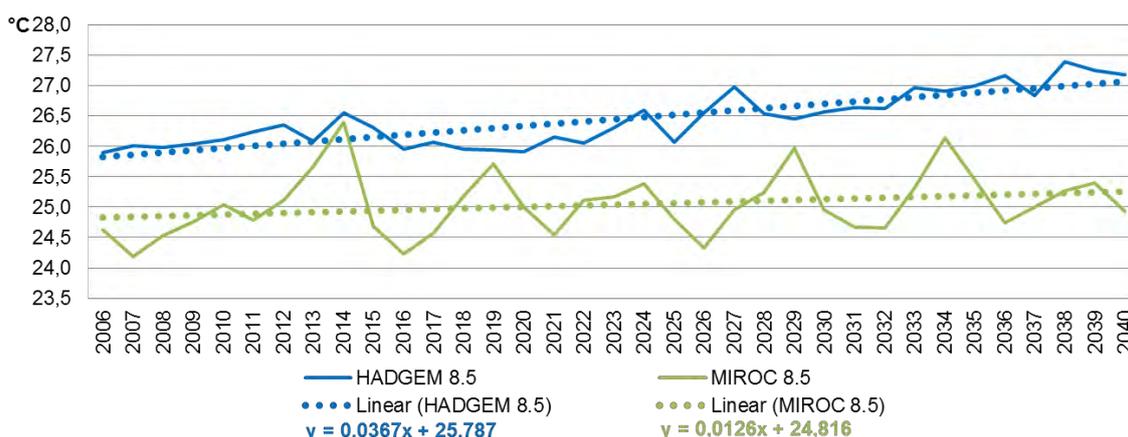
Figura 3.13 – Simulação de temperatura a 2 metros no RCP 4.5 referente ao Ponto 3



Fonte: INPE, 2019.

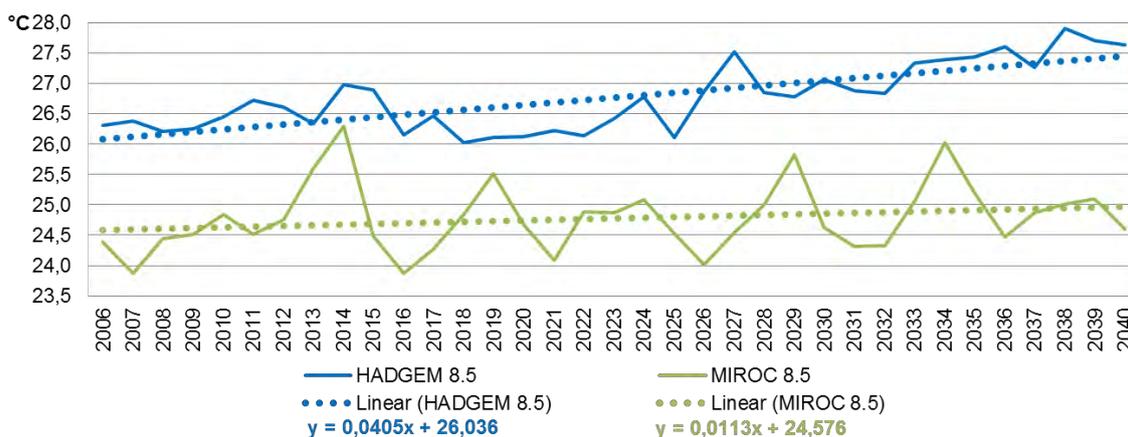
Já o cenário RCP 8.5, tido como mais pessimista, apresenta simulações das variações de temperatura entre os valores de 0,0113°C e 0,0422°C, sendo o valor máximo para o modelo Eta-HadGEM2 de 0,0422°C correspondente ao Ponto 3 (Figura 3.16) e para o modelo Eta-MIROC5 de 0,0126°C correspondente ao Ponto 1 (Figura 3.14).

Figura 3.14 – Simulação de temperatura a 2 metros no RCP 8.5 referente ao Ponto 1



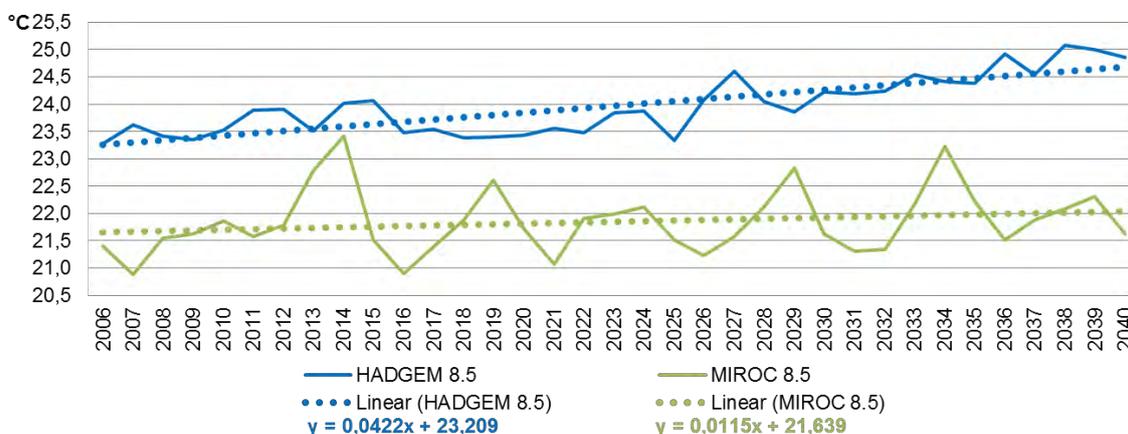
Fonte: INPE, 2019.

Figura 3.15 – Simulação de temperatura a 2 metros no RCP 8.5 referente ao Ponto 2



Fonte: INPE, 2019.

Figura 3.16 – Simulação de temperatura a 2 metros no RCP 8.5 referente ao Ponto 3

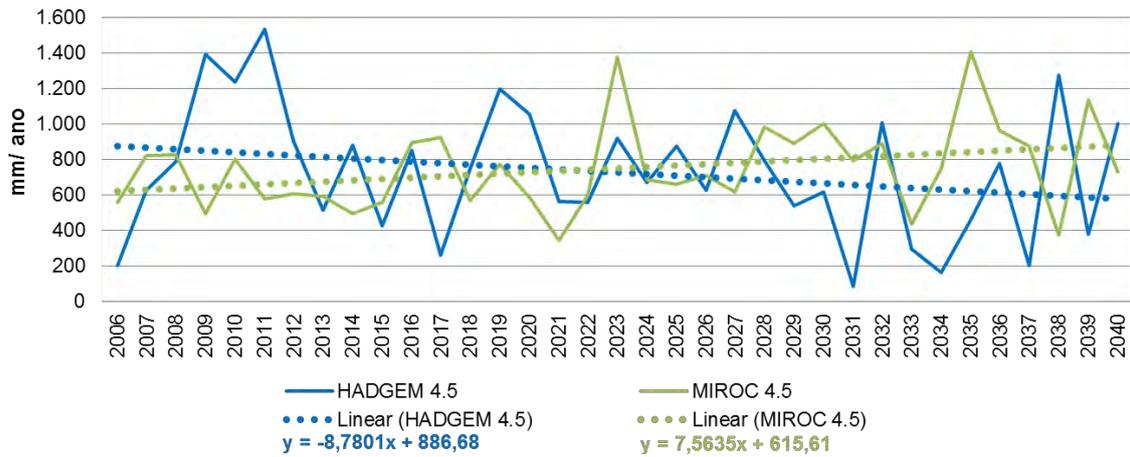


Fonte: INPE, 2019.

Nota-se pelas figuras acima que para todos os modelos em suas variações RCP. E RCP 8.5, nos três pontos geográficos de análise na área do MZPAS, denotam-se projeções de acréscimo de temperatura a 2 metros do solo. Dentre as principais consequências do aumento de energia disponível na atmosfera e o consequente aumento de temperatura, está o impacto sobre o regime hidrológico, em especial sobre as precipitações. Em termos de precipitação anual total, os modelos apresentam diferentes tendências para os próximos anos. O Eta-HadGEM2 apresenta um decaimento na precipitação de até 9,935mm para o Ponto 2 (Figura 3.18), enquanto o modelo Eta-MIROC5 apresenta um aumento variando de 3,09mm (Ponto 2) a 7,56mm (Ponto 1). De maneira geral, o modelo inglês projeta um decréscimo médio de 7,43mm anuais, em contrapartida ao modelo japonês, que apresenta um aumento médio de 4,91mm por ano.

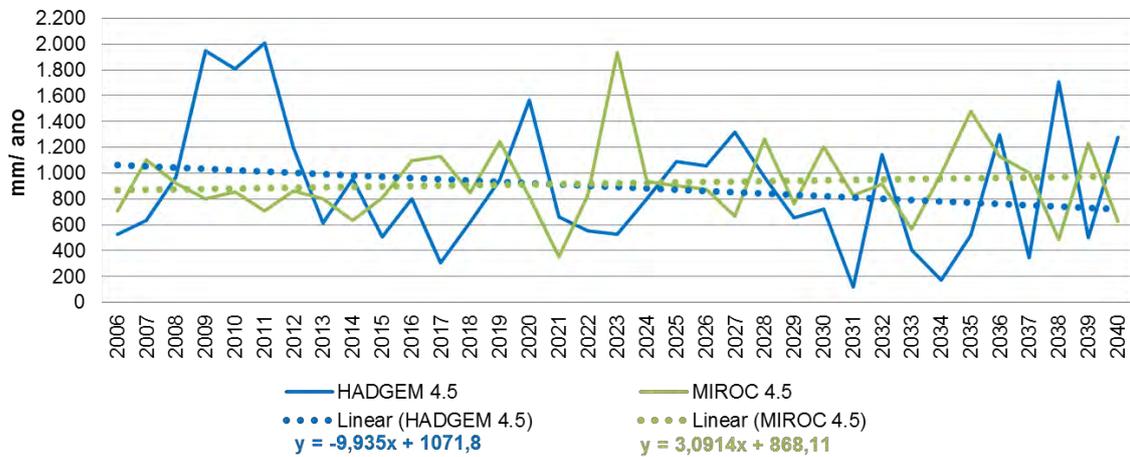
O grau de variação tendencial dos modelos se inverte, onde um está apontando para a redução e o outro para o crescimento, esta inversão se deve às premissas metodológicas dos modelos, que não são iguais, portanto, acabam apresentando resultados diferenciados dependendo do cenário estudado.

Figura 3.17 – Simulação da precipitação anual no RCP 4.5 referente ao Ponto 1



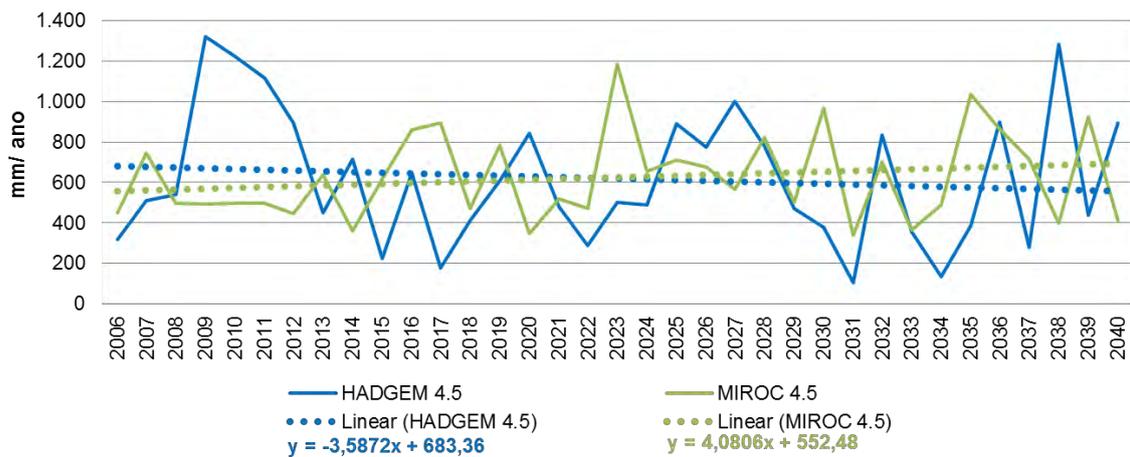
Fonte: INPE, 2019.

Figura 3.18 – Simulação da precipitação anual no RCP 4.5 referente ao Ponto 2



Fonte: INPE, 2019.

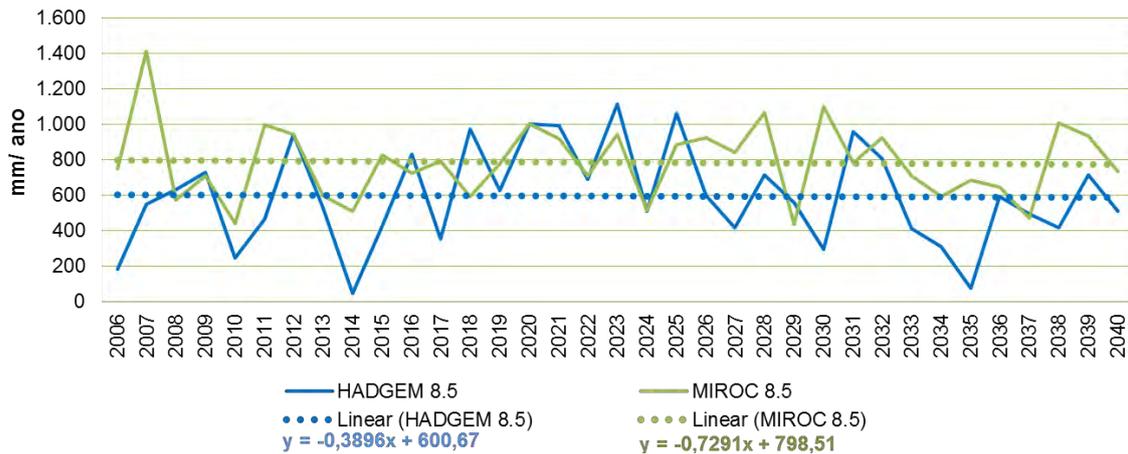
Figura 3.19 – Simulação da precipitação anual no RCP 4.5 referente ao Ponto 3



Fonte: INPE, 2019.

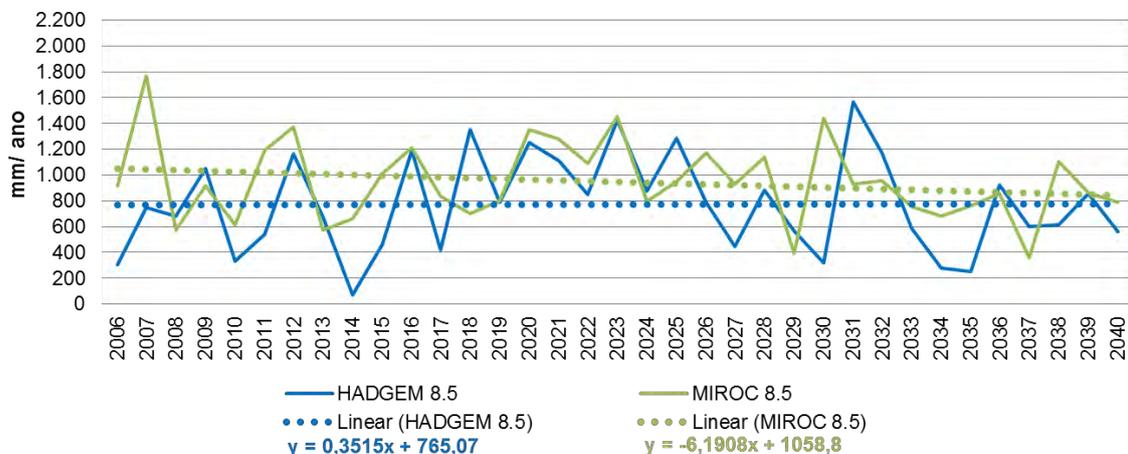
No cenário RCP 8.5 os modelos climáticos apresentaram linhas tendenciais diferentes para cada ponto analisado. No Ponto 1 (Figura 3.20) ambos apresentaram a mesma linha tendencial, representando um decaimento na precipitação anual. Já para o Ponto 2 (Figura 3.21), o modelo inglês apresentou um aumento de 0,35mm por ano enquanto o modelo japonês um decréscimo de 6,19mm anual. Assim como no ponto anterior, o Ponto 3 (Figura 3.22) apresentou variação nas linhas de tendência, contudo os valores tendenciais mudaram para 2,60mm e 2,94mm respectivamente. A variação permaneceu entre -6,19mm a 2,60mm por ano.

Figura 3.20 – Simulação da precipitação anual no RCP 8.5 referente ao Ponto 1



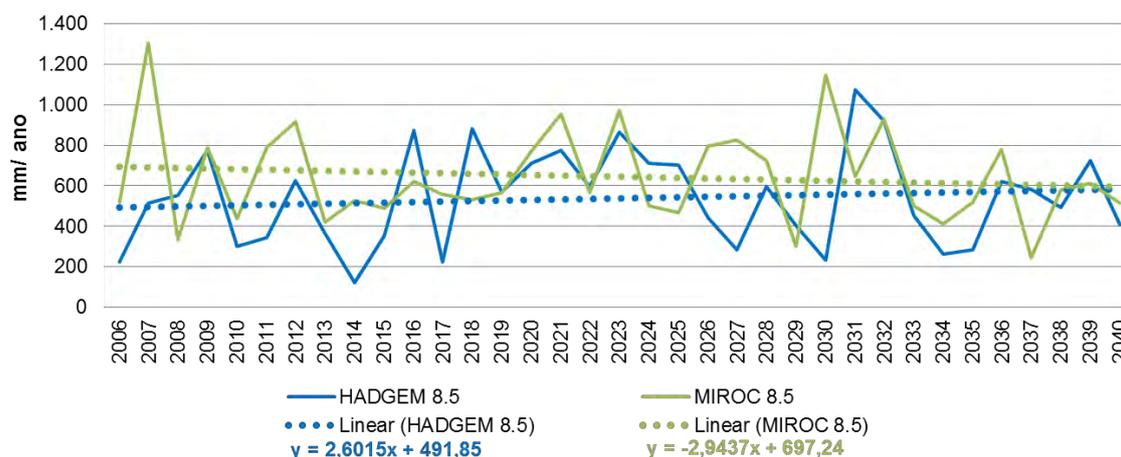
Fonte: INPE, 2019.

Figura 3.21 – Simulação da precipitação anual no RCP 8.5 referente ao Ponto 2



Fonte: INPE, 2019.

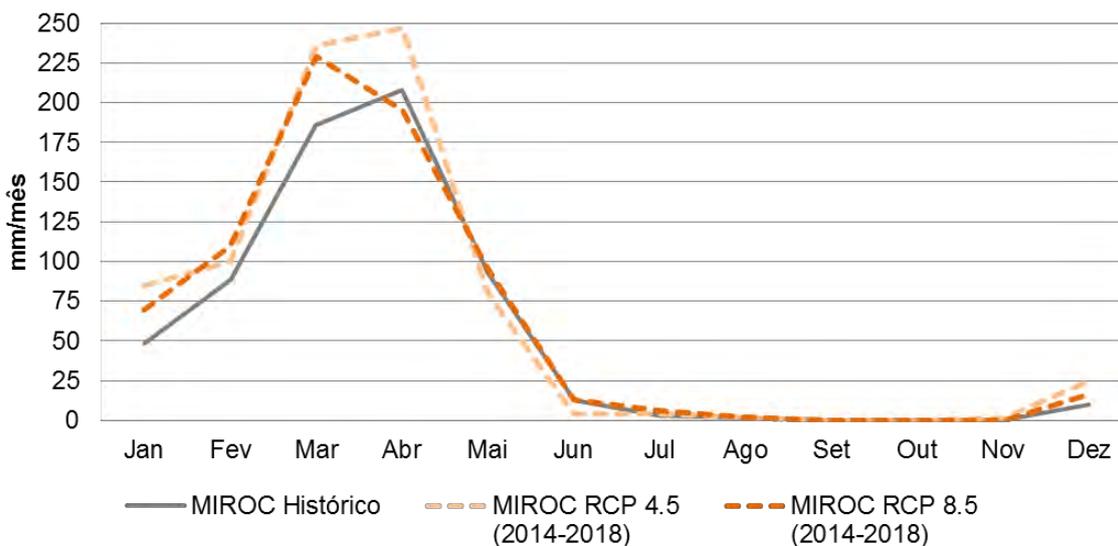
Figura 3.22 – Simulação da precipitação anual no RCP 8.5 referente ao Ponto 3



Fonte: INPE, 2019.

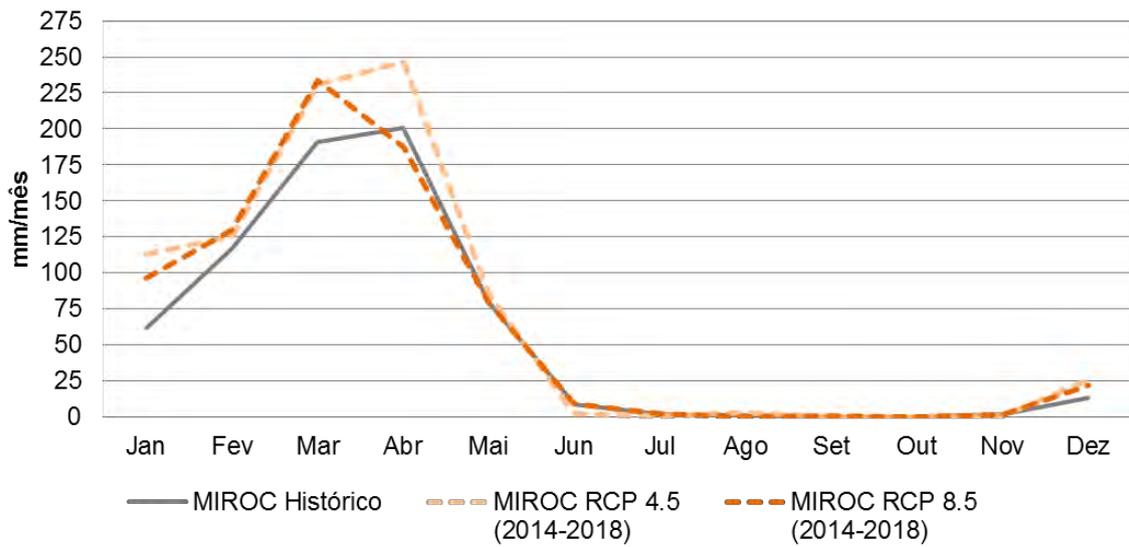
No que tange a sazonalidade mensal das precipitações, novamente os resultados simulados dos modelos apresentaram respostas diferenciadas, porém não muito distantes do padrão atual, com verões mais volumosos e invernos mais secos, conforme as Figura 3.23 a Figura 3.28.

Figura 3.23 – Sazonalidade anual das precipitações pelo modelo MIROC para o Ponto 1



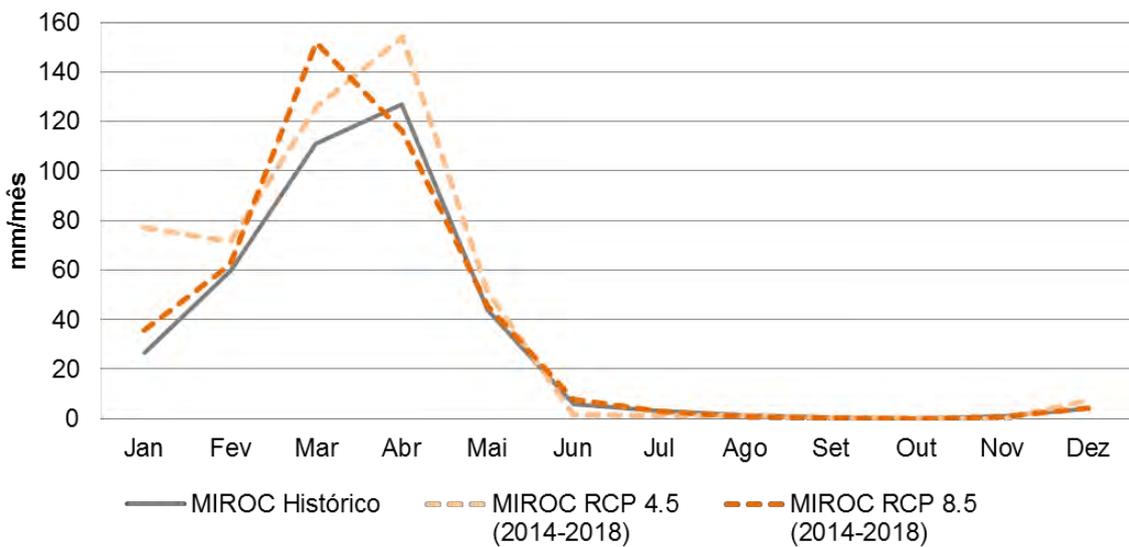
Fonte: INPE, 2019.

Figura 3.24 – Sazonalidade anual das precipitações pelo modelo MIROC para o Ponto 2



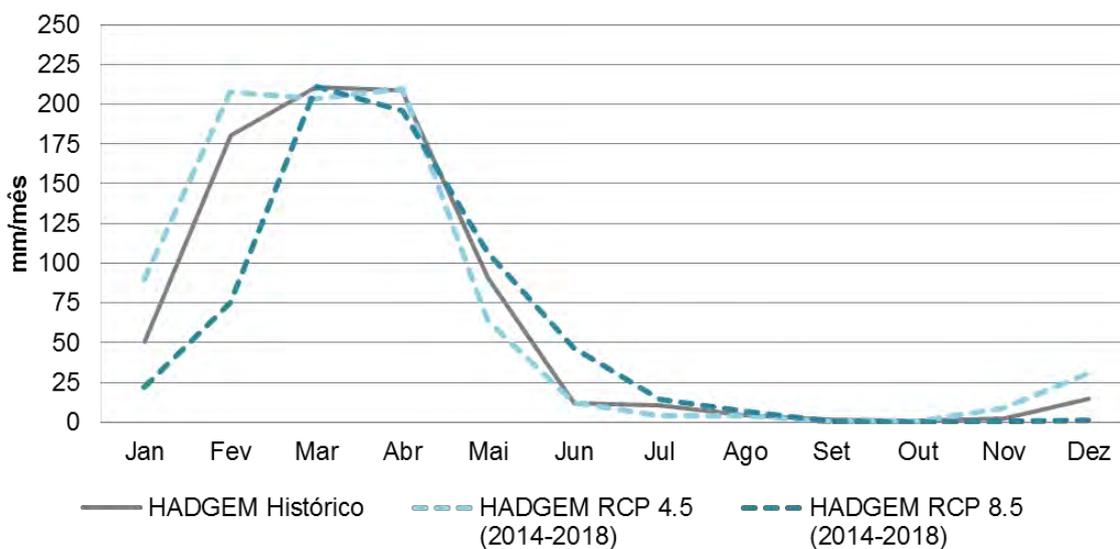
Fonte: INPE, 2019.

Figura 3.25 – Sazonalidade anual das precipitações pelo modelo MIROC para o Ponto 2



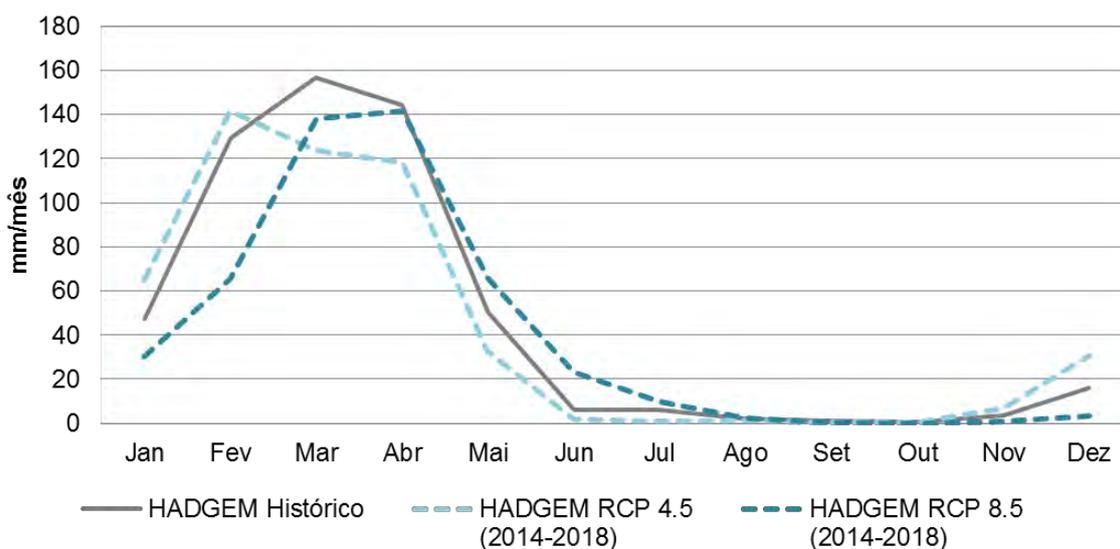
Fonte: INPE, 2019.

Figura 3.26 – Sazonalidade anual das precipitações pelo modelo HADGEM para o Ponto 1



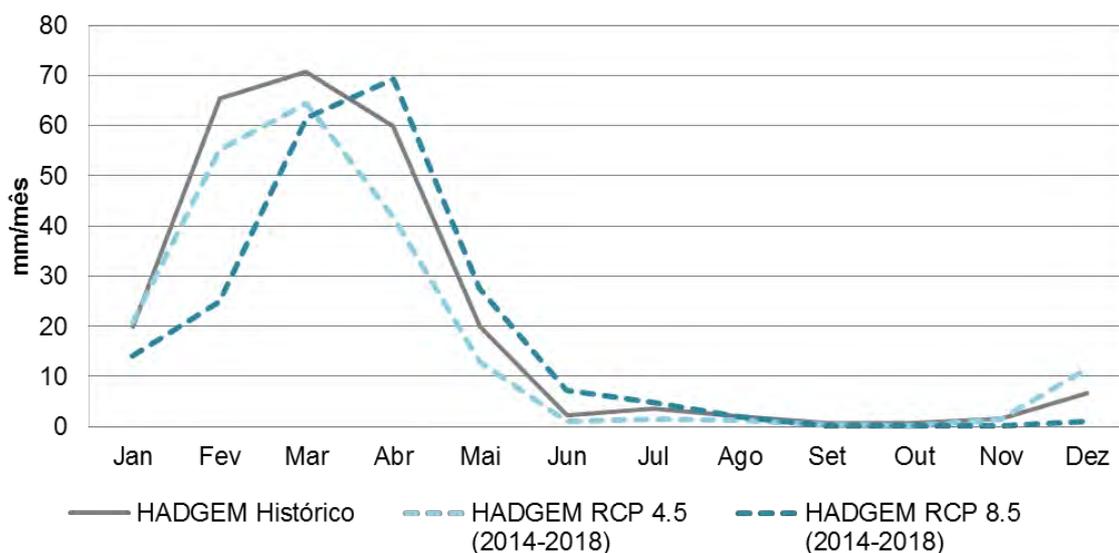
Fonte: INPE, 2019.

Figura 3.27 – Sazonalidade anual das precipitações pelo modelo HADGEM para o Ponto 2



Fonte: INPE, 2019.

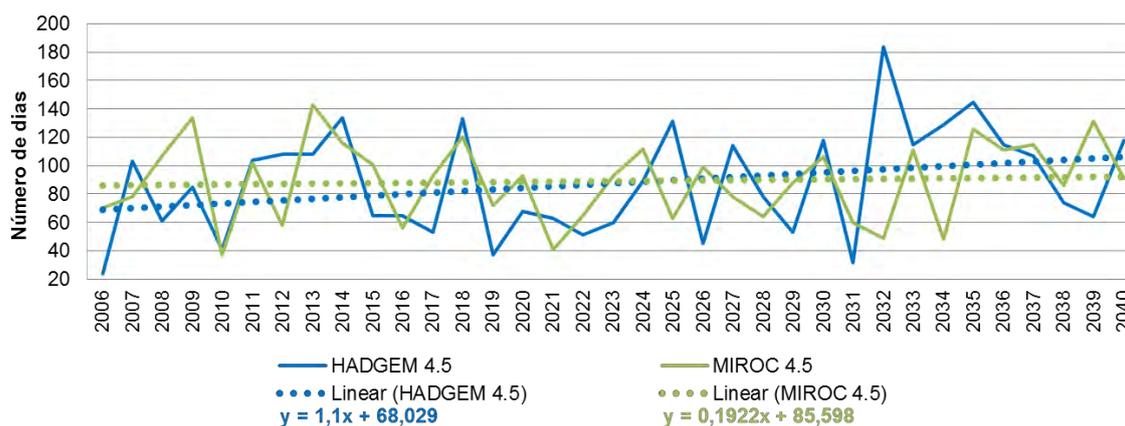
Figura 3.28 – Sazonalidade anual das precipitações pelo modelo HADGEM para o Ponto 3



Fonte: INPE, 2019.

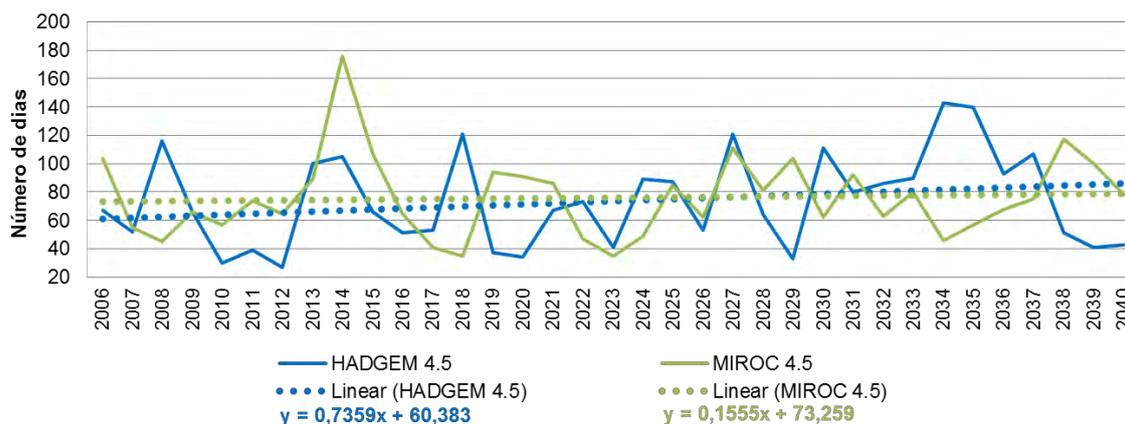
Diferentemente das tendências desencontradas para a precipitação, nas simulações com a variável de número de dias consecutivos sem chuva, os modelos apresentaram plena convergência. Com base no cenário otimista (RCP 4.5), o modelo Eta-MIROC5 apresentou um decréscimo de até 3,8% nos dias consecutivos sem chuva para o MZPAS. Em contrapartida, o outro modelo climatológico apresentou um aumento de 1% em dias sem chuva. É importante ressaltar que a não convergência das linhas tendenciais para o Ponto 3 (Figura 3.31) é proveniente das bases metodológicas de cada modelo com suas respectivas particularidades, importando mais a observação da tendência do que a leitura dos dados com "precisões".

Figura 3.29 – Simulação do número de dias consecutivos sem chuva no RCP 4.5 para o Ponto 1



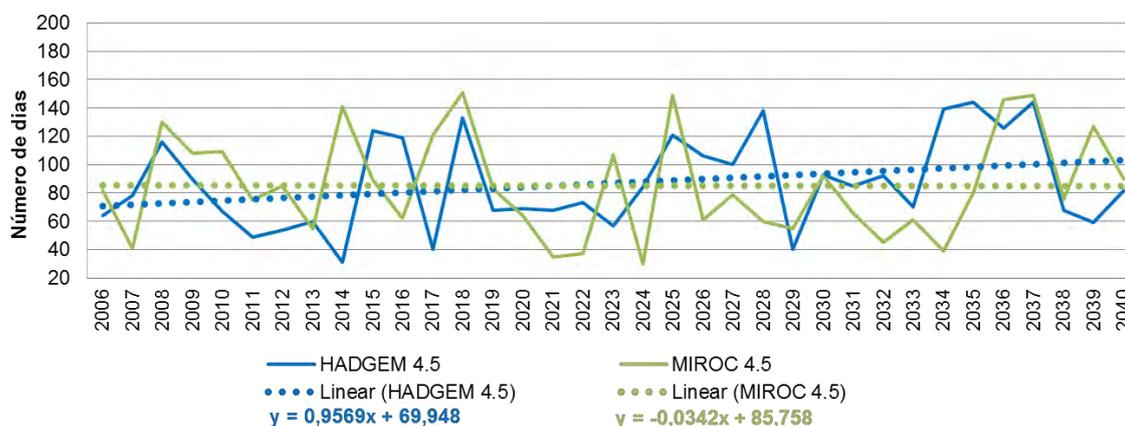
Fonte: INPE, 2019.

Figura 3.30 – Simulação do número de dias consecutivos sem chuva no RCP 4.5 para o Ponto 2



Fonte: INPE, 2019.

Figura 3.31 – Simulação do número de dias consecutivos sem chuva no RCP 4.5 para o Ponto 3

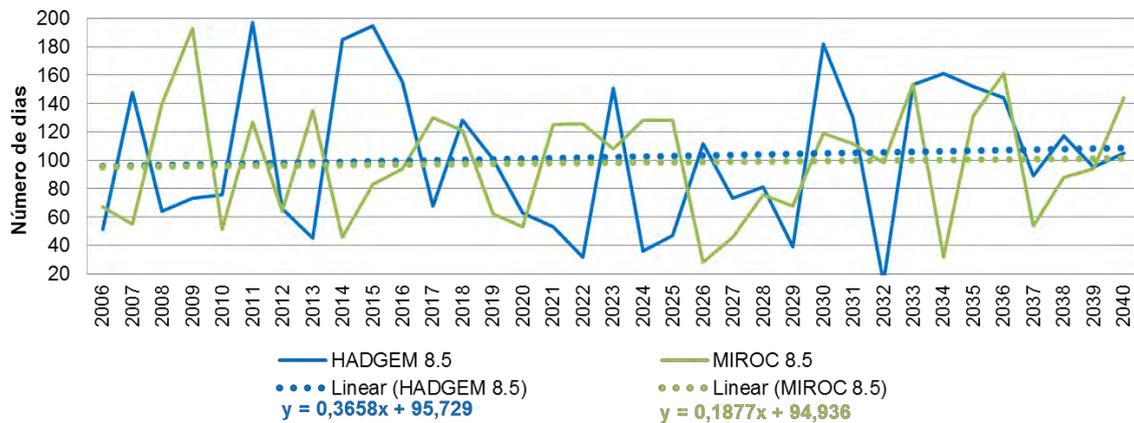


Fonte: INPE, 2019.

Em relação para o cenário pessimista (RCP 8.5), ambos os modelos apresentaram um aumento significativo nos dias sem chuva. Para o modelo Eta-HadGEM2 o aumento é de 8,2%, enquanto para o Eta-MIROC5 de até 18,6%. Esta porcentagem é a razão do máximo de dias sem chuva e o respectivo histórico anual deste mesmo modelo.

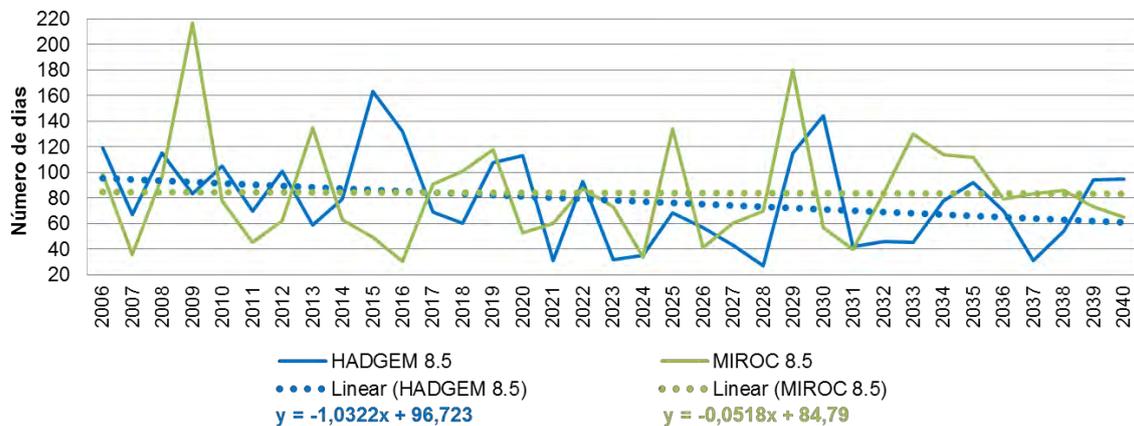
Os modelos seguem a mesma linha de tendência para o mesmo ponto analisado, por exemplo, no Ponto 1 (Figura 3.32) ambos apresentam tendência no aumento de dias consecutivos sem chuva, enquanto no Ponto 3 (Figura 3.34) os dias sem chuva diminuíram.

Figura 3.32 – Simulação do número de dias consecutivos sem chuva no RCP 8.5 para o Ponto 1



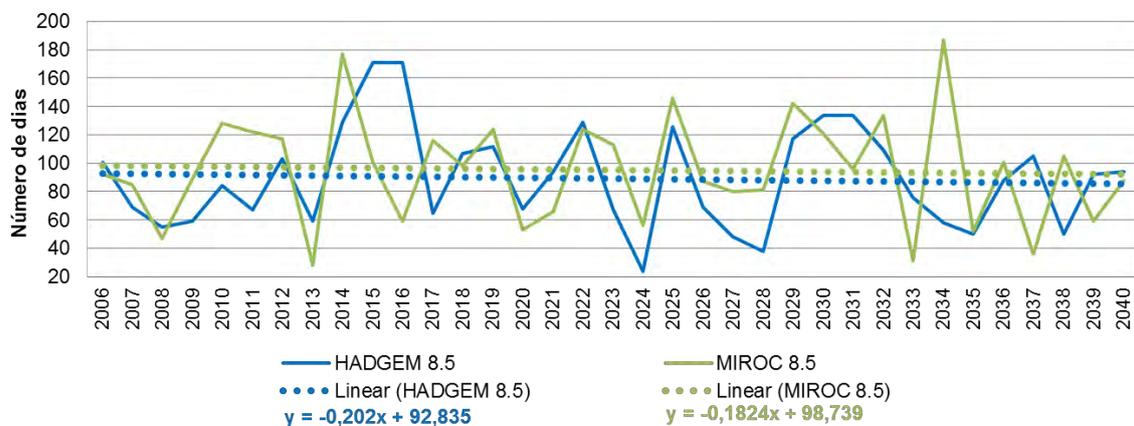
Fonte: INPE, 2019.

Figura 3.33 – Simulação do número de dias consecutivos sem chuva no RCP 8.5 para o Ponto 2



Fonte: INPE, 2019.

Figura 3.34 – Simulação do número de dias consecutivos sem chuva no RCP 8.5 para o Ponto 3

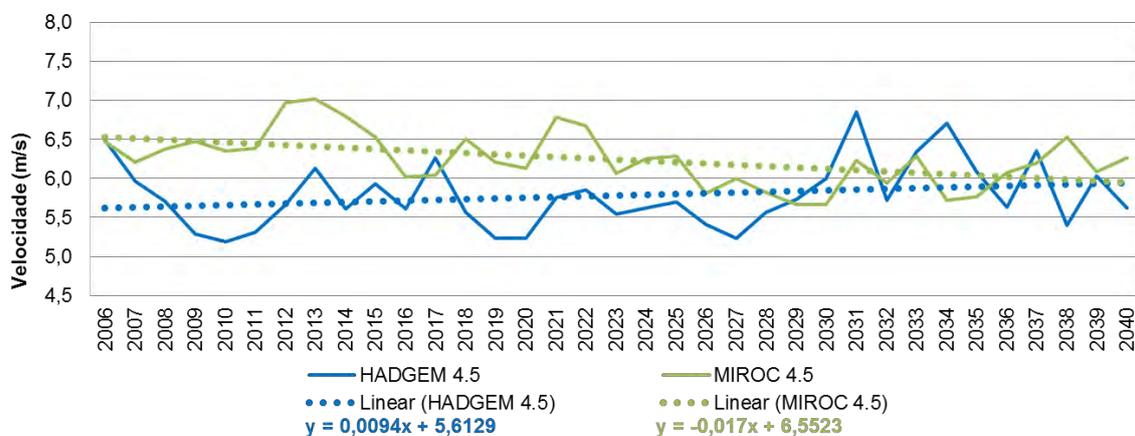


Fonte: INPE, 2019.

Outra variável de extrema importância é a variação da intensidade do vento, variável que está intrinsicamente ligada à eficiência de geração de energia do setor eólico. Nessas simulações, os modelos apresentam menor convergência, fato que se deve às suas respectivas metodologias e premissas sobre o clima nacional. Embora o resultado seja menos conclusivo, não deixa de apontar para um aumento sistêmico nessa variável.

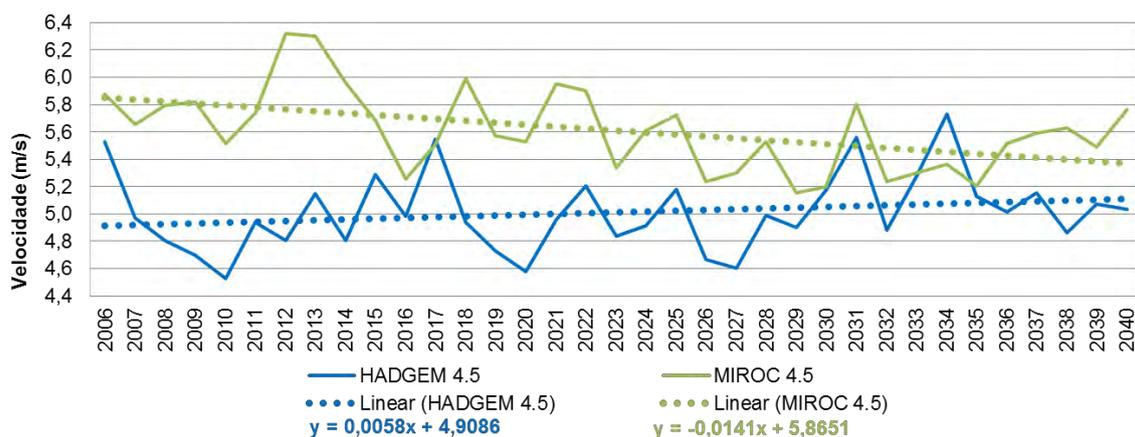
No ponto localizado na região norte do município de Parelhas, inserido dentro do limite do Núcleo de Desertificação do Seridó, é o que possui a maior variação entre os modelos. O Ponto 1 (Figura 3.35) localizado o mais próximo das regiões dos complexos eólicos apresenta para o modelo Eta-HadGEM2 um aumento de 0,0094m/s, enquanto o modelo japonês projeta o decréscimo de 0,017m/s para os próximos anos.

Figura 3.35 – Simulação da intensidade do vento em 100 metros no RCP 4.5 referente ao Ponto 1



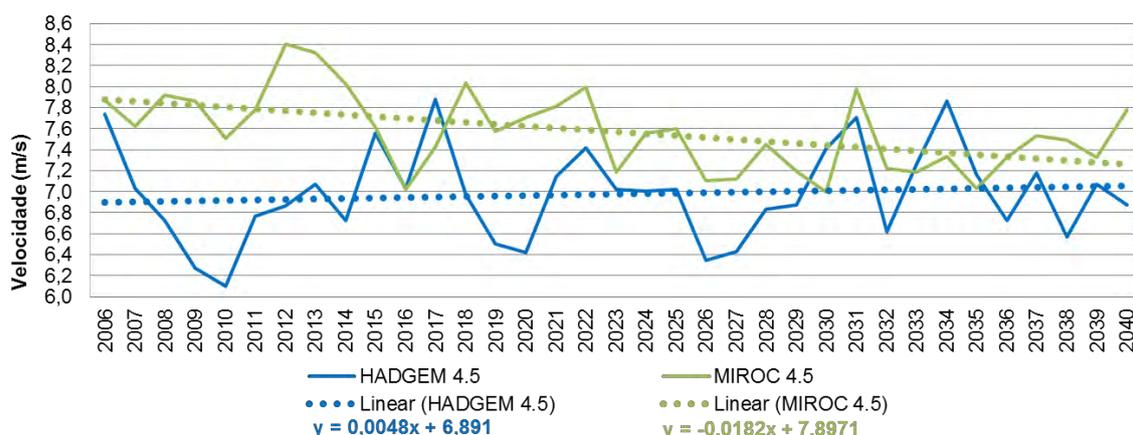
Fonte: INPE, 2019.

Figura 3.36 – Simulação da intensidade do vento em 100 metros no RCP 4.5 referente ao Ponto 2



Fonte: INPE, 2019.

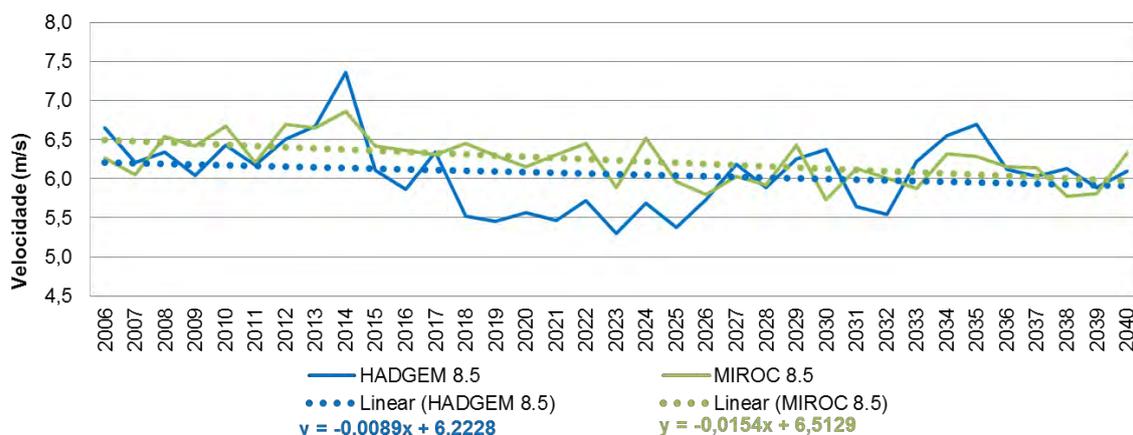
Figura 3.37 – Simulação da intensidade do vento em 100 metros no RCP 4.5 referente ao Ponto 3



Fonte: INPE, 2019.

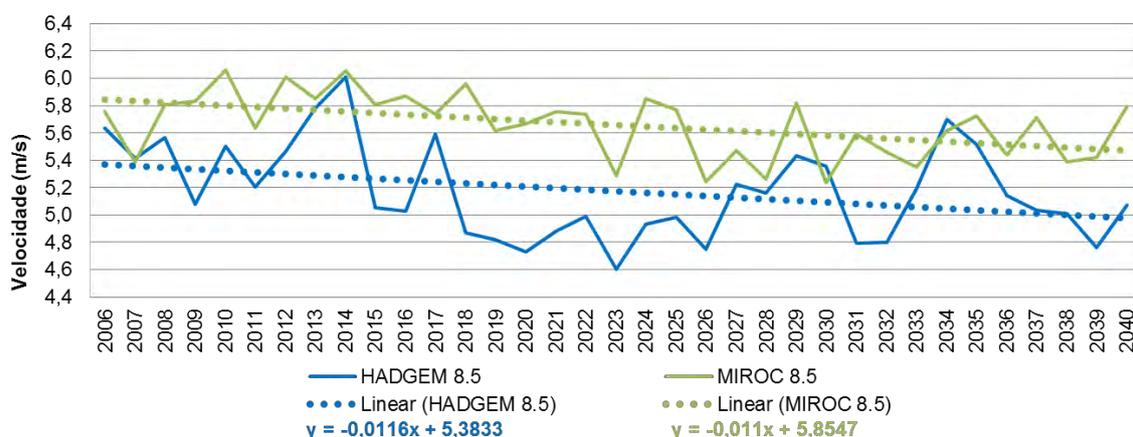
Já o cenário RCP 8.5 apresenta linhas tendenciais convergentes entre os modelos, com gráficos projetando decréscimos significativos na intensidade do vento. Para o Ponto 1 por exemplo, projetou-se para o ano de 2040 um decréscimo de aproximadamente 0,5m/s, conforme Figura 3.38, o que acarretará na diminuição de geração de energia eólica.

Figura 3.38 – Simulação da intensidade do vento em 100 metros no RCP 8.5 referente ao Ponto 1



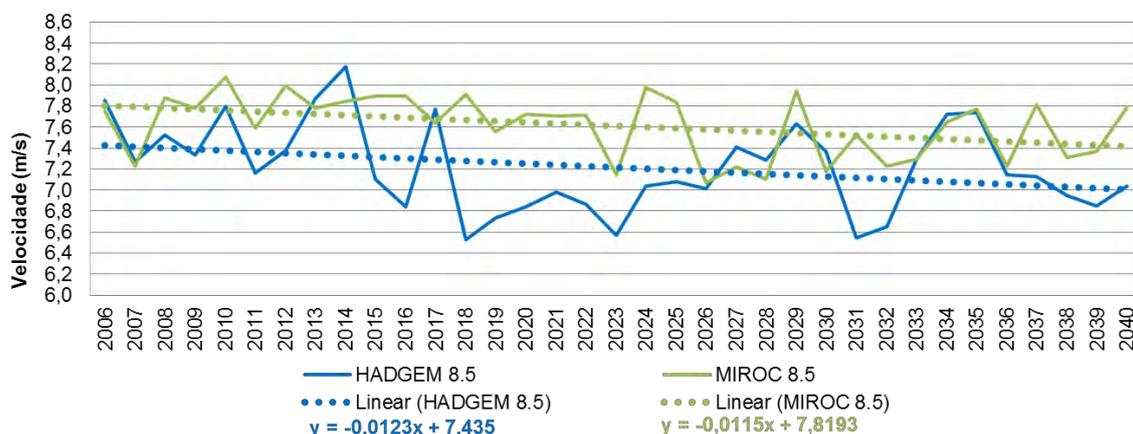
Fonte: INPE, 2019.

Figura 3.39 – Simulação da intensidade do vento em 100 metros no RCP 8.5 referente ao Ponto 2



Fonte: INPE, 2019.

Figura 3.40 – Simulação da intensidade do vento em 100 metros no RCP 8.5 referente ao Ponto 3



Fonte: INPE, 2019.

3.3.3.1. Variáveis climáticas em cenários consensuais de clima (FGV, 2018)

Apesar da evolução dos métodos de regionalização dos MCG e aumento da resolução desses modelos, os cenários climáticos globais regionalizados de forma dinâmica ainda carregam significativos componentes de imprecisão, como foi enfatizado ao longo do construto do item anterior, que analisou os resultados de dois desses modelos regionalizados de forma dinâmica. Afinal, os MCG não são projetados para fornecer a representação real das condições climáticas futuras, mas sim representações razoáveis do sistema no futuro, com base em um conjunto limitado de observações e a manipulação de variáveis projetadas (notadamente a concentração de gases de efeito estufa em suas configurações RCP 4.5 e RCP 8.5).

Como forma de se contornar as limitações inerentes à aplicação de MCG regionalizados de forma dinâmica, pode-se adotar a construção e análise de cenários

climáticos consensuais, que não demandam regionalizações dinâmicas, mas sim tratam de um amplo conjunto de MCG para deles derivar, de forma estatisticamente regionalizada, grandes tendências e padrões climáticos futuros.

Foi essa a estratégia empregada por FGV (2018), que considerou a análise integrada de resultados produzidos por um número muito amplo de Modelos Climáticos Globais (21). Esses modelos fornecem como resultado séries passadas e futuras para uma gama de variáveis hidrológicas, sendo que o citado estudo fez uso dos valores de vazão obtidos a partir de modelagem hidrológica. A partir das séries de vazão produzidas pela FUNCEME (2015, apud FGV, 2018), obtiveram-se os insumos para a abordagem proposta para a composição dos cenários climáticos. O citado estudo teve como área de abrangência a bacia hidrográfica estendida do Rio São Francisco, abrangendo as áreas do Jaguaribe e do Piancó-Piranhas-Açu. FUNCEME compilou os resultados de 21 MCG do IPCC, para os cenários de concentração RCP 4.5 e RCP 8.5, simulados simultaneamente para o perímetro da região. Os produtos de tal estudo foram a principal motivação e insumo da metodologia empregada para entendimento das forçantes climáticas futuras potenciais utilizadas por FGV (2018).

Assim, a partir das séries de vazões produzidas pela FUNCEME (2015, apud FGV, 2018), FGV (2018) tomou cada uma das 42 modelagens resultantes como cenários independentes, ou seja, considerando os cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 de cada modelo como equiprováveis. Na sequência, estas modelagens foram comparativamente analisadas a partir desses parâmetros e suas tendências majoritárias postas em destaque, para definir quais modelos poderiam ser assumidos como representativos dos cenários de interesse.

O exaustivo mapeamento dos parâmetros hidroclimáticos realizado por FGV (2018) considerou que os fatores que diferenciam as séries projetadas, atribuindo-lhes suas peculiaridades, dizem respeito à magnitude de um evento de vazão, à frequência com que cada um desses eventos ocorre e a maneira como eles se distribuem ao longo do tempo. Tais parâmetros hidroclimáticos revelam quais tendências entre as modelagens se sobressaem e de que forma configuram um cenário de interesse, identificado, por sua vez, como um futuro possível, plausível e relevante ao contexto local.

Assim, estabeleceram-se 5 classes de eventos – muito secos, secos, normal, chuvosos e muito chuvosos – subdividindo-se, então, a série histórica em partes identificadas por atributos similares, de forma que, a partir desta delimitação, viabiliza-se o estudo independente de cada classe com base em parâmetros reconhecidos.

A partir da classificação dos eventos de vazão FGV (2018), realizou-se análise comparativa em relação às tendências majoritárias de cada classe e, conseqüentemente, dos modelos que as reproduzem. Foi identificado, por exemplo, que 70% das modelagens indicam o aumento de eventos muito secos tanto em magnitude quanto em frequência, sendo esta tendência reproduzida pelos cenários finais. Dessa forma, uma triagem contextualizada definiu os MCG representativos, que em suas variações previstas reproduzem as situações climáticas de interesse, denominadas enfim de cenários consensuais.

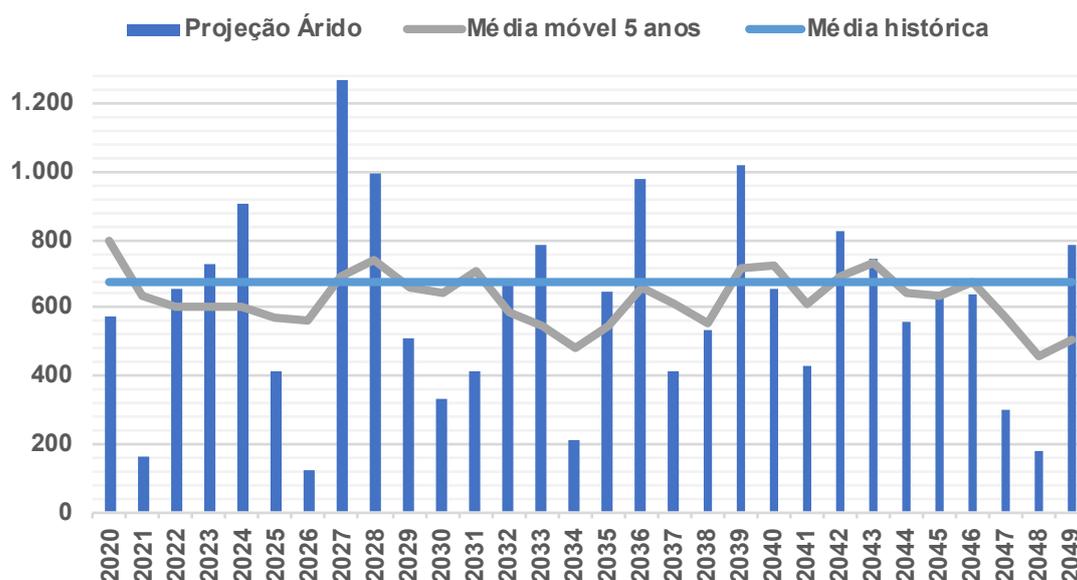
A partir dessa metodologia adotada por FGV (2018), aqui adaptada para leitura dos municípios potiguares da BHPA e no horizonte temporal dos vinte próximos anos, os cenários consensuais de vazões futuras foram obtidos e passam a se constituir, a partir de informações historicamente observadas, como os representantes do clima futuro da região. Deste processo emergiram três cenários climáticos de vazão futura, cada um apresentando uma característica específica:

- Árido - cenário mais seco de todos, com episódios de escassez hídrica prolongados e que aumentam progressivamente com o tempo;
- Extremos - extremos hidrológicos se agravam positiva e negativamente, ou seja, secas intensas periódicas e sequenciais, intercaladas em alguns momentos por chuvas muito fortes; e
- Moderado - contraponto aos cenários mais graves, agindo de maneira estratégica no âmbito comparativo, inclusive com os cenários econômicos. Nele os padrões observados historicamente são continuados havendo apenas um sensível aumento das condições de escassez.

A compilação dos dados da FUNCEME (2015, apud FGV, 2018) para a precipitação indica que os três cenários futuros climáticos para a Bacia do rio Piranhas-Açu apresentam situações de menor precipitação média em relação à precipitação histórica. As figuras a seguir apresentam as projeções anuais e as médias móveis de cinco anos para o intervalo dos próximos vinte anos, contrastando tais projeções com a média histórica. As projeções apresentadas têm como delimitação espacial a barragem do reservatório Armando Ribeiro, sendo, portanto, equivalentes à precipitação nas cidades de Açu e Itajá.

No cenário de mudança do clima Árido, a precipitação média nos próximos vinte anos deverá ser 8% inferior à histórica. A Figura 3.41 indica que essa projeção intercala anos úmidos com anos secos, como dita o histórico da região. Os anos secos, no entanto, são muito intensos e denotam uma transição da semiaridez para uma situação de aridez acentuada. Trata-se, sem dúvida, de um cenário com graves consequências para o território analisado.

Figura 3.41 – Precipitação anual no cenário de mudança do clima Árido (mm)

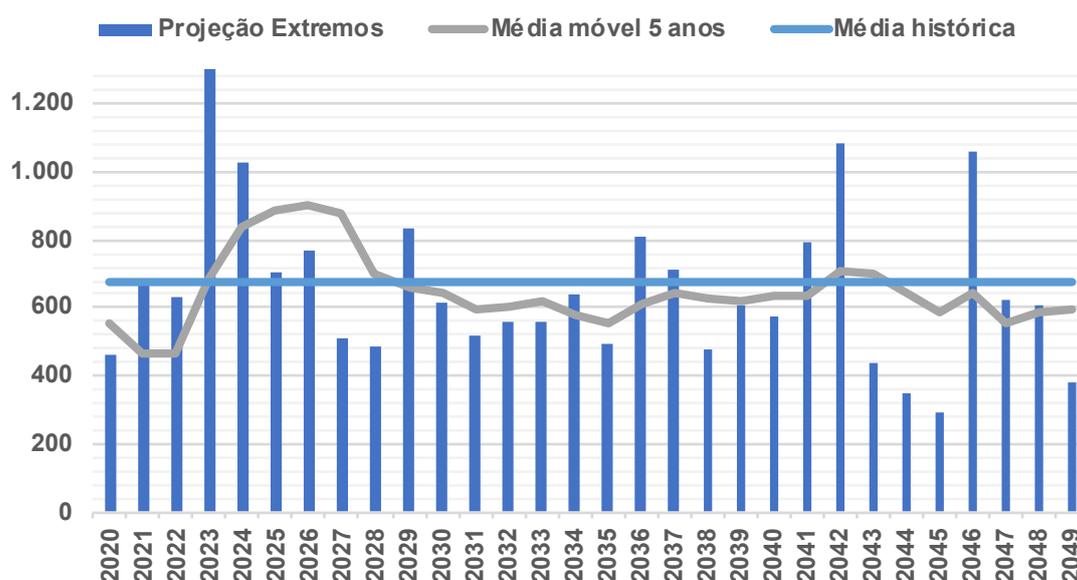


FONTE: COBRAPE, 2019, com base em FUNCEME (2015).

O cenário de mudança do clima Extremos, como o nome sugere, traz projeções de precipitação muito acima, mas também muito abaixo da média histórica. Nesse cenário, décadas de bonança seriam intercalados com outras de consistente aridez. No intervalo de vinte anos selecionados, a média das precipitações é reduzida em 5% relativo à média histórica e não se observa um período intenso de escassez. Caso a análise seja estendida para a décadas de 2050, no entanto, revela-se a ocorrência de um profundo vale na média móvel de 5 anos, que chega ao mínimo de 281 mm de precipitação no ano de 2057.

Esse cenário, assim como o de aridez, traz graves consequências ao planejamento dos hidrossistemas apostos na BHPA, pois não se tem estruturas de reservação com capacidades tamanhas para fazer frente a períodos tão longos de estiagem, como a crise hídrica que está apenas sendo aliviada arduamente comprova.

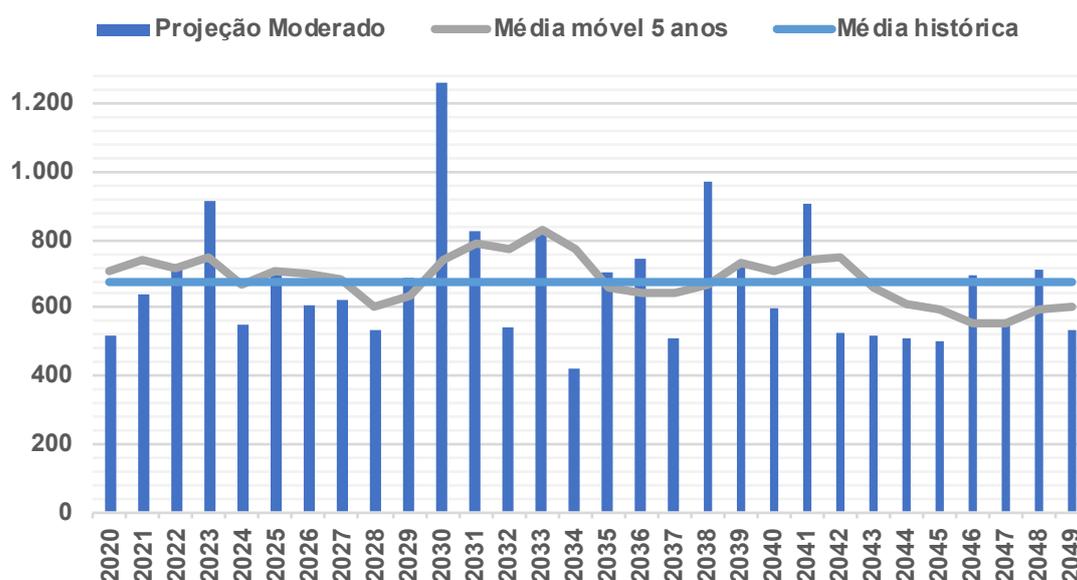
Figura 3.42 – Precipitação anual no cenário de mudança do clima Extremos (mm)



FONTE: COBRAPE, 2019, com base em FUNCEME (2015).

O último dos cenários de mudança do clima abordados por FGV (2018) e aqui ilustrados por seus efeitos na precipitação (com dados de FUNCEME, 2015), é o Moderado. Trata-se de um cenário que não se distingue de forma muito abrupta da situação histórica, não obstante embuta, ao longo dos cinquenta anos projetados, um sensível aumento das condições de escassez. As precipitações médias para o recorte temporal analisado dos próximos vinte anos trazem um ligeiro incremento na média de pluviosidade equivalente a 0,7%. Esse é o cenário mais ameno para a BHPA, pois as alterações são marginais e os efeitos mais relevantes (aumento de escassez) se intensificam paulatinamente ao longo do tempo, o que daria aos gestores tempo hábil para a promoção de soluções de incremento na resiliência hídrica.

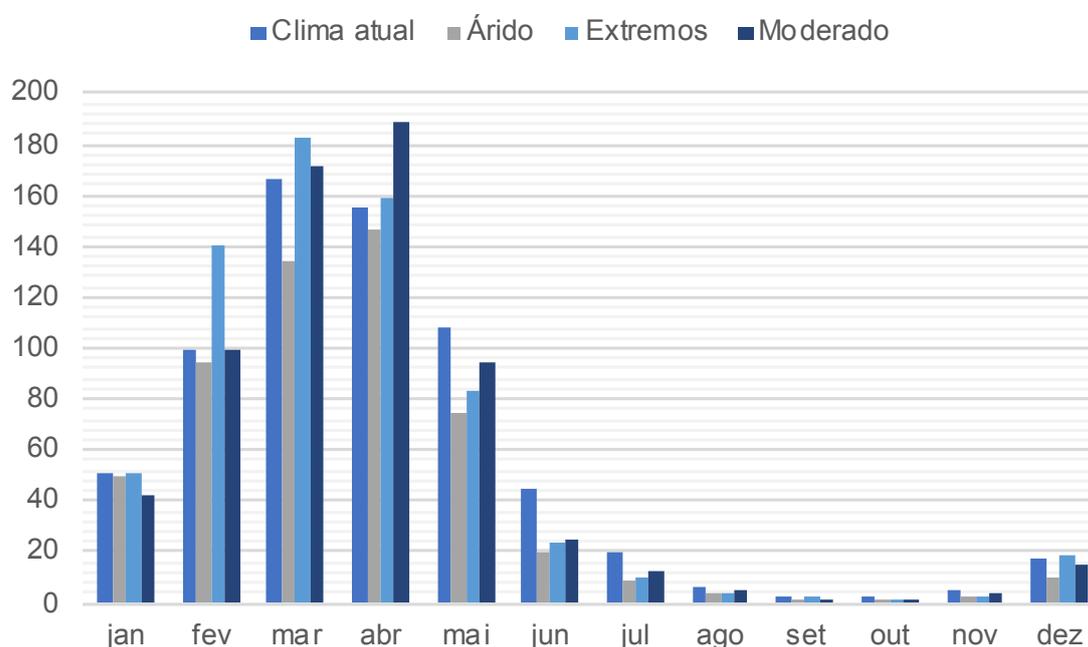
Figura 3.43 – Precipitação anual no cenário de mudança do clima Moderado (mm)



FONTE: COBRAPE, 2019, com base em FUNCEME (2015).

Uma vez que se tratam de projeções equiprováveis (ou seja, não há maior ou menor probabilidade de uma ou de outra se concretizar), os gestores devem estar preparados para lidar com quaisquer dos cenários que venham a ocorrer.

Figura 3.44 – Distribuição anual da precipitação nos cenários de mudança do clima (mm)



FONTE: COBRAPE, 2019, com base em FUNCEME (2015).

Eis que as figuras que apresentam os cenários por suas precipitações anuais não revelam uma tendência desconcertante que as médias mensais conseguem capturar.

Conforme pode se observar pela figura acima, os três cenários projetam modificações na distribuição das chuvas ao longo dos meses, sendo que há clara tendência de concentração da pluviosidade nos meses de março e abril em detrimento à redução da pluviosidade nos meses de janeiro, maio, junho e julho. Ou seja, independentemente de qual cenário climático venha a se concretizar para a BHPA, deve-se observar uma maior concentração das chuvas nos meses de março e abril, tornando a quadra chuvosa ainda mais concentrada.

Nota-se plena convergência entre as análises ora realizadas (MCG regionalizados de forma dinâmica em 2 modelos e as conclusões dos cenários consensuais) quanto à modificação dos padrões de distribuição das chuvas na BHPA. As consequências dessa antevisão para a gestão de recursos hídricos são grandes, pois a capacidade de reservação deve dar conta de receber os volumes de pluviosidade previstos e estocá-los antes que vertam para o oceano, desperdiçando água que poderia ser utilizada. O desafio apostado é o de adaptar a estrutura hídrica construída para essa maior variabilidade intra-anual.

Outra consequência de uma quadra chuvosa ainda mais concentrada é quanto à interação com a perda de solo. Conforme observado pela análise territorial de serviços ecossistêmicos de retenção de sedimentos. Chuvas mais duras carregam mais sedimento, acelerando o processo de desertificação e tornando ainda mais urgentes as medidas de adaptação.

3.3.4. Cenários de alterações do clima e seus efeitos no balanço hídrico

Uma vez que o MZEE trata de um recorte de gestão territorial com viés de recursos hídricos, torna-se imprescindível analisar as potenciais consequências das mudanças climáticas na disponibilidade de água e sua distribuição anual. Há, ainda e de forma indubitável, uma relação sinérgica entre os efeitos das mudanças do clima e os processos de perda de solo, conforme demonstrados no item 3.3.1.

O amplamente citado estudo da FGV (2018) simulou diversas medidas adaptativas na bacia hidrográfica dos rios Piancó-Piranhas-Açu, sendo que duas dessas correspondem às duas principais modificações antevistas na geografia hídrica da bacia, quais sejam, a entrada em operação da barragem de Oiticica em conjunto com o eixo de integração do Seridó (“Projeto Seridó”) e o Projeto de Integração do Rio São Francisco. Ainda mais relevante, FGV (2018) apresenta uma simulação que combina a primeira medida com a segunda, identificando, portanto, os déficits hídricos por município e por setor usuário que são ou não abatidos conforme a inserção dessas infraestruturas.

As simulações de FGV (2018) utilizam os três cenários climáticos consensuais (descritos no item 3.3.3.1) de disponibilidade hídrica e mais uma quarta, denominada de “Tendencial Histórico”, que traz a replicação das séries de vazão observada nos últimos 50 anos. Além da análise dos dados de precipitação e evaporação, estimados para o passado e projetados para o futuro, por cada modelo, o referido estudo conduziu modelagem hidrológica com tais dados para a obtenção de séries de vazão. Assim foram produzidos valores mensais de vazão nos 30 anos anteriores e 70

posteriores a 2011, para os dois maiores hidrossistemas da bacia de interesse, o Coremas - Mãe-d'água e o Engenheiro Armando Ribeiro Gonçalves.

Os itens abaixo apresentam os efeitos previstos pelas novas infraestruturas hidráulicas no enfrentamento às mudanças climáticas, quais sejam, a Barragem de Oiticica, o Eixo de Integração do Seridó e o Projeto de Integração do Rio São Francisco. Os cenários de mudanças do clima são contrastados com um cenário tendencial de crescimento de demandas, calculado para cada setor usuário em cada um dos municípios da BHPA (incluindo sua porção paraibana, que é então filtrada para apresentação apenas pelos municípios potiguares).

As demandas são simplificadas no Quadro 3.10, que indica que a maior parte delas se faz para as atividades produtivas de irrigação.

Quadro 3.18 – Demandas hídricas tendenciais projetadas por FGV (2018), por setor usuário, nos municípios potiguares da BHPA

	Demanda hídrica em m³/s	Fração do total
Total	150,49	100%
Ab. Humano (urbano e rural)	17,17	11,4%
Irrigação	111,72	74,2%
Dessedentação animal	3,08	2,0%
Indústria	5,77	3,8%
Doação para outras bacias	12,75	8,5%

FONTE: Adaptado de FGV (2018).

3.3.4.1. Barragem de Oiticica e Eixo de Integração do Seridó

Os resultados ora ilustrados são relativos ao déficit hídrico que se pode esperar em 50% do tempo (equivalente a um ano sim, outro não) ao longo do horizonte temporal de 20 anos considerado para a presente análise (2020 a 2049). Ou seja, mediante a finalização da barragem de Oiticica e do uso de suas águas como importante componente de abastecimento ao eixo de integração do Seridó, conforme modelado por FGV (2018), mesmo sem o advento das mudanças do clima se pode esperar um déficit de 6,8% no atendimento das demandas hídricas¹³. A distribuição de tal déficit pelos setores usuários não é linear, e respeita a ordem de prioridades estabelecidas por lei, assim como foram respeitadas as características da complexa geografia hídrica da bacia, com reservatórios servindo de hidrossistemas quase que independentes. Ademais, nota-se que parte das demandas é difusa e rural, especialmente aquelas relativas à dessedentação animal e o abastecimento da população rural.

¹³ Importante reforçar que a simulação de FGV (2018) não contempla o desenho final do então denominado Eixo de Integração do Seridó, atual "Projeto Seridó", mas sim uma simulação própria com base nos melhores dados disponíveis à época de sua elaboração. O detalhamento do sistema considerado pode ser encontrado na íntegra no seguinte endereço eletrônico, sob título da medida "Oiticica": <http://mediadrawer.gvces.com.br/acb-2018/original/apendice-ficha-de-resultados-das-medidas-de-adaptacao.pdf>

Quadro 3.19 – Déficits esperados em 50% do tempo no abastecimento de água sob cenários de mudanças do clima na porção potiguar da BHPA com a Barragem de Oiticica e Eixo de Integração do Seridó (FGV, 2018)

	Tend. Histórico	Moderado	Extremos	Árido
Total	6,8%	6,8%	13,6%	16,6%
Ab. Humano (urbano e rural)	0,0%	0,0%	1,0%	2,6%
Irrigação	6,9%	6,9%	13,5%	16,3%
Dessedentação animal	6,7%	6,7%	15,4%	19,8%
Indústria	15,4%	15,4%	35,1%	46,8%
Doação para outras bacias	10,5%	10,5%	21,8%	24,2%

FONTE: Adaptado de FGV (2018).

Não obstante, pode-se claramente perceber que o efeito esperado pelas mudanças do clima, mesmo em um intervalo relativamente curto para os próximos 20 anos, intensifica de forma grave a fragilidade hídrica vigente. Senão, vejamos: o setor de irrigação, por exemplo, pode esperar um déficit equivalente ao que já teria (no cenário Moderado), ou ainda um déficit majorado em 6,6% no cenário Extremos, ou ainda um déficit majorado em 9,4% com as mudanças climáticas no cenário Árido. Dada a equiprobabilidade dos cenários climáticos, e descontando-se a possibilidade de que o clima futuro venha a replicar o clima passado (representado pelo tendencial histórico), pode-se calcular de forma simplificada que o déficit esperado pelo setor de irrigação - mesmo com a consideração da finalização da barragem de Oiticica e da implantação do Eixo de Integração do Seridó - é de 5,3%.

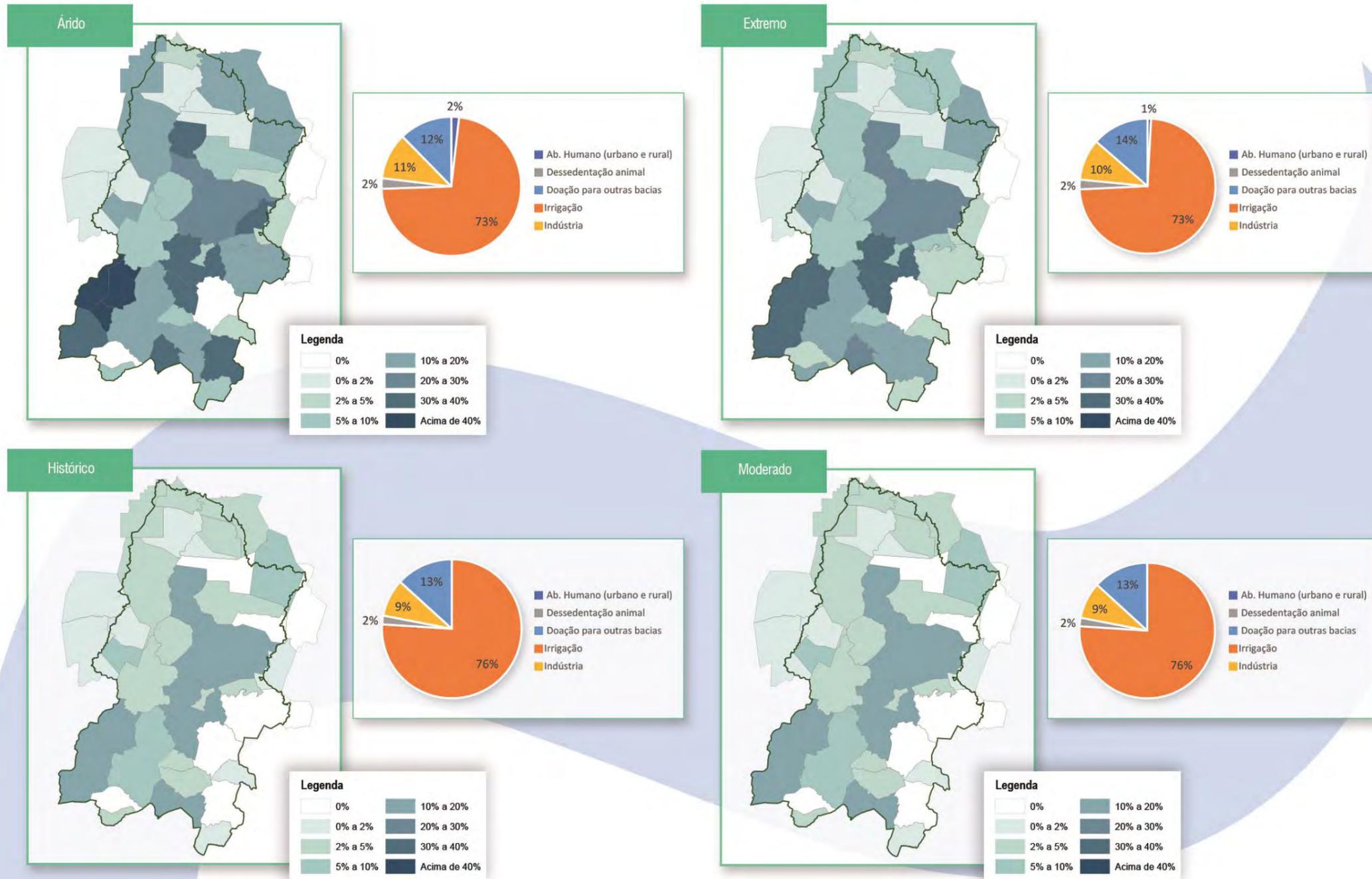
Os resultados para o cenário climático Moderado não se distinguem, sob os pressupostos da simulação que adiciona a barragem de Oiticica e Eixo de Integração do Seridó, daqueles obtidos pela replicação do histórico (Tendencial Histórico), demonstrando que as modificações trazidas por esses cenários são de fato sutis e se intensificam em horizontes temporais mais longos do que os 20 anos aqui recortados.

Nota-se também que um importante impacto da implementação da barragem de Oiticica e do Eixo de Integração do Seridó é no abastecimento humano, que tem seu déficit hídrico majorado de forma apenas marginal com os cenários de mudanças do clima. A Figura 3.45 apresenta os resultados em comento por municípios da porção potiguar da BHPA, permitindo identificar os locais mais beneficiados pela infraestrutura hídrica.

Figura 3.45 – Déficits esperados em 50% do tempo no abastecimento de água sob cenários de mudanças do clima na porção potiguar da BHPA com a Barragem de Oiticica e Eixo de Integração do Seridó (FGV, 2018)



Mudanças Climáticas: Cenário Oiticica+ PISF-



FONTE: COBRAPE, 2019, com base em FGV (2018).

3.3.4.2. Barragem de Oiticica e Eixo de Integração do Seridó e Projeto de Integração do Rio São Francisco

A segunda simulação realizada por FGV (2018)¹⁴ que se encontra próxima de ocorrer na BHPA é a de início de operação do PISF, de forma concomitante à entrada em operação da barragem de Oiticica e do Eixo de Integração do Seridó. Antes da interpretação dos resultados, deve-se ressaltar o já apostado no início do presente item: a simulação desconsidera a disponibilidade hídrica do rio São Francisco, pressupondo que o atendimento à BHPA ocorreria sob demanda sem nenhuma restrição.

No caso da operacionalização do PISF conforme os pressupostos trazidos por FGV (2018) no cenário de operação da transposição para atendimento a todos os usuários com descarga máxima de 54 m³/s, o risco hídrico seria diminuído de forma significativa, mesmo sob os cenários de mudanças do clima. Nota-se, no entanto, que alguns setores usuários continuam com projeções de balanço hídrico negativo. Ou seja, mesmo com a implementação das duas infraestruturas hídricas mais significativas para a porção potiguar da BHPA, a segurança hídrica continuará a ser uma questão definidora para os usuários dos recursos hídricos.

Quadro 3.20 – Déficits esperados em 50% do tempo no abastecimento de água sob cenários de mudanças do clima na porção potiguar da BHPA com a Barragem de Oiticica, Eixo de Integração do Seridó e operação do PISF para todos os usuários com descarga máxima de 54 m³/s (FGV, 2018)

	Tend. Histórico	Moderado	Extremos	Árido
Total	1,5%	1,5%	3,1%	4,0%
Ab. Humano (urbano e rural)	0,0%	0,0%	1,0%	2,6%
Irrigação	1,7%	1,7%	3,2%	3,8%
Dessedentação animal	1,7%	1,7%	6,8%	9,8%
Indústria	4,1%	4,1%	9,2%	14,6%
Doação para outras bacias	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

FONTE: Adaptado de FGV (2018).

Outra observação é quanto ao déficit esperado pelo abastecimento humano, que continua a ocorrer em porções similares àquelas verificadas sem o PISF porque ambas as infraestruturas projetadas não contemplam locais que permanecem sem atendimento pleno (balanço hídrico negativo). Esse déficit esperado é pequeno, uma vez que se respeitem as prioridades de atendimento. Nota-se, ademais, que o incremento de segurança hídrica para o setor de dessedentação animal, por ter sua demanda difusa no território, também continua a apresentar balanço hídrico negativo, mesmo com o aporte volumoso das águas do PISF. A transposição é capaz de reduzir

¹⁴ A simulação de FGV (2018) que contempla a combinação entre a implementação da barragem de Oiticica e o Eixo de Integração do Seridó com o cenário de vazão máxima do PISF para atendimento a todos os usuários ("TU_54") pode ser acessado pelo seguinte endereço eletrônico, consultando-se a combinação denominada "Infra.1 - Oiticica+PISF": <http://mediadrawer.gvces.com.br/acb-2018/original/aditivo-atividade-3.pdf>

o déficit desse setor em 38%, fração considerável, mas não tanto como para os demais setores.

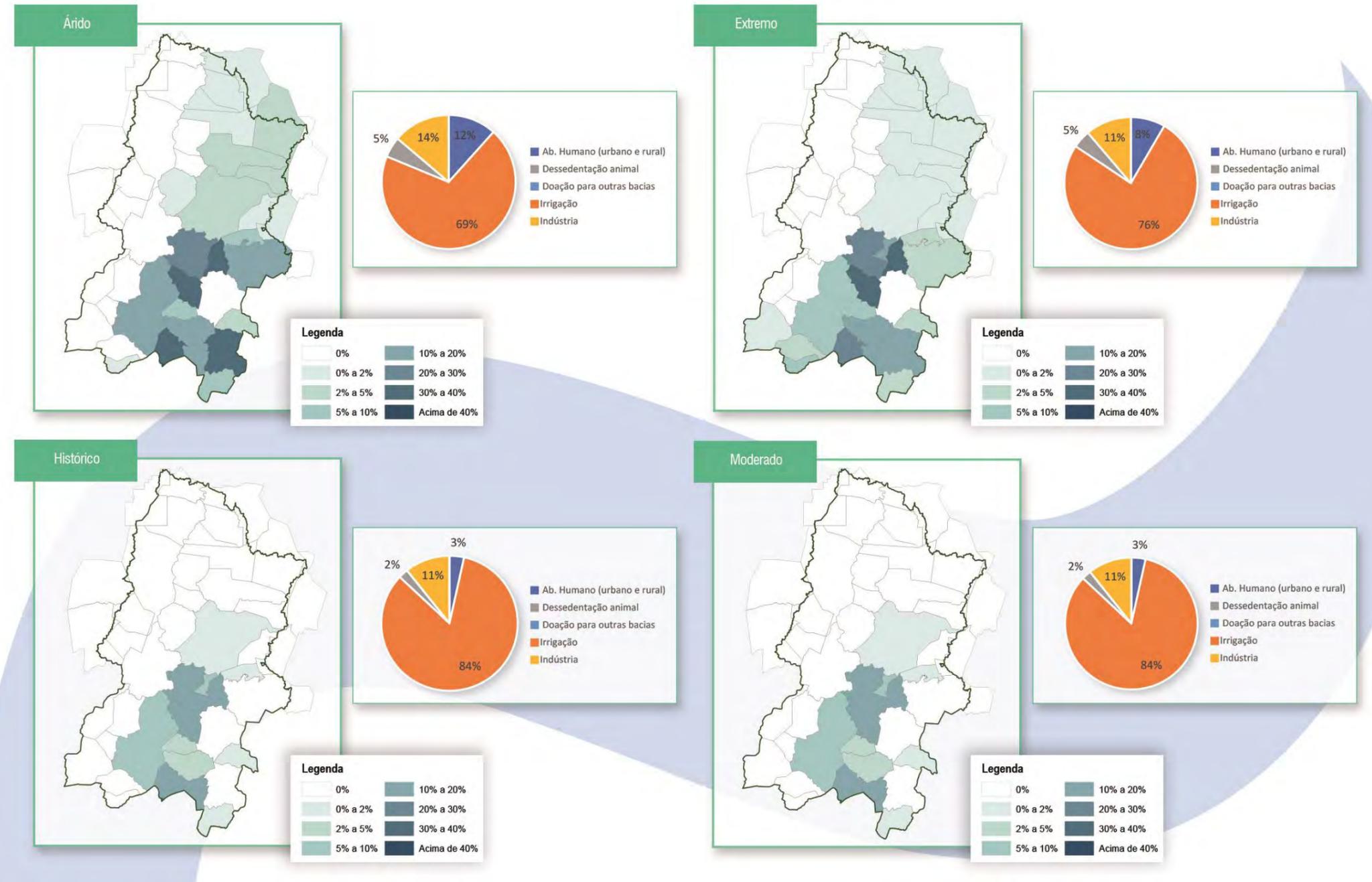
Para os demais usos, a entrada em operação do PISF garante a redução expressiva dos déficits hídricos outrora previstos em porções significativas para os usuários conectados ao eixo do rio Piranhas-Açu, perenizado, e principalmente ao reservatório Armando Ribeiro Gonçalves. No agregado das demandas hídricas, tem-se uma redução no déficit ponderado de 75%. No caso do setor usuário de doação para outras bacias (que são transposições realizadas por adutoras), há plena cobertura do déficit antevisto sem a intervenção do PISF. Já para o setor produtivo de irrigação, a redução é de 70%, garantindo mais segurança hídrica para as operações desse importante setor produtivo. O setor industrial, por sua vez, pode esperar uma redução de 70% em seus déficits antevistos na ausência do PISF.

A Figura 3.46 apresenta os resultados em comento por municípios da porção potiguar da BHPA, permitindo identificar os locais mais beneficiados pela infraestrutura hídrica mais completa que se pode esperar.

Figura 3.46 – Déficits esperados em 50% do tempo no abastecimento de água sob cenários de mudanças do clima na porção potiguar da BHPA com a Barragem de Oiticica, Eixo de Integração do Seridó e operação do PISF para todos os usuários com descarga máxima de 54 m³/s (FGV, 2018)



Mudanças Climáticas: Cenário Oiticica+ PISF+



FONTE: COBRAPE, 2019, com base em FGV (2018).

3.3.5. Alterações climáticas e o avanço marítimo

O litoral norteriograndense é dividido em dois setores, são eles: Litoral Oriental e Setentrional. O primeiro delimitado pelos municípios de Baía Formosa e Touros possui uma extensão de 166 km, sendo sua maior parte representada por praias arenosas, planas e estreitas. Esta região apresenta ondas e correntes costeiras longitudinais que com valores de 0,2 a 1,5 metro de altura para a zona de arrebentação e velocidades de 0,1 a 0,8 m/s. (MMA, 2006)¹⁵

Já o Litoral Setentrional, correspondente a região litorânea do MZPAS, possui uma extensão de 244 km com praias arenosas, lamosas e falésias. As ondas nessa extensão apresentam amplitudes de 0,2 a 1,3 metro para a zona de arrebentação e marés chegando a até 3,3 metros.

O Atlas Geográfico das Zonas Costeiras e Oceânicas do Brasil, publicado em 2011 pelo IBGE, apresenta a caracterização da costa brasileira com aspectos físicos, econômicos e da biodiversidade marinha. É importante salientar que as características costeiras e marinhas estão intrinsecamente conectadas aos eventos climatológicos. (IBGE, 2011)¹⁶

Segundo este mesmo documento, o comportamento das marés considerando os valores médios da amplitude podem chegar a mais de 7,0m de amplitude. Os valores de até 2,0 metros estão localizadas no entorno da costa brasileira do Rio Grande do Sul até Pernambuco, variando em alguns pontos com valores de até 3,0 metros. Para a costa do Rio Grande do Norte os valores estão entre 1,0 metro a até 4,0 metros de altura.

Em outubro de 2018, o IPCC publicou o *Special Report: Global Warming of 1.5°C* ou “Relatório Especial: Aquecimento Global de 1,5°C”, com objetivo de responder questões mundialmente comentadas a respeito dos impactos oriundos do aumento de 1,5°C na temperatura global. Em relação ao tema do aumento do nível do mar e consequentemente transgressão para o continente, este documento relata a variação de 0,26 a 0,77 m até o ano de 2100, podendo ser maior caso o valor de acréscimo passe para 2°C de temperatura. Este avanço marítimo poderá ocasionar riscos para os ecossistemas costeiros, assim como para a população destas regiões, através da intrusão de água salgada, inundações e danos a infraestrutura. (IPCC, 2018)¹⁷

Além disso, caso o aumento de temperatura passe para 2°C, os autores relatam a possibilidade de 2,5 milhões de km² de área de permafrost¹⁸ estarem sujeitas ao degelo, contribuindo ainda mais para o aumento do nível do mar.

Para esta análise utilizou-se os dados do IBGE em relação a amplitude da maré juntamente com o acréscimo do nível do mar baseando-se no cenário de 1,5°C de

15 MMA. Ministério do Meio Ambiente. Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro: Rio Grande do Norte. 2006. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_sigercom/_arquivos/mn_erosao.pdf>. Acesso em: 04 set. 2019.

16 IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Atlas Geográfico das Zonas Costeiras e Oceânicas do Brasil, 2011. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv55263.pdf>>. Acesso em: 29/08/2019.

17 IPCC. *Intergovernmental Panel on Climate Change. Special Report: Global Warming of 1.5°C*. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/sr15/>>. Acesso em: 04 set. 2019.

18 Permafrost ou pergelissolo é o tipo de solo encontrado na região do Ártico. É constituído por terra, gelo e rochas permanentemente congelados. Disponível em: <<https://www.britannica.com/science/permafrost>>. Acesso em: 04 set. 2019.

temperatura culminando em um aumento do nível do mar de 4,0 metros. A Figura 3.47 apresenta esta transgressão em até 14 quilômetros da linha da costa para o continente, impactando áreas urbanas do município de Porto do Mangue e Macau e áreas de produção de sal dentro do MZPAS.

Estima-se que aproximadamente 25 mil pessoas possam ser afetadas, considerando toda a área urbana dos municípios, através de doenças de veiculação hídrica, perdas materiais, deslocamento para outras cidades ou estados e até mesmo perda humanas. Em relação as áreas de salinas, a área impactada pelo avanço do mar pode chegar a 94 km², representando em até 78% de perda de área da produção salina.

Figura 3.47 – Área de inundação decorrente do avanço marítimo



Fonte: COBRAPE, 2019.

3.3.6. Condicionantes ambientais agregadas

Como observado no item 3.3.1.3, o “*Produto 04 – Documento Síntese e 1º Caderno de Trabalho*” trouxe a composição do índice de fragilidade ambiental para a área em estudo, índice esse que foi posteriormente refinado no “*Produto 05 – Relatório das Oficinas para conclusão do Diagnóstico*”. O IFA apresenta a susceptibilidade a perda de recursos naturais, e é, portanto, um importante condicionante ambiental a ser considerado quando da análise dos cenários sob o uso do solo prospectivo da região em tela para subsidiar, assim, a delimitação das zonas ecológico-econômicas.

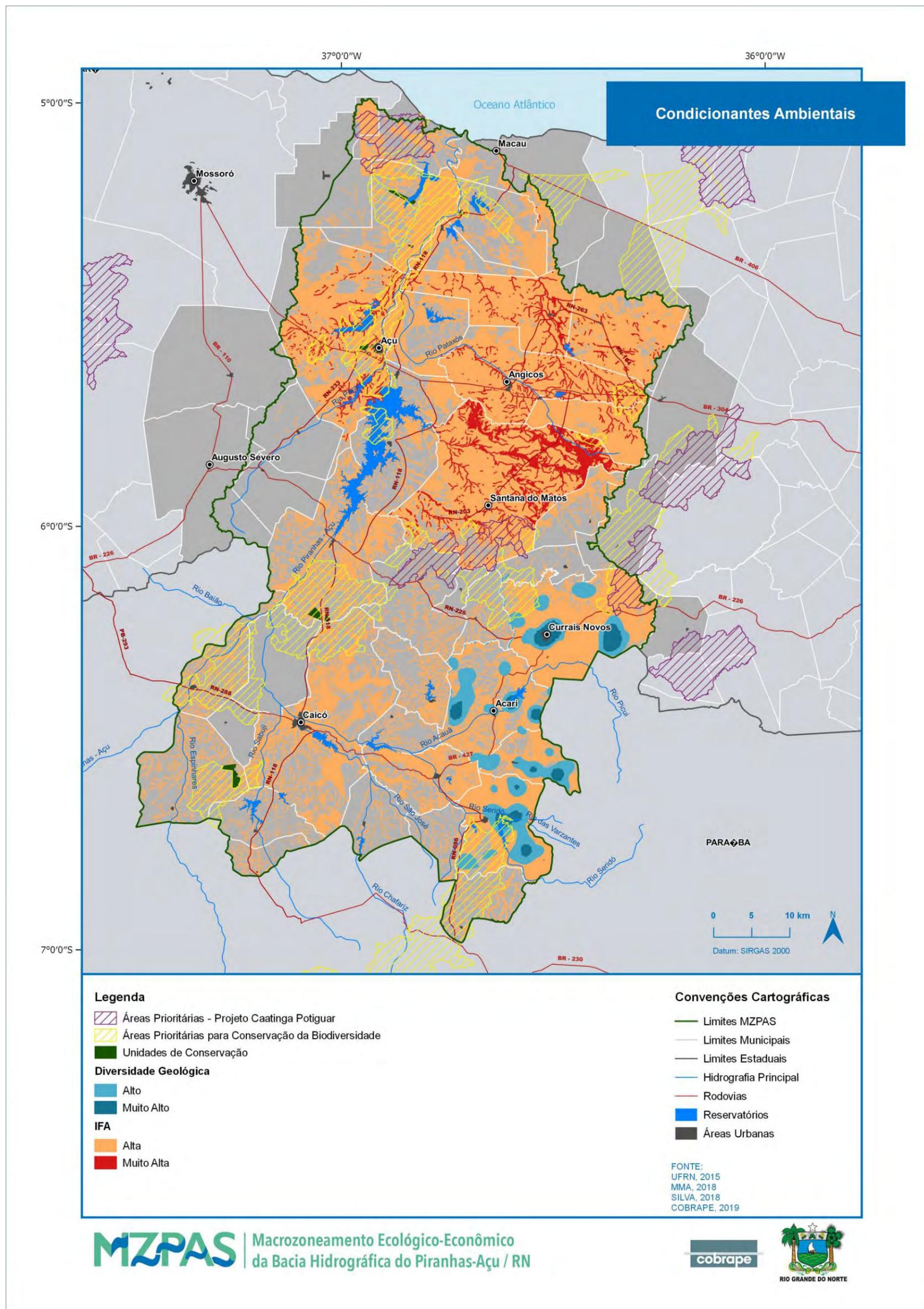
Complementar ao mapeamento da susceptibilidade a perda de recursos naturais, nota-se pela análise dos itens 3.2.2.7 - Projeto Caatinga Potiguar e 3.2.2.8 - Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade, a delimitação de porções do território sob viés conservacionista, onde a observação de padrões mais restritivos para o desenvolvimento das atividades antrópicas deve ser respeitada de forma a permitir a viabilidade ecológica de espécies representativas da fauna e da flora.

De forma complementar, porém não prescrita em planos, políticas ou planejamentos públicos, mas sim referenciada como um potencial pela sociedade civil organizada, está a diversidade geológica da porção sudeste da BHPA. Trata-se do reconhecimento da riqueza abiótica da região que, tal como uma unidade de conservação que visa a proteção de espécies da fauna e da flora, deve ser conservada e utilizada da forma mais sustentável possível - permitindo o estudo e o aproveitamento cênico e turístico destes locais que trazem importantes patrimônios geológicos.

Silva (2018) desenvolveu, recentemente, uma avaliação quantitativa e qualitativa da diversidade geológica do Seridó potiguar, englobando áreas de ocorrências que datam desde o Riaciano até o Quaternário, em feições geomorfológicas que vão de serras a planaltos e a depressões. Utilizando-se de métodos de geoprocessamento, o autor classifica as áreas da região estudada por um índice de geodiversidade, que varia em escala de cinco notas.

Após a realização do georreferenciamento das áreas com notas de alta e muito alta diversidade geológica, pode-se compor uma visão integrada das condicionantes ambientais identificadas, como se apresenta na Figura 3.48.

Figura 3.48 – Condicionantes ambientais identificadas



FONTES: UFRN, 2015; MMA, 2018; Silva, 2018; COBRAPE, 2019.

3.4. Cenários socioeconômicos prospectivos

Com base nos elementos condicionantes das dinâmicas socioeconômicas e ambientais apenas apresentados e discutidos, traçam-se aqui cenários socioeconômicos prospectivos que abordam e articulam as principais atividades com potencial modificador do uso do solo na área em análise. Esses cenários serão, posteriormente (item 3.6), cruzados com os cenários ambientais (apresentados no item 3.5), compondo assim o rol de realidades antevistas que podem vir a ocorrer na porção norte riograndense da bacia hidrográfica dos rios Piranhas-Açu.

Reforçando-se o exposto no item metodológico deste prognóstico (3.1), não se trata de uma leitura que embuta estratégias de gestão territorial para se atingir o equilíbrio desejado entre os anseios de desenvolvimento econômico e as capacidades de suporte ambiental; trata-se tão somente de contrastar possíveis realidades - possíveis e plausíveis - para o território, de forma a subsidiar a adoção das estratégias. Essas estratégias, que são expressas nas diretrizes das zonas ecológico-econômicas, é que terão de dar conta das facetas indesejáveis das várias realidades antevistas, explicitando os compromissos que devem ser adotados para rumar na direção da almejada sustentabilidade ambiental.

3.4.1. Base conceitual e quantitativa para a conformação dos cenários socioeconômicos

O presente item traz a base conceitual e quantitativa necessária para a conformação dos cenários socioeconômicos. Seu desenvolvimento alinha-se àquele realizado pelos estudos, em andamento, de atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Norte, contratado pela SEMARH. Produz-se, assim, um olhar único para as macro-perspectivas estaduais que, no caso do presente recorte, enfoca especificamente a área de abrangência da bacia hidrográfica dos rios Piranhas-Açu. A partir desse olhar congruente, o presente trabalho articula as consequências dos desenrolares das atividades econômicas no uso do solo, enquanto o Plano Estadual de Recursos Hídricos o faz com sua própria lógica de análise, analisando os reflexos nas demandas hídricas.

3.4.1.1. Conjuntura econômica de contorno

Como forma de se perscrutar e articular os potenciais desenrolares socioeconômicos na BHPA, notadamente em seus rebatimentos no uso do solo, deve-se primeiramente compreender que diversas das atividades econômicas, bem como as perspectivas demográficas, são definidas por dinâmicas econômicas cujas programações ocorrem de forma exógena ao território. Senão vejamos: dos 13 principais produtos do estado do Rio Grande do Norte, conforme levantamento do Plano dos Eixos Integrados de Desenvolvimento (RN, 2017), ao menos 4 deles tem como principais demandantes mercados externos ao estado (fruta tropical, granito, produtos têxteis e sal). Outros setores, como o de máquinas e equipamentos, também estão indiretamente vinculados às dinâmicas exógenas à bacia - nesse caso, é a demanda nacional por energia elétrica que faz com que haja a expansão das usinas fotovoltaicas e eólicas no estado norte riograndense.

Destaca-se, nesse sentido, o papel da indústria, que mesmo com baixa dinâmica em diversas porções do território, tem papel importante na geração de empregos formais e renda. Essa indústria, em parte, é extrativa e ocorre juntamente com a substância extraída, notadamente a mineração. Pode-se compreender abrangente o desenrolar de atividades de transformação no território da bacia; não obstante a crise pela qual atravessa o país, com claros indicadores de desindustrialização. Parte da produção industrial está vinculada à agroindústria, que sobrepõe algumas áreas de produção agropecuária com áreas concentradoras de indústrias. Trata-se de potencial aproveitamento dos produtos da agricultura e da pecuária. O fenômeno pode ser explicado pela crescente verticalização da agricultura, que passa a beneficiar, mesmo que mediante processos simplificados, os frutos do trabalho no campo.

Exemplo disso é a produção da fruticultura irrigada, que ocorre em áreas concentradas no território estudado, com volumes expressivos de produção para as culturas de escolha, que motiva a agroindústria: a fruta apenas colhida na região do Baixo Açu já passa por seleção de qualidade, limpeza e, mediante processos (ainda) absorvedores de mão-de-obra, é embalada e acondicionada nas conhecidas packing houses, para então serem transportadas no intuito de abastecer o mercado consumidor (interno e, crescentemente, o externo). A consolidação da agroindústria como força motriz do dinamismo da economia brasileira gera efeitos multiplicadores a montante e a jusante das cadeias produtivas que movimenta.

O novo padrão agrícola faz necessário a concretização de estrutura produtiva tecnologicamente avançada e assegurada por cada vez mais exigentes padrões fitossanitários. Além disso, as exigências crescentes dos produtores e das cadeias de revenda impõe condições nem sempre alcançáveis pelo pequeno e médio produtor. Como contrapartida do avanço, há a segregação da forma de produção, que acaba por privilegiar o capital. Do outro lado da produção especializada de frutas e produtos delas originados, que detém maior valor agregado por excelência, estão as produções de milho, feijão, mandioca e arroz, que ocupam as mais extensas áreas de plantio, mas não conseguem agregar muito valor - notadamente quando ocorrem em regime de sequeiro.

Quanto ao setor terciário da economia, ocorre que o fenômeno da agregação de valor, resposta às novas e crescentes demandas da sociedade ultraconectada, acaba por fortalecer o crescimento das cidades, que tendem a se urbanizar de forma inexorável. Tal como um magneto, as cidades-polo que apresentam boas concentrações de equipamentos de saúde, educação, lazer e vida social acabam agregando maior valor nos serviços. O tradicional negócio face-a-face, seja a intermediação de um imóvel para aluguel ou a venda de um carro, dia-a-dia migram para as relações virtuais por meio de potentes ferramentas de busca e localização. Sem dúvida estas tecnologias criam rebatimentos locais, notadamente pela necessidade de cadastros, verificações e outras intermediações que perpassam desde a disponibilização de infraestrutura de comunicação como o cadastramento de negócios e instalações de interfaces múltiplas. Não obstante, as relações de outrora se modificam e exigem adaptabilidades mais adequas aos locais com um maior pool de pessoas bem qualificadas e interconectadas.

Tem-se, portanto, a intensificação de três vertentes para os serviços: (i) por um lado, a demanda por serviços avançados, em espaços urbanos restritos aos municípios-polo e de maior expressão do setor industrial, que não devem se concentrar nos municípios mais isolados do território ou com menores frações populacionais, mas devem atendê-los remotamente; (ii) por outro, a demanda por serviços essenciais à produção do segmento modernizado da economia agrária, crescentemente baseados na ciência e na técnica, numa ampliação das áreas envolvidas de forma agroindustrial; (iii) em uma terceira via, que de certa forma é paralela às demais, está a demanda pelos serviços públicos. Estes movimentos definidores desembocam em concentrações populacionais e formas de produção que se refletem, de forma indireta, nos padrões de uso do solo na BHPA.

Um olhar conjuntural prospectivo permite identificar que há uma base calcada nos serviços que se concentra em cidades-polo da BHPA, notadamente Caicó, Açú e Currais Novos. A base da economia industrial é fortemente galgada na mineração, que ocorre em áreas específicas. Outra dinâmica se baseia na agroindústria, que se distribui pelos territórios na conjunção de fatores como a disponibilidade hídrica e aptidão dos solos (como se nota com clareza na Serra de Santana). A agricultura familiar do território, que é iminentemente rural, prepondera e define a ocupação de porções significativas - uma das preponderâncias no desenrolar da ocupação do solo prospectiva é, sem dúvida, a atividade produtiva primária em suas diversas configurações.

Eis que a estratégia de desenvolvimento nacional está galgada na agroindústria voltada tanto ao mercado interno quanto de exportação. A partir de meados de 2000, um novo ciclo de expansão da economia brasileira se instala, não sustentado e descontinuado, porém sem dúvida capaz de impulsionar o país em grande parte devido ao setor primário: afinal, o modelo de desenvolvimento nacional é expressivo em associação ao mercado externo no atendimento de *commodities* agrícolas e minerárias. Com absorção de tecnologia e aumento de volumes, as exportações desencadeiam animação econômica localizada ao criar e consolidar cadeias de valor para seu atendimento por parte das empresas nacionais.

Ao largo das exportações, observa-se um aumento sistemático na renda per capita dos trabalhadores, culminando, em conjunto com o período sustentado de estabilidade monetária, em crédito ao consumidor que, por sua vez, eleva seu padrão de consumo. A combinação de exportações com crescimento do mercado interno concedeu ao setor agroindustrial uma dinâmica crescente, uma vez que o consumo e gêneros alimentícios está entre um dos primeiros a crescer. O desenvolvimento do setor é observado há décadas, resultado da combinação entre expansão da área de produção e aumento da produtividade. O setor responde por aproximadamente um quarto do produto interno bruto, pela geração de mais de um terço dos empregos e por quase metade das exportações totais, sendo fundamental para o balanço de capitais¹⁹.

O Brasil assume, a cada safra, uma postura mais dominante no cenário internacional de produção de alimentos. O país é o maior produtor mundial de café, açúcar e álcool, um dos maiores em feijão e suco de laranja; o segundo maior produtor de soja, de

¹⁹ Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/>

carne bovina, de tabaco; o terceiro de milho, de frutas e de carne de frango e o quarto de carne suína. Em contrapartida, com exceção do milho, o Brasil não produz cereais (trigo, arroz, sorgo, cevada e centeio) em quantidades significativas como player internacional.

Nota-se que a aderência do setor primário nacional aos motrizes do crescimento não encontra paralelo no estado do Rio Grande do Sul e tampouco em sua porção da BHPA, onde os cultivos são especializados e voltados ao atendimento do mercado interno não necessariamente commoditizado. A interação dos fatores prospectivos de desenvolvimento de mercado consumidor interno mais forte e diversificado é que tendem a conformar a resposta do território no contexto de desenvolvimento nacional.

O modelo de desenvolvimento com foco no setor agropecuário exportador, não obstante, exacerba a demanda de infraestrutura econômica nacional, notadamente aquela associada à modais de transportes e logísticas variadas. O atendimento por parte das políticas públicas a essa demanda tem se mostrado evidente, embora lento, trazendo custos sistêmicos à produção nacional e reforçando o “custo Brasil”, definindo os ritmos de expansão. A ainda pequena, porém, já perceptível mudança do papel do Estado na economia por meio de processos de privatização, de desregulamentação, de abertura econômica e de parcerias público-privadas, tem conquistado melhores condições institucionais e oportunidades econômicas para a formação de novos ciclos de crescimento no Brasil.

É preciso enfatizar, contudo, que o Brasil ainda deverá contar com o papel do estado ao longo dos próximos anos como principal estimulador na atração de novos investimentos e na coordenação do processo de desenvolvimento por meio de mecanismos de intervenção indireta e de planejamento indicativo, para além de conceder maior rigor à operação de setores estratégicos (energia elétrica, telecomunicações, petróleo, recursos hídricos), para acompanhar, promover e estimular a sustentabilidade ambiental e a equidade social.

Ademais, ainda há um constrangimento em termos de crescimento desse modelo de desenvolvimento uma vez que as taxas de formação bruta de capital fixo ainda se encontram baixas a nível nacional e ainda mais baixas a nível estadual. Essa expressividade é demonstrada no estado do Rio Grande do Norte por meio dos investimentos produtivos recentes, que têm sido conduzidos quase que exclusivamente por recursos obtidos com organizações multilaterais, em especial aquelas realizadas pelo Projeto RN Sustentável.

A demanda por produtos da agropecuária potiguar e, conseqüentemente, de sua porção na BHPA, certamente se alterará no futuro, seja fruto de novos acréscimos de renda, do nível tecnológico a se desenvolver, de alterações nas preferências dos consumidores, bem como por conta de fatores como a disponibilidade hídrica - que é conformadora de diversas atividades econômicas, como observado no item 3.3.

Os condicionantes desta demanda são: (i) as mudanças no nível de renda que ocorreram de forma mais contundente na década pós estabilização monetária, mas que ainda encontram espaço futuro de pleno crescimento (desde que uma série de alívios às restrições econômicas venha a ocorrer); e (ii) as alterações no padrão demográfico estadual, em conjunção com alterações nas preferências alimentares (na

continuidade da inexorável tendência a aumentar o consumo de calorias por dia e de alterar a composição dessas calorias com um percentual maior de proteínas animais).

Em relação à composição do consumo de alimentos, a dieta dos brasileiros está rapidamente se equiparando àquela de um americano ou europeu, com um acréscimo de produtos animais, leite e derivados. Segundo Alexandratos (2012), o crescimento do consumo de carnes no Brasil foi de 5% ao longo da década de 1980 a 1990. Nos próximos 15 anos, o acréscimo passou para 45%, projetando-se aumentar adicionais 22% para os próximos 20 anos. Da mesma forma, ao passo em que o consumo de leite e derivados decresceu em 2% na década de 1980 para 1990, subiu 18% nos quinze anos seguintes. Projeta-se adicionais 15% de crescimento em tal demanda.

Tal como para o acréscimo de calorias à dieta, embora as taxas de crescimento do consumo de carne e de leite e derivados na dieta dos brasileiros ainda sejam bastante positivas, serão menores do que já foram no passado recente. Isso demonstra que o movimento está reduzindo a velocidade e deverá se estabilizar em um futuro próximo aos vinte anos. Isso ocorre porque até então todos os brasileiros já estarão com uma dieta equivalente à hoje observada nos países mais desenvolvidos.

Dada a especialização da produção potiguar, deve-se observar uma migração para mercados fora do estado norte riograndense, rumo ao Sul e Sudeste e também com exportações, o que já ocorre em menor escala com a castanha de caju e com o camarão. A especialização tecnológica deverá dar as condições de produção para que haja reposicionamento estratégico dos produtos estaduais no contexto da agregação de valor e da inteligência e flexibilidade mercadológica necessárias para que se observe crescimento acentuado para os próximos anos.

3.4.1.2. *Projeções macroeconômicas*

Ilustrou-se no item precedente uma série de argumentos que conduzem ao raciocínio de longo prazo da economia potiguar que conforma as análises dos rebatimentos no uso do solo pelo desenrolar das atividades econômicas que ocorrem na porção potiguar da BHPA. Como forma de se obter os balizadores macroeconômicos que darão ritmo à expansão das atividades produtivas vinculadas aos mercados exógenos à área de estudo, realizam-se aqui projeções econômicas da economia brasileira e calculam-se seus efeitos na economia local.

Essas projeções partem, como base, das expectativas médias dos agentes de mercado, capturadas por meio do relatório Focus, do Banco Central do Brasil²⁰. Para o ano corrente, a expectativa é que a economia brasileira cresça 0,87%, sendo que para os anos de 2020 a expectativa é de realização de um crescimento de 2,0%. Para os dois anos subsequentes, a expectativa dos agentes de mercado é que a economia cresça a 2,5% ao ano. Embora as expectativas de mercado se ajustem com o passar do tempo para absorver as novidades político-econômicas sobre o desenrolar dos grandes temas caros à economia, nota-se que o mesmo relatório Focus de janeiro de 2018 trazia a expectativa de que o ano de 2018 teria uma recuperação imediata da

²⁰ Relatório Focus do Banco Central do Brasil, publicado em 27/09/19 e disponível em: <https://www.bcb.gov.br/content/focus/focus/R20190927.pdf>

crise e cresceria 2,7%. Já o ano de 2019 veria um crescimento de 2,99%²¹. A realidade, entretanto, foi que o PIB cresceu em 2018 apenas 1,1% com expectativa de crescer apenas 0,87% em 2019.

Da mesma forma que a expectativa atual possa ser rebaixada novamente, como fora aquela de cerca de um ano e meio atrás, pode-se vir a ter surpresas positivas no alívio de amarras fiscais, tributárias e de gastos vinculados que permitam ao País mais do que retomar os níveis pretéritos de atividade, galgar os espaços que seu potencial tanto aguarda. O racional para as projeções alternativas de PIB parte dos seguintes pontos de apoio: a relação do investimento e da produtividade com motrizes de um crescimento sustentado (em detrimento do ciclotímio que a história nacional apresenta) e a insustentabilidade do atual déficit fiscal (em torno de 8% do PIB) e da dívida pública (em torno de 75% do PIB).

Afinal, o crescimento, sustentado pela força de trabalho crescente ao longo de muitos anos, sempre irá diminuir seu ritmo devido ao envelhecimento da população. Como demonstrado por Robert Solow, para manter o potencial de crescimento da economia é preciso investimento para elevar a produtividade e, ao mesmo tempo, manter futuros aumentos de salário. Há, no Brasil, uma correlação positiva de 0,87 entre o crescimento do PIB e os aumentos da produtividade do trabalho entre os anos de 1991 e 2014, ambos apurados a valores constantes, em dólares convertidos pela paridade do poder de compra (dados do Banco Mundial²²). Aumentos de produtividade contribuem, ademais, para a criação de empregos de melhor remuneração, pois há uma outra relação positiva entre os aumentos da produtividade e do crescimento mais inclusivo. Essa relação decorre da exigência, para a produtividade, não de apenas investimentos em capital físico, mas também - e tanto mais - na capacitação dos trabalhadores. Essa maior capacitação, por sua vez, depreende uma cadeia de benefícios societários indiretos que auxiliam na distribuição dos benefícios para que alcancem todos os setores da sociedade (OCDE, 2016; Banco Mundial, 2018).

Entretanto, para que a produtividade se torne o principal motor do crescimento, exige-se que ocorra um nível muito superior de investimento do que vêm sendo realizado e possibilitado pelas amarras microeconômicas advindas do papel preponderante do setor público. No Brasil, os gastos públicos acima dos montantes arrecadados criam a constante necessidade de captação para se financiarem, desembocando na “armadilha” em que o País se encontra que tem como consequência o deslocamento do investimento privado em um processo chamado de “*crowding out*”. Esse efeito é tanto mais potencializado pelos mercados de dívidas privadas ainda tímidos, mesmo tendo prazos de pagamento mais longos e rentabilidades adequadas. A falta de investimento prejudica o fluxo de poupança para projetos mais eficientes, incluindo a infraestrutura econômica que acaba, por não ser sequer repostada, denegrindo perspectivas futuras. Um dos resultados cruéis é a inflação de oferta e baixo dinamismo econômico, fruto de uma política monetária mais contracionista do que o necessário dada a necessidade de controlar a situação fiscal.

A saída dessa armadilha demanda escolhas políticas difíceis, pois estão embrenhadas por interesses entre o poder político e uma parte do poder econômico (concentrador

²¹ Relatório Focus do Banco Central do Brasil, publicado em 19/01/2018 e disponível em: <https://www.bcb.gov.br/pec/GCI/PORT/readout/R20180119.pdf>

²² Disponível em: <https://data.worldbank.org/country/brazil>

de capital, por essência, e aninhado no poder). Essas escolhas passam pela previdência social, mas não só - abarcam a qualidade de todos os gastos públicos, e exigem a redução das transferências econômicas para o setor corporativo (este mesmo que se aninha ao poder decisório democrático). O melhor direcionamento dos gastos públicos se faz com a prioridade aos pobres e às tarefas de base - educação básica, saúde básica e segurança - que serviria à dupla tarefa de reduzir as desigualdades concomitantemente à garantia de sustentabilidade da dívida pública. Essa qualidade de gastos públicos demanda, em sentido e urgência, avaliações mais sistemáticas dos programas de gastos públicos, que serviria não apenas à necessária retomada do crescimento, mas também ao aperfeiçoamento da governança econômica e à limitação de futuros frentismos e subornos políticos.

Com esse embasamento de raciocínio, têm-se as seguintes três visões alternativas para esse futuro econômico em termos conjunturais para os próximos vinte anos, horizonte no qual se estende a visão de futuro do MZEE:

- Projeção tendencial: com o alívio a diversas restrições e rompimento de outras, há retomada da confiança na economia, com rápida recuperação da atual crise e célere recuperação das perdas verificadas no último quinquênio, dando-se manutenção aos ritmos de crescimento revelados possíveis pela primeira década do presente século, motivado pela retomada da dinâmica interna. A base dessa projeção é a realização das expectativas de mercado conforme colocadas pelo Relatório Focus;
- Projeção otimista: com o rompimento de restrições fulcrais para o desenvolvimento econômico, a economia nacional migra para um novo modelo de desenvolvimento; o País efetivamente avança, com a atividade econômica mudando de patamar em relação à atual (inflexão positiva); e
- Projeção pessimista: sem modificações estruturais, a atividade econômica se delonga na atual crise, impondo a continuidade de um ritmo lento ao crescimento da renda das famílias, com permanência da conjuntura estagnada pelo próximo quinquênio, pois não se criam novas bases para o desenvolvimento sustentado.

Interessa investigar, mais do que as projeções para o PIB, o reflexo que essa evolução teria para as atividades produtivas chave para a porção potiguar na BHPA. A projeção do PIB pode ser decomposta por aquela correspondente aos três setores econômicos, sendo que cada qual traz rebatimentos distintos para as atividades que se almejam projetar. Conforme a conceituação descrita, apresenta-se a seguinte metodologia para a projeção do produto interno bruto (PIB) nacional: utiliza-se como base das projeções, os resultados de PIB e de valor agregado bruto (VAB) dos três setores econômicos, por meio de suas séries históricas de vinte anos, que vão de 1998 até 2017 (IBGE, 2019). Uma vez que a base de dados traz valores a preços correntes, fez-se necessária a correção para preços constantes²³.

²³ Para o PIB, utilizou-se o deflator implícito do produto nacional (IBGE); já para a atividade do 3º setor, o Índice de Preços ao Consumidor-Mercado (FGV). Estes dados foram previamente apresentados no "Produto 04 – Documento Síntese e elaboração do 1º Caderno de Trabalho". Os dados estão disponíveis no sistema de recuperação de séries temporais do Banco Central do Brasil: <https://www3.bcb.gov.br/sgspub/localizarseries/localizarSeries.do?method=prepararTelaLocalizarSeries>

Trabalhou-se nesse mister com os dados das respectivas séries históricas como determinantes da tendência de longo prazo, pressupondo que a influência do passado é determinante para os resultados futuros, tendência essa que é ajustada de acordo com os contextos trazidos por cada uma das projeções: tendencial, otimista e pessimista. Para tanto, capturou-se a linha tendencial de cada uma das curvas das contribuições relativas passadas como modelador da tendência de comportamento futuro; não sem antes realizar um ajuste de graus decrescentes de influência do passado, que implicam a paulatina redução da influência passada na medida que se caminha pelo horizonte de projeção. Trata-se de mecânica que responde à noção - praticamente factual - de que o ritmo de evolução de um determinado agregado nos últimos 20 anos perde poder preditivo no longo prazo. Uma vez que os agregados econômicos embutem resultados pontuais de cada ano que refletem ciclos de menor prazo e choques de oferta que não necessariamente se farão repetir no futuro, corrigem-se os resultados frutos da sazonalidade de curto-prazo mediante a aplicação do filtro de Hodrick-Prescott²⁴.

Por fim, uma vez de posse das projeções para o PIB e para o VAB setorial para a economia nacional, parte-se para a regionalização destas projeções para o estado do Rio Grande do Norte, para então se chegar ao nível de município. Compreende-se que, no sentido macroeconômico, o estado potiguar é receptor de dinâmicas a ele exógenas, portanto, tem-se que o crescimento do País se torna seu *pr prio* “pano de fundo” de crescimento. A passagem das projeções de âmbito nacional para aquela de âmbito estadual e, depois, para o nível municipal, é realizada pela transferência da projeção exógena considerando-se mudanças de ritmos relativos em técnica denominada *mutatis-mutandi*²⁵.

O uso da destacada técnica permite alocar aos componentes-objeto das projeções, no caso os municípios componentes da BHPA, no estado do Rio Grande do Norte, os efeitos das trajetórias dos agregados maiores, no caso o PIB nacional. Ou seja, para cada uma das projeções, os resultados do agregado maior é que se alteram, refletindo no estado norte riograndense que, por consequência, causa reflexo no desenrolar de seus municípios - expressando, portanto, as dinâmicas exógenas que a ele se sobrepõem.

A expressão pode ser considerada como a alocação da variável desejada por meio do grau de participação relativa (de cada agregado menor em seu maior). Em termos matemáticos, tem-se como exemplificação para o PIB de um dado município do estado (i) em um dado ano (t):

$$PIB_{Mun_{it}} = PIB_{UF_{it}} \cdot GPR_{Mun_{it}}$$

onde: GPR = grau de participação relativa, definido por sua vez como:

$$GPR_{Mun_{it}} = GPR_{Mun_{it-1}} \cdot \alpha_{Mun_{it}}$$

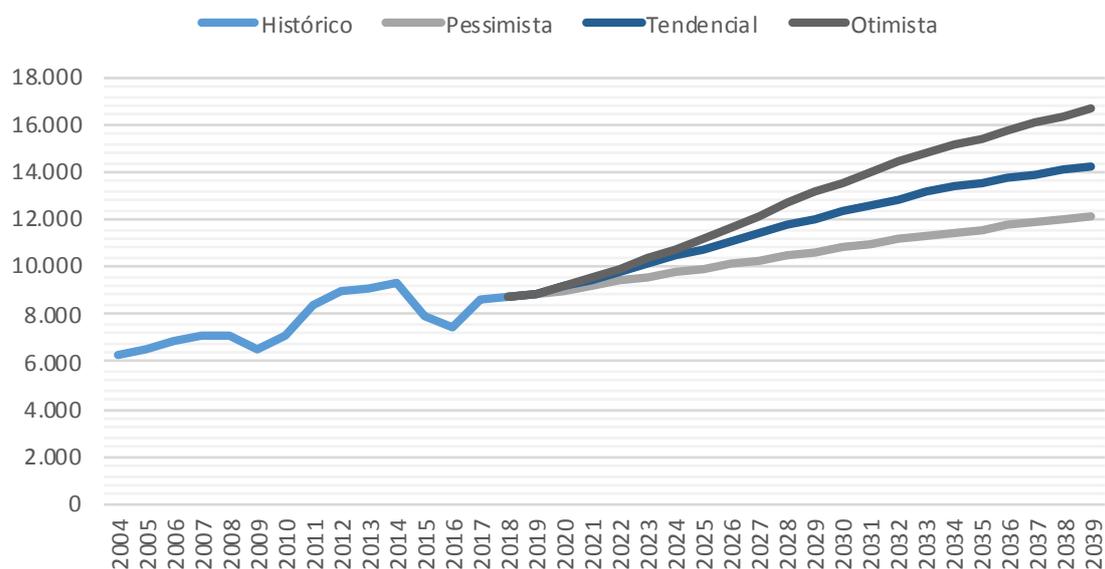
²⁴ Trata-se de modelo matemático bastante utilizado em aplicações econométricas para remover o componente cíclico de uma série temporal, obtendo-se uma curva suavizada. Objetiva-se que esta curva suavizada seja mais sensível às flutuações de longo prazo em detrimento das de curto prazo. O ajuste da sensibilidade da tendência às flutuações de curto prazo é fruto do multiplicador, λ . Uma vez que se trabalha com séries anuais, utilizou-se $\lambda = 50$.

²⁵ Seu nome advém do fato de que todas as partes são mutáveis de acordo com a influência de seus agregados maiores. Trata-se de método derivado da análise de economia regional conhecida como *shift-share*, em que se faz a decomposição de um agregado em diversas componentes para análises de contribuições relativas. O *shift-share* é muito utilizado em economia regional e em economia do emprego, desmembrando os componentes, por exemplo, do (i) efeito nacional no crescimento regional, (ii) mudança setorial esperada e (iii) efeito competitivo regional.

onde: α = variação do grau de participação relativa.

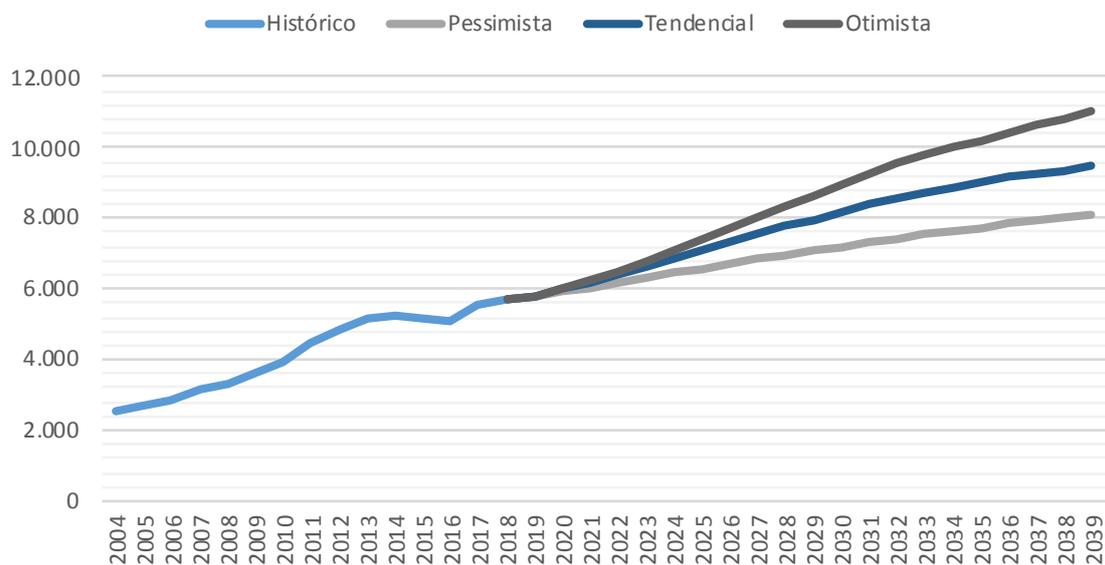
Os resultados das projeções são apresentados nas Figura 3.49 a Figura 3.52, já agregadas nos municípios componentes da porção norte riograndense da BHPA. Observa-se que há indicação de crescimento sob quaisquer das projeções, muito embora os ritmos sejam muito distintos.

Figura 3.49 – Projeções para o PIB dos municípios potiguares da BHPA (R\$, mil)



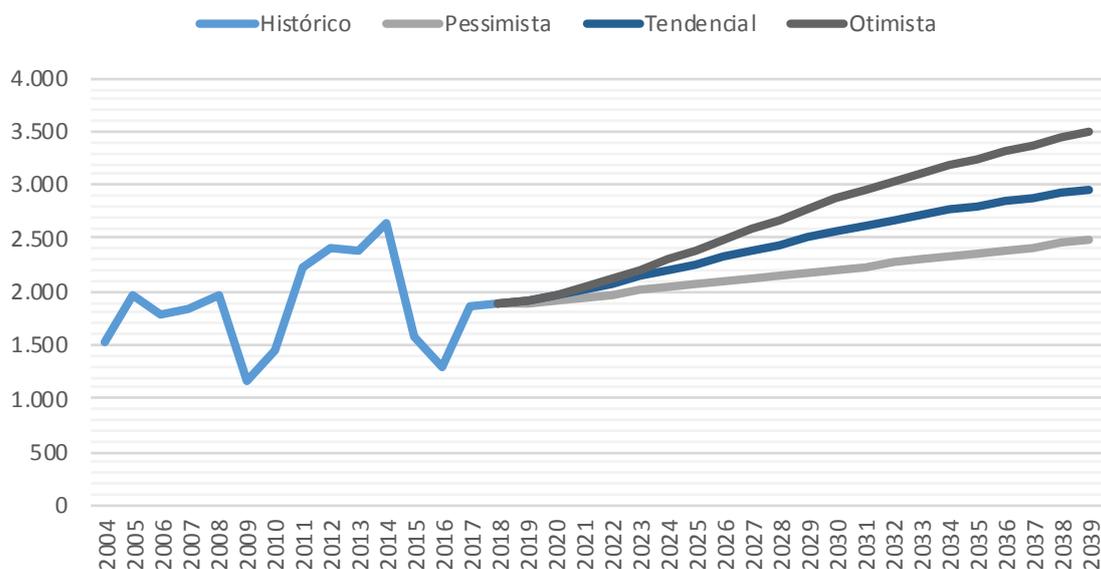
FONTE: COBRAPE, 2019.

Figura 3.50 – Projeções para o VAB de Serviços dos municípios potiguares da BHPA (R\$, mil)



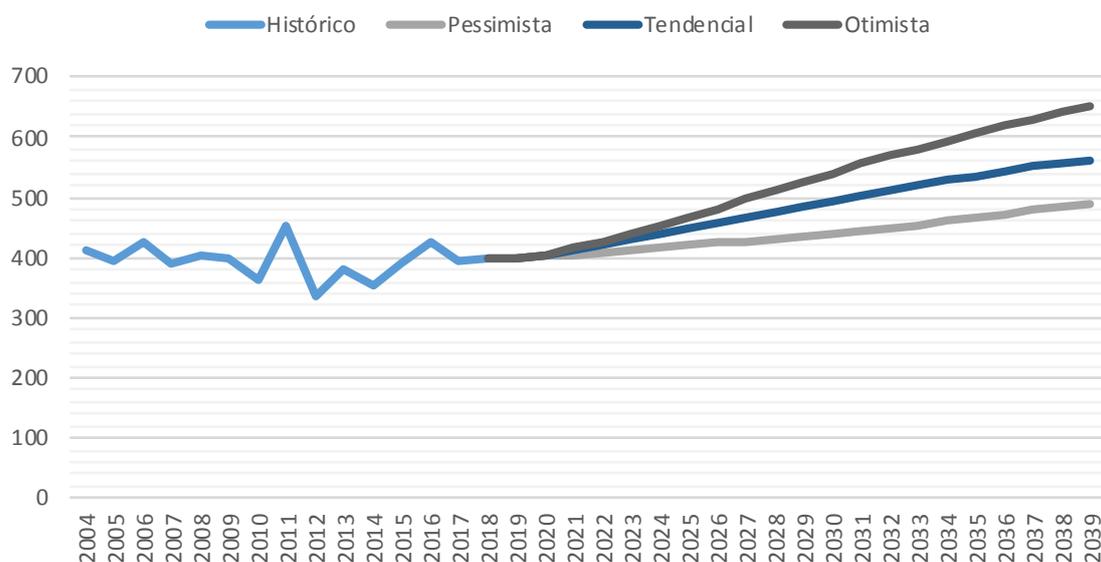
FONTE: COBRAPE, 2019.

Figura 3.51 – Projeções para o VAB Industrial dos municípios potiguares da BHPA (R\$, mil)



FONTE: COBRAPE, 2019.

Figura 3.52 – Projeções para o VAB Agropecuário dos municípios potiguares da BHPA (R\$, mil)



FONTE: COBRAPE, 2019.

Segundo os resultados obtidos, na configuração pessimista o PIB dos municípios da BHPA aumentaria em um ritmo médio de 1,7% ao ano até 2039; já na configuração tendencial, esse incremento seria de 2,5% ao ano; e no otimista, 3,3% ao ano. As projeções do VAB industrial capturam a grande oscilação demonstrada pelo histórico, linearizando as perspectivas de futuro sem considerar, claramente, a instalação de um novo grande empreendimento que pode, certamente, alterar o patamar do indicador.

Os próximos itens analisam o rebatimento destes diferentes contextos econômicos nas atividades produtivas de maiores repercussões sobre os usos do solo na área em estudo, mas não sem antes tratar de outra importante dinâmica: a demográfica.

3.4.1.3. *Projeções demográficas*

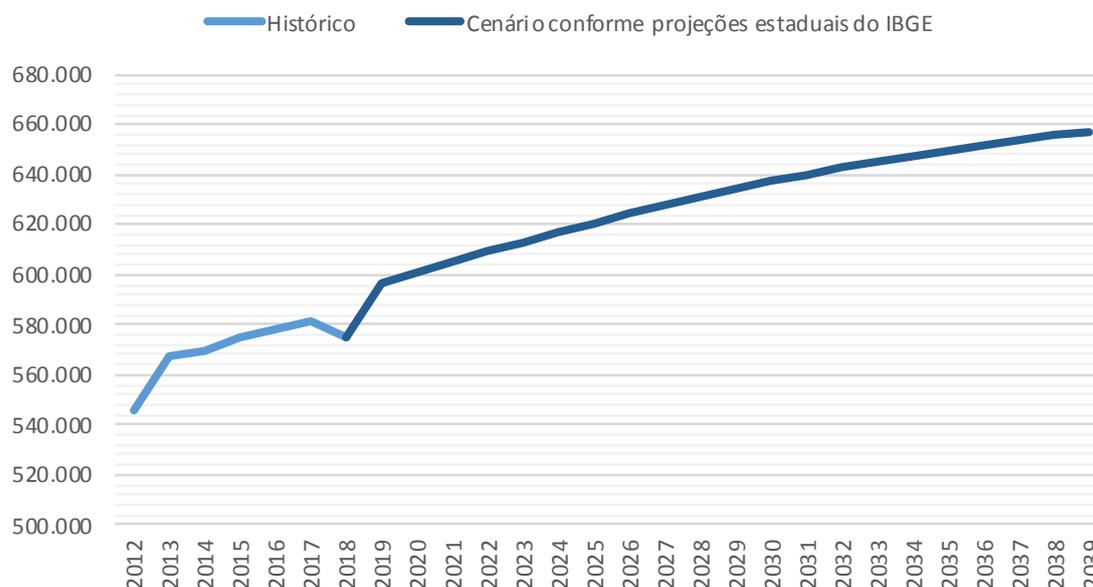
A demografia é fator fundamental para a análise das dinâmicas da bacia hidrográfica dos rios Piranhas-Açu, afinal, a população não apenas se distribui de forma bastante heterogênea no território, como apresenta dinâmicas distintas de adensamento e esvaziamento que devem ser bem compreendidas para conformar os cenários de uso e ocupação do solo em consideração aos adensamentos e novos arranjos que influenciam e são influenciados pela dinâmica econômica.

O IBGE realiza projeções populacionais de longo curso para o Brasil e para seus estados, que articulam a dinâmica intercensitária e o desenrolar das passagens de gerações, as quais refletem as modificações no perfil demográfico²⁶. Pode-se então adotar a mesma metodologia de “regionalização” das projeções econômicas (utilizadas para se derivar das projeções a nível Brasil aquelas de nível municipal para os agregados econômicos via técnica *mutatis-mutandi*), para as projeções demográficas. A base para essas projeções é dada, portanto, pelo IBGE. O órgão projeta para o estado do Rio Grande do Norte de 2039 uma população de 3,88 milhões de habitantes, ou seja, um acréscimo de 405 mil habitantes em relação à população atual (estimada) de 3,48 milhões.

O resultado da regionalização das projeções demográficas, apresentado na Figura 3.53, permite observar a expectativa de que ocorra um aumento de 81,92 mil habitantes na BHPA. Uma vez que os resultados são obtidos por município, ter-se-á nessas projeções os balizadores para o crescimento das cidades nos cenários.

²⁶ A edição mais recente das projeções populacionais, de 2018, pode ser acessada no seguinte endereço eletrônico: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9109-projecao-da-populacao.html?=&t=o-que-e>

Figura 3.53 – Projeções agregadas para a população dos municípios potiguares da BHPA segundo regionalização das projeções estaduais do IBGE



FONTE: COBRAPE, 2019.

3.4.2. Cenários para as atividades produtivas

O presente item apresenta as atividades econômicas que são articuladas nos cenários. Cada qual é apresentada de forma individual para então, no próximo item, serem apresentados seus efeitos agregados na área em estudo.

Cada atividade econômica responde de forma distinta à conjuntura econômica descrita no item 3.4.1.1, e pode ser balizada por algum ou alguns dos indicadores projetados sob cenários tendencial ou otimista nos itens 3.4.1.2 e 3.4.1.3. As atividades de agricultura irrigada e de aquicultura são as mais sensíveis à garantia de disponibilidade de água. Tratam-se de atividades balizadas, primeiramente, pela presença ou não do PISF, fazendo-se uso, para tal, dos dados apresentados no item 3.3.2. Essas atividades são, claramente, também influenciadas pelos desenrolares macroeconômicos, mas compreende-se que estejam atualmente ocorrendo abaixo do nível que poderiam estar caso houvesse maior garantia hídrica, como é melhor descrito no item 3.4.2.1.

No caso das atividades industriais, de mineração, extração salineira e de geração de energia, no entanto, o vínculo não se dá de forma tão direta com a disponibilidade hídrica no nível de exigência que o faz a agricultura irrigada e a aquicultura. Embora sejam atividades que demandem de água - em algum grau - como praticamente quaisquer atividades antrópicas, tratam-se de demandas menos significativas em volume do que aquela da agricultura irrigada ou mesmo da aquicultura.

Isso não significa, sobremaneira, assumir que tais atividades não venham a sofrer com eventuais crises de abastecimento hídrico, como de fato se projeta ocorrer de maneira cada vez mais intensa na BHPA devido aos efeitos das mudanças do clima (vide item 3.3.3). Ao contrário, tanto estudos aprofundados sobre a região (FGV, 2018) como as

próprias projeções de geração de atividade econômica com ou sem a parametrização da crise hídrica recente, indicam que todos os setores produtivos apresentam risco hídrico. Inobstante, o que se faz refletir nos cenários é que há uma maior sensibilidade dessas atividades à movimentos macroeconômicos do que quanto à disponibilidade hídrica. Compreende-se que as atividades industriais, de mineração, extração salinera e de geração de energia são mais sensíveis às variações dos desenrolares macroeconômicos do que da oferta hídrica.

Esse pressuposto se justifica de duas formas, sendo a primeira delas pelo próprio funcionamento das captações das atividades em comento, que em parte funcionam de forma independente da oferta dos grandes mananciais de água e, portanto, são insensíveis à maior oferta hídrica advinda, por exemplo, da transposição do rio São Francisco. Essas atividades, afinal, podem se desenvolver com auto abastecimento através de sistemas próprios de suprimento (poços e pequenos reservatórios privados) devido não somente às suas condições e características situacionais, como principalmente de dispersão territorial. A segunda justificativa se dá pelo próprio desconhecimento do risco hídrico, pois certamente a consideração desse elemento levaria a adaptações em alguns sistemas produtivos.

3.4.2.1. Agricultura irrigada

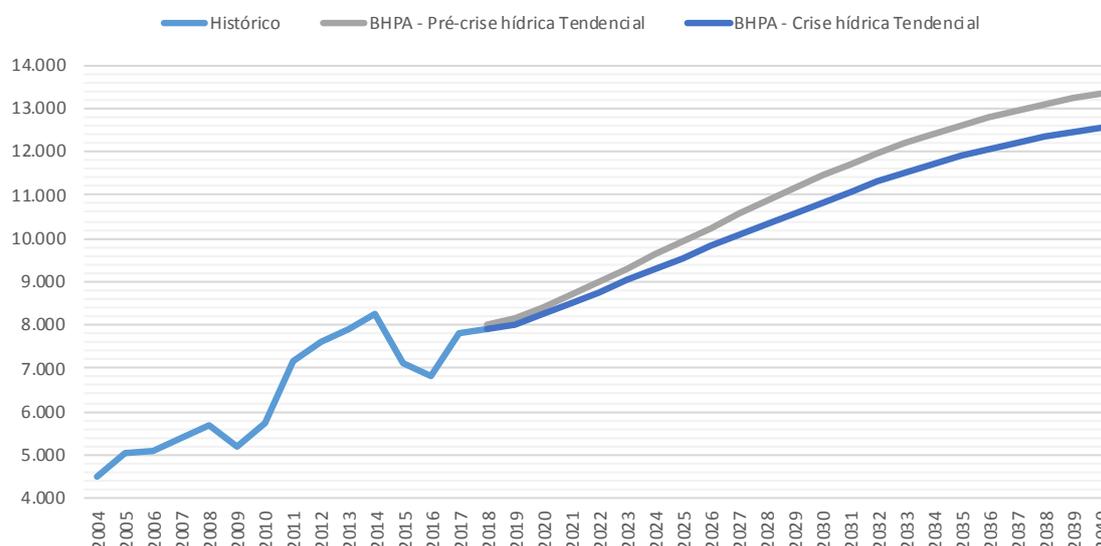
A agricultura irrigada, notadamente a fruticultura, é tida como uma atividade já tradicional do estado norte riograndense. A combinação de terras férteis, insolação, baixa umidade do ar, solos planos e, claro, disponibilidade hídrica, faz com que a atividade desponte como competitiva e diferenciada. Segundo o Plano dos Eixos Integrados de Desenvolvimento (RN, 2017), o Plano Mais RN (FIERN, 2014), e também o Atlas para Promoção do Desenvolvimento Econômico (RN, 2007; RN, 2011), a atividade deverá se expandir em área plantada e em produtividade, com demanda certa para seus produtos nos mercados interno e, crescentemente, externo. Dado o contexto macroeconômico, abordado no item 3.4.1.1, a atividade deve apresentar forte crescimento donde seja possível.

Os estudos de atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Norte, contratado pela SEMARH (em andamento), analisam o fator “oferta hídrica” como um indutor de demandas para o estado. Isso implica na compreensão de que as possibilidades de oferta de água constituem um fato limitador da evolução de certas atividades produtivas, que estariam, portanto, atuando em níveis subótimos. Essa restrição de oferta se deve a razões de alocação de priorização dos volumes disponíveis a outros usuários, para as quais o PISF desempenhará um papel relevante e decisivo ao modificar as condicionantes de garantia hídrica. Trata-se de pressuposto amplamente corroborado por FGV (2018).

Conforme a metodologia aposta no item 3.4.1.2, para a realização das projeções econômicas dos municípios potiguares da BHPA, tem-se na leitura estatística dos desenrolares passados dos indicadores de PIB e de VAB a captura das tendências que conformam as projeções. Como forma de se investigar os efeitos da crise hídrica recente na economia dos municípios em estudo, realizou-se o mesmo exercício de projeções baseado na tendência identificada até o ano de 2012 (tendência pré-crise hídrica), e em seguida com a tendência capturada exclusivamente nos anos de crise

hídrica (entre 2012 e 2017). Todos os demais fatores foram mantidos constantes. A diferença nas projeções é notável, como pode se observar pela Figura 3.54.

Figura 3.54 – Projeções Tendenciais para o PIB dos municípios potiguares da BHPA capturando os efeitos da crise hídrica (R\$, mil)



FONTE: COBRAPE, 2019.

A realização da crise hídrica que recentemente se abateu sob o semiárido, inscrita de forma indelével nas estatísticas macroeconômicas, permite demonstrar na diferença entre as duas projeções a severidade de suas consequências. Caso a projeção para o ano de 2040 tome como base a série histórica pré-crise, o resultado da produção econômica passa a ser maior em R\$ 771 milhões. O exercício, portanto, corrobora a relação fulcral que a disponibilidade hídrica detém no desenrolar das atividades econômicas, tornando provável a indução de demanda por meio da geração de maiores índices de segurança hídrica.

Como descrito no item 3.3.4.2, o aporte das águas da transposição do rio São Francisco é capaz de reduzir os déficits hídricos projetados para o setor produtivo de irrigação em 70%, mesmo com o efeito das mudanças do clima, garantindo mais segurança hídrica para as operações desse importante setor produtivo. O PISF é concebido com a finalidade de proporcionar incremento e garantia de oferta hídrica nas bacias beneficiadas, mas também pode ser entendido como projeto indutor de desenvolvimento econômico, vertente que se compreende necessária pela própria imposição de incremento da demanda como forma de proporcionar a sustentabilidade financeira do projeto. Tal como enfatizado por FGV (2018), o uso das águas da transposição monta, ao longo do tempo, em expressivas quantias financeiras.

Entende-se, outrossim, que o PISF não deve se tornar uma panaceia em relação à expansão das áreas agricultáveis mediante sistemas de irrigação, tomando-se para embasar tal raciocínio a situação do próprio Distrito Irrigado do Baixo Açu (DIBA). O projeto deste que é o maior perímetro de irrigação do estado do Rio Grande do Norte foi concluído há mais de trinta anos e nunca foi ocupado em sua totalidade, mesmo tendo-se atravessado períodos de abundância hídrica devido à vazão regularizada do

rio Piranhas-Açu pelo Açude Armando Ribeiro Gonçalves. A única crise hídrica que fez com que as águas do rio Açu fossem impedidas de serem aduzidas pelo DIBA para fins de irrigação ocorreu no último quinquênio, quando as áreas para irrigação já se encontravam desocupadas.

Compreende-se que há uma interação entre diversos fatores, dentre os quais está a disponibilidade de água - por mais fundamental que seja - não é único. Pode-se então, prospectivamente, inferir que a entrada em operação do PISF renderá maiores possibilidades de ocorrência da projeção otimista. Embora a lógica de construção da projeção otimista tenha como pressuposto o alívio das restrições de demanda, o raciocínio se aplica à maior oferta de água. Na medida em que o PISF não entra em operação nos moldes previstos, ou mesmo o faz com foco exclusivo no abastecimento humano (possibilidades ainda em aberto, haja vista a falta de definição de seu modelo operacional), o desenvolvimento das atividades de agricultura irrigada segue os rumos denotados pela projeção tendencial.

Conforme demonstra o Quadro 3.21, agregado por regiões imediatas, a distribuição das maiores demandas não é homogênea na porção potiguar da BHPA, mas sim se concentra na área de influência do eixo perenizado do rio Piranhas-Açu, notadamente em sua porção a jusante do reservatório Armando Ribeiro Gonçalves.

Quadro 3.21 – Projeções de área ocupada pela agricultura irrigada (ha)

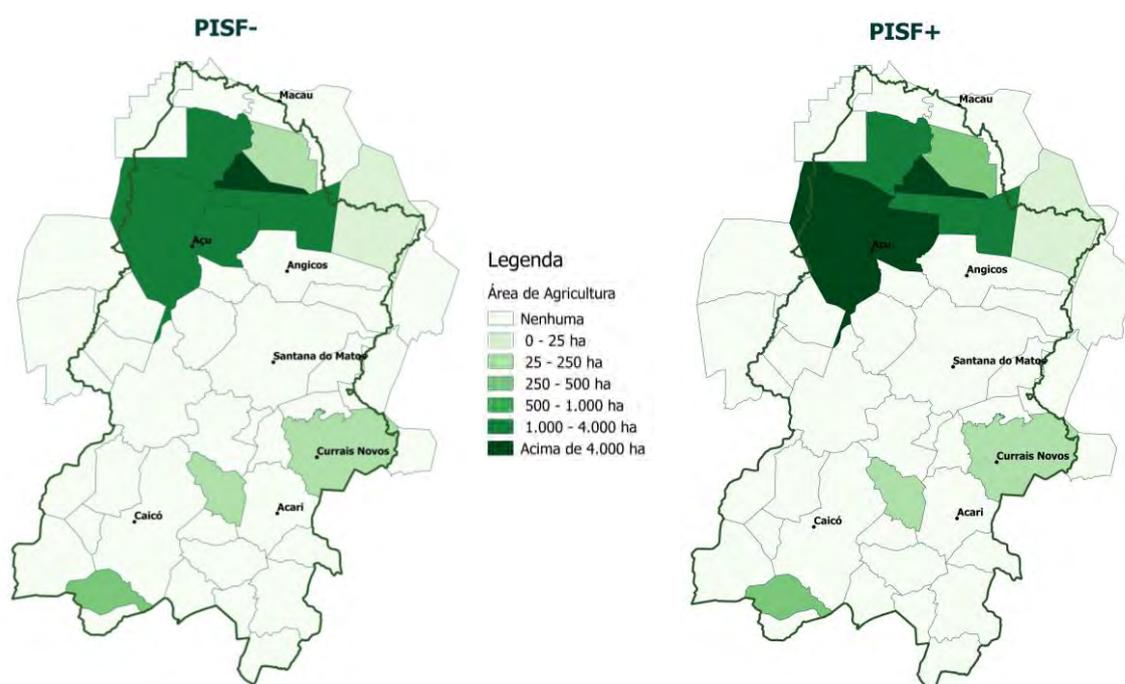
Região Imediata	Municípios de cada Região Imediata	Cena Atual	Sem o PISF (PISF-)	Com o PISF (PISF+)
Açu	Açu, Afonso Bezerra, Alto do Rodrigues, Angicos, Carnaubais, Porto do Mangue, Santana do Matos, Fernando Pedroza, Ipanguaçu, Itajá, Lajes, Macau, Paraú, Pendências, São Rafael e Triunfo Potiguar	9.643	13.119	19.431
Caicó	Caicó, Cruzeta, Equador, Santana do Seridó, Ipueira, Jardim de Piranhas, Jardim do Seridó, São José do Seridó, Jucurutu, Ouro Branco, Parelhas, São Fernando, São João do Sabugi, Serra Negra do Norte e Timbaúba dos Batistas	79	538	538
Currais Novos	Acari, Bodó, Carnaúba dos Dantas, Cerro Corá, Currais Novos, Florânia, Lagoa Nova, Tenente Laurentino Cruz e São Vicente	126	164	220
Mossoró	Augusto Severo, Serra do Mel e Upanema	0	0	0
Santa Cruz	Campo Redondo	0	0	0
João Câmara	Pedro Avelino	21	21	21
Total		9.869	13.842	20.210

FONTE: COBRAPE, 2019.

Também se pode observar que as áreas com agricultura irrigada crescem independentemente do PISF na região imediata de Caicó. Esse fato decorre da maior oferta hídrica garantida pelo “Projeto Seridó”, que dedica o abastecimento de alguns reservatórios de médio porte para os usos produtivos, salvo em casos emergenciais de crise hídrica. Esses reservatórios focarão o abastecimento de perímetros irrigados, implantados pelo DNOCS no início da segunda metade do século passado, que passaram por várias situações de colapso de suprimento de água, além de fazerem uso de técnicas impróprias de irrigação, como por gravidade. As áreas dos perímetros de irrigação que devem ser revitalizadas são: 107 ha no Itans, em Caicó; 138 ha no Cruzeta, em Cruzeta; e 403 ha no Santo Antônio, em São João do Sabugi.

A Figura 3.55 traz a distribuição espacial das projeções para a agricultura irrigada nos cenários com e sem o PISF por município, que permite verificar com maior precisão os efeitos considerados para essa importante atividade econômica nos cenários.

Figura 3.55 – Projeções de área ocupada pela agricultura irrigada (ha)



FONTE: COBRAPE, 2019.

Importante notar que as projeções estão realizadas em termos de áreas irrigadas, uma vez que é essa a expressão que mais importa para o instrumento ora em construto; a eficiência da irrigação, que se traduz em demandas hídricas, é certamente escopo de interesse, mas não de detalhamento ou escrutínio pelo MZEE.

3.4.2.2. Aquicultura

As atividades produtivas mais intensamente dependentes do recurso hídrico no contexto do MZEE, sem dúvida, são as de agricultura irrigada e de aquicultura, ambas com fortes tendências de serem ampliadas e de se consolidarem. Afinal, tanto uma quanto outra representam produtos cujo consumo tende a crescer, dependentes da renda das famílias, com possibilidades de exportação e de agregação de valor.

Para as frutas e camarões, tem-se um comportamento distinto do mercado consumidor em relação aos demais gêneros alimentícios voltados a alimentação básica, como o feijão, o milho, a mandioca e tantos outros; aqueles detêm grau de elasticidade muito mais agudo (significando que variações positivas em seu preço - ou variações negativas na renda - fazem com que o reflexo em sua demanda seja mais sentido, proporcionalmente, do que o mesmo movimento em cultivos atrelados à necessidade básica).

Das atividades da aquicultura, a mais notável, como já fora abordado no “Produto 02 – Contextualização da bacia do Piranhas-Açu”, é a produção de camarão em cativeiro. Trata-se de atividade rentável que se apresenta como propícia em diversos estados do Nordeste dadas as condições favoráveis. O estado do Rio Grande do Norte se coloca como um dos principais produtores, e há tendência de crescimento da atividade de forma bastante evidente, como salienta RN (2017) e FIERN (2014). Presentemente, a atividade vem-se direcionando para o aproveitamento de águas interiores de menor concentração salina - águas salobras de poços do cristalino e de aluviões - e também de água doce de poços e reservatórios.

O advento da maior oferta hídrica promovida pelo PISF, no entanto, é apenas um dos fatores que pode elevar a produção de camarões na porção litorânea do território abrangido pelo MZEE. Afinal, os produtores ainda estão se adaptando à nova realidade imposta pela chegada no estado da doença da mancha branca, ou “White Spot Syndrome Virus” (WSSV). A doença surgiu no Brasil em 2012 nos estados do sul, mas já em 2014, fazendas localizadas entre a fronteira da Paraíba e a cidade de Natal passaram a reportar altos índices de mortalidades em decorrência da ação da doença, que é um vírus.

Assim como reportado pelos estudos de Atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado (em elaboração), a importância de fatores de controle da WSSV para as tendências da atividade está vinculada à forma de cultivo dos camarões. Demanda-se, para contornar a WSSV, o emprego de maior tecnologia de produção, que simultaneamente controla a manifestação da doença da mancha branca e evita o consumo de grandes volumes de água. Segundo Nunes e Feijó (2017), algumas fazendas na região têm se adaptado para operar nas condições de convívio, e mesmo estando situadas em zonas contaminadas com a mancha branca, vêm apresentado resultados positivos em relação aos índices de sobrevivência e produtividade de camarões.

A tendência da atividade, pós-mancha branca, aponta para uma modificação no perfil dos sistemas de cultivo dos camarões para os mais intensivos e mais tecnificados, em detrimento aos sistemas menos intensivos e tecnificados e que também demandam maiores taxas de consumo de água. Pode-se concluir que a tendência para o setor depende da garantia no abastecimento de água concomitante à adoção de sistemas mais tecnificados de produção. Ao se adicionar renovação de água e aeração mecânica, maiores densidades se mostram possíveis - em sistemas intensivos, a aeração é imperativa, bem como o gerenciamento técnico especializado, com sistemas fechados de circulação que rendem altas densidades e demandam, para as mesmas quantidades produzidas, áreas muito menores.

Em termos mercadológicos, a tendência da atividade de cultivo de camarões, independentemente de seu sistema de produção, tende a crescer, tal qual o de frutas tropicais: são produtos de consumo mais esporádico e não vinculados à alimentação básica.

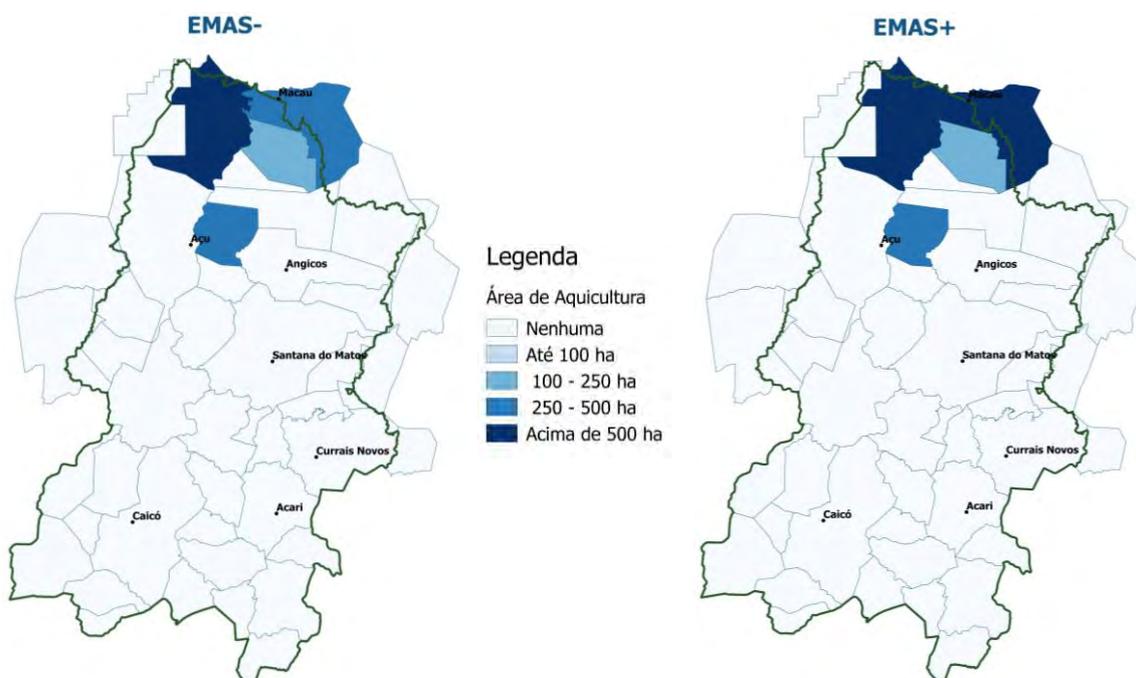
O grau de elasticidade da demanda em função de aumentos na renda é maior do que aquela estimada para a carne vermelha de primeira, que gira em torno de 1,5. Ou seja, caso haja um acréscimo de 1,0% na renda, a demanda por camarões (caso esta ande ao menos pari passu à de carne vermelha), cresce 1,5%. Em se concretizarem projeções otimistas para a economia nacional (como abordado no item 3.4.1.2), a tendência da carcinicultura é encontrar locais adequados para sua expansão, ainda mais que já há, no estado, um know-how acumulado para a criação.

Quadro 3.22 – Projeções de área ocupada pela carcinicultura (ha)

Região imediata	Cena Atual	Cenário Tendencial	Cenário Otimista
Açu	1.897	2.733	3.435
Caicó	0	0	0
Currais Novos	0	0	0
Mossoró	0	0	0
Santa Cruz	0	0	0
João Câmara	0	0	0
Total	1.897	2.733	3.435

FONTE: COBRAPE, 2019.

Figura 3.56 – Projeções de área ocupada pela carcinicultura (ha)



FONTE: COBRAPE, 2019.

3.4.2.3. Geração de energias renováveis

Conforme identificado no “*Produto 04 – Documento Síntese e 1º Caderno de Trabalho*” e amplamente corroborado pelos planos públicos e privados descritos no item 3.2, o Estado do Rio Grande do Norte se apresenta como palco de grande potencial para a geração de energia eólica. Na porção norte riograndense da bacia hidrográfica dos rios Piranhas-Açu, esse potencial se materializa em 25 usinas geradoras instaladas, localizadas nos municípios de Bodó, Cerro Corá, Santana do Matos, Lagoa Nova, Macau, Tenente Laurentino Cruz e Serra do Mel.

Conforme Plano dos Eixos Integrados de Desenvolvimento (RN, 2017), o estado é autossuficiente em geração de energia elétrica, e não demandaria novos investimentos para suprir sua necessidade própria de geração. Não obstante, a demanda por novas unidades geradoras de energia é dada pelo contexto nacional, pois o sistema é gerido de forma integrada e com base nos leilões da ANEEL²⁷. Dessa forma, em um contexto econômico tendencial (item 3.4.1.2) para o horizonte de 20 anos adotado para os cenários, pode-se antever a concretização de diversos aproveitamentos energéticos já em consulta ou cadastrados como possíveis. Em um contexto econômico otimista, as maiores taxas de crescimento econômico nacional demandarão correspondência na produção de energia elétrica, concretizando-se então um volume maior de usinas geradoras.

Quadro 3.23 – Projeções de instalação de usinas geradoras de energia eólica

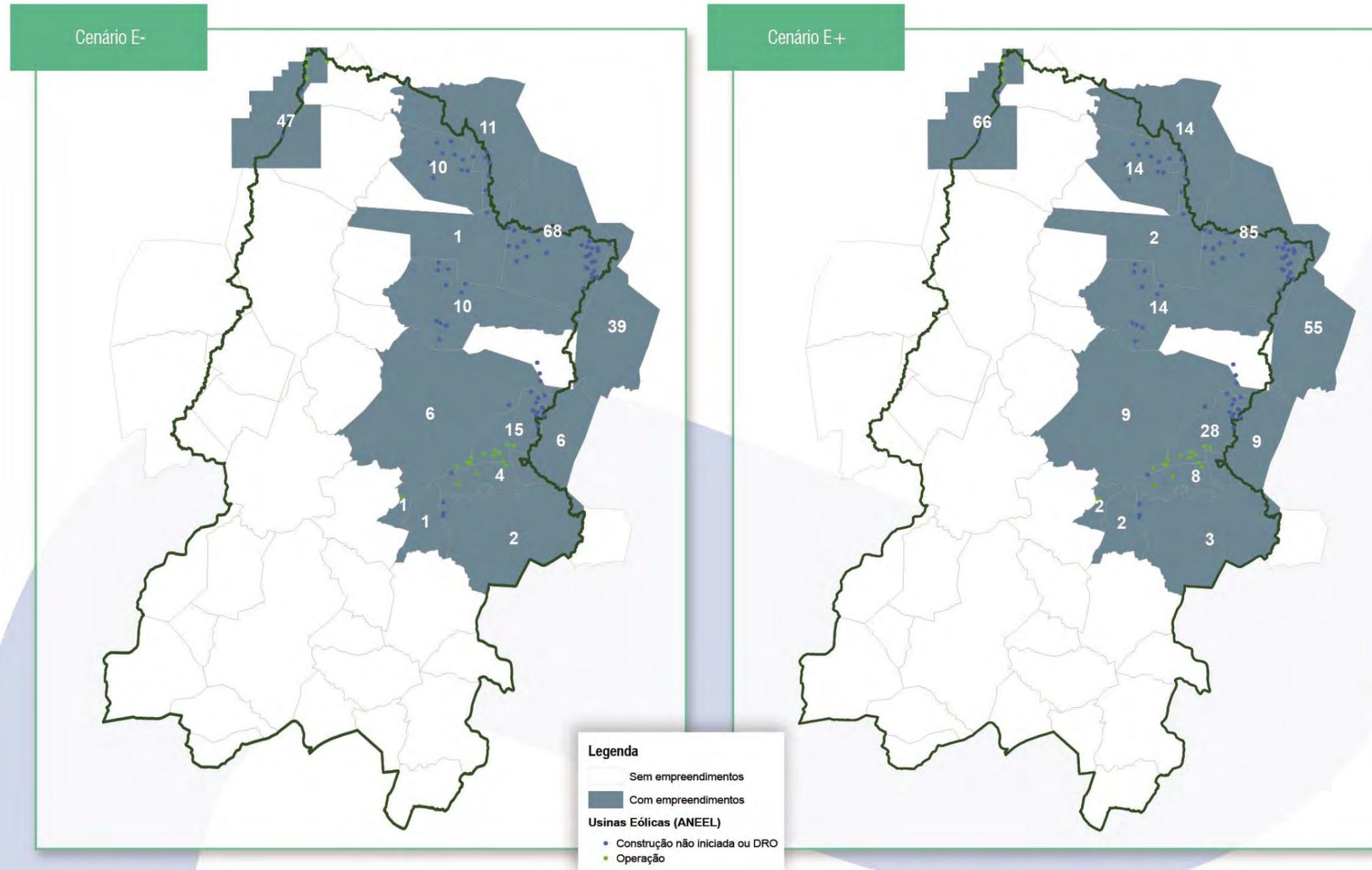
Região imediata	Cena Atual	Cenário Tendencial	Cenário Otimista
Açu	3	77	108
Caicó	0	0	0
Currais Novos	13	29	52
Mossoró	9	47	66
Santa Cruz	0	0	0
João Câmara	0	68	85
Total	25	221	311

FONTE: COBRAPE, 2019.

O Quadro 3.23 apresenta os resultados em ambos os contextos de mundo para as novas usinas eólicas, enquanto que a Figura 3.57 permite identificar onde no território as maiores demandas por esse tipo de empreendimento deverão se fazer sentir.

²⁷ Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/leiloes>

Figura 3.57 – Projeções de instalação de usinas geradoras de energia eólica



FONTE: COBRAPE, 2019.

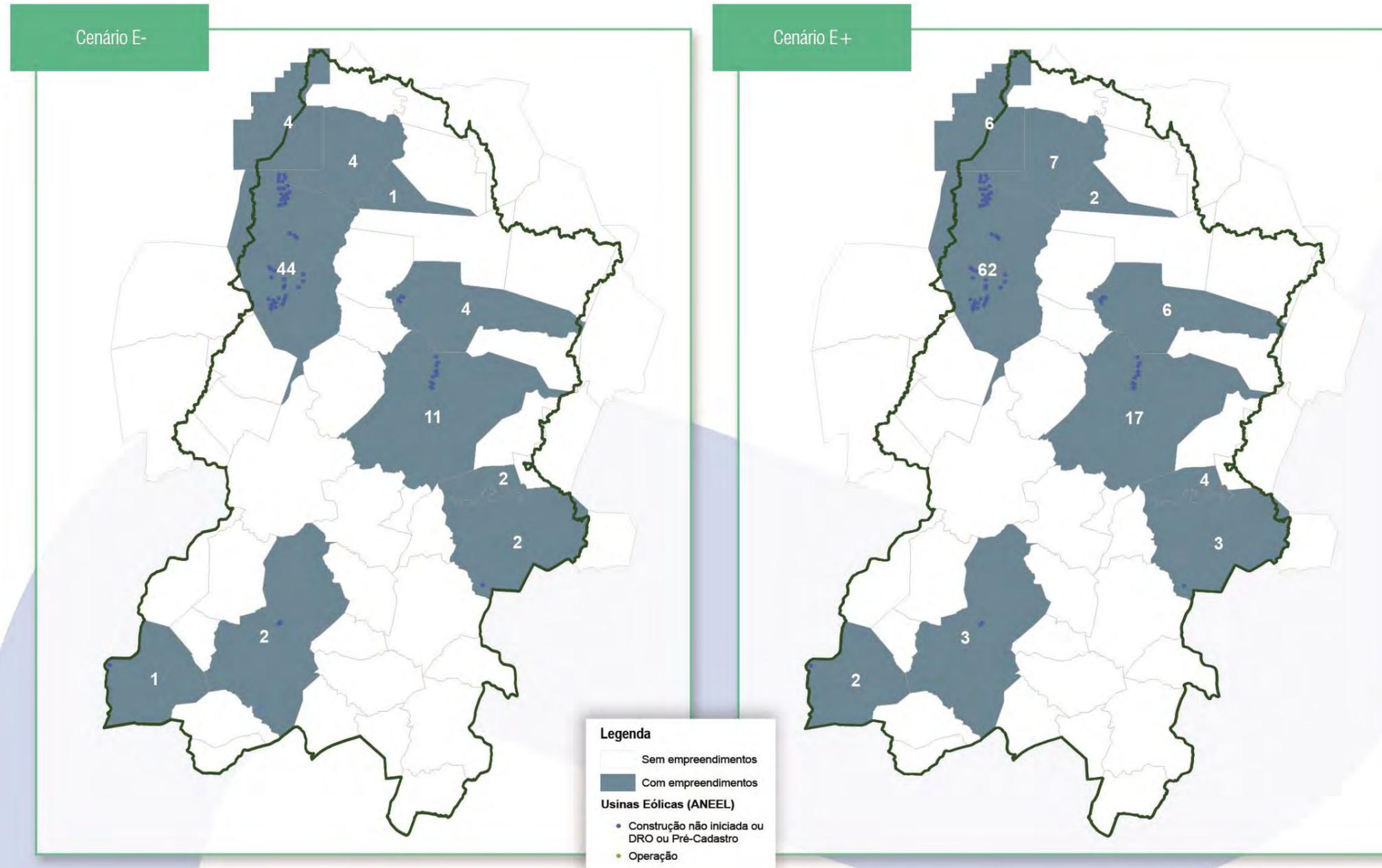
O mesmo racional das usinas geradoras de energia eólica se aplica para as projeções de instalação das usinas geradoras de energia fotovoltaica. Não se trata, nessa seara, da instalação de painéis fotovoltaicos em residências e comércios para geração de energia distribuída por micro e pequenos geradores, mas sim de usinas solares.

Quadro 3.24 – Projeções de instalação de usinas geradoras de energia fotovoltaica

Região imediata	Cena Atual	Cenário Tendencial	Cenário Otimista
Açu	2	64	94
Caicó	0	3	5
Currais Novos	0	4	7
Mossoró	0	4	6
Santa Cruz	0	0	0
João Câmara	0	0	0
Total	2	75	112

FONTE: COBRAPE, 2019.

Figura 3.58 – Projeções de instalação de usinas geradoras de energia fotovoltaica



FONTE: COBRAPE, 2019.

Há, ainda, uma outra fonte potencial de geração de energia renovável na BHPA por meio do processamento e queima de biomassa. Trata-se da fábrica Briquetes Vale do Açu (BVA), inoperante, porém instalada no Campus Ipanguaçu do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). A fábrica deverá ser capaz de produzir cerca de 4,8 mil ton/ano de briquetes (lenha ecológica, fabricada com material orgânico prensado e seco) por meio do adensamento ligno-celulósico de biomassa.

A fábrica foi finalizada ainda em 2014, viabilizada com recursos do Programa Petrobras Socioambiental, através do Projeto Caatinga Viva²⁸, e há expectativa de que inicie suas operações em breve²⁹. As principais matérias-primas a serem utilizadas na fabricação dos briquetes na BVA deverão ser resíduos da produção de cera de carnaúba, espécies vegetais plantadas com fins energéticos, como capim-elefante, sorgo biomassa, cana-fibra e outras culturas energéticas, além de restos de poda urbana. Uma vez que a operação da BVA e o sucesso da tecnologia como alternativa energética viável ainda é incerto, não se contemplam novas fábricas nos cenários, embora isso possa vir a ocorrer.

3.4.2.4. Atividades de mineração

O Plano dos Eixos Integrados de Desenvolvimento (RN, 2017), o Plano Mais RN (FIERN, 2014), e também o Atlas para Promoção do Desenvolvimento Econômico (RN, 2009), destacam as riquezas minerais que ocorrem na BHPA, notadamente em sua porção Seridoense. Todos apontam, ademais, para um forte incremento na exploração de tais ativos naturais não-renováveis, facilitado pelo aporte de melhorias nas conexões logísticas que estão previstas para o território.

Os possíveis desdobramentos econômicos de um incremento na exploração mineral podem ser melhor perscrutados por meio da base de lavras de mineração na BHPA (ANM, 2013), já descrita no “*Produto 02 – Contextualização da bacia do Piranhas-Açu*”. Ao se associar os ritmos dados pelos contextos de desenvolvimento econômico tendencial e otimista às reservas minerais da bacia, se torna possível vislumbrar os incrementos da atividade, inclusive em sua expressão geográfica - afinal, a ocorrência do minério faz com que essa atividade seja pré-definida em termos de local.

Nota-se que as substâncias que ocorrem na região não deverão ser exploradas nos mesmos gradientes de intensidade. Substâncias associadas à construção civil, tais como areia, cascalho, arenito, saibro e calcário (associado à fabricação de cimento, portanto indiretamente vinculado à construção civil), deverão seguir a demanda interna por novas construções, que não são grandes devido à estabilidade demográfica que se verifica para a BHPA (item 3.4.1.3). Há um segundo grupo de minério que deverá ter sua exploração continuada e com intensidade dependente da demanda do estado do Rio Grande do Norte por peças cerâmicas que, em última instância, reflete o mercado de construção civil para além dos limites da BHPA, que é a da argila - utilizada para a fabricação de artefatos de cerâmica vermelha.

²⁸ Disponível em: <http://portal.ifrn.edu.br/campus/reitoria/noticias/parceiros-do-projeto-inauguram-a-fabrica-briquetes-vale-do-acu>

²⁹ Disponível em: <http://portal.ifrn.edu.br/campus/reitoria/noticias/concorrenca-para-concessao-de-uso-fabrica-de-briquetes-acontece-neste-mes>

Já as substâncias granito, pegmatito, arenito, gnaiss, mármore e quartzito, associados ao revestimento, deverão ser exploradas com maior intensidade, pois assim indicam os planos de desenvolvimento supracitados; estas substâncias não dependem dos desenrolares da economia local, pois encontram suas programações em mercados mais abrangentes. Por fim, o quarto e último conjunto de substâncias é o dos minérios de uso industrial, como scheelita, molibdênio, pegmatito e feldspato. Esse grupo tende a crescer com base em ritmos exógenos à BHPA.

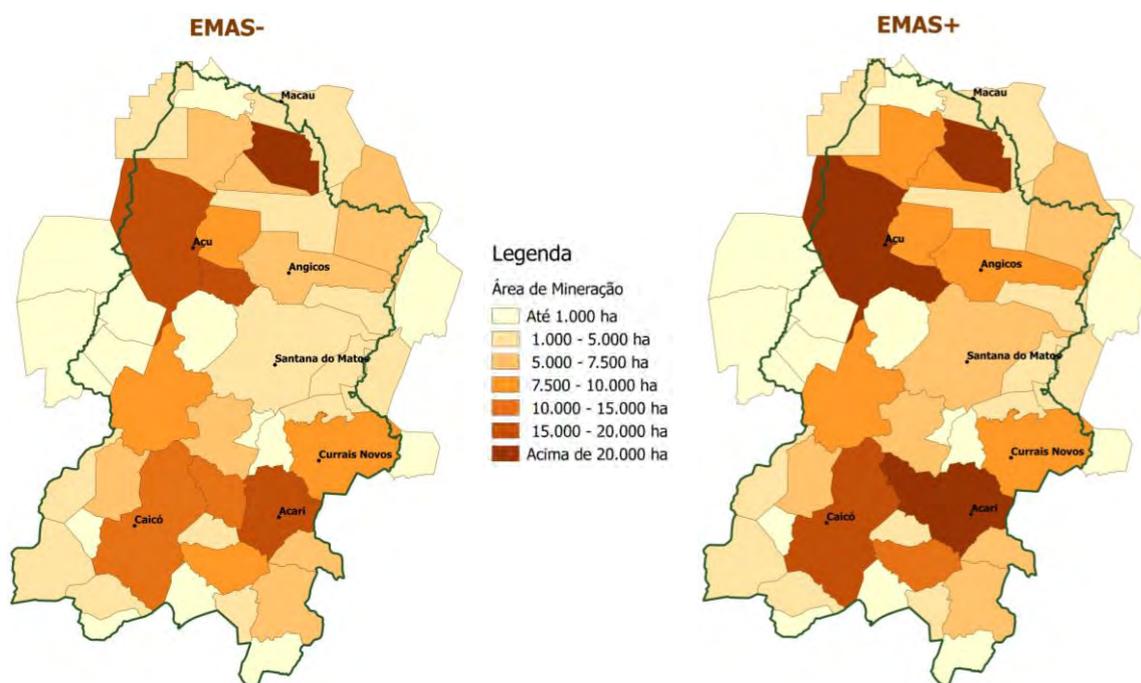
No agregado das áreas de mineração com expansão programada para cada um dos cenários possíveis de desenvolvimento econômico, tem-se um potencial acréscimo de cerca de 200% ainda na projeção tendencial. Caso a projeção otimista se concretize, ter-se-á um acréscimo na área de mineração equivalente a 350%. Esse acréscimo se dá de forma mais intensa na região imediata de Currais Novos, como demonstra o Quadro 3.25. Já pela Figura 3.59, pode-se observar em quais municípios o crescimento da exploração minerária será mais intensificado. Nota-se de relevância afirmar que, muito embora a área ocupada pela mineração seja irrisória frente às demais atividades econômicas, sua ocupação embute uma grande dinamização econômica.

Quadro 3.25 – Projeções de área ocupada pela mineração (ha)

Região imediata	Cena Atual	Cenário Tendencial	Cenário Otimista
Açu	33	99	137
Caicó	27	55	99
Currais Novos	2	30	43
Mossoró	0	0	1
Santa Cruz	0	0	0
João Câmara	0	2	2
Total	62	186	281

FONTE: COBRAPE, 2019.

Figura 3.59 – Projeções de área ocupada pela mineração (ha)



FONTE: COBRAPE, 2019.

3.4.2.5. Atividade salineira

A atividade salineira, assim como a da mineração, se encontra indissociavelmente vinculada à região de ocorrência natural da matéria prima. No caso salineiro, trata-se da zona costeira da BHPA, em um raio muito próximo às tomadas d’água que permitem o início do processo de evaporação solar da água e concentração do sal.

Também em similaridade com algumas substâncias minerárias, a demanda pelo sal marinho extraído nas proximidades da foz do rio Açú tem sua programação realizada em dinâmicas exógenas à BHPA. Segundo as expectativas trazidas pelo Plano dos Eixos Integrados de Desenvolvimento (RN, 2017), pelo Plano Mais RN (FIERN, 2014), e também o Atlas para Promoção do Desenvolvimento Econômico (RN, 2011), trata-se de atividade com anseios de expansão.

A atividade é consolidada e foi recentemente decretada como de interesse social³⁰. A ampliação programada para o Porto Ilha de Areia Branca pode ser, portanto, associada ao contexto econômico representado pelo cenário otimista, embora mesmo no cenário tendencial, haja perspectivas de expansão da atividade. A área ocupada pela atividade na cena atual deve, conclusivamente, crescer de forma considerável, como aposto no Quadro 3.26.

Quadro 3.26 – Projeções de área ocupada pela atividade salineira (ha)

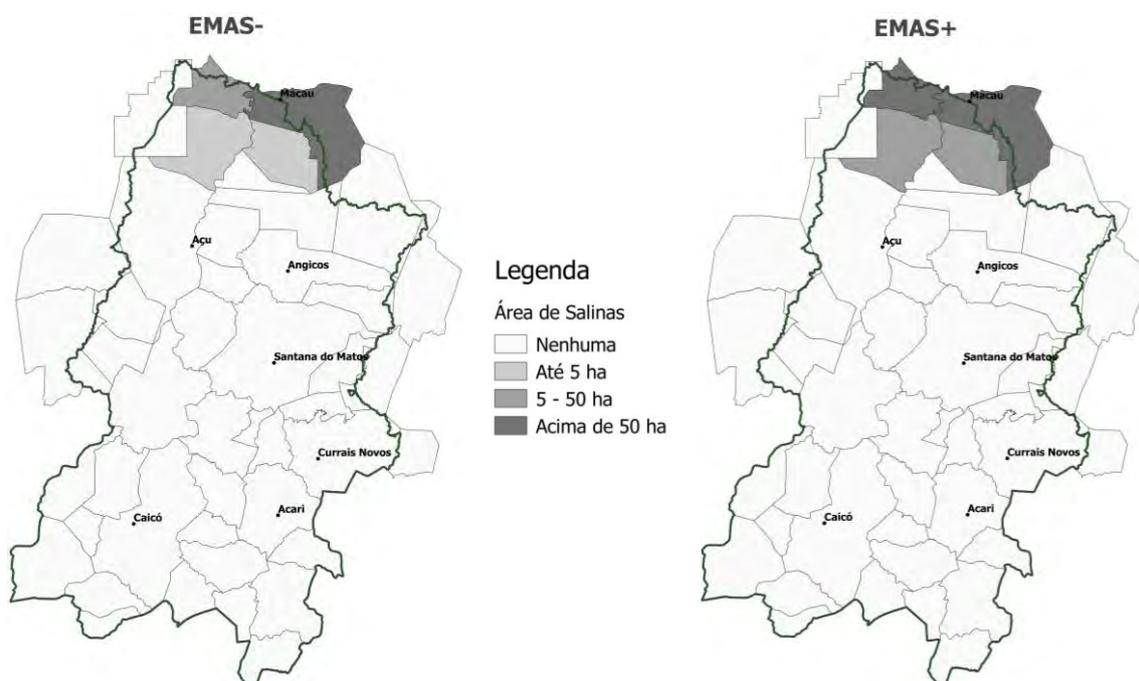
Região imediata	Cena Atual	Cenário Tendencial	Cenário Otimista
Açu	288	349	453

³⁰ Decreto Presidencial nº 9.824/2019 para a atividade salineira nos municípios norterriograndenses de Mossoró, Macau, Areia Branca, Galinhos, Grossos, Porto do Mangue, Pendências e Guamaré.

Região imediata	Cena Atual	Cenário Tendencial	Cenário Otimista
Caicó	0	0	0
Currais Novos	0	0	0
Mossoró	0	0	0
Santa Cruz	0	0	0
João Câmara	0	0	0
Total	288	349	453

FONTE: COBRAPE, 2019.

Figura 3.60 – Projeções de área ocupada pela atividade salineira (ha)



FONTE: COBRAPE, 2019.

3.4.2.6. Agricultura familiar

Todas as atividades produtivas acima descritas (agricultura irrigada, aquicultura, geração de energia, mineração e salinas) apresentam perspectivas distintas de desenvolvimento a depender dos contextos de maior ou menor disponibilidade hídrica (devido ao PISF), ou de maior ou menor desenvolvimento econômico. As atividades correlatas à agricultura familiar, por sua vez, também apresentam perspectivas distintas de futuro, porém com base em premissas que diferem das adotadas para as demais atividades.

Primeiramente, esclarece-se que as atividades da agricultura familiar são, por definição, dispersas territorialmente. Dessa forma, são muito insensíveis ao aumento da oferta hídrica advindo da barragem de Oiticica, do Eixo de Integração do Seridó e também da transposição das águas do rio São Francisco. Também são atividades mais insensíveis à variação da conjuntura macroeconômica, uma vez que seus

produtos atendem, em primeira ordem de prioridade, o autoconsumo e a comercialização direta, para, apenas em segunda ordem, atender os mercados locais.

Conforme fora concluído pelo Diagnóstico e Planejamento Estratégico para o Desenvolvimento de Atividades Produtivas Agrícolas do Rio Grande do Norte é publicação recente (RN, 2016), a agricultura familiar demanda investimentos em organização social e no fortalecimento de arranjos produtivos locais. Eis aí o elemento que pode fazer com que na BHPA hajam caminhos distintos para as atividades correlatas. Senão, vejamos: as conclusões trazidas pelo citado estudo (RN, 2016) corroboram aquelas obtidas pelos relatórios que antecedem ao presente (*Produto 02 – Contextualização da bacia do Piranhas-Açu e Produto 04 – Documento Síntese e 1º Caderno de Trabalho*) no sentido de compreender a realidade do novo meio rural em toda a sua pluralidade.

Essa pluralidade inclui o conjunto de contribuições externas agricultura (como aposentadoria rural, programas públicos de transferência de renda, seguro safra, transferências de recursos por familiares que trabalham fora do estabelecimento, o trabalho para terceiros, o trabalho assalariado, o trabalho informal, e os arrendamentos para produtores de energia) que viabilizam a manutenção de parcelamentos de terra cada vez menores. Estes tem sido elementos fundamentais na manutenção das populações rurais, acrescidos de facilidades no transporte e de pulverização de serviços em cidades-rurais polo. O termo “novo rural”, inclusive, embute a noção de que diversas outras atividades passam a ser desenvolvidas no meio rural, tais como agroindústrias, indústrias, lazer, turismo, comércio e prestação de serviços.

A permanência do homem no campo não está mais calcada, apenas, na produção primária; não obstante, a dinamização da economia rural - condição necessária para lograr a necessária elevação dos padrões de desenvolvimento humano e garantir a distribuição da riqueza - é ainda frágil. Segundo o estudo para o desenvolvimento de atividades produtivas agrícolas (RN, 2016), torna-se claro que o apoio inovação tecnológica e extensão nas cadeias agrícolas, seus processos e sua organização territorial, ainda não é suficiente para alçar organização endógena e sistêmica à agricultura familiar³¹. Conclui-se, portanto, que intervenções externas, tais como as realizadas no âmbito no Projeto RN Sustentável, são muito necessárias. Projetos como o Balde Cheio demonstram, por sua vez, a boa capacidade de resposta da agricultura familiar quando fomentada da forma correta.

Já se verifica um amplo conjunto de políticas, projetos e organismos voltados à agricultura familiar no estado do Rio Grande do Norte, dos quais se destacam a EMATER, a EMPARN e o IDIARN, além do SEBRAE, do SENAR, de ONGs (como o Projeto Dom Helder Câmara) e cooperativas. O setor público (federal e estadual) também promove programas de fomento à produção agropecuária (como o Plano Safra da Agricultura Familiar e Seguro da Agricultura Familiar) e à produção agroindustrial (como o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Industrial, a Política de Garantia de Preços Mínimos, o Programa do Leite, o Programa Nacional de Alimentação Escolar e o Programa de Aquisição de Alimentos).

³¹ O referido estudo (RN, 2016) denota que os investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento para sistemas da agricultura familiar (multifuncionais) são insignificantes em relação aos sistemas de produção de monoculturas.

Não obstante à essa extensa listagem, as conclusões do estudo do Governo do Estado sobre as cadeias produtivas da agricultura familiar (RN, 2016), enfatizam que é fundamental que se realize a inclusão produtiva dos estabelecimentos da agricultura familiar. Afinal, o conceito de arranjo produtivo local (APL), quando trazido para o novo rural, configura-se em redes de produção e suprimentos da agricultura familiar que a coloca em posição de protagonista. O objetivo deve ser não apenas a reprodução econômica, mas também a reprodução sociocultural, envolvendo conceitos e princípios como os da economia solidária.

Pode-se seguramente pressupor o atingimento de maiores graus de sucesso com o desenvolvimento de APLs, uma vez que é a partir do fortalecimento do poder de decisão e de coordenação dos produtores familiares que se tem o fortalecimento na negociação com os outros atores envolvidos, conduzindo a alianças produtivas e as formas de organização que sejam satisfatórias. A própria utilização de muitos dos instrumentos de auxílio já colocados (como os créditos do PRONAF ou do PROADI) depende, sine qua non, desse fortalecimento, uma vez que é a partir de um maior poder de decisão (que pressupõe informação) e de coordenação dos produtores familiares que se tem o fortalecimento na negociação com os outros atores envolvidos, conduzindo a alianças produtivas e as formas de organização que sejam satisfatórias.

Compreende-se que o estímulo ao desenvolvimento das cadeias produtivas em ambiente multifuncionais é condição ímpar para a região objeto deste MZEE, pois quase a metade dos estabelecimentos agropecuários no estado têm área inferior a 5 ha, e há predominância de unidades de produção com até 10 hectares, que equivalem ao 60,3% do total de estabelecimentos (RN, 2016).

A perspectiva de continuidade na inclusão produtiva dos estabelecimentos da agricultura familiar (doravante denominado simplesmente de AFAM+) também pressupõe a continuidade da assistência técnica e extensão rural de forma qualificada e devidamente estruturada. Nesse cenário, pode-se esperar:

- Adequação de equipamentos, de dimensionamento hidráulico e de práticas de manejo, utilização e avaliação dos sistemas de irrigação pertencentes a pequenos irrigantes. A pequena irrigação familiar, que se entende ser aquela que envolve pequenas superfícies irrigadas, da ordem de 0,5 ha a 2 ha, torna mais produtivas as terras semiáridas secas, mas deve ser bem-planejada para que não se constitua em fator de desertificação, pela salinização das terras cultivadas em regime de irrigação;
- Adequação de agroindústrias familiares e comunitárias às regras de vigilância sanitária, permitindo a conquista de selos de inspeção que são, por sua vez, essenciais à comercialização dos produtos de maior valor agregado;
- Aprimoramento e difusão do uso da silagem e da fenação, técnicas essenciais para: garantir a estabilidade da produção dos rebanhos nos períodos de estiagem; garantir a adequação dos rebanhos à capacidade de suporte das propriedades; e aumentar de forma sustentável a capacidade de carga animal;

- Aprimoramento e difusão do manejo florestal da Caatinga de forma a fazer uso de material lenhoso para fins energéticos sem com isso afetar a manutenção da vegetação nativa e seus estágios sucessionais³²; e
- Fomento à instalação de estratégias de pequena escala para a reservação das águas de chuva na escala da propriedade e/ou de pequenos grupos comunitários, tais como as cisternas-calçadão e as barraginhas (barragens subterrâneas nas aluviões dos rios, principalmente no embasamento cristalino).

Esses pressupostos vão de encontro tanto à necessidade imposta pela redução paulatina do tamanho das unidades familiares, no contexto do semiárido, como também se alinham às proposições de convivência com a semiaridez. Dessa forma, as atividades agropecuárias podem passar a respeitar os limites do ambiente, aproveitando os potenciais de cada local sem sobrecarrega-los.

Os resultados apostos no Quadro 3.27 apresentam as projeções das áreas ocupadas pela atividade agrícola familiar, que pode ou não ser irrigada, mas que se distingue, de qualquer forma, da agricultura irrigada empresarial e/ou de maior escala abordada no item 3.4.2.1. Nota-se que no cenário de continuidade no apoio à inserção produtiva dos estabelecimentos da agricultura familiar (AFAM+), as áreas ocupadas deverão ser menores do que aquelas no cenário de menor apoio. Essa diferença não implica em menores quantidades produzidas ou mesmo em menores rendas auferidas; ao contrário, implica que a produtividade e a rentabilidade são ao menos equivalentes, porém mediante a imposição de um impacto ambiental inferior.

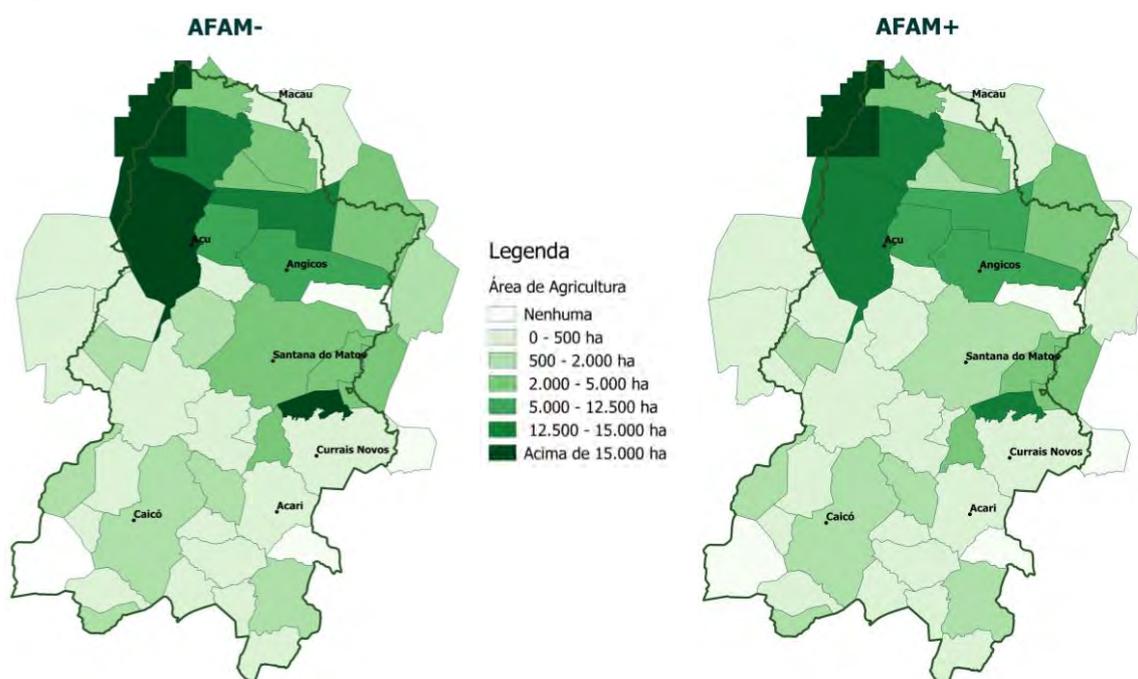
Quadro 3.27 – Projeções de área ocupada pela agricultura familiar (ha)

Região imediata	Cena Atual	AFAM-	AFAM+
Açu	51.823	68.774	61.985
Caicó	5.377	7.679	6.798
Currais Novos	18.419	27.978	22.302
Mossoró	16.261	26.909	20.558
Santa Cruz	0	0	0
João Câmara	3.576	4.494	4.458
Total	95.457	135.833	116.101

FONTE: COBRAPE, 2019.

³² O manejo florestal sustentável da Caatinga, associado ao seu reflorestamento nativo, pode visar produção de biomassa energética, mas não em sistema silvicultural tradicional com floresta homogênea de espécie exótica, mas sim como uma mímica do bioma original, com os estratos arbóreos, arbustivos e herbáceos, conseguidos por meio do plantio de mudas nativas diversificadas e sem espaçamento rígido, aproveitando-se as aberturas do arvoredo nativo para proteção.

Figura 3.61 – Projeções de área ocupada pela agricultura familiar (ha)



FONTE: COBRAPE, 2019.

Observa-se, por fim, que o fortalecimento da agricultura familiar movimentará parte relevante da economia local, notadamente no território em análise que é eminentemente rural. Senão, vejamos as principais organizações sociais e privadas que interagem e também dependem de forma direta da agricultura familiar: de um lado, diversos fornecedores (de sementes, de mudas, de alevinos, de ração animal, de produtos veterinários, de agrotóxicos, de máquinas e implementos, de ferramentas etc.); do outro, compradores da produção como marchantes, corretores de castanha de caju, distribuidores, atacadistas e varejistas locais, intermediários do peixe, agroindústrias locais, associações e cooperativas.

3.4.2.7. Pecuária

Os quantitativos dos rebanhos bovinos e ovinocaprinos, quando analisados em conjunto com o uso do solo, denotam que a pecuária é uma das principais atividades realizadas na BHPA. A produção de gado, principalmente, tem a intrínseca vantagem de ser ambivalente: enquanto as vacas lactentes garantem o suprimento próprio e abrem espaço para comercialização do leite, a produção de gado de corte é vista como uma “poupança” para os pequenos produtores. Dada a facilidade e liquidez que se observa para a comercialização do gado, o animal acaba por substituir, na informalidade, os meios financeiros de se resguardar contra imprevistos futuros.

Para a produção e venda de leite e carne como forma de subsistência, um pasto mesmo que não muito bem manejado, ajuda a minimamente suprir as necessidades de uma família sertaneja, agregando importante valor ao conjunto de estratégias de sobrevivência, dentre elas o cultivo de milho, feijão, arroz e mandioca. Conforme os dados apresentados no “Produto 02 – Contextualização da bacia do Piranhas-Açu”, verifica-se que quase inexitem produtores com sistemas semi-intensivos e lotações

relativamente grandes, sendo que a maior parte da produção é extensiva e de pequena escala, com baixas lotações.

O perfil produtivo traçado corrobora a queda observada nos rebanhos bovinos durante o período de crise hídrica, queda essa que foi compensada, parcialmente, com o incremento dos rebanhos ovinocaprinos. Ou seja, a redução do plantel pode ter vinculação à necessidade de renda por parte do pequeno produtor rural, além de demonstrar o efeito da escassez hídrica na viabilidade dos rebanhos.

Quadro 3.28 – Efeitos da crise hídrica de 2012 na pecuária da Bacia

Indicadores dos efeitos da crise hídrica de 2012	Rebanhos animais	
	Bovino	Caprinos e Ovinos
Variação entre os rebanhos em 2011 com os rebanhos em 2013	-18%	+33%
Razão de municípios com redução maior do que 20% nos seus rebanhos em relação aos que criam cada determinado tipo entre 2011 e 2013 e para a BHPA incluindo sua porção paraibana	81%	30%

FONTE: Adaptado de FGV, 2018.

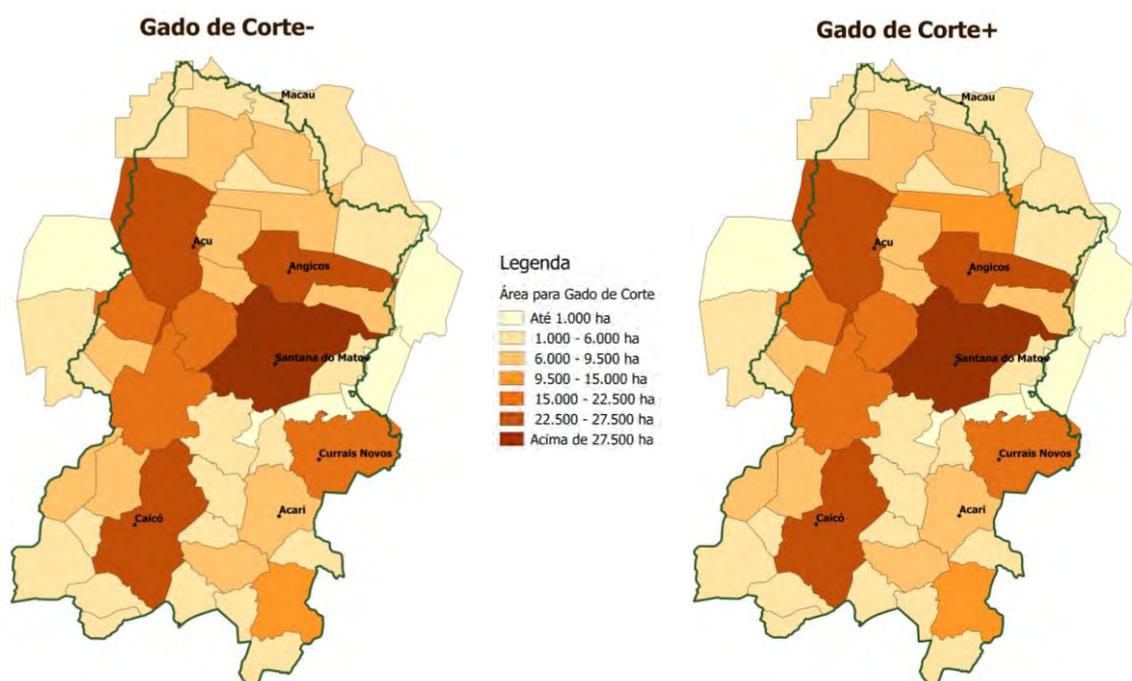
As atividades de criação animal na porção norte riograndense da BHPA podem ser divididas em três grandes grupos, quais sejam: (i) pecuária de corte; (ii) pecuária de leite; e (iii) ovinocaprinocultura (para corte e leite). Entende-se que para o primeiro grupo, não se vislumbra muita variação nas projeções com ou sem maior apoio à inserção produtiva dos estabelecimentos da agricultura familiar (AFAM+), uma vez que a pecuária extensiva traz um custo de oportunidade muito baixo ao criador. No cenário AFAM+, pode-se vislumbrar um ligeiro aumento nesses rebanhos devido à maior capacidade de manejo, mas se trata de incremento marginal.

Quadro 3.29 – Projeções do rebanho de bovinocultura de corte (animais)

Região imediata	Cena Atual	AFAM-	AFAM+
Açu	90.506	119.804	122.530
Caicó	114.492	144.867	145.687
Currais Novos	34.206	44.018	44.483
Mossoró	22.106	27.921	27.921
Santa Cruz	2.531	2.832	2.832
João Câmara	4.029	5.460	5.803
Total	267.870	344.902	349.256

FONTE: COBRAPE, 2019.

Figura 3.62 – Projeções de área ocupada pela bovinocultura de corte (ha)



FONTE: COBRAPE, 2019.

Já no contexto da pecuária bovina de leite, o cenário de apoio à inserção produtiva dos estabelecimentos da agricultura familiar (AFAM+) se apresenta como fulcral para o desenvolvimento de rebanhos maiores, pois se supõe maiores condições de criação e também de agregação de valor com os produtos do leite. Na conversão dos rebanhos para área ocupada, nota-se que no cenário AFAM+, as áreas são intensificadas, permitindo crescer os quantitativos animais com muito menos ocupação de área.

Quadro 3.30 – Projeções do rebanho de bovinocultura de leite (animais)

Região imediata	Cena Atual	AFAM-	AFAM+
Açu	11.399	14.210	14.210
Caicó	61.638	91.635	112.917
Currais Novos	16.092	20.604	20.604
Mossoró	2.919	3.541	3.541
Santa Cruz	583	652	652
João Câmara	655	819	819
Total	93.286	131.461	152.743

FONTE: COBRAPE, 2019.

De forma análoga à criação de vacas de leite, a criação de ovinocaprinos pode ser bastante influenciada pela continuidade apoio à inserção produtiva dos estabelecimentos da agricultura familiar (AFAM+), fazendo com que o quantitativo do rebanho responda de acordo. A Figura 3.63 permite observar o impacto antevisto na área ocupada pela atividade pecuária mais sensível ao apoio à inserção produtiva dos

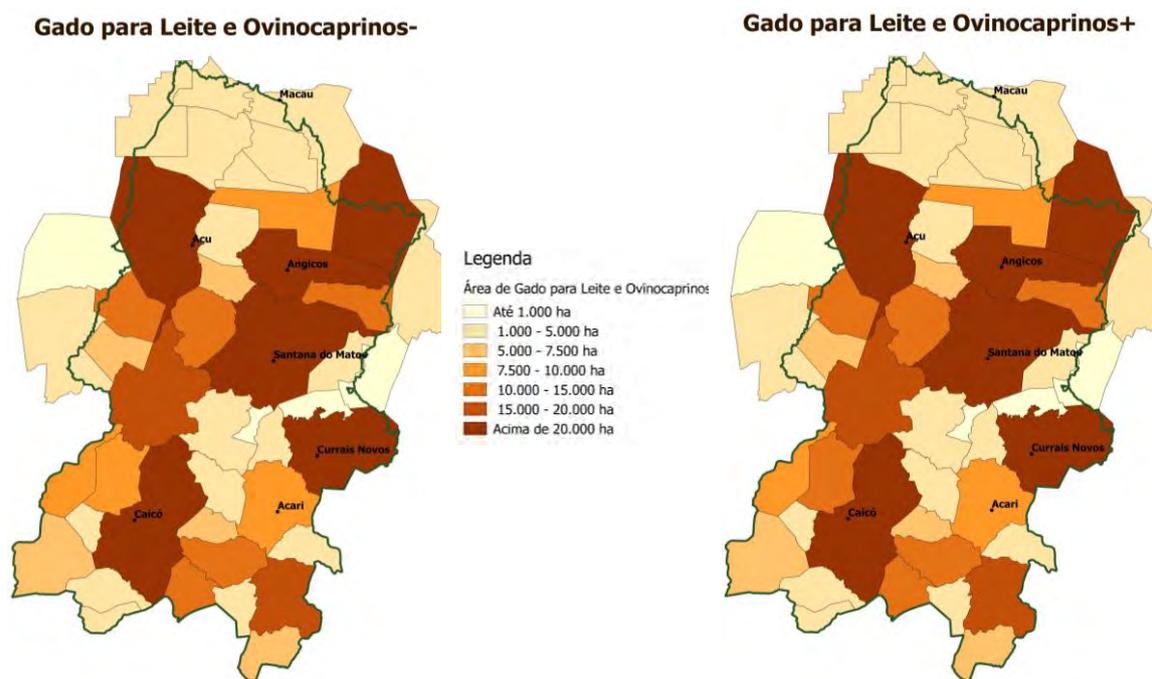
estabelecimentos da agricultura familiar. A somatória dos cenários de ocupação de área futura com as atividades pecuárias de bovinocultura de corte, de leite e a ovinocaprinoresultam nas maiores expectativas de uso do solo na BHPA. Tal como o é atualmente, as pastagens constituem os mais amplos usos antrópicos no território estudado.

Quadro 3.31 – Projeções do rebanho ovinocaprino (animais)

Região imediata	Cena Atual	AFAM-	AFAM+
Açu	229.155	319.705	366.541
Caicó	255.588	334.278	334.278
Currais Novos	66.252	83.672	83.672
Mossoró	42.497	53.483	53.483
Santa Cruz	4.481	5.013	5.013
João Câmara	54.292	88.900	119.391
Total	652.265	885.051	962.378

FONTE: COBRAPE, 2019.

Figura 3.63 – Projeções de área ocupada pela pecuária de leite e ovinocaprino (ha)



FONTE: COBRAPE, 2019.

3.4.2.8. Infraestrutura urbana e industrial

O MZEE da porção potiguar da BHPA tem como propósito orientar o ordenamento territorial na escala da paisagem, não tendo por objetivo (e sequer por nível institucional de atribuição) a ingerência sobre os ordenamentos urbanos das cidades

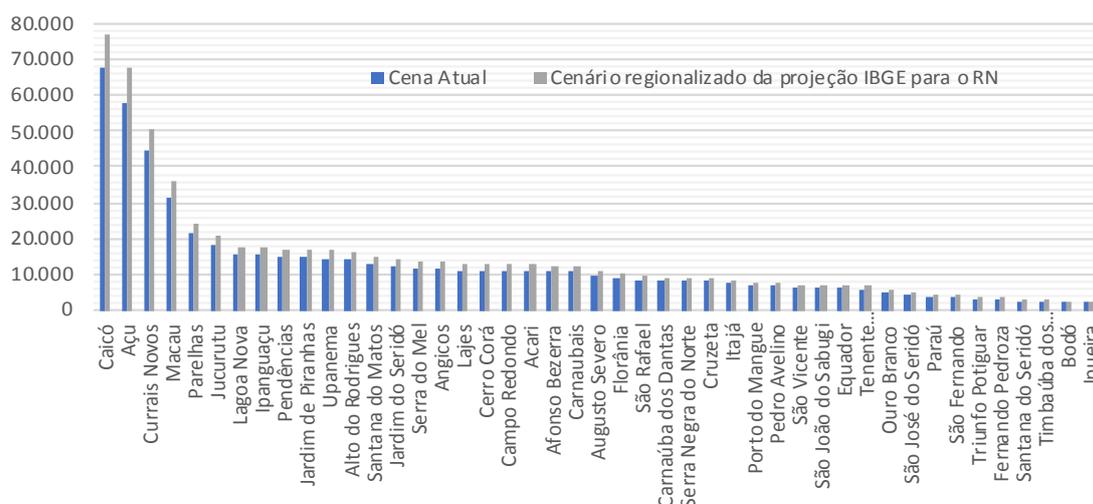
componentes do território em análise. Não obstante, os padrões possíveis de uso do solo - fundamentais componente do MZEE - devem considerar as possíveis expansões nas áreas urbanas, respeitando as diretrizes das cidades. As áreas de expansão urbana encontram-se devidamente mapeadas pelo IBGE por ocasião da elaboração do Censo Demográfico de 2010.

Essa informação pode ser obtida pelos setores censitários, que é um dos elementos formadores das células de análise do instrumento em construto. São nessas áreas de expansão da mancha urbana que as cidades planejam ceder espaço agropecuário ou de vegetação nativa para a expansão: da franja urbana; para as atividades industriais; para o aporte de infraestrutura econômica como ramais rodoviários, subestações de energia; campi de instituições de ensino superior; estações de tratamento de água e de efluentes; aterros sanitários; galpões logísticos; e tantos outros equipamentos que se fazem necessários.

Para fins do presente zoneamento, portanto, consideraram-se as zonas classificadas como “urbanas” pelo Censo Demográfico de 2010 como aquelas que estão aptas a receberem a expansão de tais infraestruturas. Além dessas células, consideram-se como “urbanas” as células que apresentam ocupação com infraestrutura, na cena atual, superior à 50% de sua área. Uma vez que as células podem ser compreendidas como as menores unidades territoriais de análise, esse cálculo de ocupação relativa pode ser realizado com base no mapeamento de uso do solo na cena atual, conforme descrito no item 3.1.4.

Das projeções realizadas no âmbito dos cenários, três são os indicadores que podem ser articulados de forma a balizar a expansão da infraestrutura tal como definida acima: as projeções populacionais, as projeções para o VAB industrial, e as projeções para o VAB de serviços. A partir do desenrolar de cada um desses indicadores, decorre a expansão da área de infraestrutura. Antes de se apresentar tal resultado, no entanto, ilustram-se pelas Figura 3.64 e Figura 3.65 os resultados por município para os três indicadores em comento.

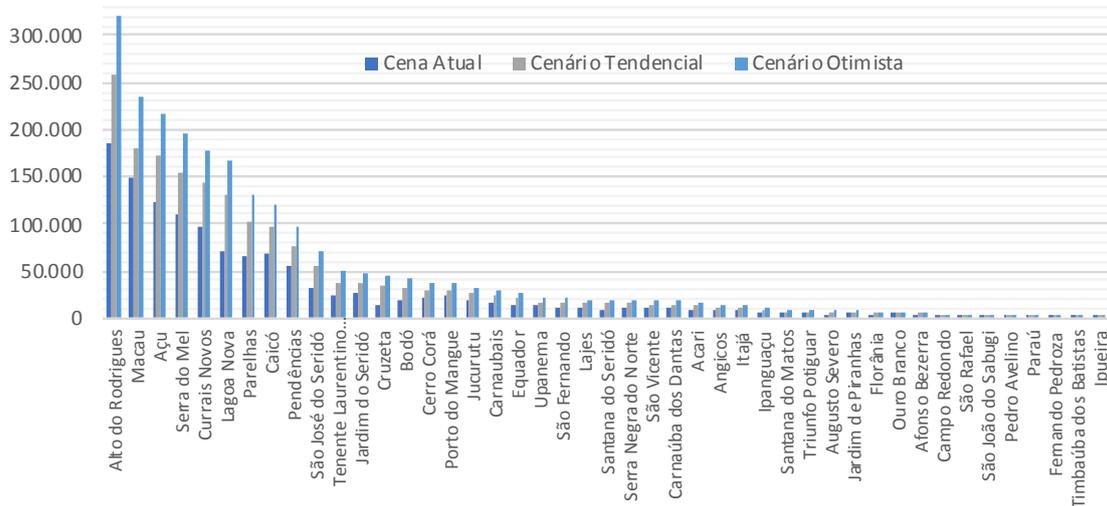
Figura 3.64 – Projeções para a população dos municípios potiguares da BHPA segundo regionalização das projeções estaduais do IBGE (habitantes)



FONTE: COBRAPE, 2019.

Nota-se que as projeções demográficas mantêm a tendência identificada no “*Produto 02 – Contextualização da bacia do Piranhas-Açu*” de concentração urbana nas cidades-polo. Já as projeções para o VAB industrial reforçam o acréscimo de tal atividade nas cidades que mais detêm presença de indústrias, calibradas para o fato de que alguns municípios podem passar, no cenário otimista, a estarem melhor conectados em termos logísticos, aos centros consumidores ou distribuidores.

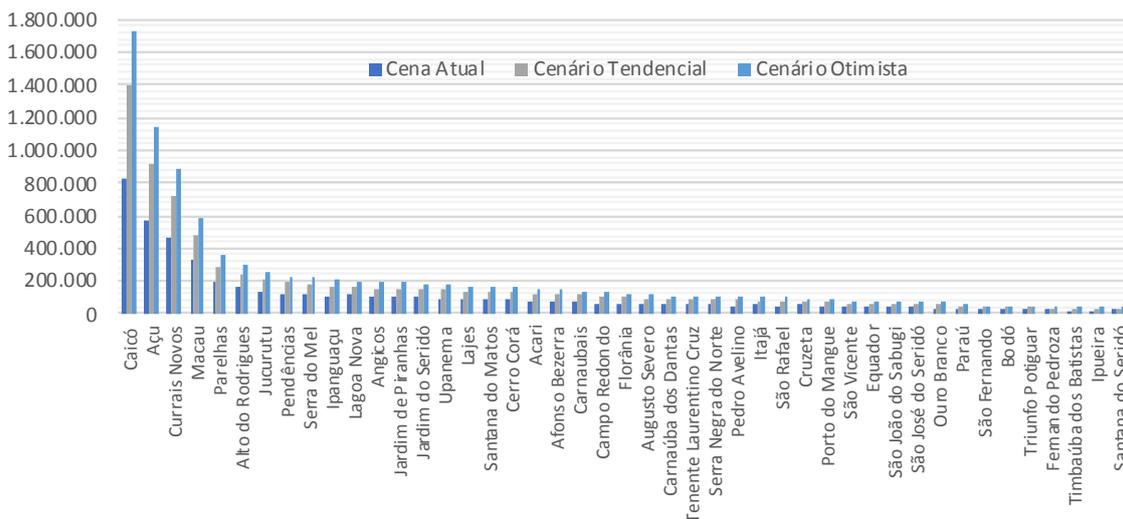
Figura 3.65 – Projeções para o VAB Industrial (R\$, mil)



FONTE: COBRAPE, 2019.

Por fim, as projeções do VAB serviços, que aqui inclui os de natureza pública e privada, se alinham às projeções das cidades-polo da BHPA, que receberão crescimento mais do que proporcional em sua geração econômica terciária do que o aumento de suas populações devido aos conceitos apresentados no item 3.4.1.1.

Figura 3.66 – Projeções para o VAB Serviços (R\$, mil)



FONTE: COBRAPE, 2019.

A partir das projeções apresentadas, faz-se uma correlação dos indicadores com as áreas ocupadas pela infraestrutura na cena atual (conforme definição descrita no item 3.1.4), permitindo balizar o ritmo de incremento das áreas com as projeções dos indicadores citados ao nível municipal. Posteriormente, essa mesma projeção de expansão, ao nível de município, é transmitida para cada uma das células correspondentes às áreas urbanas, compondo assim os cenários-guarda-chuva para as atividades industriais, urbanas e de infraestrutura econômica.

Dada a pequena diferença (relativo às expansões das demais atividades econômicas) entre as áreas demandadas para a expansão da infraestrutura nos cenários tendencial e otimista, optou-se por considerar um único cenário de expansão para esses usos em termos de área ocupada (uso do solo), condizente com os resultados do cenário otimista.

Quadro 3.32 – Projeções de área ocupada pela infraestrutura urbana, industrial e infraestrutura econômica (ha)

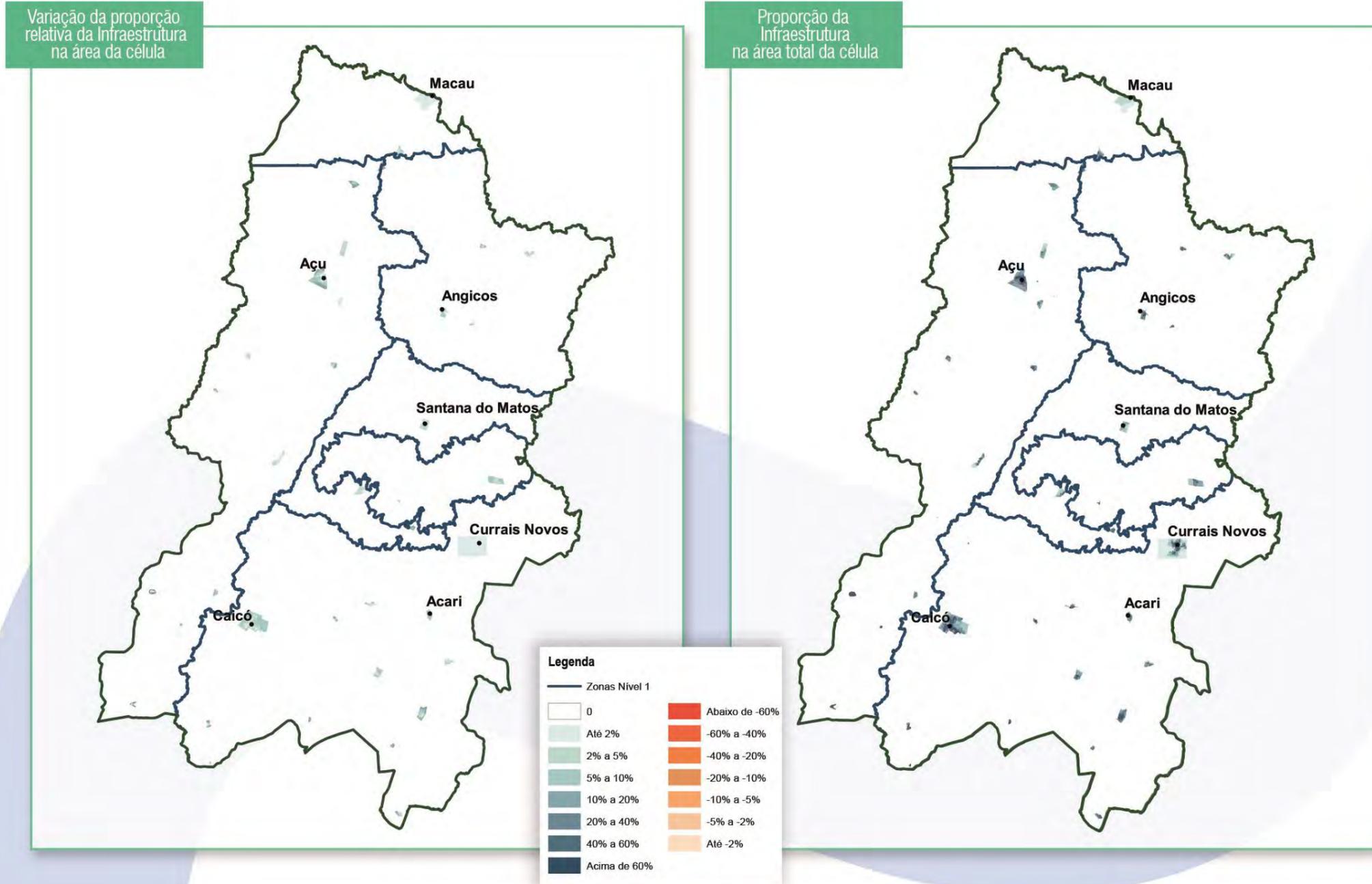
Região imediata	Cena Atual	Cenário Tendencial	Cenário Otimista
Açu	1.721	2.040	2.159
Caicó	2.325	2.779	2.929
Currais Novos	1.045	1.227	1.299
Mossoró	0	0	0
Santa Cruz	0	0	0
João Câmara	70	79	83
Total	5.160	6.125	6.469

FONTE: COBRAPE, 2019.

A Figura 3.67 permite visualizar o resultado para o cenário de infraestrutura, já no nível de célula, em dois mapeamentos complementares: a figura da esquerda traz a variação na proporção da classe “infraestrutura” em cada célula (variação relativa ao que já existia na célula), enquanto que a figura da direita apresenta o resultado da proporção da classe “infraestrutura” na área da célula. Tratam-se de visões relativas (esquerda) e absolutas (direita), embora ambas sejam denotadas em percentual.

Observa-se, por exemplo, que a marcante área de expansão urbana de Currais Novos apresenta uma variação espraiada de até 2% em cada uma de suas células (figura esquerda), enquanto que nas células mais ao sul da mancha urbana atual (figura da direita), a concentração da infraestrutura em proporção à área da célula ultrapassa 40%. Uma vez que apenas as células classificadas como “urbanas” são especializadas no cenário de infraestrutura, todas as células rurais permanecem inalteradas.

Figura 3.67 – Cenário de infraestrutura



FONTE: COBRAPE, 2019.

3.4.3. Metodologia de combinação e espacialização dos cenários socioeconômicos agregados

O princípio norteador dos cenários socioeconômicos agregados é o de revelar a pressão econômica que se conforma na busca pelo aproveitamento de vantagens comparativas regionais no território, bem como o sucesso no fomento das estratégias de desenvolvimento ora em execução.

3.4.3.1. Combinação dos cenários socioeconômicos

O item anterior apresentou as projeções de cada uma das atividades econômicas em dois gradientes de variação: um menos intenso e outro mais intenso. Cada atividade é articulada nas duas perspectivas de futuro de acordo com suas características, demandando realizar um cruzamento entre eles para que se permitam simulações agregadas. Afinal, à exceção das energias renováveis, todas as demais atividades trazem rebatimentos diretos sobre o uso do solo.

O Quadro 3.33 apresenta os cenários de cada atividade produtiva considerada, sendo que a sigla EMAS representa a combinação das atividades de energia, mineração, aquicultura e salinas, e é doravante adotada para fins de simplificação de notação. O EMAS- passa a ser a sigla, assim, da projeção econômica tendencial, enquanto o EMAS+ passa a significar a projeção econômica otimista.

Quadro 3.33 – Cenários mais e menos intensivos por atividade produtiva

Atividade produtiva	Cenário menos intenso	Cenário mais intenso
Agricultura irrigada	PISF-	PISF+
Aquicultura	EMAS-	EMAS+
Geração de energias renováveis	EMAS-	EMAS+
Atividades de mineração	EMAS-	EMAS+
Atividade salineira	EMAS-	EMAS+
Agricultura familiar	AFAM-	AFAM+
Pecuária	AFAM-	AFAM+
Infraestrutura (atividades industriais, urbanas e de infraestrutura econômica)	EMAS-	EMAS+

FONTE: COBRAPE, 2019.

Nota-se que existem duas variações de intensidade para três conceitos de estado de mundo futuro, o que renderia uma combinação de 8 cenários socioeconômicos agregados. Dada a similaridade (e também para fins de simplificação), torna-se possível associar o cenário econômico com o cenário de aporte de infraestrutura hídrica: dessa forma, no cenário econômico tendencial, não há projeção de entrada em operação do PISF (ao menos não nos moldes ora considerados), enquanto que, por outro lado, associa-se o cenário econômico otimista com o advento do PISF. Com essa combinação, tem-se 4 combinações possíveis, uma vez que a variação AFAM- e AFAM+ é independente dos desenrolares econômicos e, portanto, pode vir a ocorrer

com ou sem PISF e com ou sem crescimento econômico tendencial ou otimista. O resultado final da agregação dos cenários das atividades produtivas, portanto, é exposto no Quadro 3.34.

Quadro 3.34 – Combinações resultantes para os cenários socioeconômicos

	Variações de PISF	Variações de EMAS	Variações de AFAM
Cenário combinação 1	PISF -	EMAS -	AFAM -
Cenário combinação 2	PISF -	EMAS -	AFAM +
Cenário combinação 3	PISF +	EMAS +	AFAM -
Cenário combinação 4	PISF +	EMAS +	AFAM +

FONTE: COBRAPE, 2019.

Essas quatro combinações conformam os cenários socioeconômicos agregados, que são então especializados ao nível de célula (item 3.4.3.2) para, então, serem contrastados com os cenários ambientais normativos (item 3.6).

3.4.3.2. *Espacialização dos cenários nas células de análise*

Conforme exposto no item sobre metodologia de base espacial (3.1.3), a unidade territorial adotada para a análise dos cenários e também, posteriormente, para a definição das zonas de nível IV (capítulo 4), é a célula. Essa unidade espacial é resultante da interseção da base de setores censitários municipais do IBGE com os ototrechos codificados da ANA, resultando em um total de 19.799 porções do território cuja área média é de 88,43 ha e a mediana é de 32,19 ha.

As projeções dos cenários foram realizadas, conforme exposto no item precedente, a nível de município, cobrindo cada uma das atividades produtivas consideradas. Tal como exposto no item sobre infraestrutura (3.4.2.8), desenvolveu-se metodologia que utiliza do cubo para aplicar as projeções municipais ao nível das células, permitindo-se assim obter novos - embora hipotéticos - padrões de uso do solo. Afinal, uma vez que cada uma das atividades econômicas (à exceção da geração de energia renovável) detém expressão em área, para cada um de seus cenários, pode-se aplicar esse resultante do desenvolvimento e verificar, assim, suas consequências no uso do solo agregado da porção potiguar da BHPA.

Essa espacialização dos cenários nas células, embora não crie um novo uso do solo ao nível de feições geográficas, dá origem à um conjunto de leituras integradoras que se formam a partir dos movimentos antevistos para cada uma das células de análise. Em especial, reporta-se a variação em cada célula da vegetação nativa, uma vez que a expansão das atividades econômicas se dá por sobre essas. O procedimento adotado para a realização da espacialização dos cenários nas células é aqui detalhado. Primeiramente, define-se para a presente espacialização os resultados por célula correspondentes à **cena atual**, ou seja, ao cenário de partida (ver item 3.1.4).

A espacialização dos **cenários de infraestrutura**, que agregam o crescimento urbano, industrial e de outras infraestruturas econômicas não discricionárias, se dá exclusivamente nas células classificadas como “urbanas”. Essa classificação é realizada a partir da identificação como “zona urbana” da pr ria base de setores

cenitários do IBGE, acrescida da classificação como “urbana” das células que det m fração superior a 50% de suas áreas como “infraestrutura” na cena atual.

A expansão da infraestrutura se dá, de acordo com os anseios de expansão urbana definidos nos cenários de cada município, mediante a diminuição, prioritariamente, das áreas de vegetação nativa. Caso essas não sejam suficientes para comportar toda a área requerida, avança-se como um segundo critério sobre as áreas de pastagem e, caso ainda não seja suficiente, pelas áreas de agricultura. A adoção de tais critérios, que em ordem de prioridade seguem: vegetação nativa / pastagem / agricultura, segue a lógica do custo de oportunidade da terra, que é mais baixo quando coberta por vegetação nativa e sobre, progressivamente, até chegar no uso da agricultura. A distribuição das áreas de expansão sob as células definidas se dá de forma proporcional à sua disponibilidade.

Uma vez definidas as células “urbanas”, por exclusão tem-se que todas as demais são “rurais”. Para a espacialização dos usos de **mineração, salinas e aquicultura**, que só ocorre em células “rurais”, adota-se mecânica similar à utilizada para a infraestrutura: o crescimento dessas atividades, que são bastante rígidas em termos locais (principalmente a mineração e as salinas), se dá nas células onde há indicação de favorecimento à essas atividades, seja pela ocorrência da substância mineral, seja pela ocorrência de atividade salineira, ou seja pela existência pretérita ou atual de tanques escavados para a aquicultura.

Uma vez que essas atividades produtivas apresentam rendimentos marginais por unidade de área ocupada diversas vezes superior aos usos agropecuários, sua expansão, caso antevista por algum cenário, ocorre por sobre essas áreas. Uma vez que a expansão sobre áreas de vegetação nativa é ainda mais atrativa (sob o ponto de vista do custo de oportunidade de uso alternativo da terra), adota-se a mesma ordem de priorização para a cessão de áreas para acomodar as atividades de mineração, salinas e aquicultura que para a expansão das infraestruturas urbanas: vegetação nativa / pastagem / agricultura.

Na sequência de acomodação das atividades produtivas nas células, vêm a atividade da **agricultura**. Diferentemente das demais atividades até aqui tratadas, a agricultura expande apenas sobre as áreas de vegetação nativa. Replicando-se o já exposto no item 3.3.1.3, adota-se um índice de propensão à agricultura e à pecuária como forma de se alocarem tais atividades nas células, uma vez que seria irreal vislumbrar o avanço da agricultura por solos não agricultáveis ou mesmo muito declivosos. O índice de propensão à agricultura e à pecuária é resultado da consideração conjunta da menor declividade e dos mais propensos solos³³.

O crescimento da agricultura se dá de forma gradual nas células de acordo com o resultado do índice de propensão: caso a área cearizada para expansão não seja plenamente acomodada nas células de maior propensão, apenas 50% da área restante passa a ser acomodada pelas células de propensão média. Caso ainda haja “saldo” de áreas a expandir, dado que as células de propensão média não continham vegetação nativa suficiente para ceder ao uso agrícola, apenas 10% da área restante segue para ser acomodada nas células de propensão baixa.

³³ Ver capítulo 3.3.1.3 para maiores detalhes da construção do índice de propensão à agricultura e à pecuária.

Torna-se claro pela mecânica aposta que nem todas as áreas requeridas para a expansão da atividade agrícola, conforme projeções ao nível municipal nos cenários, serão possíveis de serem acomodadas. O próximo item (3.4.4.1) apresenta esses quantitativos, auxiliando assim na identificação das áreas que detêm maior pressão pelo uso antrópico, mas se aproximam do limite de atendê-la.

Por fim, e apenas após a espacialização dos usos já descritos, se inicia a mecânica de espacialização das áreas cenarizadas como de expansão para a atividade **pecuária**. Trata-se de formatação idêntica à da agricultura, com os seguintes ajustes: (i) a atividade pecuária só cresce sobre a vegetação nativa após ter dado a preferência para a expansão da atividade de agricultura, uma vez que esta tende a gerar maiores retornos marginais do que aquela; e (ii) a atividade é menos restritiva no tangente à ocupação de novas áreas do que a agricultura, portanto o saldo de áreas que não são acomodadas nas células de maior propensão são de 70% e 50%, respectivamente, para as células de propensão média e baixa.

A partir da mecânica aposta, podem-se finalmente apresentar os resultados dos cenários socioeconômicos agregados.

3.4.4. Resultados dos cenários socioeconômicos

Os resultados dos quatro cenários socioeconômicos são apresentados a seguir por meio de quadros e figuras que detalham a conformação de cada uma das realidades antevistas para a BHPA. Antes, entretanto, algumas notas se fazem necessárias no intuito de se garantir a correta interpretação dos resultados. A primeira delas é sobre a combinação das atividades econômicas nos cenários, que não almejam representar “cenários ideais” ou ainda “desejados”, pois o que se busca ilustrar é justamente o amplo leque de possibilidades de desenrolar futuro, sem a preocupação com a “adequabilidade” ou mesmo quanto à sustentabilidade dos resultados. Essas preocupações, mais do que legítimas, são objeto do próximo capítulo e ensejam o delinear de estratégias que lidem com as situações ora antevistas pelos cenários.

As pranchas de figuras para cada um dos cenários permite visualizar os resultados, ao nível de células, em dois mapeamentos complementares: a figura da esquerda traz a variação na proporção da classe “vegetação nativa” em cada célula (variação relativa ao que já existia na célula), enquanto que a figura da direita apresenta o resultado da proporção da classe “vegetação nativa” remanescente na área da célula. Tratam-se de visões relativas (esquerda) e absolutas (direita), embora ambas sejam denotadas em percentual. As figuras na esquerda das pranchas, portanto, ilustram com clareza aonde, no território, se conformam as maiores pressões pela expansão das atividades produtivas. Já as figuras da direita permitem identificar, com facilidade, as células que ainda mantêm frações mínimas viáveis de vegetação nativa.

Nota-se relevante reforçar que os resultados apresentam articulações de áreas que deixam de ser cobertas por vegetação nativa e passam a abrigar atividades antrópicas produtivas. Não se tem, pelas figuras de resultado dos cenários, mensurações do grau de pressão por poluição ou potencial de contaminação dos solos ou qualquer outra medida qualitativa de impacto ambiental. Essas preocupações são tratadas a posteriori, quando da definição das zonas ecológico-econômicas preliminares.

3.4.4.1. Cenário PISF- EMAS- AFAM-

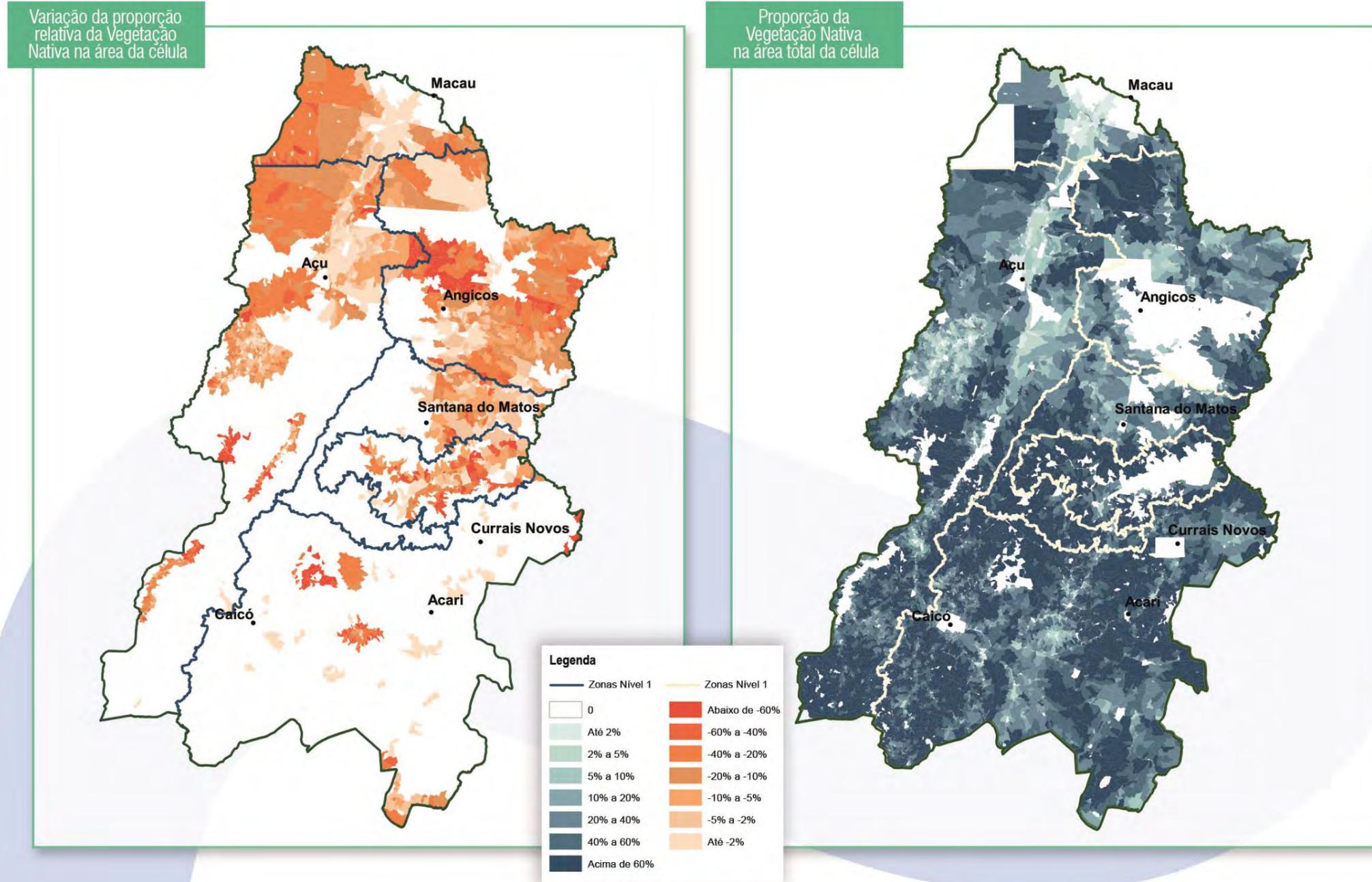
A primeira combinação de cenários socioeconômicos agregados representa a de menor intensidade econômica concomitante à não ocorrência do PISF e ao arrefecimento no apoio à inserção produtiva dos estabelecimentos da agricultura familiar (AFAM-). Nota-se que, por mais que essa combinação não traga expansões significativas nas áreas ocupadas pela agricultura irrigada, o faz com a agricultura familiar, que com menos apoio não aplica tecnologias agregadoras de valor e de produtividade e acaba por demandar, assim, maiores áreas que compensam a menor produtividade.

Quadro 3.35 – Cenário PISF- EMAS- AFAM-

Classes de uso do solo	Zonas Nível 1	Costeira	Médio Piranhas Potiguar	Pataxó	Piranhas	Seridó	Serra de Santana	Total
Infraestrutura	HA	251	244	458	2.069	3.203	244	6.469
	Δ HA	42	60	70	365	503	48	1.089
	Δ %	20,3%	32,4%	18,1%	21,4%	18,6%	24,6%	20,2%
Mineração	HA	24	2	19	67	72	1	186
	Δ HA	16	2	14	67	60	1	160
	Δ %	186,1%	-	246,2%	-	492,1%	-	608,5%
Salinas	HA	319	0	29	1	0	0	349
	Δ HA	46	0	29	1	0	0	75
	Δ %	16,7%	-	-	-	-	-	27,6%
Aquicultura	HA	2.256	0	101	376	0	0	2.733
	Δ HA	387	0	101	376	0	0	864
	Δ %	20,7%	-	-	-	-	-	46,2%
Agricultura	HA	41.320	1.752	33.315	45.066	3.959	29.683	155.095
	Δ HA	13.632	206	11.161	11.621	1.440	6.435	44.495
	Δ %	49,2%	13,4%	50,4%	34,7%	57,2%	27,7%	40,2%
Pecuária	HA	27.787	76.025	156.383	202.472	211.435	15.997	690.099
	Δ HA	3.810	4.160	30.825	25.230	8.790	5.054	77.868
	Δ %	15,9%	5,8%	24,5%	14,2%	4,3%	46,2%	12,7%
Veg. Nativa	HA	24.522	78.722	92.846	232.354	336.108	60.470	825.022
	Δ HA	-17.933	-4.427	-42.199	-37.659	-10.794	-11.539	-124.552
	Δ %	-42,2%	-5,3%	-31,2%	-13,9%	-3,1%	-16,0%	-13,1%

FONTE: COBRAPE, 2019.

Figura 3.68 – Cenário PISF- EMAS- AFAM-



FONTE: COBRAPE, 2019.

3.4.4.2. Cenário PISF- EMAS- AFAM+

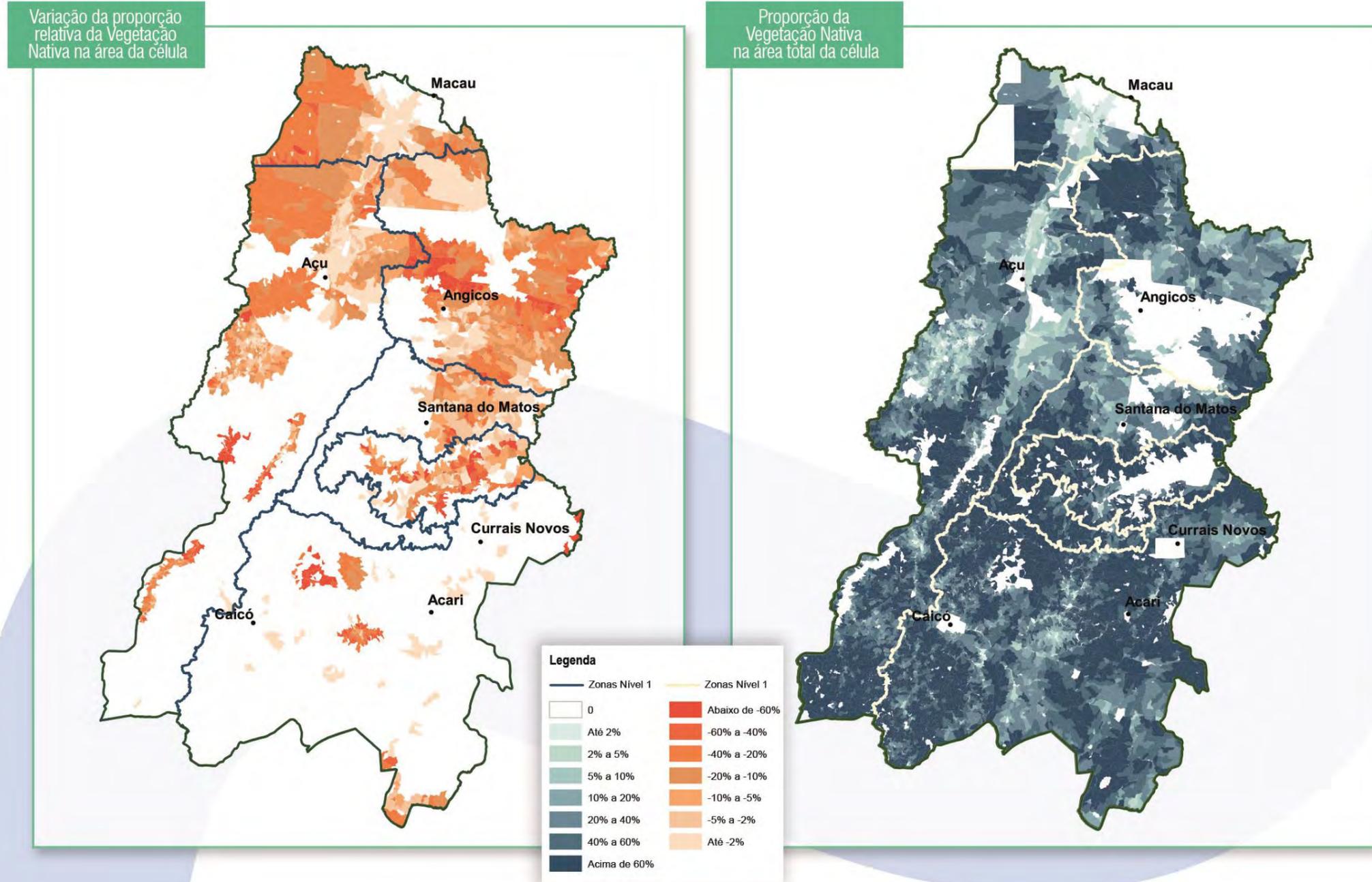
A segunda combinação traz a variância da agricultura familiar com maior grau de apoio à inserção produtiva, que por ser atividade produtiva com muita expressão em área ocupada, faz com que difiram os resultados de forma sensível. Esse é o cenário socioeconômico mais brando em termos de pressão por ocupação de novas áreas produtivas, e mesmo assim resulta em uma supressão de 120 mil ha. Essa perda de vegetação nativa para ceder lugar às atividades produtivas se dá com maior concentração nas macrozonas Pataxó e Piranhas.

Quadro 3.36 – Cenário PISF- EMAS- AFAM+

Classes de uso do solo	Zonas Nível 1	Costeira	Médio Piranhas Potiguar	Pataxó	Piranhas	Seridó	Serra de Santana	Total
Infraestrutura	HA	251	244	458	2.069	3.203	244	6.469
	Δ HA	42	60	70	365	503	48	1.089
	Δ %	20,3%	32,4%	18,1%	21,4%	18,6%	24,6%	20,2%
Mineração	HA	24	2	19	67	72	1	186
	Δ HA	16	2	14	67	60	1	160
	Δ %	186,1%	-	246,2%	-	492,1%	-	608,5%
Salinas	HA	319	0	29	1	0	0	349
	Δ HA	46	0	29	1	0	0	75
	Δ %	16,7%	-	-	-	-	-	27,6%
Aqüicultura	HA	2.256	0	101	376	0	0	2.733
	Δ HA	387	0	101	376	0	0	864
	Δ %	20,7%	-	-	-	-	-	46,2%
Agricultura	HA	41.145	1.705	29.917	43.763	3.670	29.199	149.399
	Δ HA	13.457	160	7.763	10.318	1.152	5.951	38.800
	Δ %	48,6%	10,4%	35,0%	30,8%	45,7%	25,6%	35,1%
Pecuária	HA	27.787	76.025	157.969	202.563	211.441	15.997	691.782
	Δ HA	3.810	4.160	32.410	25.321	8.795	5.054	79.550
	Δ %	15,9%	5,8%	25,8%	14,3%	4,3%	46,2%	13,0%
Veg. Nativa	HA	24.697	78.768	94.658	233.566	336.391	60.954	829.035
	Δ HA	-17.759	-4.381	-40.387	-36.447	-10.511	-11.054	-120.538
	Δ %	-41,8%	-5,3%	-29,9%	-13,5%	-3,0%	-15,4%	-12,7%

FONTE: COBRAPE, 2019.

Figura 3.69 – Cenário PISF- EMAS- AFAM+



FONTE: COBRAPE, 2019.

3.4.4.3. Cenário PISF+ EMAS+ AFAM-

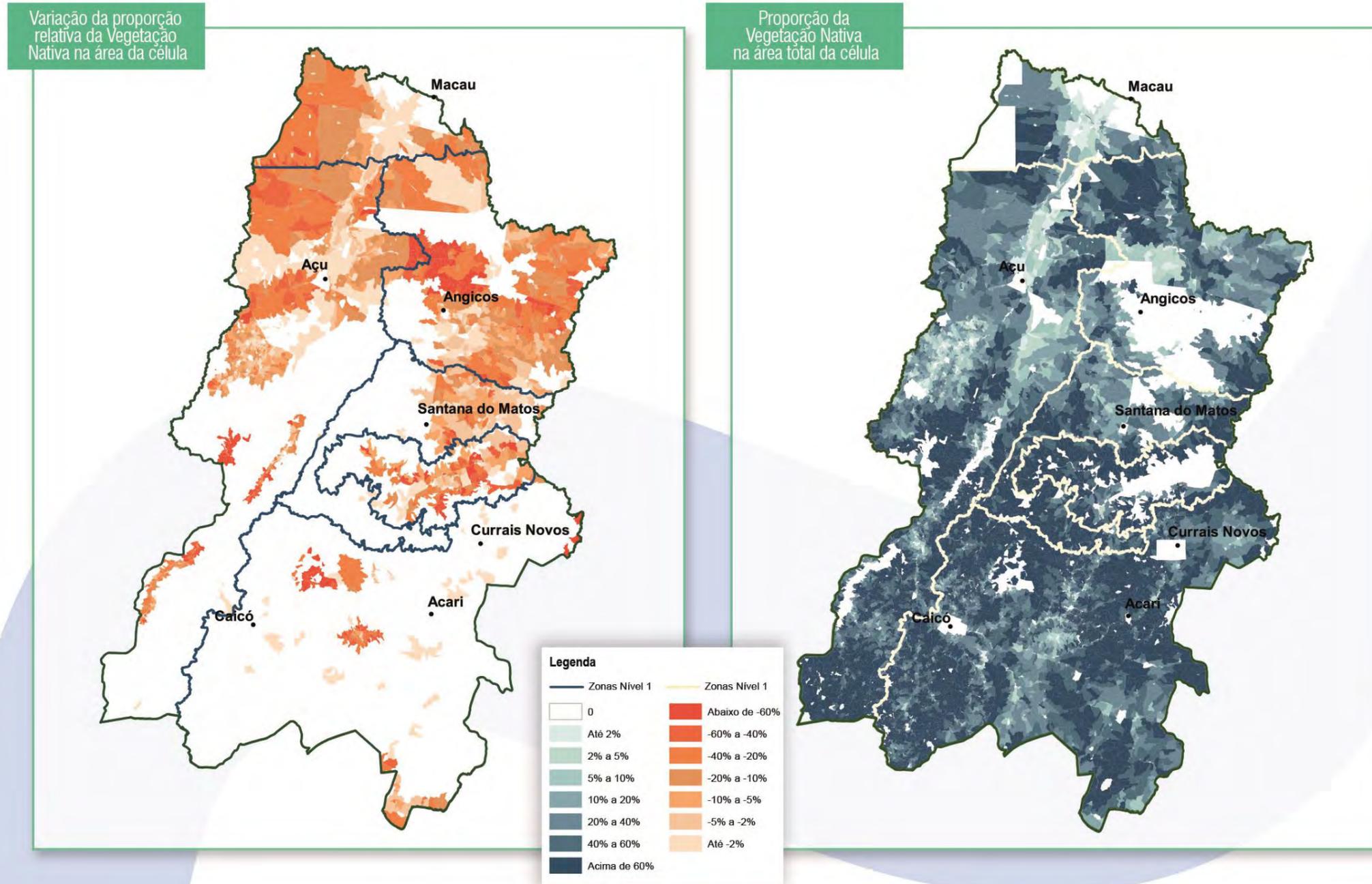
A terceira combinação traz as projeções de uso mais intensivos em termos de ocupação de área na bacia hidrográfica dos rios Piranhas-Açu, uma vez que agrega os cenários mais intensos em expansão econômica e de recursos hídricos (PISF), porém mediante o desincentivo à inserção produtiva da agricultura familiar, tem-se uma maior área ocupada por essa atividade. Nota-se que a perda de vegetação nativa nesse caso sobe para 134 mil ha.

Quadro 3.37 – Cenário PISF+ EMAS+ AFAM-

Classes de uso do solo	Zonas Nível 1	Costeira	Médio Piranhas Potiguar	Pataxó	Piranhas	Seridó	Serra de Santana	Total
Infraestrutura	HA	251	244	458	2.069	3.203	244	6.469
	Δ HA	42	60	70	365	503	48	1.089
	Δ %	20,3%	32,4%	18,1%	21,4%	18,6%	24,6%	20,2%
Mineração	HA	33	2	26	94	124	2	281
	Δ HA	24	2	20	94	112	2	254
	Δ %	286,7%	-	359,4%	-	912,3%	-	969,7%
Salinas	HA	386	0	67	1	0	0	453
	Δ HA	112	0	67	1	0	0	180
	Δ %	41,0%	-	-	-	-	-	65,8%
Aquicultura	HA	2.709	0	189	537	0	0	3.435
	Δ HA	840	0	189	537	0	0	1.567
	Δ %	45,0%	-	-	-	-	-	83,8%
Agricultura	HA	41.623	1.752	34.862	48.480	3.988	29.684	160.389
	Δ HA	13.935	206	12.708	15.034	1.469	6.437	49.790
	Δ %	50,3%	13,4%	57,4%	45,0%	58,3%	27,7%	45,0%
Pecuária	HA	28.095	76.025	157.624	204.404	211.544	15.996	693.687
	Δ HA	4.119	4.159	32.065	27.161	8.899	5.053	81.456
	Δ %	17,2%	5,8%	25,5%	15,3%	4,4%	46,2%	13,3%
Veg. Nativa	HA	23.383	78.722	89.926	226.820	335.918	60.469	815.238
	Δ HA	-19.073	-4.428	-45.119	-43.193	-10.984	-11.539	-
	Δ %	-44,9%	-5,3%	-33,4%	-16,0%	-3,2%	-16,0%	-14,1%

FONTE: COBRAPE, 2019.

Figura 3.70 – Cenário PISF+ EMAS+ AFAM-



FONTE: COBRAPE, 2019.

3.4.4.4. Cenário PISF+ EMAS+ AFAM+

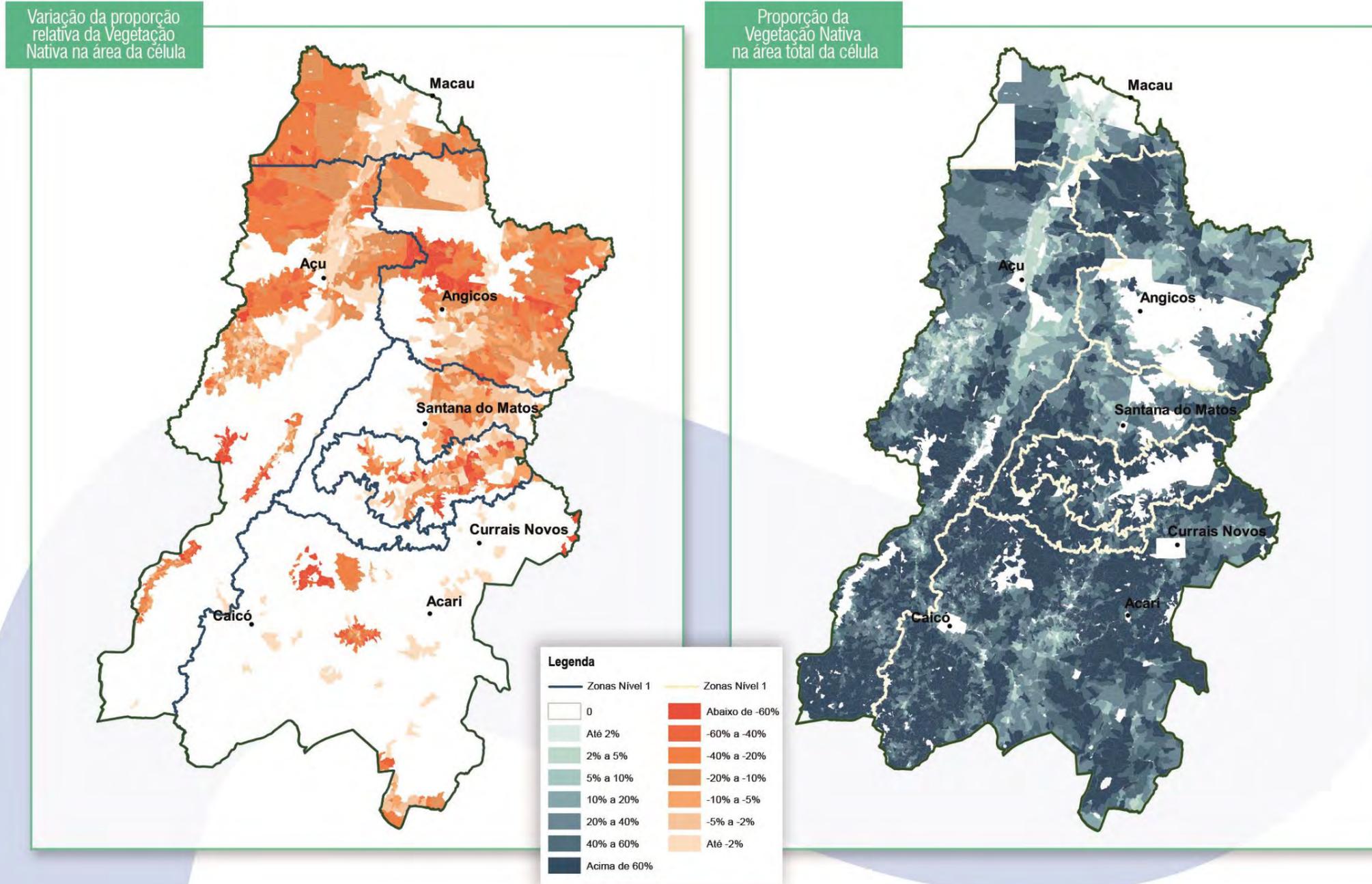
A última combinação dos cenários socioeconômicos traz a mesma expansão acentuada das atividades de energia, mineração, aquicultura, salineira e de agricultura irrigada, porém mediante a continuação do apoio à inserção produtiva da agricultura familiar, tem-se uma menor demanda de área para essas atividades. A combinação resulta em um crescimento potencial de 44 mil ha de área sob agricultura e outros 83 mil ha sob pastagem, traduzindo-se em uma perda de 130 mil ha de área de vegetação nativa.

Quadro 3.38 – Cenário PISF+ EMAS+ AFAM+

Classes de uso do solo	Zonas Nível 1	Costeira	Médio Piranhas Potiguar	Pataxó	Piranhas	Seridó	Serra de Santana	Total
Infraestrutura	HA	251	244	458	2.069	3.203	244	6.469
	Δ HA	42	60	70	365	503	48	1.089
	Δ %	20,3%	32,4%	18,1%	21,4%	18,6%	24,6%	20,2%
Mineração	HA	33	2	26	94	124	2	281
	Δ HA	24	2	20	94	112	2	254
	Δ %	286,7%	-	359,4%	-	912,3%	-	969,7%
Salinas	HA	386	0	67	1	0	0	453
	Δ HA	112	0	67	1	0	0	180
	Δ %	41,0%	-	-	-	-	-	65,8%
Aquicultura	HA	2.709	0	189	537	0	0	3.435
	Δ HA	840	0	189	537	0	0	1.567
	Δ %	45,0%	-	-	-	-	-	83,8%
Agricultura	HA	41.449	1.705	31.464	47.176	3.699	29.200	154.694
	Δ HA	13.761	160	9.310	13.731	1.181	5.952	44.094
	Δ %	49,7%	10,3%	42,0%	41,1%	46,9%	25,6%	39,9%
Pecuária	HA	28.095	76.025	159.210	204.495	211.550	15.995	695.369
	Δ HA	4.119	4.159	33.651	27.252	8.904	5.052	83.138
	Δ %	17,2%	5,8%	26,8%	15,4%	4,4%	46,2%	13,6%
Veg. Nativa	HA	23.557	78.768	91.738	228.033	336.201	60.954	819.251
	Δ HA	-18.898	-4.382	-43.307	-41.980	-10.700	-11.055	-130.322
	Δ %	-44,5%	-5,3%	-32,1%	-15,5%	-3,1%	-15,4%	-13,7%

FONTE: COBRAPE, 2019.

Figura 3.71 – Cenário PISF+ EMAS+ AFAM+



FONTE: COBRAPE, 2019.

3.5. Cenários ambientais prospectivos

3.5.1. Base conceitual e quantitativa para a conformação dos cenários ambientais

Não obstante o item 3.3 tenha abordado diversas condicionantes ambientais, identificadas a partir de diversas fontes incluindo planos, políticas e estudos, não se torna plausível vislumbrar na conformação de um cenário de restrição ambiental a adoção de critérios tais como as áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade, ou mesmo as áreas com alto ou muito alto índice de fragilidade ambiental. Essas restrições são consideradas pelo instrumento em construto como parte da estratégia de compatibilização dos anseios de desenvolvimento econômico com os respeitos à capacidade de suporte ambiental, mas não se vislumbram endógenas aos desenrolares da BHPA. Em um breve exercício de digressão, caso a fragilidade ambiental já tivesse sido respeitada, não se veria tão intenso o processo de desertificação, ou mesmo não teriam sido verificadas tão intensas as perdas com a recente crise hídrica.

O que resta para a articulação dos cenários ambientais prospectivos, portanto, são as possibilidades vislumbradas de cumprimento (ou não) das leis ambientais apostas. Dada a virtual ausência de terras devolutas e a diminuta porção de terras institucionais na região de estudo, pode-se concluir que a maior fração de suas áreas são privadas. Em assim o sendo, essas áreas detêm sua gestão ambiental sujeitas, legalmente, à LPVN (Lei Federal nº 12.651/2012). No mais das vezes, ainda, a maior parte das propriedades detém área inferior a 4 módulos fiscais, o que as classifica como pequenas propriedades. Isso posto, conclui-se que:

- As áreas de preservação permanente (APP) não precisam ser restauradas e mantidas para além de 5 metros, dada a regra conhecida como “escadinha” (já abordada no item 3.3.1.3); e
- Não há obrigatoriedade de recomposição e manutenção de Reserva Legal para além dos remanescentes vegetais existentes nas propriedades (que, em última instância, podem ser constituídas por um par de árvores).

Dessa forma, compilam-se dois cenários ambientais que podem ser vislumbrados como verossímeis para fazer frente aos 4 cenários socioeconômicos, como definem-se abaixo.

3.5.2. Cenário normativo menos restritivo

O primeiro dos cenários ambientais, denominado de normativo menos restritivo, pressupõe, como o nome implica, a manutenção das regras pouco restritivas para a conservação da vegetação nativa. Trata-se do espelho da situação atual, haja vista que apenas 57% das APP (mesmo considerando-se a regra da “escadinha”) encontram-se protegidas (ou seja, com vegetação nativa). Essa situação é ainda mais aguda na macrozona Pataxó, onde apenas 41% das APP estão protegidas.

O que o cenário normativo menos restritivo impõe, tão somente, é a manutenção das APP atualmente sob cobertura de vegetação nativa, considerando-se essas com aplicação da regra da “escadinha”. Retomando-se o exposto no item 3.3.1.3, a área

sob APP com aplicação da regra da “escadinha” é de 21,79 mil ha, o que representa uma fração de 1,2% do território da BHPA.

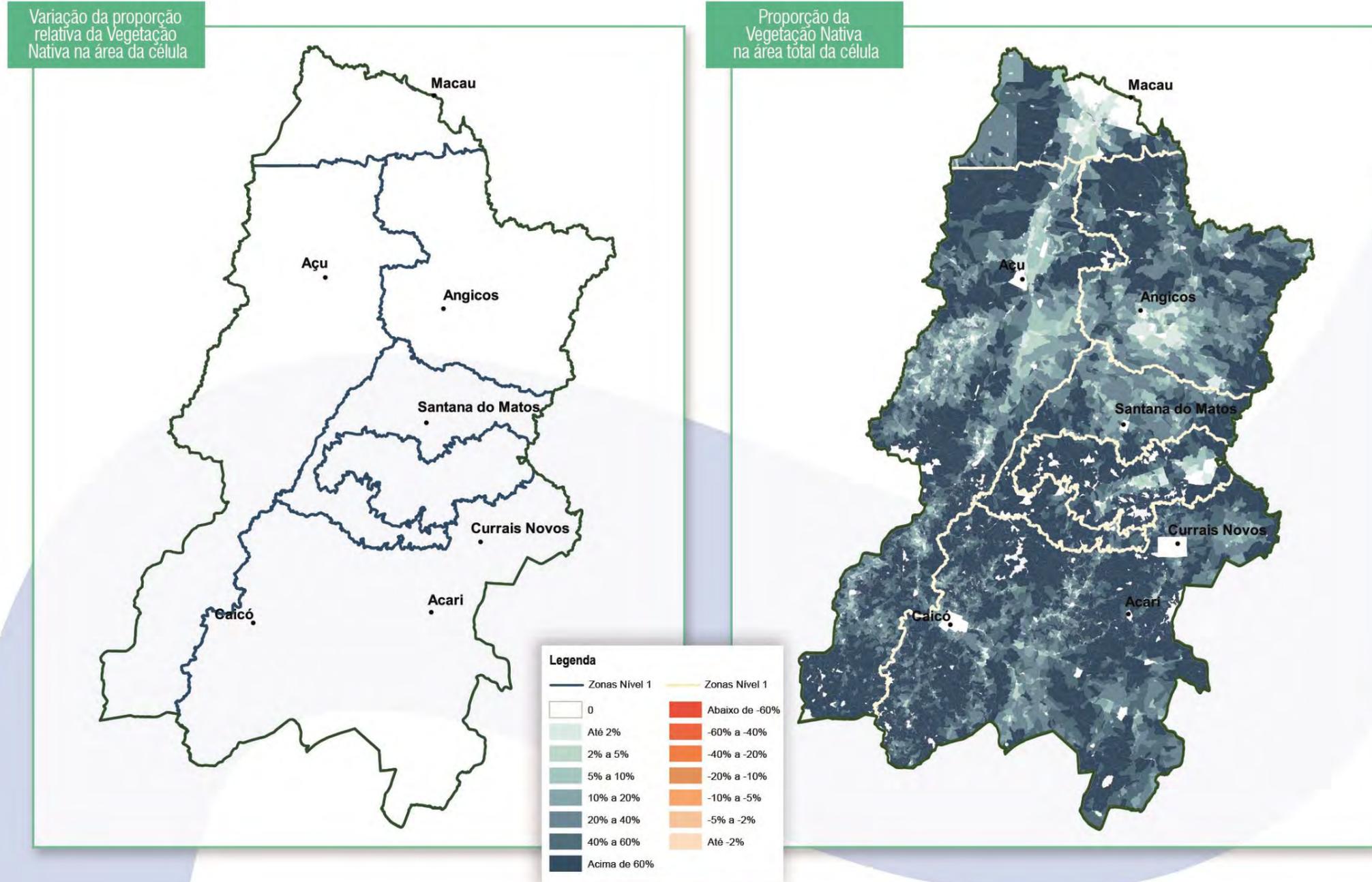
Os resultados do cenário ambiental menos restritivo podem ser visualizados no Quadro 3.39 e Figura 3.72, que revela que, dado o conceito do cenário, a única conversão de usos que se tem é o incremento das áreas sob infraestrutura, às quais não se impõe restrições para expansão haja vista que recaem sob células “urbanas”. Os demais usos do solo (mineração, salinas, aquicultura) não são alterados uma vez que não há, nesse cenário puramente ambiental, a imposição de desenvolvimentos econômicos.

Quadro 3.39 – Cenário Normativo Menos Restritivo

Classes de uso do solo	Zonas Nível 1	Costeira	Médio Piranhas Potiguar	Pataxó	Piranhas	Seridó	Serra de Santana	Total
Infraestrutura	HA	251	244	458	2.069	3.203	244	6.469
	Δ HA	42	60	70	365	503	48	1.089
	Δ %	20,3%	32,4%	18,1%	21,4%	18,6%	24,6%	20,2%
Mineração	HA	8	0	6	0	12	0	26
	Δ HA	0	0	0	0	0	0	0
	Δ %	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%
Salinas	HA	273	0	0	0	0	0	273
	Δ HA	0	0	0	0	0	0	0
	Δ %	0,0%	-	-	-	-	-	0,0%
Aquicultura	HA	1.869	0	0	0	0	0	1.869
	Δ HA	0	0	0	0	0	0	0
	Δ %	0,0%	-	-	-	-	-	0,0%
Agricultura	HA	27.686	1.545	22.144	33.361	2.519	23.212	110.467
	Δ HA	-2	0	-10	-84	0	-36	-133
	Δ %	0,0%	0,0%	0,0%	-0,3%	0,0%	-0,2%	-0,1%
Pecuária	HA	23.941	71.816	125.503	177.032	202.246	10.933	611.472
	Δ HA	-35	-49	-55	-210	-399	-10	-759
	Δ %	-0,1%	-0,1%	0,0%	-0,1%	-0,2%	-0,1%	-0,1%
Veg. Nativa	HA	42.450	83.140	135.040	269.942	346.797	72.007	949.377
	Δ HA	-5	-10	-4	-71	-104	-2	-197
	Δ %	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

FONTE: COBRAPE, 2019.

Figura 3.72 – Cenário Normativo Menos Restritivo



FONTE: COBRAPE, 2019.

3.5.3. Cenário normativo mais restritivo

O cenário normativo mais restritivo, ao contrário do menos restritivo, impõe a recuperação de APP para ao menos se fazer cumprir com o tamanho mínimo de 5 metros de proteção nas margens dos cursos d'água inferiores a 10 metros de largura. Essa imposição pode, muito bem, a vir ser exigida dos proprietários rurais da BHPA. Uma vez que a regularidade junto ao CAR passe a vigorar como a regra para a concessão de empréstimo rural, por exemplo, ter-se-á um instrumento quase-autóctone de estímulo à recuperação vegetal.

Como visto pelos resultados da simulação do InVEST (item 3.3.1.4), os ganhos em serviços ambientais podem muito bem vir a superar os custos com a recuperação da vegetação nativa. Mediante a imposição do cenário normativo mais restritivo de se preservarem as APP (considerando a regra da “escadinha”), há conversão dos usos antrópicos de pastagem e agricultura para a formação savânica.

Outra imposição normativa factível para a BHPA, considerada neste cenário normativo mais restritivo, é a de se respeitar, minimamente, a destinação de 20% da propriedade rural a título de Reserva Legal. Uma vez que não se tem mapeamento validado ao nível de propriedade rural para se computar tal premissa, parte-se do pressuposto que cada unidade de planejamento - ou seja, cada célula - tenha de ter ao menos 20% da fração de sua área como reserva legal. Tal como para a espacialização das demandas das atividades produtivas por área de expansão, não se realizam modificações nas feições geográficas correspondentes aos usos do solo articulados nos cenários, mas sim computam-se seus resultados matemáticos ao nível de célula, como se cada qual fosse (e de certa forma o é) uma unidade territorial de planejamento independente.

O pressuposto de manutenção mínima de 20% de RL embute a necessidade de ação legal por parte do governo do Estado ao anular a desobrigação criada pela LPVN de que a instituição de RL nas pequenas propriedades podem ser limitadas aos remanescentes existentes. Muito embora a resistência a tal regra seja provavelmente grande, a medida é mais do que justificada dado o alto grau de fragilidade ambiental identificado pelo presente estudo. Caso a imposição da reserva legal mínima de 20% não seja verificada na cena atual, converte-se os usos antrópicos de pastagem e agricultura para vegetação savânica (à exceção das células classificadas como “urbanas”).

Os resultados do cenário normativo mais restritivo podem ser observados em sua forma tabular (Quadro 3.40) e pela sua classificação nas células (Figura 3.73). Uma vez que não há imposição de demandas socioeconômicas, nota-se que este cenário conduz ao atendimento - na situação atual - da LPVN sem a exceção de RL aos pequenos proprietários (mas mantendo-se a regra da “escadinha” para as APP). A figura da direita permite observar com clareza que todas as células à exceção das urbanas passam a contar com ao mínimo 20% de vegetação nativa. Nota-se que em algumas porções do território, notadamente as de maior destreza econômica, a necessidade de conversão de áreas é significativa (como na porção mais a leste do platô da Serra de Santana).

Ao todo, o cenário normativo mais restritivo implica na recuperação de 33,97 mil ha, no mais das vezes advindos de pastagens convertidas. Embora esse cenário não

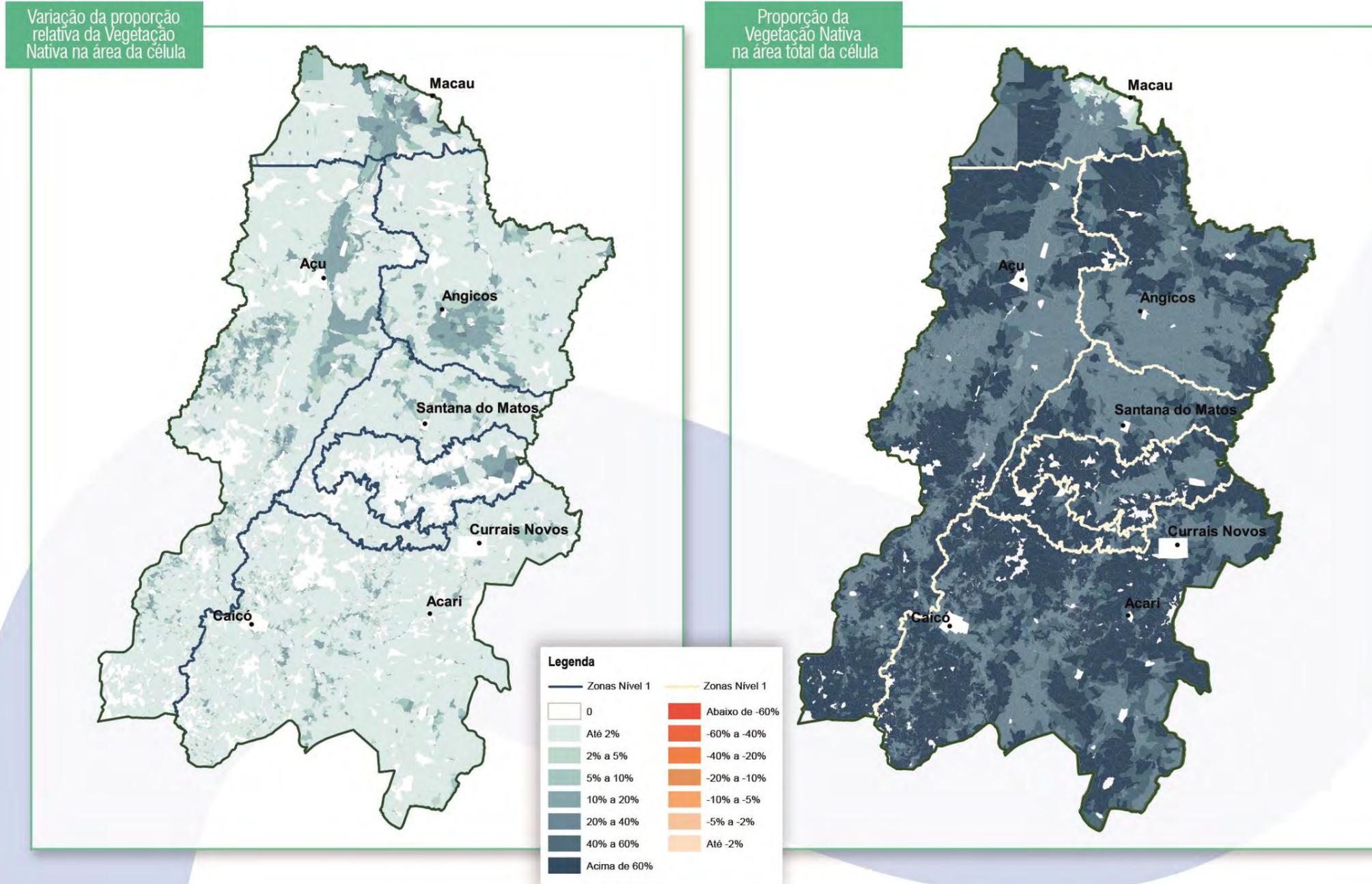
corresponda exatamente à simulação de imposição conservacionista que fora desenvolvida para estimar o efeito na redução da produção de sedimentos que chegam nos corpos d'água (item 3.3.1), as ordens de grandeza de conversão de usos antrópicos para vegetação nativa se assemelham.

Quadro 3.40 – Cenário Normativo Mais Restritivo

Classes de uso do solo	Zonas Nível 1	Costeira	Médio Piranhas Potiguar	Pataxó	Piranhas	Seridó	Serra de Santana	Total
Infraestrutura	HA	251	244	458	2.069	3.203	244	6.469
	Δ HA	42	60	70	365	503	48	1.089
	Δ %	20,3%	32,4%	18,1%	21,4%	18,6%	24,6%	20,2%
Mineração	HA	8	0	6	0	12	0	26
	Δ HA	0	0	0	0	0	0	0
	Δ %	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%
Salinas	HA	273	0	0	0	0	0	273
	Δ HA	0	0	0	0	0	0	0
	Δ %	0,0%	-	-	-	-	-	0,0%
Aqüicultura	HA	1.869	0	0	0	0	0	1.869
	Δ HA	0	0	0	0	0	0	0
	Δ %	0,0%	-	-	-	-	-	0,0%
Agricultura	HA	27.305	1.538	21.820	32.624	2.516	21.568	107.371
	Δ HA	-383	-7	-335	-821	-2	-1.680	-3.229
	Δ %	-1,4%	-0,5%	-1,5%	-2,5%	-0,1%	-7,2%	-2,9%
Pecuária	HA	19.588	69.595	118.489	166.171	196.318	10.243	580.403
	Δ HA	-4.389	-2.271	-7.070	-11.071	-6.327	-700	-31.828
	Δ %	-18,3%	-3,2%	-5,6%	-6,2%	-3,1%	-6,4%	-5,2%
Veg. Nativa	HA	47.184	85.368	142.379	281.541	352.728	74.341	983.541
	Δ HA	4.729	2.219	7.335	11.527	5.826	2.332	33.968
	Δ %	11,1%	2,7%	5,4%	4,3%	1,7%	3,2%	3,6%

FONTE: COBRAPE, 2019.

Figura 3.73 – Cenário Normativo Mais Restritivo



FONTE: COBRAPE, 2019.

3.6. Cenários prospectivos socioeconômicos e ambientais

Nos itens que a este precedem (1.1 e 3.5), desenvolveram-se cenários socioeconômicos e ambientais de forma independente uns dos outros. Ou seja, os anseios por conversão de área natural para expandir atividades produtivas não enfrentaram imposições ambientais; e eis o cruzamento que se realiza no presente item. Assim, inclusive, finalizam-se os exercícios de prognóstico da porção norte riograndense da bacia hidrográfica dos rios Piranhas-Açu. Os oito cenários, frutos do cruzamento dos 4 cenários socioeconômicos com os 2 cenários ambientais, são apresentados em seus dados tabulares, por zonas de nível 1, bem como por suas figuras. Tal como na apresentação dos resultados dos cenários socioeconômicos e ambientais, as pranchas trazem duas figuras: (i) a da esquerda com o resultado relativo de variação da vegetação nativa em cada célula; (ii) a da direita com o resultado absoluto de proporção da vegetação nativa em cada célula.

3.6.1. Cenário Normativo Menos Restritivo x Cenário PISF- EMAS- AFAM-

Quadro 3.41 – Cenário Normativo Menos Restritivo x Cenário PISF- EMAS- AFAM-

Classes de uso do solo	Zonas Nível 1	Costeira	Médio Piranhas Potiguar	Pataxó	Piranhas	Seridó	Serra de Santana	Total
Infraestrutura	HA	251	244	458	2.069	3.203	244	6.469
	Δ HA	42	60	70	365	503	48	1.089
	Δ %	20,3%	32,4%	18,1%	21,4%	18,6%	24,6%	20,2%
Mineração	HA	24	2	19	67	72	1	186
	Δ HA	16	2	14	67	60	1	160
	Δ %	186,4%	-	246,3%	-	492,0%	-	608,2%
Salinas	HA	319	0	29	1	0	0	349
	Δ HA	46	0	29	1	0	0	75
	Δ %	16,7%	-	-	-	-	-	27,6%
Aquicultura	HA	2.256	0	101	377	0	0	2.733
	Δ HA	387	0	101	377	0	0	864
	Δ %	20,7%	-	-	-	-	-	46,3%
Agricultura	HA	41.264	1.752	33.320	45.077	3.952	29.643	155.008
	Δ HA	13.576	207	11.165	11.632	1.433	6.395	44.408
	Δ %	49,0%	13,4%	50,4%	34,8%	56,9%	27,5%	40,2%
Pecuária	HA	27.767	76.020	156.236	202.311	211.375	15.957	689.666
	Δ HA	3.791	4.154	30.677	25.069	8.730	5.014	77.435
	Δ %	15,8%	5,8%	24,4%	14,1%	4,3%	45,8%	12,6%

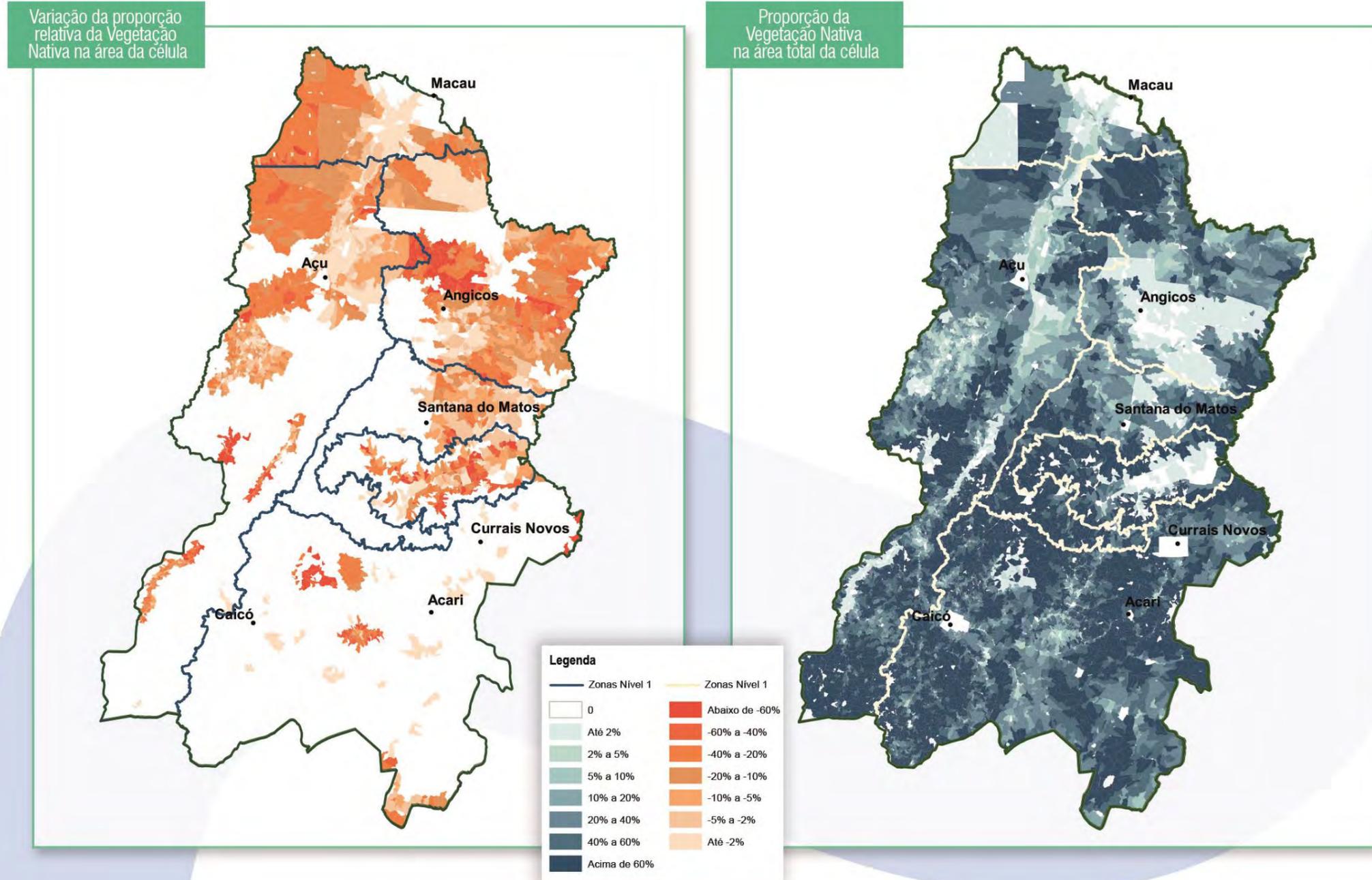
Classes de uso do solo	Zonas Nível 1	Costeira	Médio Piranhas Potiguar	Pataxó	Piranhas	Seridó	Serra de Santana	Total
Veg. Nativa	HA	24.598	78.727	92.988	232.503	336.175	60.551	825.542
	Δ HA	-17.857	-4.422	-42.056	-37.510	-10.727	-11.458	-124.032
	Δ %	-42,1%	-5,3%	-31,1%	-13,9%	-3,1%	-15,9%	-13,1%

FONTE: COBRAPE, 2019.

Figura 3.74 – Cenário Normativo Menos Restritivo x Cenário PISF- EMAS- AFAM-



Cenário Normativo Menos Restritivo x Cenário PISF- EMAS- AFAM-



FONTE: COBRAPE, 2019.

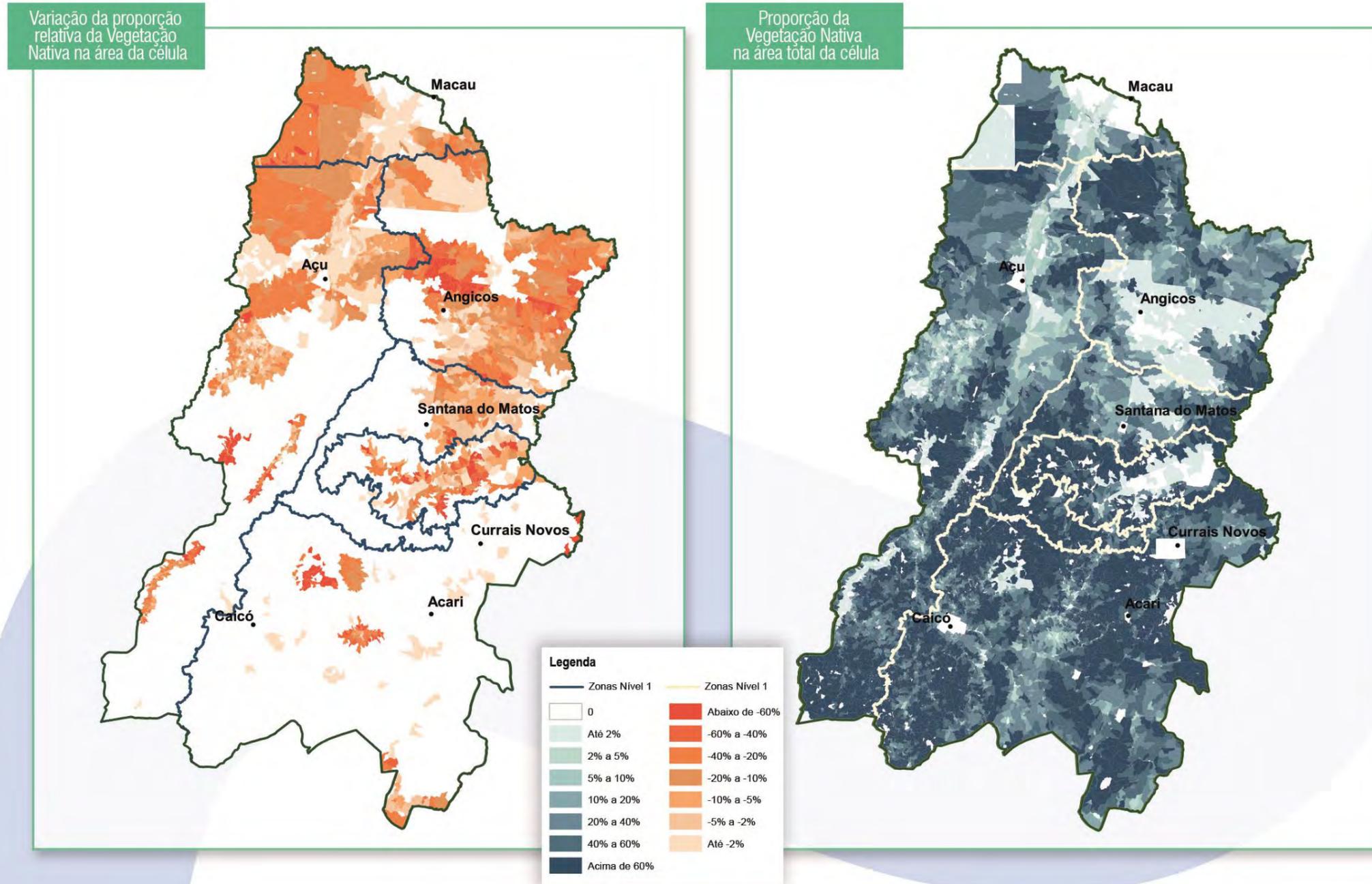
3.6.2. Cenário Normativo Menos Restritivo x Cenário PISF- EMAS- AFAM+

Quadro 3.42 – Cenário Normativo Menos Restritivo x Cenário PISF- EMAS- AFAM+

Classes de uso do solo	Zonas Nível 1	Costeira	Médio Piranhas Potiguar	Pataxó	Piranhas	Seridó	Serra de Santana	Total
Infraestrutura	HA	251	244	458	2.069	3.203	244	6.469
	Δ HA	42	60	70	365	503	48	1.089
	Δ %	20,3%	32,4%	18,1%	21,4%	18,6%	24,6%	20,2%
Mineração	HA	24	2	19	67	72	1	186
	Δ HA	16	2	14	67	60	1	160
	Δ %	186,4%	-	246,3%	-	492,0%	-	608,2%
Salinas	HA	319	0	29	1	0	0	349
	Δ HA	46	0	29	1	0	0	75
	Δ %	16,7%	-	-	-	-	-	27,6%
Aquicultura	HA	2.256	0	101	377	0	0	2.733
	Δ HA	387	0	101	377	0	0	864
	Δ %	20,7%	-	-	-	-	-	46,3%
Agricultura	HA	41.085	1.706	29.921	43.778	3.663	29.159	149.312
	Δ HA	13.398	160	7.767	10.333	1.145	5.911	38.713
	Δ %	48,4%	10,4%	35,1%	30,9%	45,4%	25,4%	35,0%
Pecuária	HA	27.767	76.020	157.822	202.402	211.381	15.957	691.349
	Δ HA	3.791	4.154	32.264	25.160	8.736	5.013	79.118
	Δ %	15,8%	5,8%	25,7%	14,2%	4,3%	45,8%	12,9%
Veg. Nativa	HA	24.777	78.773	94.801	233.711	336.458	61.035	829.555
	Δ HA	-17.679	-4.376	-40.244	-36.302	-10.444	-10.974	-120.018
	Δ %	-41,6%	-5,3%	-29,8%	-13,4%	-3,0%	-15,2%	-12,6%

FONTE: COBRAPE, 2019.

Figura 3.75 – Cenário Normativo Menos Restritivo x Cenário PISF- EMAS- AFAM+



FONTE: COBRAPE, 2019.

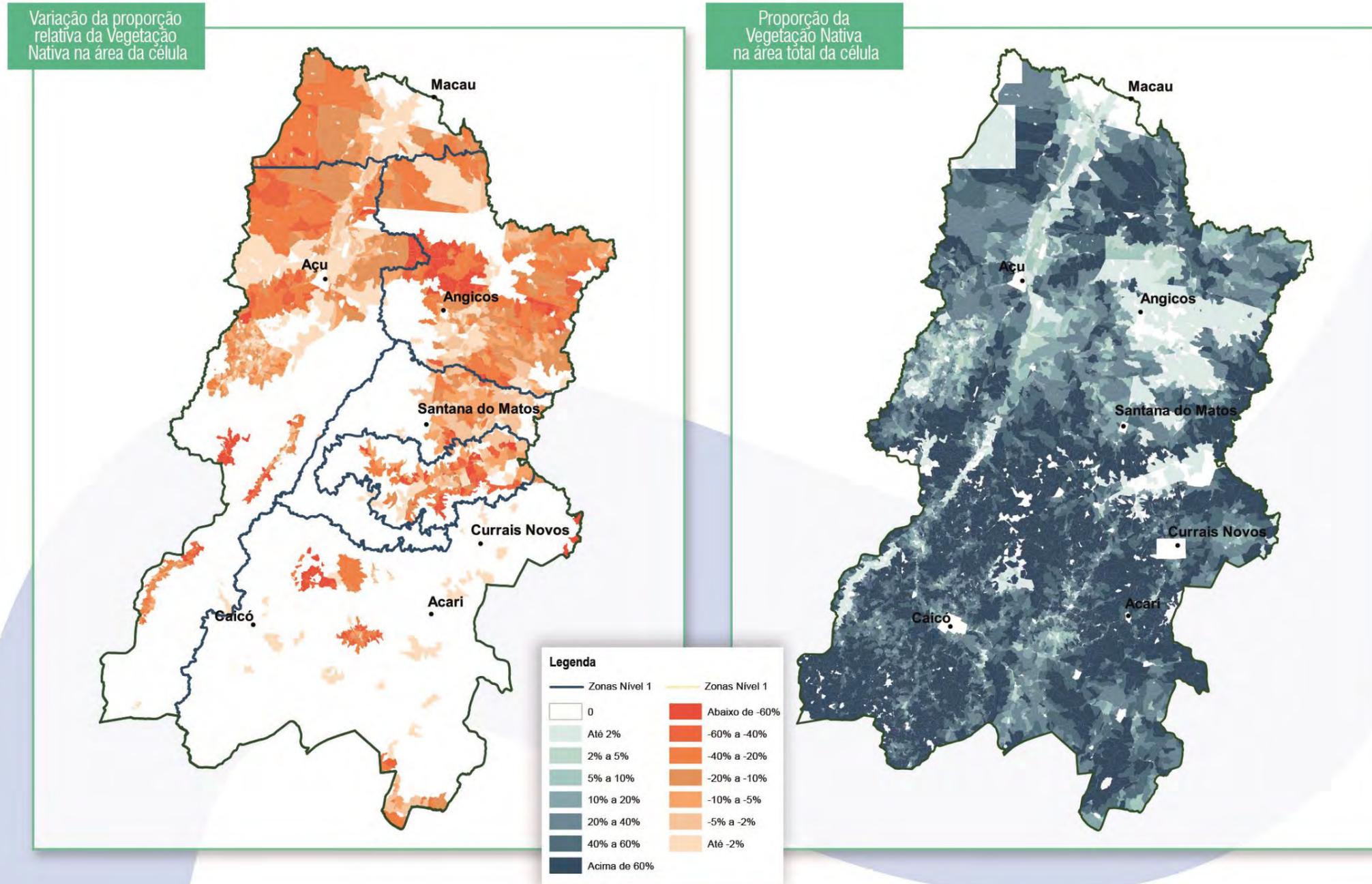
3.6.3. Cenário Normativo Menos Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM-

Quadro 3.43 – Cenário Normativo Menos Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM-

Classes de uso do solo	Zonas Nível 1	Costeira	Médio Piranhas Potiguar	Pataxó	Piranhas	Seridó	Serra de Santana	Total
Infraestrutura	HA	251	244	458	2.069	3.203	244	6.469
	Δ HA	42	60	70	365	503	48	1.089
	Δ %	20,3%	32,4%	18,1%	21,4%	18,6%	24,6%	20,2%
Mineração	HA	33	2	26	94	124	2	281
	Δ HA	24	2	20	94	112	2	254
	Δ %	287,0%	-	359,2%	-	912,4%	-	969,9%
Salinas	HA	386	0	66	1	0	0	454
	Δ HA	112	0	66	1	0	0	180
	Δ %	41,1%	-	-	-	-	-	65,9%
Aquicultura	HA	2.708	0	189	539	0	0	3.435
	Δ HA	839	0	189	539	0	0	1.566
	Δ %	44,9%	-	-	-	-	-	83,8%
Agricultura	HA	41.562	1.752	34.867	48.495	3.981	29.644	160.302
	Δ HA	13.875	207	12.712	15.050	1.463	6.396	49.703
	Δ %	50,1%	13,4%	57,4%	45,0%	58,1%	27,5%	44,9%
Pecuária	HA	28.072	76.020	157.477	204.246	211.484	15.955	693.255
	Δ HA	4.096	4.154	31.918	27.004	8.839	5.012	81.023
	Δ %	17,1%	5,8%	25,4%	15,2%	4,4%	45,8%	13,2%
Veg. Nativa	HA	23.467	78.726	90.069	226.961	335.985	60.550	815.758
	Δ HA	-18.988	-4.423	-44.976	-43.053	-10.917	-11.459	-133.816
	Δ %	-44,7%	-5,3%	-33,3%	-15,9%	-3,1%	-15,9%	-14,1%

FONTE: COBRAPE, 2019.

Figura 3.76 – Cenário Normativo Menos Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM-



FONTE: COBRAPE, 2019.

3.6.4. Cenário Normativo Menos Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM+

Quadro 3.44 – Cenário Normativo Menos Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM+

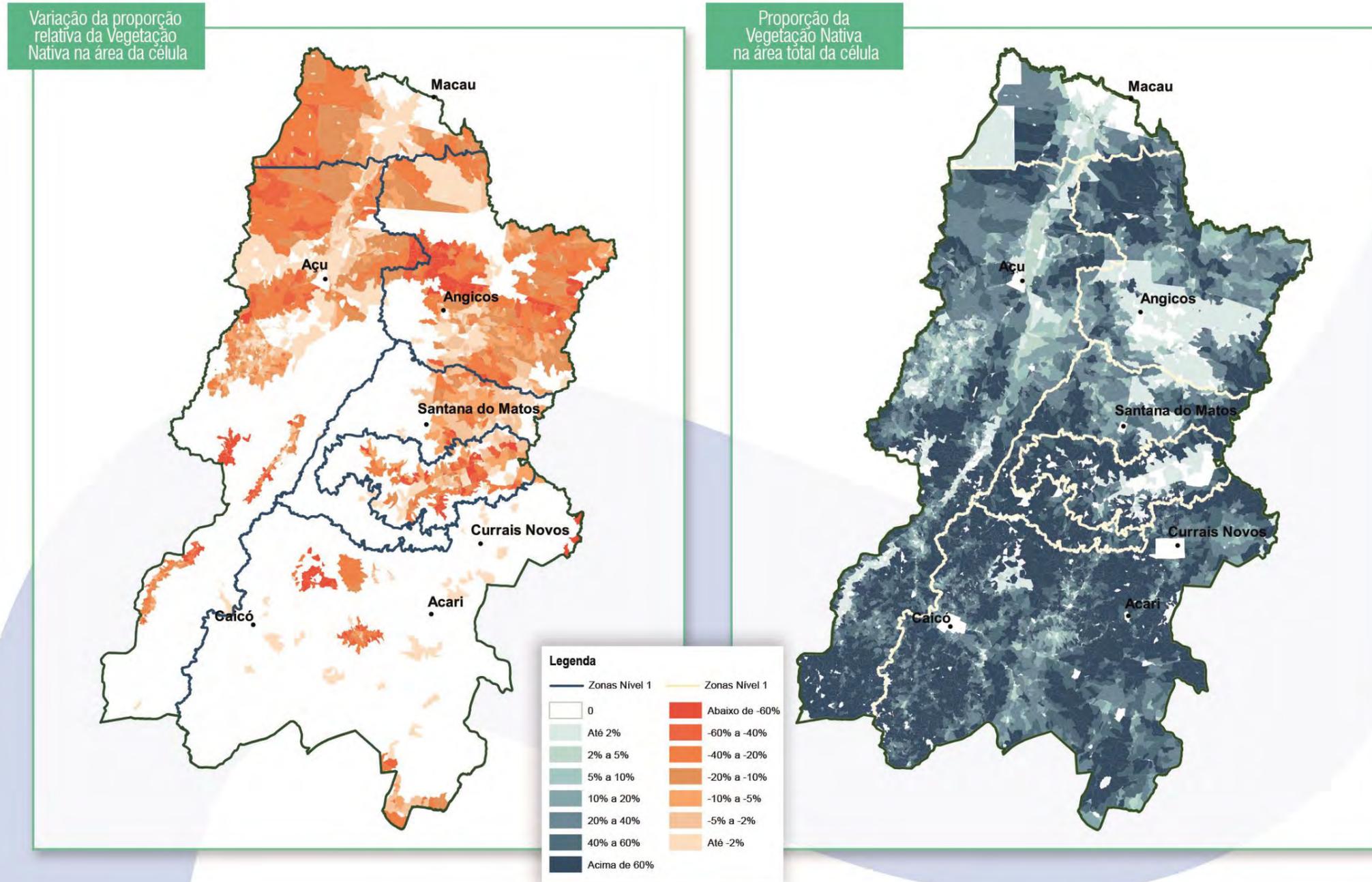
Classes de uso do solo	Zonas Nível 1	Costeira	Médio Piranhas Potiguar	Pataxó	Piranhas	Seridó	Serra de Santana	Total
Infraestrutura	HA	251	244	458	2.069	3.203	244	6.469
	Δ HA	42	60	70	365	503	48	1.089
	Δ %	20,3%	32,4%	18,1%	21,4%	18,6%	24,6%	20,2%
Mineração	HA	33	2	26	94	124	2	281
	Δ HA	24	2	20	94	112	2	254
	Δ %	287,0%	-	359,2%	-	912,4%	-	969,9%
Salinas	HA	386	0	66	1	0	0	454
	Δ HA	112	0	66	1	0	0	180
	Δ %	41,1%	-	-	-	-	-	65,9%
Aquicultura	HA	2.708	0	189	539	0	0	3.435
	Δ HA	839	0	189	539	0	0	1.566
	Δ %	44,9%	-	-	-	-	-	83,8%
Agricultura	HA	41.384	1.706	31.468	47.196	3.692	29.160	154.607
	Δ HA	13.696	160	9.314	13.751	1.174	5.912	44.007
	Δ %	49,5%	10,4%	42,0%	41,1%	46,6%	25,4%	39,8%
Pecuária	HA	28.072	76.020	159.063	204.337	211.490	15.955	694.936
	Δ HA	4.096	4.154	33.504	27.095	8.845	5.012	82.705
	Δ %	17,1%	5,8%	26,7%	15,3%	4,4%	45,8%	13,5%
Veg. Nativa	HA	23.646	78.773	91.882	228.169	336.268	61.035	819.772
	Δ HA	-18.810	-4.377	-43.163	-41.844	-10.634	-10.974	-129.802
	Δ %	-44,3%	-5,3%	-32,0%	-15,5%	-3,1%	-15,2%	-13,7%

FONTE: COBRAPE, 2019.

Figura 3.77 – Cenário Normativo Menos Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM+



Cenário Normativo Menos Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM+



FONTE: COBRAPE, 2019.

3.6.5. Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF- EMAS- AFAM-

Quadro 3.45 – Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF- EMAS- AFAM-

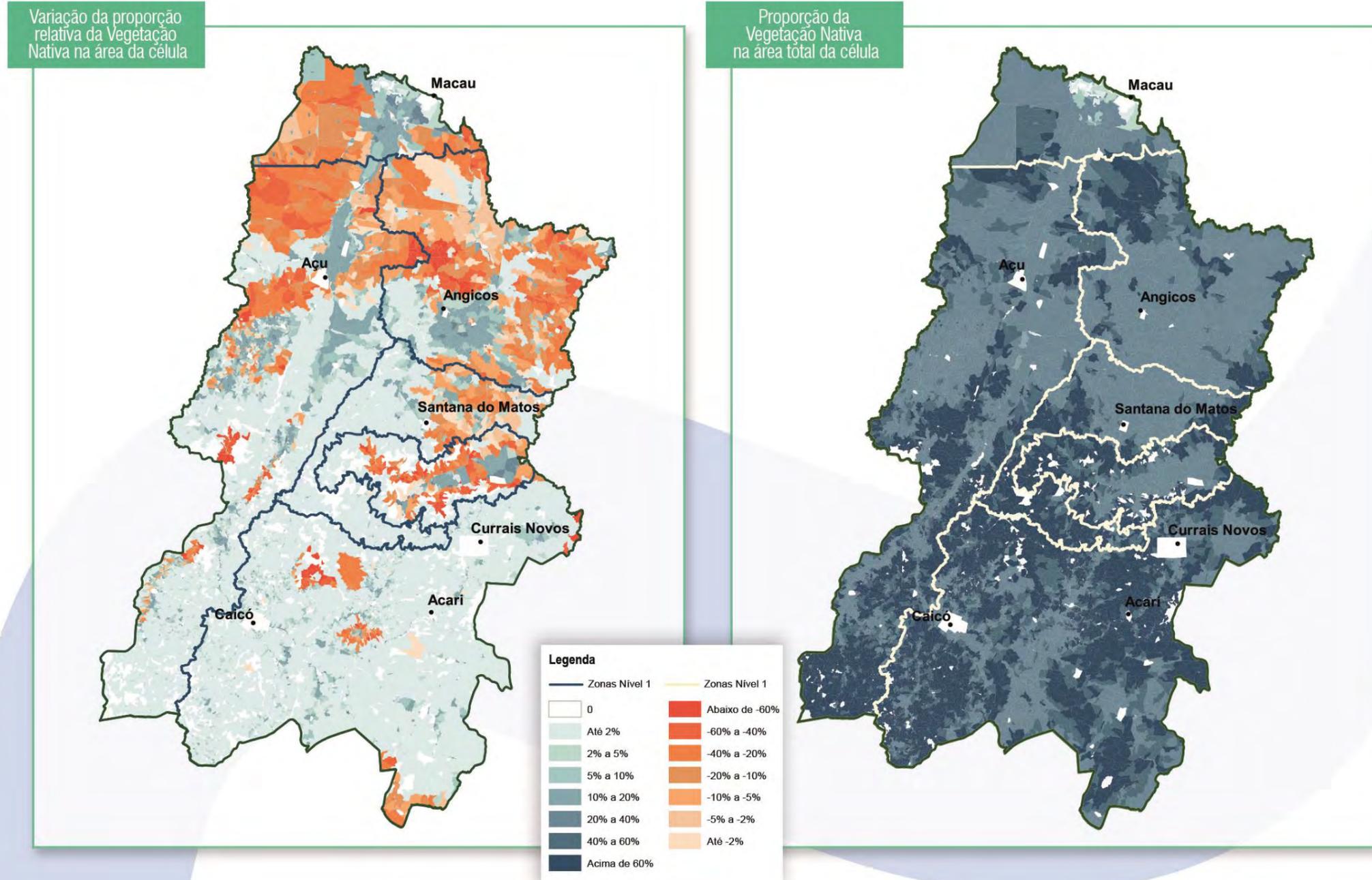
Classes de uso do solo	Zonas Nível 1	Costeira	Médio Piranhas Potiguar	Pataxó	Piranhas	Seridó	Serra de Santana	Total
Infraestrutura	HA	251	244	458	2.069	3.203	244	6.469
	Δ HA	42	60	70	365	503	48	1.089
	Δ %	20,3%	32,4%	18,1%	21,4%	18,6%	24,6%	20,2%
Mineração	HA	24	2	19	67	73	1	186
	Δ HA	16	2	14	67	60	1	160
	Δ %	185,4%	-	246,6%	-	492,1%	-	608,5%
Salinas	HA	317	0	31	1	0	0	349
	Δ HA	44	0	31	1	0	0	76
	Δ %	15,9%	-	-	-	-	-	27,6%
Aquicultura	HA	2.251	0	105	377	0	0	2.733
	Δ HA	382	0	105	377	0	0	864
	Δ %	20,5%	-	-	-	-	-	46,2%
Agricultura	HA	35.991	1.765	32.938	44.125	3.793	26.285	144.896
	Δ HA	8.303	220	10.783	10.679	1.274	3.038	34.297
	Δ %	30,0%	14,2%	48,7%	31,9%	50,6%	13,1%	31,0%
Pecuária	HA	25.850	73.452	142.424	191.197	204.167	16.283	653.373
	Δ HA	1.874	1.586	16.866	13.955	1.522	5.340	41.142
	Δ %	7,8%	2,2%	13,4%	7,9%	0,8%	48,8%	6,7%
Veg. Nativa	HA	31.795	81.282	107.176	244.569	343.542	63.582	871.947
	Δ HA	-10.661	-1.867	-27.868	-25.444	-3.360	-8.427	-77.627
	Δ %	-25,1%	-2,2%	-20,6%	-9,4%	-1,0%	-11,7%	-8,2%

FONTE: COBRAPE, 2019.

Figura 3.78 – Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF- EMAS- AFAM-



Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF- EMAS- AFAM-



FONTE: COBRAPE, 2019.

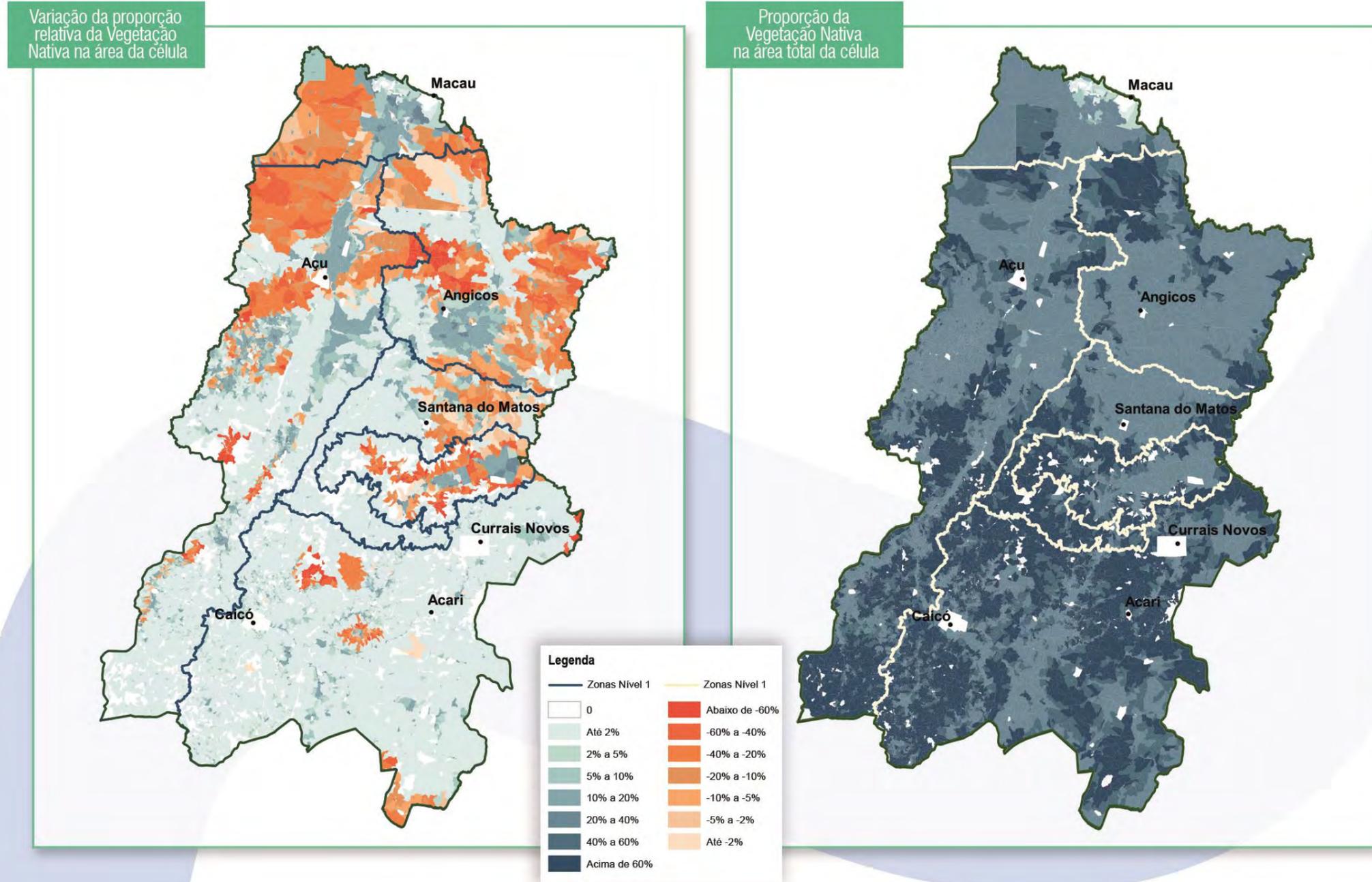
3.6.6. Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF- EMAS- AFAM+

Quadro 3.46 – Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF- EMAS- AFAM+

Classes de uso do solo	Zonas Nível 1	Costeira	Médio Piranhas Potiguar	Pataxó	Piranhas	Seridó	Serra de Santana	Total
Infraestrutura	HA	251	244	458	2.069	3.203	244	6.469
	Δ HA	42	60	70	365	503	48	1.089
	Δ %	20,3%	32,4%	18,1%	21,4%	18,6%	24,6%	20,2%
Mineração	HA	24	2	19	67	73	1	186
	Δ HA	16	2	14	67	60	1	160
	Δ %	185,4%	-	246,6%	-	492,1%	-	608,5%
Salinas	HA	317	0	31	1	0	0	349
	Δ HA	44	0	31	1	0	0	76
	Δ %	15,9%	-	-	-	-	-	27,6%
Aquicultura	HA	2.251	0	105	377	0	0	2.733
	Δ HA	382	0	105	377	0	0	864
	Δ %	20,5%	-	-	-	-	-	46,2%
Agricultura	HA	35.828	1.721	29.792	42.877	3.503	25.799	139.521
	Δ HA	8.140	176	7.637	9.432	985	2.551	28.921
	Δ %	29,4%	11,4%	34,5%	28,2%	39,1%	11,0%	26,1%
Pecuária	HA	25.853	73.452	143.384	191.787	204.195	16.478	655.149
	Δ HA	1.877	1.586	17.825	14.545	1.550	5.535	42.918
	Δ %	7,8%	2,2%	14,2%	8,2%	0,8%	50,6%	7,0%
Veg. Nativa	HA	31.955	81.326	109.363	245.226	343.803	63.873	875.546
	Δ HA	-10.501	-1.823	-25.682	-24.787	-3.098	-8.136	-74.027
	Δ %	-24,7%	-2,2%	-19,0%	-9,2%	-0,9%	-11,3%	-7,8%

FONTE: COBRAPE, 2019.

Figura 3.79 – Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF- EMAS- AFAM+



FONTE: COBRAPE, 2019.

3.6.7. Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM-

Quadro 3.47 – Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM-

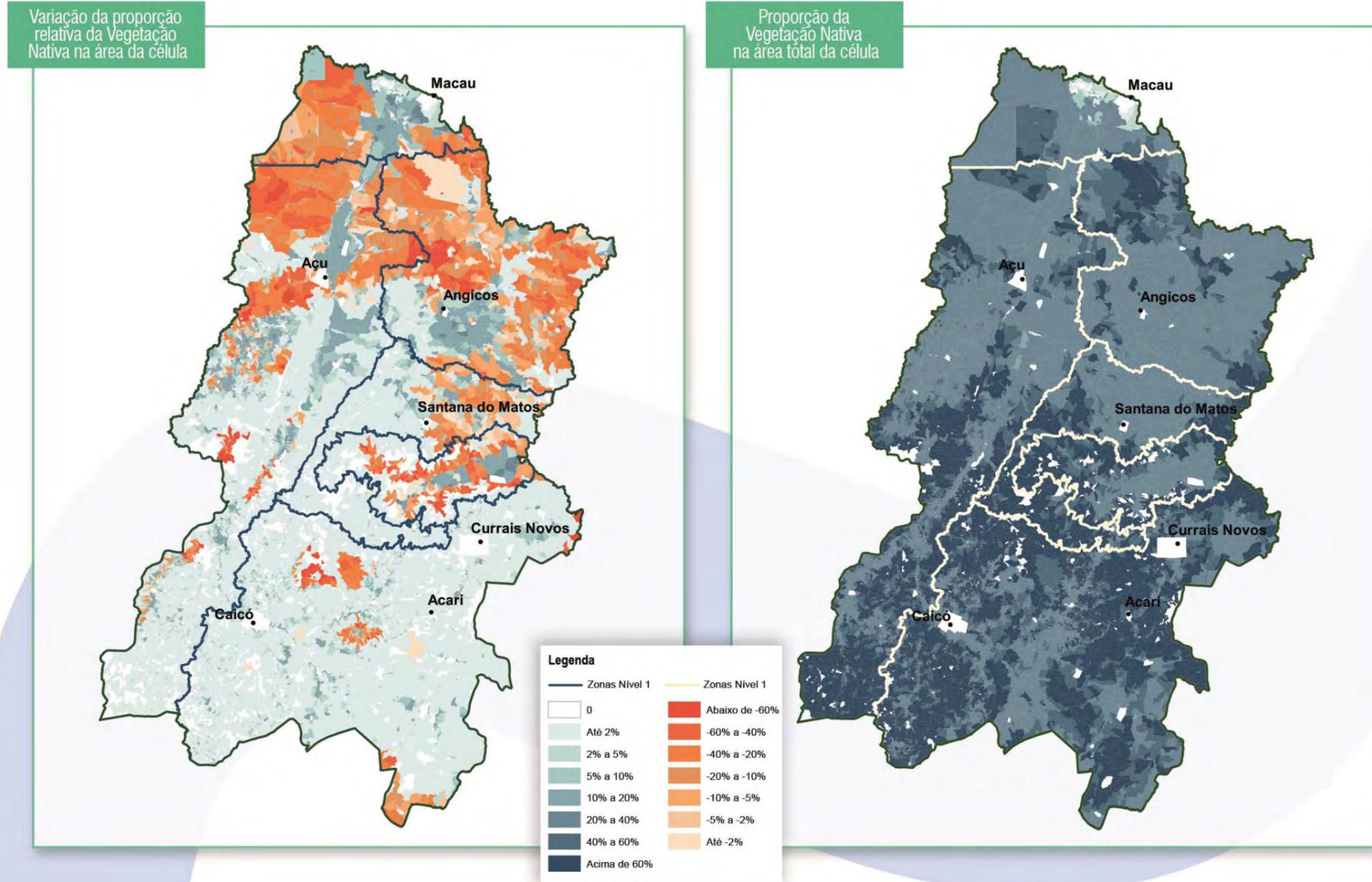
Classes de uso do solo	Zonas Nível 1	Costeira	Médio Piranhas Potiguar	Pataxó	Piranhas	Seridó	Serra de Santana	Total
Infraestrutura	HA	251	244	458	2.069	3.203	244	6.469
	Δ HA	42	60	70	365	503	48	1.089
	Δ %	20,3%	32,4%	18,1%	21,4%	18,6%	24,6%	20,2%
Mineração	HA	32	2	26	94	124	2	281
	Δ HA	24	2	20	94	112	2	254
	Δ %	285,8%	-	359,5%	-	912,4%	-	970,1%
Salinas	HA	380	0	71	1	0	0	453
	Δ HA	107	0	71	1	0	0	180
	Δ %	39,1%	-	-	-	-	-	65,8%
Aquicultura	HA	2.698	0	197	540	0	0	3.435
	Δ HA	829	0	197	540	0	0	1.566
	Δ %	44,3%	-	-	-	-	-	83,8%
Agricultura	HA	36.280	1.765	34.463	47.574	3.822	26.287	150.191
	Δ HA	8.592	220	12.308	14.129	1.303	3.039	39.591
	Δ %	31,0%	14,2%	55,6%	42,2%	51,8%	13,1%	35,8%
Pecuária	HA	26.074	73.452	143.727	192.802	204.273	16.281	656.610
	Δ HA	2.098	1.586	18.168	15.560	1.628	5.338	44.378
	Δ %	8,8%	2,2%	14,5%	8,8%	0,8%	48,8%	7,2%
Veg. Nativa	HA	30.763	81.282	104.209	239.324	343.355	63.582	862.514
	Δ HA	-11.692	-1.867	-30.836	-30.690	-3.547	-8.427	-87.059
	Δ %	-27,5%	-2,2%	-22,8%	-11,4%	-1,0%	-11,7%	-9,2%

FONTE: COBRAPE, 2019.

Figura 3.80 – Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM-



Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM-



FONTE: COBRAPE, 2019.

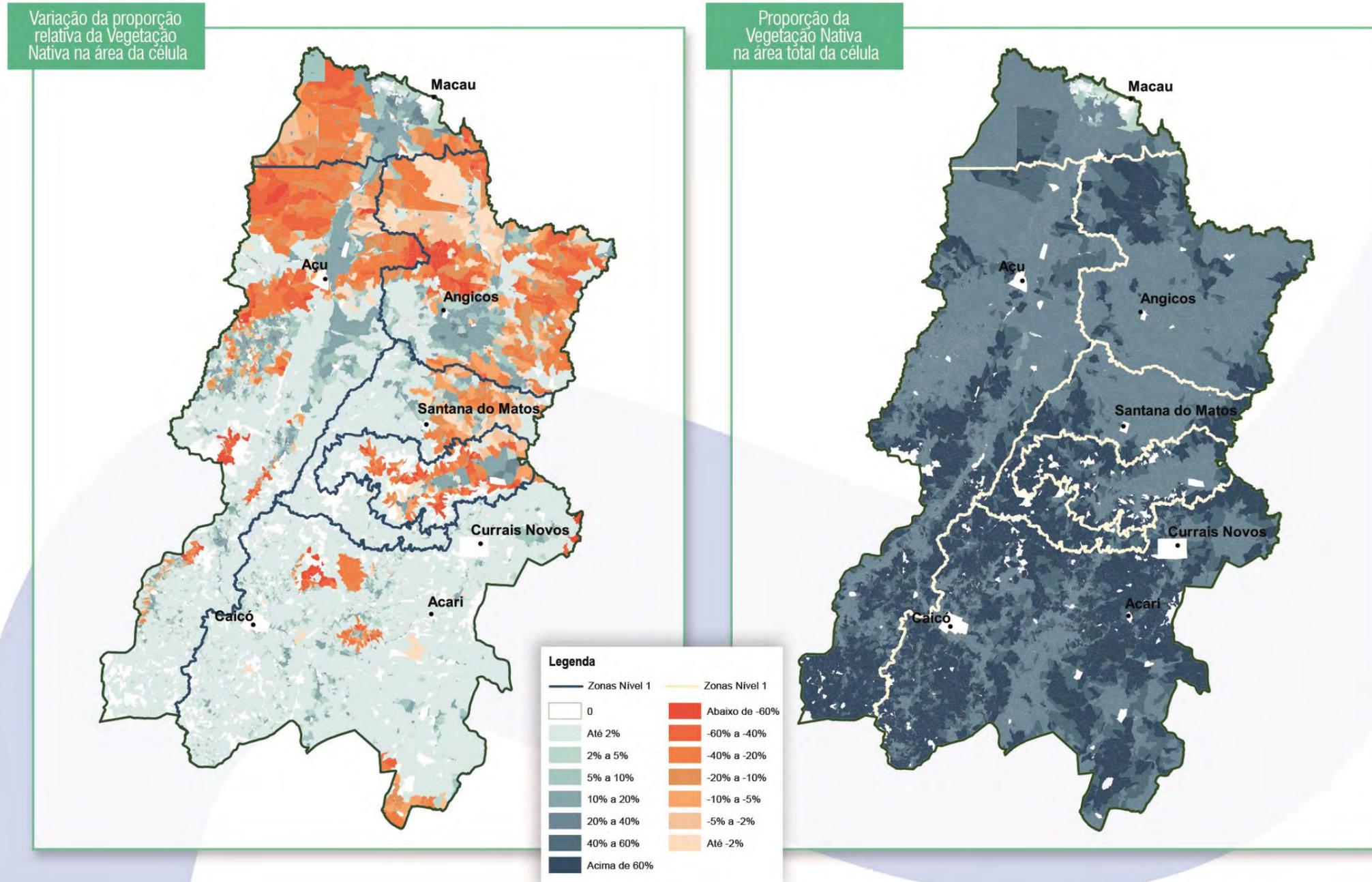
3.6.8. Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM+

Quadro 3.48 – Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM+

Classes de uso do solo	Zonas Nível 1	Costeira	Médio Piranhas Potiguar	Pataxó	Piranhas	Seridó	Serra de Santana	Total
Infraestrutura	HA	251	244	458	2.069	3.203	244	6.469
	Δ HA	42	60	70	365	503	48	1.089
	Δ %	20,3%	32,4%	18,1%	21,4%	18,6%	24,6%	20,2%
Mineração	HA	32	2	26	94	124	2	281
	Δ HA	24	2	20	94	112	2	254
	Δ %	285,8%	-	359,5%	-	912,4%	-	970,1%
Salinas	HA	380	0	71	1	0	0	453
	Δ HA	107	0	71	1	0	0	180
	Δ %	39,1%	-	-	-	-	-	65,8%
Aquicultura	HA	2.698	0	197	540	0	0	3.435
	Δ HA	829	0	197	540	0	0	1.566
	Δ %	44,3%	-	-	-	-	-	83,8%
Agricultura	HA	36.117	1.721	31.317	46.327	3.533	25.800	144.815
	Δ HA	8.429	176	9.162	12.881	1.014	2.553	34.216
	Δ %	30,4%	11,4%	41,4%	38,5%	40,3%	11,0%	30,9%
Pecuária	HA	26.077	73.452	144.698	193.458	204.301	16.477	658.463
	Δ HA	2.101	1.586	19.139	16.216	1.656	5.533	46.232
	Δ %	8,8%	2,2%	15,2%	9,1%	0,8%	50,6%	7,6%
Veg. Nativa	HA	30.923	81.326	106.384	239.916	343.616	63.872	866.037
	Δ HA	-11.532	-1.824	-28.661	-30.098	-3.285	-8.137	-83.537
	Δ %	-27,2%	-2,2%	-21,2%	-11,1%	-0,9%	-11,3%	-8,8%

FONTE: COBRAPE, 2019.

Figura 3.81 – Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM+



FONTE: COBRAPE, 2019.

3.6.9. *Leitura integrada dos resultados dos cenários*

Os oito itens antecedentes apresentaram os resultados dos cenários completos para os desenvolvimentos prospectivos da bacia hidrográfica dos rios Piranhas-Açu. Quatro desses cenários favorecem a expansão das atividades produtivas pois ocorrem em um contexto de menor restrição ambiental - espelhando o que de fato vem ocorrendo. Sob essas condições de quase nenhuma restrição ambiental, daqui a vinte anos a BHPA pode esperar perder cerca de 127 mil ha de vegetação nativa, o que representa cerca de 7,3% da área total, ou ainda cerca de 13,4% da vegetação nativa atualmente ocorrente (cena atual). Os valores máximos e mínimos que se podem esperar sob esse contexto de baixo controle ambiental não variam significativamente, traduzindo-se em uma redução de vegetação nativa entre 120 mil ha (12,6%) e 134 mil ha (14,1%). Essa configuração de futuro permitirá uma larga expansão das atividades agropecuárias, traduzida em algo entre 38,7 mil ha e 49,7 mil ha. A vegetação nativa cederia espaço não somente para a agricultura, mas principalmente para a pecuária, que poderá ocupar algo entre 77,4 mil ha e 82,7 mil ha.

O contraste desses resultados com aqueles encontrados pela imposição de normativas legais mínimas (como visto, o cenário normativo mais restrito implica no respeito áreas de APP com adequação da “escadinha” e a garantia de um mínimo de 20% de RL por célula) se torna ilustrativo. Senão, vejamos: ao invés de perder entre 120 mil ha e 134 mil ha de vegetação nativa, a imposição das restrições ambientais evitam a perda de cerca de 60 mil ha. Mesmo com essa significativa restrição às atividades produtivas, a agricultura ainda se expande em algo entre 29 mil ha e 39,6 mil ha. Trata-se de configuração considerável, haja vista que atualmente a área ocupada com agricultura (cena atual) é de 110,6 mil ha. Ou seja, mesmo com o cenário normativo mais restritivo, a agricultura cresce entre 26% e 36% em relação à sua cena atual. Certamente que na configuração normativa mais restritiva, a pecuária se torna a atividade produtiva que realiza o ajuste nas áreas, crescendo de 6,7% a 7,6% ao invés de 12,6% a 13,5%.

Quanto às atividades produtivas de mineração, salinas e aquicultura, nota-se que em nenhum cenário há restrição à suas expansões. Reforça-se que essa conclusão é oriunda do olhar exclusivo para as áreas expandidas ou não de cada atividade, e não para o seu potencial poluidor ou geração de impacto ambiental.

Embora o cenário normativo mais restritivo prove ser condição mínima de garantia de alguma qualidade ambiental na BHPA, ao se contrastarem tais resultados com aqueles obtidos pelo InVEST na análise territorial do serviço ecossistêmico de retenção de sedimentos, percebe-se que a imposição normativa, mesmo sendo mais restritiva, não deverá ser suficiente para evitar incrementos substanciais na erosão e perda de solo na bacia, com conseqüente aceleração do assoreamento dos cursos d'água e dos reservatórios.

4. PROPOSTA DO MACROZONEAMENTO

4.1. Análise institucional

Para apresentar a síntese do panorama institucional relacionado ao MZPAS é preciso responder à três perguntas principais: (i) Quais os órgãos de gestão e controle do estado do Rio Grande do Norte mais adequados para a adoção do MZPAS como instrumento de ordenamento territorial? (ii) De que forma estes órgãos podem fazer uso do MZPAS? (iii) A quem impactará o MZPAS? Seguem, abaixo, considerações entorno destas questões.

(i) *Quais os órgãos de gestão e controle do RN mais adequados para a adoção do MZPAS como instrumento de ordenamento territorial?*

O Zoneamento Ecológico-econômico (ZEE) é pertencente à classe de instrumentos de ordenamento do território, que tem como objetivo principal organizar a ocupação e o uso do solo e orientar a gestão da área sobre a qual incide³⁴, mais especificamente, o ZEE busca orientar os órgãos públicos no alcance de um desenvolvimento sustentável, em que as esferas ambiental, social e econômica estejam em equilíbrio. Em outras palavras, o ZEE procura compatibilizar o desenvolvimento socioeconômico com a proteção e conservação ambiental.

Contudo, apenas sua elaboração não é suficiente, cabendo aos órgãos competentes se apropriarem das diretrizes estabelecidas no respectivo instrumento e internalizarem em seus planos, programas, projetos e políticas, integrando-o a outros instrumentos de planejamento e ordenamento do território³⁵.

No RN há um conjunto de órgãos de gestão e controle³⁶ que devem se apropriar do MZPAS de forma a nortear suas ações. Dentre eles, podem ser destacados: SEMARH, IDEMA, IGARN, EMPARN, CAERN e o Comitê da Bacia hidrográfica Piranhas-Açu. Estes órgãos compõem a intitulada *Comissão Interinstitucional de Acompanhamento e Avaliação* (CIAA) do MZPAS, que é responsável por acompanhar e avaliar se a execução está de acordo com o Plano de Trabalho consolidado e aprovado pela Contratante. Todos estes deverão orientar-se pelo respectivo instrumento dentro das atribuições que lhe cabem.

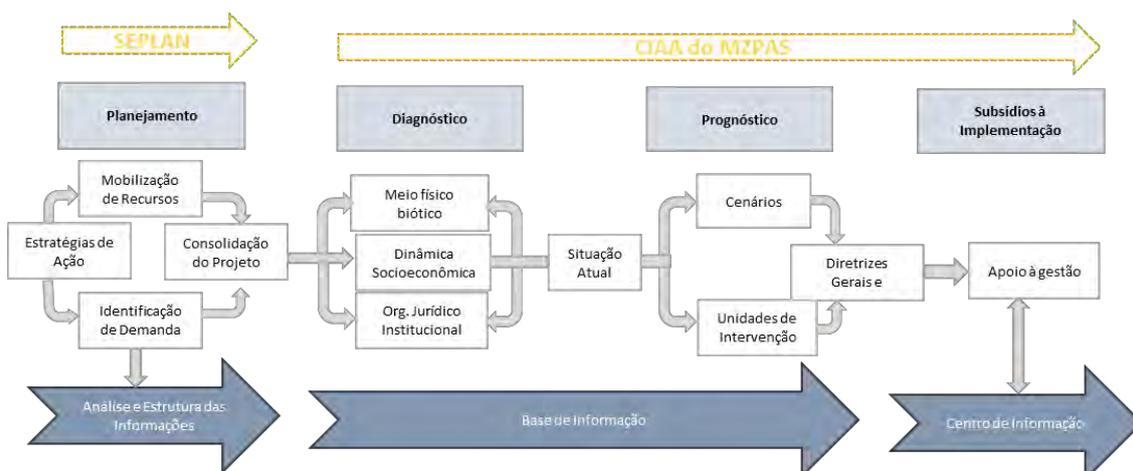
Para melhor visualização, foi exposto o fluxograma com as diretrizes metodológicas para elaboração do ZEE, segundo MMA, indicando a participação dos órgãos competentes na elaboração do MZPAS.

³⁴ Possível de acessar em: https://www.mma.gov.br/biomas/mata-atl%C3%A2ntica_emdesenvolvimento/ordenamento-territorial. Acesso em: 08/11/2019.

³⁵ Possível de acessar em: <https://www.mma.gov.br/gestao-territorial/zoneamento-territorial>. Acesso em: 08/11/2019.

³⁶ Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídrico (SEMARH); Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte (IDEMA); Instituto de Gestão das Águas (IGARN); e, Companhia de Águas e Esgoto (CAERN).

Figura 4.1 – Diagrama de identificação de vulnerabilidades e potencialidades



FONTE: Adaptado de MMA.

Não só os órgãos da CIAA são atores estratégicos para a gestão da bacia, mas comitês, ONGs e instituições de financiamento, dentre outras. Estes têm grande influência sobre o desenvolvimento e a dinâmica socioeconômica e territorial da bacia. Fazem parte deste grupo não só secretarias estaduais, mas colegiados e entidades regulatórias vinculadas diretamente e indiretamente ao MZPAS.

(ii) De que forma estes órgãos podem fazer uso do MZPAS?

Diante do caso em tela, é função da Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do RN (SEMARH) a formulação de políticas, planos e programas de meio ambiente e recursos hídricos e realizar a supervisão de sua implementação, além de desenvolver estudos direcionados ao aproveitamento e a preservação do meio ambiente e dos recursos hídricos. Logo, as informações indicadas no MZPAS facilitarão o papel do órgão, permitindo a visualização das áreas que mais demandam atenção do governo, implementando programas e projetos com a finalidade de proteção do meio ambiente e dos recursos hídricos. O órgão deverá utilizar o MZEE como balizador no desenho de novas políticas públicas, de modo a atender e direcionar as ações às necessidades indicadas no instrumento.

Por sua vez, a Secretaria de Estado do Planejamento e das Finanças (SEPLAN), por ter como atribuição a elaboração de planos de desenvolvimento socioeconômico, tecnológico e científico do RN, encontrará no MZPAS áreas que apresentam maior vulnerabilidade social. Além disso, cabe ressaltar que a SEPLAN tem papel estratégico no que diz respeito à coordenação dos entendimentos do Governo do RN com entidades internacionais e federais, entre outras, para obter financiamento destinados ao desenvolvimento de programas estaduais.

O Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente (IDEMA), órgão vinculado à SEMARH, é quem promove a política ambiental do estado, buscando um desenvolvimento sustentável, permitindo que o MZEE subsidie não só a implementação das políticas ambientais, como permita que estas sejam aperfeiçoadas para os diferentes territórios e necessidades.

Nesta mesma linha de pensamento, destaca-se ainda o Instituto de Gestão das Águas do RN (IGARN), responsável pela gestão das águas no estado - concedendo outorgas e licenças para captação de recursos hídricos e também realizando o monitoramento da qualidade das águas; a Empresa de Pesquisa Agropecuária (EMPARN), extremamente estratégica na bacia do Piranhas-Açu, uma vez que desenvolve pesquisas para uma das atividades econômicas que mais impactam à região; a Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN), responsável por atender a população do estado com água potável, além de coleta e tratamento de esgoto; e, por último, o Comitê da Bacia hidrográfica do Piranhas-Açu, que representa o espaço de participação da sociedade na gestão de recursos hídricos da bacia, e que precisa de estudos e instrumentos que permitam entender os pontos mais críticos e direcionar as próximas ações na bacia, no que diz respeito à escassez hídrica, qualidade da água e conflitos possíveis.

A seguir, buscou-se apresentar o papel dos órgãos gestores da bacia (Quadro 4.1), informações que constituirão o instrumento - que colaboram para a gestão da bacia - relacionando-os aos eixos do MZPAS.

Quadro 4.1 – Papel dos órgãos gestores face ao MZPAS

Órgãos	Atribuições que rebatem no MZPAS	Informações do MZPAS que colaboram para gestão	Eixos MZPAS
SEMARH	Desenvolvem ações práticas que se apresentam na forma de quatro grandes linhas de atuação: (i) Gestão de Recursos Hídricos; (ii) Gestão de Meio Ambiente; (iii) Infraestrutura Hídrica; (iv) Abastecimento de Comunidades.	Áreas que sofrem maior pressão antrópica/ ambiental, repercutindo na provisão dos serviços ecossistêmicos	Serviços Ecossistêmicos da bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu;
		Áreas mais impactadas por determinadas atividades produtivas	Indústria e Mineração;
		Áreas mais impactadas por determinadas atividades produtivas; áreas que dependem de agricultura irrigada para desenvolver	Agricultura, Agricultura Irrigada, Pecuária e Carcinicultura;
		Áreas de maior pressão demográfica; Áreas indicadas para expansão ou controle; Áreas que sofrem com falta de abastecimento	Expansão Urbana e Infraestrutura hidráulica;
		Áreas com potencial para geração de energia renovável	Energia Renovável.
SEPLAN	Elaborar planos de desenvolvimento econômico, social, científico e tecnológico do RN; levantar e divulgar dados e informações sobre o sistema produtivo e a realidade social do RN; Orientar a elaboração de propostas orçamentárias e de planos plurianuais pelas Secretarias de Estado e entidades descentralizadas;	Áreas que sofrem maior pressão antrópica/ ambiental, repercutindo na provisão dos serviços ecossistêmicos	Serviços Ecossistêmicos da bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu;
		Áreas que tem como vetor de desenvolvimento atividade produtivas altamente impactantes; Áreas zoneadas para uso industrial ou não	Indústria e Mineração;
		Áreas que tem como vetor de desenvolvimento atividade produtivas altamente impactantes	Agricultura, Agricultura Irrigada, Pecuária e Carcinicultura;
		Áreas de maior pressão demográfica; Áreas indicadas para expansão ou controle; Áreas que sofrem com falta de	Expansão Urbana e Infraestrutura hidráulica;

Órgãos	Atribuições que rebatem no MZPAS	Informações do MZPAS que colaboram para gestão	Eixos MZPAS
		Áreas com potencial para geração de energia renovável	Energia Renovável.
IDEMA	Promoção de Educação Ambiental; Licenciamento e Revisão de Atividades Potencialmente Poluidoras; Zoneamento Ambiental; Aplicação de Penalidades Disciplinares e Compensatórias; Implantação de Unidades de Conservação; Controle Ambiental e Controle Florestal	Áreas que sofrem maior pressão antrópica/ ambiental, repercutindo na provisão dos serviços ecossistêmicos	Serviços Ecossistêmicos da bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu;
		Áreas que sofrem maior pressão antrópica/ ambiental, repercutindo na qualidade das águas	Indústria e Mineração;
		Áreas que sofrem maior pressão antrópica/ ambiental, repercutindo na qualidade ambiental	Agricultura, Agricultura Irrigada, Pecuária e Carcinicultura;
		Áreas de maior pressão demográfica; Áreas que sofrem com falta de abastecimento; Áreas indicadas para expansão; Áreas indicadas para controle de expansão; Áreas/ potencial de Ucs e APPs	Expansão Urbana e Infraestrutura hidráulica;
		Áreas com potencial para geração de energia renovável	Energia Renovável.
IGARN	Responsável pela gestão técnica e operacional dos recursos hídricos em todo o estado	Corpos hídricos que sofrem maior pressão antrópica/ ambiental, repercutindo na provisão dos serviços ecossistêmicos	Serviços Ecossistêmicos da bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu;
		Corpos hídricos que sofrem maior pressão de indústria e mineração, repercutindo na qualidade e quantidade dos recursos hídricos	Indústria e Mineração;
		Corpos hídricos que sofrem maior pressão de determinadas atividades produtivas; repercutindo na qualidade e quantidade dos recursos hídricos	Agricultura, Agricultura Irrigada, Pecuária e Carcinicultura;
		Áreas de maior pressão demográfica; Áreas indicadas para expansão ou controle; Áreas que sofrem com falta de abastecimento	Expansão Urbana e Infraestrutura hidráulica;
		-	Energia Renovável.
EMPARN	Promover, planejar, estimular e executar atividades de pesquisa e experimentação, viabilizando planos de desenvolvimento agropecuário do Governo do RN; Colaborar na formulação, orientação e coordenação da política do setor público agropecuário do RN, Exercer a coordenação técnica dos programas e projetos de pesquisa agropecuária	Áreas que sofrem maior pressão ambiental advindas da pecuária, repercutindo na provisão dos serviços ecossistêmicos	Serviços Ecossistêmicos da bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu;
		-	Indústria e Mineração;
		Áreas que sofrem maior pressão ambiental advindas da pecuária	Agricultura, Agricultura Irrigada, Pecuária e Carcinicultura;
		-	Expansão Urbana e Infraestrutura hidráulica;
		-	Energia Renovável.

Órgãos	Atribuições que rebatem no MZPAS	Informações do MZPAS que colaboram para gestão	Eixos MZPAS
CAERN	Responsável por tratar e distribuir água no estado	Áreas que sofrem maior pressão antrópica/ ambiental, repercutindo na provisão dos serviços ecossistêmicos	Serviços Ecossistêmicos da bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu;
		Áreas que podem sofrer impacto na qualidade da água devido à mineração e outras atividades produtivas	Indústria e Mineração;
		Áreas que podem sofrer impacto na qualidade da água devido à mineração e outras atividades produtivas	Agricultura, Agricultura Irrigada, Pecuária e Carcinicultura;
		Áreas de maior pressão demográfica; Áreas indicadas para expansão ou controle; Áreas que sofrem com falta de abastecimento	Expansão Urbana e Infraestrutura hidráulica;
		-	Energia Renovável.
Comitê da Bacia hidrográfica do Piranhas-Açu	Atribuições para a gestão das águas em toda a Bacia do Piranhas Açu, respeitando as legislações estaduais de recursos hídricos para os corpos hídricos de domínio estadual	Áreas de conflito	Serviços Ecossistêmicos da bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu;
		Áreas de conflito	Indústria e Mineração: Riscos e Impactos sobre a Qualidade da Água;
		Áreas de conflito	Agricultura, Agricultura Irrigada, Pecuária e Carcinicultura;
		Áreas de conflito	Expansão Urbana e Infraestrutura hidráulica;
		-	Energia Renovável.

FONTE: COBRAPE, 2019.

(iii) Para quem é o MZPAS?

O ZEE é de competência compartilhada entre a União, os estados e os municípios, definindo-se a competência de cada ente federado da seguinte forma:

- a) União – ZEE Nacional e Regional;
- b) Estados – ZEE Estadual; e,
- c) Municípios – Plano Diretor, com Observância aos ZEEs.

Entende-se que as diretrizes gerais do MZPAS, de caráter estadual, devem ligar-se aos níveis federal e municipal. Para o federal, servirá de base para a construção de políticas regionais, enquanto para o municipal deverá contribuir para os planos locais de desenvolvimento. As diretrizes têm um perfil indicativo, contudo na medida em que estas vão sendo internalizadas nas instâncias do Estado exercerão papéis afirmativo, legislativo e impositivo (DEL PRETTE, 2007).

A apropriação do MZPAS pelos órgãos competentes e, conseqüentemente, o atendimento às diretrizes estabelecidas no instrumento irão beneficiar a população da bacia como um todo, uma vez que permite que o desenvolvimento econômico respeite áreas para conservação e recuperação ambiental, preservando os serviços

ecossistêmicos, impactando diretamente na qualidade ambiental e da vida da população.

Para além disso, o melhor uso dos recursos ambientais da bacia, assim como atender aos instrumentos de planejamento do território repercutirá positivamente para a população da bacia e para o território potiguar como um todo. Ao se tratar de meio ambiente, tudo é sistêmico e integrado, fazendo com que o mau uso dos recursos ambientais, por exemplo, em determinada área da bacia repercute nas demais áreas do território potiguar - a título de exemplo, a seca e a desertificação de determinadas áreas da bacia estão diretamente relacionadas a fluxos migratórios.

4.2. Definição das Zonas Preliminares

4.2.1. Bases teóricas e metodológicas

A organização do espaço é um retrato da sociedade que o produziu. Por exemplo, uma sociedade predominantemente agrária terá seu espaço diferente daquela com tendências à urbanização, assim como sociedades onde predominam forças minoritárias e a ausência de processos democráticos irão gerar um espaço muito diferente daquela em que há diversas possibilidades de participação nas decisões políticas e uma renda mais bem distribuída. Portanto, o ordenamento e a gestão do território demandam uma referência orientadora compatível com a perspectiva atual e de futuro daquela sociedade à qual eles se dedicam, a fim de que os resultados oriundos de quaisquer instrumentos elaborados, no caso, o MZEE, sejam efetivos, isto é, que não permaneçam apenas como documentos técnicos sem aplicação social.

O zoneamento é a delimitação de uma determinada região de interesse em áreas específicas, por meio da consideração de suas características mais significativas e mediante critérios estabelecidos. Ou seja, as áreas delimitadas possuem cada uma, funcionalidade uniforme devido às similaridades dos seus elementos constituintes e às diferenças marcantes em relação às outras áreas.

A definição dos critérios para classificação das zonas no MZEE, que são neste caso de cunho ecológico e econômico, representa de que forma o zoneamento pretende subsidiar as políticas territoriais que visem à conservação ambiental aliada ao desenvolvimento sustentável. Tais zonas expressarão as potencialidades, fragilidades, vulnerabilidades, capacidades, aptidões, e assim por diante, do território em questão.

Portanto, para a elaboração de um ZEE é exigida uma multidisciplinaridade (ou interdisciplinaridade) na medida em que, para cada local, se exige uma aproximação metodológica específica dada a grande diversidade de paisagens (ambientes ou regiões) e em que se consideram os aspectos ambientais e as dinâmicas socioeconômicas decorrentes das aglomerações humanas, atividades produtivas, investimentos e infraestruturas. O decreto nº 4.297/2002 define os diversos critérios a serem adotados por um ZEE e destaca-se que, no art. 8, inciso III, a metodologia deve ser adequada àqueles definidos pela CCZEE.

O ZEE é caracterizado, na literatura, como um instrumento de planejamento em que se deve tratar de forma sistêmica as esferas naturais e socioeconômicas e estas em conformidade com os aspectos jurídicos e institucionais. Desta maneira, devido ao vasto cenário conceitual do zoneamento no geral, e do ZEE em particular, diversas

propostas de escalas e metodologias já foram criadas e desenvolvidas ao longo dos anos.

Destaca-se aqui àquela metodologia desenvolvida por Becker e Égler (1996) e encomendada pela Secretaria de Assuntos Estratégicos (SAE) e Ministério do Meio Ambiente (MMA). Ela é definida, praticamente, a partir do diagrama de análise de dois aspectos principais, o de vulnerabilidade e o de potencialidade, conforme Figura 4.2.

Figura 4.2 – Diagrama de identificação de vulnerabilidades e potencialidades



FONTE: Adaptado de BECKER E ÉGLER, 1996, p. 39.

As discussões sobre as unidades de análise foram desenvolvidas em parceria do INPE e da SAE, a partir das quais se determinaram as Unidades Territoriais Básicas (UTBs) para a elaboração de ZEE. As UTBs são definidas por meio da sobreposição do conjunto de informações físicas referente ao clima, vegetação, geologia, geomorfologia, pedologia e uso da terra, analisadas a partir de imagens, via sensoriamento remoto. Com tais informações delimita-se e define-se a UTB, e elabora-se a carta de vulnerabilidade, a qual servirá de base para a carta de sustentabilidade do território.

Esta metodologia desenvolvida para a SAE é semelhante ao que é definido nos art. 12 e art. 14 do decreto federal nº. 4.297/2002 e são somadas as diversas experiências metodológicas, do MMA, definidos nas “Diretrizes Metodológicas para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil”, metodologia esta que já foi citada no *Produto R-01 – Roteiro Metodológico*, e que norteia a elaboração do MZEE Piranhas-Açu de forma geral.

O ZEE deve ser constantemente atualizado e aperfeiçoado, a partir de seu banco de dados, em razão das mudanças tecnológicas, estruturais e de novos aportes de informação, os quais proporcionam novas alternativas ou cenários a serem trabalhados.

Com base nos critérios definidos sintetizam-se os parâmetros metodológicos definidos pelo MMA, para que o ZEE seja elaborado com o aprimoramento constante. Este tema foi amplamente discutido e aperfeiçoado desde o surgimento dos primeiros ZEEs.

A dimensão metodológica e suas escalas compõem o primeiro desafio a ser enfrentado no desenvolvimento e implementação do ZEE. Ao mesmo tempo em que há a possibilidade da liberdade de trabalho dos estados, estes se utilizando de métodos e bases teóricas que lhes são convenientes de acordo com as especificidades locais, podem conformar um processo de governança territorial, porém, neste caso, os inconvenientes são que os biomas e as bacias hidrográficas não se limitam às fronteiras político-estaduais. Destaca-se, por exemplo, o caso do MacroZEE da Amazônia Legal desenvolvido após a elaboração de diversos ZEEs estaduais, o que implicou na postura de um MacroZEE formado a partir dos ZEEs estaduais e, não o contrário, como definido no art. 6-B do decreto feral nº 6.288/2007 (TCU, 2008). Esta postura prejudica um planejamento com visão regional integrada e permite planejamentos distintos entre estados vizinhos com áreas de influência comum e fragmentários no âmbito nacional.

Por isso, se o zoneamento é realizado a partir de diferentes metodologias, o desafio de se compatibilizar e articular decisões políticas torna-se maior, senão impossível. Faz-se necessária a reflexão sobre essa integração metodológica e sobre a articulação do zoneamento com os outros instrumentos de planejamento. Destaca-se, por outro lado, a preocupação da articulação institucional e da participação social que são fases críticas nas etapas do prognóstico e da implementação. Estas duas etapas têm encontrado maior dificuldade de execução nos ZEEs elaborados no Brasil.

4.2.2. Princípios norteadores para a gestão territorial da BHPA

A etapa prognóstica permite concluir que a ambiência da porção potiguar da bacia hidrográfica dos rios Piranhas-Açu sofre de uma superposição de riscos ambientais. Parte significativa das áreas ambientalmente frágeis estão ocupadas por usos antrópicos decorrentes da abertura de áreas para exploração agrícola e pela exploração de lenha como fonte energética para olarias, panificadoras e até para uso doméstico. Além da perda de biodiversidade, a remoção da vegetação sem critérios de manejo, expõe o solo à ação erosiva das chuvas provocando o transporte de partículas para os corpos hídricos, alterando assim as características naturais destes. A análise territorial de serviços ecossistêmicos de retenção de sedimentos revelou que mesmo com incrementos intensos de preservação, a alta produção de sedimentos é uma característica natural que deve ser melhor compreendida e, principalmente, melhor gerida. A retirada da vegetação natural do solo, especialmente nessas áreas de alta fragilidade e propensão à produção de sedimentos, desencadeia uma série de processos que, isolados ou em conjunto, impactam o meio ambiente, atingindo diversos fatores ambientais.

Eis aqui um vínculo cruel entre as mudanças climáticas e os padrões e uso do solo: há projeções para a ocorrência de climas mais extremos na BHPA, ou seja, com chuvas (ainda) mais concentradas. Além dos eventos extremos culminarem em maiores perdas econômicas, os efeitos físicos de maior assoreamento promovem mais dificuldades em realizar plantios produtivos nos anos seguintes - em um ciclo

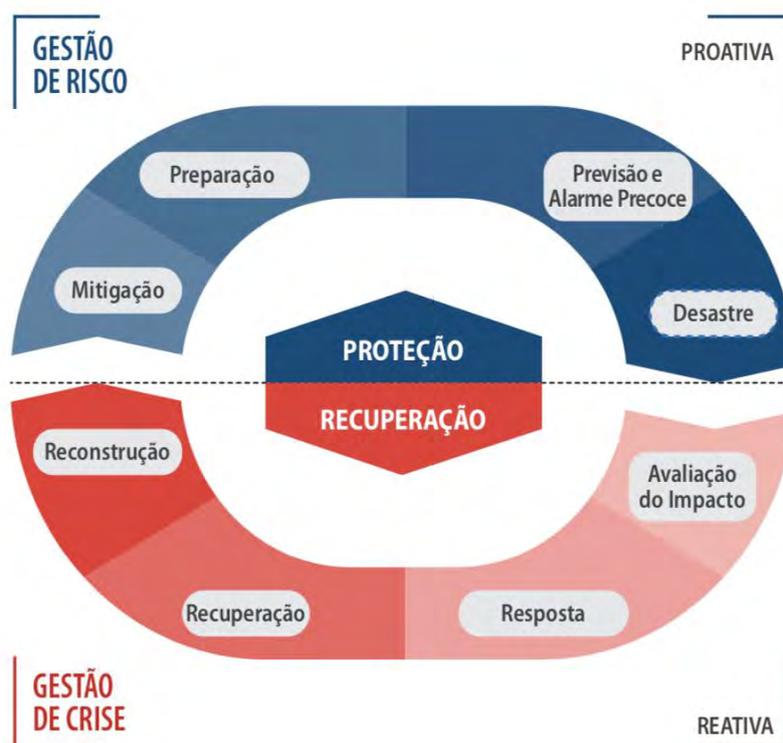
vicioso, isso reduz as chances de safras com boa produtividade que compensem os efeitos da crise; tendo o efeito adverso de motivar, assim, abertura de novas áreas para fazer frente aos volumes perdidos.

Há, ainda, outro ciclo vicioso do desmatamento da mata branca que advém do intenso processo de fragmentação da paisagem natural. Este é um fenômeno frequente na BHPA potiguar, e é associado à expansão de novas fronteiras agrícolas; mas também à instalação de indústrias, ao extrativismo para diversos fins e desmatamentos para instalação de infraestrutura urbana, como estradas e expansão das cidades. A sobreposição destas diversas atividades no território passa a formar uma miríade de barreiras antrópicas entre os remanescentes de vegetação nativa, reduzindo significativamente o fluxo da fauna e das estruturas de dispersão natural da vegetação (pólen ou sementes). Os fragmentos florestais no entorno de áreas produtivas são expostos permanentemente à pressão, sujeitos às queimadas, cortes clandestinos, caça, uso como complemento de área na pecuária e outros, resultando em progressiva redução da biodiversidade biológica desses ecossistemas. Esse processo intensifica a desertificação.

Por outro lado, existe um grande potencial econômico a ser explorado na BHPA, advindo de riquezas naturais, condições especiais e riquezas culturais/sociais. No primeiro grupo, estão as salinas, a mineração e os aproveitamentos energéticos, que encontram potencial de expansão ordenado e, portanto, com reduzido impacto ambiental (desde que devidamente planejados em seu conjunto e, claro licenciados). No segundo grupo estão as atividades de carcinicultura e de agricultura irrigada, que se beneficiam da conjugação de condições muito propícias ao seu desenvolvimento, podendo consolidar lugar de destaque econômico. Por fim, o terceiro grupo encerra as formas bastante avançadas de governança territorial descentralizada, capitaneada por um conjunto de atividades que se abrigam sob o mote “agricultura familiar”, mas que de fato representam a continuidade de um modo de vida secular e que compartilha de belezas e dificuldades únicas da ambiência semiárida.

Do contraste entre as sóbrias perspectivas de limite da capacidade de suporte ambiental e as altas expectativas de desenvolvimento dos agentes econômicos, emerge uma leitura de gestão do risco ambiental, realizado de forma proativa. O MZEE traz a possibilidade de instrumentalizar o novo paradigma para a convivência com o semiárido do qual trata a publicação de De Nys (2014), da qual se extrai a Figura 4.3. O ciclo da gestão de riscos é distinto daquele que se realiza na imposição de um desastre. A ênfase nas secas, tipicamente reativa, constitui a porção inferior da figura, enquanto que a gestão proativa do risco demanda maior preparação para a seca, como demonstra a porção superior da figura.

Figura 4.3 – O ciclo da gestão de riscos e de desastres



FONTE: Reproduzido de De Nys (2014).

4.2.3. Proposição das unidades de intervenção

A proposição das unidades de intervenção (zonas), geralmente, ocorre com base nos: (a) sistemas naturais em que a variável ecológica está representada na favorabilidade, que orienta as melhores atividades para os diferentes espaços; (b) nos sistemas socioeconômicos onde se evidenciam os espaços em transformação; e, (c) na dimensão social.

Deste modo, o sistema de classificação de zonas proposto para o MZEE Piranhas-Açu baseou-se em uma linha mestra – desenvolvimento com suporte ambiental – considerando como suporte às atividades socioeconômicas, a conservação dos recursos hídricos, das áreas de serviços ambientais, dos habitats de fauna e dos bancos genéticos de flora remanescentes, e a recuperação da capacidade ambiental.

A ideia central para zona é a de não engessar as possibilidades de usos, mas a de buscar priorizar uma conservação ambiental de bens comuns em prol do desenvolvimento de uma coletividade e coesão social. Além disso, entende-se também que a instalação de atividades econômicas deve ser autorizada pelo órgão licenciador em quaisquer que sejam as zonas, a quem compete, baseado no MZPAS, aplicar a legislação ambiental e corroborar com o ordenamento da ocupação e uso da terra. Isto é declarado, porque o zoneamento não chega à escala do empreendimento. O MZPAS alcançará, somente, a identificação de áreas homogêneas segundo a escala de trabalho proposta anteriormente, em que as potencialidades e vulnerabilidades locais permitam melhor orientar as atividades que têm potencial para

serem desenvolvidas com base na capacidade produtiva ou de suporte identificada. Portanto, em um ZEE, o órgão licenciador tem papel fundamental no desenvolvimento e implantação das zonas cartografadas, pois usando as informações do banco de dados gerado no MZPAS, ele poderá auxiliar para que as zonas, de fato, se desenhem ou se concretizem no terreno.

No MZEE Piranhas-Açu foi adotado um sistema multinível (Quadro 4.2), no qual é possível trabalhar em diferentes escalas de abrangência com a agregação ou a subdivisão quando da mudança de nível, permitindo atingir diversos públicos e recortes territoriais. Esse sistema considera as características locais da bacia hidrográfica do Piranhas-Açu e baseia-se na metodologia de Becker e Égler (1996), com adaptações.

Quadro 4.2 – Sistema de classificação de zonas ecológico-econômicas

NÍVEL I - DOMÍNIO GEO-SOCIOAMBIENTAL	NÍVEL II - CATEGORIA	NÍVEL III - CLASSE	NÍVEL IV - ZONA
MACROZONAS	ÁREAS DE PRODUÇÃO	Consolidação	Consolidação com usos agropecuários
			Consolidação com usos não agropecuários
		Expansão	Expansão com usos agropecuários
			Expansão com usos não agropecuários
	ÁREAS DE SUPORTE AMBIENTAL	Recuperação e manejo	Recuperação e manejo de áreas de alta fragilidade ambiental e de alta importância para ambientes aquáticos
			Recuperação e manejo de áreas de alta importância para a biodiversidade
		Conservação	Conservação de áreas de muito alta fragilidade natural
			Conservação de áreas de muito alta importância de biodiversidade
			Conservação de áreas de muito alta importância para ambientes aquáticos
		ÁREAS INSTITUCIONAIS	Preservação
	Uso restrito e controlado		Unidades de conservação de uso sustentável e Reserva Particular do Patrimônio Natural
			Povos e Comunidades tradicionais

FONTE: COBRAPE, 2019.

A determinação do nível I, referente aos domínios geo-socioambientais já foi exposta no item 2. O nível II, ainda considerado um nível de planejamento macro, incorpora as terras classificadas em Áreas de Produção; Áreas de Suporte Ambiental; e Áreas Institucionais.

No Nível III as áreas de produção reúnem as classes de consolidação e expansão do desenvolvimento socioeconômico. As áreas de consolidação apresentam terrenos abertos nos quais a ocupação atual das terras relaciona-se com usos agropecuários e não agropecuários. Aí são permitidas todas as atividades econômicas constantes na Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), desde que autorizadas pelo órgão licenciador. As áreas de expansão envolvem os terrenos com potencial para diferentes usos econômicos, também cadastrados no CNAE. Nessas duas situações, o potencial social deve ser muito favorável ao desenvolvimento econômico sustentável, assim como a vulnerabilidade ambiental.

As áreas de suporte ambiental subdividem-se em áreas de recuperação e de conservação ambiental. Englobam os terrenos com níveis diferenciados de fragilidade, conservação e alteração dos ambientes, em que se admite a ocupação humana por agentes públicos ou privados, com objetivos sociais e econômicos, porém em condições de restrição de manejo visando à utilização sustentável dos recursos naturais e a conservação da biodiversidade. Essas áreas são fundamentais para a sustentação das atividades socioeconômicas no estado potiguar, sobretudo para manutenção de recursos naturais essenciais aos sistemas produtivos - as águas.

As áreas de recuperação são aquelas alteradas/modificadas pelo ser humano, nas quais, por legislação, não são admissíveis os usos antrópicos e que são as áreas de preservação permanente ou frágeis ambientalmente. As áreas de conservação são superfícies que exibem nenhuma ou pouca alteração, e que têm alta importância em termos de biodiversidade de flora ou fauna e de recursos hídricos. Nas áreas de suporte ambiental, a vulnerabilidade ambiental é moderada/alta e a potencialidade social é média/baixa. As áreas institucionais reservam as áreas especiais que são protegidas por legislação, assim como as unidades de conservação de uso sustentável, as Reservas particulares do patrimônio natural (RPPNs), além dos Povos e Comunidades Tradicionais.

Encerrando o sistema de classificação, o Nível IV contempla as zonas propriamente ditas, cujas nomenclaturas propostas e conceitos seguirão metodologias já internalizadas em diversos zoneamentos no país. Além disso, foram buscadas terminologias utilizadas por instituições nacionais, especialmente com relação à legislação ambiental e mapeamentos de recursos naturais. O Quadro 4.3 mostra todos os níveis de zoneamento supracitados com uma descrição mais detalhada do nível IV.

Quadro 4.3 – Definição das zonas ecológico-econômicas

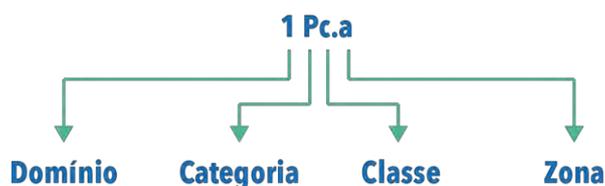
NÍVEL I - DOMÍNIO GEO-SOCIOAMBIENTAL	NÍVEL II - CATEGORIA	NÍVEL III - CLASSE	NÍVEL IV - ZONA	DEFINIÇÃO
MACROZONAS	ÁREAS DE PRODUÇÃO	Consolidação	Consolidação com usos agropecuários	Englobam as terras com ocupação socioeconômica consolidada, em produção de alimentos e de commodities do agronegócio, ou pousio. Incluem as lavouras temporárias, lavouras permanentes; pastagens plantadas; atividades agrosilvopastoris (integração lavoura-pecuária-floresta - iLPF) e agropastoris (integração lavoura-pecuária - iLP); silvicultura; e atividades em águas continentais e da indústria de transformação. Os materiais, substâncias e componentes transformados são insumos produzidos nas atividades da agricultura, pecuária, florestal e da pesca. As áreas têm alto potencial social e baixa vulnerabilidade ambiental, sendo capazes de absorver empreendimentos agropecuários geradores de impactos socioambientais com suas respectivas medidas preventivas e mitigadoras.
			Consolidação com usos não agropecuários	Envolvem as terras onde o uso socioeconômico está consolidado, sendo representado por áreas urbanizadas; complexos industriais ou parques tecnológicos; usinas; áreas de serviços; complexos turísticos e comerciais; mineração e atividades em águas continentais. As áreas têm alto potencial social e baixa vulnerabilidade ambiental, sendo capazes de absorver empreendimentos geradores de impactos socioambientais com suas respectivas medidas preventivas e mitigadoras.
		Expansão	Expansão com usos agropecuários	Contemplam as áreas com potencial para diferentes usos econômicos, em que os terrenos são favoráveis ao desenvolvimento de atividades agropecuárias – implantação de empreendimentos – de caráter temporário ou permanente, promovidos por agentes públicos ou privados. A ocupação e uso dessas áreas devem ser estimulados e compatíveis com as suas capacidades de suporte ambiental, e estar em conformidade com a legislação vigente. As áreas podem ter médio e baixo potenciais sociais, e baixa/média vulnerabilidade ambiental, sendo capazes de absorver empreendimentos agropecuários geradores de impactos socioambientais com suas respectivas medidas preventivas e mitigadoras.
			Expansão com usos não agropecuários	Contemplam as áreas com potencial para diferentes usos econômicos, em que os terrenos são favoráveis ao desenvolvimento de atividades não agropecuárias – áreas urbanizadas; complexos industriais ou parques tecnológicos; usinas; áreas de serviços; complexos turísticos e comerciais; mineração e atividades em águas continentais. As áreas podem ter alto potencial social e baixa vulnerabilidade ambiental, sendo capazes de absorver empreendimentos geradores de impactos socioambientais com suas respectivas medidas preventivas e mitigadoras.
	ÁREAS DE SUPORTE AMBIENTAL	Recuperação e manejo	Recuperação e manejo de áreas de alta fragilidade ambiental e de alta importância para ambientes aquáticos	Equivalem às áreas de alta fragilidade ambiental e/ou de importância para os ambientes aquáticos; quando sem cobertura vegetal nativa ou bastante alteradas/modificadas pelo ser humano (com usos diversos consolidados ou não), devem entrar em processo de recuperação natural quando situadas, sobretudo, em superfícies que apresentam potencial para a conservação dos recursos hídricos e do solo.
			Recuperação e manejo de áreas de alta importância para a biodiversidade	Equivalem às áreas de alta importância para a conservação da biodiversidade; quando sem cobertura vegetal nativa ou bastante alteradas/modificadas pelo ser humano (com usos diversos consolidados ou não), devem entrar em processo de recuperação natural quando situadas, sobretudo, em superfícies que apresentam potencial para a conservação de espécies da fauna e da flora.
		Conservação	Conservação de áreas de muito alta fragilidade natural	São as áreas de muito alta fragilidade ambiental; quando com remanescentes conservados da cobertura vegetal nativa ou pouco alterados/modificados pelo ser humano, admitindo-se o pagamento ou incentivo a serviços ambientais para as atividades de conservação; quando sem cobertura vegetal, devem entrar em processo de recuperação. Essas áreas admitem o desenvolvimento do extrativismo vegetal, desde que de baixo impacto e autorizadas em lei.
			Conservação de áreas de muito alta importância de biodiversidade	São as áreas de muito alta importância para a conservação da biodiversidade, em áreas-núcleos ou áreas de conectividade; quando com remanescentes conservados da cobertura vegetal nativa ou pouco alterados/modificados pelo ser humano que estão situadas em ambientes diversos com alta importância biológica para conservação da flora e fauna; quando sem cobertura vegetal, devem entrar em processo de recuperação. Essas áreas admitem o desenvolvimento do extrativismo vegetal, desde que de baixo impacto e autorizadas em lei.
			Conservação de áreas de muito alta importância para ambientes aquáticos	São as áreas de muito alta importância para os ambientes aquáticos; devem estar o mais livre possível de atividades ou obras que potencializem o risco de erosão do solo e a contaminação dos recursos hídricos. Quando com remanescentes conservados da cobertura vegetal nativa ou pouco alterados/modificados pelo ser humano, devem ser conservados, potencialmente via o pagamento ou incentivo a serviços ambientais para a conservação de recursos hídricos; quando sem cobertura vegetal nativa, deve-se recuperar e restringir atividades ou obras que potencializem o risco de erosão do solo e a contaminação dos recursos hídricos.
		ÁREAS INSTITUCIONAIS	Preservação	Unidades de Conservação de Proteção Integral
	Unidades de Conservação de Uso Sustentável e Reserva Particular do Patrimônio Natural			São as unidades sob a administração federal, estadual e municipal onde é permitido o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais (exploração e aproveitamento econômico), de forma planejada e regulamentada, incluindo as zonas de amortecimento.
	Uso restrito e controlado		Povos e Comunidades tradicionais	Representam áreas com grupos culturalmente diferenciados e que se reconhecem como tais, que possuem formas próprias de organização social, que ocupam e usam territórios e recursos naturais como condição para sua reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica, utilizando conhecimentos, inovações e práticas gerados e transmitidos pela tradição. Entre os PCTs do Brasil, estão os povos indígenas, os quilombolas, as comunidades tradicionais de matriz africana ou de terreiro.

FONTE: COBRAPE, 2019.

4.2.4. Nomenclatura

Após o mapeamento das zonas realizou-se, então, o processo de identificação das zonas, com o objetivo de que cada polígono fosse identificado pelo seu código (simbologia) - números e letras, representando sequencialmente domínios, categorias, classes e zonas, permitindo compor uma representação cartográfica e legenda. A definição da simbologia seguiu o esquema da Figura 4.4.

Figura 4.4 – Esquema de nomenclaturas



FONTE: COBRAPE, 2019.

Os domínios estão representados por números de 1 a 6, sendo: 1 = Costeira; 2 = Piranhas; 3 = Pataxó; 4 = Médio Piranhas Potiguar; 5 = Serra de Santana; e 6 = Seridó. As categorias são identificadas por letras maiúsculas, representadas por: P (Produção); S (Suporte Ambiental); I (Institucionais). Após as letras maiúsculas, são acrescentadas letras minúsculas. A primeira letra minúscula corresponde às classes: c = consolidação; e = expansão; r = recuperação; o = conservação; p = preservação; u = uso restrito e controlado. A segunda letra minúscula, que aparece após o ponto, representa as zonas. Desta forma as zonas são classificadas com simbologias únicas e apresentadas em escala de 1:250.000. A Figura 4.5 mostra as nomenclaturas adotadas para os 4 (quatro) níveis de zoneamento utilizados.

Figura 4.5 – Nomenclaturas das zonas

NÍVEL I - DOMÍNIO GEO-SOCIOAMBIENTAL		NÍVEL IV - ZONA	
Nome	Nomenclatura	Nome	Nomenclatura
Costeira	1	Consolidação com usos agropecuários	a
Piranhas	2	Consolidação com usos não agropecuários	b
Pataxó	3	Expansão com usos agropecuários	f
Médio Piranhas Potiguar	4	Expansão com usos não agropecuários	g
Serra de Santana	5	Recuperação e manejo de áreas de alta fragilidade ambiental e de alta importância para ambientes aquáticos	j
Seridó	6	Recuperação e manejo de áreas de alta importância para a biodiversidade	k
NÍVEL II - CATEGORIA		Conservação de áreas de muito alta fragilidade natural	l
Nome	Nomenclatura	Conservação de área de muito alta importância de biodiversidade	n
ÁREAS DE PRODUÇÃO	P	Conservação de áreas de muito alta importância para ambientes aquáticos	q
ÁREAS DE SUPORTE AMBIENTAL	S	Unidades de conservação de proteção integral	i
ÁREAS INSTITUCIONAIS	I	Unidades de conservação de uso sustentável e Reserva Particular do Patrimônio Natural	s
NÍVEL III - CLASSE		Povos e Comunidades tradicionais	t
Nome	Nomenclatura		
Consolidação	c		
Expansão	e		
Recuperação e manejo	r		
Conservação	o		
Preservação	p		
Uso restrito e controlado	u		

FONTE: COBRAPE, 2019.

4.2.5. Geração da carta de subsídio à gestão territorial da BHPA

Seguindo as diretrizes metodológicas de Becker e Égler (1996), utilizou-se da vasta gama de dados articulados nos cenários e nos mapeamentos realizados para se identificar e graduar cada uma das células quanto aos seus gradientes de potencialidade e vulnerabilidade. Da intersecção desses gradientes é que emergem as zonas, assim delimitadas por células (unidades territoriais básicas para este MZEE).

A graduação das condições de vulnerabilidade considerou os três aspectos centrais de suporte ambiental, quais sejam: (i) importância para ambientes aquáticos, determinada pelos impactos previstos pelas mudanças climáticas e pela necessidade de manutenção de APP-hídrica; (ii) fragilidade natural, determinada pelos resultados do InVEST quanto as áreas mais suscetíveis à produção de sedimentos, das áreas de alta e muito alta fragilidade ambiental, delimitadas pelo IFA, e finalmente pela declividade; e (iii) importância para a conservação da biodiversidade, determinada pelo índice alto e muito alto de diversidade geológica (Silva, 2018), pelas delimitações de prioridade para a conservação do Projeto Caatinga Potiguar e das Áreas Prioritárias

para a Conservação da Biodiversidade (APCB). Cada um desses aspectos da vulnerabilidade ambiental foi contrastado de forma a se destacarem as intensidades mais agudas e aquelas altas, porém não extremas.

Já para a graduação das condicionantes de potencialidade, consideraram-se os resultados dos cenários quanto as áreas que mais detém pressão para expansão com possibilidade de assim fazê-lo sem comprometer os percentuais de vegetação nativa impostos pelo cenário normativo mais restritivo. A graduação também identificou as células que se mantiveram relativamente estáveis nos cenários, sem conflitos com os cenários ambientais. Dessa forma, pôde-se elencar as zonas consolidadas e aquelas de expansão.

Do cruzamento entre as células graduadas por suas vulnerabilidades e potencialidades, emerge a delimitação de zonas, com os seguintes aspectos:

- As áreas com as graduações muito altas de vulnerabilidade são delimitadas como zonas de suporte ambiental voltadas à conservação, cuja definição segue como áreas de muito alta fragilidade ambiental / importância de biodiversidade / importância para ambientes aquáticos. Quando com remanescentes conservados da cobertura vegetal nativa ou pouco alterados/modificados pelo ser humano, admitem o pagamento ou incentivo a serviços ambientais para as atividades de conservação; quando sem cobertura vegetal, devem entrar em processo de recuperação. Essas áreas admitem o desenvolvimento do extrativismo vegetal, desde que de baixo impacto e autorizadas em lei.
- As áreas com as graduações altas de vulnerabilidade são delimitadas como zonas de suporte ambiental voltadas à recuperação e ao manejo sustentável, cuja definição segue como áreas de alta fragilidade ambiental / importância de biodiversidade / importância para ambientes aquáticos. Quando sem cobertura vegetal nativa ou bastante alteradas/modificadas pelo ser humano (com usos diversos consolidados ou não), devem entrar em processo de recuperação natural.
- As áreas com as graduações mais altas de potencialidade foram delimitadas como zonas de expansão quando os resultados agregados dos cenários demonstram não haver sobreposições com as zonas de suporte ambiental.
- As demais áreas são delimitadas como zonas consolidadas.
- As zonas institucionais são mantidas conforme suas delimitações atuais.

O resultado do roteiro descrito concede ao zoneamento proposto uma configuração metodologicamente sólida, discreta ao nível de 19.799 unidade territoriais. Faz-se uso, ainda, de um vasto conjunto de resultados que contemplam os mais diversos aspectos da realidade desse complexo território.

4.3. Definição das Diretrizes Gerais Preliminares

A formulação das diretrizes gerais será apoiou-se nos fundamentos do *Balanced scorecard* (BSC) adaptado às condições de elaboração do MZPAS, e decorre de uma visão abrangente e estratégica do MZPAS capaz de refletir um equilíbrio entre as medidas resultantes do cruzamento matricial das categorias Nível II (Áreas

Institucionais, Áreas de Produção e Áreas de Suporte Ambiental) com as perspectivas Natural, Humana, Produtiva e Política.

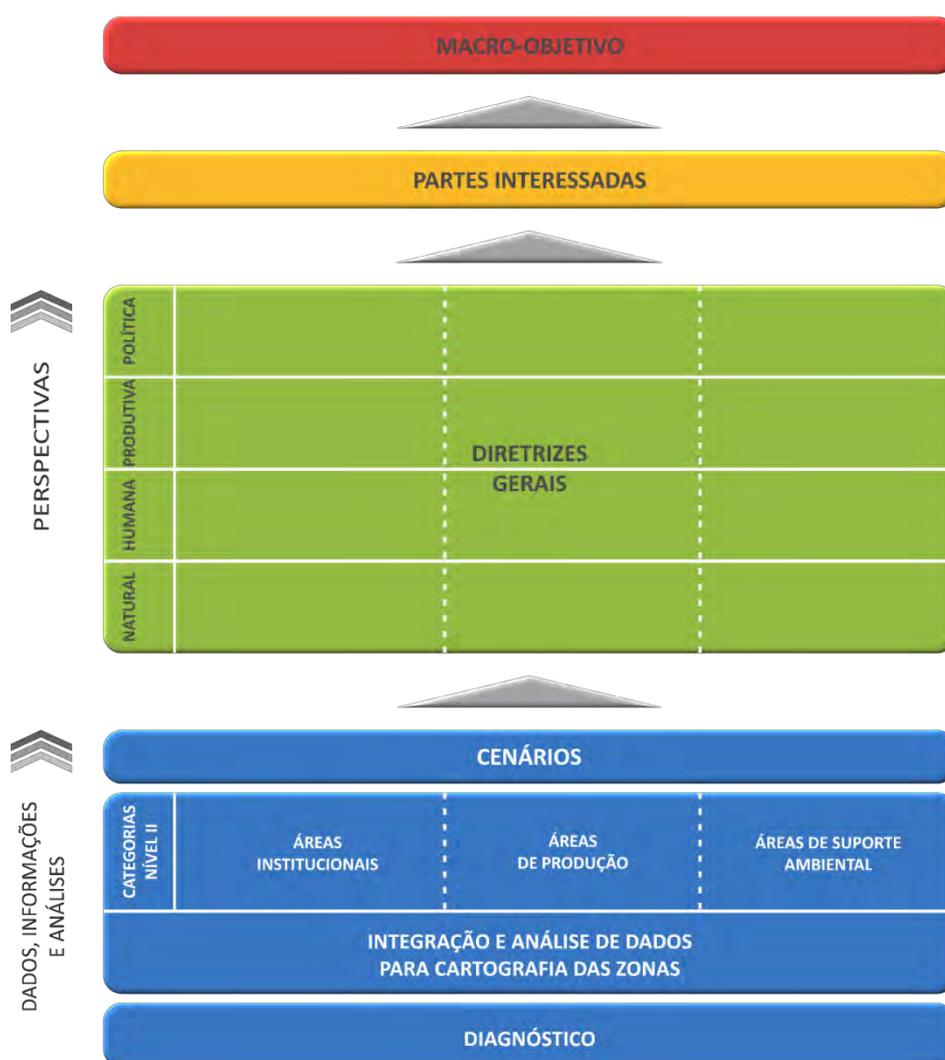
As diretrizes do MZPAS foram elaboradas a partir da leitura de um mapa estratégico iniciado pela definição do macro-objetivo do MZPAS (visão). O macro-objetivo é uma direção de futuro para o ZEE, a linha mestra para que as diretrizes sejam formuladas. Na definição do macro-objetivo foram consideradas, analisadas e discutidas as análises dos principais documentos do ZEE, a visão da equipe gerenciadora do MZPAS e expectativas governamentais e de atores chaves regionais.

A seguir foram definidas as partes interessadas, que compreendem os governos municipais, estadual e federal; a sociedade em geral; conselhos de desenvolvimento, meio ambiente e recursos hídricos, comitês de bacias e federações; agências de fomento e reguladoras; e consórcios de municípios. Para este setor, as diretrizes são no sentido de tornar o ZEE acessível a todos os interessados para utilização no cotidiano, sobretudo para os governos na formulação das políticas públicas. Os governos, principais interessados diretos, devem internalizar as diretrizes em seus planos plurianuais, por meio de programas ou ações estratégicas para atuação de longo prazo. Este planejamento pode e deve estar articulado nas três esferas governamentais com maximização de resultado contando com a sinergia e complementação de ações para atender as expectativas das partes interessadas, em especial, a sociedade.

Por fim, a sobreposição dos aspectos previamente levantados frente às perspectivas natural, humana, produtiva e política resultou no âmago do mapa estratégico do MZEE. Nele foram reunidos os desafios para a implementação do MZEE, ou seja, todas as diretrizes estratégicas gerais para a bacia. Em outras palavras, as diretrizes gerais foram propostas para a área de estudo como um todo, tomando por base os cenários desenvolvidos, as análises das potencialidades e fragilidades de cada região e categorias do MZEE, assim como os resultados das Oficinas Regionais.

Organizado conforme modelo da Figura 4.6, a leitura vertical do mapa vincula todas as etapas de construção do MZEE com a visão de uso desse instrumento estratégico para gestão territorial.

Figura 4.6 - Estrutura do mapa estratégico



FONTE: COBRAPE, 2018.

Todas as informações usadas para formulação das diretrizes, elaboração dos cenários e cartografia das zonas ecológico-econômicas são provenientes da etapa de diagnóstico do MZEE, incluindo as informações das Oficinas Regionais, e compreendeu análises de dados físico-bióticos, socioeconômicos e institucionais, e a geração das informações de potencialidades de fragilidades de cada polo regional.

5. RESULTADOS DO MZEE PIRANHAS-AÇU

5.1. Zoneamento ecológico-econômico

A partir da geração das zonas ecológico-econômicas foram quantificadas as áreas de cada uma das unidades que compõe cada nível de zoneamento. Os resultados estão apresentados no Quadro 5.1 e no Quadro 5.2.

Quadro 5.1 – Extensão territorial das unidades – área (km²)

BHPA	IDENTIFICAÇÃO											
Nível II	ÁREAS DE PRODUÇÃO				ÁREAS DE SUPORTE AMBIENTAL					ÁREAS INSTITUCIONAIS		
Nível III	Consolidação		Expansão		Recuperação		Conservação			Preservação	Uso restrito e controlado	
Nível IV	Consolidação com usos agropecuários	Consolidação com usos não agropecuários	Expansão com usos agropecuários	Expansão com usos não agropecuários	Recuperação e manejo de áreas de alta fragilidade ambiental e de alta importância para ambientes aquáticos	Recuperação e manejo de áreas de alta importância para a biodiversidade	Conservação de áreas de muito alta fragilidade natural	Conservação de áreas de muito alta importância de biodiversidade	Conservação de áreas de muito alta importância para ambientes aquáticos	Unidades de conservação de proteção integral	Unidades de conservação de uso sustentável e Reserva Particular do Patrimônio Natural	Povos e Comunidades tradicionais
Nível I	Áreas (km²)											
Costeira	224,50	86,03	69,02	102,68	3,50	115,68	0,00	566,78	0,00	0,00	3,17	0,00
Médio Piranhas Potiguar	719,86	11,31	75,74	13,05	401,06	108,04	125,43	131,49	4,12	0,00	0,00	0,00
Pataxó	1.359,62	5,49	617,45	44,34	417,81	30,79	348,41	38,60	0,09	0,00	0,00	10,52
Piranhas	2.625,83	11,18	682,85	48,70	359,39	960,88	326,06	48,58	23,34	1,55	5,93	0,00
Seridó	2.643,68	38,95	41,75	105,33	718,01	1.623,05	259,44	207,51	45,09	11,64	10,76	5,83
Serra de Santana	215,95	4,34	87,87	8,53	156,39	174,78	134,01	252,26	0,25	0,00	0,00	34,76
Total Nível IV	7.789,43	157,30	1.574,68	322,64	2.056,15	3.013,23	1.193,36	1.245,21	72,90	13,19	19,86	51,11
Total Nível III	7.946,73		1.897,32		5.069,38		2.511,47			13,19	70,97	
Total Nível II	9.844,05				7.580,85					84,16		
BHPA	17.509,06											

FONTE: COBRAPE, 2019.

Quadro 5.2 – Extensão territorial das unidades do Nível III (classes) por domínios geo-socioambientais

Nível II - Categorias	Nível III - Classes	ÁREA (km ²) – DOMÍNIOS GEO-SOCIOAMBIENTAIS						
		TOTAL	Costeira	Médio Piranhas Potiguar	Pataxó	Piranhas	Seridó	Serra de Santana
ÁREAS DE PRODUÇÃO	Consolidação	7.946,73	310,53	731,17	1.365,11	2.637,00	2.682,64	220,29
	Expansão	1.897,32	171,70	88,79	661,79	731,56	147,08	96,40
ÁREAS DE SUPORTE AMBIENTAL	Recuperação	5.069,38	119,18	509,10	448,60	1.320,27	2.341,06	331,17
	Conservação	2.511,47	566,78	261,04	387,09	397,98	512,05	386,53
ÁREAS INSTITUCIONAIS	Preservação	13,19	0,00	0,00	0,00	1,55	11,64	0,00
	Uso restrito e controlado	70,97	3,17	0,00	10,52	5,93	16,59	34,76
		ÁREA (%) - DOMÍNIOS						
ÁREAS DE PRODUÇÃO	Consolidação	100,00%	3,91%	9,20%	17,18%	33,18%	33,76%	2,77%
	Expansão	100,00%	9,05%	4,68%	34,88%	38,56%	7,75%	5,08%
ÁREAS DE SUPORTE AMBIENTAL	Recuperação	100,00%	2,35%	10,04%	8,85%	26,04%	46,18%	6,53%
	Conservação	100,00%	22,57%	10,39%	15,41%	15,85%	20,39%	15,39%
ÁREAS INSTITUCIONAIS	Preservação	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	11,75%	88,25%	0,00%
	Uso restrito e controlado	100,00%	4,46%	0,00%	14,82%	8,36%	23,38%	48,98%

FONTE: COBRAPE, 2019.

5.1.1.1. Zonas ecológico-econômicas

As zonas ecológico-econômicas de nível 4 são expressas em células, mas apresentam manchas bastante homogêneas no território, pontuadas por nuances que representam contornos de vales, de áreas importantes para os recursos hídricos e outros. Uma vez que as zonas de expansão também fazem contornos bem delineados e alinhados às áreas mais propensas a receber as atividades produtivas, tem-se a produção de um subsídio ao fomento do balanço entre o preservar (e garantir a provisão de serviços ecossistêmicos essenciais) e a produção, assim planejada em termos de paisagem e atenta aos limites da capacidade de suporte. O Quadro 5.3 permite analisar as informações tabulares das zonas de nível 4 pelas macrozonas (nível 1). Nota-se claramente as distinções entre as macrozonas, o que confirma a adequabilidade de seu desenho inicial, pois expressam porções únicas desse complexo território.

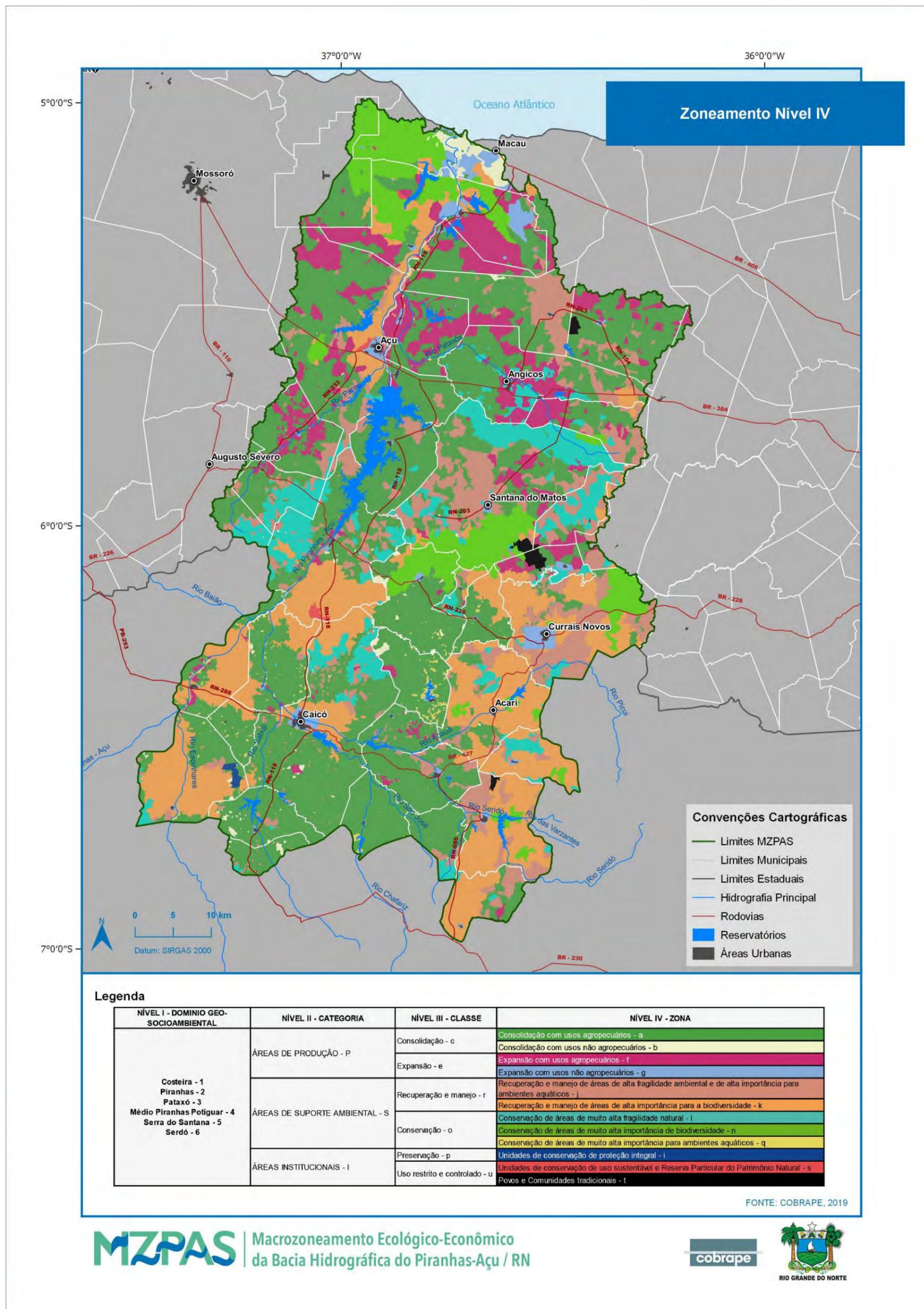
Quadro 5.3 – Distribuição das áreas nas zonas ecológico-econômicas nível IV (ha)

Zonas	Costeira	Médio Piranhas Potiguar	Pataxó	Piranhas	Seridó	Serra de Santana	Total
Consolidação com usos agropecuários	22.450	71.986	135.962	262.583	264.368	21.595	778.943
Consolidação com usos não agropecuários	8.603	1.131	549	1.118	3.895	434	15.730
Expansão com usos agropecuários	6.902	7.574	61.745	68.285	4.175	8.787	157.468
Expansão com usos não agropecuários	10.268	1.305	4.434	4.870	10.533	853	32.264
Recuperação e manejo de áreas de alta fragilidade ambiental e de alta importância para ambientes aquáticos	350	40.106	41.781	35.939	71.801	15.639	205.615
Recuperação e manejo de áreas de alta importância para a biodiversidade	11.568	10.804	3.079	96.088	162.305	17.478	301.323

Zonas	Costeira	Médio Piranhas Potiguar	Pataxó	Piranhas	Seridó	Serra de Santana	Total
Conservação de áreas de muito alta fragilidade natural	0	12.543	34.841	32.606	25.944	13.401	119.336
Conservação de áreas de muito alta importância de biodiversidade	56.678	13.149	3.860	4.858	20.751	25.226	124.521
Conservação de áreas de muito alta importância para ambientes aquáticos	0	412	9	2.334	4.509	25	7.290
Unidades de conservação de proteção integral	0	0	0	155	1.164	0	1.319
Unidades de conservação de uso sustentável e Reserva Particular do Patrimônio Natural	317	0	0	593	1.076	0	1.986
Povos e Comunidades tradicionais	0	0	1.052	0	583	3.476	5.111

FONTE: COBRAPE, 2019.

Figura 5.1 – Carta de subsídio à gestão territorial da BHP: zonas ecológico-econômicas nível IV



FONTE: COBRAPE, 2019.

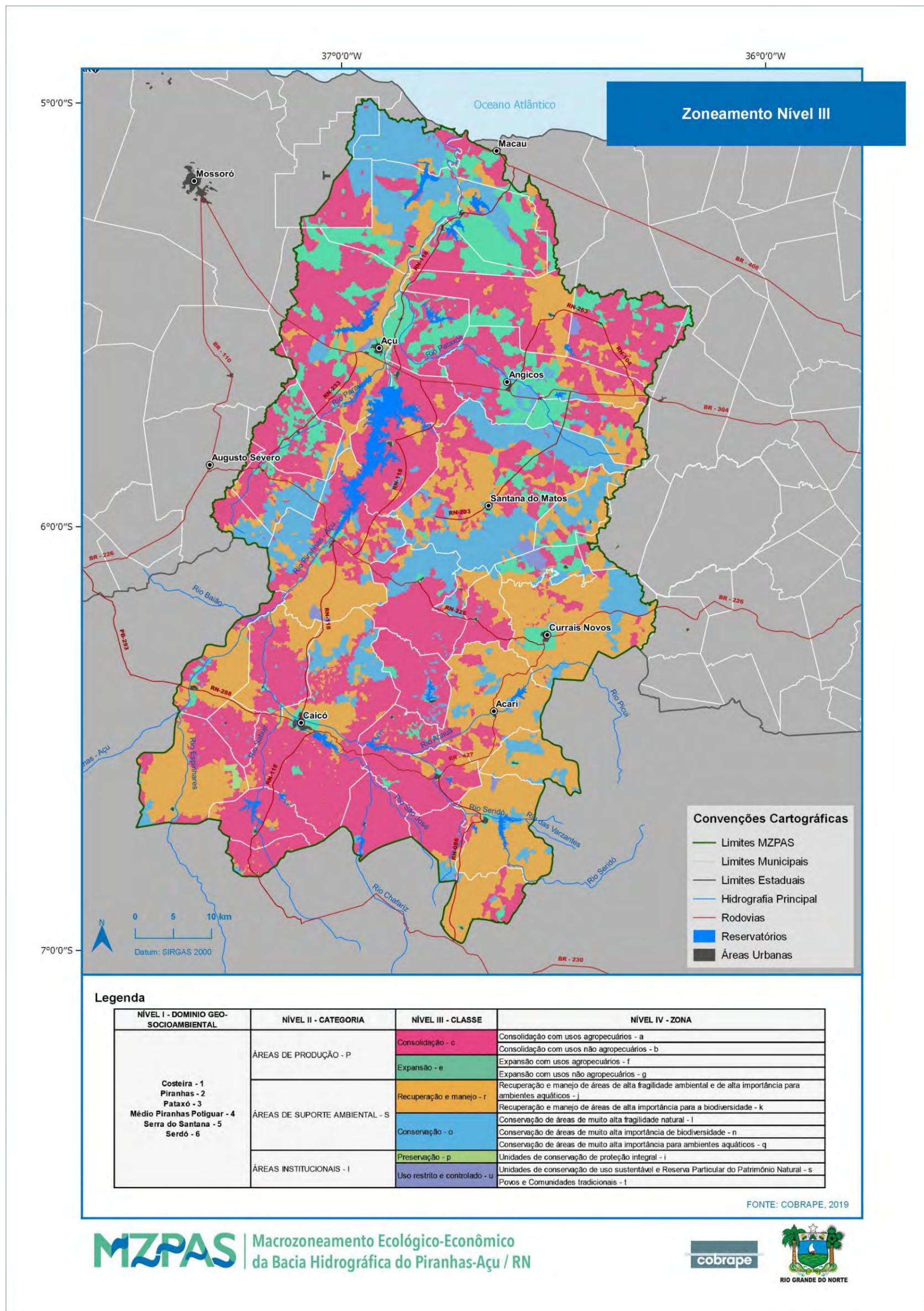
O Quadro 5.4 apresenta os resultados tabulares das zonas ecológico-econômicas de nível III, que apresentam assim uma agregação das zonas de nível 4 por suas funções mais destacadas. Grosso modo, as áreas de consolidação representam 45% das áreas de cada macrozona, embora a Costeira tenha apenas 26% de áreas consolidadas e a Serra de Santana, 20%. Essas são as macrozonas de ocupação produtiva muito intensa, que também se sobrepõe as áreas de interesse para suporte ambiental, evidenciado pela grande parcela de zonas em tais qualificações.

Quadro 5.4 – Distribuição das áreas nas zonas ecológico-econômicas nível III (ha)

Zonas	Costeira	Médio Piranhas Potiguar	Pataxó	Piranhas	Seridó	Serra de Santana	Total
Consolidação	31.053	73.117	136.511	263.700	268.264	22.029	794.673
Expansão	17.170	8.879	66.179	73.156	14.708	9.640	189.732
Recuperação e manejo	11.918	50.910	44.860	132.027	234.106	33.117	506.938
Conservação	56.678	26.104	38.709	39.798	51.205	38.653	251.147
Preservação	0	0	0	155	1.164	0	1.319
Uso restrito e controlado	317	0	0	593	1.076	0	1.986
Uso restrito e controlado	0	0	1.052	0	583	3.476	5.111

FONTE: COBRAPE, 2019.

Figura 5.2 – Carta de subsídio à gestão territorial da BHP: zonas ecológico-econômicas nível III



FONTE: COBRAPE, 2019.

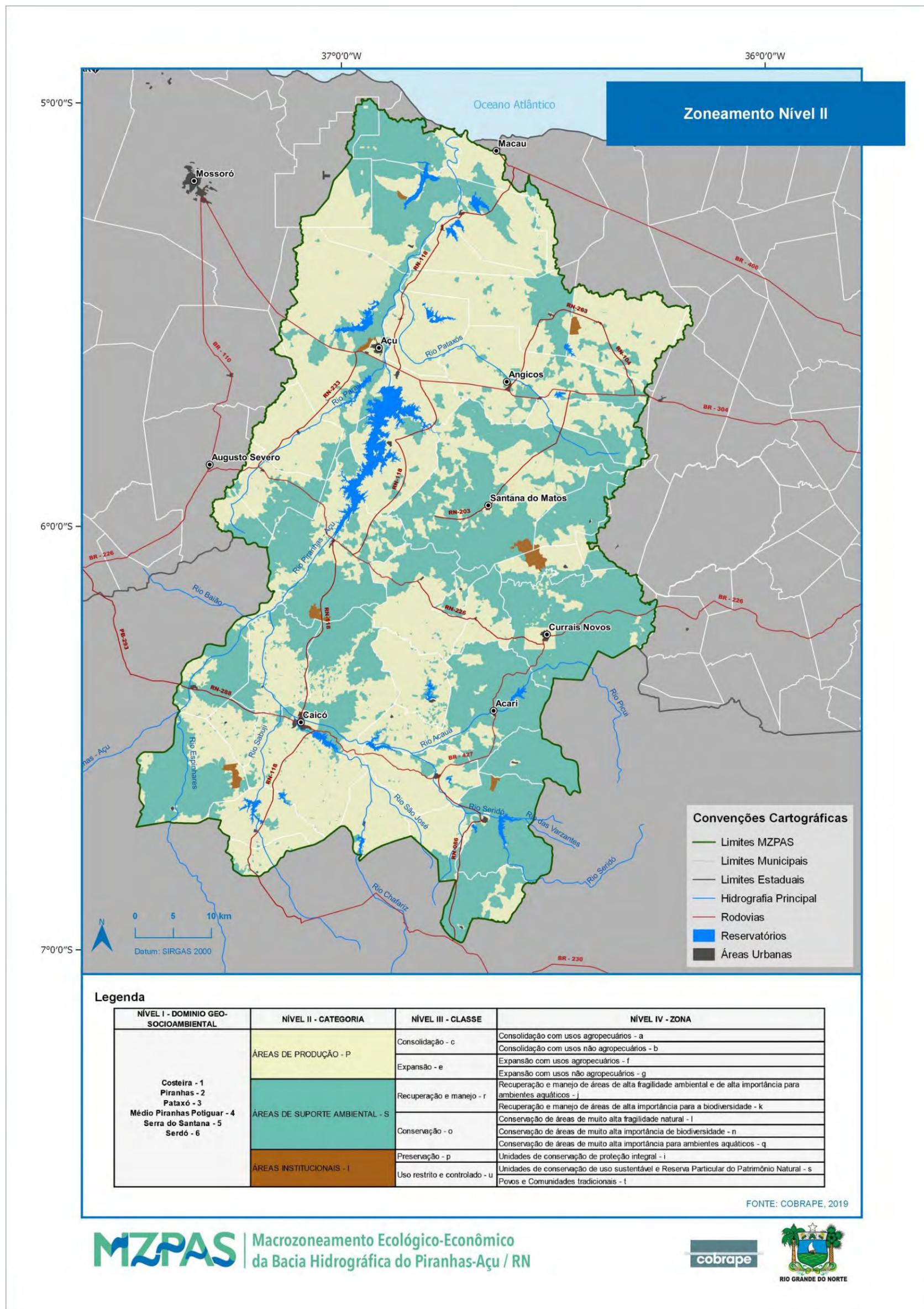
O Quadro 5.5 apresenta a distribuição das áreas nas zonas ecológico-econômicas de nível II, que demonstram haver um balanço de fato entre as áreas de produção e de suporte ambiental. A considerável fração sob áreas de suporte ambiental evidencia a necessidade de se contrapor o desenvolvimento por sobre a capacidade de suporte dessa ambiência que é, inegavelmente, de alta sensibilidade ambiental. Outra leitura que emerge da visualização das zonas de nível II em cada uma das macrozonas é a necessidade de se estabelecerem compromissos para a gestão ambiental, com compensações de reserva legal entre zonas, por exemplo, para acomodar atividades de alto potencial em zonas de recuperação ambiental.

Quadro 5.5 – Distribuição das áreas nas zonas ecológico-econômicas nível II (ha)

Zonas	Costeira	Médio Piranhas Potiguar	Pataxó	Piranhas	Seridó	Serra de Santana	Total
Áreas de produção	48.223	81.996	202.690	336.856	282.972	31.669	984.405
Áreas de suporte ambiental	68.596	77.014	83.570	171.825	285.311	71.770	758.085
Áreas institucionais	317	0	1.052	748	2.823	3.476	8.416

FONTE: COBRAPE, 2019.

Figura 5.3 – Carta de subsídio à gestão territorial da BHP: zonas ecológico-econômicas nível II



FONTE: COBRAPE, 2019.

5.1.1.2. Identificação de áreas prioritárias para gestão de conflitos e oportunidades de conservação

A partir do zoneamento ecológico-econômico de nível IV, torna-se possível comparar as definições de zona com a situação na cena atual de cobertura vegetal e contrastar a intensidade dessa sobreposição com a orientação dos cenários quanto ao grau de pressão econômica de cada célula. Dessa leitura integrativa, emergem subzonas graduadas em suas prioridades de ação quanto à gestão de conflitos e quanto à oportunidade de criação de unidades de conservação.

Essa delimitação de prioridades é detalhada abaixo e apresentada em seus resultados tabulares e em seu mapeamento.

- Prioridade para ações de incentivo econômico à restauração ambiental e de gestão de potencial conflito com expansão de atividades econômicas: zonas de suporte ambiental onde há maior necessidade de aumento da qualidade ambiental, pois na cena atual se verifica uma insuficiente cobertura de vegetação nativa; concomitantemente, são as zonas onde os cenários demonstram haver alta pressão econômica. Essas zonas são prioritárias em sua necessidade de ações de restauração ambiental com incentivo econômico, pois há potencial conflito.
- Prioridade para ações de conservação e de gestão de potencial conflito com expansão de atividades econômicas: zonas de suporte ambiental onde há alta qualidade ambiental, pois na cena atual se verifica abundância de vegetação nativa; concomitantemente, são as zonas onde os cenários demonstram haver alta pressão econômica. Essas zonas são prioritárias em sua necessidade de ações de incentivo à conservação ambiental, pois há potencial conflito.
- Prioridade para ações de conservação (criação de UC) com baixo conflito: zonas de suporte ambiental voltado à conservação onde há uma combinação entre alta qualidade ambiental, pois na cena atual se verifica abundância de vegetação nativa; e onde os cenários demonstram haver baixa pressão econômica. São zonas onde se tem as maiores chances de implementação de ações de conservação, tal como a criação de UC, pois a qualidade é alta e deve haver pouco conflito para a conservação.

O Quadro 5.6 apresenta os resultados tabulares para os três perfis de áreas prioritárias para ação. Nota-se que existe uma quantidade bastante significativa de áreas em prioridade de ação para restauração.

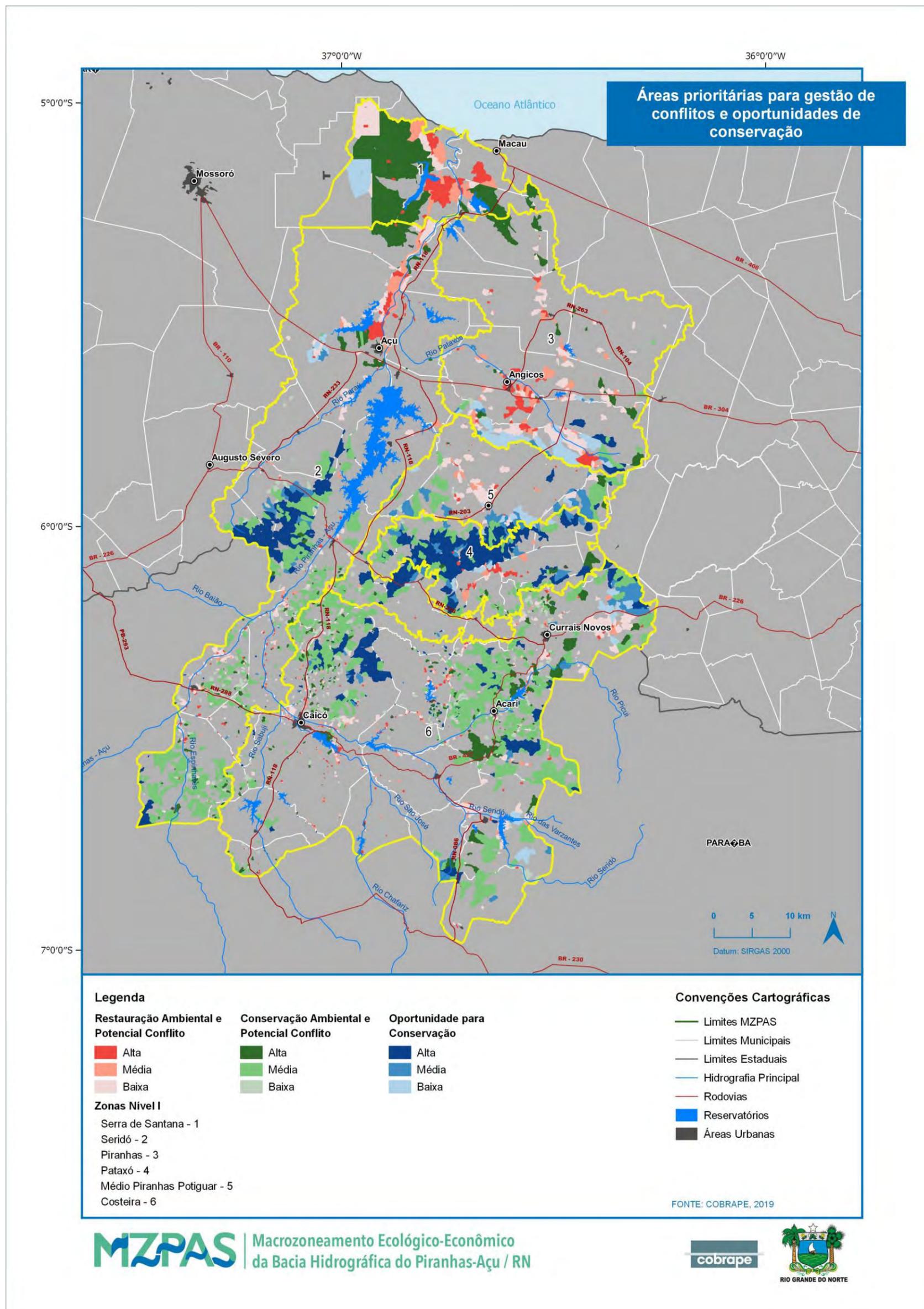
Quadro 5.6 – Áreas prioritárias para gestão de conflitos e oportunidades de conservação (ha)

Classes de uso do solo	Zonas Nível 1 / Nível de prioridade de ação	Costeira	Médio Piranhas Potiguar	Pataxó	Piranhas	Seridó	Serra de Santana	Total
Prioridade de	Muito Alta	7.220	263	4.502	3.908	1.365	917	18.175

Classes de uso do solo	Zonas Nível 1 / Nível de prioridade de ação	Costeira	Médio Piranhas Potiguar	Pataxó	Piranhas	Seridó	Serra de Santana	Total
ação para restauração e gestão de conflito	Alta	5.913	795	4.911	5.758	2.898	815	21.090
	Média	8.453	5.329	10.470	8.769	12.593	328	45.943
Prioridade de ação para conservação e gestão de conflito	Muito Alta	38.216	833	5.775	8.996	13.823	1.387	69.030
	Alta	0	11.686	1.990	36.694	66.184	9.374	125.928
	Média	0	993	271	4.159	7.006	454	12.883
Oportunidade para conservação com baixo conflito	Muito Alta	0	7.694	2.139	19.033	17.827	24.754	71.448
	Alta	0	8.120	1.482	3.791	8.223	4.869	26.485
	Média	5.128	2.737	10.491	1.769	4.769	1.335	26.229

FONTE: COBRAPE, 2019.

Figura 5.4 – Áreas prioritárias para gestão de conflitos e oportunidades de conservação



FONTE: COBRAPE, 2019.

5.2. Diretrizes gerais

Neste item estão apresentadas as diretrizes gerais³⁷ para implantação de estratégias e atividades econômicas e sociais, em equilíbrio com o uso dos recursos naturais, com fins de desenvolvimento sustentável. Com a ressalva de que elas não substituem as determinações contidas nas legislações federal e estadual, elas trazem direcionamentos estratégicos para que se tenha uma melhoria de desempenho dos setores de produção e suporte ambiental, e ao mesmo tempo devem configurar uma síntese de um pacto social - uma coesão dos múltiplos atores para assegurar o bem-estar da população e um desenvolvimento sustentável da porção potiguar da bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu. Neste sentido, o Estado e a sociedade têm papéis fundamentais, podendo agir em conjunto, todavia sabendo que somente o Estado pode implementar políticas públicas capazes de fazer valer o pacto entre os múltiplos atores.

Desta forma, além das diretrizes apresentadas na sequência, é imprescindível que se considerem ao MZEE todas as diretrizes oriundas das políticas nacionais, citando as principais: Novo Código Florestal (Lei 12.651/2012); Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (Lei 12.608/2012); Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010); Política Nacional sobre Mudança do Clima (Lei 12.187/2009); Estatuto da Cidade (Lei 10.257/2001); Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC (Lei 9.985/2000), Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9.433/1997); Política Energética (Lei 9.478/1997); Agrícola (Lei 8.171/1991); e a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6.938/1981). Além dessas políticas para o ordenamento territorial são importantes as diretrizes constantes na lei federal que dispõe sobre a proteção à fauna (Lei Federal 5.197/1967), assim como todas as resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama) que se relacionem com ordenamento territorial.

As diretrizes gerais de caráter estadual devem ligar-se aos níveis federal e municipal. Para o federal, elas servem de base para a construção de políticas regionais, enquanto para o municipal devem contribuir para os planos locais de desenvolvimento. As diretrizes são parte de um trabalho que, substancialmente, tem um perfil indicativo. No entanto, na medida em que as diretrizes vão sendo internalizadas nas instâncias do Estado, elas devem exercer papéis afirmativos, legislativos e impositivos.

As diretrizes gerais para a porção potiguar da bacia hidrográfica do Piranhas-Açu são apresentadas no Quadro 5.7.

³⁷ Conforme prescrito no TdR, o MZPAS deverá estabelecer as diretrizes macro, com MZPAS na escala de 1:250.000, orientando o uso e ocupação do solo e dos recursos naturais no âmbito da Bacia, deixando aos municípios a responsabilidade de avançarem no detalhamento do uso das zonas e sub-zonas propostas.

Quadro 5.7 – Diretrizes gerais do MZEE Piranhas-Açu

NÍVEL I – DOMÍNIO GEO-SOCIOAMBIENTAL	NÍVEL II – CATEGORIA	NÍVEL III – CLASSE	NÍVEL IV – ZONA	DIRETRIZES GERAIS
MACROZONAS	ÁREAS DE PRODUÇÃO	Consolidação	Consolidação com usos agropecuários	Adequar ambientalmente o uso e manejo das áreas com uso agrícola consolidado voltado ao desenvolvimento econômico e social
				Agregar valor à produção agropecuária por meio manutenção dos ativos ambientais associados propriedade rural
				Aprimorar as atividades de pecuária e agricultura intensivas com a ampliação das atividades agroindustriais
				Atualizar os dados do uso da água para irrigação mapeando as regiões de conflito
				Desenvolver atividades de agroturismo
				Desenvolver tecnologias produtivas que minimizem impactos e aumentem capacidade produtiva
				Desenvolver uma política de conservação ambiental de estradas rurais
				Estabelecer e monitorar indicadores de qualidade ambiental associada a atividades agropecuárias produtivas
				Estabelecer estratégias e infraestrutura para logística reversa de embalagens de agrotóxicos
				Estabelecer procedimentos e monitoramento das perdas advinda dos sistemas de condução de água para irrigação.
				Estimular a diversificação e a especialização da produção agropecuária com baixa emissão de carbono
				Estimular os arranjos produtivos locais (APLs), visando consolidar cadeias produtivas prioritárias para a inclusão social produtiva
				Fomento ao uso de boas práticas agrícolas adaptadas as condições locais
				Incentivo a ações de assistência técnica aos agricultores rurais para sistemas de produção integrada lavoura-pecuária-floresta.
				Melhorar a infraestrutura de saneamento e saúde no meio rural promovendo a melhoria da qualidade de vida no campo
				Promover a gestão e negociação do uso da água em projetos de agricultura irrigada por meio de acordos com usuários
				Promover a implementação do Cadastro Ambiental Rural (CAR) e do Programa de Regularização Ambiental (PRA)
				Regularizar ambientalmente as propriedades e a atividade rural com a simplificação de procedimentos e efetividade no controle ambiental
		Regularizar as atividades irrigantes junto as instancias ambientais		
		Consolidação com usos não agropecuários	Promover o ordenamento da exploração mineral, considerando o cumprimento da legislação ambiental, a sustentabilidade da cadeia produtiva, a pesquisa mineral e a geração de postos de trabalho	
			Estabelecer e implementar padrões mínimos relativos à sustentabilidade da matriz energética e de insumos da indústria ceramista	
			Incentivar o estabelecimento de novas indústrias secas	
			Desenvolver mercado de água para alocação negociada entre os diversos setores produtivos	
			Incentivar projetos de utilização de biomassa vegetal para substituir o uso de lenha de espécies nativas	
			Incentivo a comercialização e valorização de produtos certificados por boas práticas ambientais e de manutenção de serviços ambientais	
			Promover a consolidação e formalização do polo têxtil e disseminação de boas práticas no tratamento de efluentes e uso de água	
			Estabelecer e monitorar indicadores de qualidade ambiental associada a atividades produtivas	
			Consolidar a aquicultura de alta tecnologia e a demarcação e ordenamento dos parques aquícolas	
			Garantir o efetivo controle e tratamento de efluentes industriais	
			Ampliar Parcerias Público-Privadas (PPP) no tratamento de esgoto urbano e industrial	
Aprimorar as políticas de concessões de serviços que garantam a universalização do acesso ao tratamento de água e esgoto				
Incentivar a adoção de fontes geradoras de energia descentralizada (em pequena escala), notadamente a fotovoltaica				
Expansão	Expansão com usos agropecuários	Aprimorar a política agrícola para diversificação da produção agropecuária que fortaleça arranjos produtivos locais com agregação de valor aos produtos da agropecuária, pela estruturação de cadeias produtivas		
		Atualizar e melhorar as bases de informação de recursos naturais e uso da terra em escala de semidetalhe para toda a região da bacia		
		Criar incentivos ao beneficiamento e à industrialização da produção regional		
		Desenvolver clusters verdes visando a produção sustentável, agroecológica e biotecnológica		
				Difundir informações orientativas aos pequenos e médios produtores no acesso a recursos financeiros e crédito para ampliação de suas atividades de forma sustentável

NÍVEL I – DOMÍNIO GEO-SOCIOAMBIENTAL	NÍVEL II – CATEGORIA	NÍVEL III – CLASSE	NÍVEL IV – ZONA	DIRETRIZES GERAIS	
				Fomentar as instituições de pesquisa na avaliação e mitigação dos efeitos da mudança climática na agricultura	
				Fortalecer a agricultura familiar com ênfase na agroecologia, pecuária intensiva e manejo florestal	
				Fortalecer o vínculo das formações profissionais regionais com as demandas e perfis produtivos	
				Incentivar ações de assistência técnica aos agricultores rurais para sistemas de produção integrada lavoura-pecuária-floresta	
				Promover a adoção de técnicas de irrigação mais eficientes	
				Promover a expansão ordenada da fruticultura irrigada e fomentar as etapas de processamento industrial local	
				Promover a produção e circulação de sementes crioulas na produção agrícola familiar	
				Promover o aumento da produtividade das áreas de pastagem para produção forrageira e densificação dos plantéis	
				Qualificar produtores na prática da agricultura e pecuária orgânica e agroecológica para agregação de valor em agroindústrias familiares	
			Expansão com usos não agropecuários	Diversificar a matriz energética industrial com estímulo à geração de energias limpas (biomassa) e/ou renováveis	
				Estimular a pesca artesanal por meio da gestão sustentável de base comunitária em parceria com o setor acadêmico e órgãos gestores de recursos hídricos	
				Estimular o desenvolvimento de atividades de baixo impacto ambiental	
				Estimular o processo de urbanização e melhoria da infraestrutura e dos serviços, criando condições para o empreendedorismo com preocupação ambiental, em especial no entorno das cidades	
				Fomentar a aquicultura de alta tecnologia e a demarcação e ordenamento dos parques aquícolas	
				Fomentar as instituições de pesquisa na avaliação e mitigação dos efeitos da mudança climática nas áreas urbanas	
				Fortalecer o vínculo das formações profissionais regionais com as demandas e perfis produtivos	
				Incentivar a adoção de fontes geradoras de energia descentralizada (em pequena escala), notadamente a fotovoltaica	
				Incentivar as atividades produtivas que fortaleçam a economia regional com sustentabilidade	
				Incentivo e formalização da cadeia produtiva ligada ao turismo	
				Melhorar e requalificar rodovias e estradas vicinais, facilitando a circulação dos fluxos econômicos e de pessoas	
				Ordenamento do aproveitamento do potencial de geração de energias renováveis, visando minimizar impactos e conflitos e otimizar infraestruturas de acesso e de transmissão	
				Planejar de forma estratégica e integrada o uso das compensações financeiras e materiais pela implantação de novos parques geradores de energia renovável	
				Promover a gestão integrada dos RSU para garantir a destinação final adequada	
				Promover a integração territorial, a eficiência econômica e a redução dos impactos socioambientais do setor de transportes	
				Promover o ordenamento da expansão urbana e de outras atividades para acomodar a expansão da atividade salineira	
				Recuperação e manejo de áreas de alta fragilidade ambiental e de alta importância para ambientes aquáticos	Definir uma política e programa estadual de recuperação de pastagens degradadas
					Desenvolver a cadeia produtiva da restauração ambiental com viés econômico, principalmente no aproveitamento de lenha
Estabelecer padrões e limites para uso de água para projetos de irrigação por meio de acordos entre usuários					
Fomentar parcerias com o setor acadêmico e cooperativas de produtores rurais para o desenvolvimento de estratégias de combate à desertificação					
Levantar as áreas degradadas existentes, com foco nos casos críticos (emergenciais)					
Monitorar a qualidade dos corpos hídricos para tornar mais consistentes as avaliações dos impactos do uso					
Promover a proteção e a restauração de áreas estratégicas de produção de sedimentos					
Regulamentar e fomentar o uso dos instrumentos de compensação de reservas ambientais previstos na LPVN (PRA e CRA)					
Valorizar os serviços ambientais em nível de propriedades rurais em áreas preservadas e para recuperação ambiental					
Recuperação e manejo de áreas de alta importância para a biodiversidade	Definir uma política e programa estadual de implementação da LPVN com estabelecimento de RL suficiente para proteção da biodiversidade				
	Definir uma política e programa estadual de recuperação de pastagens degradadas				

NÍVEL I – DOMÍNIO GEO-SOCIOAMBIENTAL	NÍVEL II – CATEGORIA	NÍVEL III – CLASSE	NÍVEL IV – ZONA	DIRETRIZES GERAIS
				Desenvolver a cadeia produtiva da restauração ambiental com viés econômico, principalmente no aproveitamento de lenha
				Levantar as áreas com remanescentes vegetais naturais, com foco nos casos prioritários para recuperação e manutenção
				Monitorar a qualidade dos corpos hídricos para tornar mais consistentes as avaliações dos impactos na biota aquática
				Regulamentar e fomentar o uso dos instrumentos de compensação de reservas ambientais previstos na LPVN (PRA e CRA)
			Conservação de áreas de muito alta fragilidade natural	Ampliar a quantidade absoluta e relativa de áreas institucionais, principalmente, no que se refere a Unidades de Conservação
				Apoiar as pesquisas voltadas à adaptação e a mitigação aos efeitos provocados pela mudança climática sobre ecossistemas vulneráveis
				Aumentar o conhecimento e fomentar a delimitação dos patrimônios arqueológicos e naturais (monumentos geológicos, paisagens naturais, sítios paleontológicos)
				Controlar a ocupação humana em áreas de alta fragilidade natural
				Desestimular atividades de alto impacto ambiental em áreas frágeis
				Fomentar o desenvolvimento de instrumentos de compensação financeira em propriedades rurais, tais como os Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA)
				Incorporar o gerenciamento de riscos como forma de gestão das áreas de alta fragilidade natural
				Limitar as supressões de vegetação e atividades que requeiram cultivo intenso em solos com vulnerabilidade à erosão
		Promover estratégias de mitigação dos efeitos das mudanças climáticas nas áreas com maior fragilidade natural		
		Sensibilizar os proprietários rurais quanto à necessidade de proteção das áreas vulneráveis		
		Tornar o licenciamento ambiental mais restritivo nas áreas com maior fragilidade ambiental		
		Conservação		Conservação de áreas de muito alta importância de biodiversidade
			Aprimorar a delimitação e o monitoramento dos fragmentos de caatinga arbórea	
			Aprimorar a fiscalização da atividade de caça	
			Aumentar o conhecimento sobre a biodiversidade por meio de parcerias entre o órgão ambiental, a sociedade civil e o setor acadêmico	
			Conscientizar e sensibilizar a sociedade em geral sobre a relevância da biodiversidade local e sua conservação	
			Conservar os fragmentos de vegetação nativa que potencializam a formação de corredores ecológicos	
			Criar e implantar corredores ecológicos	
			Criar, organizar e ampliar a base de dados e informações sobre biodiversidade	
			Estimular os proprietários rurais a delimitar suas reservas legais excedentes, visando a emissão de CRAs	
			Promover atividades turísticas de baixo impacto que valorizem o tema ambiental	
			Realizar inventários para cadastramento de patrimônios materiais – sítios arqueológicos e paisagísticos	
			Conservação de áreas de muito alta importância para ambientes aquáticos	
		Aprimorar as técnicas para reservação de água no meio rural (barraginhas e cisternas calçadão)		
		Conscientizar e sensibilizar o setor produtivo agrícola sobre os problemas do uso indiscriminado de agrotóxicos e adubos químicos, e suas consequências nos recursos hídricos		
		Criar unidades de conservação com papel preponderante para a proteção de mananciais (açudes)		
		Estabelecer padrões e limites para uso de água para projetos de irrigação por meio de acordos entre usuários		
		Incentivar técnicas de reúso de efluentes industriais e a instalação de indústrias secas		
		Manter conservadas as áreas de vegetação nativa ou em regeneração que melhoram a qualidade e produção de águas		
Melhorar a base de dados sobre os açudes de pequeno porte e seus efeitos cumulativos				
Restringir o uso de agrotóxicos e adubos químicos				
ÁREAS INSTITUCIONAIS	Preservação	Unidades de Conservação de Proteção Integral		Divulgar a importância da manutenção das zonas de amortecimentos das UCs para a sociedade do entorno
				Efetivar a implementação dos recursos de compensação ambiental por meio de programa de parcerias público-privadas

NÍVEL I – DOMÍNIO GEO-SOCIOAMBIENTAL	NÍVEL II – CATEGORIA	NÍVEL III – CLASSE	NÍVEL IV – ZONA	DIRETRIZES GERAIS
				Implementar/atualizar o plano de manejo da unidade de proteção integral
				Intensificar a fiscalização nas áreas de Unidades de Conservação e respectivas zonas de amortecimento, bem como nas áreas importantes para a conectividade ecológica
				Vincular a proteção de ambientes naturais a remuneração dos serviços ambientais prestados à compensação ambiental de grandes empreendimentos públicos e privados
		Uso restrito e controlado	Unidades de Conservação de Uso Sustentável e Reserva Particular do Patrimônio Natural	Aumentar o conhecimento sobre os patrimônios arqueológicos e naturais (monumentos geológicos, paisagens naturais, sítios paleontológicos)
				Estimular a criação de reservas particulares do patrimônio natural (RPPNs)
				Promover atividades turísticas de baixo impacto que valorizem o tema ambiental
			Realizar inventários do potencial econômico para uso de produtos da sociobiodiversidade das unidades de conservação e posteriormente elaborar planos de negócios para incentivo de atividades econômicas	
			Povos e Comunidades tradicionais	Implementar projetos que garantam a universalização dos produtos da sociobiodiversidade para as comunidades no entorno de áreas protegidas
				Mapear o perfil socioambiental e cultural das comunidades tradicionais e os modos de produção utilizados para manutenção de seu modo de vida
				Promover a melhoria da capacidade produtiva das populações tradicionais concomitante à manutenção dos recursos naturais
				Promover atividades turísticas de baixo impacto que valorizem o modo de vida e a cultura tradicional
				Valorizar os produtos da sociobiodiversidade, com foco na produção das populações tradicionais

FONTE: COBRAPE, 2019.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABCC. **Levantamento da infraestrutura produtiva dos aspectos tecnológicos, econômicos, sociais e ambientais da carcinicultura marinha no Brasil em 2011.** Ministério da Pesca e Aquicultura & Associação Brasileira de Criadores de Camarão – ABCC. Natal, p. 82. 2013.
- ABRAMOVAY, R. **Paradigmas do capitalismo agrário em questão.** São Paulo, Anpocs/unicamp/HUCITEC, 1997.
- ALEXANDRATOS, N.; J. BRUINSMA. **World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision.** ESA Working Paper nº. 12-03. Roma, Itália, FAO, 2012.
- AMARAL, B. S. D. do. **Análise Espacial das Perdas de Solo no Estado da Paraíba.** 2016. (Monografia de Geociências). Universidade Federal da Paraíba, PB. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/1065/1/BSDA23082016.pdf>>. Acesso em: 18 nov. 2019.
- ANA. Agência Nacional de Águas. **Plano de Recursos Hídricos Piancó-Piranhas-Açu.** Brasília, 2016b.
- AZEVEDO, L. M. N. de. **Calibração, validação e aplicação do modelo InVEST para a estimativa de benefícios aos serviços ecossistêmicos na Bacia do Ribeirão Pipiripau (DF/GO).** 2017. (Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais). Universidade de Brasília, DF. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/31495/1/2017_L%C3%ADciaMariaNunesdeAzevedo.pdf>. Acesso em: 24 out. 2019.
- BECKER, B.; EGLER, C. **Detalhamento da metodologia para execução do Zoneamento Ecológico-econômico pelos estados da Amazônia Legal.** Brasília: MMA, 1996.
- BORGES, et. al. **Vulnerabilidade natural: a perda de solo da bacia do rio Carinhonha (MG/BA) usando uma abordagem qualitativa da equação universal de perda de solos.** 2003. Universidade Federal Fluminense. Disponível em: <<http://www.periodicos.uff.br/geographia/article/view/13636>>. Acesso em: 24 out. 2019.
- BRASIL. **Decreto nº 4.297,** de 10 de julho de 2002. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Regulamenta o art. 9o, inciso II, da Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília: 11 jul. 2002.
- BUARQUE, S. **Metodologia e Técnicas de Construção de Cenários Globais e Regionais.** IPEA, Texto para Discussão nº 939, Brasília. 2003.
- CAMPOS, J. N. B. **Secas e políticas públicas no semiárido: ideias, pensadores e períodos.** Estudos avançados 28 (82). 2014
- CASTELLS, M. **A sociedade em rede.** Paz e Terra, São Paulo, 1999.
- CASTRO, N. **Infraestrutura de Transporte e Expansão da Agropecuária Brasileira.** Revista Planejamento e Políticas Públicas do IPEA, n. 25 | jun./dez. 2002.

CGEE. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Secas no Brasil: política e gestão proativas**. Brasília, 2016.

CHAYANOV, A. V. **La organización de la unidad económica campesina**. Buenos Aires, Nueva Visión, 1974.

CNPM. MIRANDA, E. E. de; (Coord.). **Brasil em Relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 13 set. 2019

CONCEIÇÃO, J. R. da. **Metodologia para identificação de áreas prioritárias para redução da erosão hídrica em bacias de mananciais de abastecimento público do Paraná: Estudo de caso Bacia do Passaúna**. 2014, Curitiba, PR. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/36880>>. Acesso em: 24 out. 2019.

CONTI, J. B. **O conceito de desertificação**. Revista Climatologia e Estudos da Paisagem. v. 3, n. 2., p. 39-52. Rio Claro, 2008

CUNHA, B. G.; JUNIOR, E. B. M.; PEDROTTI, A. **Erodibilidade dos solos do entorno do reservatório da barragem Jaime Umbelino de Souza, São Cristóvão, Sergipe**. *Brazilian Journal of Development*, v. 5, n. 7, 2019. Disponível em: <<http://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/2489>>. Acesso em: 24 out. 2019.

DE NYS, E. Convivência com o semiárido e gestão proativa da seca no Nordeste do Brasil: Uma nova perspectiva. Banco Mundial, 2014.

DELL GROSSI, M. E.; GRAZIANO DA SILVA, J.; TAKAGI, M. **Evolução da pobreza rural, 1995-1999**. IE/UNICAMP. Projeto Rurbano (mimeo). 2002.

DINIZ, M. T. M.; OLIVEIRA, A. V. L. C. **Mapeamento das unidades de paisagem do estado do Rio Grande do Norte, Brasil**. Boletim Goiano de Geografia (Online). Goiânia, v. 38, n. 2, p. 342-364, maio/ago. 2018.

EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. **Avaliação da susceptibilidade natural à erosão dos solos da bacia do Olaria – DF**. 2001. Distrito

FARIA, R. H. S. et al. **Manual de Criação em Viveiros**. CODEVASF. Brasília, p. 136. 2013.

Federação das Indústrias do Rio Grande do Norte - FIERN. Plano Estratégico de Desenvolvimento Econômico do Rio Grande do Norte 2016 a 2035. Natal, 2014.

Federal, DF. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/566082?locale=es>>. Acesso em: 24 out. 2019.

FGVces. **Análise de custo-benefício de medidas de adaptação à mudança do clima: trajetórias da aplicação na bacia hidrográfica dos rios Piancó-Piranhas-Açu**. Centro de Estudos em Sustentabilidade da Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas e Agência Nacional de Águas. São Paulo e Brasília, 2018. ISBN: 978-85-94017-10-9. Disponível em: <https://goo.gl/bZmCek>

FGVces. **Diagnóstico preliminar das principais informações sobre projeções climáticas e socioeconômicas, impactos e vulnerabilidades disponíveis em trabalhos e projetos dos atores mapeados.** São Paulo - Produto 2.0.1. 2015.

FRANÇA, J. M. F.; MORENO, J. C. **Uma reflexão sobre os impactos causados pela seca no Rio Grande do Norte de 2012 a 2016.** Brasília: Parcerias Estratégicas. V. 22, n. 44. p 213-232. 2017.

GIZ. **Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos: Desafios e Oportunidades para o Brasil.** Sumário para Tomadores de Decisão. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Brasília/DF: 2019.

GRAZIANO DA SILVA, J. **O novo rural brasileiro.** Nova economia, Belo Horizonte, v.7, no.1, p.43-81, 1997.

GUARDUÑO, M. A. **Tecnologia e Desertificação.** In: HARE, K. F. et al. Desertificação: causas e consequências. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1992.

GUIMAR ES, M. D. A. **Desenvolvimento Rural: Territórios e Redes.** 2013, 278 p., Tese (Doutorado em Ciências Sociais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro - Seropédica, RJ, 2013.

HIJMANS, R.J., CAMERON, S.E., PARRA, J.L., JONES, P.G., JARVIS, A. **Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas.** International Journal of Climatology 25: 1965-1978. 2005.

HIRSCHMAN, A. **Estratégia do desenvolvimento econômico.** Rio de Janeiro: Fundo de Cultura Econômica, 1961.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Arranjos populacionais e concentrações urbanas no Brasil.** IBGE, Coordenação de Geografia. - 2. ed. - Rio de Janeiro: ISBN 978-85-240-4406-9, IBGE, 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Banco de dados das Pesquisas Pecuária e Agrícola Municipais.** SIDRA. 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário de 2017.** Resultados preliminares, 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico de 2010.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?=&t=o-que-e>.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Classificação e caracterização dos espaços rurais e urbanos do Brasil: uma primeira aproximação.** IBGE, Coordenação de Geografia. – Rio de Janeiro: ISSN 1517-1450, n. 11, IBGE, 2017b.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Divisão Regional do Brasil em Regiões Intermediárias e Imediatas**. IBGE, Coordenação de Geografia. Rio de Janeiro, IBGE, 2017a.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Regiões Rurais no Brasil**. IBGE, Coordenação de Geografia. – Relatório Técnico - Rio de Janeiro, IBGE, 2015.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Projeções de mudança do clima para a América do Sul regionalizadas pelo modelo ETA. 2019. Disponível em: <<https://projeta.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 29 ago. 2019.

IPCC, 2014: Summary for Policymakers. In: **Climate Change 2013: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPPR. Institute for Public Policy Research. This is a Crisis - Facing up to the Age of Environmental Breakdown. 2019. Disponível em: <<https://www.ippr.org/files/2019-02/riskand-environmentfeb19.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2019.

KAGEYAMA, A. **Pluriatividade e ruralidade: aspectos metodológicos**. Economia Aplicada, São Paulo, V.2, no.3, p. 515-551, jul./set,1998.

KHARIN, V. V.; ZWIERS, F. W. **Changes in the extremes in an ensemble of transient climate simulations with a coupled atmosphere–ocean GCM**. J. Climate, 13, 3760–3788. 2000.

KHARIN, V. V.; ZWIERS, F. W. **Changes in the extremes in an ensemble of transient climate simulations with a coupled atmosphere–ocean GCM**. J. Climate, 13, 3760–3788. 2000.

MARENGO, J. A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI**. MMA, Ministério do Meio Ambiente. 2008.

MARENGO, J. A. **O Futuro Clima do Brasil**. Revista USP, São Paulo, nº 103, pp. 25-32. 2014.

MARQUELLI, R. P. **O Desenvolvimento Sustentável da Agricultura no Cerrado Brasileiro**. Instituto Superior de Administração e Economia ISEA/FGV - Brasília, 2003.

ME - Ministério da Economia. **Resultado do Tesouro Nacional - Sumário Executivo**. Secretaria Especial de Fazenda. Brasília, DF, 2019. Disponível em: <http://www.tesouro.fazenda.gov.br/documents/10180/246449/SUMARIO+EXECUTIVO+marco+2019.pdf/a3a68beb-b876-477d-b575-3a99ef64dd77>

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Desertificação no Rio Grande do Norte**. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/estruturas/sedr_desertif/_arquivos/panorama_riograndedono rte.doc>. Acesso em: 07 de outubro de 2019.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Programa Zoneamento Ecológico-Econômico: diretrizes metodológicas para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil**. 3ª ed. Brasília: MMA/SDS, 132 p. 2006.

MOOMAW, W., T. GRIFFIN, K. KURCZAK, J. LOMAX. **The Critical Role of Global Food Consumption Patterns in Achieving Sustainable Food Systems and Food for All**. UNEP Discussion Paper, United Nations Environment Programme, Division of Technology, Industry and Economics, Paris, França, 2012.

MORAIS, R. C. de S. & SALES, M. C. L. **Estimativa do Potencial Natural de Erosão dos Solos da Bacia hidrográfica do Alto Gurguéia, Piauí-Brasil, com uso de Sistema de Informação Geográfica**. Caderno de Geografia - PUC Minas, v. 27, n. 1. 2017. Disponível em: <<http://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/p.2318-2962.2017v27nesp1p84>>. Acesso em: 24 out. 2019.

NUNES, A.P.J. e FEIJÓ, R.G. **O Vírus da Mancha Branca e a convivência no cultivo de camarão marinho no Brasil**. Artigo do Panorama da Aquicultura, 30 de setembro de 2017. Disponível em: <https://panoramadaaquicultura.com.br/o-virus-da-mancha-branca-e-a-convivencia-no-cultivo-de-camarao-marinho-no-brasil/>

OECD (2016). **The Productivity-Inclusiveness Nexus: Preliminary version**. OECD Publishing, Paris. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264258303-en>

REICHLER, T; KIM, J. **How Well do Coupled Models Simulate Today's Climate?** American Meteorological Society, Março de 2008.

Rio Grande do Norte, Governo do Estado. **Diagnóstico e planejamento estratégico para o desenvolvimento de atividades produtivas agrícolas do Rio Grande do Norte - Sumário executivo**. Natal, 2016.

Rio Grande do Norte, Governo do Estado. Eixos Integrados de Desenvolvimento. **Plano de Micrologística do Transporte de Cargas**. Natal, 2017.

Rio Grande do Norte, Governo do Estado. Eixos Integrados de Desenvolvimento. **Plano de Energia Elétrica**. Natal, 2017.

Rio Grande do Norte, Governo do Estado. Eixos Integrados de Desenvolvimento. **Plano de Desenvolvimento Industrial**. Natal, 2017.

Rio Grande do Norte, Governo do Estado. Eixos Integrados de Desenvolvimento. **Plano de Capacitação do Capital Humano**. Natal, 2017.

Rio Grande do Norte, Governo do Estado. Eixos Integrados de Desenvolvimento. **Plano de Telecomunicações e Tecnologia da Informação**. Natal, 2017.

SANTOS, M. **A natureza do espaço**. Hucitec, São Paulo, 2ª. edição, 1997.

SANTOS, R. de O. **Avaliação da Produção de Sedimentos na Bacia hidrográfica do Rio Potengi através do Modelo SWAT**. 2010. (Dissertação ao Programa de Pós-Graduação). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, RN. Disponível em:

<https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/15968/1/RodrigoOS_DISSERT.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2019.

SCHNEIDER S. **A pluriatividade na agricultura familiar**. Porto Alegre: Ed. Da UFRGS, 2003, p.254.

SHARP, R. et al. ***InVEST User Guide***. *The Natural Capital Project, Stanford University, University of Minnesota, The Nature Conservancy and World Wildlife Fund*. Disponível em: <http://releases.naturalcapitalproject.org/invest-userguide/latest/InVEST_3.7.0.post22+h3b687e57fad0_Documentation.pdf>. Acesso em: 24 out. 2019.

SILVA, A. M. da; ALVARES, C. A. **Levantamento de informações e estruturação de um banco dados sobre a erodibilidade de classes de solos no estado de São Paulo**. 2005. Laboratório de Ecologia Isotópica, Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queirós, Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP. Disponível em: <<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/181>>. Acesso em: 24 out. 2019.

Silva, M. L. N. **Servi os Ecossist micos e ndices de Geodiversidade como Suporte da Geoconserva o no Geoparque Serid**. Dissertação – UFRJ/MN/Programa de P s-Graduação em Geoci ncias – Patrimônio Geopaleontol gico, Rio de Janeiro: UFRJ/MN, 2018.

SILVA, R. B. da; POLISELI, P. C.; VIEIRA, E. **Avaliação da perda de solos na Microbacia hidrográfica Lajeado dos Fragosos – Município de Concórdia – SC**. 2016. (Tese de Conclusão de Cursos). Universidade Federal de Santa Catarina, SC. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/174377>>. Acesso em: 24 out. 2019.

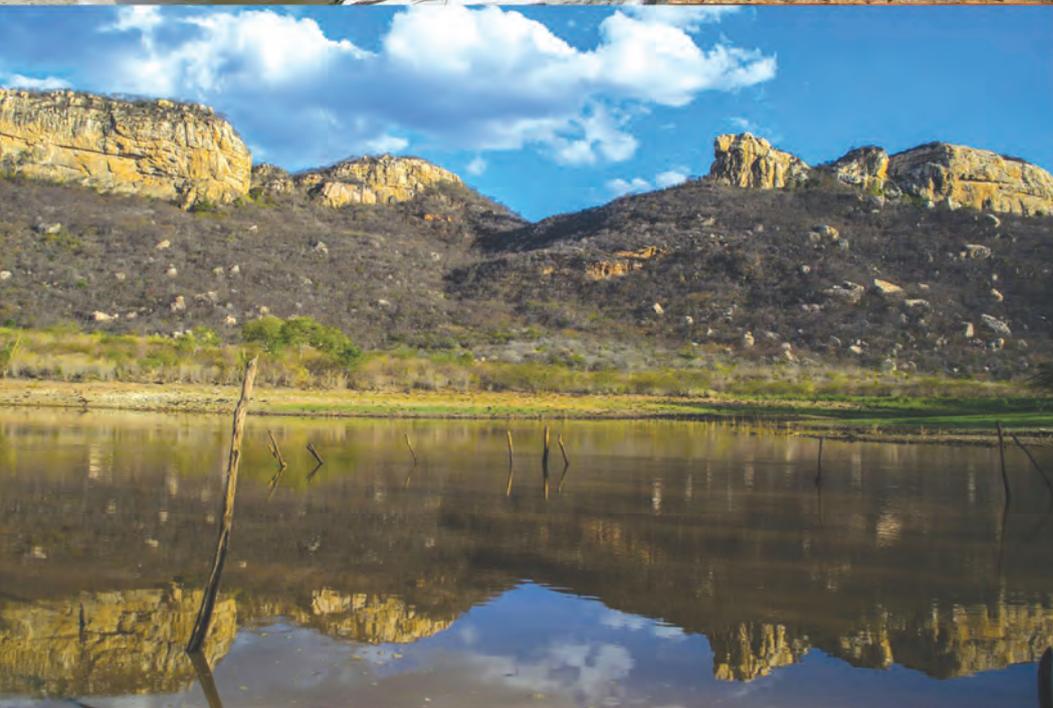
SILVA, R. M.; PAIVA, F. M. de L.; SANTOS, C. A. G. **Análise do grau de erodibilidade e perdas de solo na bacia do rio Capiá baseado em SIG e sensoriamento remoto**. 2009. RBGF- Revista Brasileira de Geografia Física. Pernambuco, Recife. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/232618/26634>>. Acesso em: 24 out. 2019.

SILVA, R. M.; PAIVA, F. M. de L.; SANTOS, C. A. G. **Análise do grau de erodibilidade e perdas de solo na bacia do rio Capiá baseado em SIG e sensoriamento remoto**. 2009. RBGF- Revista Brasileira de Geografia Física. Pernambuco, Recife. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/232618/26634>>. Acesso em: 24 out. 2019.

VEIGA, J. E. **O Brasil rural ainda não encontrou seu eixo de desenvolvimento**. Estudos Avançados, v. 15 (43), p. 101- 119, São Paulo, 2001.

WMO. World Meteorological Organization. Statement on the state of the global climate in 2018. 2019. Disponível em: <https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=5789>. Acesso em: 01 jul. 2019.

World Bank (2017). **Um ajuste justo – Análise da eficiência e equidade do gasto público no Brasil**. Volume I: Síntese, Novembro 2017.



MIZPAS

cobrape

