

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
Abril 2020
(Revisão Final)*



RIO GRANDE DO NORTE



04	08/04/2020	Minuta de Entrega	COB	LGC	LGC	RFT
03	06/04/2020	Minuta de Entrega	COB	LGC	LGC	RFT
02	26/03/2020	Minuta de Entrega	COB	LGC	LGC	RFT
01	17/01/2020	Minuta de Entrega	COB	LGC	LGC	RFT
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

03

3

Abril/2020

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



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 – Revisão Final*” 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.....	20
3. PROGNÓSTICO.....	25
3.1. Base metodológica.....	28
3.1.1. Cenários prospectivos como insumos ao planejamento territorial.....	28
3.1.2. Cenários de contraste ecológico-econômico.....	29
3.1.3. Base metodológica espacial.....	30
3.1.4. Base espacial de análise - cena atual.....	36
3.2. Condicionantes das dinâmicas socioeconômicas e ambientais.....	46
3.2.1. Dinâmicas econômicas, demográficas e condições de vida.....	46
3.2.2. Planos e políticas públicas.....	46
3.2.2.1. Projeto Integrado de Desenvolvimento Sustentável do Rio Grande do Norte (Projeto RN Sustentável).....	48
3.2.2.2. Plano Estratégico dos Eixos Integrados de Desenvolvimento.....	49
3.2.2.3. Diagnóstico e Planejamento Estratégico para o Desenvolvimento de Atividades Produtivas Agrícolas do Rio Grande do Norte.....	52
3.2.2.4. Atlas para a Promoção do Investimento Sustentável no Rio Grande do Norte	56
3.2.2.5. Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca.....	59
3.2.2.6. Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca no Rio Grande do Norte.....	60
3.2.2.7. Projeto Caatinga Potiguar.....	61
3.2.2.8. Plano Nacional de Áreas Protegidas.....	61
3.2.3. Planos, declarações e investimentos.....	62
3.2.3.1. Plano Estratégico de Desenvolvimento Econômico do Rio Grande do Norte	62
3.2.3.2. Declaração do Semiárido.....	65
3.2.3.3. Empreendimentos em processo de licenciamento junto ao Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente.....	66
3.3. Condicionantes ambientais.....	69
3.3.1. Análise territorial de serviços ecossistêmicos de retenção de sedimentos	71
3.3.1.1. Metodologia de aplicação do modelo de perda de solo.....	72

3.3.1.2.	Aplicação do modelo de perda de solo para a BHPA nos anos de 2008 e 2017	85
3.3.1.3.	Aplicação do modelo de perda de solo com hipótese conservacionista para a BHPA	86
3.3.1.4.	Resultados de perda de solo na BHPA.....	89
3.3.2.	Alterações na geografia hídrica da bacia hidrográfica dos rios Piranhas-Açu	99
3.3.2.1.	Barragem de Oiticica e Eixo de Integração do Seridó.....	99
3.3.2.2.	Projeto de Integração do Rio São Francisco.....	101
3.3.3.	Análise das mudanças do clima na BHPA	103
3.3.3.1.	Variáveis climáticas regionalizadas pelos modelos Eta-HadGEM2 e Eta-MIROC5	105
3.3.3.2.	Variáveis climáticas em cenários consensuais de clima (FGV, 2018)	120
3.3.4.	Cenários de alterações do clima e seus efeitos no balanço hídrico.....	126
3.3.4.1.	Barragem de Oiticica e Eixo de Integração do Seridó.....	127
3.3.4.2.	Barragem de Oiticica e Eixo de Integração do Seridó e Projeto de Integração do Rio São Francisco	130
3.3.5.	Alterações climáticas e o avanço marítimo	133
3.3.6.	Condicionantes ambientais agregadas.....	136
3.4.	Cenários socioeconômicos prospectivos	138
3.4.1.	Base conceitual e quantitativa para a conformação dos cenários socioeconômicos	138
3.4.1.1.	Conjuntura econômica de contorno	138
3.4.1.2.	Projeções macroeconômicas.....	142
3.4.1.3.	Projeções demográficas	148
3.4.2.	Cenários para as atividades produtivas.....	149
3.4.2.1.	Agricultura irrigada	150
3.4.2.2.	Aquicultura	153
3.4.2.3.	Geração de energias renováveis	156
3.4.2.4.	Atividades de mineração	161
3.4.2.5.	Atividade salineira	163
3.4.2.6.	Agricultura familiar	164
3.4.2.7.	Pecuária	168
3.4.2.8.	Infraestrutura urbana e industrial	171
3.4.3.	Metodologia de combinação e espacialização dos cenários socioeconômicos agregados.....	176
3.4.3.1.	Combinação dos cenários socioeconômicos	176

3.4.3.2.	Espacialização dos cenários nas células de análise	177
3.4.4.	Resultados dos cenários socioeconômicos	179
3.4.4.1.	Cenário PISF- EMAS- AFAM-.....	180
3.4.4.2.	Cenário PISF- EMAS- AFAM+	182
3.4.4.3.	Cenário PISF+ EMAS+ AFAM-	184
3.4.4.4.	Cenário PISF+ EMAS+ AFAM+	186
3.5.	Cenários ambientais prospectivos	188
3.5.1.	Base conceitual para a conformação dos cenários ambientais	188
3.5.2.	Cenário normativo menos restritivo	188
3.5.3.	Cenário normativo mais restritivo	191
3.6.	Cenários prospectivos socioeconômicos e ambientais	194
3.6.1.	Cenário Normativo Menos Restritivo x Cenário PISF- EMAS- AFAM- ...	194
3.6.2.	Cenário Normativo Menos Restritivo x Cenário PISF- EMAS- AFAM+ ..	197
3.6.3.	Cenário Normativo Menos Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM- .	199
3.6.4.	Cenário Normativo Menos Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM+	201
3.6.5.	Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF- EMAS- AFAM-	203
3.6.6.	Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF- EMAS- AFAM+	205
3.6.7.	Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM-	207
3.6.8.	Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM+ ...	209
3.6.9.	Leitura integrada dos resultados dos cenários	211
4.	PROPOSTA DO MACROZONEAMENTO	213
4.1.	Análise institucional	213
4.2.	Definição das Zonas Preliminares	218
4.2.1.	Bases teóricas e metodológicas	218
4.2.2.	Princípios norteadores para a gestão territorial da BHPA.....	220
4.2.3.	Proposição das unidades de intervenção	222
4.2.4.	Nomenclatura.....	226
4.2.5.	Geração da carta de subsídio à gestão territorial da BHPA.....	227
4.3.	Definição das Diretrizes Gerais Preliminares.....	228
5.	RESULTADOS DO MZEE PIRANHAS-AÇU	231
5.1.	Zoneamento ecológico-econômico	231
5.1.1.1.	Zonas ecológico-econômicas	231
5.1.1.2.	Identificação de áreas prioritárias para gestão de conflitos e oportunidades de conservação	239
5.2.	Diretrizes gerais.....	242
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	247

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 – Relação entre Índice de Aridez com o Grau de Susceptibilidade à Desertificação	26
Quadro 3.2 – Uso do solo modificado 2017 por UPH na BHPA	33
Quadro 3.3 – Fases do MAPBIOMAS.....	36
Quadro 3.4 – Classes utilizadas pelo MAPBIOMAS em sua Fase 3, Coleção 3.0	37
Quadro 3.5 – Resultado tabular de uso e ocupação do solo na Cena Atual e comparação com os mapeamentos de 2008 e 2017 (MAPBIOMAS). 42	
Quadro 3.6 – Produção atual e prevista para o estado do Rio Grande do Norte pelos produtos estratégicos do Plano Eixos Integrados de Desenvolvimento	51
Quadro 3.7 – Produção atual e prevista para 2035 no cenário otimista “Um Pacto pelo Mais RN” para o estado do RN (FIERN, 2014)	64
Quadro 3.8 – Tipologia dos empreendimentos com solicitação de licenciamento junto ao IDEMA nos municípios do MZPAS.....	68
Quadro 3.9 – Municípios na BHPA que mais concentram empreendimentos com Licença de Operação emitida junto ao IDEMA entre jan/2018 e ago/2019.....	69
Quadro 3.10 – Fatores de Erodibilidade (Fator K).....	76
Quadro 3.11 – Tabela Biofísica com fatores C, P e retenção de sedimentos.....	83
Quadro 3.12 – Evolução de macro-categorias de uso e ocupação do solo entre 2008 e 2017	85
Quadro 3.13 – Áreas de Preservação Permanente e frações preservadas.....	86
Quadro 3.14 – Áreas sob Índice de Fragilidade Ambiental alto e muito alto e frações preservadas em 2017	87
Quadro 3.15 – Variação nas áreas de cobertura de vegetação nativa	89
Quadro 3.16 – Perda de solo (ton/ano) por sub-bacia hidrográfica para o ano de 2017	90
Quadro 3.17 – Perda de solo (ton/ano) por sub-bacia hidrográfica para o ano de 2008	93
Quadro 3.18 – Comparação entre os resultados de Perda de Solo (mil ton/ano).....	94
Quadro 3.19 – Perda de solo (ton/ano) por sub-bacia hidrográfica para o ano de 2008 com imposição da hipótese conservacionista	96
Quadro 3.20 – Perda de solo (ton/ano) por sub-bacia hidrográfica para o ano de 2017 com a imposição da hipótese conservacionista	98
Quadro 3.21 – Pontos de análise para os modelos climáticos	105

Quadro 3.22 – Demandas hídricas tendenciais projetadas por FGV (2018), por setor usuário, nos municípios potiguares da BHPA	127
Quadro 3.23 – 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)..	128
Quadro 3.24 – 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)	130
Quadro 3.25 – Projeções de área ocupada pela agricultura irrigada (ha).....	152
Quadro 3.26 – Projeções de área ocupada pela aquicultura (ha)	155
Quadro 3.27 – Projeções de instalação de usinas geradoras de energia eólica.....	157
Quadro 3.28 – Projeções de instalação de usinas geradoras de energia fotovoltaica	159
Quadro 3.29 – Projeções de área ocupada pela mineração (ha)	162
Quadro 3.30 – Projeções de área ocupada pela atividade salineira (ha).....	164
Quadro 3.31 – Projeções de área ocupada pela agricultura familiar (ha)	167
Quadro 3.32 – Efeitos da crise hídrica de 2012 na pecuária da Bacia	169
Quadro 3.33 – Projeções do rebanho de bovinocultura de corte (animais)	169
Quadro 3.34 – Projeções do rebanho de bovinocultura de leite (animais).....	170
Quadro 3.35 – Projeções do rebanho ovinocaprino (animais).....	171
Quadro 3.36 – Projeções de área ocupada pela infraestrutura urbana, industrial e infraestrutura econômica (ha)	174
Quadro 3.37 – Cenários mais e menos intensivos por atividade produtiva	176
Quadro 3.38 – Combinações resultantes para os cenários socioeconômicos.....	177
Quadro 3.39 – Cenário PISF- EMAS- AFAM-	180
Quadro 3.40 – Cenário PISF- EMAS- AFAM+	182
Quadro 3.41 – Cenário PISF+ EMAS+ AFAM-.....	184
Quadro 3.42 – Cenário PISF+ EMAS+ AFAM+.....	186
Quadro 3.43 – Cenário Normativo Menos Restritivo	189
Quadro 3.44 – Cenário Normativo Mais Restritivo	192
Quadro 3.45 – Cenário Normativo Menos Restritivo x Cenário PISF- EMAS- AFAM-	194
Quadro 3.46 – Cenário Normativo Menos Restritivo x Cenário PISF- EMAS- AFAM+	197
Quadro 3.47 – Cenário Normativo Menos Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM-	199
Quadro 3.48 – Cenário Normativo Menos Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM+	201

Quadro 3.49 – Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF- EMAS- AFAM- ..	203
Quadro 3.50 – Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF- EMAS- AFAM+ .	205
Quadro 3.51 – Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM- .	207
Quadro 3.52 – Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM+ .	209
Quadro 4.1 – Papel dos órgãos gestores face ao MZPAS	215
Quadro 4.2 – Sistema de classificação de zonas ecológico-econômicas	223
Quadro 4.3 – Definição das zonas ecológico-econômicas	225
Quadro 5.1 – Extensão territorial das zonas ecológico-econômicas de Nível IV por domínios geo-socioambientais – área (km ²)	232
Quadro 5.2 – Extensão territorial das zonas ecológico-econômicas de Nível III por domínios geo-socioambientais – área (km ²)	235
Quadro 5.3 – Extensão territorial das zonas ecológico-econômicas de Nível II por domínios geo-socioambientais – área (km ²)	237
Quadro 5.4 – Áreas prioritárias para gestão de conflitos e oportunidades de conservação (ha)	240
Quadro 5.5 – Diretrizes gerais do MZEE Piranhas-Açu	243

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Municípios pertencentes ao MZPAS	19
Figura 2.1 – Linha de Trabalho	20
Figura 2.2 – Itens correlacionados com as matrizes SWOT	21
Figura 2.3 – Unidades de Planejamento Hídrico (UPHs)	22
Figura 2.4 – Zoneamento de convergência.....	23
Figura 2.5 – Carta de subsídio à gestão territorial da BHP: zonas ecológico-econômicas nível I	24
Figura 3.1 – Base de análise georreferenciada.....	31
Figura 3.2 – Uso do solo modificado 2017 por UPH na BHPA.....	34
Figura 3.3 – Ilustração do cubo.....	35
Figura 3.4 – Uso do solo 2017 modificado – Cena Atual.....	43
Figura 3.5 – Cena atual	45
Figura 3.6 – Hipsometria na BHPA	74
Figura 3.7 – Erodibilidade do solo na BHPA	77
Figura 3.8 – Erosividade na BHPA.....	79
Figura 3.9 – Uso do Solo 2017 na BHPA.....	81
Figura 3.10 – Sub-bacias Hidrográficas e Hidrografia na BHPA	84
Figura 3.11 – Perda de solo (ton/ano) – MAPBIOMAS 2017.....	92

Figura 3.12 – Variação percentual na perda do solo de 2017 sob hipótese conservacionista.....	95
Figura 3.13 – Pontos de análise dos modelos climáticos	106
Figura 3.14 – Simulação de temperatura a 2 metros no RCP 4.5 referente ao Ponto 1	107
Figura 3.15 – Simulação de temperatura a 2 metros no RCP 4.5 referente ao Ponto 2	107
Figura 3.16 – Simulação de temperatura a 2 metros no RCP 4.5 referente ao Ponto 3	108
Figura 3.17 – Simulação de temperatura a 2 metros no RCP 8.5 referente ao Ponto 1	108
Figura 3.18 – Simulação de temperatura a 2 metros no RCP 8.5 referente ao Ponto 2	109
Figura 3.19 – Simulação de temperatura a 2 metros no RCP 8.5 referente ao Ponto 3	109
Figura 3.20 – Simulação da precipitação anual no RCP 4.5 referente ao Ponto 1	110
Figura 3.21 – Simulação da precipitação anual no RCP 4.5 referente ao Ponto 2	110
Figura 3.22 – Simulação da precipitação anual no RCP 4.5 referente ao Ponto 3	110
Figura 3.23 – Simulação da precipitação anual no RCP 8.5 referente ao Ponto 1	111
Figura 3.24 – Simulação da precipitação anual no RCP 8.5 referente ao Ponto 2	111
Figura 3.25 – Simulação da precipitação anual no RCP 8.5 referente ao Ponto 3	112
Figura 3.26 – Sazonalidade anual das precipitações pelo modelo MIROC para o Ponto 1	112
Figura 3.27 – Sazonalidade anual das precipitações pelo modelo MIROC para o Ponto 2	113
Figura 3.28 – Sazonalidade anual das precipitações pelo modelo MIROC para o Ponto 2	113
Figura 3.29 – Sazonalidade anual das precipitações pelo modelo HADGEM para o Ponto 1	114
Figura 3.30 – Sazonalidade anual das precipitações pelo modelo HADGEM para o Ponto 2	114
Figura 3.31 – Sazonalidade anual das precipitações pelo modelo HADGEM para o Ponto 3	115
Figura 3.32 – Simulação do número de dias consecutivos sem chuva no RCP 4.5 para o Ponto 1	115
Figura 3.33 – Simulação do número de dias consecutivos sem chuva no RCP 4.5 para o Ponto 2	116
Figura 3.34 – Simulação do número de dias consecutivos sem chuva no RCP 4.5 para o Ponto 3	116

Figura 3.35 – Simulação do número de dias consecutivos sem chuva no RCP 8.5 para o Ponto 1	117
Figura 3.36 – Simulação do número de dias consecutivos sem chuva no RCP 8.5 para o Ponto 2	117
Figura 3.37 – Simulação do número de dias consecutivos sem chuva no RCP 8.5 para o Ponto 3	117
Figura 3.38 – Simulação da intensidade do vento em 100 metros no RCP 4.5 referente ao Ponto 1	118
Figura 3.39 – Simulação da intensidade do vento em 100 metros no RCP 4.5 referente ao Ponto 2	118
Figura 3.40 – Simulação da intensidade do vento em 100 metros no RCP 4.5 referente ao Ponto 3	119
Figura 3.41 – Simulação da intensidade do vento em 100 metros no RCP 8.5 referente ao Ponto 1	119
Figura 3.42 – Simulação da intensidade do vento em 100 metros no RCP 8.5 referente ao Ponto 2	120
Figura 3.43 – Simulação da intensidade do vento em 100 metros no RCP 8.5 referente ao Ponto 3	120
Figura 3.44 – Precipitação anual no cenário de mudança do clima Árido (mm)	123
Figura 3.45 – Precipitação anual no cenário de mudança do clima Extremos (mm) ..	124
Figura 3.46 – Precipitação anual no cenário de mudança do clima Moderado (mm) ..	125
Figura 3.47 – Distribuição anual da precipitação nos cenários de mudança do clima (mm)	125
Figura 3.48 – Déficit 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)..	129
Figura 3.49 – Déficit 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)	132
Figura 3.50 – Área de inundação decorrente do avanço marítimo	135
Figura 3.51 – Condicionantes ambientais identificadas.....	137
Figura 3.52 – Projeções para o PIB dos municípios potiguares da BHPA (R\$, mil) ..	146
Figura 3.53 – Projeções para o VAB de Serviços dos municípios potiguares da BHPA (R\$, mil)	146
Figura 3.54 – Projeções para o VAB Industrial dos municípios potiguares da BHPA (R\$, mil)	147
Figura 3.55 – Projeções para o VAB Agropecuário dos municípios potiguares da BHPA (R\$, mil)	147

Figura 3.56 – Projeções agregadas para a população dos municípios potiguares da BHPA segundo regionalização das projeções estaduais do IBGE ...	149
Figura 3.57 – Projeções Tendenciais para o PIB dos municípios potiguares da BHPA capturando os efeitos da crise hídrica (R\$, mil)	151
Figura 3.58 – Projeções de área ocupada pela agricultura irrigada (ha)	153
Figura 3.59 – Projeções de área ocupada pela aquicultura (ha)	156
Figura 3.60 – Projeções de instalação de usinas geradoras de energia eólica	158
Figura 3.61 – Projeções de instalação de usinas geradoras de energia fotovoltaica.	160
Figura 3.62 – Projeções de área ocupada pela mineração (ha)	163
Figura 3.63 – Projeções de área ocupada pela atividade salineira (ha)	164
Figura 3.64 – Projeções de área ocupada pela agricultura familiar (ha).....	168
Figura 3.65 – Projeções de área ocupada pela bovinocultura de corte (ha).....	170
Figura 3.66 – Projeções de área ocupada pela pecuária de leite e ovinocaprinocultura (ha).....	171
Figura 3.67 – Projeções para a população dos municípios potiguares da BHPA segundo regionalização das projeções estaduais do IBGE (habitantes)	172
Figura 3.68 – Projeções para o VAB Industrial (R\$, mil)	173
Figura 3.69 – Projeções para o VAB Serviços (R\$, mil)	173
Figura 3.70 – Cenário de infraestrutura	175
Figura 3.71 – Cenário PISF- EMAS- AFAM-	181
Figura 3.72 – Cenário PISF- EMAS- AFAM+	183
Figura 3.73 – Cenário PISF+ EMAS+ AFAM-	185
Figura 3.74 – Cenário PISF+ EMAS+ AFAM+	187
Figura 3.75 – Cenário Normativo Menos Restritivo	190
Figura 3.76 – Cenário Normativo Mais Restritivo	193
Figura 3.77 – Cenário Normativo Menos Restritivo x Cenário PISF- EMAS- AFAM-.	196
Figura 3.78 – Cenário Normativo Menos Restritivo x Cenário PISF- EMAS- AFAM+.	198
Figura 3.79 – Cenário Normativo Menos Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM-.	200
Figura 3.80 – Cenário Normativo Menos Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM+	202
Figura 3.81 – Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF- EMAS- AFAM-	204
Figura 3.82 – Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF- EMAS- AFAM+ ...	206
Figura 3.83 – Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM- ..	208
Figura 3.84 – Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM+ .	210
Figura 3.85 – Comparativo entre os oito cenários e a cena atual.....	211
Figura 4.1 – Diagrama de identificação de vulnerabilidades e potencialidades.....	214

Figura 4.2 – Diagrama de identificação de vulnerabilidades e potencialidades	219
Figura 4.3 – O ciclo da gestão de riscos e de desastres	222
Figura 4.4 – Esquema de nomenclaturas.....	226
Figura 4.5 – Nomenclaturas das zonas.....	227
Figura 4.6 - Estrutura do mapa estratégico	230
Figura 5.1 – Carta de subsídio à gestão territorial da BHP: zonas ecológico-econômicas nível IV.....	233
Figura 5.2 – Carta de subsídio à gestão territorial da BHP: zonas ecológico-econômicas nível III	236
Figura 5.3 – Carta de subsídio à gestão territorial da BHP: zonas ecológico-econômicas nível II	238
Figura 5.4 – Áreas prioritárias para gestão de conflitos e oportunidades de conservação	241

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 no Semiárido Brasileiro
ASD	Áreas Susceptíveis à Desertificação
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
PNAP	Plano Nacional de Áreas Protegidas
PNM	Plano Nacional de Mineração
PPA	Plano Plurianual
PPM	Pesquisa Pecuária Municipal
PROINF	Ação de Apoio a Projetos de Infraestrutura e Serviços em Territórios Rurais
PRONAF	Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar
PRONAT	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 ambiental é um dos instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente, estabelecido pela Lei nº 6.938/1981 (artigo 9), e da Política Estadual de Meio Ambiente, mais especificamente citado na Lei Complementar nº 272/2004 (artigo 11). O Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) é regulamentado pelo Decreto nº 4.297/2002 e 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.

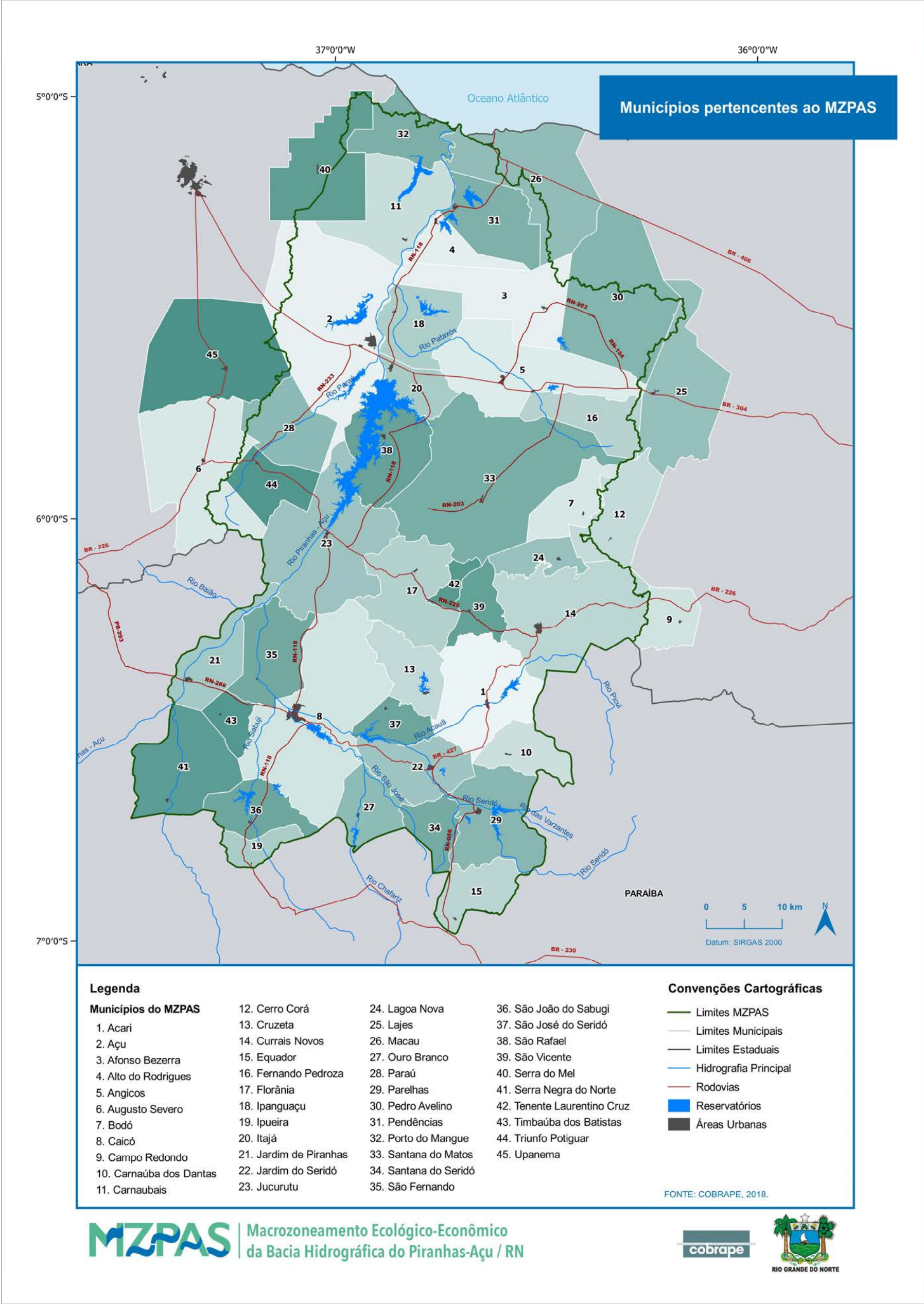
Por sua dimensão territorial e foco geográfico, o MZEE Piranhas-Açu tem uma estreita relação com a gestão de recursos hídricos. Por isso, o ponto de partida para a sua elaboração foi o Plano de Recursos Hídricos Piancó-Piranhas-Açu, elaborado recentemente pela Agência Nacional de Águas, premissa esta 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), indicada na Figura 2.3.

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



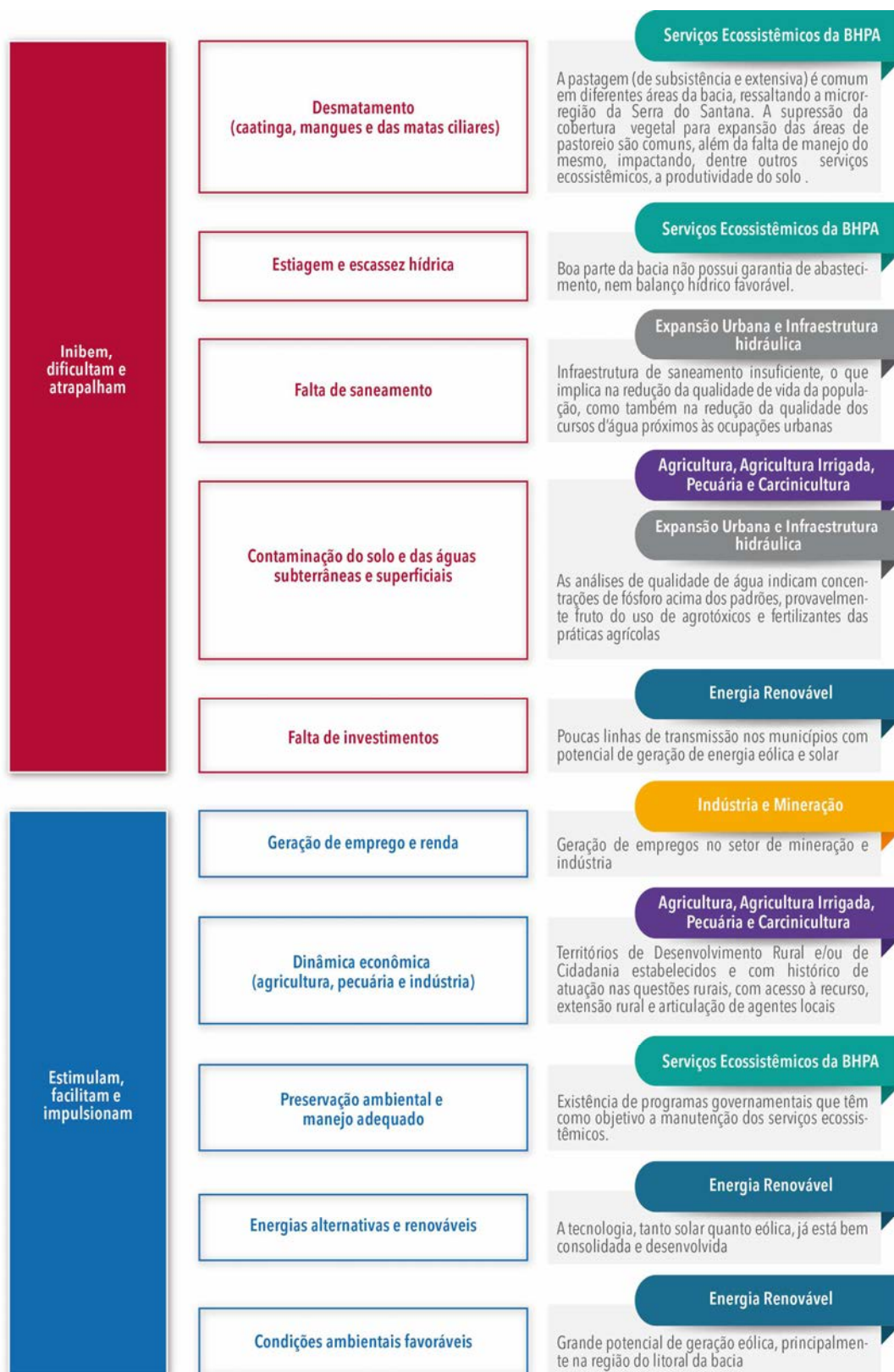
FONTE: COBRAPE, 2019.

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, 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; e (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*.

Para que o ZEE seja o mais fidedigno à realidade possível, a participação social efetiva e contribuição dos *stakeholders* por meio de oficinas de planejamento é mister - realizada em metodologia que permite que os atores possam validar as informações diagnósticas apresentadas, de forma a fazer as inferências necessárias e incluindo suas próprias percepções. Conforme apresentado no *Produto 05 – Relatório das Oficinas para conclusão do Diagnóstico*, as contribuições realizadas durante a primeira etapa das oficinas foram elencadas nos principais tópicos discutidos durante os eventos, que foram então cruzados com a matriz SWOT desenvolvida no P04, conforme apresentado na Figura 2.2.

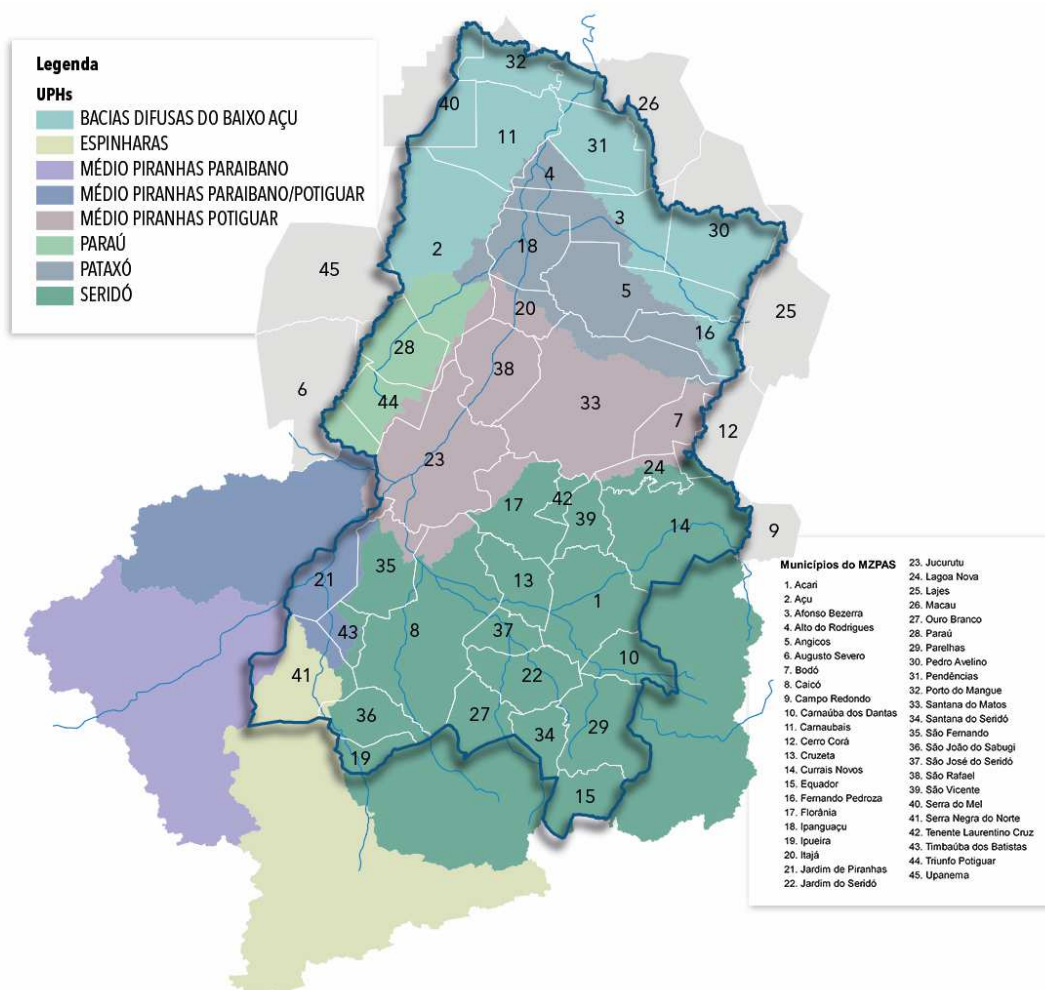
Figura 2.2 – Itens correlacionados com as matrizes SWOT



FONTE: COBRAPE, 2020.

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 do 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 (Figura 2.3): Bacias Difusas do Baixo Açu, Pataxó, Espinharas, Médio Piranhas Potiguar, Paraú, Seridó, Médio Piranhas Paraibano e Médio Piranhas Paraibano/Potiguar.

Figura 2.3 – Unidades de Planejamento Hídrico (UPHs)

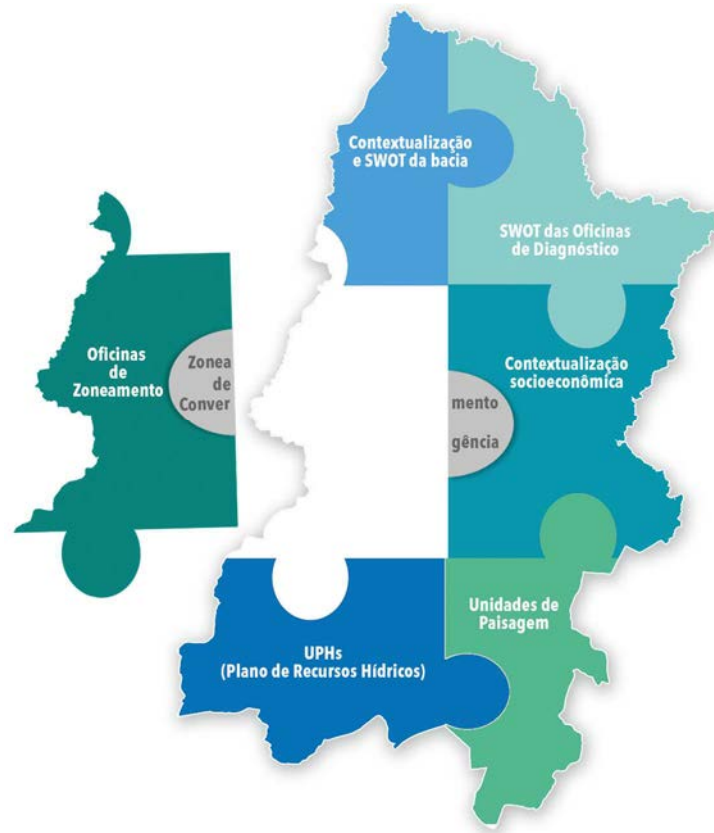


FONTE: COBRAPE, 2019.

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 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 2.4.

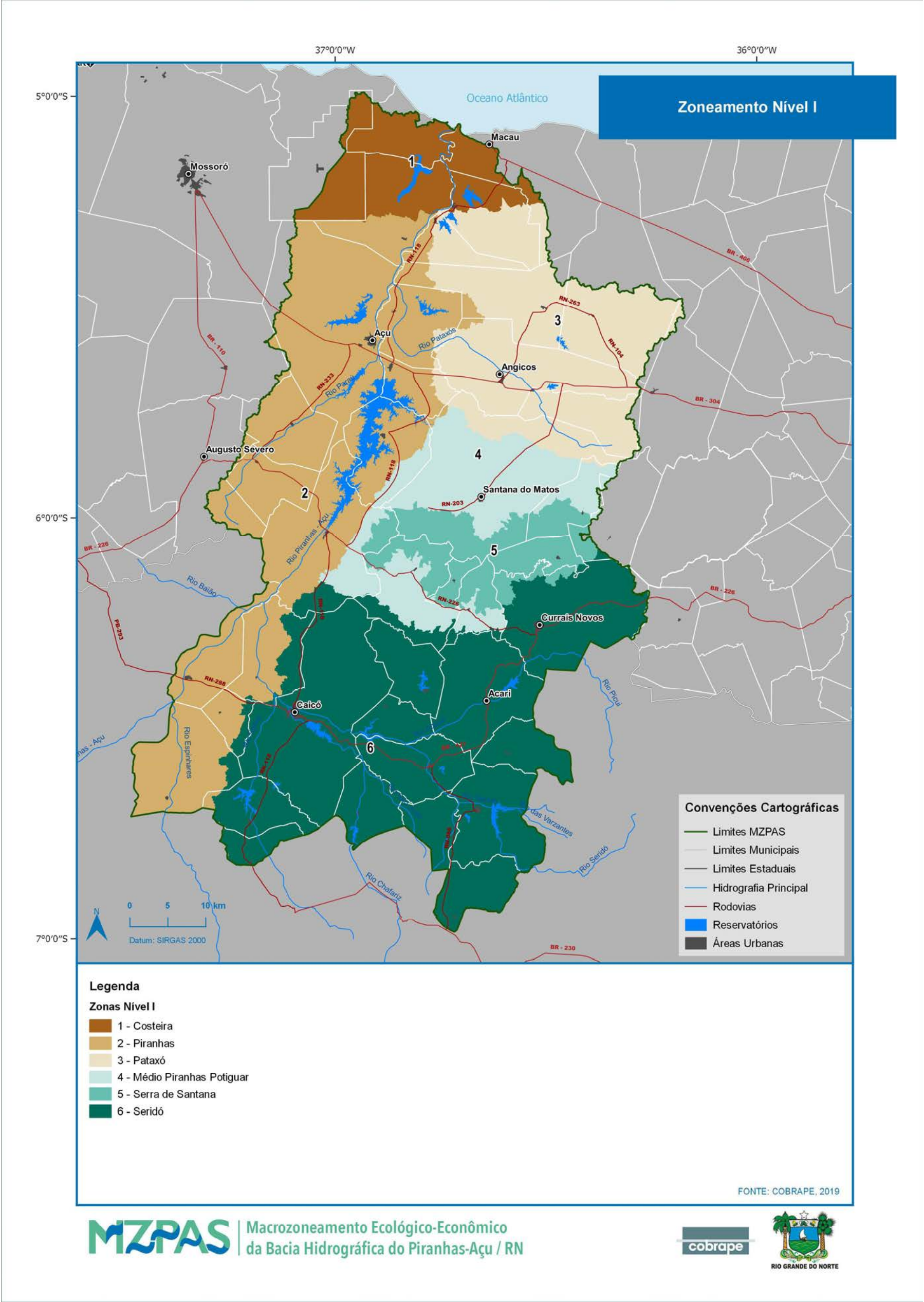
Figura 2.4 – Zoneamento de convergência



FONTE: COBRAPE, 2019.

A análise e cruzamento destas variáveis culminou em 6 (seis) domínios de partida, intitulados de macrozonas, apresentados na Figura 2.5.

Figura 2.5 – Carta de subsídio à gestão territorial da BHP: zonas ecológico-econômicas nível I



FONTE: COBRAPE, 2020.

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 o estado seja palco de eventos extremos como secas, o que resulta em constante degradação do solo e acentuação dos processos de desertificação, 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, culminou na elaboração de documentos oficiais como: Convenção do Clima, Convenção da Biodiversidade, Declaração de Princípios sobre Florestas, Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento 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, às 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 dessanilização de águas salinas e salobras em comunidades rurais. No total do estado, foram implantados sistemas em 28 municípios. Além desses, o governo ainda mantém outros 136 dessanilizadores, 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, Açu 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, observada nas etapas anteriores de elaboração do presente instrumento, 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 a 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 do rio 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.

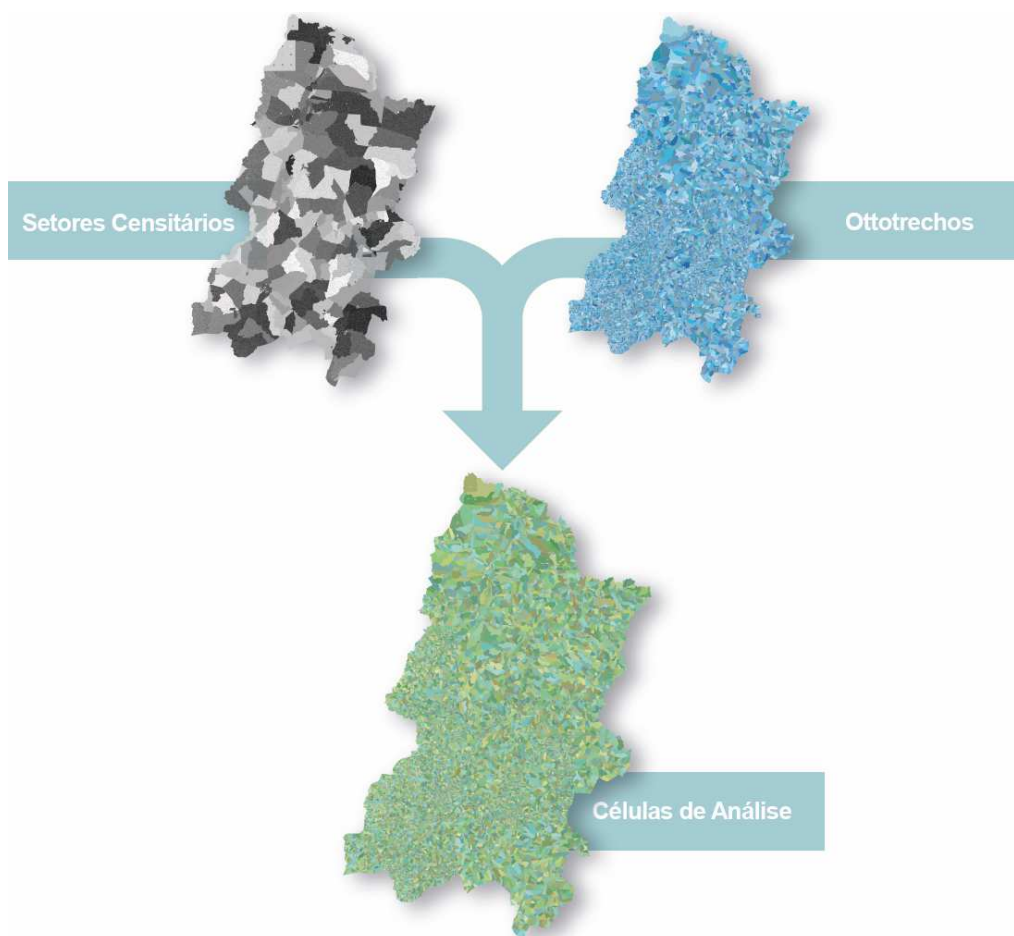
Uma vez que o objetivo dos cenários é apresentar os contrastes da ocupação possível na porção norte riograndense da BHPA, seu horizonte temporal é único e equivalente a 20 anos (ou seja, em 2039). Essa opção metodológica difere da comumente observada em estudos de planejamento que definem recortes de 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 ottotuchos, 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 3.13. 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 do rio 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

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

intermediárias e unidades da federação), ou as sub-bacias e bacias hidrográficas codificadas (“ottobacias”).

De maneira a expor essa facilidade em combinar elementos dimensionais da BHPA com outras informações fundamentais para o estudo, o Quadro 3.2 e a Figura 3.2 apresentam uma exemplificação ilustrativa de agregação de dados. De um lado, foram utilizadas as Unidades de Planejamento Hídrico (UPHs) como parâmetro dimensional de análise, haja vista sua ampla utilização no Plano de Recursos Hídricos da Bacia hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu (ANA, 2016), conforme explicitado no Capítulo 2. Por outro lado, observam-se os dados de 2017 de uso e cobertura do solo, adaptados de MAPBIOMAS (2017), dado que estes parâmetros são peças-chave na etapa de macrozoneamento e serão explicitados nos capítulos subsequentes.

Quadro 3.2 – Uso do solo modificado 2017 por UPH na BHPA

Unidades de Planejamento Hídrico (UPHs)	Uso do Solo modificado 2017 ² - 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	Salinas	Total
Bacias Difusas Do Baixo Açu	14,81	32,56	522,97	0,00	0,00	1.856,56	3,91	17,55	1,61	570,32	15,32	446,08	18,07	37,65	122,52	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	0,00	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	0,00	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	0,00	495,27
Médio Piranhas Potiguar	0,00	0,10	128,25	44,56	0,11	1.864,25	3,95	0,00	1,44	790,36	9,30	582,01	0,00	69,77	0,00	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	0,00	973,18
Pataxó	0,00	2,71	265,16	0,00	0,00	786,41	10,03	0,00	2,69	425,12	2,62	442,75	0,00	20,00	0,00	1.957,49
Seridó	0,00	0,00	106,16	665,05	0,05	3.287,15	25,05	0,00	2,27	1.533,99	12,64	809,81	0,00	20,73	0,00	6.462,90
Total	14,81	35,37	1.033,07	833,45	0,27	8.726,92	46,65	17,55	8,01	3.713,58	41,54	2.725,96	18,07	171,30	122,52	17.509,06

FONTE: COBRAPE, 2020, adaptado do MAPBIOMAS, 2017.

² O uso do solo modificado se refere ao mapeamento do MAPBIOMAS (2017) com as atualizações nas classes de aquicultura, mineração e salinas, provenientes do IDEMA/RN, com o intuito de melhor retratar a realidade da bacia.

[illegible]

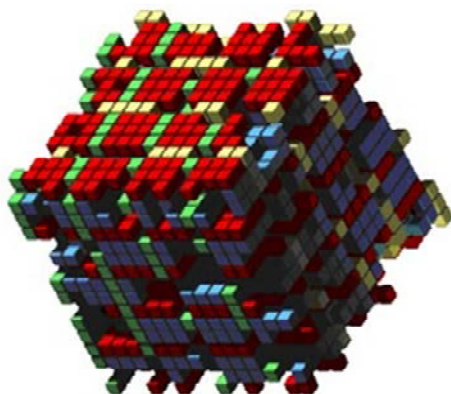
Para todas as 19.799 células de análise há um código único com informações básicas na ordem administrativa (município, estado, região imediata etc.), e de ordem hidrológica (otobacias, nome do curso d'água etc.), e que, quando cruzadas com informações diversas, como o uso e ocupação da terra exemplificado 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.

3.1.4. Base espacial de análise - cena atual

De modo a embasar as demais etapas de estudo, uma envoltória de partida se faz necessária, a chamada “cena atual”. Essas informações são traçadas principalmente no que diz respeito ao mapeamento do uso e ocupação do solo, uma vez que é esse o parâmetro-chave utilizado para o zoneamento.

O ponto de partida para o mapeamento de uso e ocupação do solo é o MAPBIOMAS, em linha com os produtos anteriores desta consultoria. A metodologia empregada pelo mapeamento foi desenvolvida pelo esforço conjunto de universidades, ONGs e empresas de tecnologia, e seu objetivo envolve o entendimento das transformações do território brasileiro a partir do mapeamento anual da cobertura e uso do solo nacional. No entanto, dada a característica de evolução constante das tecnologias que permeiam esse estudo georreferenciado, é fundamental ressaltar que todos os produtos do MAPBIOMAS passam por processos de correção e atualmente encontram-se divididos em quatro fases, descritas no Quadro 3.3.

Quadro 3.3 – Fases do MAPBIOMAS

Fase	Coleção	Período de mapeamento	Divulgação
Fase 1	Coleção 1.0 (Beta)	2008-2015	Abril de 2016
Fase 2	Coleção 2.0	2000-2016	Abril de 2017
	Coleção 2.3	2000-2016	Janeiro de 2018
Fase 3	Coleção 3.0	1985-2017	Agosto de 2018
	Coleção 3.1	1985-2017	Abril de 2019
Fase 4	Coleção 4.0	1985-2018	Agosto de 2019

FONTE: COBRAPE, 2019.

Uma vez que os produtos anteriores do MZPAS, sobretudo o *Produto 02 – Contextualização da Bacia do Piranhas-Açu* e o *Produto 04 – Documento Síntese e 1º Caderno de Trabalho*, utilizaram-se do mapeamento da Fase 3 - Coleção 3.0, optou-se por se manter essa base de dados espacial no presente produto, evitando assim incoerências e variações dentro do MZPAS. Ademais, o uso do solo utilizado foi complementado, conforme será detalhado na sequência, por informações locais de classes de uso antrópico com base em informações do IDEMA.

O Quadro 3.4 mostra a classificação do uso do solo do MAPBIOMAS 2017 (Fase 3 - Coleção 3.0), a qual subdivide-se em três níveis categóricos distintos, sendo o nível 1 o mais abrangente e o nível 3, mais específico. Cada uma das classes estabelecidas foi ainda associada com: (i) sua descrição detalhada, segundo o MAPBIOMAS; (ii) identificação de sua presença ou ausência na BHPA; (iii) sua descrição detalhada, segundo o Manual Técnico da Vegetação Brasileira (IBGE, 2012); (iv) imagens-exemplo para facilitar o entendimento e diferenciação entre classes.

Quadro 3.4 – Classes³ utilizadas pelo MAPBIOMAS em sua Fase 3, Coleção 3.0

Classe Nível 1	Classe Nível 2	Classe Nível 3	Descrição - MAPBIOMAS	Presença da classe na BHPA	Descrição - IBGE	Exemplificação visual da classe
1. Floresta	1.1. Floresta Natural	1.1.1. Formação Florestal ⁴	Tipos de vegetação com predomínio de dossel contínuo - Savana-Estépica Florestada, Floresta Estacional Semi-Decidual e Decidual	Sim	<u>Savana Estépica Florestada (Td)</u> : estrato superior com predominância de nanofanerófitas periodicamente decíduas e mais ou menos adensadas por grossos troncos em geral, profusamente esgalhados e espinhosos ou aculeados; estrato inferior gramíneo-lenhoso, geralmente descontínuo e de pouca expressão fisionômica <u>Floresta Estacional Semidecidual (Fa, Fb, Fs, Fm)</u> : constituído por fanerófitos com gemas foliares protegidas da seca por escamas (catafilos ou pelos) e cujas folhas adultas são esclerófilas ou membranáceas deciduais <u>Floresta Estacional Decidual (Ca, Cb, Cs, Cm)</u> : estrato superior formado de macro e mesofanerófitos predominantemente caducifólios, com mais de 50% dos indivíduos despidos de folhagem no período desfavorável	 Savana-Estépica Florestada. Foto: RADAM-Brasil
		1.1.2. Formação Savânica ⁴	Tipos de vegetação com predomínio de espécies de dossel semi-contínuo – Savana-Estépica Arborizada, Savana Arborizada	Sim	<u>Savana-Estépica Arborizada (Ta)</u> : um estrato arbustivo-arbóreo superior, esparso, geralmente de características idênticas ao da Savana-Estépica Florestada; e outro estrato inferior gramíneo-lenhoso, também de relevante importância fitofisionômica. <u>Savana Arborizada (Sa)</u> : fisionomia caracterizada pela presença de árvores baixas, espaçadas (isoladas), em meio a um estrato herbáceo contínuo	 Savana-Estépica Arborizada. Foto: RADAM-Brasil
		1.1.3. Mangue	Formações florestais, densas, sempre-verdes, frequentemente inundadas pela maré e associadas ao ecossistema costeiro de Manguezal	Sim	Comunidade microfanerófitica de ambiente salobro, situada na desembocadura de rios e regatos no mar, onde, nos solos limosos (manguitos), cresce uma vegetação especializada, adaptada à salinidade das águas	 Manguezal. Foto: Site +NatalRN
	1.2. Floresta Plantada		Espécies arbóreas plantadas para fins comerciais (ex. eucalipto, pinus, araucária)	Não	-	-
2. Formação Natural não Florestal	2.1. Área Úmida Natural não Florestal ⁴		N.A. ⁵	Não	-	-

³ A COBRAPE, em conjunto com a CIAA, percebeu que alguns itens da classificação efetuada pelo MAPBIOMAS não corresponde com a realidade, como por exemplo: “aquicultura” que está inserida na classe “corpos d’água”, e salicultura está inserida em “aquicultura”. Diante deste fato foram realizadas alterações no mapeamento original do MAPBIOMAS, com informações atualizadas sobre salinas e aquicultura, provenientes do IDEMA. Assim, a classe aquicultura passa a se tornar uma classe de análise em separado da classe denominada água (correspondente aos rios, lagos e oceano). O mesmo ocorre com a salinicultura, que mostra-se uma classe independente.

⁴ A descrição destas classes varia conforme o bioma. No presente quadro, foram apresentadas apenas as características referentes ao bioma Caatinga. Especialmente nas classes de “Formação Florestal” e “Formação Campestre” o MAPBIOMAS apresenta um número de siglas e descrições mais completo, porém com algumas não inerentes ao bioma Caatinga e, portanto, não fazem parte da vegetação da BHPA. Por esta razão, tais siglas e descrições foram suprimidas, restando apenas aquelas que correspondem ao bioma Caatinga. Tal fato não acarreta perda técnica para o presente MZEE.

⁵ N.A.: não apresenta informações para o bioma Caatinga.

Classe Nível 1	Classe Nível 2	Classe Nível 3	Descrição - MAPBIOMAS	Presença da classe na BHPA	Descrição - IBGE	Exemplificação visual da classe
2. Formação Natural não Florestal	2.2. Formação Campestre ⁴		Tipos de vegetação com predomínio de espécies herbáceas (Savana-Estépica Parque, Savana-Estépica Gramíneo-Lenhosa, Savana Parque, Savana Gramíneo-Lenhosa) + (Áreas inundáveis com uma rede de lagoas interligadas, localizadas ao longo dos cursos de água e em áreas de depressões que acumulam água, vegetação predominantemente herbácea a arbustiva)	Sim	<u>Savana-Estépica Parque (Tp)</u>: fisionomia muito típica, com arbustos e pequenas árvores, em geral da mesma espécie e distribuição bastante espaçada, qual fossem plantados <u>Savana-Estépica Gramíneo-Lenhosa (Tg)</u>: composta por um extenso tapete graminoso salpicado de plantas lenhosas anãs espinhosas <u>Savana Parque (Sp)</u>: estrato graminoide, integrado por hemiptófitos e geófitos de florística natural ou antropizada, entremeado por nanofanerófitos isolados <u>Savana Gramíneo-Lenhosa (Sg)</u>: gramados entremeados por plantas lenhosas raquíticas, que ocupam extensas áreas dominadas por hemiptófitos e que, aos poucos, quando manejados através do fogo ou pastoreio, vão sendo substituídos por geófitos que se distinguem por apresentar colmos subterrâneos, portanto mais resistentes ao pisoteio do gado e ao fogo	 Savana-Estépica Parque. Foto: E. da S. Santos
	2.3. Apicum		Apicuns ou Salgados são formações quase sempre desprovidas de vegetação arbórea, associadas a uma zona mais alta, hipersalina e menos inundada do manguezal, em geral na transição entre este e a terra firme	Sim	Categoria sem descrição pelo IBGE (2012) ⁶	 Exemplo de apicum. Foto: Site Google Imagens
	2.4. Afloramento Rochoso ⁴		Rochas naturalmente expostas na superfície terrestre sem cobertura de solo, muitas vezes com presença parcial de vegetação rupícola e alta declividade	Não	-	-
	2.5. Outra Formação Natural não Florestal ⁴		N.A. ⁵	Não	-	-
3. Agropecuária	3.1. Pastagem		Áreas de pastagens, naturais ou plantadas, vinculadas a atividade agropecuária. Em especial nos biomas Pampa e Pantanal, uma parte da área classificada como Formação Campestre inclui também áreas pastejadas	Sim	Categoria sem descrição pelo IBGE (2012) ⁶	 Exemplo de área de pastagem. Foto: Cobrape

⁶ Categorias sem descrição no Manual Técnico da Vegetação Brasileira (2012).

Classe Nível 1	Classe Nível 2	Classe Nível 3	Descrição - MAPBIOMAS	Presença da classe na BHPA	Descrição - IBGE	Exemplificação visual da classe
3. Agropecuária	3.2. Agricultura	3.2.1. Cultura Anual e Perene	Áreas predominantemente ocupadas com cultivos anuais e, em algumas regiões (principalmente para a região Nordeste) com a presença de cultivos perenes	Sim	Categoria sem descrição pelo IBGE (2012) ⁶	 Exemplo de área com cultura anual e perene. Foto: Cobrape
		3.2.2. Cultura Semi-Perene	Áreas cultivadas com a cultura da cana-de-açúcar	Não	-	-
	3.3. Mosaico de Agricultura e Pastagem		Áreas de uso agropecuário onde não foi possível distinguir entre pastagem e agricultura	Sim	Categoria sem descrição pelo IBGE (2012) ⁶	 Exemplo de área de mosaico de agricultura e pastagem. Foto: Cobrape
4. Área não Vegetada	4.1. Praia e Duna		Cordões arenosos, de coloração branco brilhante, onde não há o predomínio de vegetação de nenhum tipo	Sim	Trata-se de uma vegetação de primeira ocupação de caráter edáfico, que ocupa terrenos rejuvenescidos pelas seguidas deposições de areias marinhas nas praias	 Exemplo de praia e duna (Praia de Genipabu, Natal-RN). Foto: Site Google Imagens
	4.2. Infraestrutura Urbana		Áreas urbanizadas com predomínio de superfícies não vegetadas, incluindo estradas, vias e construções	Sim	Categoria sem descrição pelo IBGE (2012) ⁶	 Exemplo de área de infraestrutura urbana (Timbaúba dos Batistas-RN). Foto: Cobrape

Classe Nível 1	Classe Nível 2	Classe Nível 3	Descrição - MAPBIOMAS	Presença da classe na BHPA	Descrição - IBGE	Exemplificação visual da classe
4. Área não Vegetada	4.3. Mineração		Áreas referentes a extração mineral de grande porte, havendo clara exposição do solo por ação de maquinário pesado. Somente são consideradas áreas pertencentes a malha digital do DNPM (SIGMINE)	Sim	Categoria sem descrição pelo IBGE (2012) ⁶	 Exemplo de área de mineração. Foto: Cobrape
	4.4. Outra Área não Vegetada ⁴		Áreas de superfícies não permeáveis (infra-estrutura, expansão urbana ou mineração) não mapeadas em suas classes	Sim	Categoria sem descrição pelo IBGE (2012) ⁶	 Exemplo de outra área não vegetada. Foto: Site Google Imagens
5. Corpos D'água	5.1. Rio, Lago e Oceano		Rios, lagos, represas, reservatórios e outros corpos d'água	Sim	Categoria sem descrição pelo IBGE (2012) ⁶	 Exemplo da categoria rio, lago e oceano (Rio Piranhas-Açu). Foto: Site Google Imagens
	5.2. Aquicultura		Área referente a lagos artificiais, onde predominam atividades aquícolas e/ou de salicultura	Sim	Categoria sem descrição pelo IBGE (2012) ⁶	 Exemplo de aquicultura. Foto: Cobrape
6. Não observado			Não observado	Não	-	-

FONTE: COBRAPE, 2020, com base em MAPBIOMAS, 2019 e IBGE, 2012.

Ao mapeamento do MAPBIOMAS Fase 3 - Coleção 3.0 para o ano de 2017, foram sobrepostos três *shapes* com as informações locais cedidas pelo Instituto de Defesa do Meio Ambiente do Rio Grande do Norte (IDEMA) referentes às atividades antrópicas de: (i) extração de sal (salinas); (ii) mineração; e (iii) aquicultura. A intenção é aprimorar o mapeamento com informações de atividades de muita relevância para a área de estudo.

É válido ainda destacar que, 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 à reservação de água - em períodos secos, a diferença que sua acumulação em açudes e barragens faz é notável. Assim, outra sobreposição é realizada ao MAPBIOMAS 2017 com base na rede hidrológica da ANA - apresentada como base cartográfica nos produtos dessa consultoria.

Enfim, as classes de uso do solo consideradas para a composição do ponto de partida para os cenários, denominado de “cena atual”, são apresentadas abaixo:

- As áreas da classe “Salinas” fornecidas pelo IDEMA são adicionadas ao uso do solo e articuladas nos cenários;
- As áreas da classe “Mineração” fornecidas pelo IDEMA, sobrepostas às do MAPBIOMAS 2017, são consideradas e articuladas nos cenários;
- As áreas da classe “Aquicultura” fornecidas pelo IDEMA, sobrepostas às do MAPBIOMAS 2017, são consideradas e articuladas nos cenários;
- As áreas da classe “Infraestrutura” do MAPBIOMAS 2017 são consideradas e articuladas nos cenários;
- As áreas das classes “Formação Savânica”, “Formação Campestre” e “Formação Florestal” do MAPBIOMAS 2017 são denominadas de áreas de “Vegetação Natural”;
- As áreas das classes “Apicum”, “Mangue” e “Praia ou Duna” do MAPBIOMAS 2017 são consideradas ambientalmente intocáveis e, portanto, permanecem inalteradas na articulação dos cenários;
- As áreas da classe “Cultivo Anual Perene” do MAPBIOMAS 2017 são complementadas com o mapeamento de “Áreas Irrigadas” realizado no âmbito do Atlas de Irrigação (ANA, 2018), doravante denominadas de “Agricultura”;
 - o As áreas de agricultura irrigada 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”.
- As áreas da classe “Pastagem” e “Mosaico de Agricultura e Pastagem” do MAPBIOMAS 2017 são consideradas, após a cessão de áreas para majorar a classe “Agricultura”, como áreas de “Pecuária”;
- O mapeamento hidrológico da ANA, utilizado como base cartográfica do presente estudo, é sobreposto à classe “Rio, Lago ou Oceano” do MAPBIOMAS 2017, dando origem assim para a classe denominada simplesmente de “Água”;
- As áreas da classe “Outra Área não Vegetada” do MAPBIOMAS 2017 são consideradas como erro de mapeamento e, portanto, são ajustadas o quanto possível nas sobreposições acima descritas.

As operações acima descritas são realizadas 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. Torna-se impossível, portanto, gerar uma figura com o “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 3.5 apresenta em forma tabular os resultados obtidos (agregados para a área potiguar da bacia hidrográfica dos rios Piancó-Piranhas-Açu).

Quadro 3.5 – 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 (ha)		
	MAPBIOMAS 2008	MAPBIOMAS 2017	Cena Atual ⁷
Agricultura	76.766	103.742	110.388
Água (rio, lago, oceano)	62.214	24.960	60.039
Aquicultura	1.965	1.897	3.537
Infraestrutura	4.770	4.666	4.665
Mangue, Apicum, Praia ou Duna	6.534	5.918	5.043
Mineração	9	26	801
Outra área não vegetada	9.559	4.756	2.337
Pecuária (Pastagem e Mosaico de agricultura e pastagem)	590.251	648.540	606.940
Salinas ⁸	S.I. ⁸	S.I. ⁸	12.252
Vegetação Natural	998.838	956.401	944.904
Total	1.750.906	1.750.906	1.750.906

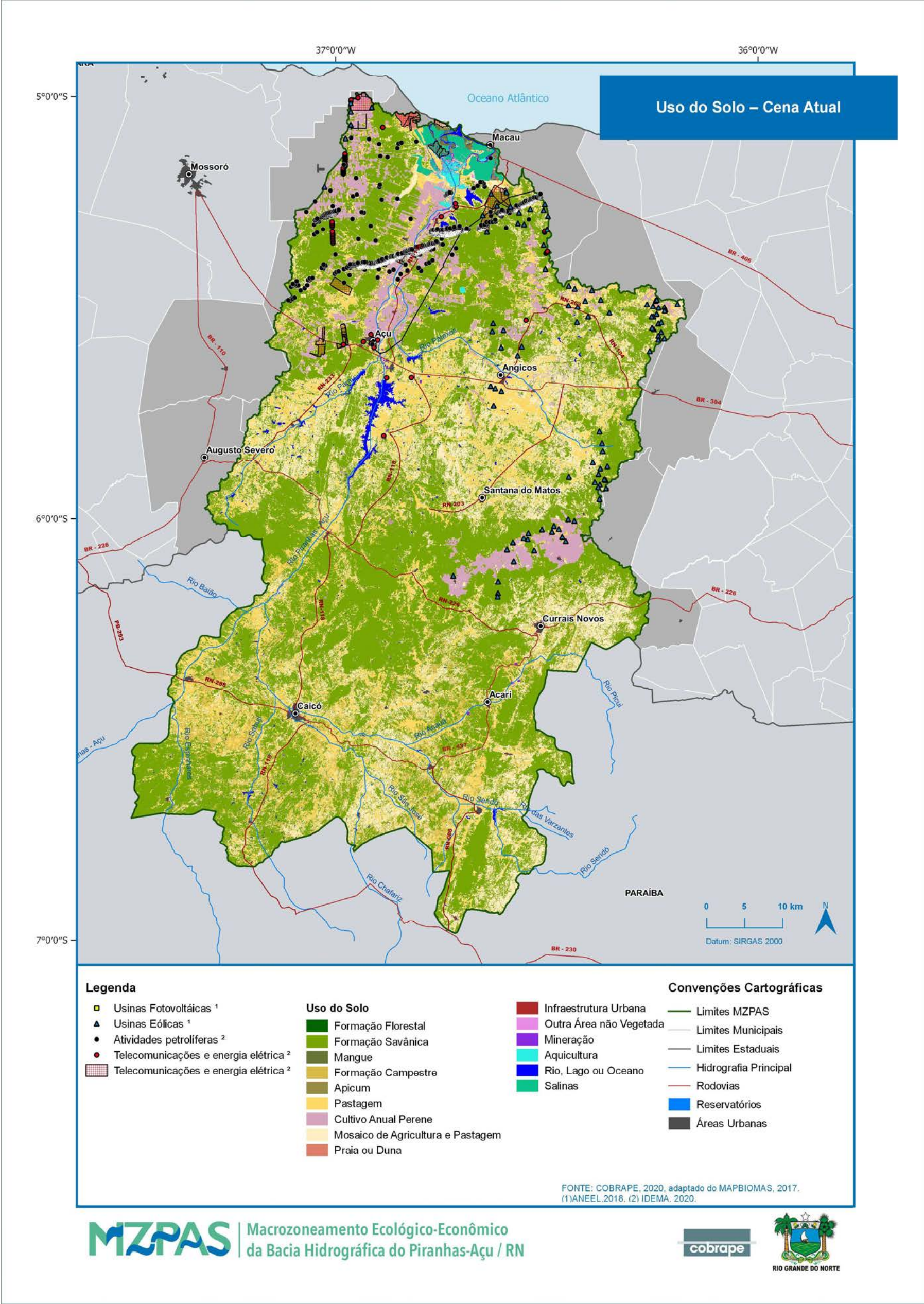
FONTE: COBRAPE, 2020, com base em MAPBIOMAS 2017, IDEMA 2020, ANA 2018.

Já a Figura 3.4 apresenta o resultado do Uso do Solo, modificado com a inserção dos arquivos recebidos do IDEMA, e tomado no Quadro 3.5 como “Cena Atual”.

⁷ A Cena Atual se refere ao mapeamento do MAPBIOMAS (2017) com as atualizações nas classes de aquicultura, mineração e salinas, provenientes do IDEMA/RN. Estas classes foram sobrepostas ao arquivo original do MAPBIOMAS e, por meio de geoprocessamento, utilizando a função clip, vieram a substituir o uso do solo que havia abaixo das referidas áreas. Esta alteração, feita em comum acordo com a CIAA, foi necessária visto a importância que estas atividades possuem na região, e também para que o MZEE representasse uma visão mais fiel da realidade da bacia.

⁸ S.I. = Sem Informação. A categoria de salinas não existe na classificação do MAPBIOMAS.

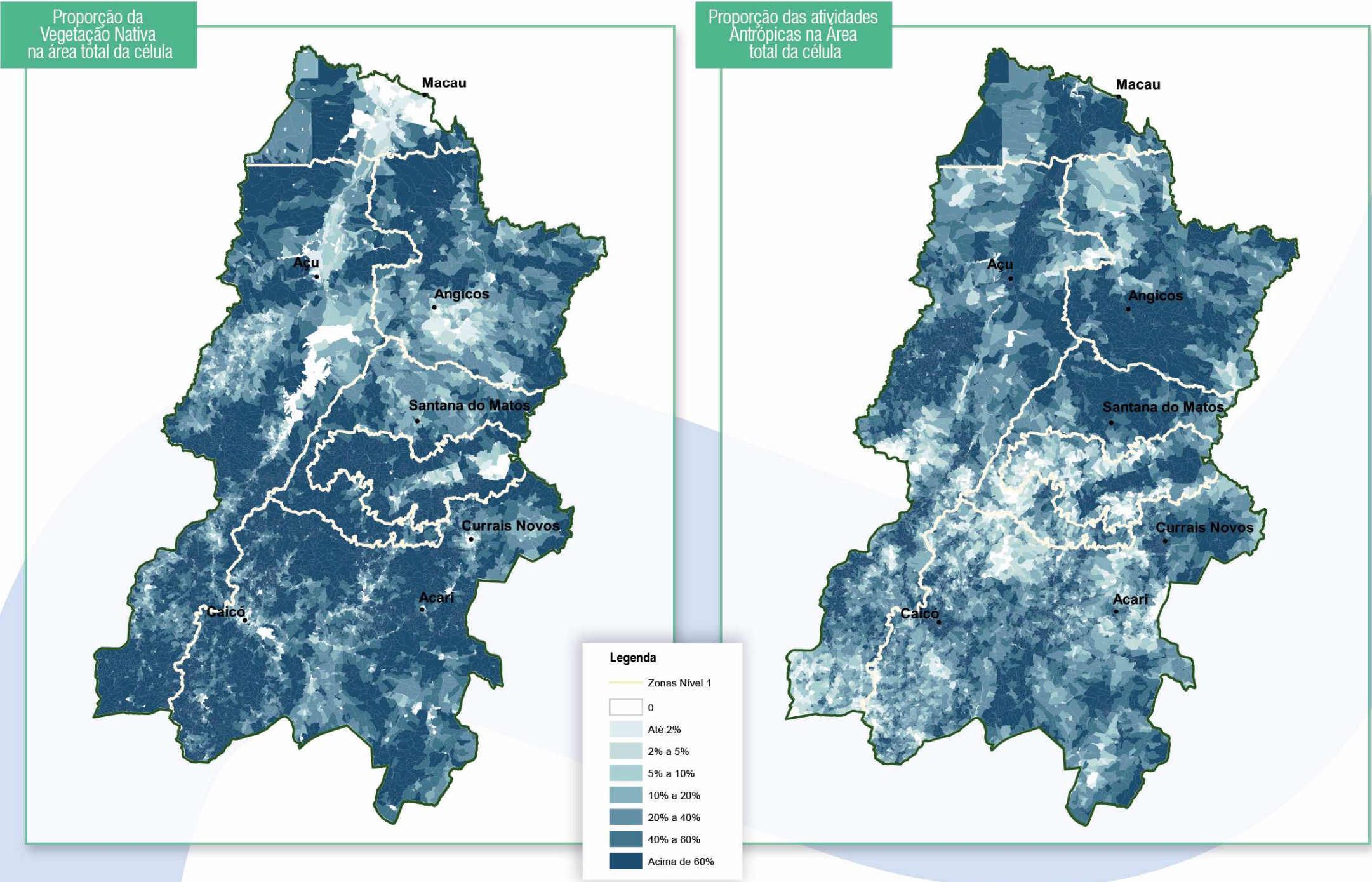
Figura 3.4 – Uso do solo 2017 modificado – Cena Atual



FONTE: COBRAPE, 2020, adaptado do MAPBIOMAS, 2017; ANEEL, 2018; IDEMA, 2020.

A configuração da classificação do uso do solo na cena atual passa a ser aquela de referência para a articulação dos cenários. A Figura 3.5 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 uma figura são acompanhadas por cores menos intensas na outra, representando - grosso modo - os compromissos entre a conservação e as atividades produtivas. As células de cores menos intensas representam aquelas onde não há predomínio de um uso sobre o outro. É justamente no balanço entre esses dois temas que são desenvolvidos os cenários e, subsequentemente, a delimitação das zonas ecológico-econômicas.

Figura 3.5 – Cena atual



FONTE: COBRAPE, 2020.

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 13.089/2015); Plano Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997); Programa Água Para Todos, que englobou a partir de 2011 o Programa Água Doce (Decreto nº 7.535/2011); Política Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (Lei nº 13.153/2015); Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010); Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (Lei nº 7.661/1988); Política Nacional de Planejamento Regional (Decreto nº 9.810/2019); Política Agrícola (Lei nº 8.171/1991); Plano Nacional sobre Mudança do Clima (Lei nº 12.187/2009); Política Energética e Mineral (Lei nº 9.478/1997); Plano Nacional de Áreas Protegidas, que estabelece a identificação de Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade (Portaria MMA nº 463/2018); e Plano Brasil Sem Miséria (Decreto nº 7.492/2011).

Já a nível estadual e municipal, foram identificadas as seguintes políticas: Política Estadual de Recursos Hídricos (Lei nº 6.908/1996); Plano Estadual de Recursos Hídricos (previsto pela Lei nº 6.908/1996, concluído em 1998 e atualmente em atualização e revisão); Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Piancó-Piranhas-Açu (ANA, 2016); Programa Água Azul⁹; 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 (estudo realizado com parceria da Agência Nacional de Águas e Departamento Nacional de Obras contra a Seca; Política Estadual do Meio Ambiente (Lei Complementar nº 272/2004); Plano de Gestão Ambiental Compartilhada (Resolução nº 03/2009 do Conselho Estadual do Meio Ambiente); Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Norte (Lei nº 10.077/2016); Plano Estadual de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Norte (PEGIRS, instrumento de planejamento de 2012); Planos Intermunicipais de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Norte (PIRS, diversas regiões); Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro (Lei nº 6.950/1996); Zoneamento Ecológico-Econômico do Litoral Oriental do Rio Grande do Norte (Lei nº 7.871/2000); Projeto Integrado de Desenvolvimento Sustentável do Rio Grande do Norte (Projeto RN Sustentável)¹⁰; Plano de Desenvolvimento Territorial Rural Sustentável do Seridó (MDA¹¹); Atlas para a Promoção do Investimento Sustentável no Rio Grande do Norte (RN, 2005; RN, 2009; RN, 2011); Projeto Caatinga Potiguar (WCS & UFRN, 2015); Diagnóstico e Planejamento Estratégico para o Desenvolvimento de Atividades Produtivas Agrícolas do Rio Grande do Norte (RN, 2016); Projeto Sustentabilidade e Desenvolvimento Urbano nas Cidades de Porte Médio do Semiárido Potiguar (PROEXT – UFRN)¹²; Plano Estratégico dos Eixos Integrados de Desenvolvimento do Rio Grande do Norte - Plano de Micrologística do Transporte de Cargas; Plano de Energia Elétrica; Plano de Desenvolvimento Industrial; Plano de Capacitação do Capital Humano; Plano de Telecomunicação e Tecnologia da Informação (RN, 2017).

⁹ Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Norte (IDEMA), Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte (IGARN) e Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio Grande do Norte (EMPARN), com o apoio técnico-científico da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), da Universidade Estadual do Rio Grande do Norte (UERN) e do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFRN). Disponível em: <http://programaaguaazul.ct.ufrn.br/sobre/programa/>

¹⁰ Disponível em: www.rnsustentavel.rn.gov.br

¹¹ Disponível em: http://sit.mda.gov.br/download/ptdrs/ptdrs_qua_territorio076.pdf

¹² Disponível em: <http://www.capacidades.gov.br/blog/detalhar/id/87/post/676/param/ativos>

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 Seridó¹³.

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. Por meio 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

¹³ 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.rnsustentavel.rn.gov.br/?pg=noticias&id=1422>

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, subterrânea e superficiais) com vista à segurança hídrica; (ii) reuso de efluentes domésticos para auxiliar na recuperação de áreas degradadas por meio da produção de forragem; (iii) reuso de efluentes domésticos em quintais produtivos em unidades familiares rurais; (iv) sistema de manejo sustentável da Caatinga para o uso múltiplo¹⁴; (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 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 a 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 (RN, 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);

¹⁴ Como uso múltiplo, tem-se o conceito de geração de serviços ambientais, tais como o “cultivo de água” (proteção e manejo adequado de matas ciliares e áreas de recarga de aquíferos para promover a maior infiltração de água, regularização de vazões e melhoria de qualidade), utilização de produtos não madeireiros para fins de identificação e extração de produtos bioativos, oferta de pasto apícola (área apta para a criação de abelhas) e alimentos e abrigo para fauna (áreas preservadas e/ou manejadas adequadamente para que a fauna possa ter abrigo e alimentos, como por exemplo, via cultivo de árvores zoocóricas).

- 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 (mediante implantação de nova estrutura sobre o traçado de outrora) e novo trecho até Mossoró (ferrovia do Sal)¹⁵.

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

- Novo terminal TCLD (Transporte por Correia de Longa Distância) 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 Açu-Seridó, com trajeto preliminar que liga as cidades de Macau-Jucurutu-Caicó-Currais Novos¹⁶.

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 detêm 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.

¹⁵ Segundo RN (2017), não há maiores especificações em relação aos projetos listados, tais como os locais de partida ou o traçado dos empreendimentos.

¹⁶ Nota-se que o Rio Grande do Norte é atualmente abastecido pelos gasodutos Nordeste (424 km), Gasfor (382 km) e Açu-Serra do Mel (31,4 km). O estado não tem terminal GNL e não há previsão de produção de gás.

Quadro 3.6 – 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.

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 à sua organização intrínseca.

O Quadro 3.6 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 esgotamento 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 do rio 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 (RN, 2016) é publicação recente 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 ovinocaprino cultura, 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: Açu-Mossoró, Sertão do Apodi, Seridó e Mato Grande. Destes, dois têm inserção direta no território do MZEE.

Fruticultura

O estudo em comento (RN, 2016) identifica que, salvo em exceções como na região do Baixo Açu 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 irrisória¹⁷.

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 raramente contam com padrões de gestão e de qualidade de produção suficientes para a obtenção de selos de inspeção estadual e federal. Segundo RN (2016), 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, na qual existe déficit de oferta de produtos de carne, leite e derivados.

¹⁷ 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).

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 suplantam 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 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, na atividade ainda predomina a informalidade e o emprego de baixas tecnologias associadas às diversas etapas da cadeia produtiva (RN, 2016). Predominam questões em aberto quanto aos padrões sanitários e ambientais da pesca nos reservatórios. A relação com o mercado é caracterizada pela presença de diversos elos intermediários, que reduzem o poder de barganha dos pescadores.

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 Associação dos Pequenos Produtores Agropecuários do Sertão de Angicos (APASA), pela Associação dos Criadores de Ovinos e Caprinos do Sertão do

Cabugi (ACOSC) e Cooperativa dos Pequenos Agropecuaristas do Sertão de Angicos (COPASA) (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 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 (PDITS¹⁸) 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 1,5 milhão 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 Açu-Seridó.

¹⁸ 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.

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, cujo polo engloba 13 municípios e se concentra em Parelhas e Carnaúba dos Dantas, consumiam mensalmente cerca de 69 mil toneladas de argila, 42 mil m³ de lenha e 1 milhão de quilowatts de energia (RN, 2009).

Nota-se, adicionalmente, que outro polo ceramista de importância se encontra em Açu, com concentração nos municípios de Açu, Itajá e Ipanguaçu, embora não tenha sido objeto de menção no documento em comento (RN, 2009) e tampouco no módulo referente ao Litoral Norte (RN, 2011).

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 Açu, 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 e Mitigação dos Efeitos da Seca no Rio Grande do Norte

O Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca do Rio Grande do Norte (PAE/RN) foi elaborado e coordenado pela SEMARH, com o objetivo de definir ações concretas de combate, mitigação e adaptação dos efeitos da desertificação e da seca (RN, 2010). 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 (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 (RN, 2010) o Núcleo de Desertificação do Seridó ocupa cerca de 2,79 mil km², abrangendo seis municípios: Acari, Carnaúba dos Dantas, Cruzeta, Currais Novos, Equador e Parelhas. Dentre esses, ressalta-se o município de Currais Novos, considerado o de maior expressão territorial e demográfica do núcleo (RN, 2010).

Ainda segundo o referido Plano, alguns municípios se encontram em estágio mais avançado de degradação dos solos, dentre eles Parelhas, Equador e Carnaúba dos Dantas (além dos paraibanos Várzea, Santa Luzia e São José do Sabugi). A identificação destes municípios 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 e Prevenção à Desertificação no Estado do Rio Grande do Norte e fixa outras providências, 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 por meio da identificação, delimitação espacial e caracterização das áreas que representam as mais reais oportunidades para tal. 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 por meio 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 por meio 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 MMA¹⁹, a definição de áreas prioritárias se baseia na metodologia de Planejamento Sistemático da Conservação, processo no qual 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

No âmbito dos planos, declarações e investimentos públicos e 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 pela FIERN (Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Norte) com apoio da Secretaria de Desenvolvimento Econômico do Governo do Estado (que buscou parcerias para elaboração do referido documento e orientou quanto ao aproveitamento sustentável das potencialidades existentes no estado), 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 Rio Grande do Norte. 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

¹⁹ 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 quanto 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.

O Plano traça alguns cenários e os analisa (FIERN, 2014), quantificando de forma prospectiva os incrementos produtivos em setores-chave, como indica o Quadro 3.7.

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 sustentado²⁰.

Quadro 3.7 – 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 capacidade instalada)	2,3	13,9	+11,6	9,4%
Energia Solar (MW de capacidade instalada)	1,0	2.000	+1.999	46,2%
Gás Natural (milhões de m³/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 3.7 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 FIERN, 2014), a produção de gás natural deverá aumentar até 2020 para 661 milhões

²⁰ 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).

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 a 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 Brasileiro (ASA)²¹, que apõe ideias e proposições que orientam a ação das organizações não-governamentais e

²¹ A ASA é um fórum que engloba cerca de mil entidades da sociedade civil organizada com atuação no semiárido.

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 à terra, à 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.

É 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 de empreendimentos nos municípios pertencentes à porção norte riograndense da bacia hidrográfica do rio 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 3.8. 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 3.8 – 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)
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 para a instalação de empreendimentos 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 3.9.

Quadro 3.9 – 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
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 elo preponderante para o olhar futuro que este território deverá ter para garantir a harmonia dos usos ecológicos e econômicos.

FGV (2018)²² 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 para as perdas ocorridas. Os principais resultados, referentes à disponibilidade hídrica reduzida frente a um cenário hipotético na ausência de escassez foram:

²² 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>

- 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 do rio Piranhas-Açu. Afinal, a imposição de perdas econômicas pelo período de escassez recente revela a dependência das atividades produtivas à disponibilidade hídrica.

A bacia 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, APP, 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, o GEF e a 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 que 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 por meio 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

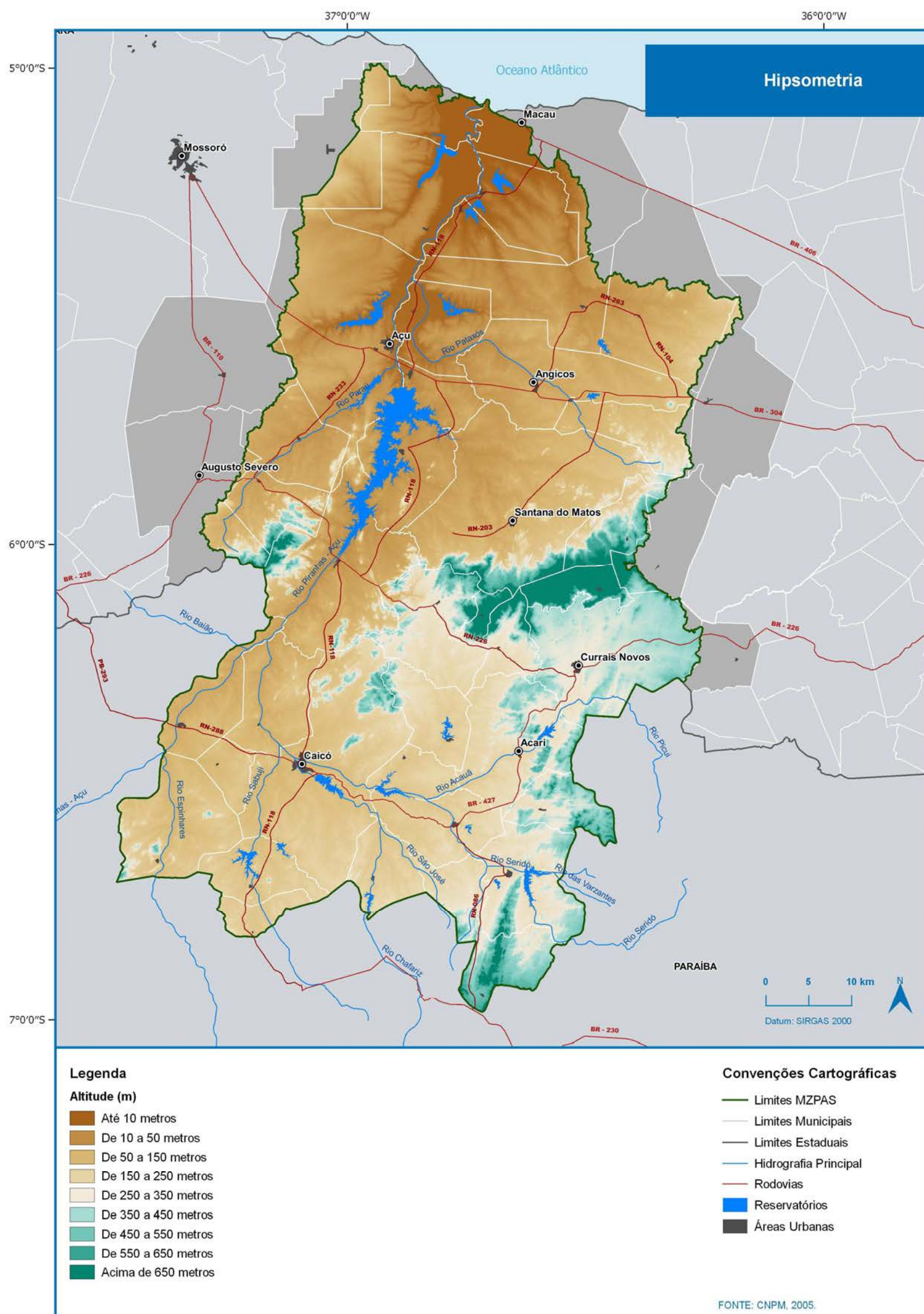
perda anual de solo por meio da Equação de Perda de Solo Universal Revisada (RUSLE) e posteriormente os sedimentos em retenção. A questão da retenção e perda de solo está atrelada a impactos positivos e negativos aos usuários da bacia hidrográfica, como perda de fertilidade do solo e capacidade de retenção 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 parte, evidenciando uma morfologia plana, sendo as regiões da Serra do Santana, sudoeste do Reservatório Armando Ribeiro Gonçalves e sul do Núcleo de Desertificação do Seridó as áreas com alturas acima de 650 metros. O mapa de hipsometria foi obtido por meio 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 3.6 apresenta a hipsometria da área de interesse.

Figura 3.6 – Hipsometria na BHPA



FONTE: CNPM, 2005.

Erodibilidade

Segundo a definição aplicada no estudo *“Avaliação da Suscetibilidade Natural à 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 de 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 consequentemente estruturar um banco de dados para o Estado de São Paulo.

Por fim, ainda faltavam os respectivos fatores para os solos Gleissolo Sáfico 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 3.10.

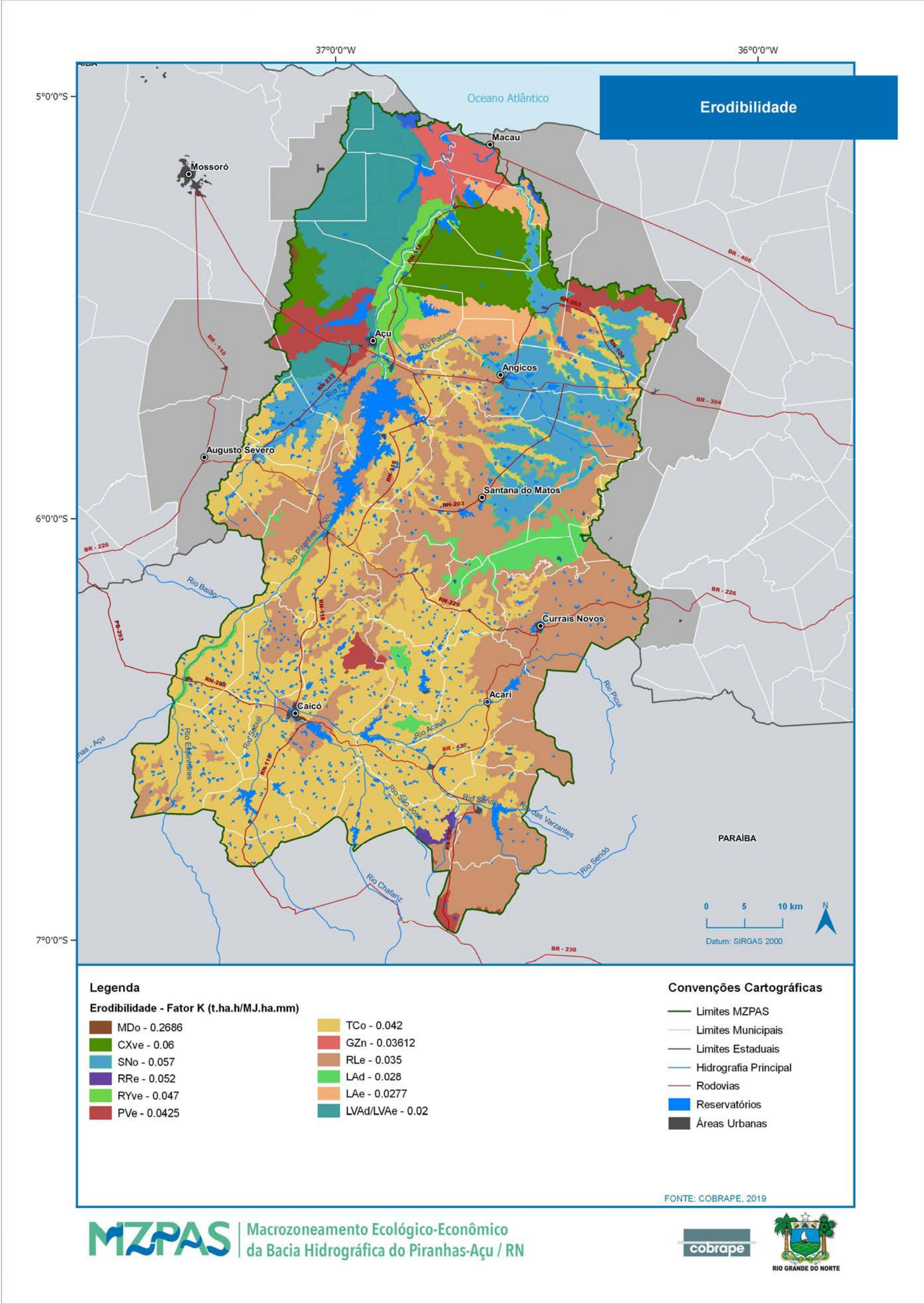
Quadro 3.10 – Fatores de Erodibilidade (Fator K)

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 Sálico 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.

Por meio do mapa de Tipos de Solo apresentado no *Produto 05 - Relatório das Oficinas para conclusão do Diagnóstico*, em formato *shapefile*, foi adicionado os valores de erodibilidade supracitados e convertidos para o formato *raster* por obrigatoriedade do *software*, conforme Figura 3.7.

Figura 3.7 – Erodibilidade do solo na BHPA



FONTE: COBRAPE, 2019.

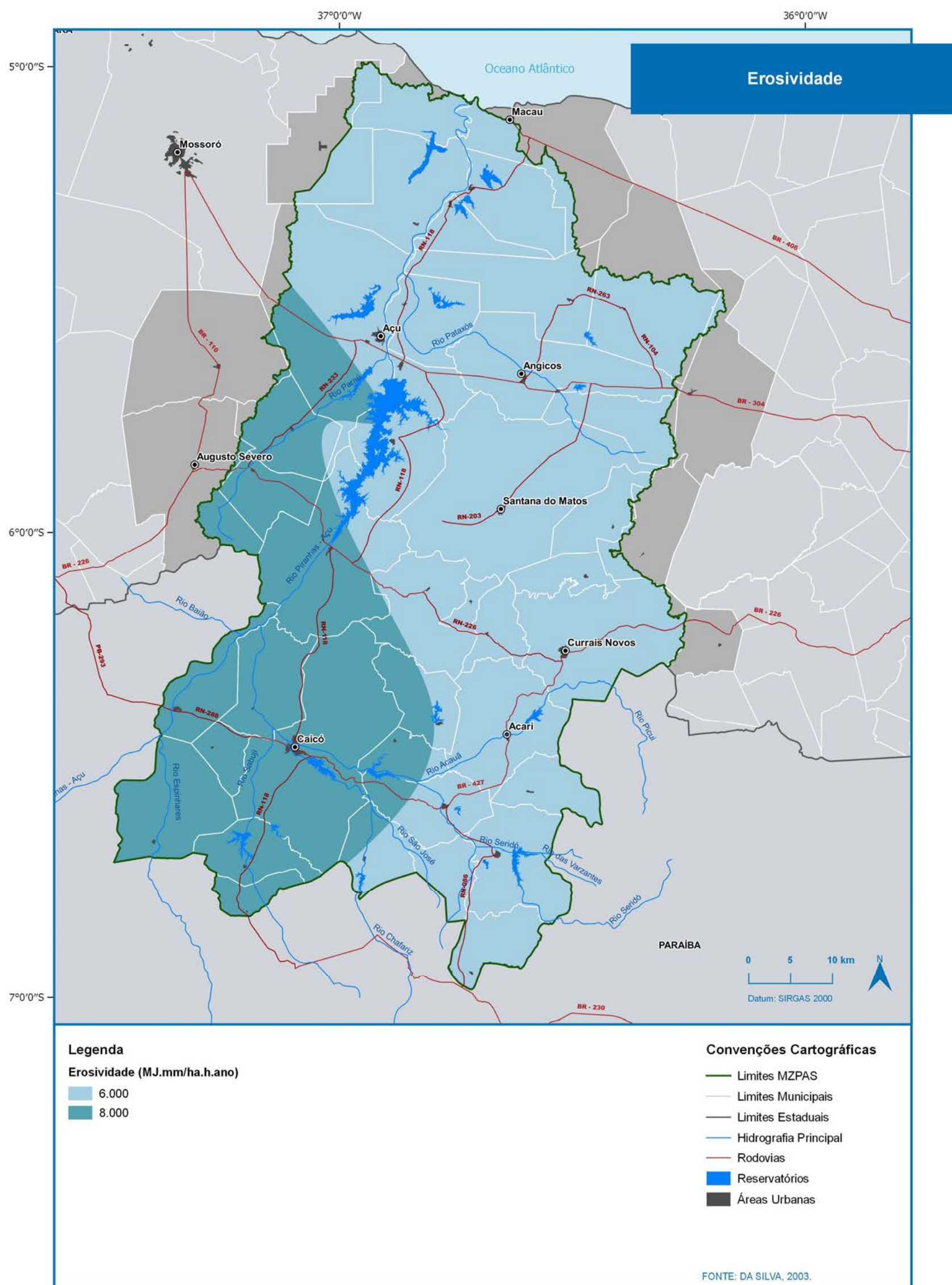
Erosividade

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 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 3.8, 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 3.8 – 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.

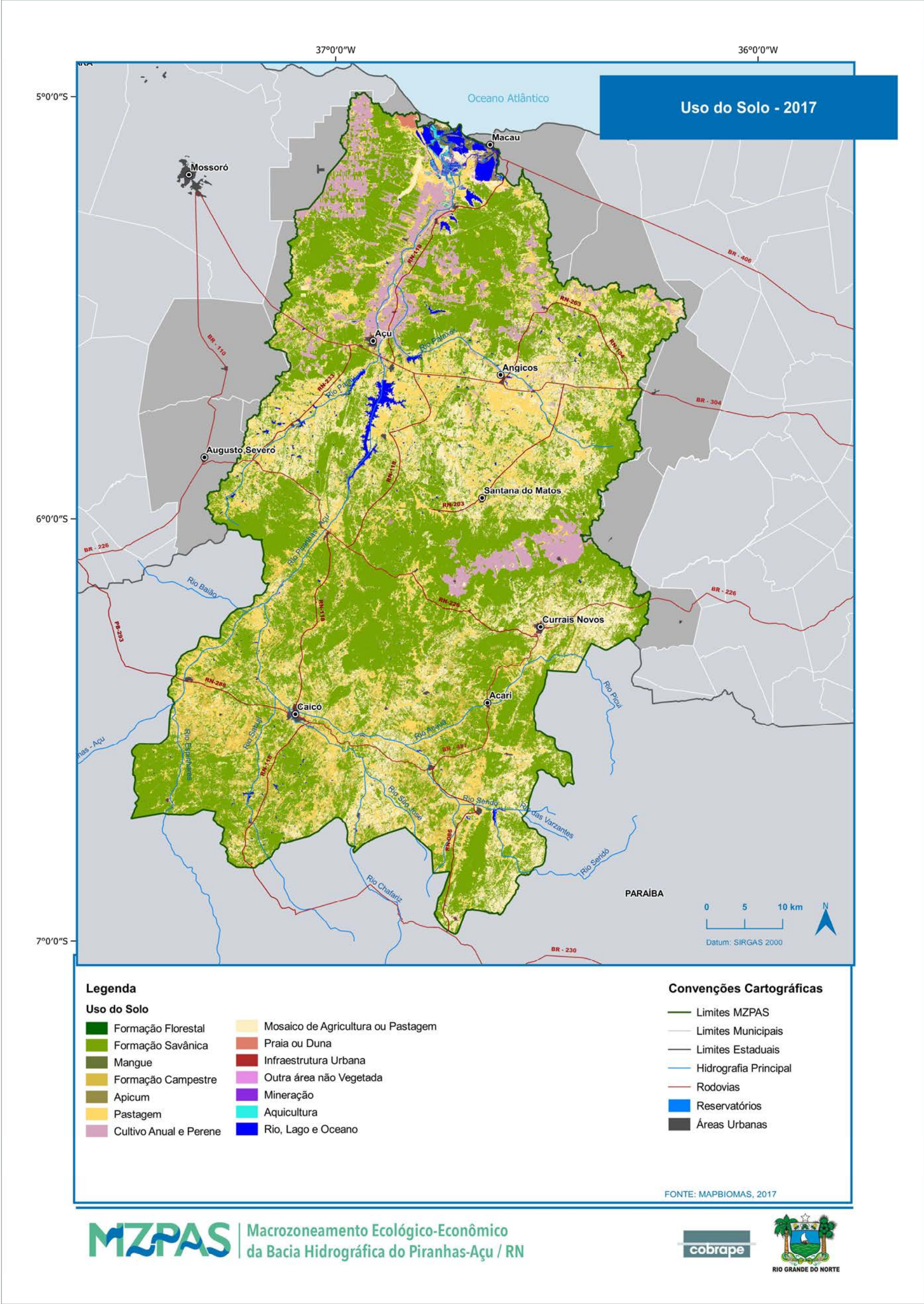
Os mapeamentos de uso e ocupação do solo utilizados para o presente exercício foram fornecidos pelo Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil (MAPBIOMAS) para os anos de 2008 e 2017, ambos da Fase 3 - Coleção 3.0, e sem nenhuma modificação em suas classes.

Dessa forma, foram mapeadas 14 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 e Rio, Lago ou Oceano.

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.

A Figura 3.9 apresenta o mapeamento do uso do solo referente ao ano de 2017 como exemplo dos passos metodológicos necessários para a aplicação do modelo SDR do InVEST.

Figura 3.9 – Uso do Solo 2017 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 por meio 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 dois de, respectivamente, 0,5 e 0,8.

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, Poliseli 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 por meio 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 3.11 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 3.11 – 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)

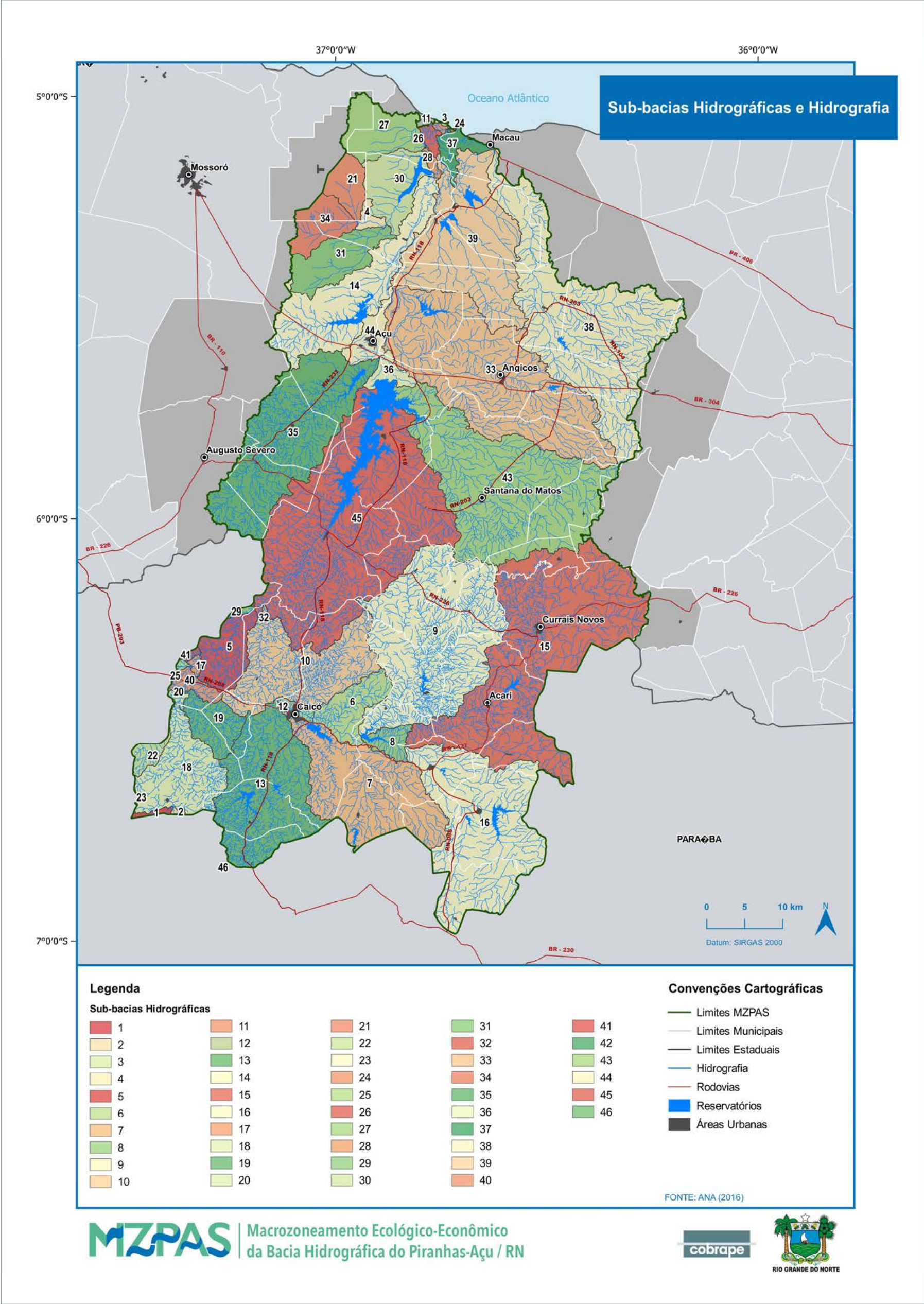
FONTE: COBRAPE, 2019.

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 17.509,06 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 3.10 apresenta estas 46 bacias hidrográficas, sendo que 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 3.10 – Sub-bacias Hidrográficas e Hidrografia na BHPA



FONTE: ANA, 2016.

3.3.1.2. Aplicação do modelo de perda de solo para a BHPA nos anos de 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.

As aplicações foram realizadas com base nos mapeamentos do MAPBIOMAS (Fase 3 - Coleção 3.0) 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 3.12.

Quadro 3.12 – Evolução de macro-categorias de uso e ocupação do solo entre 2008 e 2017

Recortes territoriais	Classes	Área em km ²	
		MAPBIOMAS 2008	MAPBIOMAS 2017
Total da porção potiguar da BHPA	Rio, lago ou oceano	622,14	249,60
	Usos naturais	10.053,72	9.623,19
	Usos agropecuários	6.689,82	7.541,79
	Outros usos não naturais	143,38	94,48
Região Imediata de Açu	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, 2020, com base em MAPBIOMAS 2008 e 2017.

3.3.1.3. Aplicação do modelo de perda de solo com hipótese conservacionista para a BHPA

Outras duas aplicações do módulo SDR do InVEST na BHPA foram realizadas com base em usos do solo hipoteticamente alterados de forma a simular, para os anos de 2008 e 2017, a imposição de uma hipótese conservacionista. Se trata, tão somente, de um exercício de simulação com vistas a avaliar o potencial de redução dos intensos processos verificados de produção de sedimentos mediante restrições de ocupação das atividades antrópicas a favor de usos naturais. A hipótese conservacionista considera duas modificações aos usos do solo de 2008 e de 2017, sendo uma relativa às áreas de preservação permanente (APP) e a outra relativa às áreas com alto e muito alto Índice de Fragilidade Ambiental (IFA), conforme se detalha na sequência.

Para as APP, realiza-se simulação que pressupõe a presença de vegetação nativa integral, conforme reza a Lei de Proteção à Vegetação Nativa (LPVN, Lei Federal nº 12.651/2012). Sob o recorte das APP, impôs-se em ambiente SIG a substituição das categorias de uso do solo antrópicas (excetuando-se as que recaem em áreas urbanas) por vegetação nativa. O Quadro 3.13 revela o quão impactante essa hipótese seria, uma vez que a contabilização das APP se traduz em um total de 119,62 mil ha da BHPA 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 ocupadas com vegetação nativa.

Quadro 3.13 – Áreas de Preservação Permanente e frações preservadas

Zonas Nível I	APP total e fração com vegetação nativa em 2017	
	Área total (ha)	Fração com vegetação nativa
Costeira	4.847	39,4%
Médio Piranhas Potiguar	11.327	50,1%
Pataxó	14.286	39,3%
Piranhas	38.007	50,4%
Seridó	45.368	53,7%
Serra de Santana	6.177	78,1%
Total	120.013	51,3%

FONTE: COBRAPE, 2020, com base em MAPBIOMAS 2017.

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*, em específico as áreas de classe 4 e 5, ou seja, que apresentam Índice de Fragilidade Ambiental (IFA) alto ou muito alto (respectivamente).

Quadro 3.14 – Áreas sob Índice de Fragilidade Ambiental alto e muito alto e frações preservadas em 2017

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	32.886	16,8%	80	6,4%
Médio Piranhas Potiguar	77.727	35,5%	10.281	7,5%
Pataxó	214.312	40,3%	19.468	11,2%
Piranhas	132.567	30,7%	3.191	17,4%
Seridó	191.573	38,0%	405	0,1%
Serra de Santana	17.428	55,6%	348	13,6%
Total	666.493	36,4%	33.773	10,5%

FONTE: COBRAPE, 2020.

As áreas de muito alta fragilidade ambiental (IFA classe 5) representam 1,9% do total da área da BHPA, sendo que sua maior concentração se dá na macrozona Pataxó (58% do total). Já as áreas com alto índice de fragilidade ambiental (IFA classe 4) representam 38,1% da área total da bacia, e se espalham de forma mais homogênea nas macrozonas. Não obstante, apresentam concentração, igualmente, na macrozona Pataxó, que congrega 32% do total. Nota-se que o uso antrópico sob as áreas de muito alta fragilidade ambiental é intenso, restando apenas 10,5% da vegetação nativa. Já quanto às áreas de alta fragilidade ambiental, o uso antrópico é menos intenso, mas também bastante notável, com 36,3% 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:

- 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 de Reserva Legal (LPVN, Lei Federal nº 12.651/2012) nas áreas com alto índice de fragilidade ambiental.

Como visto no Quadro 3.13, 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) 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 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.

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 um uso do solo distinto para cada ano em análise (2008 e 2017) para a porção potiguar da bacia hidrográfica dos rios Piancó-Piranhas-Açu sob a hipótese conservacionista, qual seja:

- Imposição de cobertura de vegetação nativa na totalidade das APP;
- Imposição de cobertura de vegetação nativa na totalidade das áreas com IFA classe 5; e
- Imposição de cobertura de vegetação nativa mínima de 20% nas áreas de IFA classe 4, excetuando-se as de mais alto potencial agrícola.

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 antrópicos, notadamente os agropecuários) para se adequarem às imposições conservacionistas ora simuladas. No Quadro 3.15, identifica-se que a macrozona Pataxó é aquela que mais teria que crescer vegetação nativa, seguida da Médio Piranhas Potiguar.

Quadro 3.15 – Variação nas áreas de cobertura de vegetação nativa

Zonas Nível I	Mapeamento de uso do solo em 2008		Mapeamento de uso do solo em 2017	
	Área hipotética coberta com vegetação nativa (ha)	Variação na cobertura da vegetação nativa em relação ao uso do solo efetivo	Área hipotética coberta com vegetação nativa (ha)	Variação 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%

FONTE: COBRAPE, 2020.

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, consequentemente, 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 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 o mapeamento do MAPBIOMAS 2017, base do MZPAS. Esta simulação se torna a linha de base da perda de solo modelada para as bacias

hidrográficas de interesse, uma vez que espelha a situação mais atual possível. Essa aproximação da realidade é também a base de comparação com a suposição conservacionista apresentada no item anterior.

As bacias hidrográficas que apresentaram perda de solo acima de 4 ton/ha/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 de 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 de 2017, apresentou valores de 0,0 a 6,98 ton/ha/ano entre as 46 bacias hidrográficas do MZPAS. Na média das bacias, a perda de solo foi de 0,89 ton/ha/ano. Na somatória da perda de solo entre todas as bacias, multiplicando suas perdas médias pela área de cada unidade territorial, chega-se a um valor total de 5,53 milhões de toneladas. No resultado ponderado pela área, o hectare médio do MZPAS perdeu, em 2017, 3,16 toneladas.

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/ha/ano e com o maior valor de 5,12 ton/ha/ano para o cenário de áreas de agricultura (compatíveis, portanto, com os resultados encontrados no presente exercício).

Os resultados obtidos pela aplicação do InVEST reforçam o caráter de severa perda de solo que é imposto pelas condições naturais e usos antrópicos desta região semiárida, não à toa incluída no rol de áreas suscetíveis à desertificação. A Figura 3.11 demonstra quais bacias resultam nas maiores perdas de solo em total de toneladas por ano.

Quadro 3.16 – Perda de solo (ton/ano) por sub-bacia hidrográfica para o ano de 2017

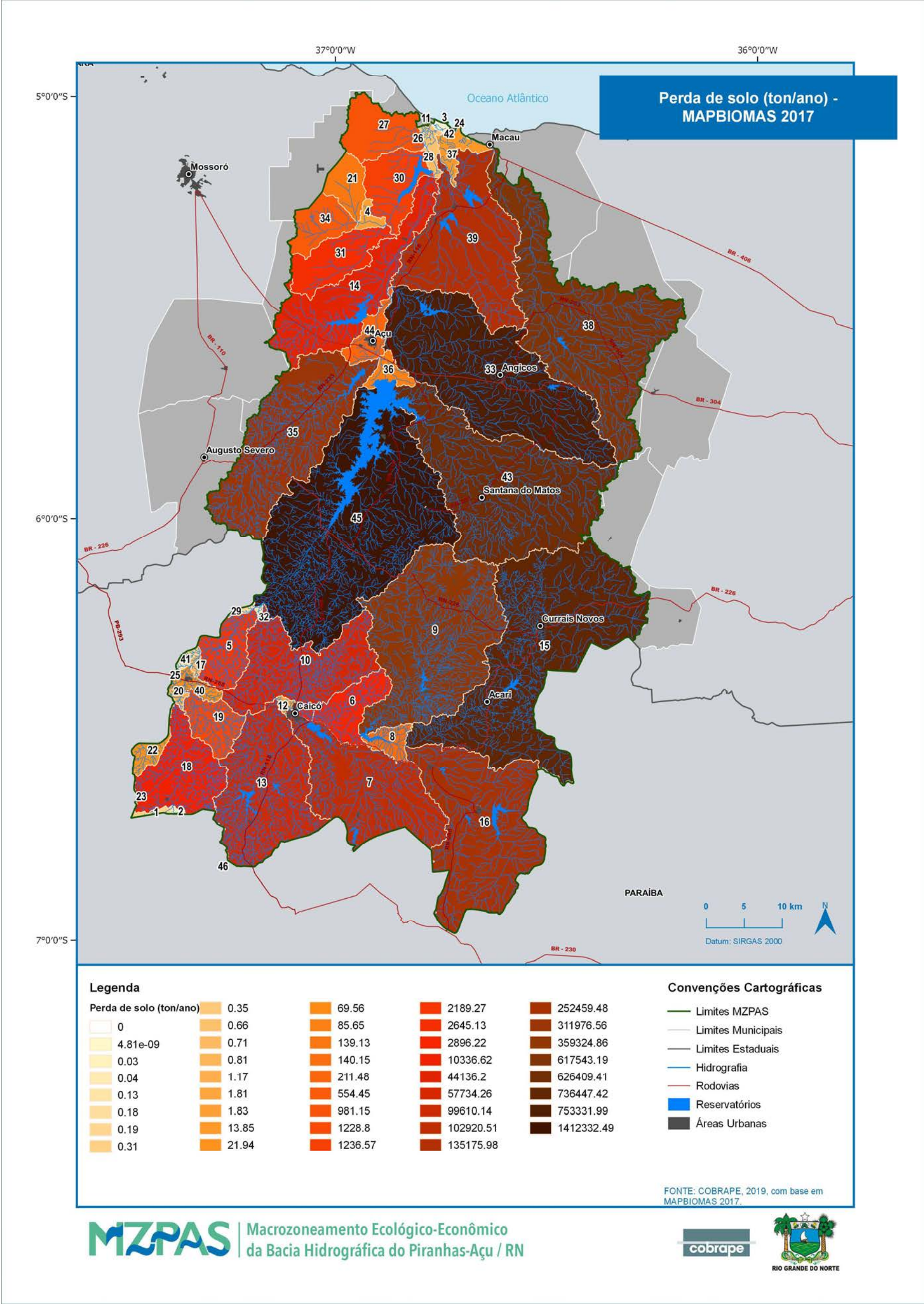
Número da sub-bacia hidrográfica	Perda de solo (ton/ano)	Número da sub-bacia hidrográfica	Perda de solo (ton/ano)
1	0,31	6	2.896,22
2	0,04	7	102.920,51
3	0,00	8	140,15
4	1,83	9	359.324,86
5	2.189,27	10	57.734,26

Número da sub-bacia hidrográfica	Perda de solo (ton/ano)
11	0,04
12	1,81
13	99.610,14
14	44.136,20
15	736.447,42
16	252.459,48
17	0,81
18	10.336,62
19	1.228,80
20	1,17
21	139,13
22	21,94
23	0,00
24	0,00
25	0,18
26	0,67
27	981,15
28	0,71

Número da sub-bacia hidrográfica	Perda de solo (ton/ano)
29	0,19
30	1.236,57
31	2.645,13
32	0,13
33	753.331,99
34	554,45
35	311.976,56
36	85,65
37	13,87
38	617.543,19
39	135.175,98
40	69,56
41	0,35
42	0,00
43	626.409,41
44	211,48
45	1.412.332,49
46	0,00

FONTE: COBRAPE, 2020.

Figura 3.11 – Perda de solo (ton/ano) – MAPBIOMAS 2017



FONTE: COBRAPE, 2020, com base em MAPBIOMAS 2017.

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 apenas ligeiramente diferente da simulação de 2017, como era de se esperar. O resultado médio de perda do solo foi de 0,88 ton/ha/ano para o MZPAS.

Na média ponderada, o resultado para o uso do solo de 2008 foi de 3,12 ton/ha/ano, compilando um total de solo perdido (no âmbito da bacia como um todo) de 5,47 milhões de toneladas. 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.

Quadro 3.17 – Perda de solo (ton/ano) por sub-bacia hidrográfica para o ano de 2008

Número da sub-bacia hidrográfica	Perda de solo (ton/ano)	Número da sub-bacia hidrográfica	Perda de solo (ton/ano)
1	0,30	24	0,00
2	0,04	25	0,18
3	0,00	26	0,56
4	1,81	27	965,42
5	2.206,27	28	0,72
6	2.869,59	29	0,19
7	101.719,25	30	1.237,47
8	140,05	31	2.620,61
9	357.811,86	32	0,12
10	56.624,28	33	749.187,52
11	0,04	34	547,08
12	1,76	35	307.477,98
13	99.151,68	36	83,66
14	43.906,32	37	14,72
15	723.824,46	38	609.767,07
16	249.608,92	39	135.700,66
17	0,81	40	70,01
18	10.320,84	41	0,35
19	1.235,03	42	0,00
20	1,17	43	614.454,26
21	139,75	44	215,85
22	22,04	45	1.394.332,59
23	0,00	46	0,00

FONTE: COBRAPE, 2020.

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 a hipótese conservacionistas

Além das simulações de base para os anos de 2008 e 2017, foram obtidos resultados realizando alterações no uso do solo em ambos os anos de acordo com a imposição da hipótese conservacionista descrita no item anterior (3.3.1.3). O Quadro 3.18 apresenta, além dos valores obtidos para os anos de 2008 e 2017, as simulações com incremento de vegetação nativa das APP e áreas de alta e muito alta fragilidade ambiental.

Quadro 3.18 – Comparação entre os resultados de Perda de Solo (mil ton/ano)

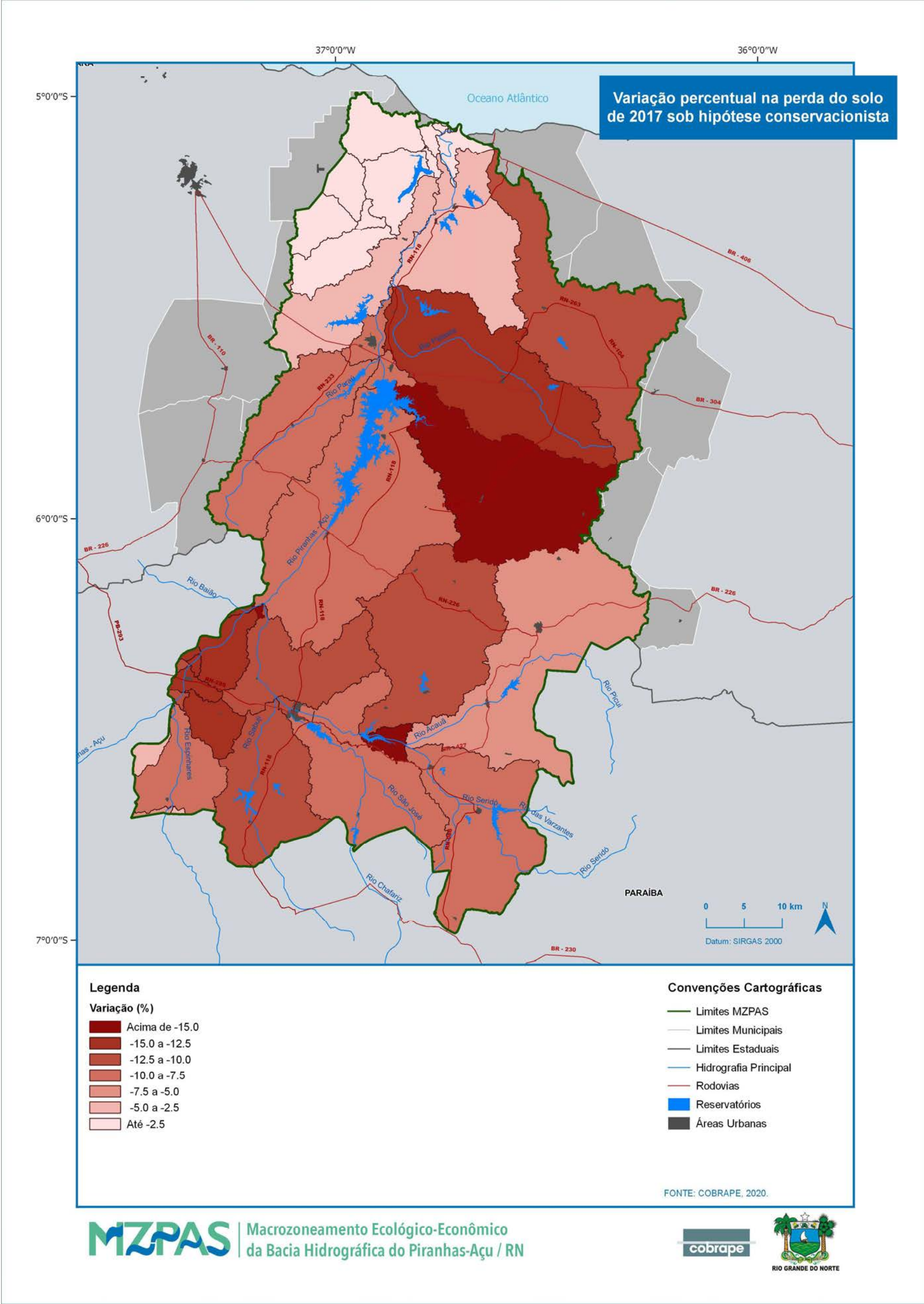
Ano	Uso do solo original	Imposição da hipótese conservacionista	
	(mil ton/ano)	(mil ton/ano)	var. %
2008	5.466	4.697	-14,07%
2017	5.532	4.953	-10,47%

FONTE: COBRAPE, 2020.

As regiões que apresentaram as mais significativas diferenças de perda do solo nas simulações com as áreas incrementais de conservação correspondem, por certo, àquelas com as maiores incidências de áreas de proteção permanente. Por exemplo, a bacia hidrográfica de 7,5 mil ha que ocorre no município de São José do Seridó (cód. 75627289) obteve uma redução de 17,3% com a aplicação da hipótese conservacionista. Outra área que é bastante sensível é a do Seridó, correspondente aos municípios de Equador e Parelhas (bacia hidrográfica cód. 756281434, de 106,09 mil ha): a hipótese conservacionista consegue reduzir a produção de sedimentos em 8,72%.

A Figura 3.12 apresenta, por bacia hidrográfica, a diferença sobre o uso do solo de 2017 que a imposição da hipótese conservacionista faz em termos de redução percentual de produção de sedimentos.

Figura 3.12 – Variação percentual na perda do solo de 2017 sob hipótese conservacionista



FONTE: COBRAPE, 2020, com base em MAPBIOMAS 2017.

Os resultados da análise realizada permitem inferir que a variação de vegetação nativa ocorrida entre 2008 e 2017, de -4,3%, alterou apenas em uma pequena fração a produção de sedimentos total (1,2%), uma vez que tal perda de vegetação se deu de forma bastante dispersa no território e não necessariamente em áreas estratégicas. Por outro lado, a conservação de áreas prioritárias para a provisão de serviços de retenção de sedimentos, 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.

A imposição da hipótese 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, que atinge 10,5%. 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.

Muito embora o resultado da hipotética imposição conservacionista revele 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 corroboram com a fragilidade ambiental da região, que sofre com os processos - lentos porém inexoráveis - de desertificação. Ou seja, *ceteris paribus*, mesmo a imposição da hipótese conservacionista consegue apenas retardar a produção de sedimentos. Os quadros abaixo reportam, respectivamente, os resultados da perda de solo por sub-bacia hidrográfica para os anos de 2008 e 2017 com a imposição da hipótese conservacionista.

Quadro 3.19 – Perda de solo (ton/ano) por sub-bacia hidrográfica para o ano de 2008 com imposição da hipótese conservacionista

Número da sub-bacia hidrográfica	Perda de solo (ton/ano)	Número da sub-bacia hidrográfica	Perda de solo (ton/ano)
1	0,26	16	193.670,31
2	0,03	17	0,62
3	0,00	18	8.737,60
4	1,94	19	735,74
5	1.684,05	20	0,83
6	2.208,20	21	135,19
7	84.588,75	22	21,29
8	100,03	23	0,00
9	283.697,22	24	0,00
10	42.309,88	25	0,16
11	0,03	26	1,01
12	1,42	27	792,96
13	76.736,33	28	0,73
14	44.377,25	29	0,13
15	590.386,96	30	1.205,59

Número da sub-bacia hidrográfica	Perda de solo (ton/ano)
31	2.220,86
32	0,10
33	592.958,06
34	581,99
35	267.420,85
36	74,84
37	16,11
38	578.185,63

Número da sub-bacia hidrográfica	Perda de solo (ton/ano)
39	138.713,97
40	52,21
41	0,25
42	0,00
43	499.841,06
44	187,39
45	1.285.523,85
46	0,00

FONTE: COBRAPE, 2020.

Quadro 3.20 – Perda de solo (ton/ano) por sub-bacia hidrográfica para o ano de 2017 com a imposição da hipótese conservacionista

Número da sub-bacia hidrográfica	Perda de solo (ton/ano)	Número da sub-bacia hidrográfica	Perda de solo (ton/ano)
1	0,29	24	0,00
2	0,04	25	0,16
3	0,00	26	0,83
4	1,83	27	972,02
5	1.894,80	28	0,72
6	2.632,00	29	0,17
7	94.207,18	30	1.222,27
8	115,85	31	2.636,34
9	319.856,46	32	0,11
10	51.739,81	33	643.375,64
11	0,04	34	551,67
12	1,61	35	281.091,75
13	88.978,59	36	78,82
14	42.112,71	37	15,94
15	688.999,99	38	547.405,11
16	230.432,63	39	130.961,47
17	0,70	40	60,23
18	9.503,82	41	0,30
19	1.067,53	42	0,00
20	1,03	43	523.631,39
21	138,62	44	192,81
22	21,29	45	1.289.271,13
23	0,00	46	0,00

FONTE: COBRAPE, 2020.

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 dos rios 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 do rio Piranhas-Açu foi identificado, no *Produto 04 – Documento Síntese e 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 BHPA, 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 3.3.3.2) 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 o 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.

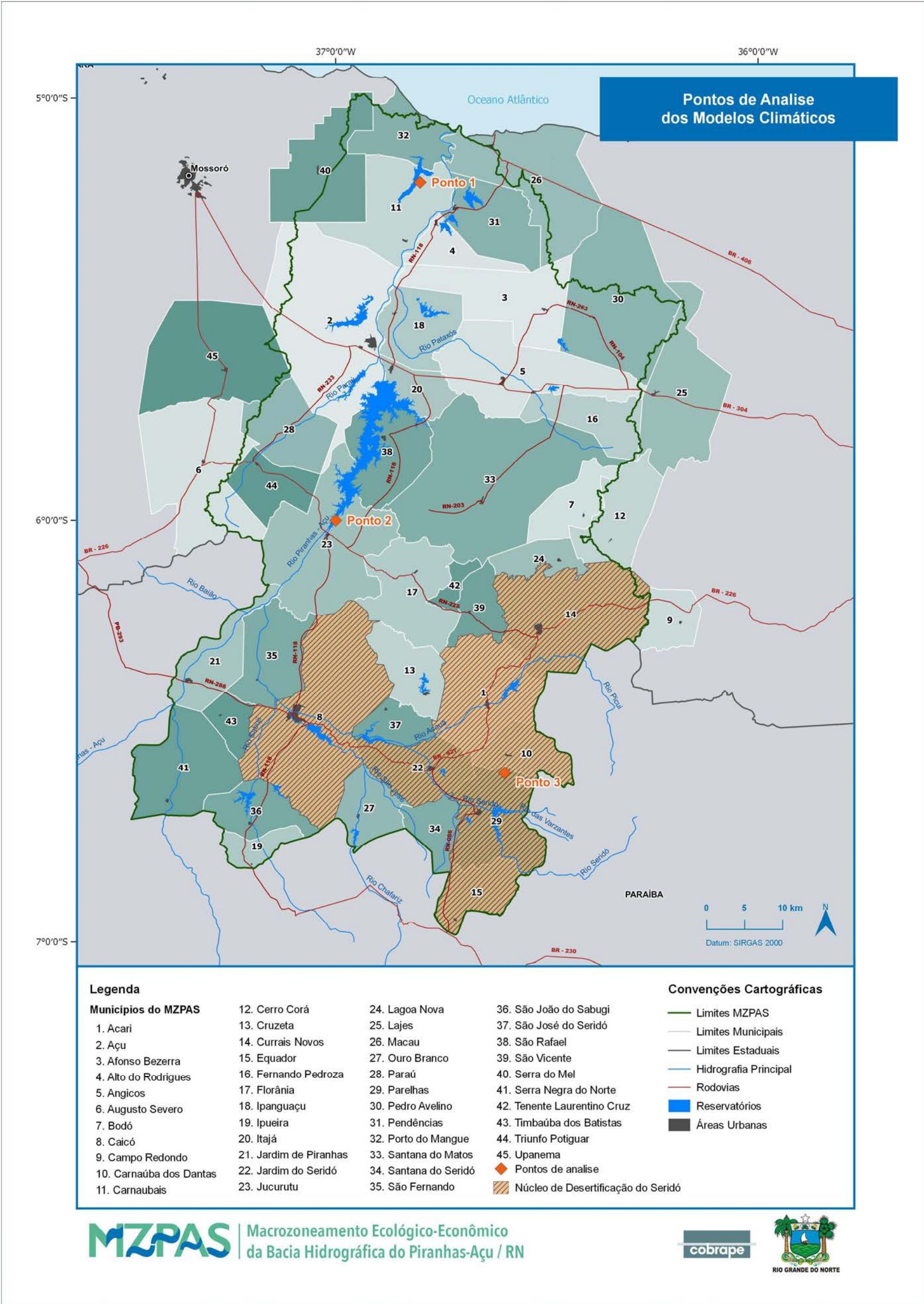
Para a análise foram identificados três pontos distribuídos dentro do limite do MZPAS, conforme o Quadro 3.10 e a Figura 3.13 com suas respectivas coordenadas geográficas. Para cada ponto foram analisadas as variáveis climáticas referentes ao número máximo de dias consecutivos sem chuva no ano, precipitação total anual, temperatura do ar a 2 metros e intensidade do vento a 100 metros de altura. Os dados de cada variável foram representados por meio de gráficos para os cenários RCP 4.5 e RCP 8.5, resultando em 24 gráficos gerados.

Quadro 3.21 – 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, 2020.

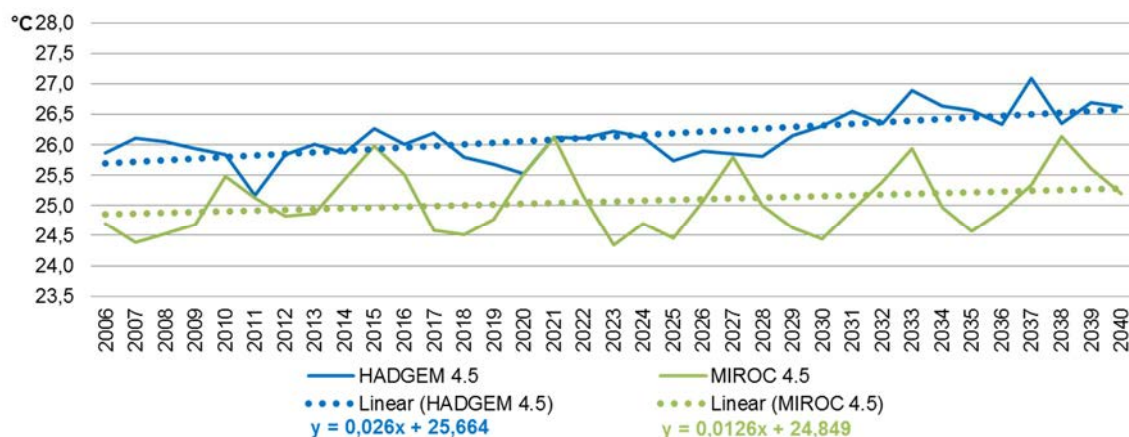
Figura 3.13 – Pontos de análise dos modelos climáticos



FONTE: COBRAPE, 2020.

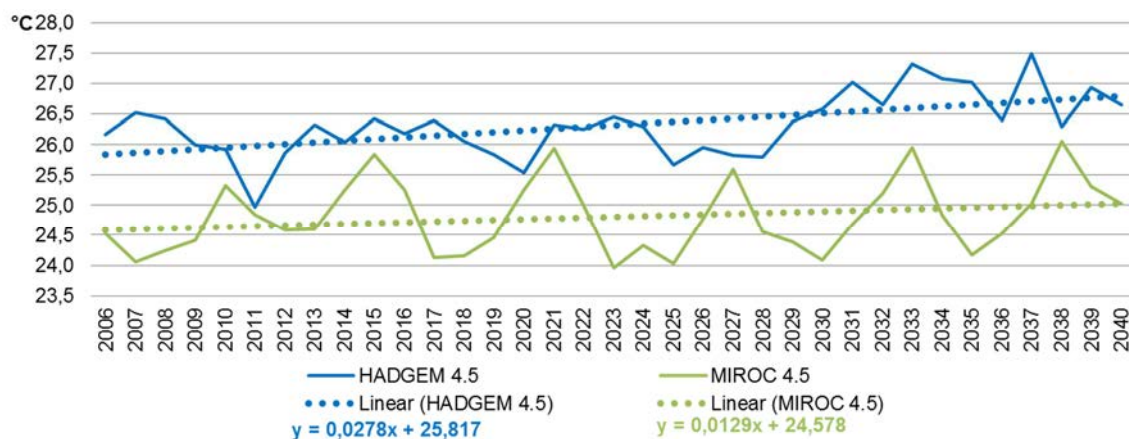
Atualmente, a variável climática de maior evidência se refere à temperatura e seu aumento gradual. Como esperado, no cenário RCP 4.5, os modelos projetam um aumento anual na temperatura média variando de 0,0124°C a 0,0278°C, sendo a maior taxa referente ao modelo climatológico Eta-HadGEM2 correspondente ao Ponto 2 (Figura 3.15). Abaixo estão os gráficos correspondentes a cada ponto analisado.

Figura 3.14 – Simulação de temperatura a 2 metros no RCP 4.5 referente ao Ponto 1



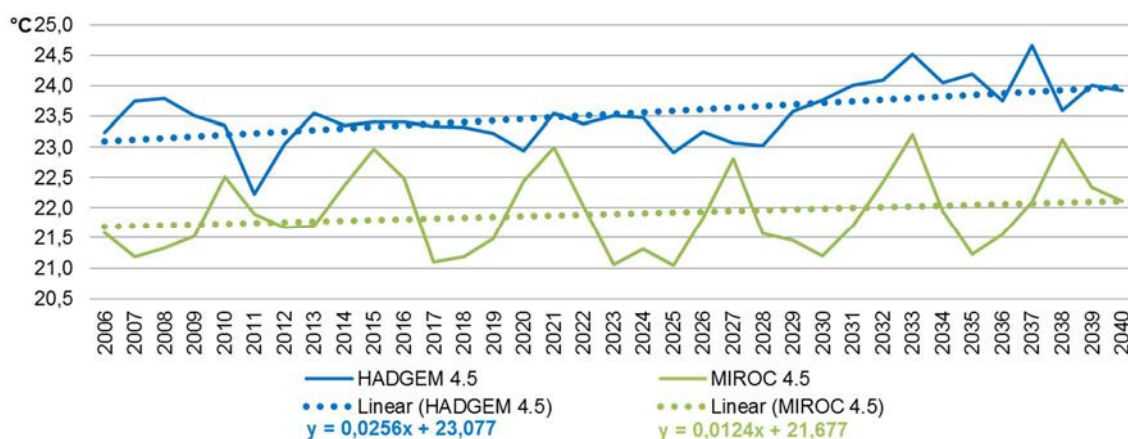
FONTE: INPE, 2019.

Figura 3.15 – Simulação de temperatura a 2 metros no RCP 4.5 referente ao Ponto 2



FONTE: INPE, 2019.

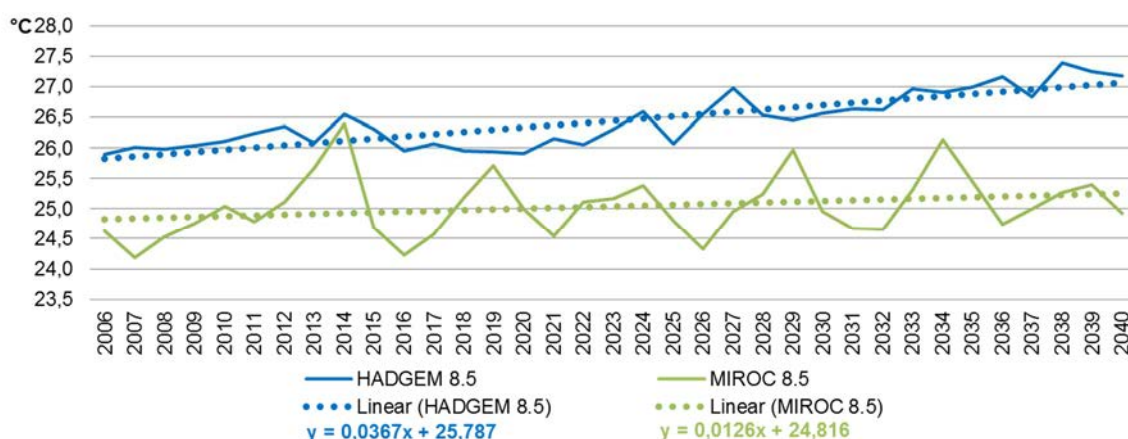
Figura 3.16 – Simulação de temperatura a 2 metros no RCP 4.5 referente ao Ponto 3



Fonte: INPE, 2019.

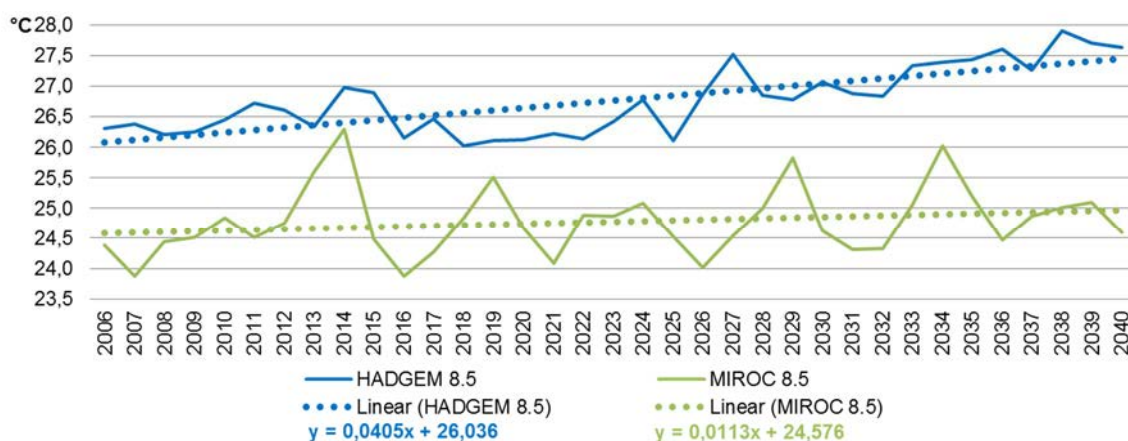
Já o cenário RCP 8.5, tido como mais pessimista, apresenta simulações das variações de temperatura entre os valores de 0,0113°C e 0,0422°C, sendo o valor máximo para o modelo Eta-HadGEM2 de 0,0422°C correspondente ao Ponto 3 (Figura 3.19) e para o modelo Eta-MIROC5 de 0,0126°C correspondente ao Ponto 1 (Figura 3.17).

Figura 3.17 – Simulação de temperatura a 2 metros no RCP 8.5 referente ao Ponto 1



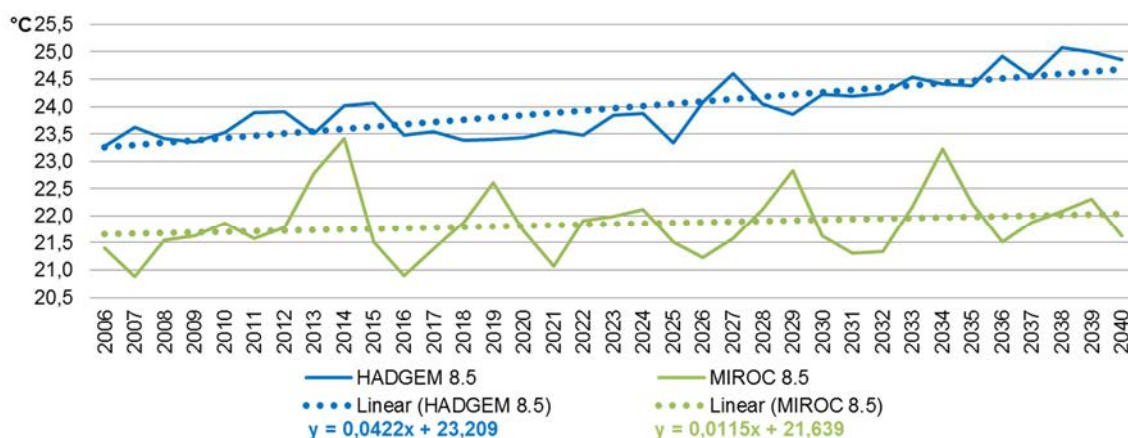
Fonte: INPE, 2019.

Figura 3.18 – Simulação de temperatura a 2 metros no RCP 8.5 referente ao Ponto 2



Fonte: INPE, 2019.

Figura 3.19 – Simulação de temperatura a 2 metros no RCP 8.5 referente ao Ponto 3

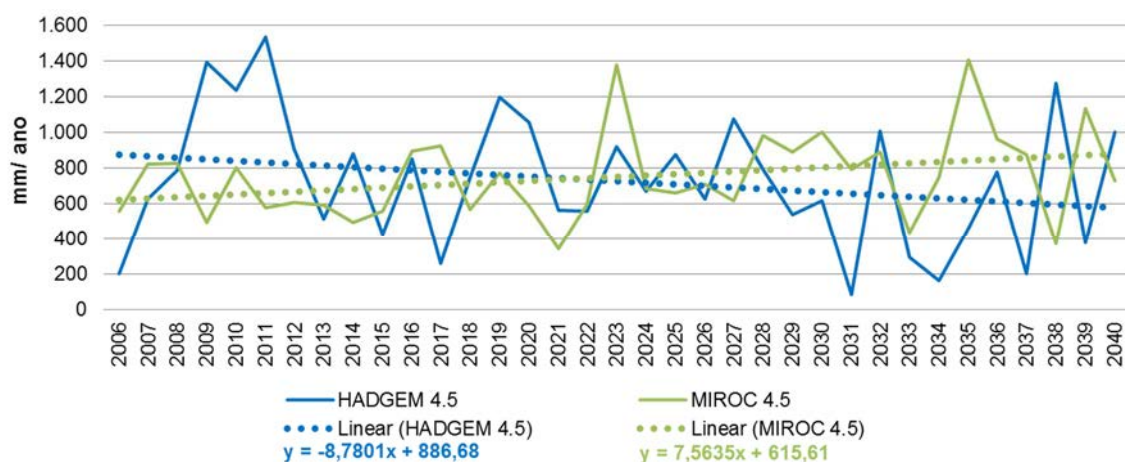


Fonte: INPE, 2019.

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 3.21), 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.

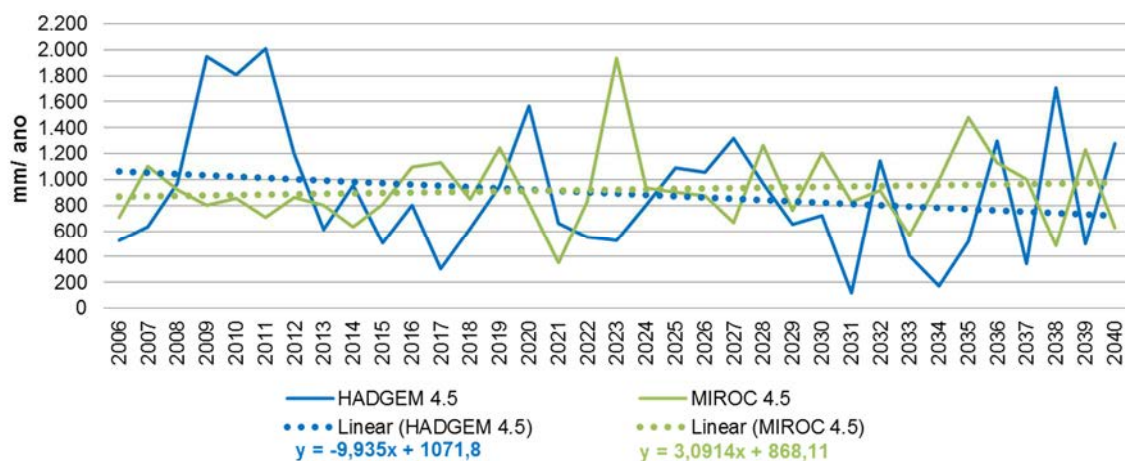
O grau de variação tendencial dos modelos se inverte, onde um está apontando para a redução e o outro para o crescimento, esta inversão se deve às premissas metodológicas dos modelos, que não são iguais, portanto, acabam apresentando resultados diferenciados dependendo do cenário estudado.

Figura 3.20 – Simulação da precipitação anual no RCP 4.5 referente ao Ponto 1



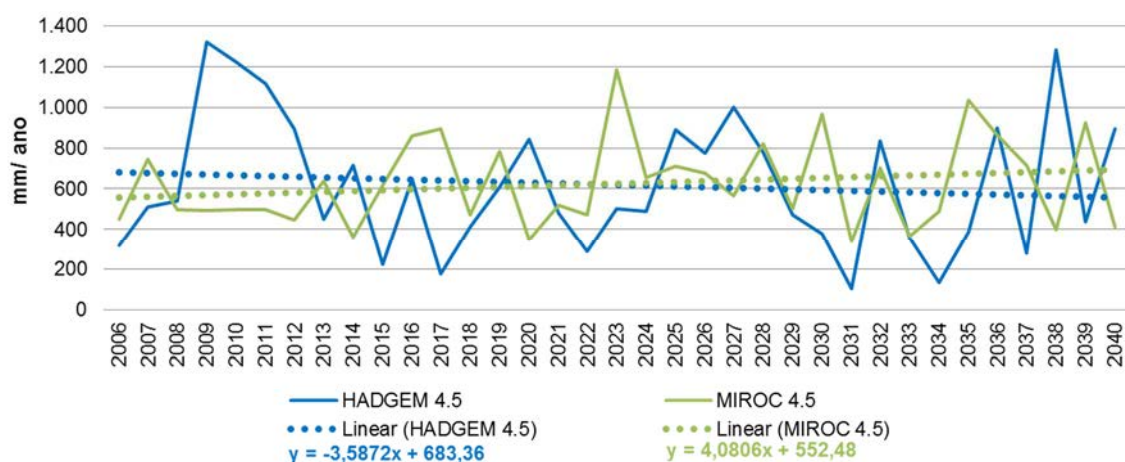
Fonte: INPE, 2019.

Figura 3.21 – Simulação da precipitação anual no RCP 4.5 referente ao Ponto 2



Fonte: INPE, 2019.

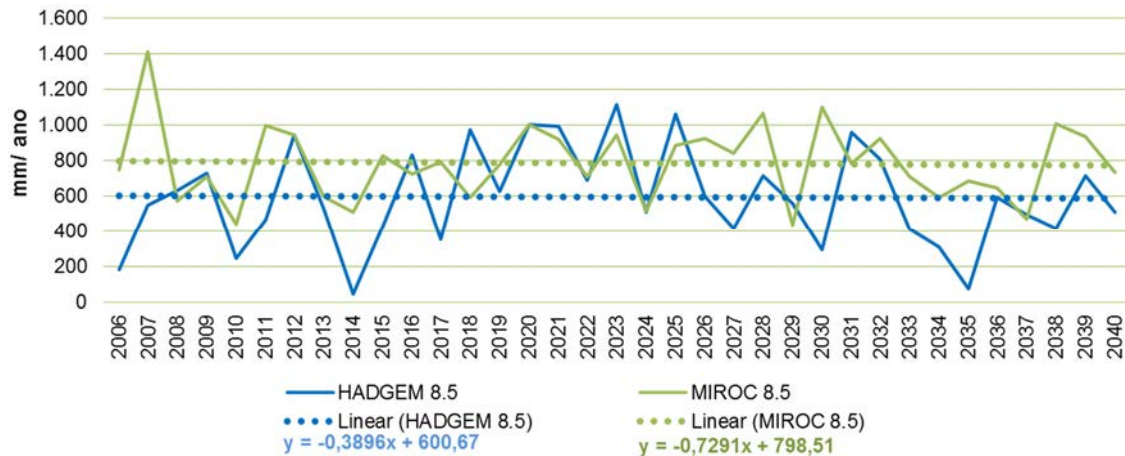
Figura 3.22 – Simulação da precipitação anual no RCP 4.5 referente ao Ponto 3



Fonte: INPE, 2019.

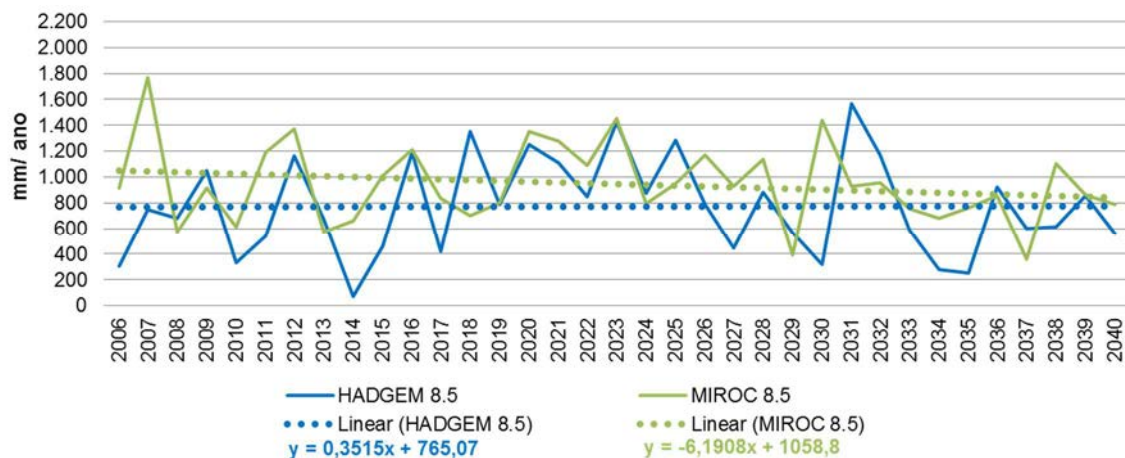
No cenário RCP 8.5 os modelos climáticos apresentaram linhas tendenciais diferentes para cada ponto analisado. No Ponto 1 (Figura 3.23) ambos apresentaram a mesma linha tendencial, representando um decaimento na precipitação anual. Já para o Ponto 2 (Figura 3.24), o modelo inglês apresentou um aumento de 0,35mm por ano enquanto o modelo japonês um decréscimo de 6,19mm anual. Assim como no ponto anterior, o Ponto 3 (Figura 3.25) 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 3.23 – Simulação da precipitação anual no RCP 8.5 referente ao Ponto 1



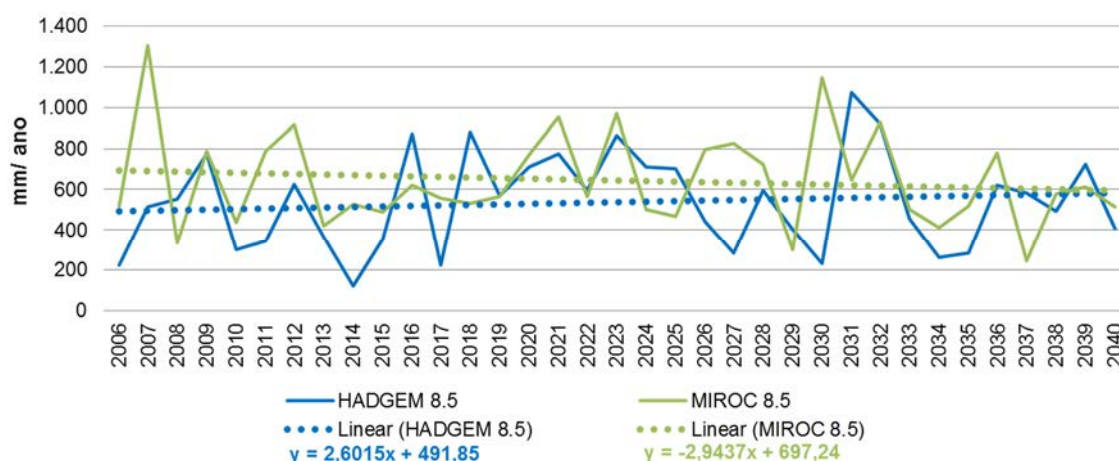
Fonte: INPE, 2019.

Figura 3.24 – Simulação da precipitação anual no RCP 8.5 referente ao Ponto 2



Fonte: INPE, 2019.

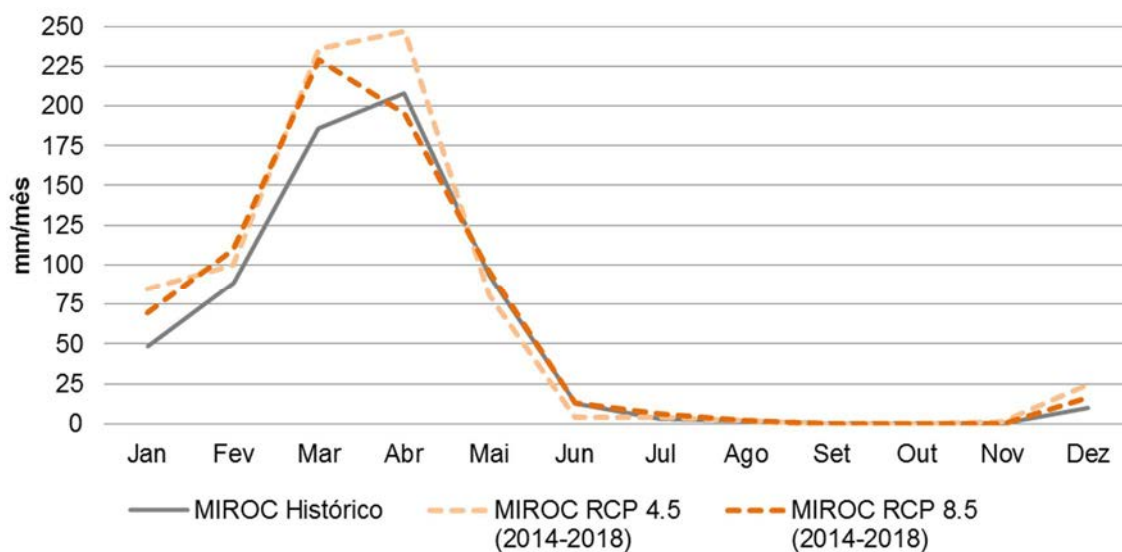
Figura 3.25 – Simulação da precipitação anual no RCP 8.5 referente ao Ponto 3



Fonte: INPE, 2019.

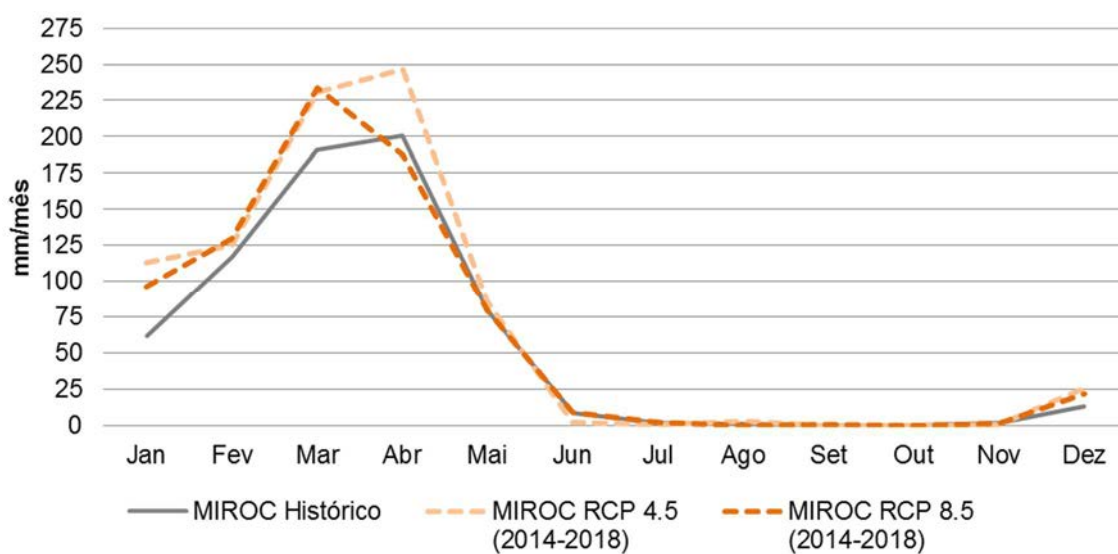
No que tange a sazonalidade mensal das precipitações, novamente os resultados simulados dos modelos apresentaram respostas diferenciadas, porém não muito distantes do padrão atual, com verões mais volumosos e invernos mais secos, conforme as Figura 3.26 a Figura 3.31.

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



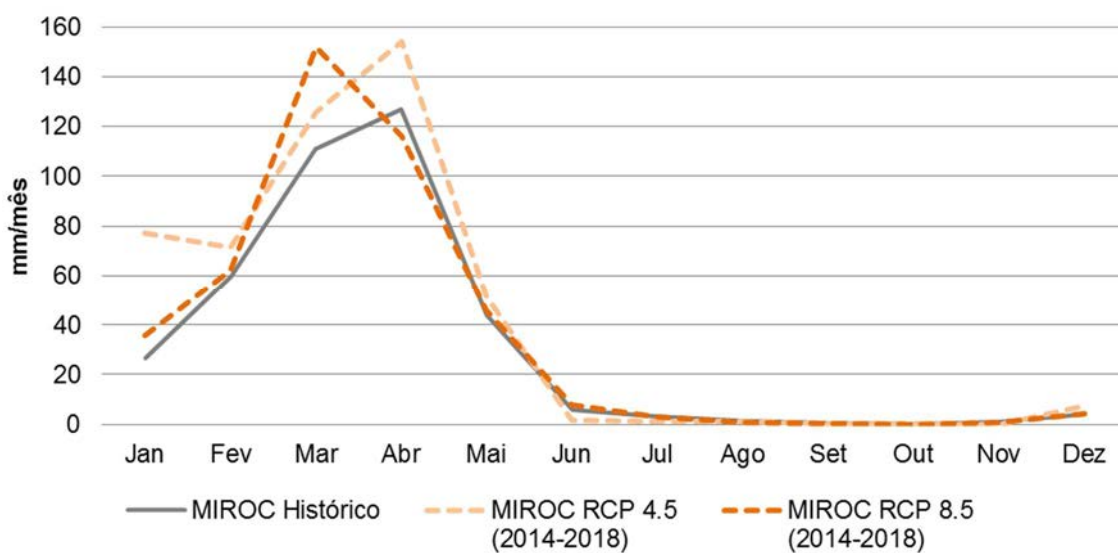
Fonte: INPE, 2019.

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



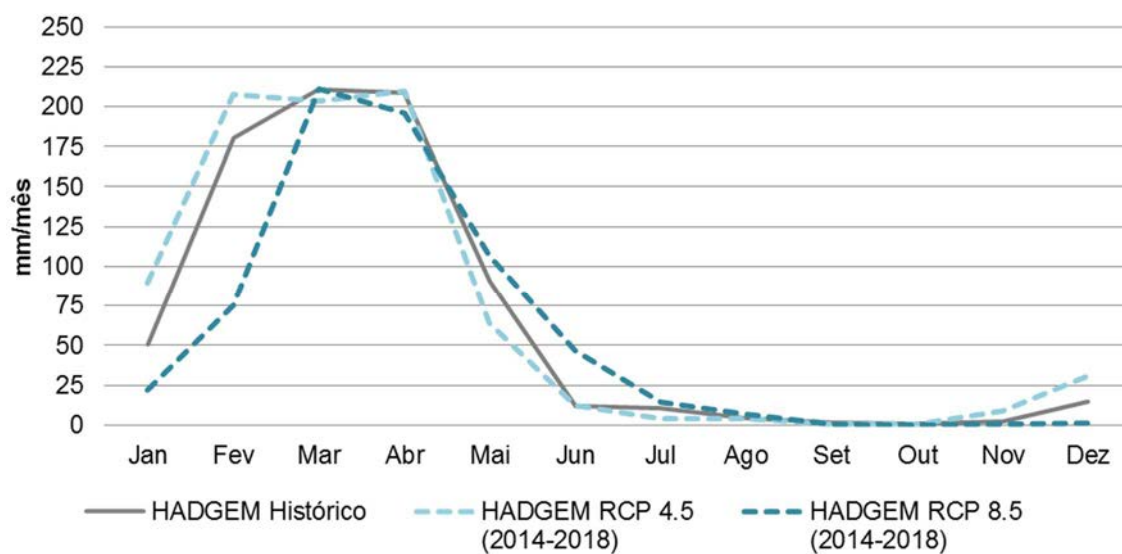
Fonte: INPE, 2019.

Figura 3.28 – Sazonalidade anual das precipitações pelo modelo MIROC para o Ponto 2



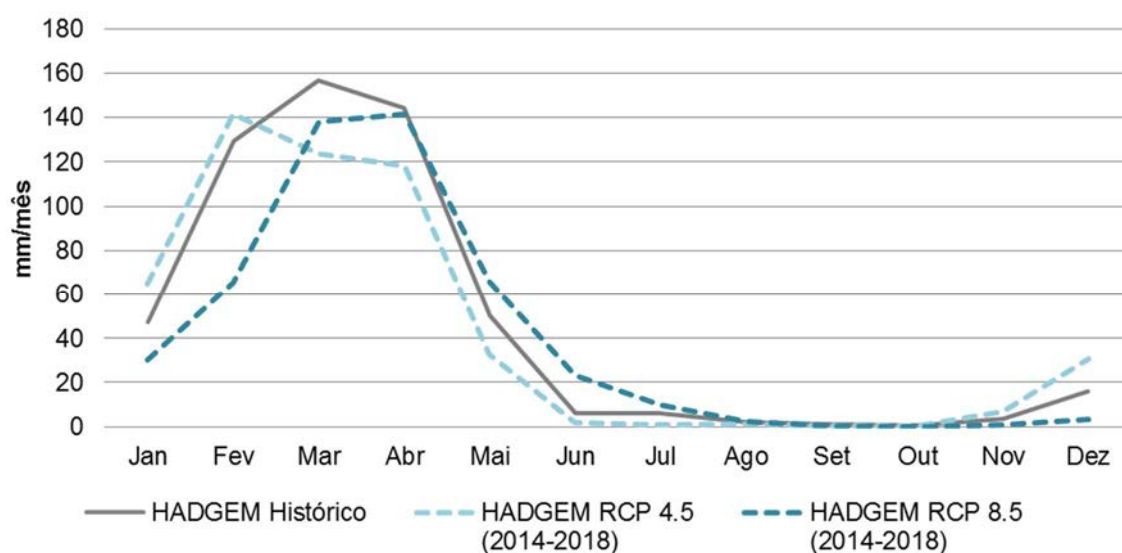
Fonte: INPE, 2019.

Figura 3.29 – Sazonalidade anual das precipitações pelo modelo HADGEM para o Ponto 1



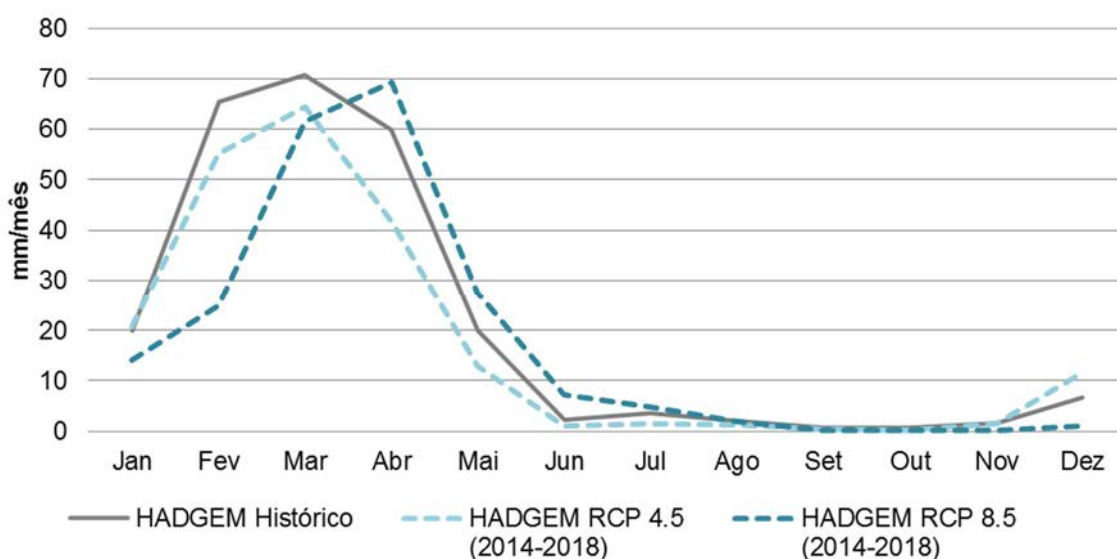
Fonte: INPE, 2019.

Figura 3.30 – Sazonalidade anual das precipitações pelo modelo HADGEM para o Ponto 2



Fonte: INPE, 2019.

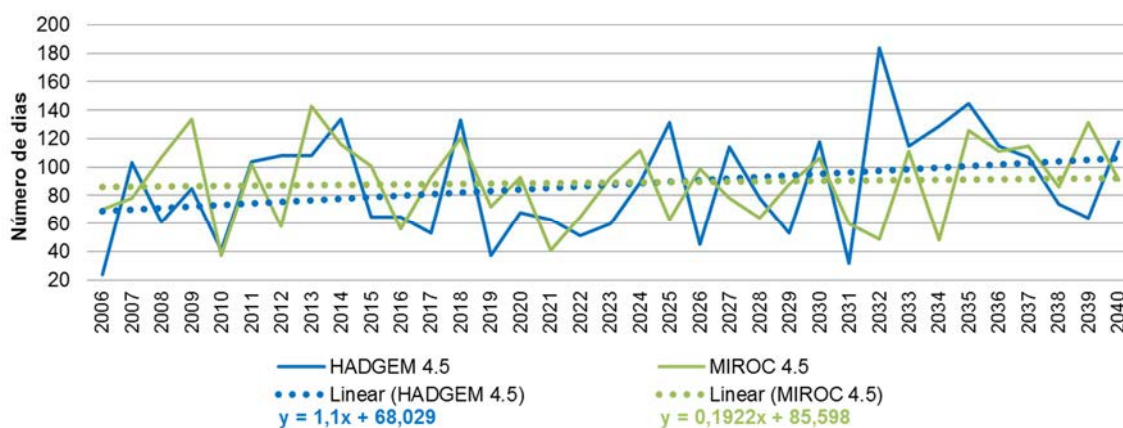
Figura 3.31 – Sazonalidade anual das precipitações pelo modelo HADGEM para o Ponto 3



Fonte: INPE, 2019.

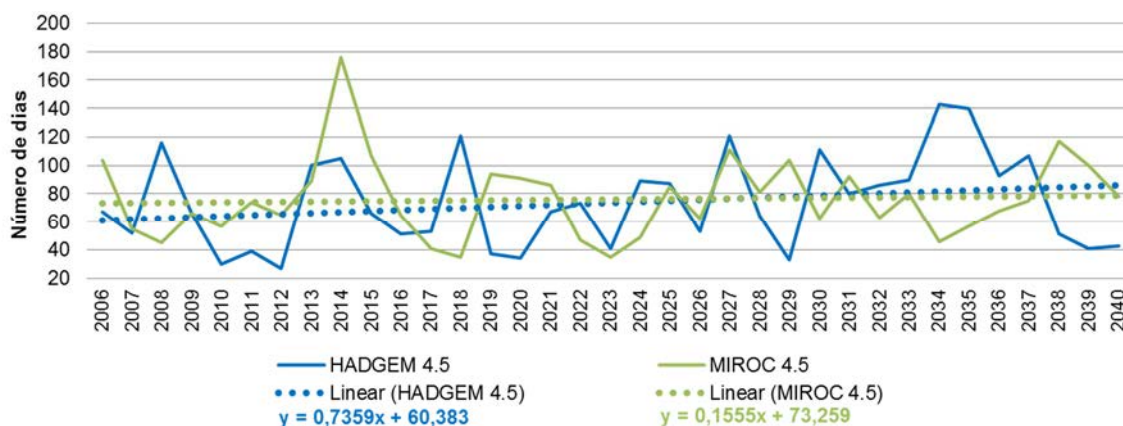
Diferentemente das tendências desencontradas para a precipitação, nas simulações com a variável de número de dias consecutivos sem chuva, os modelos apresentaram plena convergência. Com base no cenário otimista (RCP 4.5), o modelo Eta-MIROC5 apresentou um decréscimo de até 3,8% nos dias consecutivos 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 3.34) 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 3.32 – Simulação do número de dias consecutivos sem chuva no RCP 4.5 para o Ponto 1



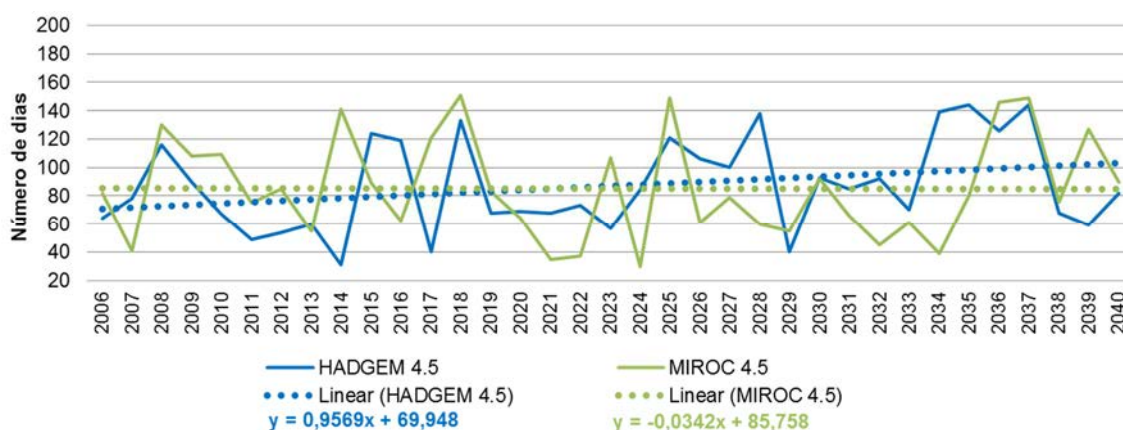
Fonte: INPE, 2019.

Figura 3.33 – Simulação do número de dias consecutivos sem chuva no RCP 4.5 para o Ponto 2



Fonte: INPE, 2019.

Figura 3.34 – Simulação do número de dias consecutivos sem chuva no RCP 4.5 para o Ponto 3

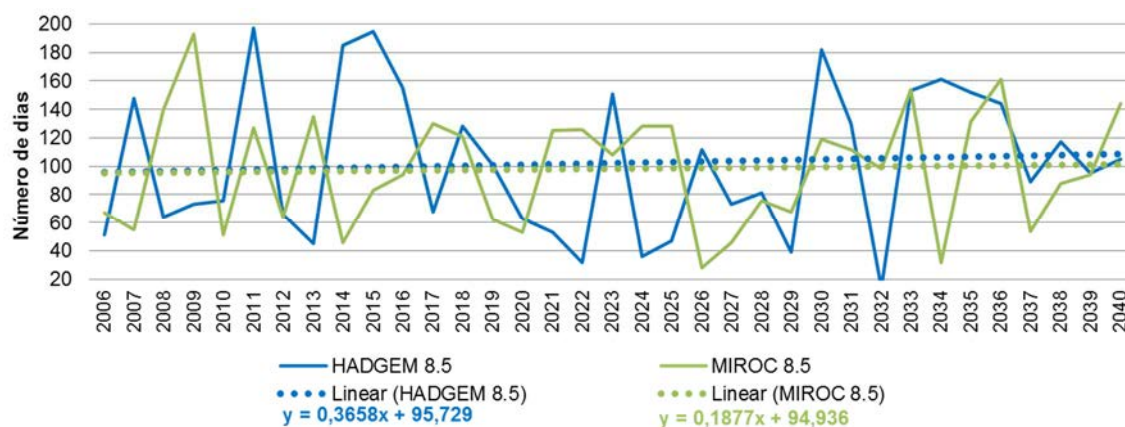


Fonte: INPE, 2019.

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.

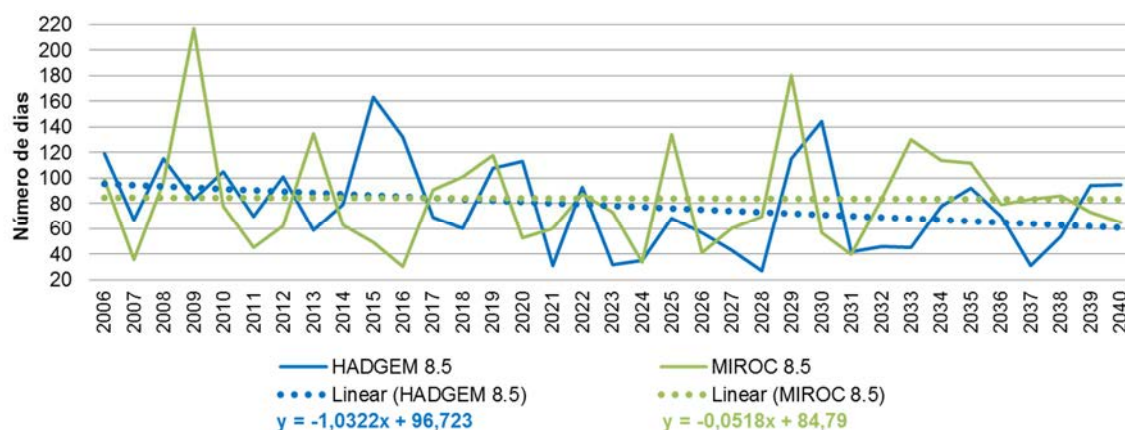
Os modelos seguem a mesma linha de tendência para o mesmo ponto analisado, por exemplo, no Ponto 1 (Figura 3.35) ambos apresentam tendência no aumento de dias consecutivos sem chuva, enquanto no Ponto 3 (Figura 3.37) os dias sem chuva diminuíram.

Figura 3.35 – Simulação do número de dias consecutivos sem chuva no RCP 8.5 para o Ponto 1



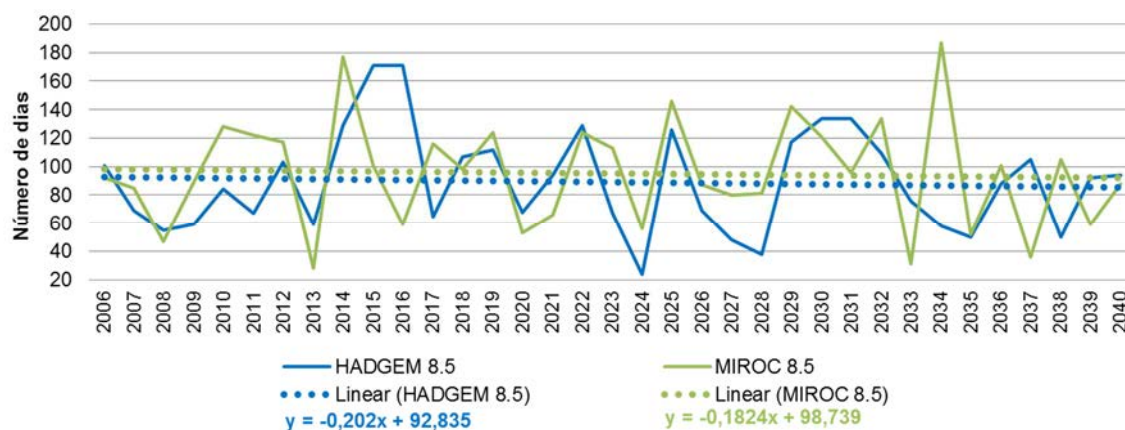
Fonte: INPE, 2019.

Figura 3.36 – Simulação do número de dias consecutivos sem chuva no RCP 8.5 para o Ponto 2



Fonte: INPE, 2019.

Figura 3.37 – Simulação do número de dias consecutivos sem chuva no RCP 8.5 para o Ponto 3

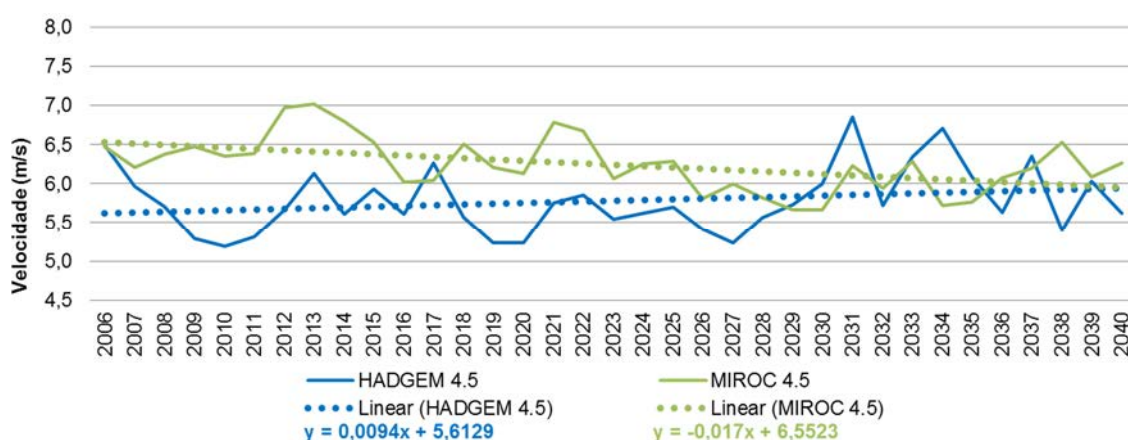


Fonte: INPE, 2019.

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.

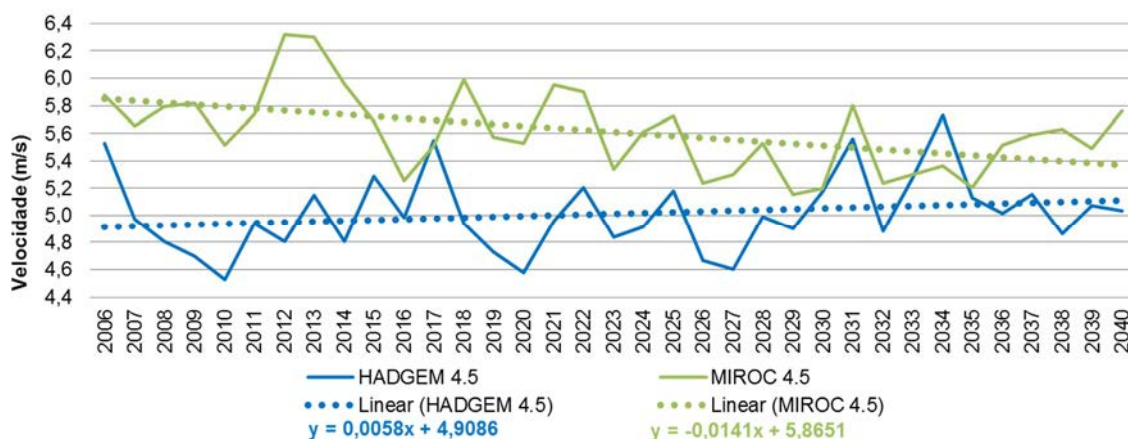
No ponto localizado na região norte do município de Parelhas, inserido dentro do limite do Núcleo de Desertificação do Seridó, é o que possui a maior variação entre os modelos. O Ponto 1 (Figura 3.38), localizado o mais próximo das regiões dos complexos eólicos, apresenta para o modelo Eta-HadGEM2 um aumento de 0,0094m/s, enquanto o modelo japonês projeta o decréscimo de 0,017m/s para os próximos anos.

Figura 3.38 – Simulação da intensidade do vento em 100 metros no RCP 4.5 referente ao Ponto 1



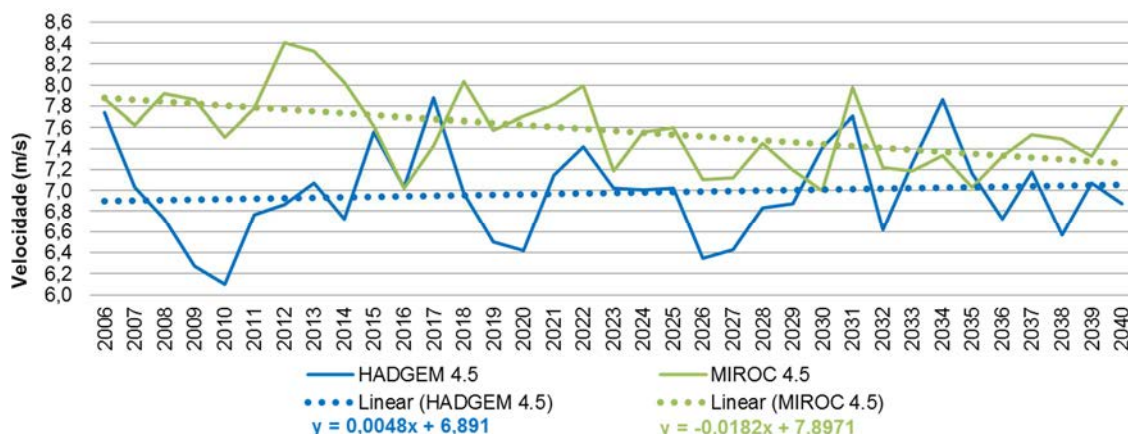
Fonte: INPE, 2019.

Figura 3.39 – Simulação da intensidade do vento em 100 metros no RCP 4.5 referente ao Ponto 2



Fonte: INPE, 2019.

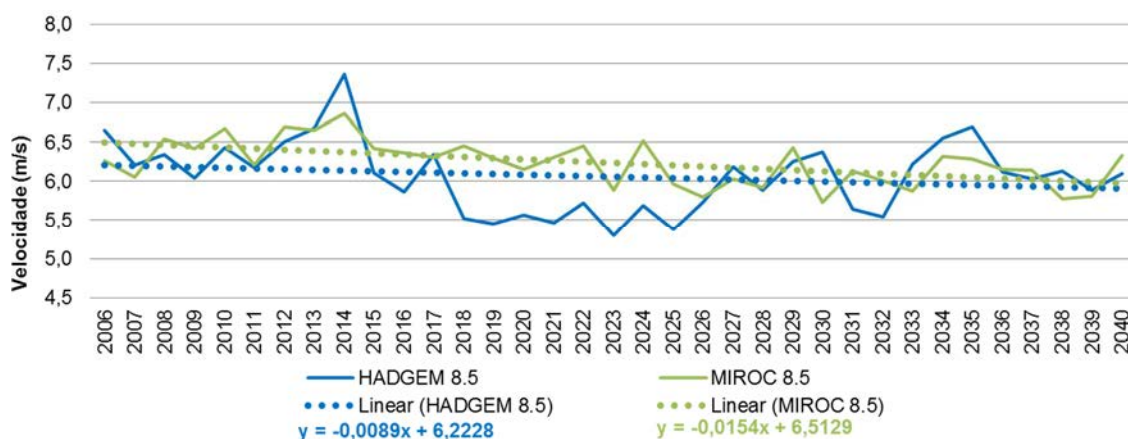
Figura 3.40 – Simulação da intensidade do vento em 100 metros no RCP 4.5 referente ao Ponto 3



Fonte: INPE, 2019.

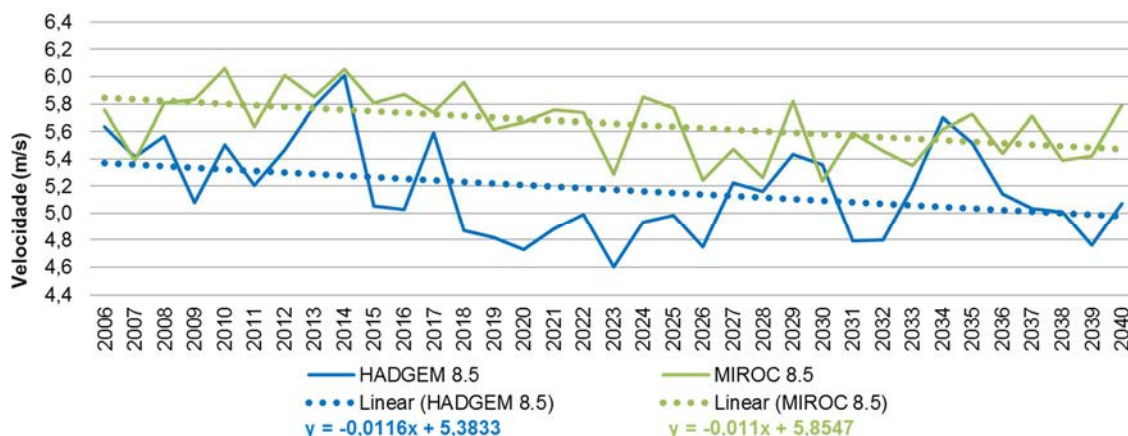
Já o cenário RCP 8.5 apresenta linhas tendenciais convergentes entre os modelos, com gráficos projetando decréscimos significativos na intensidade do vento. Para o Ponto 1 por exemplo, projetou-se para o ano de 2040 um decréscimo de aproximadamente 0,5m/s, conforme Figura 3.41, o que acarretará na diminuição de geração de energia eólica.

Figura 3.41 – Simulação da intensidade do vento em 100 metros no RCP 8.5 referente ao Ponto 1



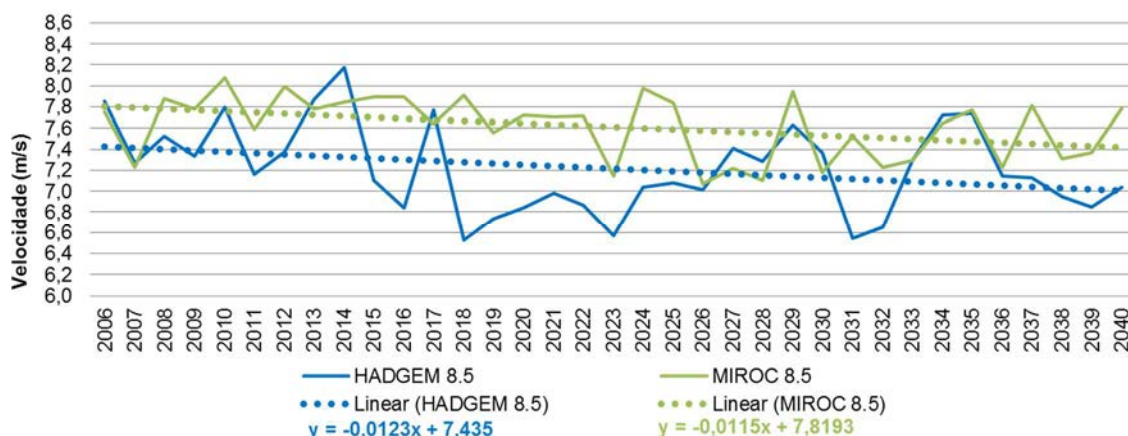
Fonte: INPE, 2019.

Figura 3.42 – Simulação da intensidade do vento em 100 metros no RCP 8.5 referente ao Ponto 2



Fonte: INPE, 2019.

Figura 3.43 – Simulação da intensidade do vento em 100 metros no RCP 8.5 referente ao Ponto 3



Fonte: INPE, 2019.

3.3.3.2. 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 a 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 forças 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, viabilizasse 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, consequentemente, 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.

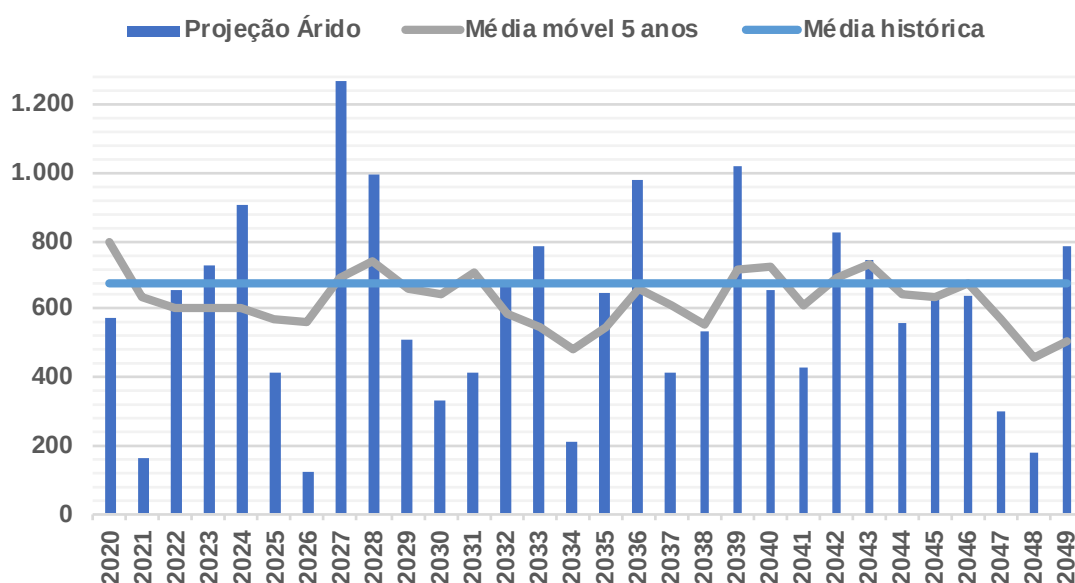
A partir dessa metodologia adotada por FGV (2018), aqui adaptada para leitura dos municípios potiguares da BHPA e no horizonte temporal dos vinte próximos anos, os cenários consensuais de vazões futuras foram obtidos e passam a se constituir, a partir de informações historicamente observadas, como os 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 3.44 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 3.44 – Precipitação anual no cenário de mudança do clima Árido (mm)

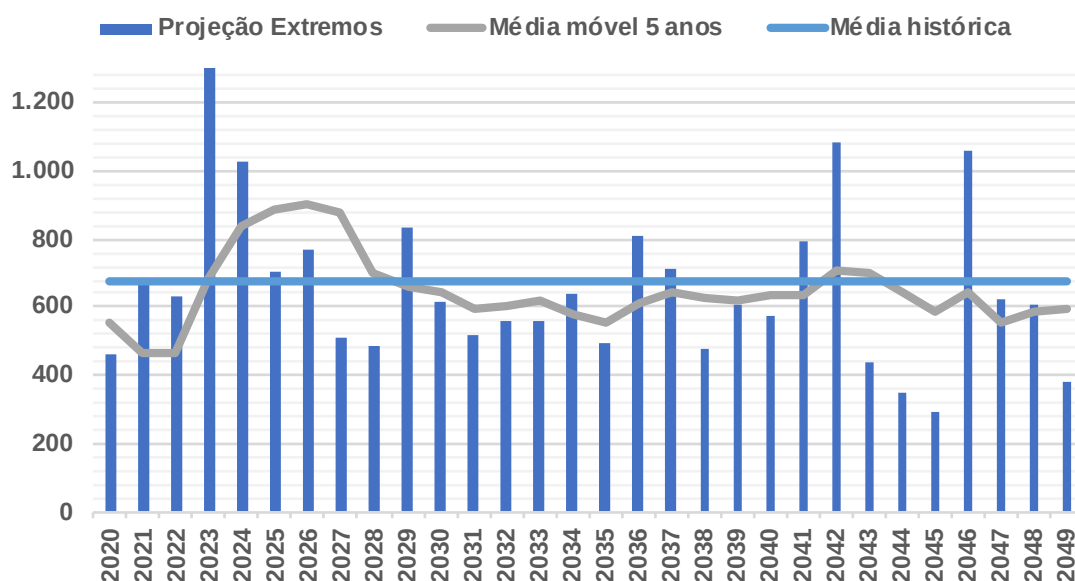


FONTE: COBRAPE, 2020, com base em FUNCEME (2015).

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.

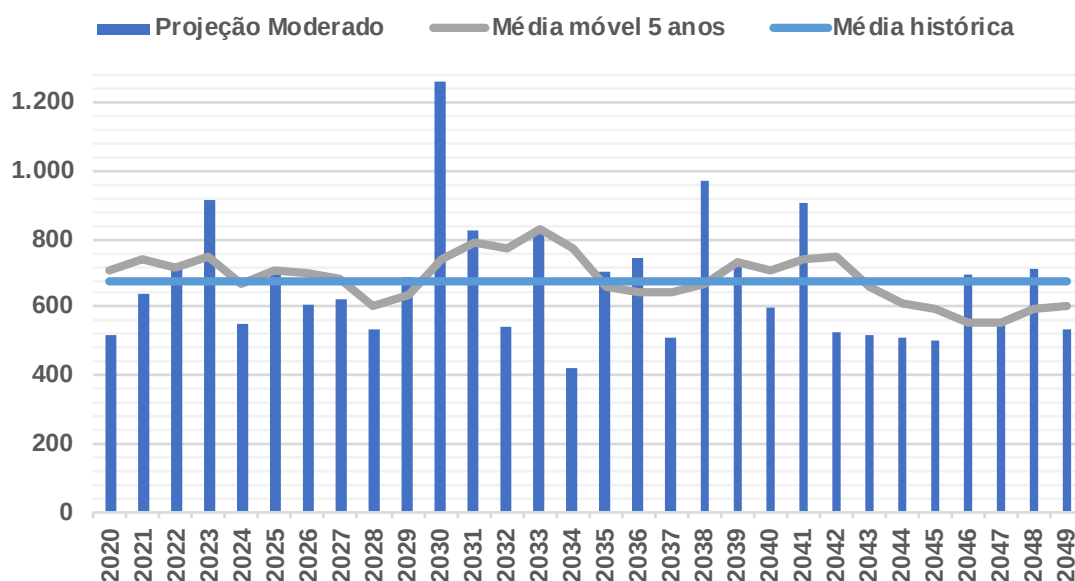
Figura 3.45 – Precipitação anual no cenário de mudança do clima Extremos (mm)



FONTE: COBRAPE, 2020, 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.

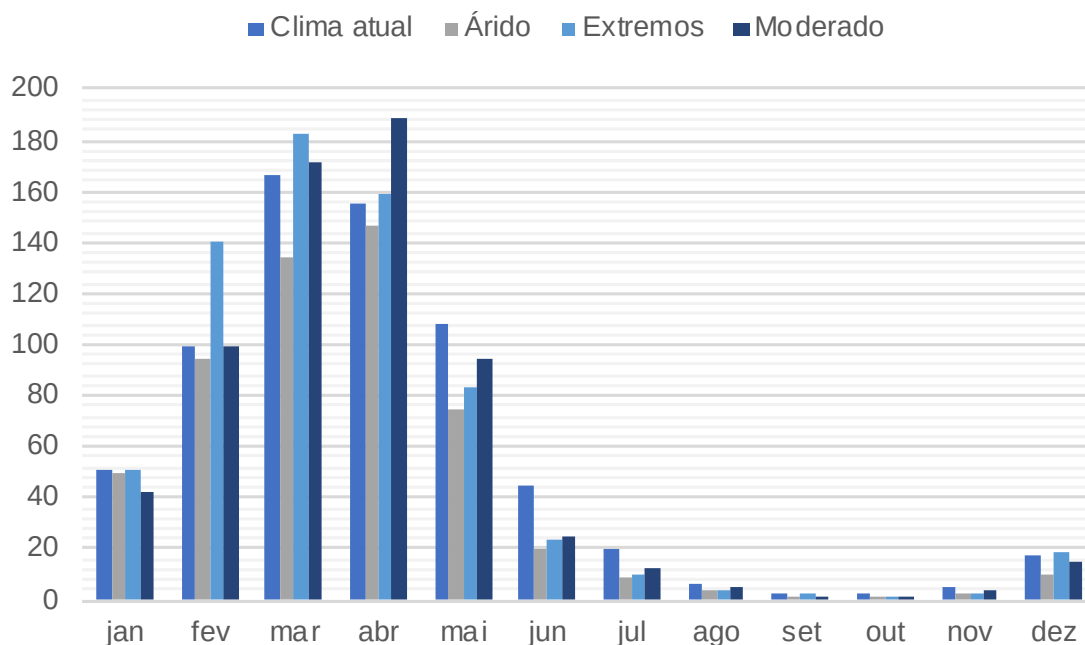
Figura 3.46 – Precipitação anual no cenário de mudança do clima Moderado (mm)



FONTE: COBRAPE, 2020, 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 3.47 – Distribuição anual da precipitação nos cenários de mudança do clima (mm)



FONTE: COBRAPE, 2020 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 3.3.3.2) 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 3.11, que indica que a maior parte delas se faz para as atividades produtivas de irrigação.

Quadro 3.22 – Demandas hídricas tendenciais projetadas por FGV (2018), por setor usuário, nos municípios potiguares da BHPA

Setor usuário	Demanda hídrica em m ³ /s	Fração do total
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%
Total	150,49	100%

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 hídricas²³.

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.

²³ 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/appendice-ficha-de-resultados-das-medidas-de-adaptacao.pdf>

Quadro 3.23 – 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)

Setor usuário	Tend. Histórico	Moderado	Extremos	Árido
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%
Total	6,8%	6,8%	13,6%	16,6%

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%.

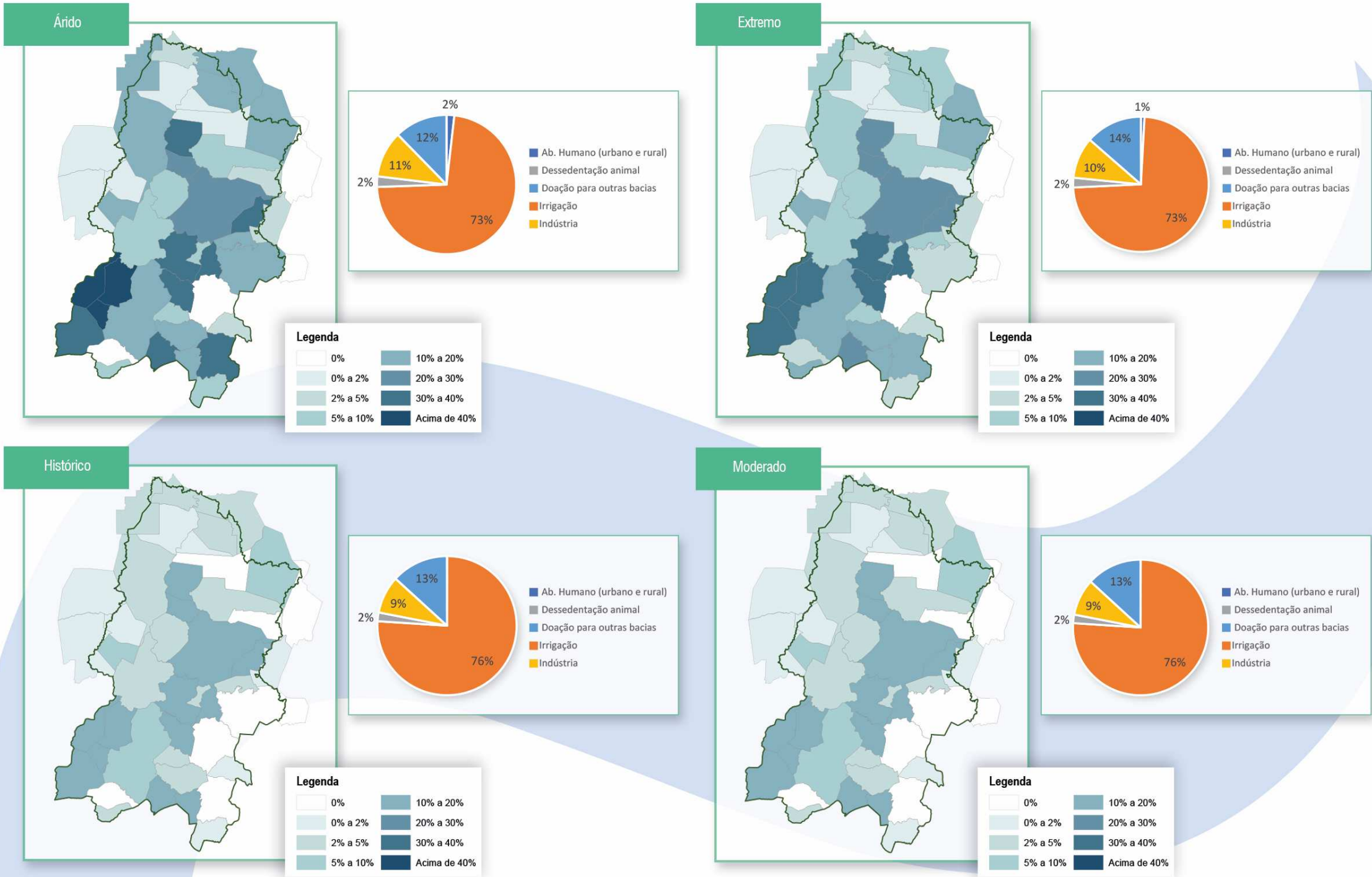
Os resultados para o cenário climático Moderado não se distinguem, sob os pressupostos da simulação que adiciona a barragem de Oiticica e Eixo de Integração do Seridó, daqueles obtidos pela replicação do histórico (Tendencial Histórico), demonstrando que as modificações trazidas por esses cenários são 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 3.48 apresenta os resultados em comento por municípios da porção potiguar da BHPA, permitindo identificar os locais mais beneficiados pela infraestrutura hídrica.

Figura 3.48 – 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, 2020, 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)²⁴ 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 3.24 – 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)

Setor usuário	Tend. Histórico	Moderado	Extremos	Árido
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%
Total	1,5%	1,5%	3,1%	4,0%

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,

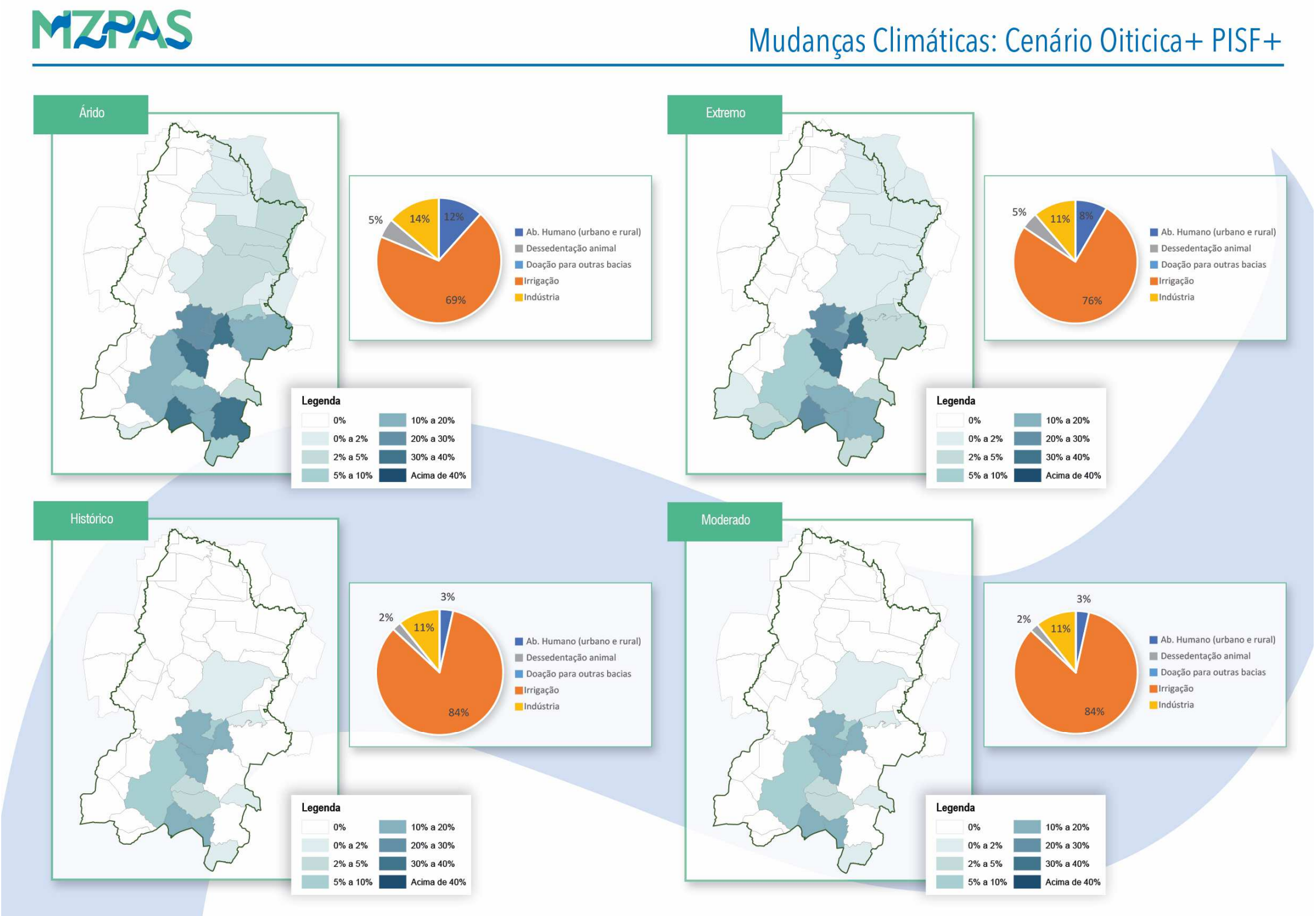
²⁴ A simulação de FGV (2018) que contempla a combinação entre a implementação da barragem de Oiticica e o Eixo de Integração do Seridó com o cenário de vazão máxima do PISF para atendimento a todos os usuários ("TU_54") pode ser acessado pelo seguinte endereço eletrônico, consultando-se a combinação denominada "Infra.1 - Oiticica+PISF": <http://mediadrawer.gvces.com.br/acb-2018/original/aditivo-atividade-3.pdf>

mesmo com o aporte volumoso das águas do PISF. A transposição é capaz de reduzir 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 3.49 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 3.49 – 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)



FONTE: COBRAPE, 2020, 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 arrebenção e velocidades de 0,1 a 0,8 m/s. (MMA, 2006)²⁵

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 arrebenção 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)²⁶

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 localizados 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” (tradução livre), 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, por meio da intrusão de água salgada, inundações e danos a infraestrutura. (IPCC, 2018)²⁷

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 *permafrost*²⁸ estarem sujeitas ao degelo, contribuindo ainda mais para o aumento do nível do mar.

25 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/m_erosao.pdf>. Acesso em: 04 set. 2019.

26 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.

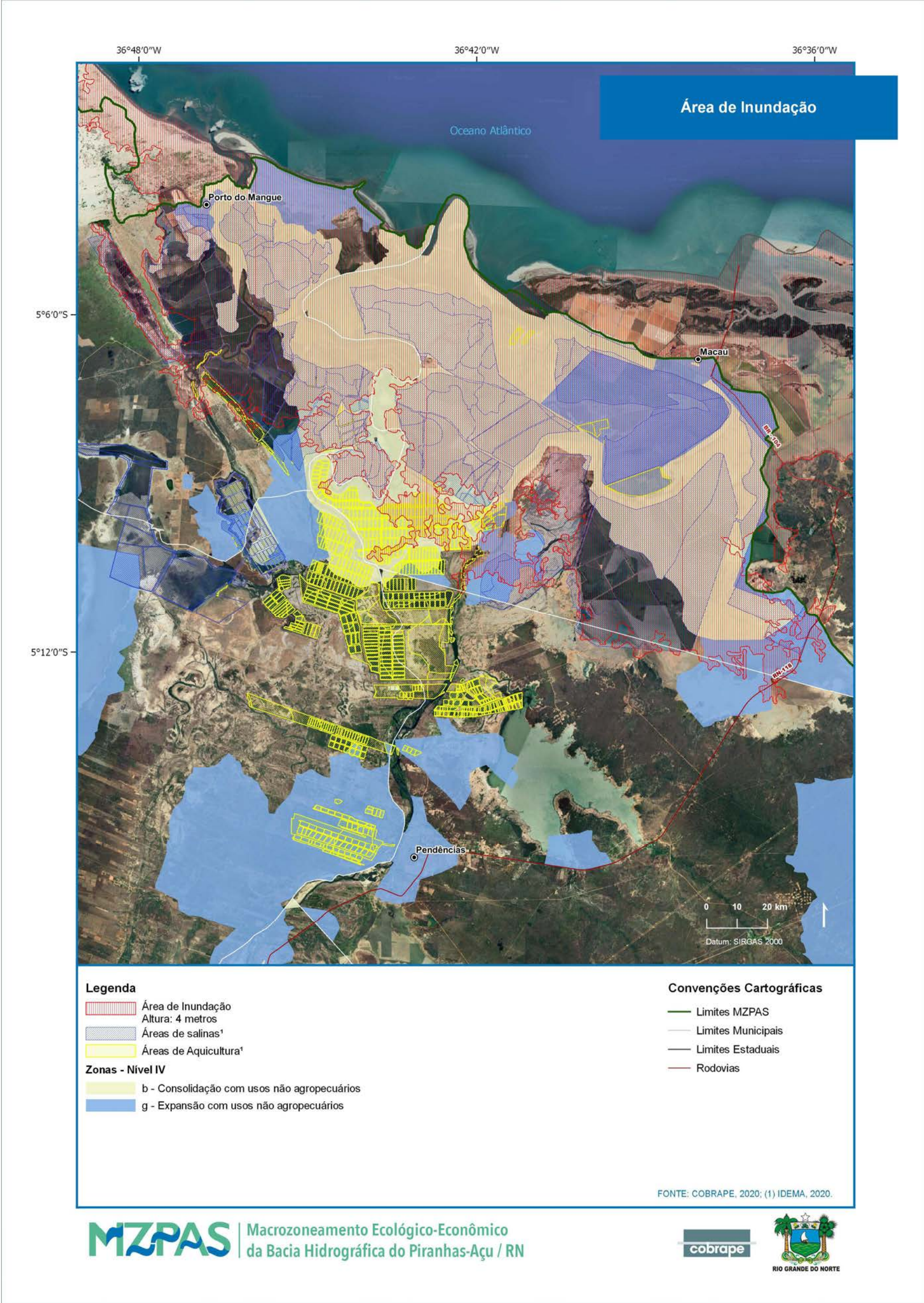
27 IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. Special Report: Global Warming of 1.5°C. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/sr15/>>. Acesso em: 04 set. 2019.

28 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.

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 temperatura culminando em um aumento do nível do mar de 4,0 metros. A Figura 3.50 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.

Figura 3.50 – Área de inundação decorrente do avanço marítimo



Fonte: COBRAPE, 2020; IDEMA, 2020.

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.

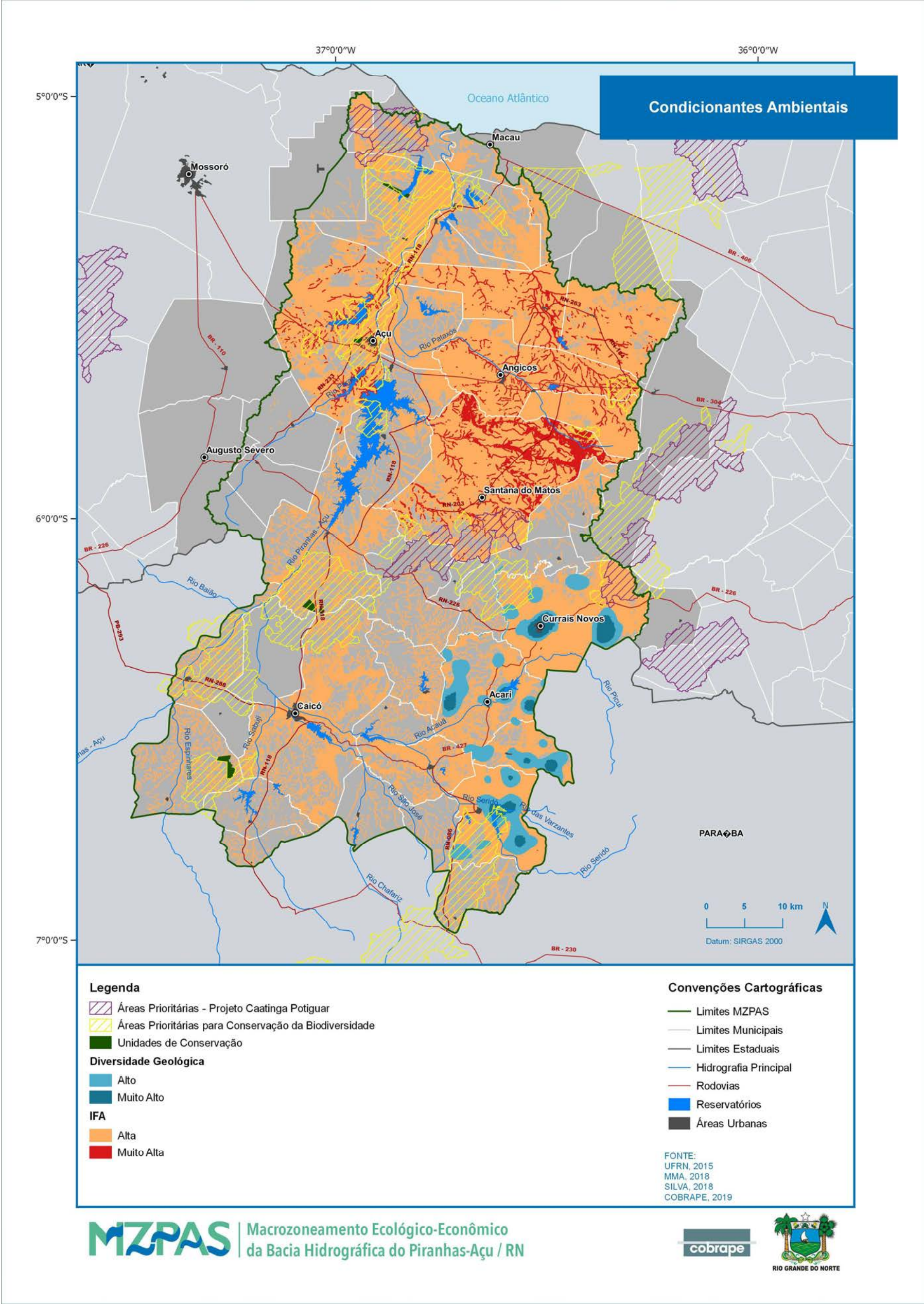
Complementar ao mapeamento da susceptibilidade a perda de recursos naturais, nota-se pela análise dos itens 3.2.2.7 - Projeto Caatinga Potiguar e 3.2.2.8 - Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade, a delimitação de porções do território sob viés conservacionista, onde a observação de padrões 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 Riachão 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 3.51.

Figura 3.51 – 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 do rio Piranhas-Açu.

Reforçando-se o exposto no item metodológico deste prognóstico (3.1), não se trata de uma leitura que embute 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 do rio 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, Açu 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 capitais²⁹.

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

²⁹ 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 Norte 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 Governo Cidadão.

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 Brasil³⁰. 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

³⁰ 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%³¹. 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 Mundial³²). 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 reposta, 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

³¹ 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>

³² 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 rentismos 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 constantes³³.

³³ 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/srgspub/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-Prescott³⁴.

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 próprio “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*³⁵.

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:

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

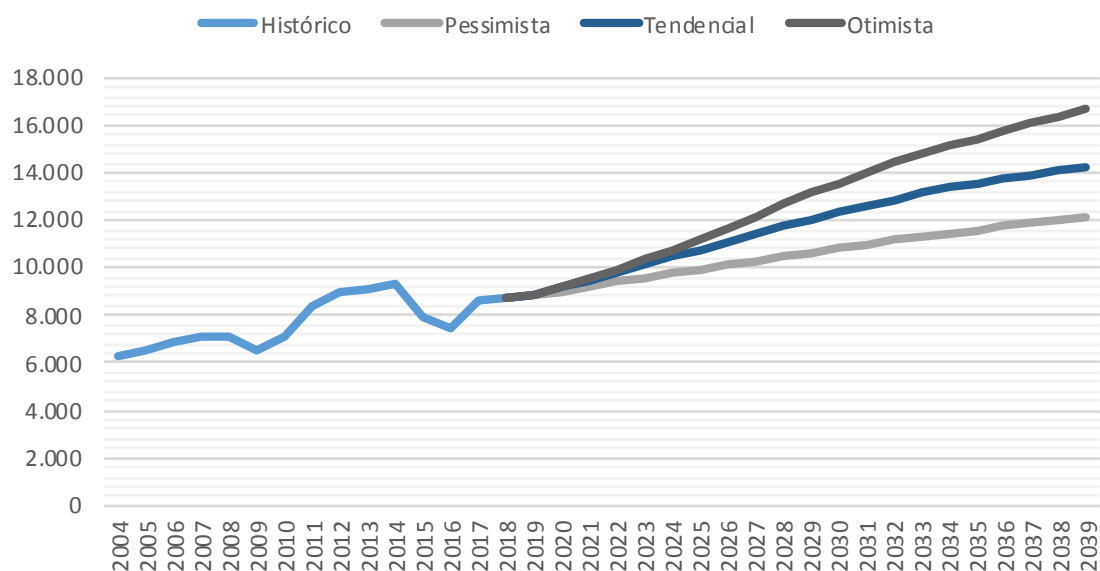
³⁴ Trata-se de modelo matemático bastante utilizado em aplicações econométricas para remover o componente cíclico de uma série temporal, obtendo-se uma curva suavizada. Objetiva-se que esta curva suavizada seja mais sensível às flutuações de longo prazo em detrimento das de curto prazo. O ajuste da sensibilidade da tendência às flutuações de curto prazo é fruto do multiplicador, λ . Uma vez que se trabalha com séries anuais, utilizou-se $\lambda = 50$.

³⁵ 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.

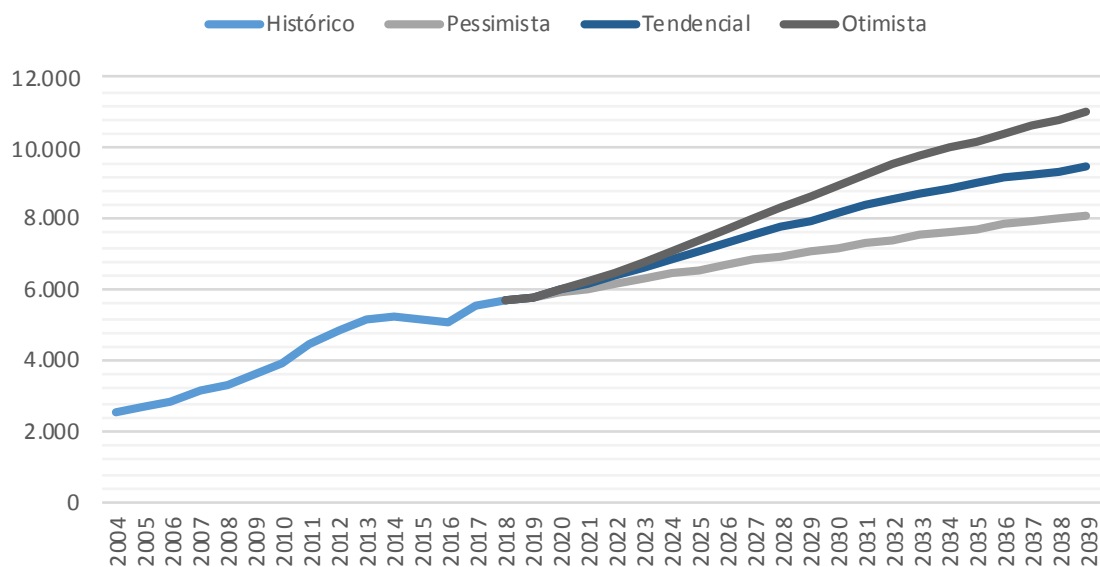
Os resultados das projeções são apresentados nas Figura 3.52 a Figura 3.55, já agregadas nos municípios componentes da porção norte riograndense da BHPA. Observa-se que há indicação de crescimento sob quaisquer das projeções, muito embora os ritmos sejam muito distintos.

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



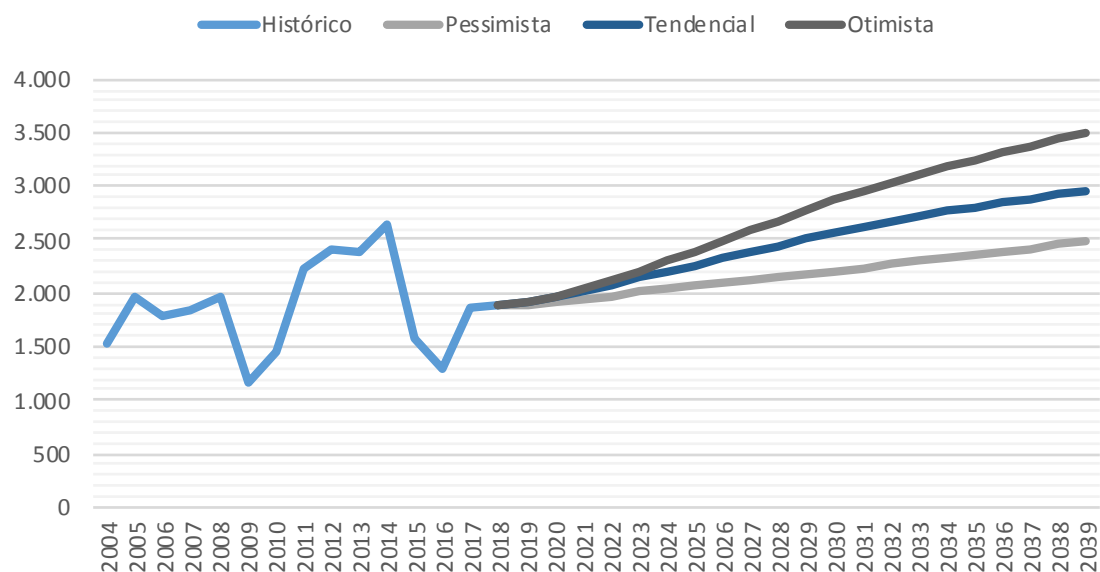
FONTE: COBRAPE, 2020.

Figura 3.53 – Projeções para o VAB de Serviços dos municípios potiguares da BHPA (R\$, mil)



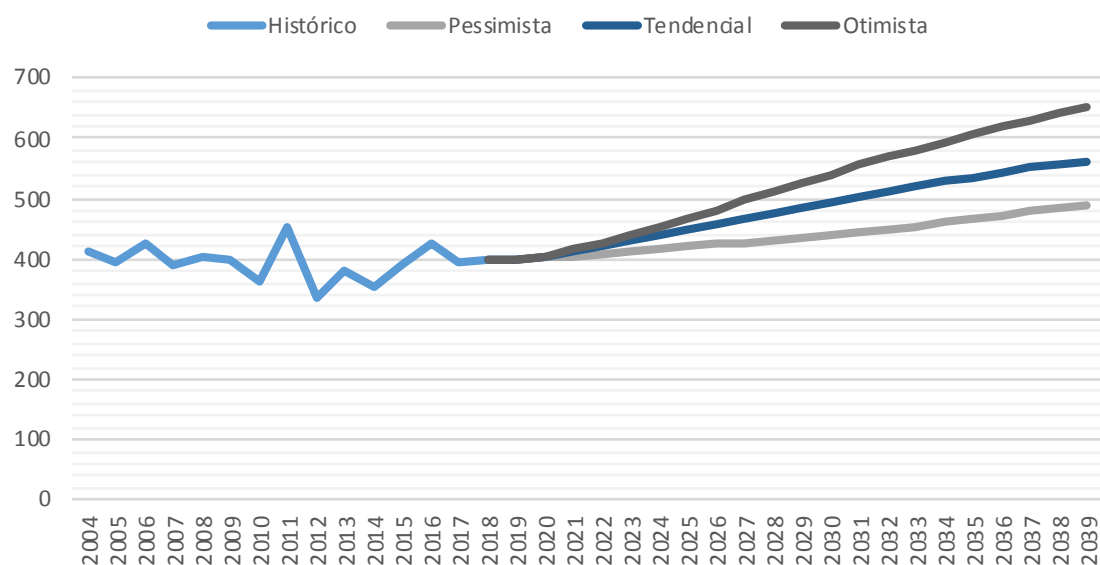
FONTE: COBRAPE, 2020.

Figura 3.54 – Projeções para o VAB Industrial dos municípios potiguaros da BHPA (R\$, mil)



FONTE: COBRAPE, 2020.

Figura 3.55 – Projeções para o VAB Agropecuário dos municípios potiguaros da BHPA (R\$, mil)



FONTE: COBRAPE, 2020.

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

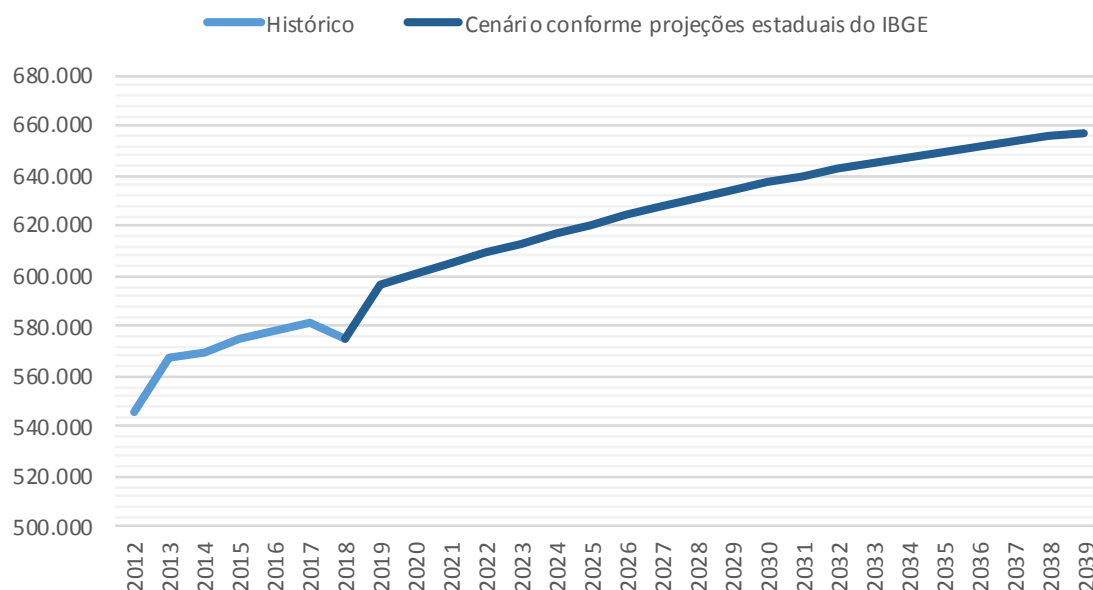
A demografia é fator fundamental para a análise das dinâmicas da bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu, afinal, a população não apenas se distribui de forma bastante heterogênea no território, como apresenta dinâmicas distintas de adensamento e esvaziamento que devem ser bem compreendidas para conformar 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 demográfico³⁶. 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 3.56, 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.

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



FONTE: COBRAPE, 2020.

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 a movimentos macroeconômicos do que quanto à disponibilidade hídrica. Compreende-se que as atividades industriais, de mineração, extração salineira 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 por meio 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

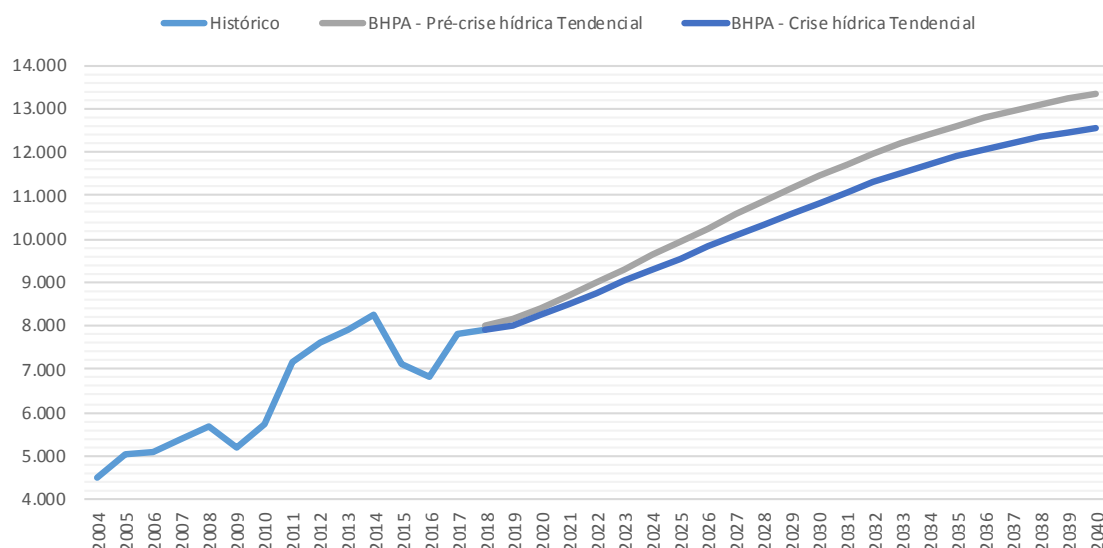
A agricultura irrigada, notadamente a fruticultura, é tida como uma atividade já tradicional do estado norte riograndense. A combinação de terras férteis, insolação, baixa umidade do ar, solos planos e, claro, disponibilidade hídrica, faz com que a atividade desponte como competitiva e diferenciada. 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 3.57.

Figura 3.57 – Projeções Tendenciais para o PIB dos municípios potiguares da BHPA capturando os efeitos da crise hídrica (R\$, mil)



FONTE: COBRAPE, 2020.

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 3.25, 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 3.25 – Projeções de área ocupada pela agricultura irrigada (ha)

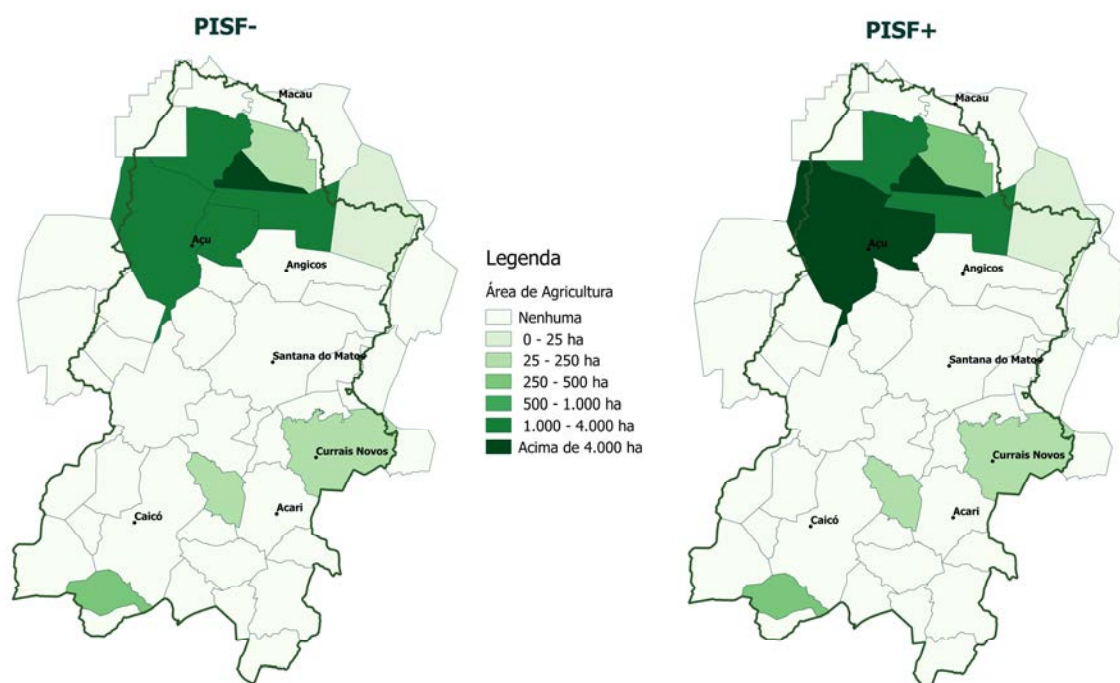
Região Imediata	Municípios de cada Região Imediata	Cena Atual	Sem o PISF (PISF-)	Com o PISF (PISF+)
Açu	Açu, Afonso Bezerra, Alto do Rodrigues, Angicos, Carnaubais, Porto do Mangue, Santana do Matos, Fernando Pedroza, Ipanguaçu, Itajá, Lajes, Macau, Paraú, Pendências, São Rafael e Triunfo Potiguar	9.643	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, 2020.

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 3.58 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 3.58 – Projeções de área ocupada pela agricultura irrigada (ha)



FONTE: COBRAPE, 2020.

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 produtos da aquicultura, notadamente os 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 as necessidades básicas).

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 apresentando resultados positivos em relação aos índices de sobrevivência e produtividade de camarões.

Após o advento da doença da mancha branca, houve uma modificação no perfil de alguns produtores, que migraram para sistemas de cultivo mais intensivos e mais tecnificados, em detrimento aos sistemas menos intensivos e tecnificados e que também demandam maiores taxas de consumo de água. Ainda há, no entanto, carcinicultores que permanecem desenvolvendo a atividade de forma extensiva, mesmo com maiores riscos por conta da citada doença. De forma geral, 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 para garantir que não haja perdas na produção e adequação aos padrões. 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, tenda a crescer, tal qual o de frutas tropicais: são produtos de consumo mais esporádico e não vinculados à alimentação básica. Tanto para a carcinicultura quanto para as demais atividades da aquicultura, como a piscicultura, a tendência é de crescimento.

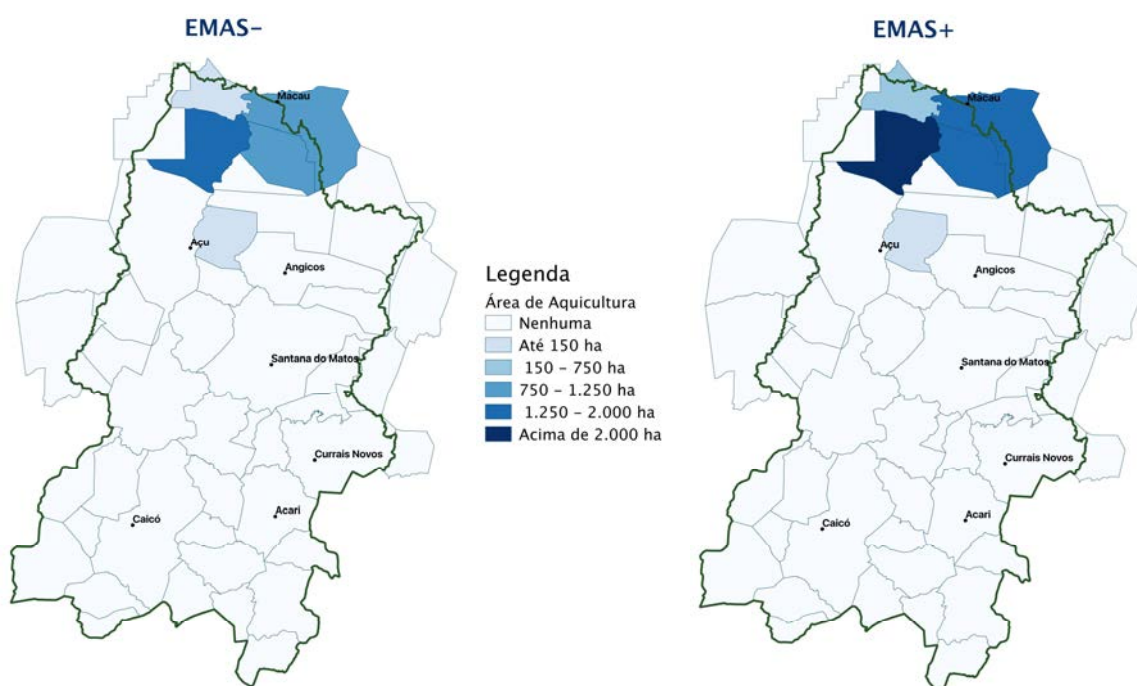
O grau de elasticidade da demanda em função de aumentos na renda é maior do que aquela estimada para a carne vermelha de primeira, que gira em torno de 1,5. Ou seja, caso haja um acréscimo de 1,0% na renda, a demanda por camarões (caso esta ande ao menos *pari passu* à de carne vermelha), cresce 1,5%. 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 3.26 – Projeções de área ocupada pela aquicultura (ha)

Região imediata	Cena Atual	Cenário Tendencial	Cenário Otimista
Açu	3.537	4.172	5.239
Caicó	0	0	0
Currais Novos	0	0	0
Mossoró	0	0	0
Santa Cruz	0	0	0
João Câmara	0	0	0
Total	3.537	4.172	5.239

FONTE: COBRAPE, 2020.

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



FONTE: COBRAPE, 2020.

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 ANEEL³⁷.

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.

³⁷ Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/leiloes>

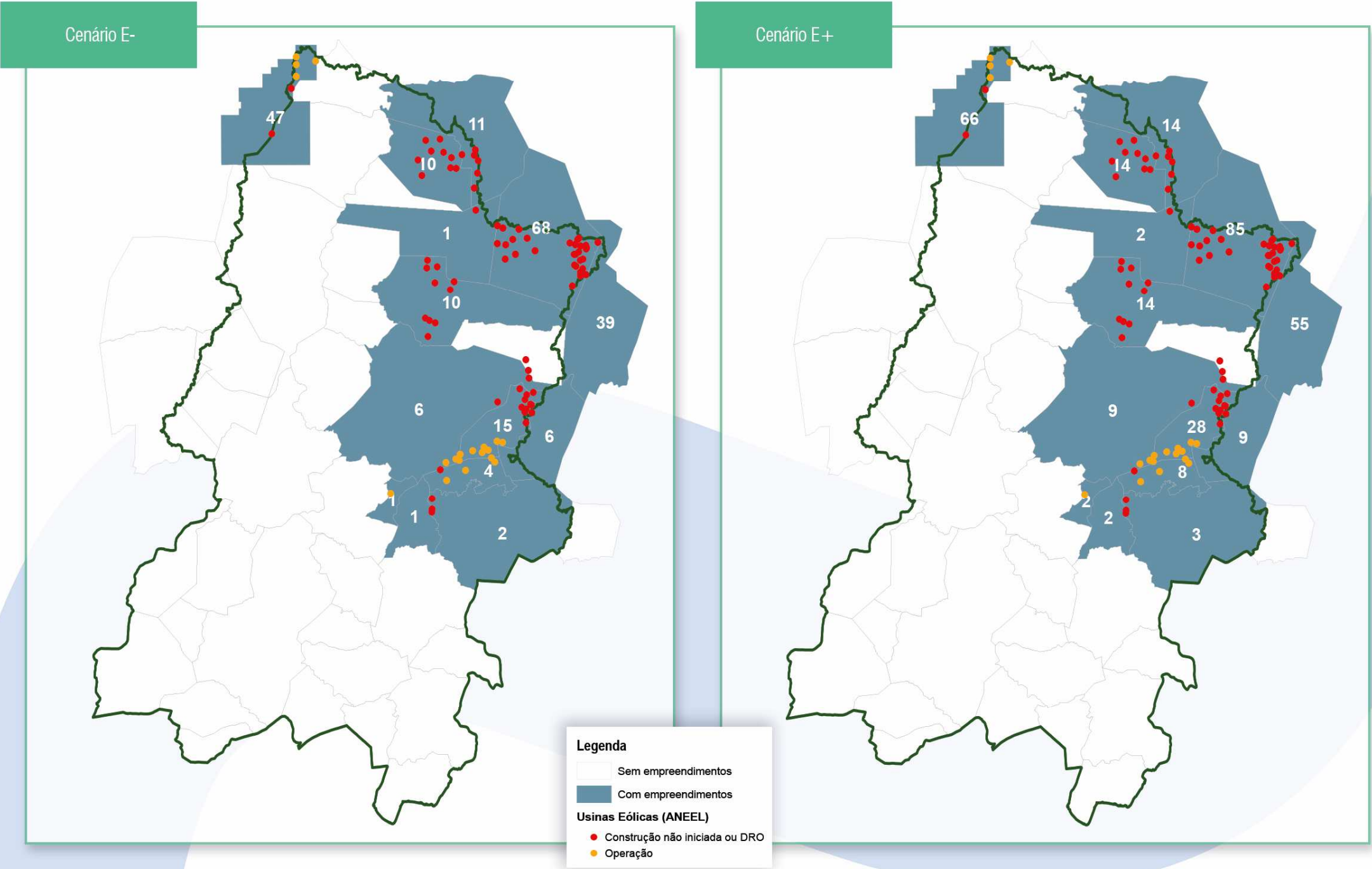
Quadro 3.27 – Projeções de instalação de usinas geradoras de energia eólica

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, 2020.

O Quadro 3.27 apresenta os resultados em ambos os contextos de mundo para as novas usinas eólicas, enquanto que a Figura 3.60 permite identificar onde no território as maiores demandas por esse tipo de empreendimento deverão se fazer sentir.

Figura 3.60 – Projeções de instalação de usinas geradoras de energia eólica



FONTE: COBRAPE, 2020.

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 3.28 – Projeções de instalação de usinas geradoras de energia fotovoltaica

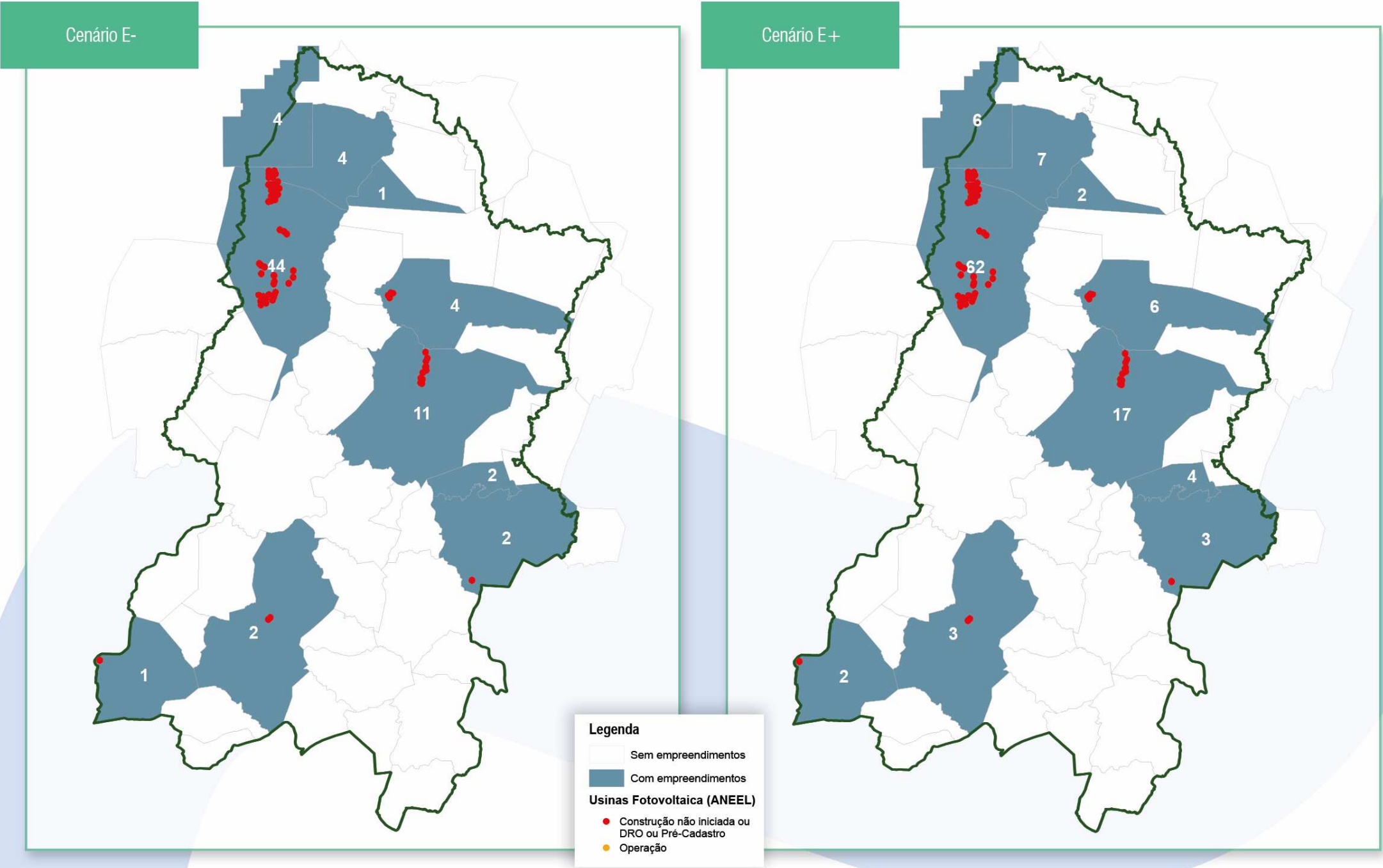
Região imediata	Cena Atual	Cenário Tendencial	Cenário Otimista
Açu	2	64	94
Caicó	0	3	5
Currais Novos	0	4	7
Mossoró	0	4	6
Santa Cruz	0	0	0
João Câmara	0	0	0
Total	2	75	112

FONTE: COBRAPE, 2020.

Figura 3.61 – Projeções de instalação de usinas geradoras de energia fotovoltaica



Cenário Energia Fotovoltaica



FONTE: COBRAPE, 2020.

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 Viva³⁸, e há expectativa de que inicie suas operações em breve³⁹. 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.

³⁸ Disponível em: <http://portal.ifrn.edu.br/campus/reitoria/noticias/parceiros-do-projeto-inauguram-a-fabrica-briquetes-vale-do-acu>

³⁹ 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.

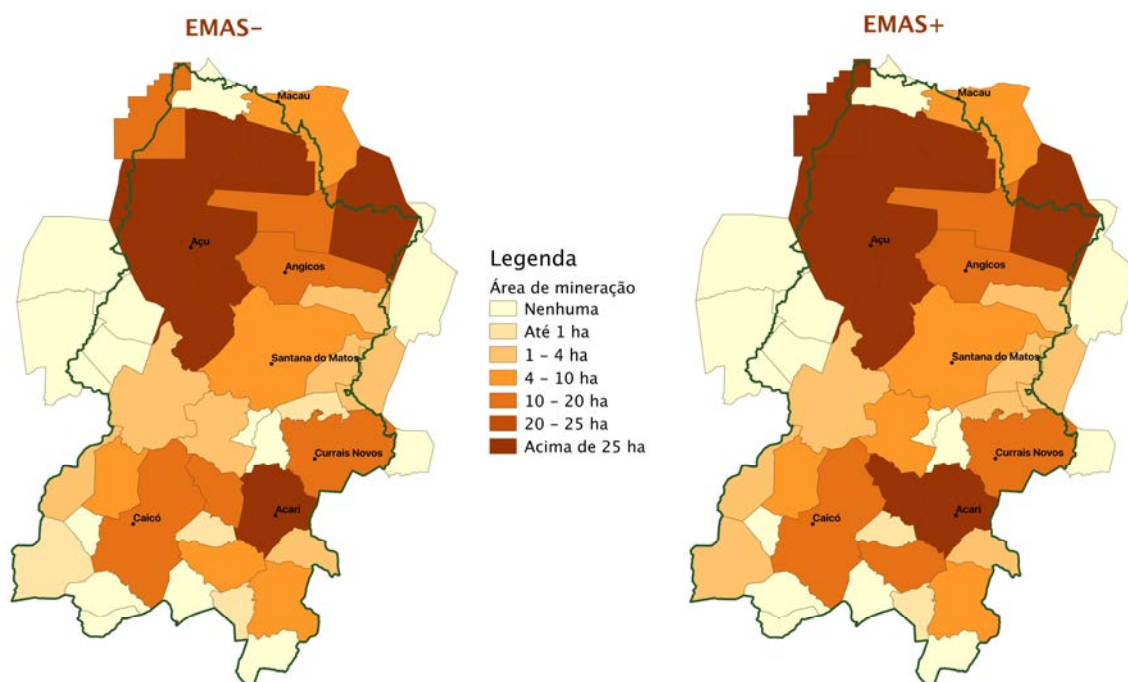
No agregado das áreas de mineração com expansão programada para cada um dos cenários possíveis de desenvolvimento econômico, tem-se um potencial acréscimo de cerca de 27% ainda na projeção tendencial. Caso a projeção otimista se concretize, ter-se-á um acréscimo na área de mineração equivalente a 81%. Esse acréscimo se dá de forma mais intensa nas regiões imediatas de Açu, Caicó e de Currais Novos, como demonstra o Quadro 3.29. Já pela Figura 3.62, 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 3.29 – Projeções de área ocupada pela mineração (ha)

Região imediata	Cena Atual	Cenário Tendencial	Cenário Otimista
Açu	529	668	941
Caicó	10	47	81
Currais Novos	217	258	366
Mossoró	18	19	27
Santa Cruz	0	0	0
João Câmara	27	28	35
Total	801	1.020	1.450

FONTE: COBRAPE, 2020.

Figura 3.62 – Projeções de área ocupada pela mineração (ha)



FONTE: COBRAPE, 2020.

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 Açu 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 social⁴⁰. 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 3.30.

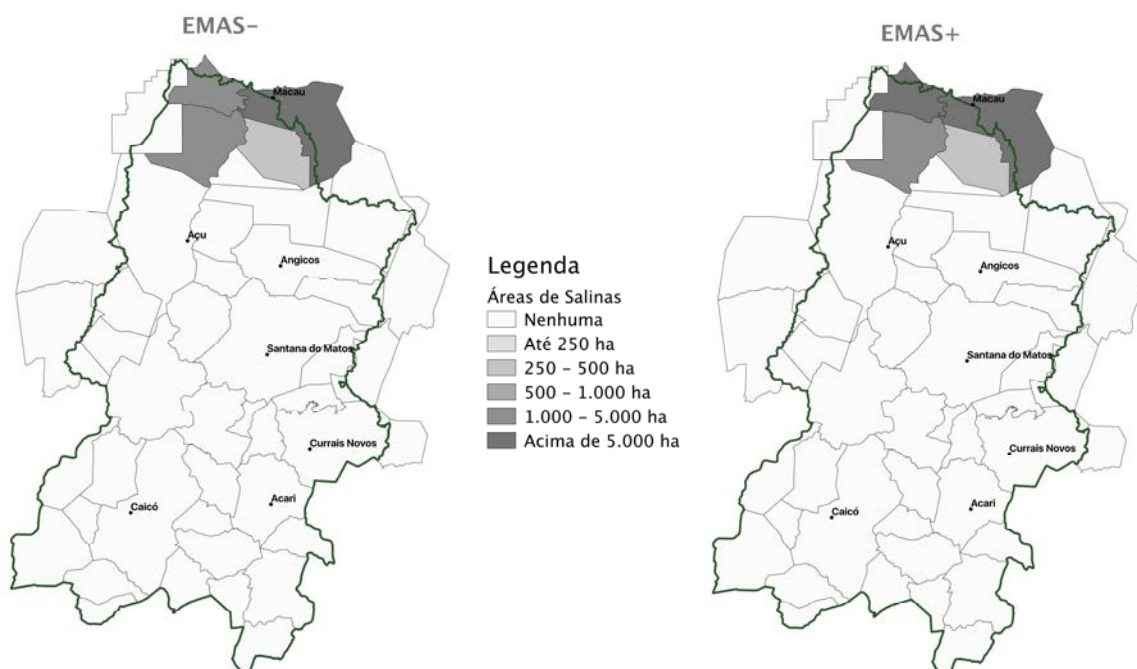
⁴⁰ Decreto Presidencial nº 9.824/2019 para a atividade salineira nos municípios northeriogrândenses de Mossoró, Macau, Areia Branca, Galinhos, Grossos, Porto do Mangue, Pendências e Guamaré.

Quadro 3.30 – Projeções de área ocupada pela atividade salineira (ha)

Região imediata	Cena Atual	Cenário Tendencial	Cenário Otimista
Açu	12.252	14.869	19.291
Caicó	0	0	0
Currais Novos	0	0	0
Mossoró	0	0	0
Santa Cruz	0	0	0
João Câmara	0	0	0
Total	12.252	14.869	19.291

FONTE: COBRAPE, 2020.

Figura 3.63 – Projeções de área ocupada pela atividade salineira (ha)



FONTE: COBRAPE, 2020.

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 (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 à 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 à 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 familiar⁴¹. Conclui-se, portanto, que intervenções externas, tais como as realizadas no âmbito do 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 e outras organizações da sociedade civil (a exemplo do Projeto Dom Helder Câmara), e de 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), à produção agroindustrial (como o Programa de Apoio

⁴¹ 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.

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) e ao cooperativismo da agricultura familiar (Programa Estadual de Fortalecimento do Cooperativismo e Associativismo Solidário da Agricultura Familiar do Rio Grande do Norte⁴²).

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;

⁴² Estabelecido pelo decreto estadual nº 29.401, de 23 de dezembro de 2019.

- 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 sucessionais⁴³; 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 3.31 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.

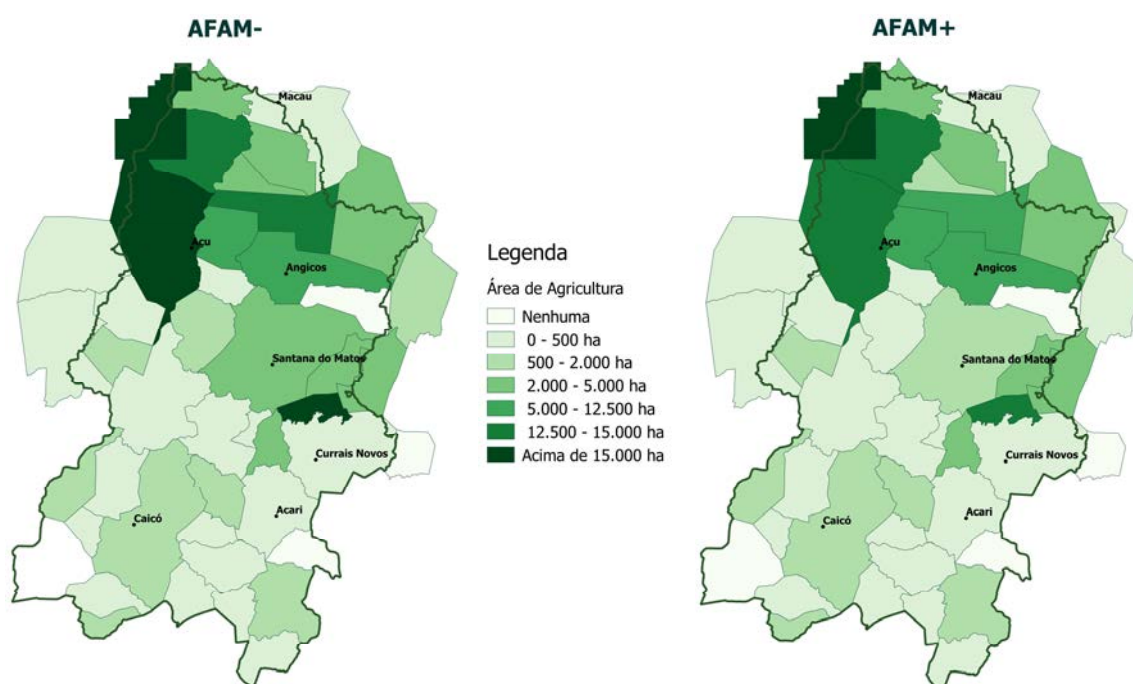
Quadro 3.31 – Projeções de área ocupada pela agricultura familiar (ha)

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, 2020.

⁴³ O manejo florestal sustentável da Caatinga, associado ao seu reflorestamento nativo, pode visar à 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 3.64 – Projeções de área ocupada pela agricultura familiar (ha)



FONTE: COBRAPE, 2020.

Observa-se, por fim, que o fortalecimento da agricultura familiar movimentava 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 inexistem 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 3.32 – 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.

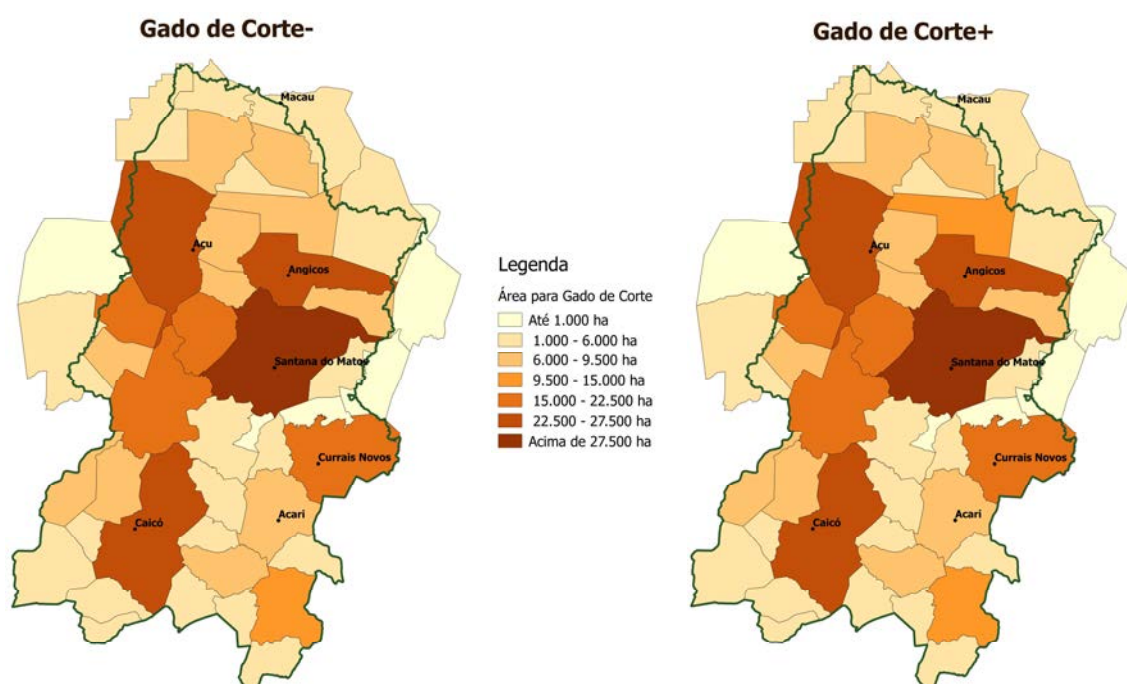
As atividades de criação animal na porção norte riograndense da BHPA podem ser divididas em três grandes grupos, quais sejam: (i) pecuária de corte; (ii) pecuária de leite; e (iii) ovinocaprinocultura (para corte e leite). Entende-se que para o primeiro grupo, não se vislumbra muita variação nas projeções 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 3.33 – 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, 2020.

Figura 3.65 – Projeções de área ocupada pela bovinocultura de corte (ha)



FONTE: COBRAPE, 2020.

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 3.34 – 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, 2020.

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 3.66 permite observar o impacto antevisto na área ocupada pela atividade pecuária mais sensível ao apoio à inserção produtiva dos

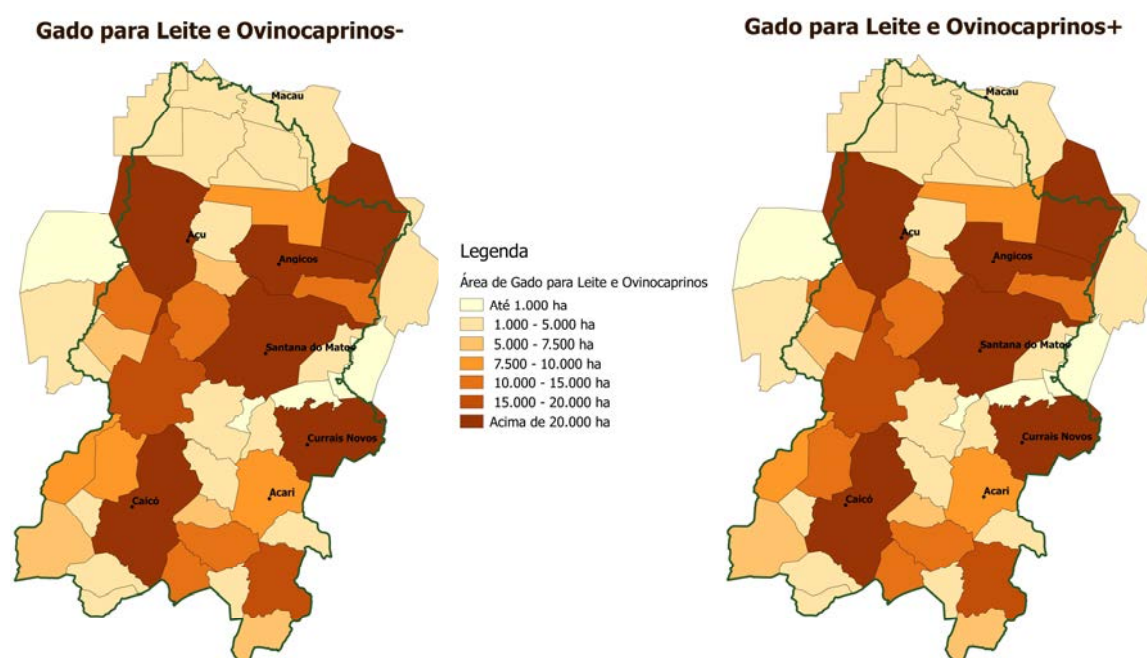
estabelecimentos da agricultura familiar. A somatória dos cenários de ocupação de área futura com as atividades pecuárias de bovinocultura de corte, de leite e a ovinocaprino cultura resultam nas maiores expectativas de uso do solo na BHPA. Tal como o é atualmente, as pastagens constituem os mais amplos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

Quadro 3.35 – 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, 2020.

Figura 3.66 – Projeções de área ocupada pela pecuária de leite e ovinocaprino cultura (ha)



FONTE: COBRAPE, 2020.

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

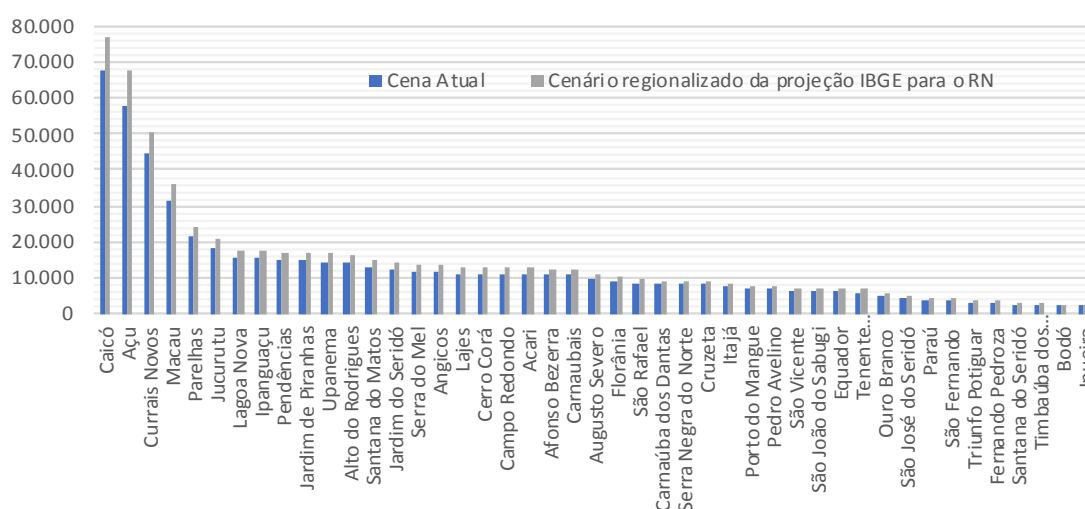
componentes do território em análise. Não obstante, os padrões possíveis de uso do solo - fundamentais componente do MZEE - devem considerar as possíveis expansões nas áreas urbanas, respeitando as diretrizes das cidades. As áreas de expansão urbana encontram-se devidamente mapeadas pelo IBGE por ocasião 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 pela Figura 3.67 e Figura 3.68 os resultados por município para os três indicadores em comento.

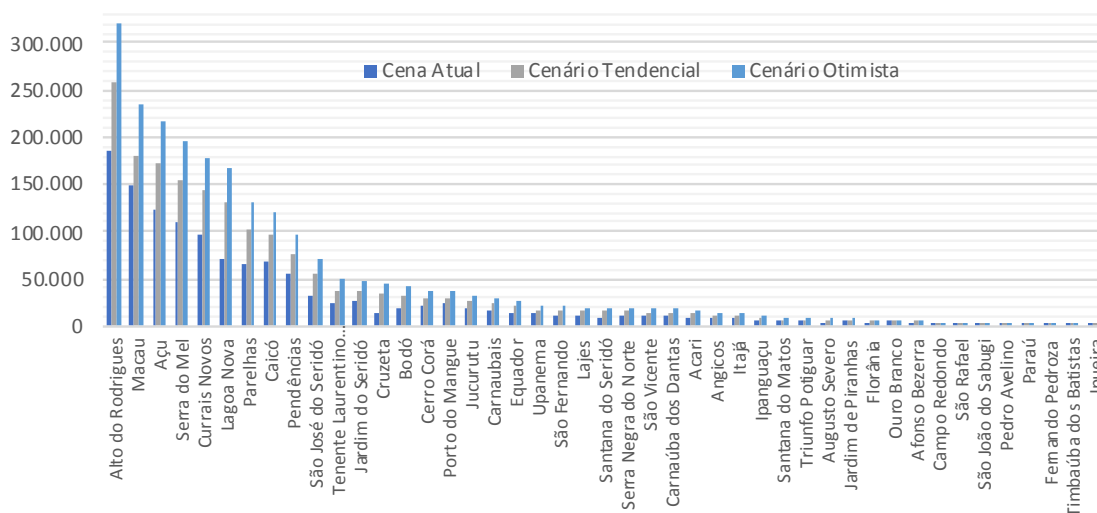
Figura 3.67 – Projeções para a população dos municípios potiguares da BHPA segundo regionalização das projeções estaduais do IBGE (habitantes)



FONTE: COBRAPE, 2020.

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.

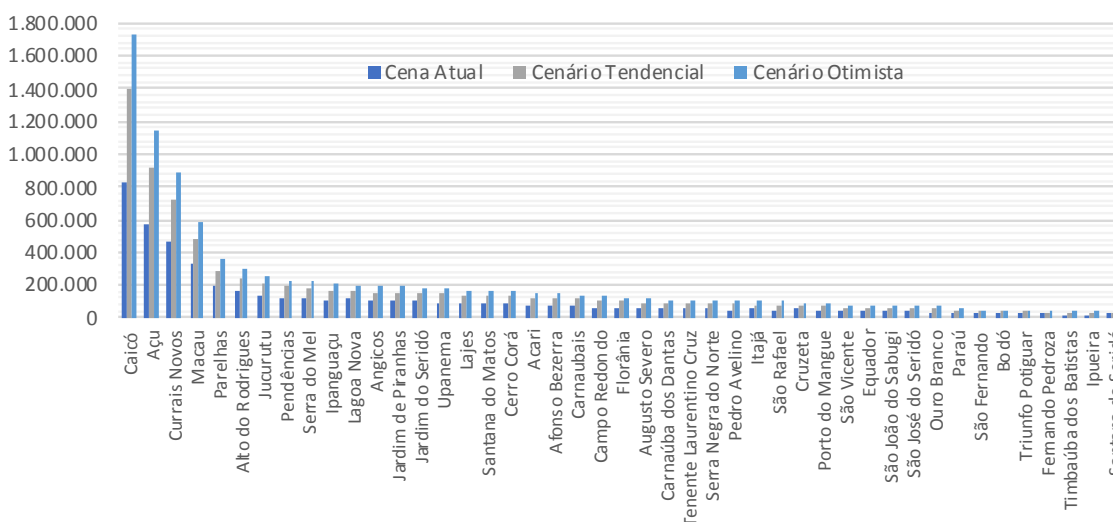
Figura 3.68 – Projeções para o VAB Industrial (R\$, mil)



FONTE: COBRAPE, 2020.

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



FONTE: COBRAPE, 2020.

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

Região imediata	Cena Atual	Cenário Tendencial	Cenário Otimista
Açu	1.647	1.952	2.159
Caicó	2.023	2.421	2.929
Currais Novos	938	1.102	1.299
Mossoró	0	0	0
Santa Cruz	0	0	0
João Câmara	56	64	83
Total	4.665	5.538	6.469

FONTE: COBRAPE, 2020.

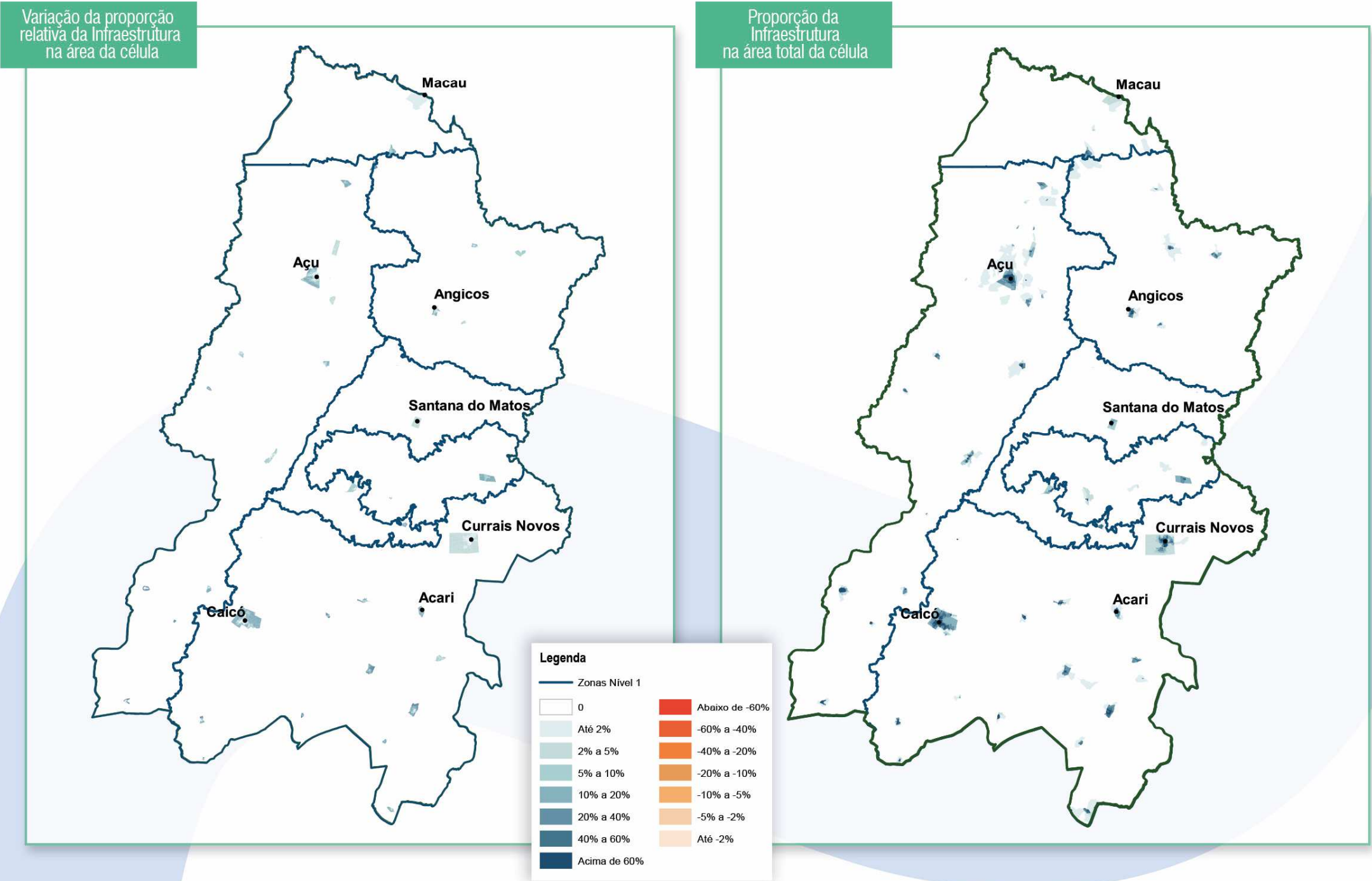
A Figura 3.70 permite visualizar o resultado para o cenário de infraestrutura, já no nível de célula, em dois mapeamentos complementares: a figura da esquerda traz a variação na proporção da classe “infraestrutura” em cada célula (variação relativa ao que já existia na célula), enquanto que a figura 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 espalhada 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 3.70 – Cenário de infraestrutura



Cenário de Infraestrutura



FONTE: COBRAPE, 2020.

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 3.37 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 3.37 – 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, 2020.

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 3.38.

Quadro 3.38 – 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, 2020.

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 3.1.3 Base metodológica espacial, 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 (conforme descrito no 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 própria base de setores

censitários do IBGE, acrescida da classificação como “urbana” das células que detêm 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 solos⁴⁴.

O crescimento da agricultura se dá de forma gradual nas células de acordo com o resultado do índice de propensão: caso a área cenarizada 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.

⁴⁴ 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.

Dado todo o exposto quanto à metodologia de espacialização de atividades socioeconômicas, é possível vislumbrar os resultados dos cenários socioeconômicos agregados, descritos no item a seguir.

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 ensinam 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 3.39 – Cenário PISF- EMAS- AFAM-

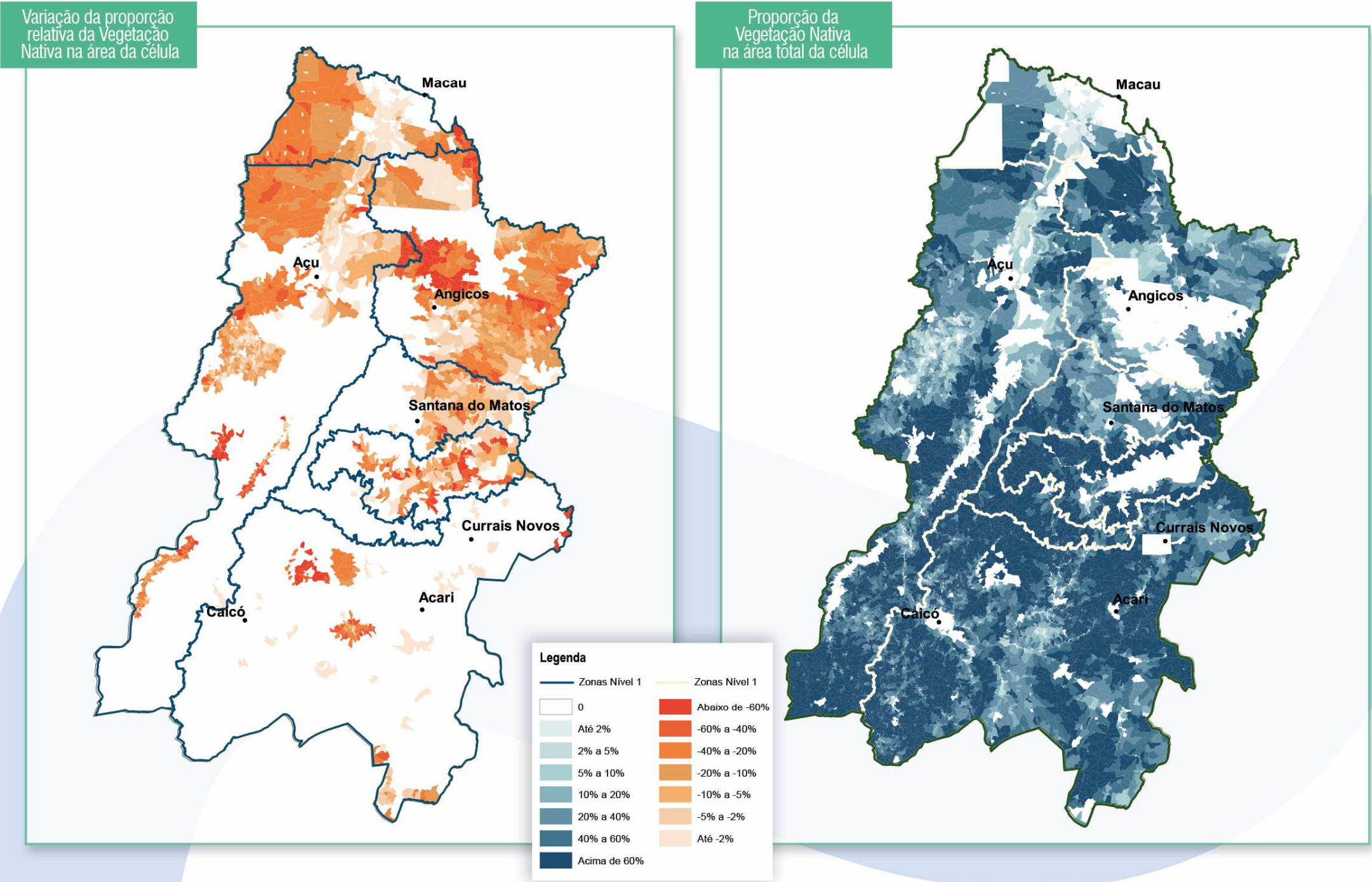
Classes de uso do solo	Zonas Nível 1	Costeira	Médio Piranhas Potiguar	Pataxó	Piranhas	Seridó	Serra de Santana	Total
Infraestrutura	HA	249	245	455	2.077	3.203	241	6.469
	Δ HA	74	87	113	464	958	108	1.804
	Δ %	42,5%	55,6%	33,0%	28,8%	42,7%	81,1%	38,7%
Mineração	HA	100	6	93	529	290	4	1.020
	Δ HA	18	6	28	102	62	4	219
	Δ %	21,5%	-	42,9%	23,9%	27,4%	-	27,3%
Salinas	HA	13.776	0	912	181	0	0	14.870
	Δ HA	1.524	0	912	181	0	0	2.618
	Δ %	12,4%	-	-	-	-	-	21,4%
Aquicultura	HA	3.671	0	325	176	0	0	4.172
	Δ HA	415	0	133	88	0	0	635
	Δ %	12,7%	-	69,1%	99,5%	-	-	18,0%
Agricultura	HA	41.132	1.753	33.345	45.165	3.959	29.661	155.014
	Δ HA	13.763	206	11.191	11.634	1.440	6.390	44.625
	Δ %	50,3%	13,3%	50,5%	34,7%	57,2%	27,5%	40,4%
Pecuária	HA	25.694	76.023	157.859	200.679	211.243	16.006	687.505
	Δ HA	4.860	4.137	32.437	25.655	8.461	5.015	80.565
	Δ %	23,3%	5,8%	25,9%	14,7%	4,2%	45,6%	13,3%
Veg. Nativa	HA	21.110	78.673	90.106	229.166	334.964	60.418	814.437
	Δ HA	-20.653	-4.436	-44.814	-38.125	-10.921	-11.517	-130.467
	Δ %	-49,5%	-5,3%	-33,2%	-14,3%	-3,2%	-16,0%	-13,8%

FONTE: COBRAPE, 2020.

Figura 3.71 – Cenário PISF- EMAS- AFAM-



Cenário PISF- EMAS- AFAM-



FONTE: COBRAPE, 2020.

3.4.4.2. Cenário PISF- EMAS- AFAM+

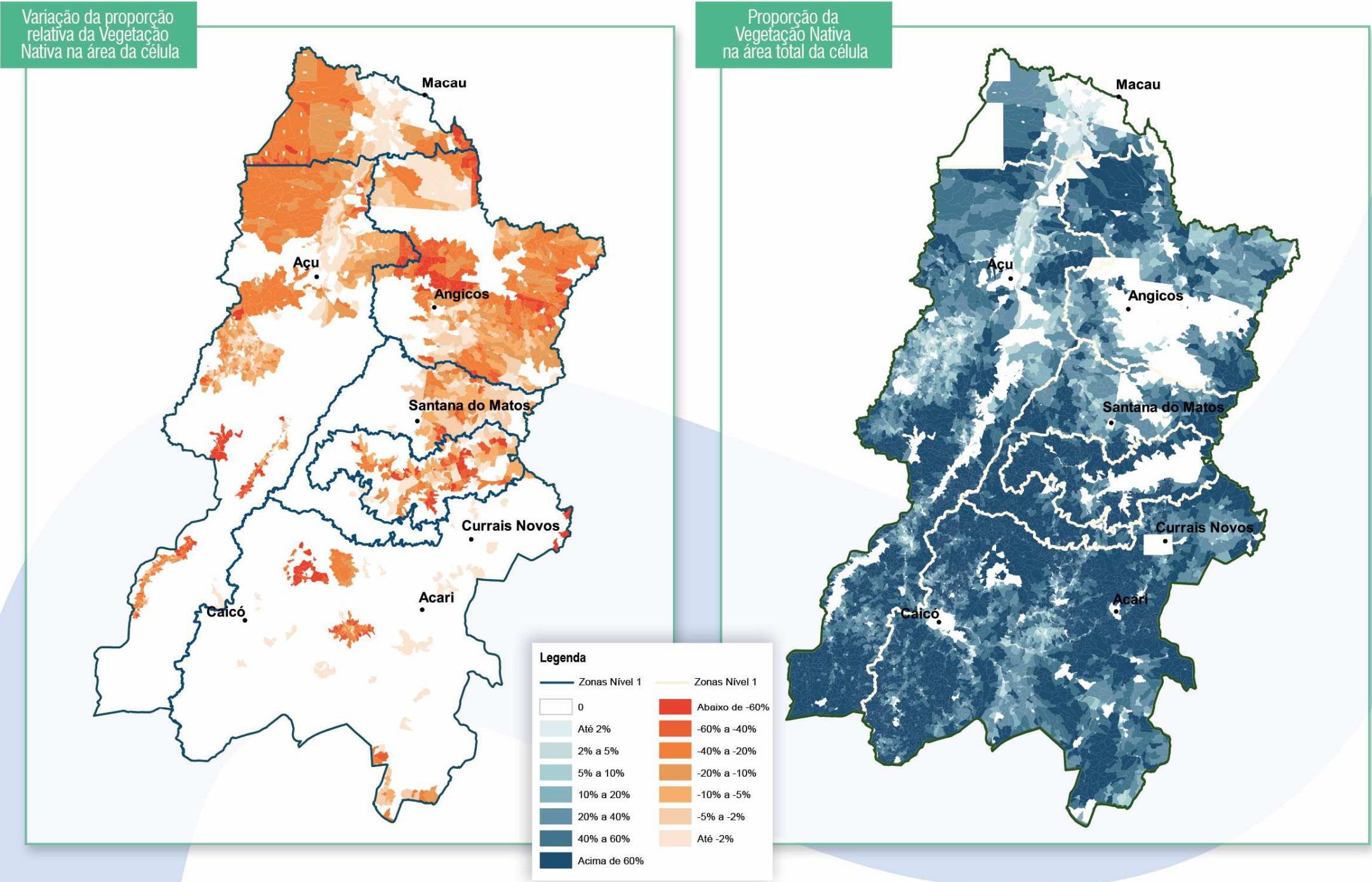
A segunda combinação traz a variância da agricultura familiar com maior grau de apoio à inserção produtiva, que por ser atividade produtiva com muita expressão em área ocupada, faz com que difiram os resultados de forma sensível. Esse é o cenário socioeconômico mais brando em termos de pressão por ocupação 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 3.40 – 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	249	245	455	2.077	3.203	241	6.469
	Δ HA	74	87	113	464	958	108	1.804
	Δ %	42,5%	55,6%	33,0%	28,8%	42,7%	81,1%	38,7%
Mineração	HA	100	6	93	529	290	4	1.020
	Δ HA	18	6	28	102	62	4	219
	Δ %	21,5%	-	42,9%	23,9%	27,4%	-	27,3%
Salinas	HA	13.776	0	912	181	0	0	14.870
	Δ HA	1.524	0	912	181	0	0	2.618
	Δ %	12,4%	-	-	-	-	-	21,4%
Aquicultura	HA	3.671	0	325	176	0	0	4.172
	Δ HA	415	0	133	88	0	0	635
	Δ %	12,7%	-	69,1%	99,5%	-	-	18,0%
Agricultura	HA	40.955	1.706	29.946	43.861	3.670	29.177	149.315
	Δ HA	13.586	160	7.793	10.331	1.152	5.906	38.927
	Δ %	49,6%	10,3%	35,2%	30,8%	45,7%	25,4%	35,3%
Pecuária	HA	25.697	76.023	159.444	200.773	211.249	16.006	689.192
	Δ HA	4.863	4.137	34.022	25.749	8.466	5.015	82.252
	Δ %	23,3%	5,8%	27,1%	14,7%	4,2%	45,6%	13,6%
Veg. Nativa	HA	21.284	78.720	91.919	230.375	335.247	60.903	818.449
	Δ HA	-20.479	-4.390	-43.001	-36.915	-10.638	-11.033	-126.456
	Δ %	-49,0%	-5,3%	-31,9%	-13,8%	-3,1%	-15,3%	-13,4%

FONTE: COBRAPE, 2020.

Figura 3.72 – Cenário PISF- EMAS- AFAM+



FONTE: COBRAPE, 2020.

3.4.4.3. Cenário PISF+ EMAS+ AFAM-

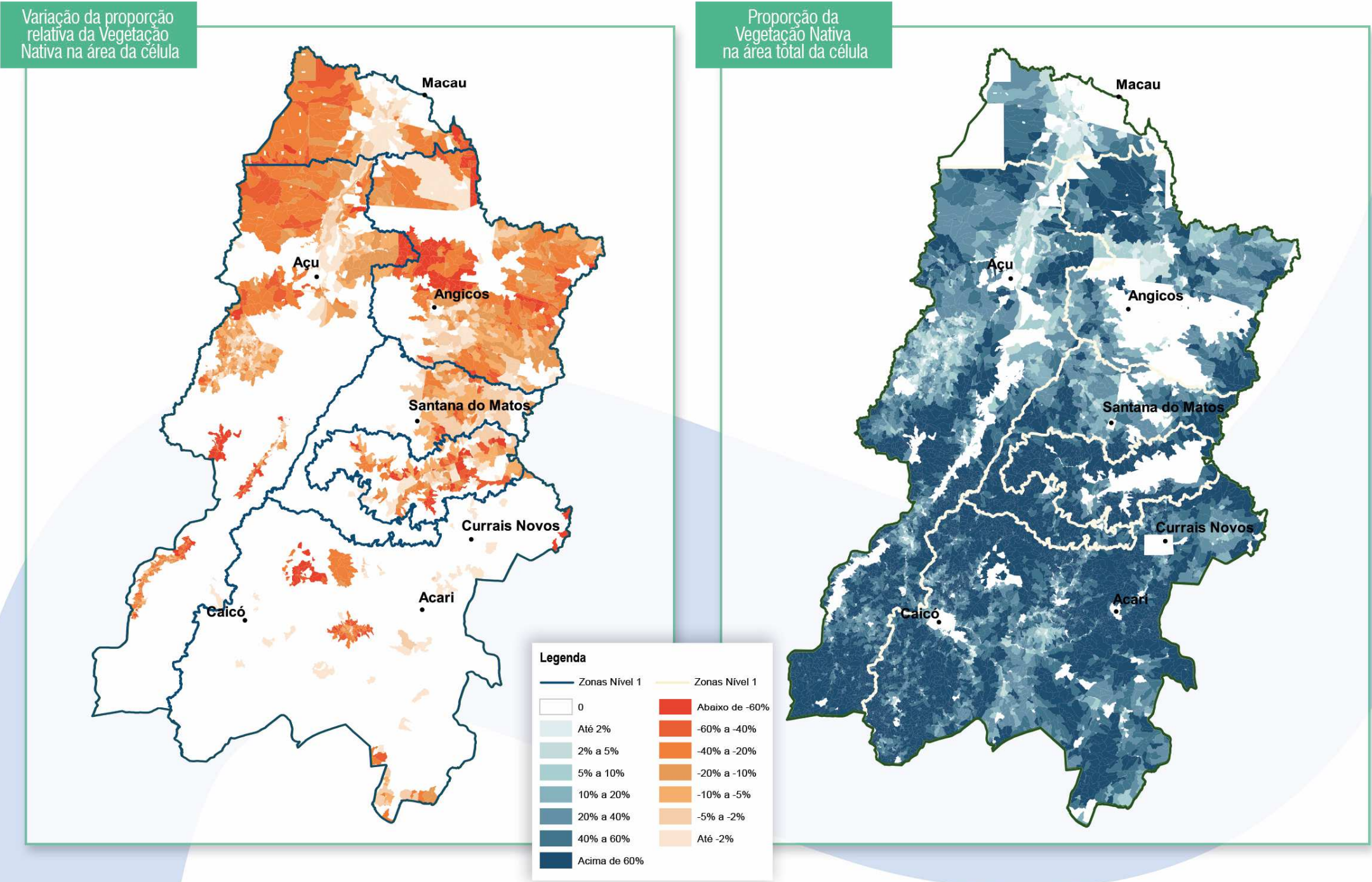
A terceira combinação traz as projeções de uso mais intensivos em termos de ocupação de área na bacia hidrográfica dos rios Piranhas-Açu, uma vez que agrega os cenários mais intensos em expansão econômica e de recursos hídricos (PISF), porém mediante o desincentivo à inserção produtiva da agricultura 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 3.41 – 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	249	245	455	2.077	3.203	241	6.469
	Δ HA	74	87	113	464	958	108	1.804
	Δ %	42,5%	55,6%	33,0%	28,8%	42,7%	81,1%	38,7%
Mineração	HA	135	8	123	735	424	6	1.430
	Δ HA	53	8	58	308	197	6	629
	Δ %	64,8%	-	88,6%	72,1%	86,5%	-	78,5%
Salinas	HA	16.635	0	2.370	286	0	0	19.291
	Δ HA	4.383	0	2.370	286	0	0	7.039
	Δ %	35,8%	-	-	-	-	-	57,5%
Aquicultura	HA	4.193	0	639	407	0	0	5.240
	Δ HA	937	0	447	319	0	0	1.703
	Δ %	28,8%	-	232,1%	361,3%	-	-	48,1%
Agricultura	HA	41.415	1.753	34.907	48.560	3.988	29.662	160.285
	Δ HA	14.046	206	12.754	15.030	1.470	6.391	49.897
	Δ %	51,3%	13,3%	57,6%	44,8%	58,4%	27,5%	45,2%
Pecuária	HA	24.676	76.023	158.281	202.542	211.323	16.005	688.849
	Δ HA	3.841	4.136	32.859	27.518	8.540	5.014	81.909
	Δ %	18,4%	5,8%	26,2%	15,7%	4,2%	45,6%	13,5%
Veg. Nativa	HA	18.428	78.672	86.320	223.366	334.721	60.417	801.924
	Δ HA	-23.335	-4.438	-48.600	-43.925	-11.164	-11.518	-142.980
	Δ %	-55,9%	-5,3%	-36,0%	-16,4%	-3,2%	-16,0%	-15,1%

FONTE: COBRAPE, 2020.

Figura 3.73 – Cenário PISF+ EMAS+ AFAM-



FONTE: COBRAPE, 2020.

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 3.42 – Cenário PISF+ EMAS+ AFAM+

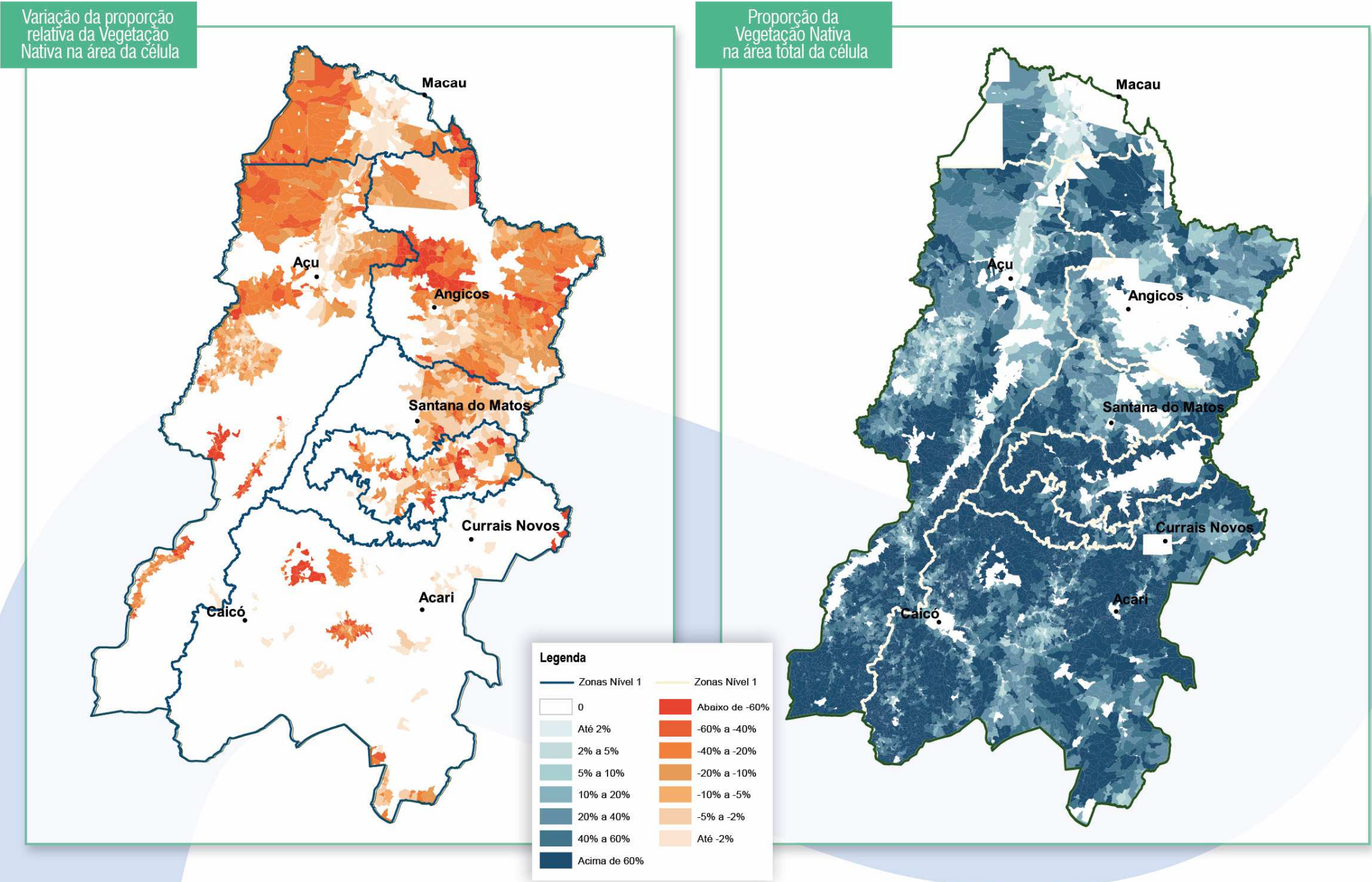
Classes de uso do solo	Zonas Nível 1	Costeira	Médio Piranhas Potiguar	Pataxó	Piranhas	Seridó	Serra de Santana	Total
Infraestrutura	HA	249	245	455	2.077	3.203	241	6.469
	Δ HA	74	87	113	464	958	108	1.804
	Δ %	42,5%	55,6%	33,0%	28,8%	42,7%	81,1%	38,7%
Mineração	HA	135	8	123	735	424	6	1.430
	Δ HA	53	8	58	308	197	6	629
	Δ %	64,8%	-	88,6%	72,1%	86,5%	-	78,5%
Salinas	HA	16.635	0	2.370	286	0	0	19.291
	Δ HA	4.383	0	2.370	286	0	0	7.039
	Δ %	35,8%	-	-	-	-	-	57,5%
Aquicultura	HA	4.193	0	639	407	0	0	5.240
	Δ HA	937	0	447	319	0	0	1.703
	Δ %	28,8%	-	232,1%	361,3%	-	-	48,1%
Agricultura	HA	41.238	1.706	31.509	47.253	3.699	29.178	154.583
	Δ HA	13.869	160	9.355	13.722	1.181	5.907	44.195
	Δ %	50,7%	10,3%	42,2%	40,9%	46,9%	25,4%	40,0%
Pecuária	HA	24.679	76.023	159.871	202.640	211.328	16.005	690.545
	Δ HA	3.844	4.136	34.449	27.616	8.545	5.014	83.605
	Δ %	18,5%	5,8%	27,5%	15,8%	4,2%	45,6%	13,8%
Veg. Nativa	HA	18.602	78.718	88.129	224.575	335.004	60.902	805.930
	Δ HA	-23.161	-4.392	-46.792	-42.715	-10.881	-11.034	-138.975
	Δ %	-55,5%	-5,3%	-34,7%	-16,0%	-3,1%	-15,3%	-14,7%

FONTE: COBRAPE, 2020.

Figura 3.74 – Cenário PISF+ EMAS+ AFAM+



Cenário PISF+ EMAS+ AFAM+



FONTE: COBRAPE, 2020.

3.5. Cenários ambientais prospectivos

3.5.1. Base conceitual 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 (APCB), ou mesmo as áreas com alto ou muito alto índice de fragilidade ambiental (IFA classes 4 e 5). 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 já 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, conforme conclusões do produto anterior (*Produto 04 – Documento Síntese e 1º Caderno de Trabalho*). Em assim o sendo, essas áreas detêm sua gestão ambiental sujeitas, legalmente, à LPVN (Lei Federal nº 12.651/2012). 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. A imposição existente no cenário normativo menos restritivo é, tão somente, a manutenção das APPs atualmente sob cobertura de vegetação nativa. Trata-se do espelho da situação atual, haja vista que 51,3% das APP se encontram sob ocupação de vegetação nativa (ver Quadro 3.13). Importante notar que a existência de cobertura de vegetação nativa não se traduz, necessariamente, em uma área de boa ou alta qualidade ambiental. Áreas que apresentam cobertura vegetal podem, inclusive, serem “desertos verdes”, que apesar da presença de vegetação, apresentam fluxos gênicos e relação com demais fragmentos comprometidos. Não obstante, a presença de remanescentes se configura em um forte indicativo de qualidade ambiental. No cenário menos restritivo, a manutenção das áreas de Reserva Legal não é articulada uma vez que não se tem a localização das mesmas, que são definidas a nível de propriedade.

Os resultados do cenário ambiental menos restritivo podem ser visualizados no Quadro 3.43 e Figura 3.75, 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 3.43 – Cenário Normativo Menos Restritivo

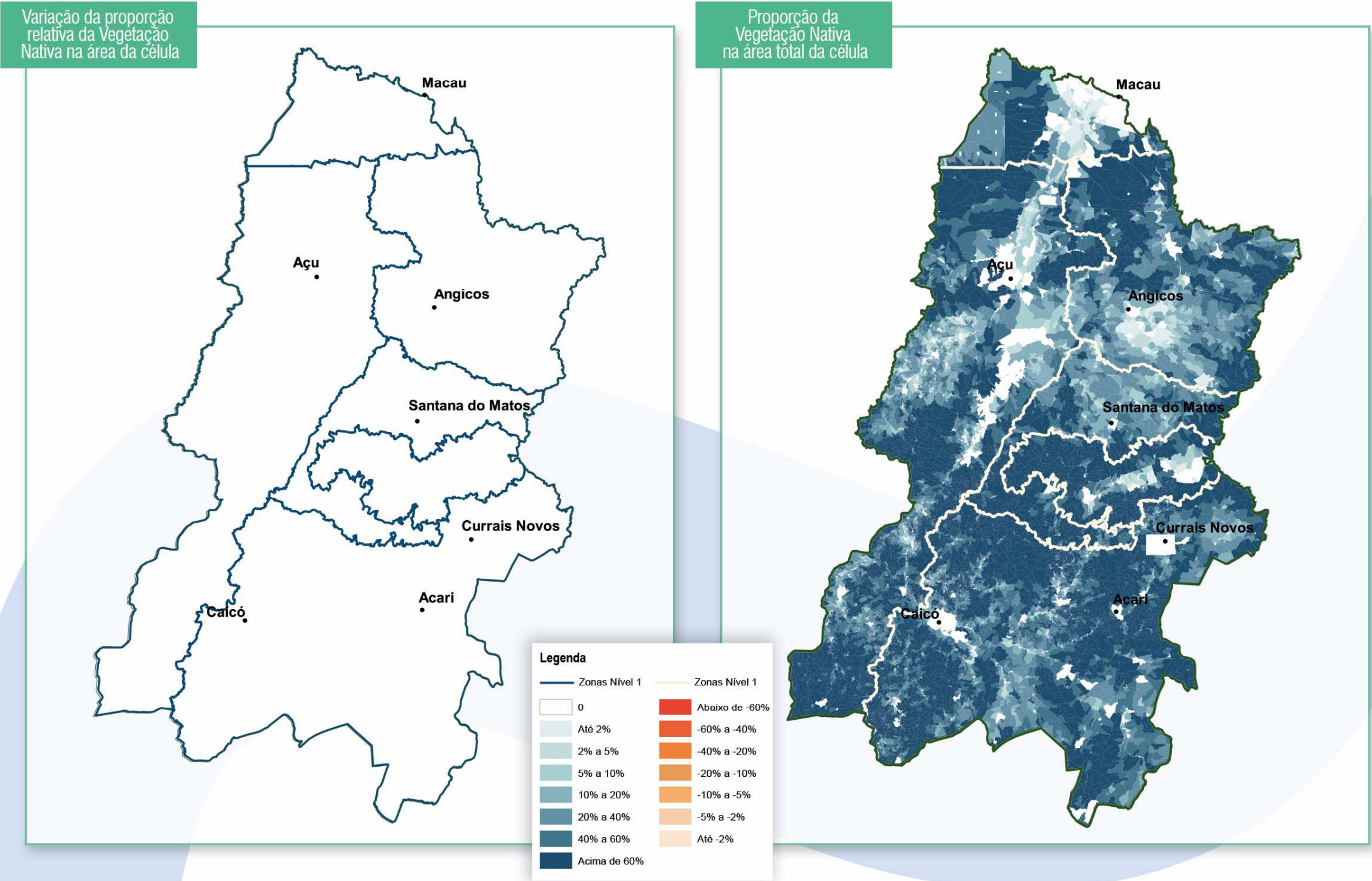
Classes de uso do solo	Zonas Nível 1	Costeira	Médio Piranhas Potiguar	Pataxó	Piranhas	Seridó	Serra de Santana	Total
Infraestrutura	HA	249	245	455	2.077	3.203	241	6.469
	Δ HA	74	87	113	464	958	108	1.804
	Δ %	42,5%	55,6%	33,0%	28,8%	42,7%	81,1%	38,7%
Mineração	HA	82	0	65	427	227	0	801
	Δ HA	0	0	0	0	0	0	0
	Δ %	0,0%	-	0,0%	0,0%	0,0%	-	0,0%
Salinas	HA	12.252	0	0	0	0	0	12.252
	Δ HA	0	0	0	0	0	0	0
	Δ %	0,0%	-	-	-	-	-	0,0%
Aquicultura	HA	3.256	0	192	88	0	0	3.537
	Δ HA	0	0	0	0	0	0	0
	Δ %	0,0%	-	0,0%	0,0%	-	-	0,0%
Agricultura	HA	27.364	1.546	22.137	33.425	2.518	23.193	110.184
	Δ HA	-5	-1	-16	-105	0	-78	-204
	Δ %	0,0%	0,0%	-0,1%	-0,3%	0,0%	-0,3%	-0,2%
Pecuária	HA	20.775	71.813	125.333	174.749	202.013	10.965	605.649
	Δ HA	-59	-73	-89	-274	-769	-26	-1.291
	Δ %	-0,3%	-0,1%	-0,1%	-0,2%	-0,4%	-0,2%	-0,2%
Veg. Nativa	HA	41.753	83.096	134.912	267.205	345.697	71.932	944.596
	Δ HA	-10	-14	-8	-85	-188	-4	-309
	Δ %	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-0,1%	0,0%	0,0%

FONTE: COBRAPE, 2020.

Figura 3.75 – Cenário Normativo Menos Restritivo



Cenário Normativo Menos Restritivo



FONTE: COBRAPE, 2020.

3.5.3. Cenário normativo mais restritivo

O cenário normativo mais restritivo, ao contrário do menos restritivo, impõe o cumprimento pleno da LPVN, que implica na manutenção e recuperação ecológica das áreas de preservação permanente (APP) e das áreas de Reserva Legal (RL). A imposição normativa que o cenário espelha é fatível e verossímil, uma vez que espelha aquela imposta pela legislação vigente, e que pode e deve ser exigida dos proprietários rurais da BHPA, inclusive para fins de adequação das propriedades perante o Cadastro Ambiental Rural (CAR). 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 restauração ecológica.

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, haja vista que a imposição da hipótese conservacionista consegue reduzir entre 10% e 14% a perda de solo (*ceteris paribus*). Mediante a imposição do cenário normativo mais restritivo, as APP que atualmente apresentam ocupação com cobertura vegetal são mantidas; além disso, as APP que atualmente apresentam usos antrópicos agropecuários, são convertidas 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 possa provavelmente ser grande, a medida é mais do que justificada dado o alto grau de fragilidade ambiental identificado pelo presente estudo. Nos cenários, caso a imposição da reserva legal mínima de 20% não seja verificada na cena atual, convertem-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 3.44) e pela sua classificação nas células (Figura 3.76). Uma vez que não há imposição de demandas socioeconômicas, nota-se que este cenário conduz ao atendimento pleno da LPVN. 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, principalmente 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 70,23 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 3.44 – Cenário Normativo Mais Restritivo

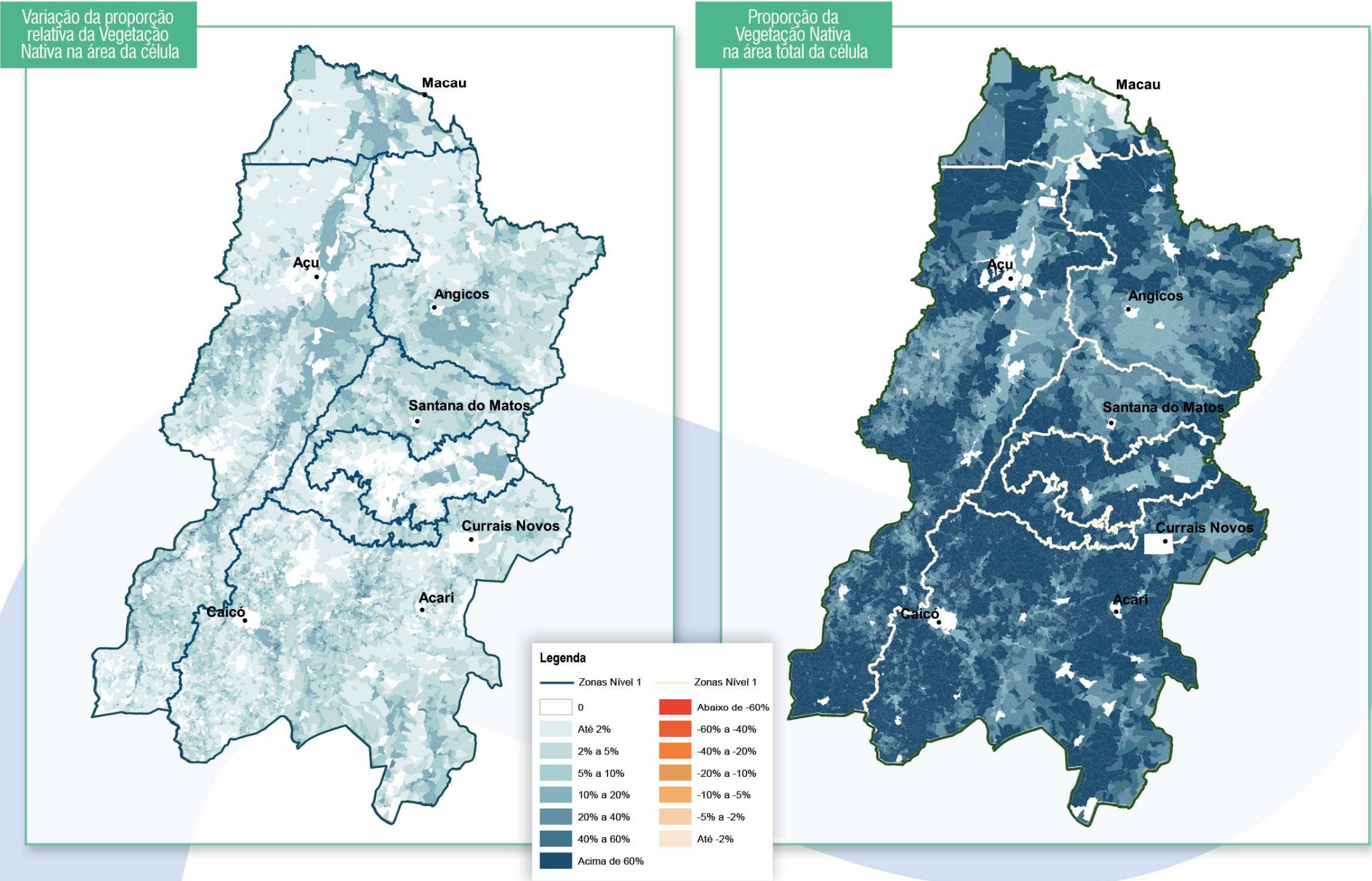
Classes de uso do solo	Zonas Nível 1	Costeira	Médio Piranhas Potiguar	Pataxó	Piranhas	Seridó	Serra de Santana	Total
Infraestrutura	HA	249	245	455	2.077	3.203	241	6.469
	Δ HA	74	87	113	464	958	108	1.804
	Δ %	42,5%	55,6%	33,0%	28,8%	42,7%	81,1%	38,7%
Mineração	HA	82	0	65	427	227	0	801
	Δ HA	0	0	0	0	0	0	0
	Δ %	0,0%	-	0,0%	0,0%	0,0%	-	0,0%
Salinas	HA	12.252	0	0	0	0	0	12.252
	Δ HA	0	0	0	0	0	0	0
	Δ %	0,0%	-	-	-	-	-	0,0%
Aquicultura	HA	3.256	0	192	88	0	0	3.537
	Δ HA	0	0	0	0	0	0	0
	Δ %	0,0%	-	0,0%	0,0%	-	-	0,0%
Agricultura	HA	26.858	1.536	21.809	32.430	2.516	21.552	106.701
	Δ HA	-512	-11	-344	-1.100	-2	-1.719	-3.687
	Δ %	-1,9%	-0,7%	-1,6%	-3,3%	-0,1%	-7,4%	-3,3%
Pecuária	HA	16.423	65.559	114.093	152.515	180.580	9.429	538.600
	Δ HA	-4.411	-6.327	-11.328	-22.508	-22.202	-1.562	-68.340
	Δ %	-21,2%	-8,8%	-9,0%	-12,9%	-10,9%	-14,2%	-11,3%
Veg. Nativa	HA	46.612	89.360	146.480	290.435	367.132	75.109	1.015.127
	Δ HA	4.849	6.250	11.559	23.144	21.247	3.173	70.223
	Δ %	11,6%	7,5%	8,6%	8,7%	6,1%	4,4%	7,4%

FONTE: COBRAPE, 2020.

Figura 3.76 – Cenário Normativo Mais Restritivo



Cenário Normativo Mais Restritivo



FONTE: COBRAPE, 2020.

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.

É fundamental destacar que a proporção absoluta da Vegetação Nativa na área total da célula varia apenas positivamente, uma vez que envolve a área total protegida em relação à área total da célula. Já a análise que tange à variação da proporção relativa da Vegetação Nativa na área da célula é feita tanto em termos positivos quanto negativos. Isso porque as células de maior pressão econômica e menor restrição ambiental são indicadas como susceptíveis à variação negativa da Vegetação Nativa, ou seja, podem apresentar redução da área preservada. De maneira antagônica, células com maior restrição ambiental e menor pressão econômica são identificadas com a necessidade de acréscimo da área de Vegetação Nativa.

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

Quadro 3.45 – 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	249	245	455	2.077	3.203	241	6.469
	Δ HA	74	87	113	464	958	108	1.804
	Δ %	42,5%	55,6%	33,0%	28,8%	42,7%	81,1%	38,7%
Mineração	HA	100	6	93	529	290	4	1.020
	Δ HA	18	6	28	102	62	4	219
	Δ %	21,5%	-	42,9%	23,9%	27,4%	-	27,3%
Salinas	HA	13.776	0	911	183	0	0	14.870
	Δ HA	1.524	0	911	183	0	0	2.618
	Δ %	12,4%	-	-	-	-	-	21,4%
Aquicultura	HA	3.669	0	325	178	0	0	4.172
	Δ HA	413	0	133	90	0	0	635

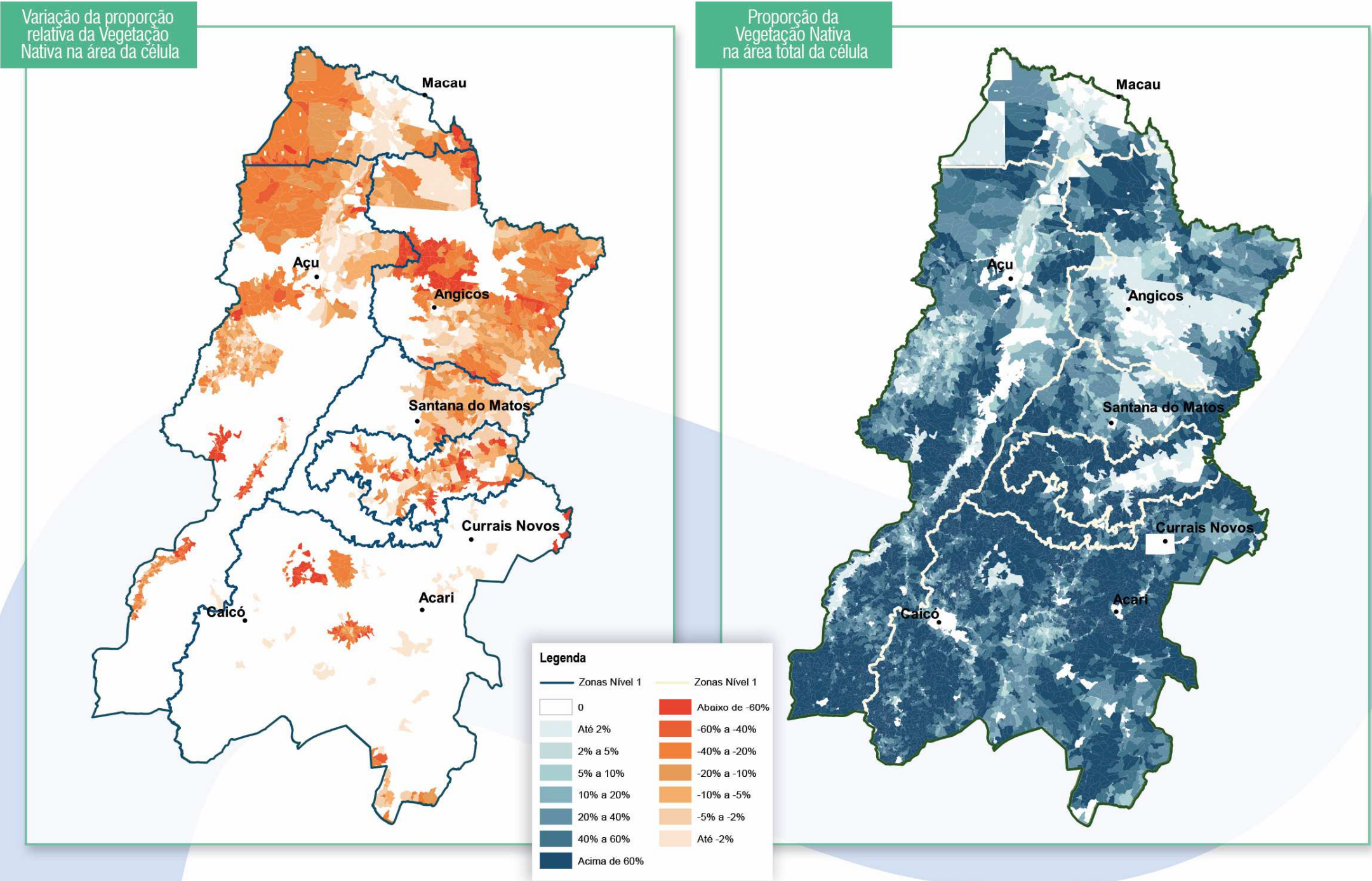
Classes de uso do solo	Zonas Nível 1	Costeira	Médio Piranhas Potiguar	Pataxó	Piranhas	Seridó	Serra de Santana	Total
	Δ %	12,7%	-	68,8%	101,5%	-	-	18,0%
Agricultura	HA	41.071	1.753	33.350	45.178	3.952	29.621	154.925
	Δ HA	13.702	207	11.197	11.648	1.433	6.350	44.537
	Δ %	50,1%	13,4%	50,5%	34,7%	56,9%	27,3%	40,3%
Pecuária	HA	25.655	76.018	157.714	200.532	211.184	15.966	687.068
	Δ HA	4.821	4.132	32.292	25.508	8.401	4.975	80.128
	Δ %	23,1%	5,7%	25,7%	14,6%	4,1%	45,3%	13,2%
Veg. Nativa	HA	21.211	78.678	90.248	229.295	335.031	60.499	814.963
	Δ HA	-20.552	-4.432	-44.672	-37.995	-10.855	-11.436	-129.941
	Δ %	-49,2%	-5,3%	-33,1%	-14,2%	-3,1%	-15,9%	-13,8%

FONTE: COBRAPE, 2020.

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



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



FONTE: COBRAPE, 2020.

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

Quadro 3.46 – Cenário Normativo Menos Restritivo x Cenário PISF- EMAS- AFAM+

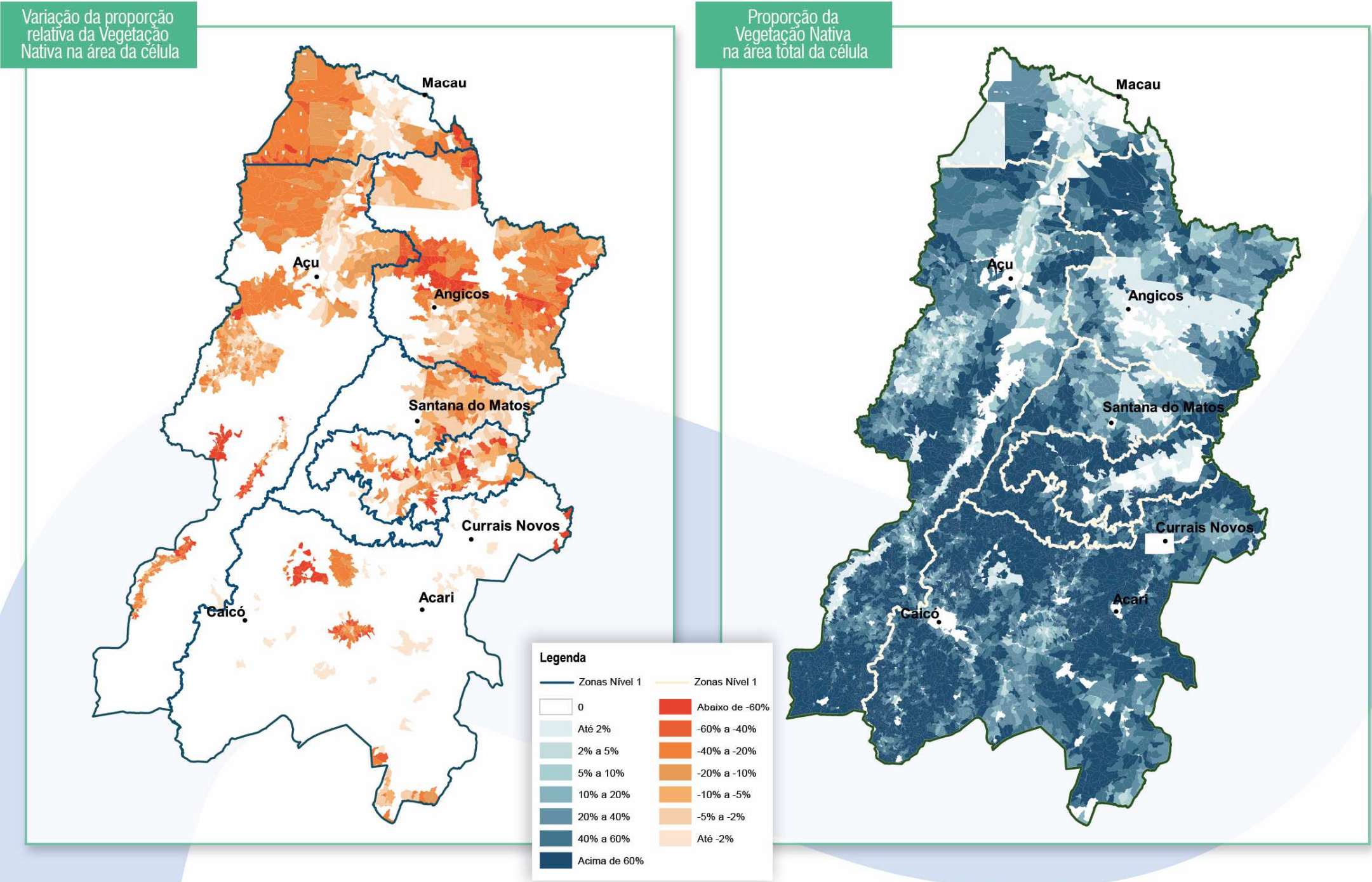
Classes de uso do solo	Zonas Nível 1	Costeira	Médio Piranhas Potiguar	Pataxó	Piranhas	Seridó	Serra de Santana	Total
Infraestrutura	HA	249	245	455	2.077	3.203	241	6.469
	Δ HA	74	87	113	464	958	108	1.804
	Δ %	42,5%	55,6%	33,0%	28,8%	42,7%	81,1%	38,7%
Mineração	HA	100	6	93	529	290	4	1.020
	Δ HA	18	6	28	102	62	4	219
	Δ %	21,5%	-	42,9%	23,9%	27,4%	-	27,3%
Salinas	HA	13.776	0	911	183	0	0	14.870
	Δ HA	1.524	0	911	183	0	0	2.618
	Δ %	12,4%	-	-	-	-	-	21,4%
Aquicultura	HA	3.669	0	325	178	0	0	4.172
	Δ HA	413	0	133	90	0	0	635
	Δ %	12,7%	-	68,8%	101,5%	-	-	18,0%
Agricultura	HA	40.890	1.707	29.951	43.879	3.663	29.137	149.227
	Δ HA	13.521	160	7.798	10.349	1.145	5.866	38.838
	Δ %	49,4%	10,4%	35,2%	30,9%	45,5%	25,2%	35,2%
Pecuária	HA	25.658	76.018	159.299	200.626	211.189	15.965	688.756
	Δ HA	4.824	4.132	33.877	25.602	8.407	4.975	81.816
	Δ %	23,2%	5,7%	27,0%	14,6%	4,1%	45,3%	13,5%
Veg. Nativa	HA	21.389	78.725	92.062	230.501	335.314	60.984	818.974
	Δ HA	-20.374	-4.385	-42.859	-36.790	-10.571	-10.952	-125.930
	Δ %	-48,8%	-5,3%	-31,8%	-13,8%	-3,1%	-15,2%	-13,3%

FONTE: COBRAPE, 2020.

Figura 3.78 – Cenário Normativo Menos Restritivo x Cenário PISF- EMAS- AFAM+



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



FONTE: COBRAPE, 2020.

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

Quadro 3.47 – Cenário Normativo Menos Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM-

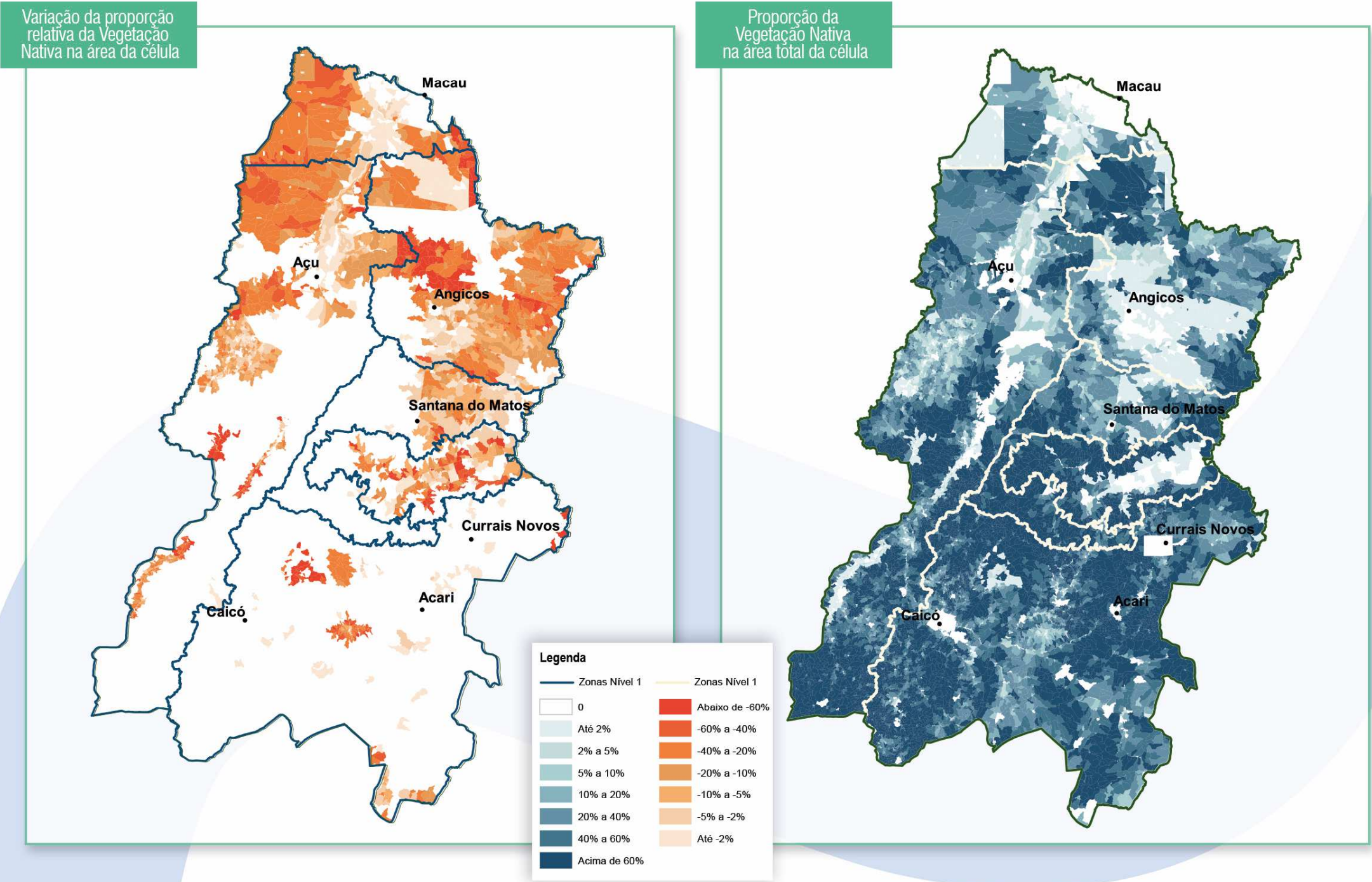
Classes de uso do solo	Zonas Nível 1	Costeira	Médio Piranhas Potiguar	Pataxó	Piranhas	Seridó	Serra de Santana	Total
Infraestrutura	HA	249	245	455	2.077	3.203	241	6.469
	Δ HA	74	87	113	464	958	108	1.804
	Δ %	42,5%	55,6%	33,0%	28,8%	42,7%	81,1%	38,7%
Mineração	HA	135	8	123	735	424	6	1.430
	Δ HA	53	8	58	308	197	6	629
	Δ %	64,8%	-	88,6%	72,1%	86,5%	-	78,5%
Salinas	HA	16.636	0	2.366	289	0	0	19.291
	Δ HA	4.384	0	2.366	289	0	0	7.039
	Δ %	35,8%	-	-	-	-	-	57,4%
Aquicultura	HA	4.190	0	638	412	0	0	5.240
	Δ HA	933	0	446	324	0	0	1.703
	Δ %	28,7%	-	231,6%	366,3%	-	-	48,1%
Agricultura	HA	41.347	1.753	34.913	48.580	3.981	29.622	160.196
	Δ HA	13.978	207	12.759	15.050	1.463	6.351	49.808
	Δ %	51,1%	13,4%	57,6%	44,9%	58,1%	27,3%	45,1%
Pecuária	HA	24.628	76.017	158.112	202.399	211.263	15.964	688.383
	Δ HA	3.793	4.131	32.690	27.375	8.480	4.974	81.443
	Δ %	18,2%	5,7%	26,1%	15,6%	4,2%	45,3%	13,4%
Veg. Nativa	HA	18.547	78.676	86.489	223.480	334.788	60.498	802.479
	Δ HA	-23.216	-4.434	-48.432	-43.810	-11.097	-11.438	-142.426
	Δ %	-55,6%	-5,3%	-35,9%	-16,4%	-3,2%	-15,9%	-15,1%

FONTE: COBRAPE, 2020.

Figura 3.79 – Cenário Normativo Menos Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM-



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



FONTE: COBRAPE, 2020.

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

Quadro 3.48 – Cenário Normativo Menos Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM+

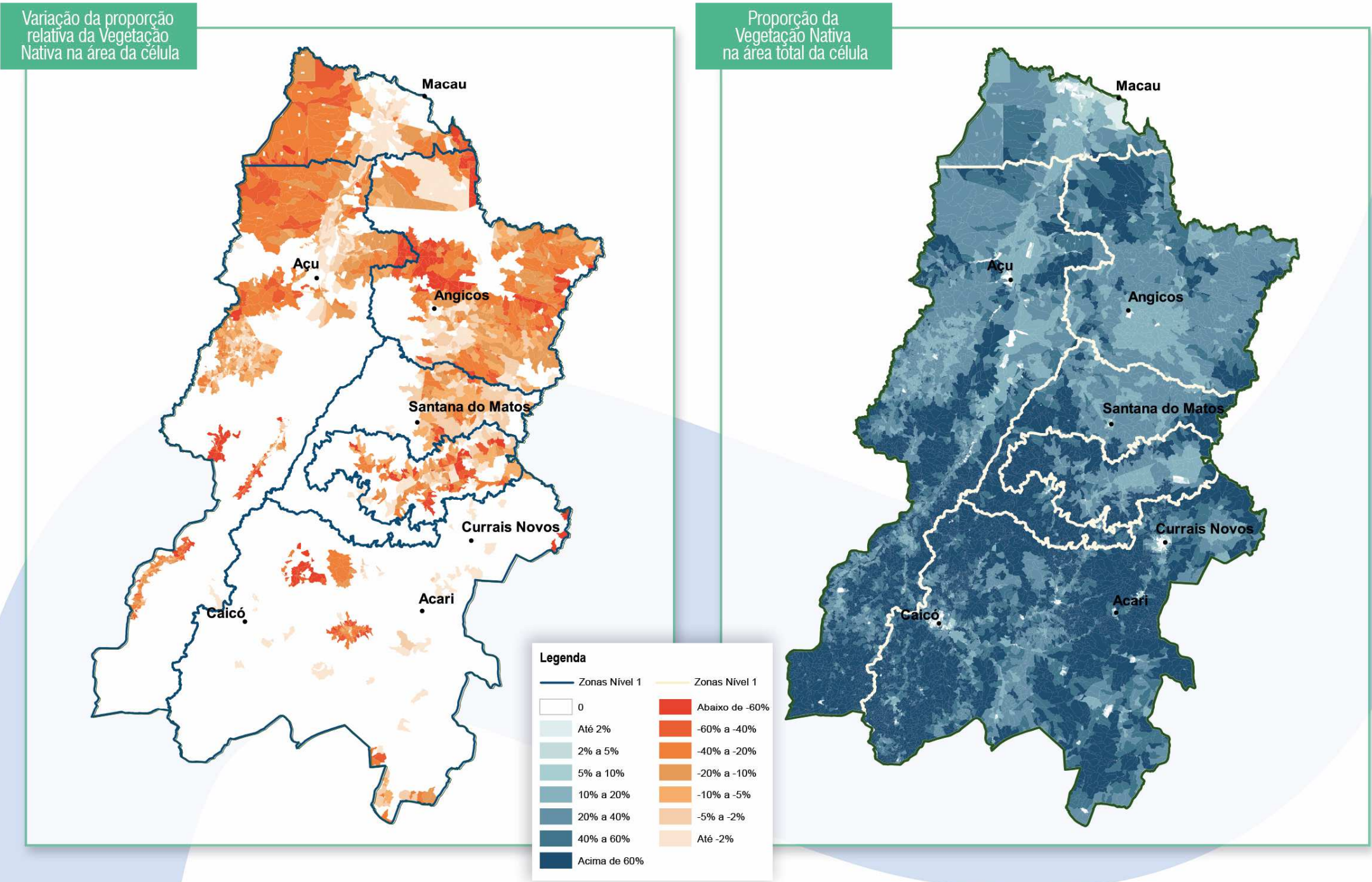
Classes de uso do solo	Zonas Nível 1	Costeira	Médio Piranhas Potiguar	Pataxó	Piranhas	Seridó	Serra de Santana	Total
Infraestrutura	HA	249	245	455	2.077	3.203	241	6.469
	Δ HA	74	87	113	464	958	108	1.804
	Δ %	42,5%	55,6%	33,0%	28,8%	42,7%	81,1%	38,7%
Mineração	HA	135	8	123	735	424	6	1.430
	Δ HA	53	8	58	308	197	6	629
	Δ %	64,8%	-	88,6%	72,1%	86,5%	-	78,5%
Salinas	HA	16.636	0	2.366	289	0	0	19.291
	Δ HA	4.384	0	2.366	289	0	0	7.039
	Δ %	35,8%	-	-	-	-	-	57,4%
Aquicultura	HA	4.190	0	638	412	0	0	5.240
	Δ HA	933	0	446	324	0	0	1.703
	Δ %	28,7%	-	231,6%	366,3%	-	-	48,1%
Agricultura	HA	41.167	1.707	31.513	47.278	3.692	29.138	154.495
	Δ HA	13.798	160	9.360	13.748	1.174	5.867	44.107
	Δ %	50,4%	10,4%	42,3%	41,0%	46,6%	25,2%	40,0%
Pecuária	HA	24.631	76.017	159.702	202.496	211.268	15.964	690.079
	Δ HA	3.796	4.131	34.280	27.472	8.486	4.973	83.139
	Δ %	18,2%	5,7%	27,3%	15,7%	4,2%	45,2%	13,7%
Veg. Nativa	HA	18.724	78.723	88.298	224.686	335.071	60.982	806.484
	Δ HA	-23.039	-4.387	-46.623	-42.605	-10.814	-10.953	-138.420
	Δ %	-55,2%	-5,3%	-34,6%	-15,9%	-3,1%	-15,2%	-14,6%

FONTE: COBRAPE, 2020.

Figura 3.80 – Cenário Normativo Menos Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM+



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



FONTE: COBRAPE, 2020.

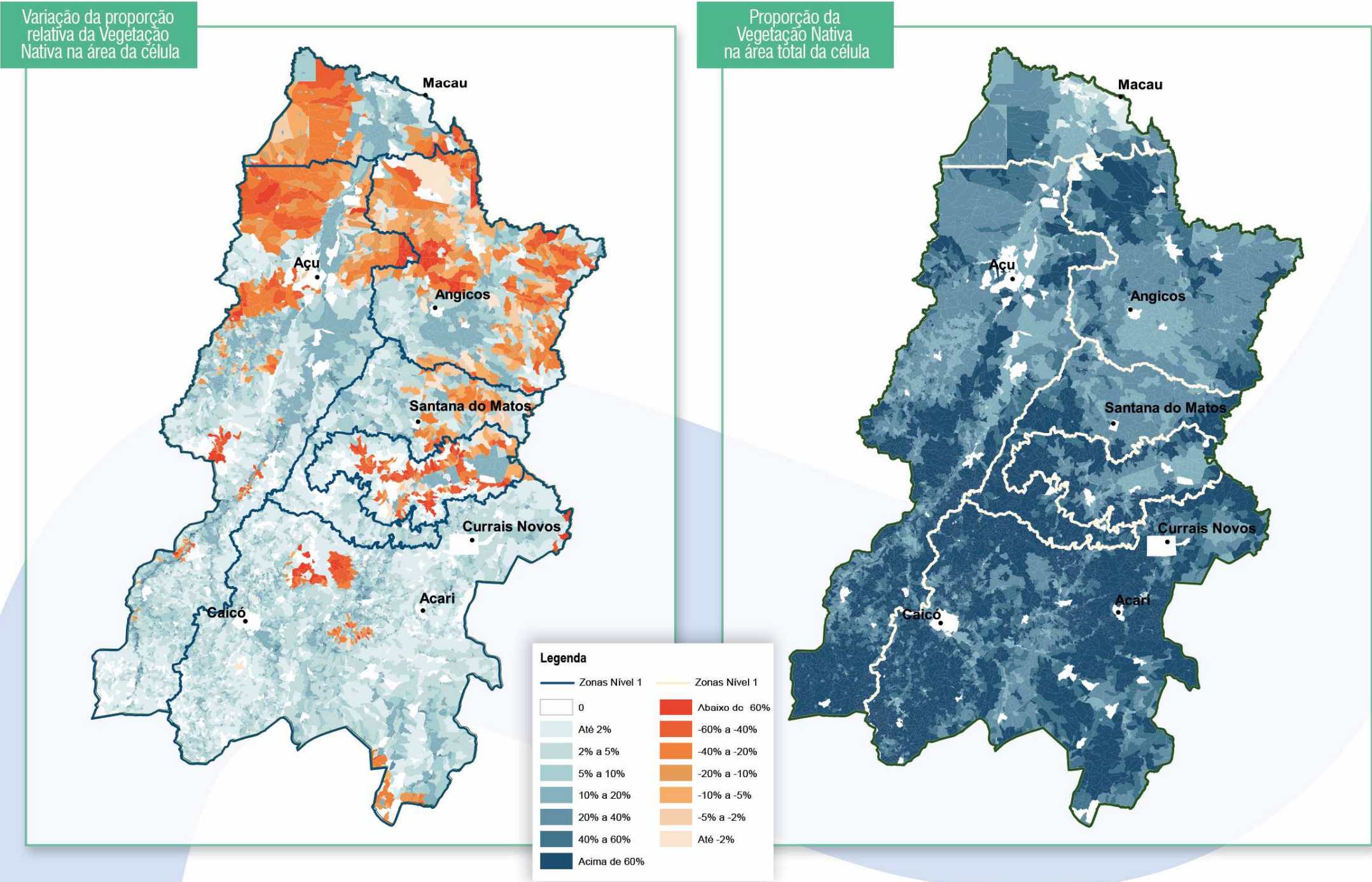
3.6.5. Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF- EMAS- AFAM-

Quadro 3.49 – 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	249	245	455	2.077	3.203	241	6.469
	Δ HA	74	87	113	464	958	108	1.804
	Δ %	42,5%	55,6%	33,0%	28,8%	42,7%	81,1%	38,7%
Mineração	HA	99	6	93	529	290	4	1.020
	Δ HA	17	6	28	102	62	4	219
	Δ %	21,2%	-	43,0%	23,9%	27,4%	-	27,4%
Salinas	HA	13.705	0	980	185	0	0	14.869
	Δ HA	1.453	0	980	185	0	0	2.617
	Δ %	11,9%	-	-	-	-	-	21,4%
Aquicultura	HA	3.656	0	337	179	0	0	4.172
	Δ HA	399	0	145	91	0	0	635
	Δ %	12,3%	-	75,3%	102,8%	-	-	18,0%
Agricultura	HA	35.485	1.760	32.830	43.896	3.738	26.067	143.777
	Δ HA	8.116	214	10.677	10.366	1.220	2.797	33.389
	Δ %	29,7%	13,8%	48,2%	30,9%	48,4%	12,0%	30,2%
Pecuária	HA	23.013	69.980	139.045	178.665	189.349	16.918	616.970
	Δ HA	2.179	-1.906	13.623	3.641	-13.434	5.927	10.030
	Δ %	10,5%	-2,7%	10,9%	2,1%	-6,6%	53,9%	1,7%
Veg. Nativa	HA	29.524	84.709	109.356	252.441	357.079	63.100	896.209
	Δ HA	-12.239	1.599	-25.565	-14.849	11.194	-8.835	-48.695
	Δ %	-29,3%	1,9%	-18,9%	-5,6%	3,2%	-12,3%	-5,2%

FONTE: COBRAPE, 2020.

Figura 3.81 – Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF- EMAS- AFAM-



FONTE: COBRAPE, 2020.

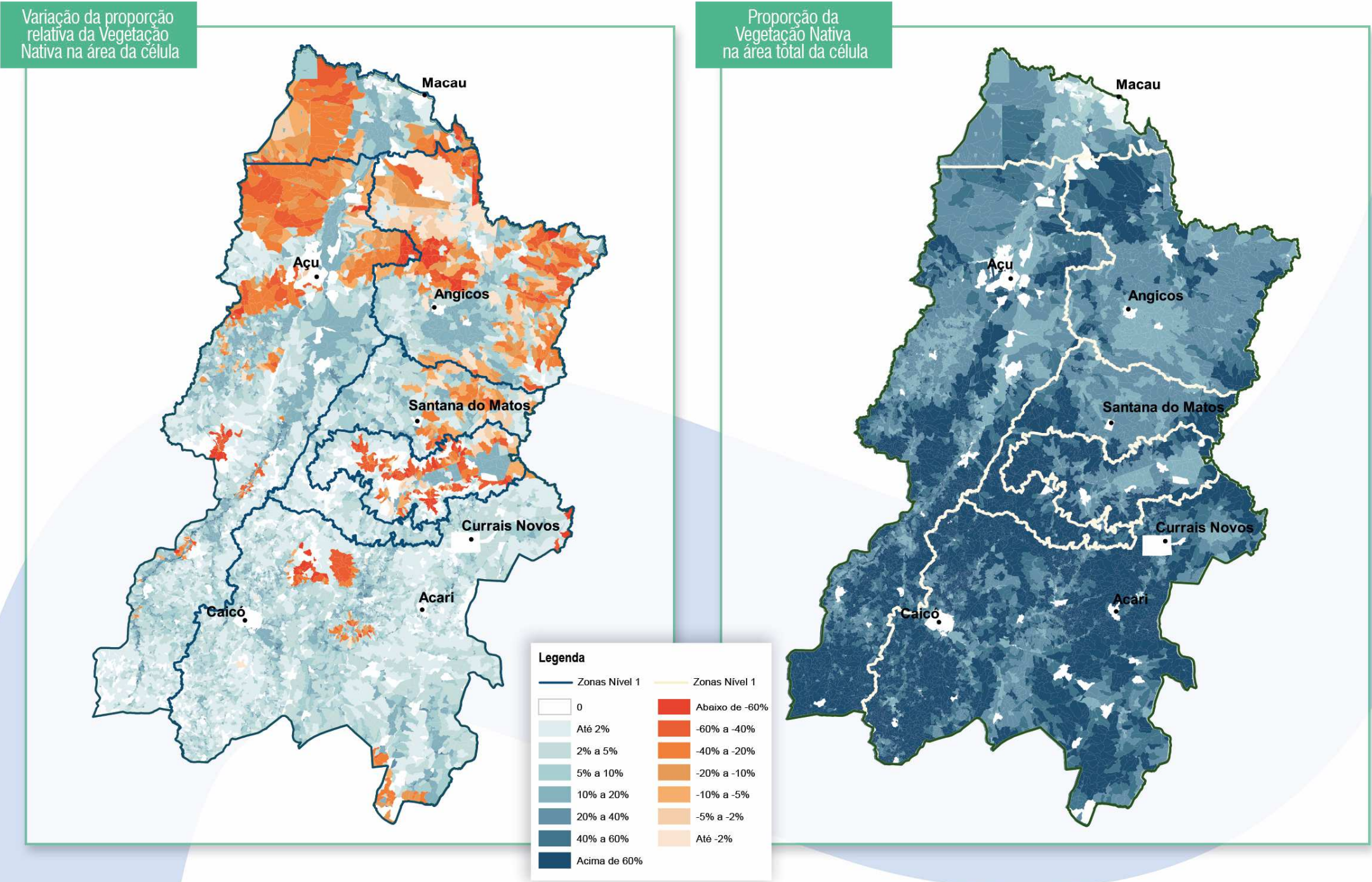
3.6.6. Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF- EMAS- AFAM+

Quadro 3.50 – 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	249	245	455	2.077	3.203	241	6.469
	Δ HA	74	87	113	464	958	108	1.804
	Δ %	42,5%	55,6%	33,0%	28,8%	42,7%	81,1%	38,7%
Mineração	HA	99	6	93	529	290	4	1.020
	Δ HA	17	6	28	102	62	4	219
	Δ %	21,2%	-	43,0%	23,9%	27,4%	-	27,4%
Salinas	HA	13.705	0	980	185	0	0	14.869
	Δ HA	1.453	0	980	185	0	0	2.617
	Δ %	11,9%	-	-	-	-	-	21,4%
Aquicultura	HA	3.656	0	337	179	0	0	4.172
	Δ HA	399	0	145	91	0	0	635
	Δ %	12,3%	-	75,3%	102,8%	-	-	18,0%
Agricultura	HA	35.326	1.717	29.699	42.634	3.454	25.649	138.479
	Δ HA	7.957	171	7.546	9.104	936	2.378	28.091
	Δ %	29,1%	11,0%	34,1%	27,2%	37,2%	10,2%	25,4%
Pecuária	HA	23.016	69.980	139.318	179.331	189.382	17.120	618.147
	Δ HA	2.182	-1.906	13.896	4.307	-13.400	6.129	11.207
	Δ %	10,5%	-2,7%	11,1%	2,5%	-6,6%	55,8%	1,8%
Veg. Nativa	HA	29.681	84.752	112.213	253.038	357.330	63.317	900.330
	Δ HA	-12.083	1.642	-22.708	-14.252	11.445	-8.619	-44.574
	Δ %	-28,9%	2,0%	-16,8%	-5,3%	3,3%	-12,0%	-4,7%

FONTE: COBRAPE, 2020.

Figura 3.82 – Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF- EMAS- AFAM+



FONTE: COBRAPE, 2020.

3.6.7. Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM-

Quadro 3.51 – Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM-

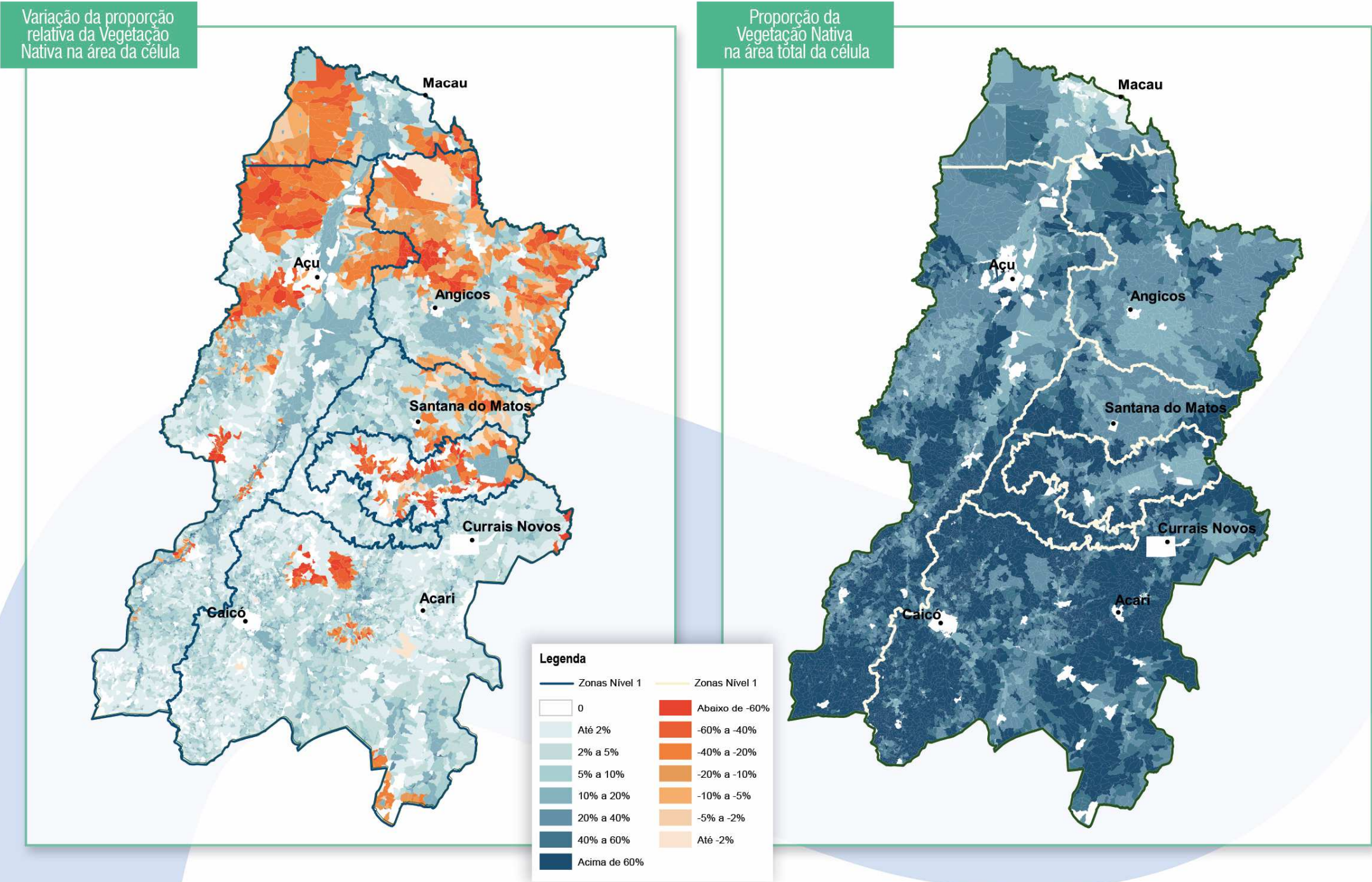
Classes de uso do solo	Zonas Nível 1	Costeira	Médio Piranhas Potiguar	Pataxó	Piranhas	Seridó	Serra de Santana	Total
Infraestrutura	HA	249	245	455	2.077	3.203	241	6.469
	Δ HA	74	87	113	464	958	108	1.804
	Δ %	42,5%	55,6%	33,0%	28,8%	42,7%	81,1%	38,7%
Mineração	HA	134	8	123	736	424	6	1.430
	Δ HA	52	8	58	309	197	6	629
	Δ %	63,1%	-	88,5%	72,4%	86,6%	-	78,5%
Salinas	HA	16.453	0	2.547	291	0	0	19.291
	Δ HA	4.201	0	2.547	291	0	0	7.039
	Δ %	34,3%	-	-	-	-	-	57,4%
Aquicultura	HA	4.160	0	665	415	0	0	5.239
	Δ HA	904	0	472	327	0	0	1.703
	Δ %	27,8%	-	245,4%	369,7%	-	-	48,1%
Agricultura	HA	35.751	1.760	34.362	47.337	3.767	26.068	149.046
	Δ HA	8.382	214	12.208	13.807	1.249	2.797	38.658
	Δ %	30,6%	13,8%	55,1%	41,2%	49,6%	12,0%	35,0%
Pecuária	HA	20.613	69.979	138.207	180.188	189.418	16.917	615.323
	Δ HA	-221	-1.907	12.785	5.164	-13.364	5.926	8.383
	Δ %	-1,1%	-2,7%	10,2%	3,0%	-6,6%	53,9%	1,4%
Veg. Nativa	HA	28.372	84.707	106.737	246.928	356.846	63.099	886.689
	Δ HA	-13.391	1.597	-28.183	-20.363	10.961	-8.836	-58.215
	Δ %	-32,1%	1,9%	-20,9%	-7,6%	3,2%	-12,3%	-6,2%

FONTE: COBRAPE, 2020.

Figura 3.83 – Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM-



Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM-



FONTE: COBRAPE, 2020.

3.6.8. Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM+

Quadro 3.52 – Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM+

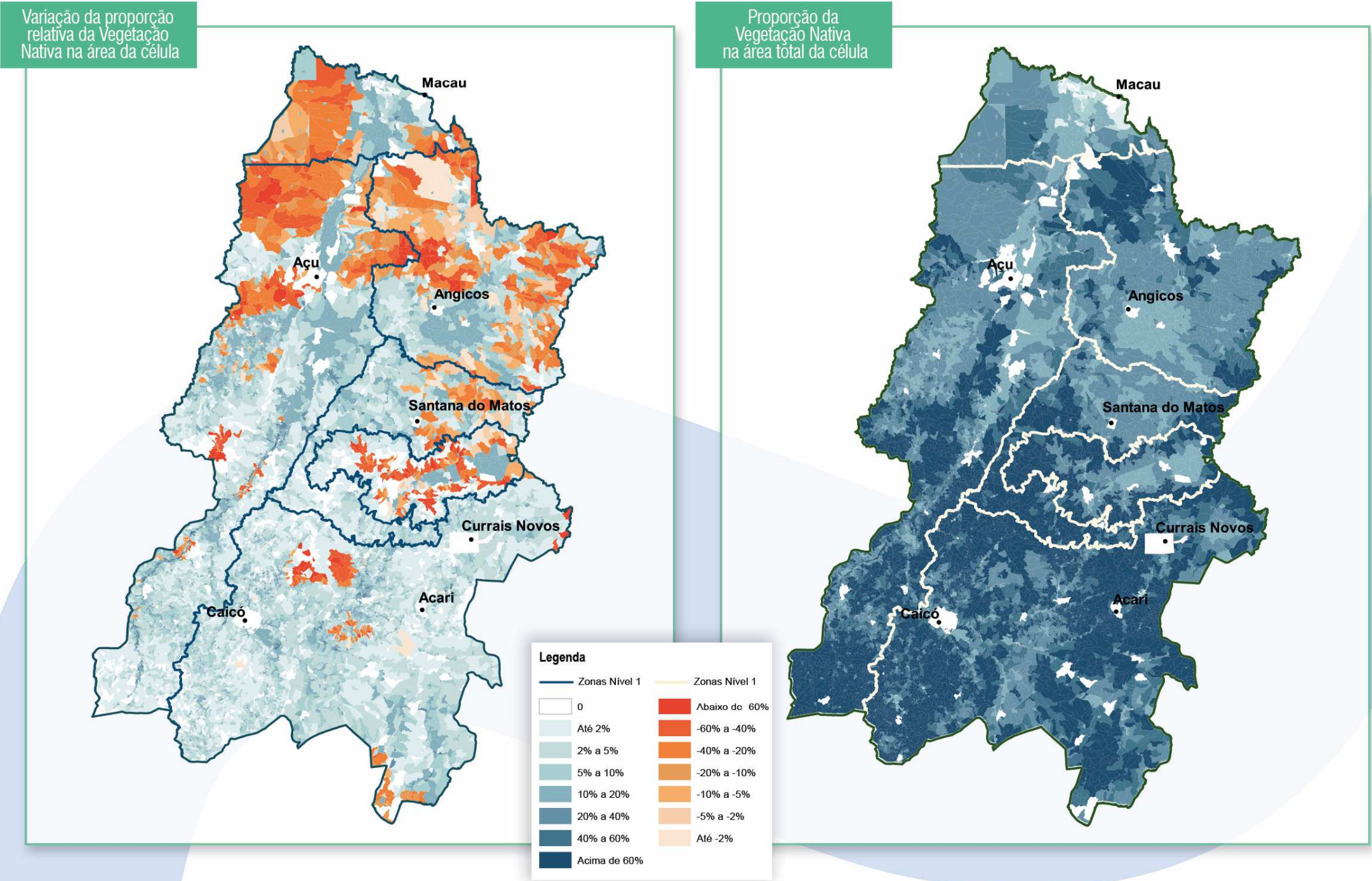
Classes de uso do solo	Zonas Nível 1	Costeira	Médio Piranhas Potiguar	Pataxó	Piranhas	Seridó	Serra de Santana	Total
Infraestrutura	HA	249	245	455	2.077	3.203	241	6.469
	Δ HA	74	87	113	464	958	108	1.804
	Δ %	42,5%	55,6%	33,0%	28,8%	42,7%	81,1%	38,7%
Mineração	HA	134	8	123	736	424	6	1.430
	Δ HA	52	8	58	309	197	6	629
	Δ %	63,1%	-	88,5%	72,4%	86,6%	-	78,5%
Salinas	HA	16.453	0	2.547	291	0	0	19.291
	Δ HA	4.201	0	2.547	291	0	0	7.039
	Δ %	34,3%	-	-	-	-	-	57,4%
Aquicultura	HA	4.160	0	665	415	0	0	5.239
	Δ HA	904	0	472	327	0	0	1.703
	Δ %	27,8%	-	245,4%	369,7%	-	-	48,1%
Agricultura	HA	35.592	1.717	31.231	46.073	3.483	25.650	143.746
	Δ HA	8.223	171	9.078	12.542	965	2.379	33.358
	Δ %	30,0%	11,0%	41,0%	37,4%	38,3%	10,2%	30,2%
Pecuária	HA	20.764	69.979	138.668	180.856	189.451	17.119	616.837
	Δ HA	-71	-1.907	13.246	5.832	-13.331	6.128	9.897
	Δ %	-0,3%	-2,7%	10,6%	3,3%	-6,6%	55,8%	1,6%
Veg. Nativa	HA	28.380	84.750	109.407	247.525	357.097	63.315	890.475
	Δ HA	-13.383	1.640	-25.513	-19.765	11.212	-8.620	-54.429
	Δ %	-32,0%	2,0%	-18,9%	-7,4%	3,2%	-12,0%	-5,8%

FONTE: COBRAPE, 2020.

Figura 3.84 – Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM+



Cenário Normativo Mais Restritivo x Cenário PISF+ EMAS+ AFAM+



FONTE: COBRAPE, 2020.

atividades agropecuárias, traduzida em algo entre 124,7 mil ha e 127,3 mil ha. A vegetação nativa cederia espaço não somente para a agricultura, mas principalmente para a pecuária, que poderá ocupar algo entre 80,1 mil ha e 83,1 mil ha.

O contraste desses resultados com aqueles encontrados pela imposição das normativas legais vigentes (respeito às áreas de APP e garantia de um mínimo de 20% de RL por célula) se torna ilustrativo - senão, vejamos: ao invés de perder entre 126 mil ha e 142 mil ha de vegetação nativa, a imposição das restrições ambientais evitam a perda de cerca de 80 mil ha. O intervalo entre os cenários de menor e maior intensidades traz perdas da vegetação nativa da ordem de 44,57 mil ha (4,7% de redução em relação à vegetação nativa na cena atual) a 58,22 mil ha (6,2%). Mesmo com essa significativa restrição às atividades produtivas, a agricultura ainda se expande em algo entre 28,1 mil ha e 38,7 mil ha. Trata-se de adição considerável, haja vista que atualmente a área ocupada com agricultura (cena atual) é de 110,4 mil ha. Ou seja, mesmo com o cenário normativo mais restritivo, a agricultura cresce entre 25,4% e 35,0% 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 1,4% a 1,8% ao invés de algo entre 13,2% a 13,7%, que seriam verificados nos cenários de menor restrição ambiental.

Quanto às atividades produtivas de mineração, salinas e aquicultura, nota-se que em nenhum cenário há restrição à sua expansão. 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 local.

Embora o cenário normativo mais restritivo prove ser condição mínima de garantia de 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 consequente 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 incide⁴⁵; 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 território⁴⁶.

No RN há um conjunto de órgãos de gestão e controle⁴⁷ 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.

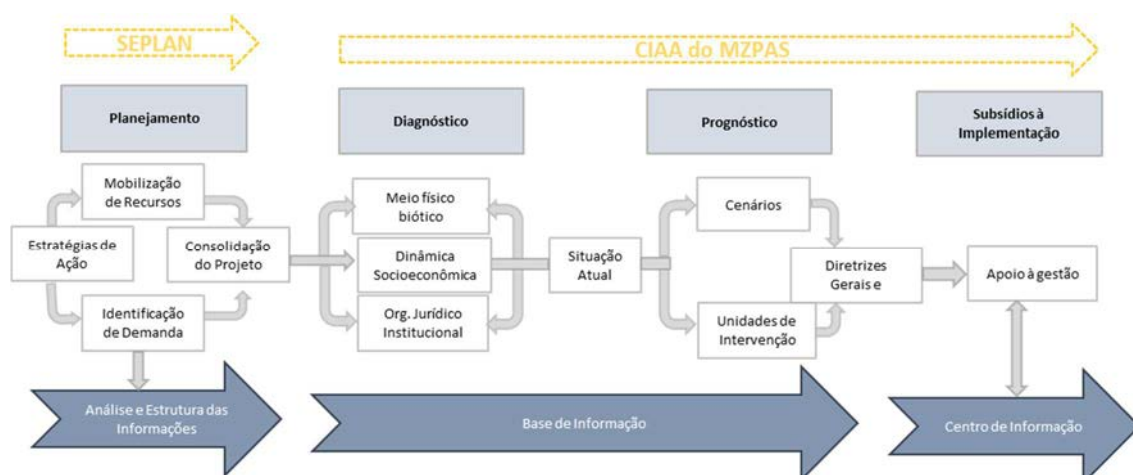
Para melhor visualização, foi exposto o fluxograma com as diretrizes metodológicas para elaboração do ZEE, segundo MMA, indicando a participação dos órgãos competentes na elaboração do MZPAS.

⁴⁵ Possível de acessar em: https://www.mma.gov.br/biomas/mata-atl%C3%A2ntica_emdesenvolvimento/ordenamento-territorial. Acesso em: 08/11/2019.

⁴⁶ Possível de acessar em: <https://www.mma.gov.br/gestao-territorial/zoneamento-territorial>. Acesso em: 08/11/2019.

⁴⁷ 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, 2020.

(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:

- União – ZEE Nacional e Regional;
- Estados – ZEE Estadual; e,
- 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

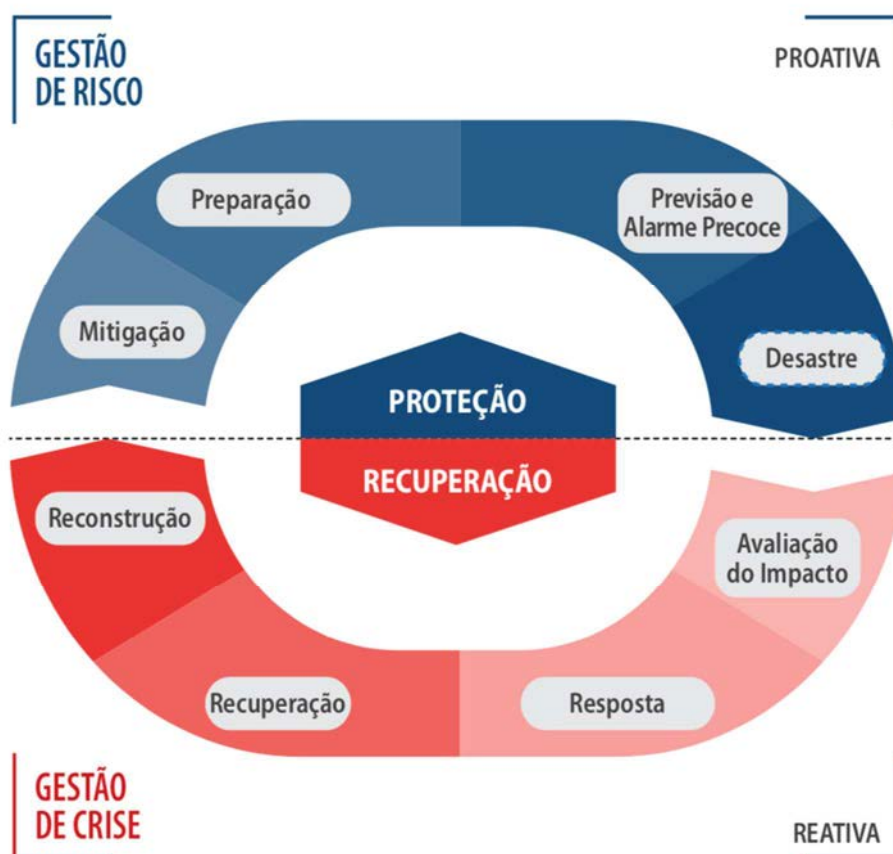
vicioso, isso reduz as chances de safras com boa produtividade que compensem os efeitos da crise; tendo o efeito adverso de motivar, assim, abertura de novas áreas para fazer frente aos volumes perdidos.

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	Unidades de conservação de proteção integral
		Uso restrito e controlado	Unidades de conservação de uso sustentável e Reserva Particular do Patrimônio Natural
			Povos e Comunidades tradicionais

FONTE: COBRAPE, 2020.

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

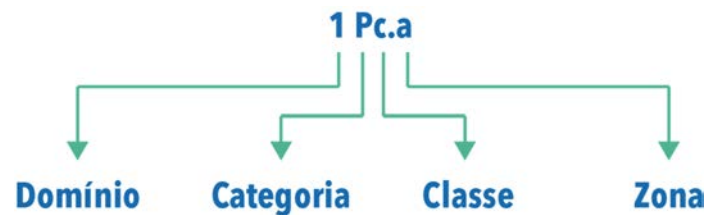
NÍVEL I - DOMÍNIO GEO-SOCIOAMBIENTAL	NÍVEL II - CATEGORIA	NÍVEL III - CLASSE	NÍVEL IV - ZONA	DEFINIÇÃO
MACROZONAS	ÁREAS DE PRODUÇÃO	Consolidação	Consolidação com usos agropecuários	Englobam as terras com ocupação socioeconômica consolidada, em produção de alimentos e de commodities do agronegócio, ou 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	São as unidades, sob a administração federal, estadual, e municipal, destinadas para preservar a natureza, em que a exploração ou o aproveitamento dos recursos naturais são admitidos de maneira indireta, com exceção dos casos previstos em lei. Essas áreas envolvem suas zonas de amortecimento.
		Uso restrito e controlado	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.
			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, 2020.

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, 2020.

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, 2020.

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.

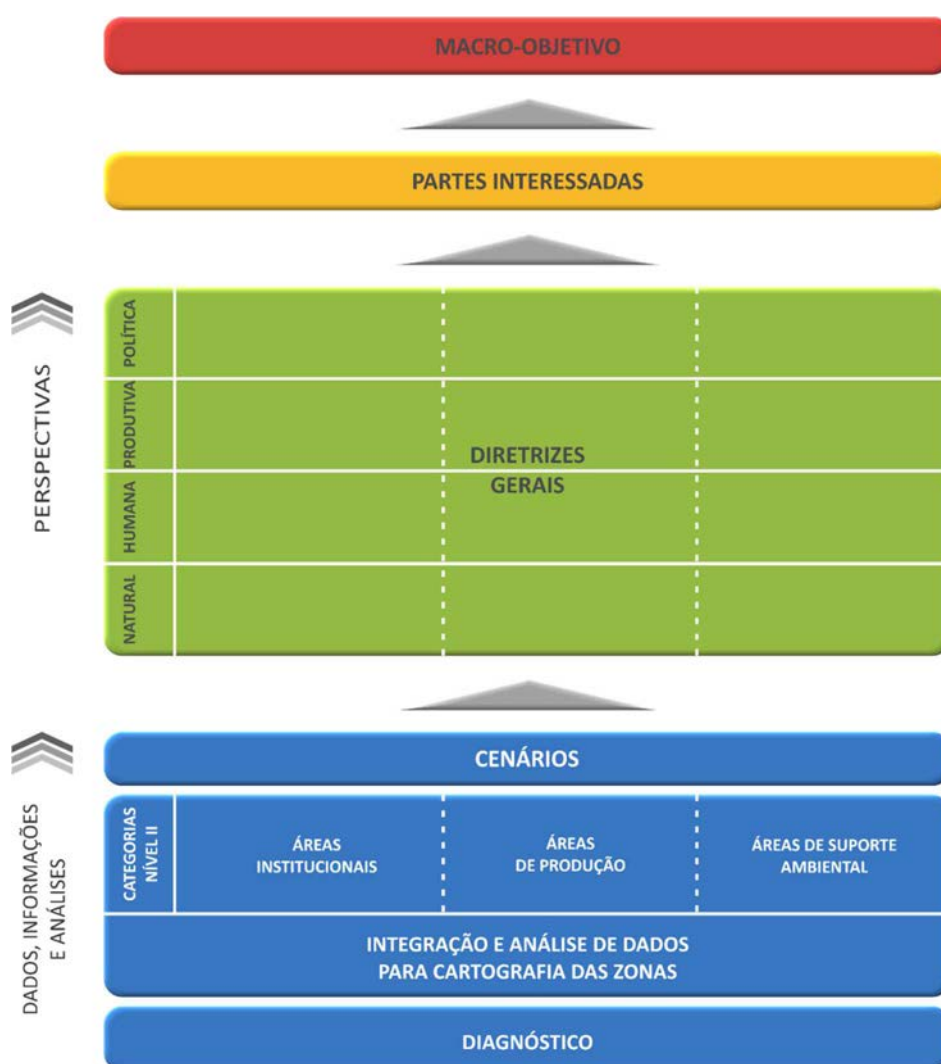
As diretrizes do MZPAS foram elaboradas a partir da leitura de um mapa estratégico iniciado pela definição do macro-objetivo do MZPAS (visão). O macro-objetivo é uma direção de futuro para o ZEE, a linha mestra para que as diretrizes sejam formuladas. Na definição do macro-objetivo foram consideradas, 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

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 5.1 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 5.1 – Extensão territorial das zonas ecológico-econômicas de Nível IV por domínios geo-socioambientais – 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	175,82	127,48	36,79	140,06	4,66	113,26	0,00	568,56	0,00	1,56	3,17	0,00
Médio Piranhas Potiguar	752,14	13,14	42,94	14,28	399,02	108,04	125,00	131,49	4,05	0,00	0,00	0,00
Pataxó	1.364,48	29,39	531,23	85,64	399,91	48,91	361,96	38,60	2,48	0,00	0,00	10,52
Piranhas	2.516,31	122,66	498,81	190,16	363,27	931,28	330,73	106,74	26,82	1,55	5,95	0,00
Seridó	2.588,59	68,81	26,58	142,69	714,43	1.580,81	263,43	253,91	43,52	11,64	10,82	5,83
Serra de Santana	272,93	6,86	28,30	12,15	150,47	171,49	132,80	255,55	3,84	0,00	0,00	34,76
Total Nível IV	7.670,26	368,35	1.164,64	584,98	2.031,76	2.953,80	1.213,93	1.354,84	80,71	14,75	19,93	51,11
Total Nível III	8.038,60		1.749,62		4.985,56		2.649,47			14,75	71,05	
Total Nível II	9.788,23				7.635,04					85,80		
BHPA	17.509,06											

FONTE: COBRAPE, 2020.

Zoneamento Nível IV

Convenções Cartográficas

- Limites MZPAS
- Limites Municipais
- Limites Estaduais
- Hidrografia Principal
- Rodovias
- Reservatórios
- Áreas Urbanas

Legenda

NÍVEL I - DOMÍNIO GEO-SOCIOAMBIENTAL	NÍVEL II - CATEGORIA	NÍVEL III - CLASSE	NÍVEL IV - ZONA
Costeira - 1 Piranhas - 2 Pataxó - 3 Médio Piranhas Potiguar - 4 Serra do Santana - 5 Serdó - 6	ÁREAS DE PRODUÇÃO - P	Consolidação - c	Consolidação com usos agropecuários - a
		Expansão - e	Expansão com usos não agropecuários - b
	ÁREAS DE SUPORTE AMBIENTAL - S	Recuperação e manejo - r	Expansão com usos agropecuários - f
			Expansão com usos não agropecuários - g
		Conservação - o	Recuperação e manejo de áreas de alta fragilidade ambiental e de alta importância para ambientes aquáticos - j
			Conservação de áreas de muito alta importância para a biodiversidade - k
	ÁREAS INSTITUCIONAIS - I	Preservação - p	Conservação de áreas de muito alta fragilidade natural - l
			Conservação de áreas de muito alta importância de biodiversidade - n
		Uso restrito e controlado - u	Conservação de áreas de muito alta importância para ambientes aquáticos - q
			Unidades de conservação de proteção integral - i
Unidades de conservação de uso sustentável e Reserva Particular do Patrimônio Natural - s			
Povos e Comunidades tradicionais - t			

PARAÍBA

Fonte: COBRAPE, 2020

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

cobrape

RIO GRANDE DO NORTE

O Quadro 5.2 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 5.2 – Extensão territorial das zonas ecológico-econômicas de Nível III por domínios geo-socioambientais – área (km²)

Nível II - Categorias	Nível III - Classes	ÁREA (km²) – DOMÍNIOS GEO-SOCIOAMBIENTAIS						
		TOTAL	Costeira	Médio Piranhas Potiguar	Pataxó	Piranhas	Seridó	Serra de Santana
ÁREAS DE PRODUÇÃO	Consolidação	8.038,60	303,29	765,28	1.393,86	2.638,98	2.657,40	279,79
	Expansão	1.749,62	176,85	57,22	616,86	688,97	169,27	40,45
ÁREAS DE SUPORTE AMBIENTAL	Recuperação	4.985,56	117,91	507,06	448,83	1.294,55	2.295,25	321,96
	Conservação	2.649,47	568,56	260,54	403,04	464,30	560,86	392,18
ÁREAS INSTITUCIONAIS	Preservação	14,75	1,56	0,00	0,00	1,55	11,64	0,00
	Uso restrito e controlado	71,05	3,17	0,00	10,52	5,95	16,65	34,76
		ÁREA (%) - DOMÍNIOS						
ÁREAS DE PRODUÇÃO	Consolidação	100%	3,77%	9,52%	17,34%	32,83%	33,06%	3,48%
	Expansão	100%	10,11%	3,27%	35,26%	39,38%	9,67%	2,31%
ÁREAS DE SUPORTE AMBIENTAL	Recuperação	100%	2,37%	10,17%	9,00%	25,97%	46,04%	6,46%
	Conservação	100%	21,46%	9,83%	15,21%	17,52%	21,17%	14,80%
ÁREAS INSTITUCIONAIS	Preservação	100%	10,60%	0,00%	0,00%	10,50%	78,89%	0,00%
	Uso restrito e controlado	100%	4,46%	0,00%	14,80%	8,38%	23,43%	48,93%

FONTE: COBRAPE, 2020.

NÍVEL I - DOMÍNIO GEO-SOCIOAMBIENTAL	NÍVEL II - CATEGORIA	NÍVEL III - CLASSE	NÍVEL IV - ZONA
Costeira - 1 Piranhas - 2 Pataxó - 3 Médio Piranhas Potiguar - 4 Serra do Santana - 5 Seridó - 6	ÁREAS DE PRODUÇÃO - P	Consolidação - c	Consolidação com usos agropecuários - a
Expansão - e	Consolidação com usos não agropecuários - b		
Expansão com usos agropecuários - f			
ÁREAS DE SUPORTE AMBIENTAL - S	Recuperação e manejo - r	Expansão com usos não agropecuários - g	
Recuperação e manejo de áreas de alta fragilidade ambiental e de alta importância para ambientes aquáticos - j			
Conservação - o	Recuperação e manejo de áreas de alta importância para a biodiversidade - k		
Conservação de áreas de muito alta fragilidade natural - l			
Conservação de áreas de muito alta importância de biodiversidade - n			
Conservação de áreas de muito alta importância para ambientes aquáticos - q			
ÁREAS INSTITUCIONAIS - I	Preservação - p	Unidades de conservação de proteção integral - i	
Uso restrito e controlado - u	Unidades de conservação de uso sustentável e Reserva Particular do Patrimônio Natural - s		
Povos e Comunidades tradicionais - t			

O Quadro 5.3 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 5.3 – Extensão territorial das zonas ecológico-econômicas de Nível II por domínios geo-socioambientais – área (km²)

Nível II - Categorias	ÁREA (km²) – DOMÍNIOS GEO-SOCIOAMBIENTAIS						
	TOTAL	Costeira	Médio Piranhas Potiguar	Pataxó	Piranhas	Seridó	Serra de Santana
ÁREAS DE PRODUÇÃO	9.788,23	480,15	822,51	2.010,72	3.327,95	2.826,67	320,24
ÁREAS DE SUPORTE AMBIENTAL	7.635,04	686,47	767,60	851,87	1.758,85	2.856,10	714,15
ÁREAS INSTITUCIONAIS	85,80	4,73	0,00	10,52	7,50	28,29	34,76
	ÁREA (%) - DOMÍNIOS						
ÁREAS DE PRODUÇÃO	100%	4,91%	8,40%	20,54%	34,00%	28,88%	3,27%
ÁREAS DE SUPORTE AMBIENTAL	100%	8,99%	10,05%	11,16%	23,04%	37,41%	9,35%
ÁREAS INSTITUCIONAIS	100%	5,51%	0,00%	12,26%	8,74%	32,97%	40,52%

FONTE: COBRAPE, 2020.

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.

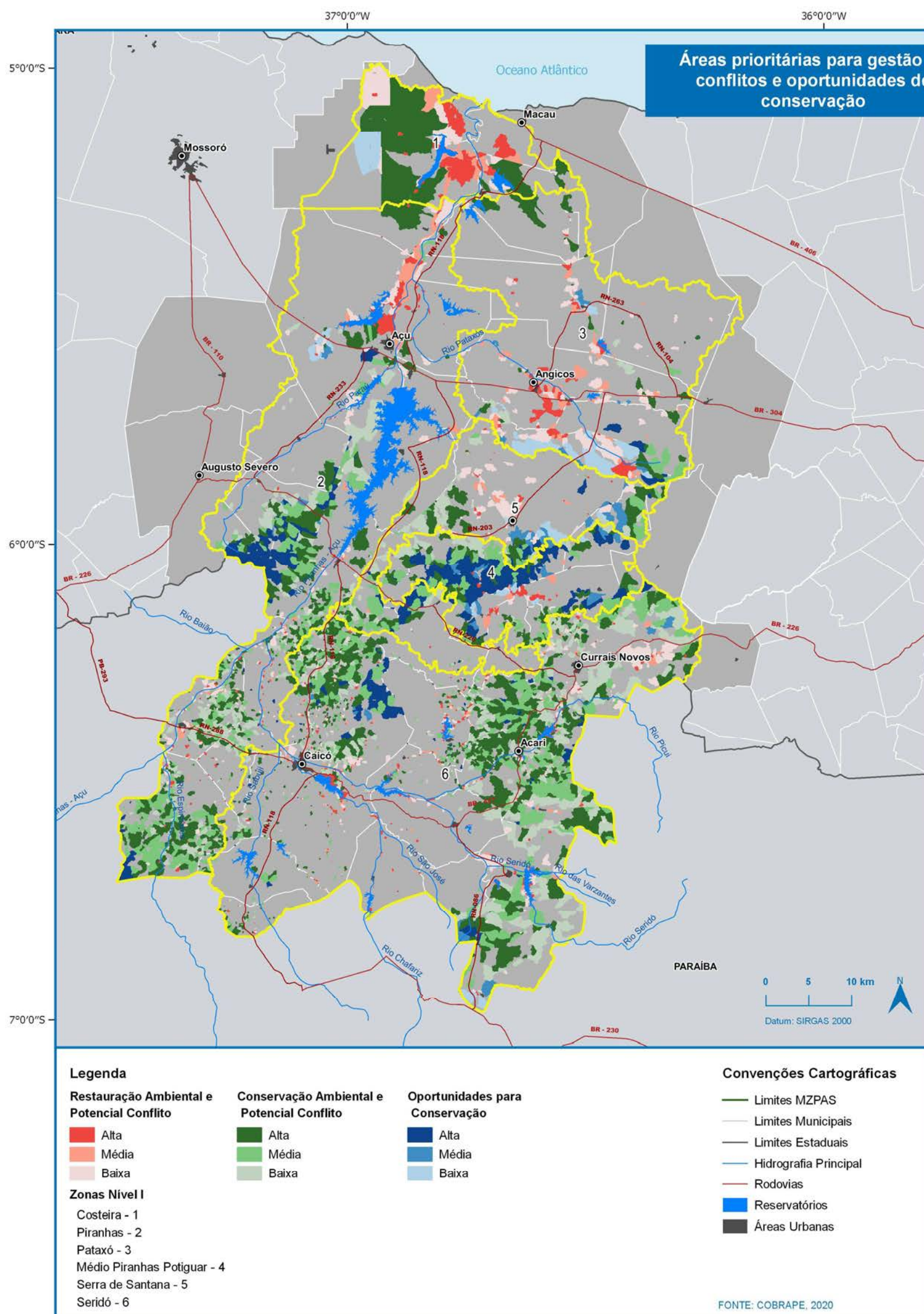
O Quadro 5.4 apresenta os resultados tabulares para os três perfis de áreas prioritárias para ação. Nota-se que existe uma quantidade bastante significativa de áreas em prioridade de ação para restauração.

Quadro 5.4 – Áreas prioritárias para gestão de conflitos e oportunidades de conservação (ha)

Classes de uso do solo	Zonas Nível 1 / Nível de prioridade de ação	TOTAL	Costeira	Médio Piranhas Potiguar	Pataxó	Piranhas	Seridó	Serra de Santana
Prioridade de ação para restauração e gestão de conflito	Muito Alta	22.370	8.603	307	4.793	4.399	3.348	920
	Alta	19.518	4.712	766	4.767	5.721	2.737	815
	Média	47.541	9.836	5.274	10.589	9.786	11.728	328
Prioridade de ação para conservação e gestão de conflito	Muito Alta	169.385	37.039	10.666	8.168	39.844	64.337	9.330
	Alta	91.303	0	8.188	3.070	28.508	43.487	8.051
	Média	91.303	94	8.511	1.446	24.231	52.290	4.731
Oportunidade para conservação com baixo conflito	Muito Alta	50.343	0	4.692	1.755	14.260	9.518	20.118
	Alta	13.667	0	4.127	1.662	987	3.113	3.778
	Média	20.932	5.128	2.221	9.229	1.484	1.296	1.573

FONTE: COBRAPE, 2020.

Figura 5.4 – Áreas prioritárias para gestão de conflitos e oportunidades de conservação



FONTE: COBRAPE, 2020.

5.2. Diretrizes gerais

Neste item estão apresentadas as diretrizes gerais⁴⁸ 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 nº 12.651/2012); Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (Lei 12.608/2012); Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010); Política Nacional sobre Mudança do Clima (Lei nº 12.187/2009); Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001); Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC (Lei nº 9.985/2000), Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997); Política Energética (Lei nº 9.478/1997); Agrícola (Lei nº 8.171/1991); e a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 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 nº 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 5.5.

⁴⁸ 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 5.5 – 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	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
		Expansão	Expansão com usos agropecuários	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
				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
		Expansão	Expansão com usos agropecuários	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 a 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
	ÁREAS DE SUPORTE AMBIENTAL	Recuperação	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	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 de áreas de muito alta importância de biodiversidade	Ampliar a quantidade absoluta e relativa de áreas institucionais, principalmente, no que se refere a Unidades de Conservação
				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	Ampliar as técnicas de reúso de efluentes domésticos para a fertirrigação de culturas forrageiras
				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, 2020.

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 Carinhanha (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 organizacion de la unidad econômica 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 Urbano (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.

GUIMARÃES, 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. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira.** Rio de Janeiro. 2012

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_riograndedonorte.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. **Atlas para a Promoção do Investimento Sustentável no Rio Grande do Norte - Zona Homogênea Mossoroense.** Natal, 2005.

Rio Grande do Norte, Governo do Estado. **Atlas para a Promoção do Investimento Sustentável no Rio Grande do Norte - Zonas Homogêneas de Caicó, Currais Novos e Serras Centrais.** Natal, 2009.

Rio Grande do Norte, Governo do Estado. **Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca do Rio Grande do Norte - PAE/RN.** Natal, 2010.

Rio Grande do Norte, Governo do Estado. **Atlas para a Promoção do Investimento Sustentável no Rio Grande do Norte - Zona Homogênea do Litoral Norte.** Natal, 2011.

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; Plano de Energia Elétrica; Plano de Desenvolvimento Industrial; Plano de Capacitação do Capital Humano; Plano de Telecomunicação 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. **Serviços Ecossistêmicos e Índices de Geodiversidade como Suporte da Geoconservação no Geoparque Seridó.** Dissertação – UFRJ/MN/Programa de Pós-Graduação em Geociências – Patrimônio Geopaleontológico, 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.

WCS - Wildlife Conservation Society e UFRN - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Projeto Caatinga Potiguar - Cartograma. Natal, 2015.

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

